World Health Organization

กรมควบคุมโรค
Department of Disease Control

คู่มือสุขาภิบาลเรือ

Guide to ship sanitation

ISBN : 978-616-11-4775-4

ISBN : 978-616-11-4775-4

คู่มือสุขาภิบาลเรือ

Guide to ship sanitation

กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค
กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

กองด่านควบคุมโรคติดต่อ
ระหว่างประเทศและกักกันโรค

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

นายแพทย์โสภณ เอี่ยมศิริถาวร รองอธิบดีกรมควบคุมโรค
นายแพทย์สุวิช ธรรมปาโล ผู้อำนวยการกองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค

ผู้แปล

1. รศ.ดร.สิริมา มงคลสัมฤทธิ์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. ผศ.ดร.กำพล นันทพงษ์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. ผศ.ดร.นิตย์ตะยา ผาสุกพันธุ์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4. ผศ.ดร.น้ำฝน เอกตาแสง คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
5. อ.ชวินทร มัยยะภักดี คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
6. อ.ดร.บุษราคัม ฐิตานุวัฒน์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
7. อ.ดร.มนพร วงศ์สุนทรชัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
8. อ.ดร.ญาณสินี สุมา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

หัวหน้าคณะบรรณาธิการ

นายพรชัย เกิดศิริ กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค

คณะบรรณาธิการ

1. นางสาวมนจิรา ถมังรักษ์สัตว์ กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค
2. นางนิภา น้อยเลิศ กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค
3. นายเขมรัตน์ พรมพิทักษ์ กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค

จำนวนพิมพ์

200 เล่ม

พิมพ์ที่

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
145,147 ถนนเลี่ยงเมืองนนทบุรี ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

หน่วยงานจัดพิมพ์

ด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าเรือกรุงเทพ
กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค

คำนำ

เอกสาร คู่มือสุขาภิบาลเรือ ฉบับนี้ ด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าเรือกรุงเทพ กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค ได้แปลจากต้นฉบับภาษาอังกฤษ Guide to Ship Sanitation Third Edition ขององค์การอนามัยโลก ประกอบด้วยสาระสำคัญ ได้แก่ น้ำดื่มบนเรือ การจัดการอาหารสำหรับเรือ การจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อการสันทนาการระหว่างเดินทางทางน้ำ การจัดการน้ำอับเฉาเรือ การจัดการของเสียจากเรือ การควบคุมพาหะนำโรคและโรคติดต่อระหว่างการเดินทางทางน้ำ โดยมุ่งหมายเพื่อให้ผู้อ่านและผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสุขาภิบาลเรือใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและสามารถใช้อ้างอิงอย่างเป็นทางการสำหรับการปฏิบัติงานสุขาภิบาลเรือ

คณะผู้จัดทำ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือสุขาภิบาลเรือ ฉบับภาษาไทยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเจ้าพนักงานควบคุมโรคติดต่อประจำด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและผู้สนใจ ในการนี้ผู้จัดทำขอแสดงความขอบพระคุณคณะอาจารย์จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้แปลเอกสารเป็นอย่างยิ่ง เอกสารแปลฉบับนี้ได้เผยแพร่ไปยังด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศทางน้ำ 18 แห่ง ทั่วประเทศ เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับการปฏิบัติงานต่อไป

หากท่านมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงเนื้อหาในเอกสารคู่มือสุขาภิบาลเรือ ฉบับภาษาไทย โปรดเสนอแนะมายังด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศ ท่าเรือกรุงเทพ ซึ่งคณะผู้จัดทำจะนำข้อเสนอแนะทุกความเห็นมาพิจารณา เพื่อปรับปรุงเอกสารดังกล่าวนี้ในการจัดพิมพ์ครั้งต่อไป

คณะผู้จัดทำ
ธันวาคม 2564

รายการห้องสมุดองค์การอนามัยโลก ข้อมูลสิ่งพิมพ์

WORLD HEALTH ORGANIZATION 2011 (องค์การอนามัยโลก พ.ศ. 2554)

สงวนลิขสิทธิ์ สิ่งพิมพ์ขององค์การอนามัยโลก องค์การอนามัยโลก, 20 ถนน Appia, 1211 เจนีวา 27,สวิสเซอร์แลนด์ (โทร: +41 22 791 2476; fax: +41 22 791 4857; อีเมลล์: bookorder@who.int) ต้องทำการขออนุญาตการเผยแพร่ต่อองค์การอนามัยโลกในการจัดพิมพ์ซ้ำหรือการแปล เพื่อการค้าหรือการเผยแพร่ที่ไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อการค้า ควรระบุว่าเป็นลิขสิทธิ์ขององค์การอนามัยโลก และตามที่อยู่ด้านบน (โทร: +41 22 791 2476; fax: +41 22 791 4857; อีเมลล์: bookorder@who.int)

การว่าจ้างและการนำเสนอของข้อมูลในสิ่งพิมพ์นี้ ไม่ได้แสดงถึงความคิดเห็นใดๆ ในส่วนขององค์การอนามัยโลกที่เกี่ยวข้องกับสถานะทางกฎหมายของประเทศใดๆ อาณาเขต เมือง หรือพื้นที่ที่อยู่ในอำนาจรัฐใดๆ หรือที่เกี่ยวข้องกับพรมแดนหรือรอยต่อของประเทศสมาชิก เส้นประบนแผนที่แสดงเส้นขอบโดยประมาณที่อาจยังไม่มีข้อตกลงอย่างสมบูรณ์

การอ้างถึงบริษัทหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ไม่ได้หมายความว่า องค์การอนามัยโลกให้การรับรองหรือแนะนำมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีคุณลักษณะคล้ายเคียงกันแต่ไม่ได้กล่าวถึง ข้อผิดพลาดและการยกเว้นเกี่ยวกับชื่อของผู้ถือลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์ จะใช้อักษรตัวแรกเป็นอักษรตัวใหญ่

ข้อมูลในการเผยแพร่นี้ได้ตรวจสอบความถูกต้องโดยองค์การอนามัยโลกแล้ว แต่อย่างไรก็ตามเอกสารที่เผยแพร่นี้ไม่รับประกันในการตีความหมายที่ถูกนำไปใช้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เอกสารนี้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้ที่ตีความและนำไปใช้ องค์การอนามัยโลกไม่รับผิดชอบหากเกิดความเสียหายจากการใช้เอกสารฉบับนี้

ฉบับภาษาอังกฤษพิมพ์ขึ้นที่ประเทศฝรั่งเศส
ออกแบบปกโดย Crayonbleu, Lyon ประเทศฝรั่งเศส
บรรณาธิการโดย บริษัทไบโอเทคซ์ จำกัด แคนเบอร์รา ประเทศออสเตรเลีย

ฉบับภาษาไทยจัดพิมพ์โดย ด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าเรือกรุงเทพ
กองด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศและกักกันโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
ISBN : 978-616-11-4775-4

สารบัญ

หน้า

คำนำ

เกริ่นนำ **11**

กิตติกรรมประกาศ **13**

ตัวย่อและความหมาย **17**

1. บทนำ **21**

1.1 ความสำคัญของเรือกับสุขภาพ 21

1.2 ขอบเขต เป้าหมายและวัตถุประสงค์ 22

1.3 ความสอดคล้องกับกฎระเบียบระหว่างประเทศอื่น ๆ 23

1.3.1 กฎข้อบังคับของสุขอนามัยระหว่างประเทศ 23

1.3.2 องค์การแรงงานระหว่างประเทศ 24

1.3.3 องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ 26

1.4 บทบาทและความรับผิดชอบ 26

1.4.1 ผู้ออกแบบ/ผู้ก่อสร้าง 27

1.4.2 เจ้าของ/ผู้ประกอบการ 27

1.4.3 กัปตันเรือ/ลูกเรือ 27

1.4.4 เจ้าหน้าที่ท่าเรือ/เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจ 28

1.5 โครงสร้างเอกสารคู่มือสุขาภิบาลเรือ 28

2. น้ำ **31**

2.1 ความเป็นมา 31

2.1.1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับน้ำบริโภค 32

2.1.2 บทบาทของกฎอนามัยระหว่างประเทศปี พ.ศ. 2548 34

2.1.3 แหล่งน้ำสำหรับบริโภคจากบนฝั่งและน้ำใช้บนเรือ 34

2.1.4 ความเสี่ยงทางสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับน้ำบริโภคบนเรือ 35

2.1.5 น้ำบรรจุขวดและน้ำแข็ง 39

2.1.6 คำนิยาม ภาพรวม และวัตถุประสงค์ของแผนจัดการน้ำสะอาด 39

2.2 แนวทางการปฏิบัติ..... 42
2.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 2.1 แผนการจัดหาน้ำสะอาดสำหรับการจัดหาน้ำบนฝั่ง ระบบการลำเลียง สำหรับเรือลำเลียงน้ำแบบธรรมดา (boat) หรือเรือท้องแบน (barge)..... 42
2.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 2.2 ปริมาณน้ำ..... 46
2.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 2.3 แผนความปลอดภัยของน้ำสำหรับการจัดหาน้ำสะอาดบนเรือ.. 47
2.2.4 แนวทางการปฏิบัติ 2.4 การเฝ้าระวังโดยอิสระ..... 65
3. อาหาร..... 75
3.1 ความเป็นมา..... 75
3.1.1 การจัดอาหารและขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง..... 75
3.1.2 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับอาหารบนเรือ..... 75
3.1.3 กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548..... 79
3.1.4 ภาพรวมของแผนความปลอดภัยของอาหารและการวิเคราะห์อันตรายและการควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม..... 79
3.2 แนวทางในการปฏิบัติ..... 82
3.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 3.1 แผนความปลอดภัยด้านอาหาร..... 83
3.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 3.2 การรับอาหาร..... 85
3.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 3.3 เครื่องใช้และภาชนะอุปกรณ์..... 88
3.2.4 แนวทางการปฏิบัติ 3.4 วัสดุ..... 90
3.2.5 แนวทางการปฏิบัติ 3.5 สิ่งอำนวยความสะดวก..... 92
3.2.6 แนวทางการปฏิบัติ 3.6 พื้นที่สำหรับการจัดเก็บ การเตรียม และให้การบริการ..... 96
3.2.7 แนวทางการปฏิบัติ 3.7 ห้องสุขาและอุปกรณ์สำหรับสุขอนามัยส่วนบุคคล..... 98
3.2.8 แนวทางการปฏิบัติ 3.8 ที่ล้างจาน..... 100
3.2.9 แนวทางการปฏิบัติ 3.9 การเก็บรักษาอาหารอย่างปลอดภัย..... 102

3.2.10 แนวทางการปฏิบัติ 3.10 การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อโรค..... 103
3.2.11 แนวทางการปฏิบัติ 3.11 สุขวิทยาส่วนบุคคล..... 105
3.2.12 แนวทางการปฏิบัติ 3.12 การจัดอบรม..... 107
3.2.13 แนวทางการปฏิบัติ 3.13 ขยะเศษอาหาร..... 107
4. สิ่งแวดล้อมในการนันทนาการทางน้ำ..... 111
4.1 ความเป็นมา..... 111
4.1.1 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการนันทนาการทางน้ำ..... 111
4.1.2 แนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการนันทนาการทางน้ำ..... 113
4.2 แนวทางการปฏิบัติ..... 113
4.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 4.1 การออกแบบและการดำเนินการ..... 113
4.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 4.2 สุขาภิบาลสระว่ายน้ำ..... 124
4.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 4.3 การตรวจสอบ..... 126
5. น้ำอับเฉาเรือ..... 131
5.1 ความเป็นมา..... 131
5.1.1 ความเสี่ยงทางสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับน้ำอับเฉาเรือ..... 131
5.1.2 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับน้ำอับเฉาเรือ..... 131
5.2 แนวทางการปฏิบัติ..... 132
5.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 5.1 แนวทางการจัดการน้ำอับเฉาเรือ..... 133
5.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 5.2 การบำบัดและกำจัดน้ำอับเฉาเรือ..... 134
6. การจัดการของเสีย..... 139
6.1 ความเป็นมา..... 139
6.1.1 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับของเสียบนเรือ..... 139
6.1.2 มาตรฐาน..... 140

6.2 แนวทางการปฏิบัติ..... 140
6.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 6.1 การจัดการน้ำเสียและน้ำที่ผ่านการใช้แล้ว..... 141
6.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 6.2 การจัดการขยะ..... 142
6.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 6.3 การจัดการของเสียทางการแพทย์และผลิตภัณฑ์เภสัชกรรม... 144
7. การควบคุมพาหะและแหล่งรังโรค..... 147
7.1 ความเป็นมา..... 147
7.1.1 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับพาหะนำโรคบนเรือ..... 147
7.1.2 มาตรฐาน..... 148
7.2 แนวทางการปฏิบัติ..... 148
7.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 7.1 การควบคุมแมลงนำโรค..... 149
7.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 7.2 การควบคุมหนู..... 150
8. การควบคุมโรคติดต่อในสิ่งแวดล้อม..... 155
8.1 ความเป็นมา..... 155
8.1.1 ความเสี่ยงทางสุขภาพเนื่องมาจากเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดโรคบนเรือ..... 155
8.2 แนวทางการปฏิบัติ..... 158
8.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 8.1 ช่องทางการแพร่เชื้อบนเรือ..... 160
8.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 8.2 คุณภาพอากาศ..... 162
8.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 8.3 กรณีที่มีผู้ป่วยและเกิดการระบาดของโรค..... 162
ภาคผนวก ตัวอย่างของสิ่งอันตราย มาตรการควบคุม ขั้นตอนการสังเกตการณ์ และวิธีการแก้ไขปัญหาสำหรับระบบน้ำบริโภคบนเรือ..... 169
อภิธานศัพท์..... 173
เอกสารอ้างอิง..... 177

ตาราง

ตาราง 2-1 เชื้อก่อโรคและพิษของเชื้อโรคที่สัมพันธ์กับการระบาดของโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อบนเรือ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1970 – 30 มิถุนายน ค.ศ. 2003..... 37

ตาราง 2-2 ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่มักจะถูกทดสอบในน้ำบริโภคและค่าปกติ..... 67

ตาราง 3-1 สาเหตุของการระบาดของโรคที่เกิดจากอาหารบนเรือ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1970 – 30 มิถุนายน ค.ศ. 2003..... 77

ตาราง 3-2 ตัวอย่างระดับอุณหภูมิและสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาอาหารที่จัดส่งให้เรือ..... 87

รูป

รูป 2-1 แผนผังการลำเลียงน้ำบริโภคบนเรือ 1) แหล่งที่มาของน้ำ 2) ระบบขนถ่ายหรือจัดส่ง และ 3) ระบบน้ำของเรือ..... 32

รูป 2-2 การประยุกต์ใช้แผนการจัดหาน้ำสะอาด..... 41

เกริ่นนำ

จากประวัติศาสตร์ เรือมีบทบาทสำคัญในการแพร่กระจายโรคติดเชื้อไปทั่วโลก จากความพยามยามในยุคแรกๆ ของการบันทึกเหตุการณ์การควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรคผ่านการเดินเรือในศตวรรษที่ 14 เมื่อท่าเรือได้ทำการปฏิเสธเรือต้องสงสัยของการนำเชื้อกาฬโรค และในศตวรรษที่ 19 การระบาดของอหิวาตกโรคมาจากการประกอบกิจการขนส่งทางเรือ องค์การอนามัยโลกได้ทบทวนและระบุว่า มากกว่า 100 ครั้ง ของการระบาดของโรค ระหว่าง ค.ศ.1970 และ ค.ศ.2003 พบสาเหตุมาจากเรือ (Rooney et al., 2004)

ปัจจุบันกองทัพเรือได้ขับเคลื่อนผู้ประกอบกิจการเรือเดินสมุทรเพื่อการค้าจากทั่วโลก มากกว่า 100 พันล้านตัน ประกอบด้วยเรือ 99,741 ลำ ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 22 ปี และเข้าร่วมลงทะเบียนแล้วมากกว่า 150 ประเทศ และลูกเรือกว่าล้านคนเกือบทุกสัญชาติ (HIS Fairplay, 2010) ภาพรวมการค้าทางทะเลของโลกพบว่า สินค้าที่ถูกส่งขึ้นเรือมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ใน ค.ศ.2007 มากขึ้นถึง 7.3 พันล้านตัน โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้น 4.8% จากปีที่ผ่านมา (United Nations, 2008) ในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมาจนถึง ค.ศ. 2008 อัตราเฉลี่ยการขยายตัวของการค้าทางทะเลรายปีประมาณ 3.1% (United Nations, 2008) อุตสาหกรรมการเดินเรือรวมถึงการท่องเที่ยวและสันทนาการ เรือสำราญส่วนตัวของอเมริกันมีผู้โดยสารกว่า 13.4 ล้านคน ในช่วง ค.ศ.2009 โดย มีช่วงระยะเวลาเดินเรือเฉลี่ย 7.3 วันต่อคน จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยต่อปีเพิ่มขึ้นเป็น 4.7 % มากกว่าในช่วง 4 ปีที่ผ่านมา (Cruise Lines International Association, 2010) เรือกองทัพเป็นเรือที่มีลูกเรือจำนวนมากเช่นกันบางครั้งมากว่า 500 คนต่อลำ และเรือข้ามฟากก็ได้มีการใช้แพร่หลายไปทั่วโลกในท่าเรือแต่ละเมืองและข้ามแม่น้ำ และมีผู้คนมากมายใช้บริการเป็นประจำทุกวัน

เนื่องจากการขนส่งทางเรือระหว่างประเทศ กฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสุขาภิบาลเรือขนส่งได้ถูกนำมาใช้มากกว่าครึ่งศตวรรษ กฎสุขาภิบาลระหว่างประเทศ ค.ศ.1951 (International Sanitary Regulations) ถูกเปลี่ยนเป็นกฎอนามัยระหว่างประเทศโดยองค์การอนามัยโลกใน ค.ศ. 1969 (International Health Regulations: IHR) และได้ถูกแก้ไขในการประชุมสมัชชาอนามัยโลกครั้งที่ 58 ใน ค.ศ.2005

คู่มือสุขาภิบาลเรือขององค์การอนามัยโลก กลายเป็นเอกสารอย่างเป็นทางการที่ทั่วโลกใช้อ้างอิงเกี่ยวกับข้อกำหนดด้านสุขภาพสำหรับการสร้างเรือและการดำเนินงาน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่นำไปสู่มาตรฐานการตรวจสอบการสุขาภิบาลในเรือ เพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของนักท่องเที่ยวและผู้ปฏิบัติงาน และเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคจากประเทศหนึ่งสู่ประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการกำหนดจำนวนเอกสารแนวทางการปฏิบัติเฉพาะ ระเบียบปฏิบัติ และข้อบังคับที่เป็นปัจจุบันเพื่อการออกแบบที่ครอบคลุมรายละเอียดการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเรือ วัตถุประสงค์เริ่มต้นของคู่มือนี้เป็นการนำเสนอความสำคัญของการสาธารณสุขของเรือด้านโรคระบาดเพื่อให้เห็นความสำคัญของการนำไปใช้ในการควบคุมอย่างเหมาะสม

คู่มือนี้ถูกเผยแพร่ใน ค.ศ.1967 และถูกแก้ไขใน ค.ศ.1987 คู่มือนี้ถูกปรับปรุงและพิมพ์เป็นครั้งที่ 3 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการก่อสร้าง การออกแบบ และขนาดของเรือตั้งแต่ ค.ศ.1960 เป็นต้นมา และการเกิดโรคใหม่ขึ้น (เช่น โรคลีเจียนเนลโลสิส) ซึ่งไม่มีอยู่ในคู่มือฉบับที่เคยเผยแพร่ใน ค.ศ.1967

คู่มือนี้ได้รับการพัฒนาโดยผ่านขั้นตอนการยกร่างและขั้นตอนการทบทวนซ้ำ ในขั้นตอนการปรับปรุงคู่มือ ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการประชุมที่เมืองไมอามี ประเทศสหรัฐอเมริกา (USA) เมื่อวันที่ 3-4 ตุลาคม ค.ศ.2001 และที่เมืองแวนคูเวอร์ ประเทศแคนาดา เมื่อวันที่ 8-10 ตุลาคม ค.ศ.2002 เพื่ออภิปรายและเสนอแนะของเนื้อหา การประชุมของผู้เชี่ยวชาญเพื่อทบทวนร่างคู่มือในวันที่ 25 ตุลาคม ค.ศ.2007 ที่เมืองมอนทรีออล ประเทศแคนาดา และวันที่ 12-13 ตุลาคม ค.ศ.2009 ที่เมืองลียง ประเทศฝรั่งเศส โดยมีตัวแทนผู้เข้าร่วมที่เป็นผู้ประกอบกิจการเรือสำราญ สมาคมคนเดินเรือ สมาชิกของรัฐความร่วมมือด้านกฎอนามัยระหว่างประเทศ ค.ศ.2005 ด่านควบคุมโรคติดต่อระหว่างประเทศท่าเรือ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขประจำท่าเรือ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลทั้งหมดของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในคู่มือนี้ได้ถูกรวบรวมไว้ในส่วนของกิตติกรรมประกาศ

คู่มือสุขาภิบาลเรือและคู่มือการแพทย์ระหว่างประเทศสำหรับเรือ (WHO, 2007) ได้มุ่งเน้นไปทางด้านการป้องกันสุขภาพและการรักษาสุขภาพคนเรือตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำคู่มือสุขาภิบาลเรือ ในการพิมพ์ครั้งที่ 3 นี้ ได้รับการช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ทั้งจากประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศที่พัฒนาแล้ว

งานนี้ได้รับการสนับสนุนจากผู้จัดพิมพ์ครั้งที่ผ่านมาเป็นอย่างดี และการทบทวนอย่างเป็นระบบของโรคระบาด บนเรือโดย ดร. Roisin Rooney จากองค์การอนามัยโลก เจนีวา ซึ่งถูกเผยแพร่โดยองค์การอนามัยโลก (ค.ศ.2001)

หน่วยงานระหว่างประเทศของมูลนิธิสุขาภิบาลแห่งชาติ เมืองแอนอาร์เบอร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นสมาชิกขององค์การอนามัยโลก เจนีวา เป็นผู้ซึ่งรับผิดชอบหลักในการริเริ่มพัฒนาคู่มือนี้

งานของบุคคลต่อไปนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาคู่มือสุขาภิบาลเรือฉบับนี้เป็นอย่างมาก และขอบพระคุณอย่างเป็นอย่างสูง

J. Adams, Fisheries and Oceans Canada, Ottawa, Canada

J. Ames, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

D. Antunes, North Regional Health Authority, Lisbon, Portugal

J. Bainbridge, International Transport Worker's Federation, London, England

J. Barrow, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

J. Bartram, WHO, Geneva, Switzerland

D. Bennitz, Health Canada, Ottawa, Canada

R. Bos, WHO, Geneva, Switzerland

G. Branston, Port Health Services, East London, South Africa

B. Brockway, Southampton City Council, Southampton, England

C. Browne, Ministry of Health, St Michael, Barbados, West Indies

R. Bryant, Chamber of Shipping of British Columbia, Vancouver, Canada

L.A. Campos, National Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

Y. Chartier, WHO, Geneva, Switzerland

L. Chauham, Ministry of Health, New Delhi, India

S. Cocksedge, WHO, Geneva, Switzerland

J. Colligan, Maritime and Coastguard Agency, Edinburgh, Scotland

J. Cotruvo, Joseph Cotruvo & Associates LLC, Washington, USA

P.B. Coury, Natioanl Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

E. Cramer, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

M.H. Figueiredo da Cunha, National Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

F.M. da Rocha, National Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

D. Davidson, Food and Drug Administration, College Park, USA

D. Dearsley, International Shipping Federation, London, England

T. Degerman, Kvaerner Masa-Yards, Turku, Finland

S. Deno, International Council of Cruise Lines, Arlington, USA

M. do Céu Madeira, Directorate General of Health, Lisbon, Portugal

X. Donglu, Ministry of Health, Beijing, China

B. Elliott, Transport Canada, Ottawa, Canada

Z. Fang, Department of Health Quarantine, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine (AQSIQ), Beijing, China

M. Ferson, South Eastern Sydney Public Health Unit, Randwick, Australia

D. Forney, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

M.V. Gabor, Ministry of Public Health, Montevideo, Uruguay

B. Gau, Hamburg Port Health Center, Hamburg, Germany

R. Griffin, Food Standards Agency, London, England

C. Hadjichristodoulou, University of Thessaly, Larissa, Greece

J. Hansen, North West Cruiseship Association, Vancouver, Canada

J. Harb, Health Canada, Vancouver, Canada

D. Hardy, Navy Environmental Health Center, Norfolk, USA

D. Harper, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

L. Hope, WHO, Geneva, Switzerland (seconded by NSF International, Ann Arbor, USA)

H. Kong, Department of Health, Hong Kong Special Administrative Region, China

D. Kurnaev, Health Ministry, Centre of State Sanitary Epidemiological Survey on Water and Air Transport for the North-Western Region of Russia, St Petersburg, Russian Federation

I. Lantz, Shipping Federation of Canada, Montreal, Canada

M. Libel, Pan American Health Organization, WHO Regional Office, Washington, USA

J. Maniram, Port Health Manager, Kwazulu, South Africa

D.L. Menucci, WHO, Lyon, France

J. Michalowski, United States Coast Guard, Washington, USA

S. Minchang, State Administration for Entry-Exit Inspection and Quarantine of People's Republic of China, Beijing, China

H.G.H. Mohammad, Ministry of Health, Rumaithiya, Kuwait

K. Montonen, Kvaerner Masa-Yards, Turku, Finland

B. Mouchtouri, University of Thessaly, Larissa, Greece

E. Mourab, Ministry of Health and Population, Cairo, Egypt

M. Moussif, Mohamed V Airport, Casablanca, Morocco

J. Nadeau, Health Canada, Ottawa, Canada

R. Neipp, Ministry of Health and Social Policy, Madrid, Spain

M. O'Mahony, Department of Health, London, England

B. Patterson, Health Canada, Vancouver, Canada

T. Paux, Ministry of Health, Paris, France

M. Plemp, Centre for Infectious Disease Control, National Institute for Public Health and the Environment, Amsterdam, the Netherlands

K. Porter, Environmental Protection Agency, Washington, USA

T. Pule, Ministry of Health, Pretoria, South Africa

R. Rooney, WHO, Geneva, Switzerland

P. Rotheram, Association of Port Health Authorities, Runcorn, England

S. Ruitai, Ministry of Health, Beijing, China

G. Sam, Department of Health and Aged Care, Canberra, Australia

J. Sarubbi, United States Coast Guard, Washington, USA

T. Sasso, International Transport Workers' Federation, Cape Canaveral, Florida, USA

R. Schiferli, Secretariat of the Paris Memorandum of Understanding on Port State Control, The Hague, the Netherlands

C. Schlaich, Hamburg Port Health Center, Hamburg, Germany

C. Sevenich, Port Health Authority, Hamburg, Germany

E. Sheward, University of Central Lancashire, West Sussex, England

R. Suraj, Navy Environmental Health Center, Norfolk, USA

H. Thakore, Health Canada, Vancouver, Canada

T. Thompson, International Council of Cruise Lines, Arlington, USA

D.M. Trindade, Centre for Disease Control and Prevention, Macao Special Administrative Region, China

V. Vuttivirojana, Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand

B. Wagner, International Labour Organization, Geneva, Switzerland

M. Wahab, Ministry of Health and Population, Cairo, Egypt

R. Wahabi, Ministry of Health, Rabat-Mechquar, Morocco

N. Wang, WHO, Lyon, France

S. Westacott, Port Health Services, Southampton City Council, Southampton, England

T. Whitehouse, Canadian Coast Guard, Ottawa, Canada

A. Winbow, International Maritime Organization, London, England

N. Wiseman, International Shipping Federation, London, England

P. Ward, A. Rivière, N. Wang and D.L. Menucci ได้จัดหาเลขานุการและให้การสนับสนุนการบริหารจัดการตลอดการประชุมพัฒนาคู่มือนี้ D. Deere (การจัดการน้ำเพื่ออนาคต มหาวิทยาลัยแห่งนิวเซาท์เวลส์ ซิดนีย์ประเทศออสเตรเลีย และการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำออสเตรเลีย) และ M. Sheffer (เมืองออตตาวา แคนาดา) ทำหน้าที่เขียนและแก้ไขในการพัฒนาคู่มือนี้ การเตรียมการสำหรับการพิมพ์คู่มือครั้งที่ 3 จะเกิดขึ้นไม่ได้หากปราศจากการสนับสนุนของกระทรวงสุขภาพและบริการมนุษย์สหรัฐอเมริกา องค์กรความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศแห่งสวีเดน และสุขภาพแคนาดา

ตัวย่อและความหมาย

AFR	accidental faecal release	การปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจ
AGI	acute gastrointestinal illness	โรคทางเดินอาหารเฉียบพลัน
ARI	acute respiratory illness	โรคทางเดินหายใจเฉียบพลัน
CCP	critical control point	การควบคุมจุดวิกฤต
cfu	colony-forming unit	หน่วยตรวจนับปริมาณการเกิดโคโลนีของจุลินทรีย์
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ
FSP	food safety plan or food safety programme	แผนอาหารปลอดภัยหรือโปรแกรมอาหารปลอดภัย
GDWQ	Guidelines for drinking-water quality	คู่มือคุณภาพน้ำดื่ม
HACCP	hazard analysis and critical control point	การวิเคราะห์อันตรายและการควบคุมจุดวิกฤต
HPC	heterotrophic plate count	การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์กลุ่มเฮเทอโรโทรฟิค
HVAC	heating, ventilation and air-conditioning	ความร้อน การระบายอากาศ และเครื่องปรับอากาศ
IEC	International Electrotechnical Commission	คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอเทคนิกส์
IHR	International Health Regulations	กฎอนามัยระหว่างประเทศ
ILO	International Labour Organization	องค์การแรงงานระหว่างประเทศ
IMO	International Maritime Organization	องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ

ISO	International Organization for Standardization	องค์การมาตรฐานสากล
MARPOL 73/78	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships	อนุสัญญาระหว่างประเทศเพื่อการป้องกันมลพิษจากเรือ
SARS	severe acute respiratory syndrome	โรคซาร์ส โรคทางเดินหายใจรุนแรงเฉียบพลัน
spp.	species	สปีชีส์ สายพันธุ์
USA	United State of American	ประเทศสหรัฐอเมริกา
UV	ultraviolet	รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเหนือม่วง
WHO	World Health Organization	องค์การอนามัยโลก
WSP	water safety plan	แผนการจัดการน้ำปลอดภัย

บทที่ 1

บทนำ

1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของเรือกับสุขภาพ

เรือมีบทบาทสำคัญต่องานสาธารณสุขนอกเหนือไปจากการเป็นแค่เรือที่มีการติดเชื้อ เรือสามารถขนถ่ายมนุษย์ที่ติดเชื้อและสัตว์หรือแมลงอื่นๆ ที่เป็นพาหะของโรค เช่น ยุงและหนู ระหว่างท่าเรือต่างๆได้ ดังนั้นเรือจึงเป็นช่องทางการแพร่กระจายโรคและตัวนำโรคในระดับชาติและระดับนานาชาติ

ตั้งแต่ในอดีต เรือมีบทบาทสำคัญต่อการแพร่เชื้อได้ทั่วโลก การระบาดของอหิวาตกโรคที่ลุกลามไปทั่วในศตวรรษที่ 19 ก็คาดว่าเกี่ยวข้องกับเส้นทางการค้า และยังเกิดขึ้นได้ง่ายเนื่องจากการขนส่งสินค้า ความพยายามในการควบคุมการเคลื่อนที่ของโรคในมนุษย์บนเรือสามารถสืบย้อนกลับไปในยุคกลาง ใน ค.ศ.1377 เมืองเวนิสและโรดส์ปฏิเสธการเข้าเมืองของเรือที่บรรทุกผู้โดยสารติดเชื้อโรคระบาด เหตุนี้เป็นที่มาของคำว่า “กักกัน”

เมื่อเรือดังกล่าวเดินทางมาถึง นักท่องเที่ยวถูกกักตัวไว้เป็นเวลา 40 วันก่อนที่พวกเขาจะได้รับอนุญาตให้เดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง ความแออัดของผู้โดยสารบนเรือ ความสกปรกและการขาดสุขอนามัยส่วนบุคคลมักทำให้เกิดโรคระบาดของไข้รากสาดใหญ่ (rickettsial typhus fever) มาตรการป้องกัน เช่น การกักกัน การกำจัดและรักษาความสะอาดส่วนบุคคลด้วยการใช้สบู่จึงถูกนำมาใช้ ทำให้อุบัติการณ์ของโรคไข้รากสาดใหญ่ลดลง

มีรายงานการระบาดของโรคติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับเรือมากกว่า 100 ครั้ง ระหว่าง ค.ศ. 1970-2003 (Rooney *et al.*, 2004) รายงานการระบาดของโรครวมถึงโรคลีเจียนเนลโลสิส, ไข้หวัดใหญ่, ไข้ไทฟอยด์, โรคซาลโมเนลโลสิส, ไวรัสโรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ (เช่น โนโรไวรัส), การติดเชื้อโรคอุจจาระร่วงจากเชื้ออีโคไล โรคบิดไม่มีตัว โรคคริปโตสปอริดิโอซิส และโรคทริคิโนซิส

เรือทหาร เรือบรรทุกสินค้า เรือข้ามฟาก และเรือสำราญ ล้วนแต่ได้รับผลกระทบอย่างมากทางด้านการดำเนินงานและการเงิน รายงานการระบาดของโรคเหล่านี้เป็นเพียงส่วนเล็กๆ จากโรคทั้งหมดที่เกิดจากเรือ แม้ในทุกกรณีที่ได้รับแจ้งจะถูกระบุไว้ในรายงานการระบาด แต่เป็นไปได้ว่ามีอีกมากมายหลายกรณีที่ไม่ได้รับการรายงาน

หากยังไม่มีมาตรการควบคุมที่เหมาะสม เรือก็มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดโรคระบาด เนื่องจากเรือได้รวมเอาชุมชนต่างๆ ไว้ด้วยกัน โดยมีที่พักที่ตั้งอยู่ติดกัน มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาลที่ใช้ร่วมกัน มีการอุปโภคบริโภคอาหารและน้ำร่วมกัน ซึ่งสภาวะดังกล่าวเหมาะต่อการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อ

การเผยแพร่เกี่ยวกับการระบาดของโรคบนเรือต่อสาธารณชนส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจอย่างมากต่อเจ้าของเรือและผู้ที่ต้องอาศัยเรือเพื่อการขนส่งหรือพักผ่อนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยมีลูกเรือที่ถูกจ้างงานอยู่ประมาณ 1.2 ล้านคนทั่วโลก (IMO, 2009)

การใช้เวลาเดินทางหลายเดือนในทะเล ซึ่งบางครั้งเดินทางไปยังภูมิภาคที่ห่างไกลบนโลก เรือบรรทุกสินค้าที่เดินทางอย่างยาวนานรวมชุมชนหลากหลายเข้าไว้ด้วยกัน สภาวะสุขอนามัยที่ดีบนเรือมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อทั้งสุขภาพและสวัสดิภาพของผู้เดินทางทางทะเล การใช้มาตรการควบคุมป้องกันที่เหมาะสมจะทำให้สามารถปกป้องผู้โดยสาร ลูกเรือและสาธารณะในวงกว้างจากการแพร่กระจายของโรคเนื่องมาจากเรือ ในขอบเขตที่เป็นไปได้ ควรมีการกำหนดกลยุทธ์ในการควบคุมเพื่อลดการปนเปื้อนที่แหล่งกำเนิดให้ได้มากที่สุด จากมุมมองด้านสาธารณสุขควรให้ความสำคัญกับมาตรการเชิงรุกและการป้องกันมากกว่าการตั้งรับและการรักษา เช่น:

- การออกแบบและการก่อสร้างเรือควรมีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะเป็นไปได้ในด้านการรักษาสภาพแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ
- อาหาร น้ำและวัสดุที่นำขึ้นบนเรือควรปลอดภัยมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- ลูกเรือควรได้รับการฝึกอบรมอย่างดีในเรื่องการสุขาภิบาลเรือ และมีอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก วัสดุ รวมถึงความสามารถในการดูแลรักษาสภาพแวดล้อมทางสุขาภิบาลบนเรือ
- ควรมีระบบการบริหารความเสี่ยงและนำมาใช้อยู่อย่างสม่ำเสมอเพื่อทำให้มั่นใจได้ว่าจะมีการระบุ รายงาน และบรรเทาความเสี่ยงด้านสาธารณสุข

1.2 ขอบเขต เป้าหมายและวัตถุประสงค์

เป้าหมายหลักของคู่มือสุขาภิบาลเรือฉบับแก้ไข คือนำเสนอความสำคัญด้านสาธารณสุขของเรือในแง่ของโรค และเน้นความสำคัญของการใช้มาตรการควบคุมที่เหมาะสม คู่มือนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแนวทางระดับชาติเพื่อควบคุมอันตรายที่อาจพบบนเรือ รวมทั้งจัดทำกรอบสำหรับการกำหนดนโยบายและการตัดสินใจในการทำงานร่วมกัน

คู่มือนี้อาจใช้เพื่อเป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับหน่วยงานกำกับดูแล ผู้ประกอบการเรือ และผู้สร้างเรือ ซึ่งรวมถึงรายการตรวจสอบเพื่อความเข้าใจและประเมินผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นจากโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเรือโดยใน ค.ศ.1967 องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ตีพิมพ์คู่มือการสุขาภิบาลเรือเป็นครั้งแรก และใน ค.ศ.1987 มีการปรับแก้ไขบ้างเล็กน้อย

ในอดีต คู่มือนี้อ้างถึงข้อบังคับกฎอนามัยระหว่างประเทศ (IHR) (มาตรา 14) และมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมาตรฐาน ด้านสุขอนามัยที่เกี่ยวข้องกับเรือและคุ้มครองสุขภาพของผู้เดินทางและเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจากประเทศหนึ่งไปยังอีกประเทศหนึ่ง ซึ่งเป็นการรวบรวมแนวทางการปฏิบัติระดับชาติต่างๆ ที่เหมาะสมที่สุด ณ เวลานั้นไว้ด้วยกัน

คู่มือครอบคลุมถึงเรื่องการจัดหาน้ำดื่ม ความปลอดภัยของสระว่ายน้ำ การกำจัดของเสีย ความปลอดภัยของอาหารและการควบคุมหนอนพยาธิ ก่อนที่จะถูกตีพิมพ์ คู่มือได้ถูกส่งไปยังองค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Organization: ILO) และหน่วยงานระหว่างประเทศอื่นๆ อีกหลายแห่งเพื่อรับฟังความคิดเห็น คู่มือได้เพิ่มเติมข้อกำหนดของ IHR และถือว่าเป็นคู่มือสำหรับอ้างอิงข้อกำหนดด้านสุขภาพการก่อสร้างเรือและการปฏิบัติงานในเรือที่ ใช้อย่างเป็นทางการทั่วโลก

ตั้งแต่ ค.ศ.1967 เป็นต้นมา เอกสารคำแนะนำ อนุสัญญาและข้อบังคับต่างๆ ที่จำเพาะเจาะจงได้ถูกพัฒนาให้มีรายละเอียดทุกส่วนเกี่ยวกับการออกแบบและการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเรือ และเอกสารหลายฉบับได้มีการพิจารณาเรื่องสุขาภิบาลเรือด้วย จึงทำให้วัตถุประสงค์เดิมของคู่มือถูกยกเลิกไปในบางส่วน และวัตถุประสงค์ของคู่มือฉบับปรับปรุงใหม่นี้จึงต่างไปจากเดิม โดยคู่มือไม่ได้อ้างอิง IHR ฉบับปี 2005 อย่างชัดเจน ซึ่งต่อมาถูกเรียกว่า IHR 2005 (WHO, 2005) (ดูหัวข้อ 1.3.1) เอกสารนี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพื่อเป็นตัวอย่างของแนวปฏิบัติต่างๆ ที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตาม เป็นที่ยอมรับกันว่าอาจมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกันและสามารถนำมาปรับใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ หากมีการนำวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นมาใช้ ซึ่งจะต้องมีการแสดงหลักฐานแสดงประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ การพิจารณาเบื้องต้นคือ วิธีการแก้ไขปัญหาให้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ

1.3 ความสอดคล้องกับกฎระเบียบระหว่างประเทศอื่นๆ

1.3.1 กฎข้อบังคับของสุขอนามัยระหว่างประเทศ

กฎข้อบังคับสุขอนามัยระหว่างประเทศได้รับการพัฒนาใน ค.ศ.1951 เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อ 6 โรค ได้แก่ อหิวาตกโรค โรคระบาด ไข้เหลือง ไข้ทรพิษ ไข้รากสาดใหญ่และไข้กลับ กฎระเบียบเหล่านี้ถูกปรับปรุงและเปลี่ยนชื่อกฎอนามัยระหว่างประเทศ (IHR) ใน ค.ศ.1969 วัตถุประสงค์ของ IHR 2005 คือ “เพื่อป้องกัน ปกป้อง ควบคุมและตอบสนองด้านสาธารณสุขต่อการแพร่กระจายของโรคระหว่างประเทศในรูปแบบที่เหมาะสมและเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับความเสี่ยงด้านสาธารณสุขและหลีกเลี่ยงการแทรกแซงที่ไม่จำเป็นทางด้านการสัญจรและการค้าระหว่างประเทศ”

IHR ถูกแก้ไขใน ค.ศ.1973 และ ค.ศ.1981 โรคที่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดเหล่านี้ลดลงเหลือ 3 โรค คือ กาฬโรค ไข้เหลืองและอหิวาตกโรค ซึ่งใน ค.ศ.1995 สมัชชาอนามัยโลกเรียกร้องให้มีการแก้ไขกฎระเบียบ ซึ่ง IHR ได้รับการแก้ไขและนำเสนอต่อสมัชชาสุขภาพโลกครั้งที่ 58 เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม ค.ศ.2005 (WHO, 2005)

IHR 2005 ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับการขนส่งทั่วโลก: เรือ เครื่องบิน ยานพาหนะอื่นๆ ผู้เดินทาง และสินค้าทาง เรือและเครื่องบินถูกนำมากล่าวถึงในเอกสารคู่มือการสุขาภิบาลเรือ และคู่มือสุขอนามัยและสุขาภิบาลสำหรับการบิน (WHO, 2009) ตามลำดับ คู่มือดังกล่าวได้รวบรวมบทสรุปของพื้นฐานด้านสุขภาพของ IHR 2005 และช่วยลดช่องว่างระหว่างกฎระเบียบต่างๆ และการนำแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมไปใช้ปฏิบัติจริง เสมือนเป็นเอกสารทางด้านกฎหมาย

มาตรา 22 (b) และ 24 (c) ของ IHR 2005 กำหนดให้รัฐภาคีดำเนินตามมาตรการทั้งหมดที่ปฏิบัติได้ เพื่อให้มั่นใจว่าพนักงานขนส่งระหว่างประเทศรักษาพาหนะของตนให้ปลอดจากแหล่งที่มาของการปนเปื้อนและการติดเชื้อ และเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจมีหน้าที่รับผิดชอบในการยืนยันว่าสิ่งอำนวยความสะดวกที่ท่าเรือ (เช่น น้ำดื่ม สถานที่รับประทานอาหาร ห้องสุขาสาธารณะ การจัดการขยะของแข็งและของเหลวที่เหมาะสม) มีสภาวะทางด้านสุขาภิบาลที่เหมาะสม

มาตรา 22 (e) ของ IHR 2005 ระบุว่าเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจแต่ละรัฐภาคีมีหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุมดูการกำจัดน้ำหรืออาหารที่ปนเปื้อน มนุษย์หรือสัตว์ที่ติดเชื้อ น้ำเสีย ตลอดจนสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ ออกจากยานพาหนะอย่างปลอดภัย

มาตรา 24 ของ IHR 2005 กำหนดให้ผู้ประกอบการเรือแต่ละรายยืนยันว่าไม่พบแหล่งที่มาของการติดเชื้อและการปนเปื้อนใดๆ บนเรือ รวมไปถึงในระบบน้ำ ในภาคผนวก 4 ผู้ประกอบการเรือต้องนำมาตรการทางสุขาภิบาลมาใช้และจัดทำเอกสารด้านสุขภาพภายใต้เงื่อนไขของ IHR 2005 (เช่น ใบรับรองการยกเว้นการควบคุมสุขาภิบาลเรือ/ใบรับรองการควบคุมการสุขาภิบาลเรือ [หรือที่รู้จักในชื่อใบรับรองการสุขาภิบาลเรือ: ต.4] เอกสารสำแดงสุขภาพทางเรือ (Maritime Declaration of Health: ต.3) ด้วยเหตุนี้ จึงมีความสำคัญที่จะส่งเสริมมาตรการเหล่านี้บนเรือและที่ท่าเรือ และดำเนินมาตรการด้านสุขภาพเพื่อให้แน่ใจว่ายานพาหนะนั้นปราศจากแหล่งที่มาของการติดเชื้อหรือการปนเปื้อน

1.3.2 องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Organization: ILO)

อนุสัญญาว่าด้วยแรงงานทางทะเล ค.ศ. 2006

อนุสัญญาว่าด้วยการเดินเรือทางทะเล ค.ศ.2006 ซึ่งถูกใช้ในการประชุมแรงงานระหว่างประเทศ ครั้งที่ 94 (เรื่องการเดินเรือ) อันเป็นภาคส่วนหลักขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILO) ได้รวบรวมมาตรฐานแรงงานทางทะเลของ ILO ที่มีอยู่มากกว่า 60 มาตรฐาน ที่ถูกใช้โดยองค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILO) ตั้งแต่ ค.ศ.1919 มีหลายมาตรการที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพบนเรือ มาตราที่ 4 ว่าด้วยเรื่อง การจ้างงานและสิทธิทางสังคมของผู้เดินเรือตามอนุสัญญาว่าด้วยการเดินเรือทางทะเลใน ค.ศ.2006 ระบุไว้ในวรรค 3 ว่า “ทุกคน” และ ในวรรคที่ 4 “ผู้เดินทางทางทะเลทุกคนมีสิทธิ์รับการคุ้มครองสุขภาพ การรักษาพยาบาล สวัสดิการ และการคุ้มครองทางสังคมในรูปแบบอื่นๆ” ข้อบังคับของอนุสัญญาดังต่อไปนี้กล่าวถึงปัญหาสุขภาพโดยเฉพาะ:

ข้อบังคับ 1.2: ใบรับรองแพทย์ วรรค 1 กล่าวว่า “ผู้เดินทางทางทะเลไม่สามารถทำงานบนเรือได้เว้นแต่จะได้รับการรับรองทางการแพทย์ว่าสุขภาพแข็งแรงเหมาะสมกับการปฏิบัติหน้าที่” มาตรฐานบังคับที่เกี่ยวข้องได้ตั้งข้อกำหนดเกี่ยวกับการตรวจสุขภาพของผู้เดินทางทางทะเลและการออกใบรับรองแพทย์เพื่อยืนยันว่าพวกเขามีความเหมาะสมในการปฏิบัติหน้าที่ในทะเล

ข้อบังคับ 3.1: ที่พักและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการพักผ่อน ในวรรค 1 ระบุว่า “สมาชิกแต่ละรายจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าเรือที่ตนเป็นเจ้าของธงมีที่พักและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการพักผ่อนหย่อนใจที่เหมาะสมสำหรับผู้เดินทางทางทะเลที่ทำงานหรืออาศัยอยู่บนเรือ หรือทั้งสองอย่าง โดยสอดคล้องกับการส่งเสริมสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้เดินทางทางทะเล” มีการตั้งข้อกำหนดเฉพาะเกี่ยวข้องกับขนาดของห้องพักและพื้นที่ที่พักอื่นๆ รวมถึง ระบบให้ความร้อน การระบายอากาศ เสียงและการสั่นสะเทือน สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขอนามัย แสงสว่างและเตียงนอนในห้องพยาบาล

มาตรฐาน A3.1 วรรค 18 ระบุว่า “เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจจะต้องกำหนดให้ผู้บังคับการเรือหรือผู้ที่ได้รับหมอบหมายจากผู้บังคับการเรือทำการตรวจสอบเรืออย่างเป็นประจำเพื่อให้มั่นใจว่าที่พักของผู้เดินเรือสะอาด เหมาะสมกับ

การอยู่อาศัย และได้รับการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดี ผลการตรวจสอบแต่ละครั้งจะต้องถูกบันทึกและพร้อมสำหรับการตรวจสอบ" (เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจเป็นผู้อยู่ภายใต้ ILO)

ข้อบังคับ 3.2: อาหารและการจัดเลี้ยง วรรค 1 ระบุว่า "สมาชิกแต่ละรายต้องมั่นใจว่าเรือที่ตนเป็นเจ้าของธงมีบริการอาหารและน้ำดื่มที่มีคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีปริมาณที่เพียงพอตามข้อกำหนดของเรือและคำนึงถึงภูมิหลังทางวัฒนธรรมและศาสนาที่แตกต่างกัน" มาตรฐาน A3.2 ระบุว่า "สมาชิกแต่ละรายจะต้องตรวจสอบให้มั่นใจว่าเรือที่ตนเป็นเจ้าของธงมีมาตรฐานขั้นต่ำดังต่อไปนี้: (b) การจัดการและอุปกรณ์ของแผนกการจัดเตรียมอาหารต้องสามารถจัดเตรียมอาหารแก่ผู้เดินทางทางทะเลได้อย่างเพียงพอ หลากหลายและมีคุณค่าทางโภชนาการ และให้บริการในสภาพที่ถูกสุขอนามัย: และ (c) พนักงานจัดเลี้ยงจะต้องได้รับการฝึกอบรมหรือให้ความรู้อย่างเหมาะสมสำหรับตำแหน่ง" มีข้อกำหนดเพิ่มเติมและคำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหารและสุขอนามัยที่เหมาะสม

ข้อบังคับ 4.1: การดูแลด้านการแพทย์บนเรือและชายฝั่ง ในย่อหน้าที่ 1 ระบุว่า "สมาชิกแต่ละรายจะต้องมั่นใจว่าผู้เดินทางทางทะเลทุกคนบนเรือที่ตนเป็นเจ้าของธงได้รับการป้องกันตามมาตรการอย่างเพียงพอในการคุ้มครองสุขภาพ และพวกเขาสามารถเข้าถึงการดูแลทางการแพทย์ได้อย่างรวดเร็วและเพียงพอในขณะที่ทำงานบนเรือ ในวรรค 3 กล่าวว่า "สมาชิกแต่ละรายต้องมั่นใจว่าหากผู้เดินทางทางทะเลบนเรืออยู่ในอาณาเขตของท่านและต้องการการดูแลทางการแพทย์ พวกเขาต้องสามารถเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกทางการแพทย์บนฝั่งได้" และในย่อหน้าที่ 4 "ข้อกำหนดสำหรับการคุ้มครองสุขภาพและการรักษาพยาบาลบนเรือตามที่กำหนดไว้ในหลักเกณฑ์ประกอบไปด้วย มาตรฐานที่มุ่งให้การคุ้มครองสุขภาพแก่ผู้เดินทางทางทะเลและการดูแลทางการแพทย์เทียบเท่ากับคนทำงานบนฝั่งให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้"

นอกจากนี้ข้อบังคับ 5.1: ความรับผิดชอบ ตามวรรค 1 ระบุว่า "สมาชิกแต่ละรายมีหน้าที่รับผิดชอบในการปฏิบัติตามพันธกรณีภายใต้อนุสัญญานี้" และวรรค 2 ระบุว่า "สมาชิกแต่ละรายจะต้องสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบและการรับรองตามเงื่อนไขแรงงานทางทะเล เพื่อยืนยันว่าสภาพการทำงานและความเป็นอยู่ของผู้เดินทางทางทะเลบนเรือที่มีตนเป็นเจ้าของธงเป็นไปตามมาตรฐานต่างๆ ในอนุสัญญานี้อย่างต่อเนื่อง" ข้อบังคับ 5.1.3: ใบรับรองแรงงานทางทะเลและปฏิญญากฎหมายแรงงานทางทะเล ในวรรค 3 ระบุว่า (สำหรับเรือน้ำหนักรวมตั้งแต่ 500 ตันขึ้นไป) "สมาชิกแต่ละรายต้องกำหนดให้เรือที่ตนเป็นเจ้าของธงดำเนินการรักษาใบรับรองแรงงานทางทะเลซึ่งรับรองว่าสภาพการทำงานและความเป็นอยู่ของผู้เดินทางทางทะเลบนเรือ รวมถึงมาตรการต่างๆ ที่เห็นพ้องจะถูกรวมไว้ในปฏิญญาของการปฏิบัติตามกฎหมายแรงงานทางทะเล ได้รับการตรวจสอบและเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายหรือข้อบังคับของประเทศหรือตามมาตรการอื่นๆ และในวรรค 4 กล่าวว่า "สมาชิกแต่ละรายต้องกำหนดให้เรือที่ตนเป็นเจ้าของธงปฏิบัติตามกฎหมายแรงงานทางทะเลที่ระบุถึงข้อกำหนดระดับชาติซึ่งว่าตามอนุสัญญานี้ในเรื่องสภาพการทำงานและการอยู่อาศัยของผู้เดินทางทางทะเล และกำหนดมาตรการต่างๆ ซึ่งจะถูกใช้โดยเจ้าของเรือเพื่อให้แน่ใจว่ามีการปฏิบัติตามข้อกำหนดบนเรือหรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรือ" รัฐเจ้าของธงของเรือหรือองค์กรที่ได้รับการยอมรับและได้รับมอบอำนาจจะต้องทำการตรวจสอบอย่างละเอียดเรื่อง ที่พัก การจัดการ/การจัดเตรียมอาหาร และการรักษาพยาบาลบนเรือก่อนออกใบรับรอง ซึ่งใบรับรองมีอายุไม่ควรเกินห้าปี (ใบรับรองชั่วคราวและใบรับรองกลางก็ถูกกำหนดไว้เช่นเดียวกัน)

อนุสัญญาว่าด้วยกิจการในภาคการประมง, 2007 (ฉบับ 188) และ
ข้อเสนอแนะสำหรับกิจการในภาคการประมง 2007 (ฉบับ 199)

เครื่องมือเหล่านี้ใช้กับชาวประมงและเรือประมง ซึ่งตั้งข้อกำหนดและคำแนะนำเกี่ยวกับประเด็นการตรวจสุขภาพและการออกเอกสารรับรองสำหรับชาวประมง ที่พัก (รวมถึงข้อกำหนดที่มุ่งสร้างความมั่นใจว่าเรือนั้นถูกสร้างขึ้นให้มีความปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ) และอาหารบนเรือประมง การรักษาพยาบาลในทะเล และการเข้าถึงการดูแลทางการแพทย์บนฝั่ง ภาคผนวก III ของอนุสัญญาวรรค 83 กล่าวว่า “เรือที่มีความยาวตั้งแต่ 24 เมตรขึ้นไป เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจ [ภายใต้ ILO] จะต้องกำหนดให้ผู้บังคับการเรือหรือผู้ที่ได้รับหมอบหมายจากผู้บังคับการเรือทำการตรวจสอบเรืออย่างเป็นประจำเพื่อให้แน่ใจว่า: (a) ที่พักสะอาด เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยและปลอดภัย รวมถึงได้รับการบำรุงรักษาอย่างดี; (b) มีอาหารและน้ำเพียงพอ และ (c) ห้องครัวและพื้นที่เก็บอาหาร รวมถึงอุปกรณ์นั้นถูกสุขอนามัยและอยู่ในสภาพที่เหมาะสม “และ” ผลของการตรวจสอบดังกล่าว และการดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบจะต้องถูกบันทึกและพร้อมสำหรับการตรวจสอบ”

การพิจารณามาตรฐานขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ

มีคำแนะนำที่เคร่งครัดว่าการออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินงาน และการตรวจสอบเรือ รวมถึงเจ้าหน้าที่สาธารณสุขประจำท่าเรือ ควรตระหนักถึงการปฏิบัติตามบทบัญญัติของอนุสัญญาแรงงานทางทะเล ค.ศ.2006 อนุสัญญาว่าด้วยงานในภาคการประมง ค.ศ.2007 และข้อเสนอแนะสำหรับงานในภาคการประมง ค.ศ.2007 เนื่องจากมาตรฐานเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับการควบคุมของรัฐผู้เป็นเจ้าของธงเรือและเจ้าของท่าเรือเกี่ยวกับเรื่องสภาพที่อยู่อาศัยและการทำงานของเรือพาณิชย์ และเรือประมง

1.3.3 องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization: IMO)

องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ เป็นหน่วยงานเฉพาะของสหประชาชาติ ตั้งอยู่ในสหราชอาณาจักรโดยมีพนักงานสัญชาติต่างๆ ประมาณ 300 คน การประชุมจัดตั้ง IMO เกิดขึ้นที่เมืองเจนีวาใน ค.ศ.1948 และการประชุม IMO เกิดขึ้นครั้งแรกใน ค.ศ.1959 ภารกิจหลักของ IMO คือ การพัฒนาและองค์การทำงานตามกรอบข้อกำหนดที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการขนส่ง และปัจจุบันรวมไปถึงความปลอดภัย ความกังวลด้านสิ่งแวดล้อม กฎหมายที่เกี่ยวข้อง ความร่วมมือทางวิชาการ การรักษาความปลอดภัยทางทะเล และประสิทธิภาพการขนส่ง

1.4 บทบาทและความรับผิดชอบ

โรคติดเชื้อบนเรืออาจมีผลกระทบอย่างมากต่อความสามารถในการปฏิบัติงานบนเรือ และในสถานการณ์ที่รุนแรงจะเป็นอุปสรรคต่อการค้าและการท่องเที่ยวระหว่างประเทศ การป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าวและการตอบสนองที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดต่อผู้ที่รับผิดชอบการออกแบบเรือ การก่อสร้างและการดำเนินงาน

องค์กรและบุคลากรมีบทบาทที่แตกต่างกันออกไปในการจัดการสุขาภิบาลบนเรือ อย่างไรก็ตามเป้าหมายที่ทุกคนมีเหมือนกันนั้นก็คือ การมีสุขาภิบาลเรือที่ดี ซึ่งจะต้องให้ทุกคนมีส่วนร่วม จากการออกแบบไปจนถึงการก่อสร้าง การจัดซื้อ การดำเนินงาน และการขนถ่ายสินค้า ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งมีบทบาทสำคัญในการจัดการความเสี่ยงเชิงป้องกัน เพื่อคุ้มครองผู้โดยสาร ลูกเรือ ประชากรที่เมืองท่าและชุมชนในแต่ละประเทศให้ปลอดภัย บทบาทความรับผิดชอบที่สำคัญในการรักษาสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยบนเรือสำหรับ

ผู้โดยสารและลูกเรือเป็นของเจ้าของเรือ ผู้ประกอบการ วิศวกร ผู้บังคับการเรือและบุคลากรทางการแพทย์ บทบาทและความรับผิดชอบต่างๆ เหล่านี้สามารถอธิบายอย่างคร่าวๆ ได้ดังต่อไปนี้

1.4.1 ผู้ออกแบบ/ผู้ก่อสร้าง

การออกแบบที่ถูกสุขลักษณะ จะช่วยลดโอกาสการเกิดปัญหาทางสุขภาพบนเรือ หรือเมื่อเรือต้องเผชิญกับความเสี่ยงภายนอกที่ท่าเรือ ดังนั้น ผู้ออกแบบและสร้างเรือต้องมั่นใจว่าเรือมีสุขาภิบาลที่ดีพร้อมให้ดำเนินการ การก่อสร้างและแผนผังของเรือจะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งต้องการการใส่ใจในรายละเอียดที่สำคัญของการออกแบบและการก่อสร้างที่มีผลต่อสุขาภิบาลเรือ ยิ่งการออกแบบสุขภัณฑ์ของเรือดีและป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้มากเท่าไรก็จะยิ่งง่ายสำหรับเจ้าของหรือผู้ประกอบการเรือในการลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากการออกแบบของเรือมีข้อบกพร่องมากมาย และไว้วางใจกับการปฏิบัติการมากเกินไป ก็มีแนวโน้มที่จะเกิดการระบาดของโรคได้ โดยทั่วไปการออกแบบและสร้างเรือรวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรฐานอันเป็นที่ยอมรับในระดับสากล (เช่น IMO ต่างๆ คณะกรรมาธิการ Codex Alimentarius และองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการกำหนดมาตรฐาน)

1.4.2 เจ้าของ/ผู้ประกอบการ

ขณะทำการตรวจรับเรือ เจ้าของควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าการออกแบบสุขอนามัยตรงตามมาตรฐานที่สอดคล้องกับการดำเนินงานอย่างถูกสุขลักษณะบนเรือ เช่น การแยกของเสียออกจากอาหารและน้ำด้วยวิธีทางกายภาพ และความสามารถในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น สภาพแวดล้อมทางน้ำ นันทนาการ เจ้าของเรือต้องรับผิดชอบในการตรวจสอบให้แน่ใจว่าเรือนั้นถูกออกแบบและสร้างโดยไม่ให้ผู้โดยสารและลูกเรือได้รับความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ไม่อาจยอมรับได้ เจ้าของเรือต้องรับผิดชอบอย่างต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าการออกแบบเรือนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผู้ประกอบการเรือมีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจสอบให้แน่ใจว่าเรือสามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยสำหรับผู้โดยสารและลูกเรือ ผู้ประกอบการจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีอุปกรณ์และเสบียงที่เพียงพอและได้รับการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม รวมถึงมีจำนวนของลูกเรือที่เพียงพอ โดยลูกเรือต้องผ่านการฝึกอบรมมากพอที่จะสามารถจัดการกับความเสี่ยงด้านสุขภาพบนเรือได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 กัปตันเรือ/ลูกเรือ

อ้างอิงตามมาตรการการจัดการทางทะเลระหว่างประเทศของ IMO สำหรับการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยของเรือและการป้องกันมลพิษ ความรับผิดชอบสูงสุดเพื่อความปลอดภัยของลูกเรือในทุกด้านนั้นขึ้นอยู่กับผู้บังคับการเรือที่ได้รับมอบหมายจากผู้ประกอบการ ถึงแม้ผู้บังคับการเรือจะไม่ละทิ้งหน้าที่รับผิดชอบนั้นก็ตาม บ่อยครั้งที่ความรับผิดชอบต่างๆ จะถูกมอบหมายและให้นำมาชี้แจ้งต่ออย่างมีประสิทธิภาพผ่านตามสายการบังคับบัญชา ผู้บังคับการเรือต้องมั่นใจว่ามีการใช้มาตรการที่เหมาะสมทุกมาตรการเพื่อคุ้มครองสุขภาพของลูกเรือและผู้โดยสาร การเฝ้าระวังตามมาตรการควบคุมการปฏิบัติงานอย่างเข้มงวด เป็นความรับผิดชอบของผู้บังคับการเรือโดยลูกเรือ วิศวกรเรือจะเป็นผู้รับผิดชอบส่วนใหญ่ตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้บังคับการเรือเพื่อการดำเนินงานที่ถูกต้องทางด้านระบบวิศวกรรมซึ่งคุ้มครองผู้โดยสารและลูกเรือ สิ่งเหล่านี้รวมถึงการดำเนินงานของเรือหลายด้าน เช่น ระบบทำความเย็น ความร้อนที่ออกแบบมาเพื่อรักษาอาหารและน้ำไว้

ณ อุณหภูมิที่ปลอดภัย ระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่ม ความสมบูรณ์ของระบบท่อลำเลียง การจัดเก็บท่อลำเลียงน้ำ และการจัดการขยะ

1.4.4 เจ้าหน้าที่ท่าเรือ/เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจ

ความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ท่าเรือคือ การจัดหาอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก ความรู้ความเชี่ยวชาญและวัสดุที่จำเป็นเพื่อให้เรือสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกสุขลักษณะ (เช่น การจัดหาอาหารและน้ำที่ปลอดภัย การจัดการน้ำอับเฉาและของเสียอย่างปลอดภัย) หน่วยงานหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าอาจเติมเต็มบทบาทของหน่วยงานท่าเรือ หน่วยงานด้านสุขภาพและหน่วยงานที่มีอำนาจของรัฐผู้ซึ่งเป็นเจ้าของธงเรือและอยู่ภายใต้ IMO การป้องกันการปนเปื้อนที่แหล่งกำเนิดจนถึงระดับสูงสุดที่ทำได้เป็นหลักสำคัญของกลยุทธ์การควบคุมเชิงป้องกัน ในขณะที่เรือทำการบรรทุกสินค้าที่ท่าเรือ เจ้าหน้าที่ท่าเรือมีบทบาทสำคัญในการคุ้มครองสุขภาพของคนบนเรือโดยพยายามจัดหาวัตถุดิบที่ดีที่สุดสำหรับเรือ เจ้าหน้าที่ควรชี้แจงให้ชัดเจนว่าหน่วยงานใดมีใบรับรองการสุขาภิบาลเรือและมีความรับผิดชอบในการตรวจสอบอาหาร

1.5 โครงสร้างเอกสารคู่มือสุขาภิบาลเรือ

เอกสารคู่มือนี้แบ่งเนื้อหาเป็นบทต่างๆ ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ
บทที่ 2 น้ำ
บทที่ 3 อาหาร
บทที่ 4 สิ่งแวดล้อมในการนันทนาการทางน้ำ
บทที่ 5 น้ำอับเฉาเรือ
บทที่ 6 การจัดการของเสีย
บทที่ 7 การควบคุมพาหะและแหล่งรังโรค
บทที่ 8 การควบคุมโรคติดต่อในสิ่งแวดล้อม

บทที่ 1 กำหนดแนวทางในบริบททางกฎหมายโดยพิจารณาจาก IHR 2005 และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกฎอนามัยระหว่างประเทศกับ เอกสาร ระเบียบ และมาตรฐานระหว่างประเทศต่างๆ

บทที่ 2-8 เนื้อหาจะเป็นไปตามโครงสร้างเดียวกันและประกอบด้วยสองส่วน: ที่มาและแนวทางการปฏิบัติ

ในส่วนของที่มาอธิบายถึง ประเด็นสำคัญและหลักฐานสนับสนุนทางด้านสุขภาพที่ใช้กับเรือ พร้อมด้วยหัวข้อเฉพาะของแต่ละบท ส่วนแนวทางจะอธิบายเป้าหมายของผู้ใช้เอกสารและคำแนะนำสำหรับหัวข้อของแต่ละบทจะระบุความรับผิดชอบต่างๆ และตัวอย่างการปฏิบัติงานที่ควบคุมความเสี่ยงได้ ในส่วนนี้จะประกอบด้วยแนวทางปฏิบัติเฉพาะด้านจำนวนหนึ่ง (กล่าวถึงสถานการณ์และมาตรการในการควบคุม) ซึ่งมีกลุ่มตัวชี้วัด (กำหนดมาตรการ แนวทางปฏิบัติ) และคำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับแนวทางการปฏิบัติ (คำแนะนำในการใช้แนวทางและตัวชี้วัดในทางปฏิบัติ ซึ่งเน้นประเด็นที่สำคัญที่สุดที่ต้องพิจารณา เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญในการดำเนินงาน)

บทที่ 2

น้ำ

2 น้ำ

2.1 ความเป็นมา

การจัดการน้ำที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อบนเรือ Rooney ได้แสดงให้เห็นว่ามีการระบาดของโรคในเรือมากกว่า 100 ครั้งและ 1 ใน 5 นั้นเกิดขึ้นโดยมีน้ำเป็นสื่อ (waterborne) (Rooney *et al*., 2004) ทั้งนี้ค่าดังกล่าวอาจจะถูกประเมินต่ำเกินไปเนื่องจากมากกว่า 1 ใน 3 ของการระบาดของโรคที่ทบทวนมาได้ ทั้ง 100 ครั้ง นั้นไม่สามารถระบุแหล่งที่มาของโรคได้ ดังนั้นเป็นไปได้ว่าอาจจะเป็นโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ นอกจากนี้ น้ำอาจจะเป็นสาเหตุของการป่วยของผู้ป่วยรายแรกได้ หรือผู้ป่วยรายแรกในระบบรายงานของโรคที่ได้รับการรายงานได้

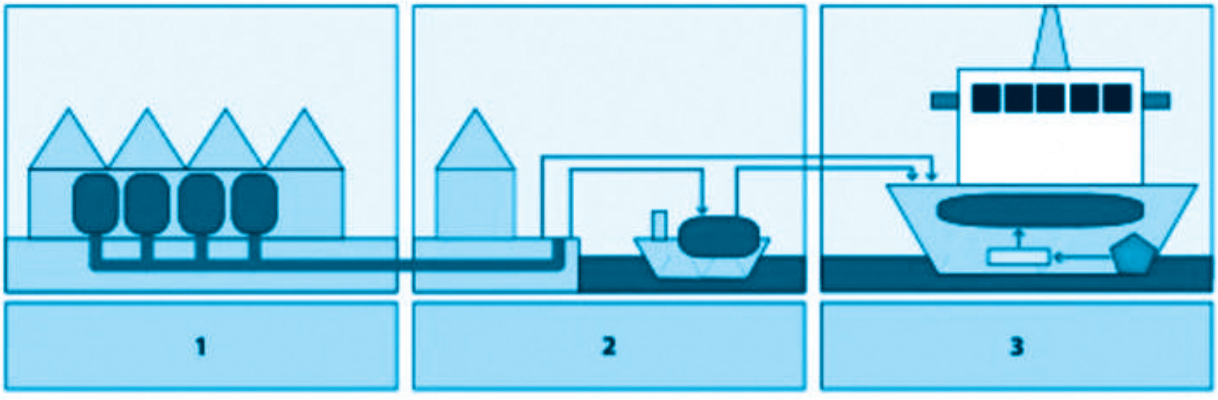
การระบาดของโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อบนเรือ ส่วนใหญ่เกิดจากการปนเปื้อนของน้ำจากเชื้อก่อโรคซึ่งมาจากอุจจาระของมนุษย์หรือสัตว์ชนิดอื่นๆ อีกสาเหตุหนึ่งของการเจ็บป่วยบนเรือเกิดจากน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารเคมี ถึงแม้ว่าการเกิดโรคจากสารเคมีจะมีการรายงานน้อยมากเมื่อเทียบกับการเกิดโรคที่มีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์

เพื่อเป็นการป้องกันสุขภาพผู้โดยสารและลูกเรือนั้น ควรมีการจัดเตรียมและบริหารจัดการน้ำอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary safeguards) โดยเลือกใช้ระบบที่มีการป้องกันหลายขั้นตอนอย่างเป็นระบบ (multiple-barrier system) (จากบนฝั่งและระบบการลำเลียงน้ำขึ้นเรือ ผ่านระบบการบำบัดน้ำและการกักเก็บน้ำภายในเรือ และบริเวณท่อน้ำ ปลายท่อ) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนหรือมลพิษระหว่างการลำเลียงน้ำขึ้นเรือ

การระบาดของโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อนั้นเกี่ยวข้องกับน้ำที่มาจากฝั่ง (bunkering) มีคุณภาพต่ำ ดังนั้นกลยุทธ์แรกในการป้องกันโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (waterborne disease) คือ การจัดการน้ำบนเรือที่มีคุณภาพควรเป็นไปตามคู่มือขององค์การอนามัยโลก (WHO Guidelines for drinking-water quality; GDWQ) (WHO, 2011) หรือมาตรฐานระดับชาติที่เกี่ยวข้อง หรือมาตรฐานอื่นๆที่มีความเข้มงวดมากกว่า

ถึงแม้ว่าน้ำที่ท่าเทียบเรือจะปลอดภัย แต่ก็ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าน้ำนั้นจะยังคงปลอดภัยในระหว่างการลำเลียงน้ำและการกักเก็บหลังจากนั้น ซึ่งความเข้าใจในการจัดหาน้ำดื่มบนเรือและเส้นทางการขนส่งจะช่วยให้สามารถอธิบายจุดที่น้ำเกิดการปนเปื้อนระหว่างทางไปยังก๊อกน้ำบนเรือได้

โดยทั่วไปแล้ว การจัดหาน้ำบริโภคและเส้นทางการลำเลียงน้ำ (transfer chain) จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักคือ (รูป 2-1):



รูปที่ 2-1 แผนผังการลำเลียงน้ำบริโภคบนเรือ

1) แหล่งที่มาของน้ำ

2) การลำเลียงน้ำหรือระบบขนถ่ายและ

3) ระบบการจัดกักเก็บในเรือ

1. แหล่งที่มาของน้ำที่ส่งมายังท่าเทียบเรือ
2. ระบบการลำเลียงและจัดส่งน้ำ ซึ่งรวมถึง ก๊อกน้ำ ท่อส่งน้ำ เรือยนต์ลำเลียงน้ำ(water boats) และเรือไม่มีเครื่องยนต์บรรทุกน้ำ (water barge) กระบวนการขนส่งนี้ทำให้น้ำบริโภคมีโอกาสสูงที่จะเกิดการปนเปื้อน
3. ระบบการกักเก็บน้ำบนเรือ รวมถึง การกักเก็บ การแจกจ่าย และการผลิตน้ำบริโภคบนเรือจากแหล่งน้ำนอกเรือ ได้แก่ น้ำทะเล

2.1.1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับน้ำบริโภค (Standards related to potable water)

คู่มือ GDWQ (WHO, 2011) อธิบายถึงเกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับแนวปฏิบัติที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภคและได้กำหนดค่าแนะนำสำหรับน้ำหรือตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับแนวปฏิบัติที่ปลอดภัย หรือ ค่าแนะนำต่างๆ ก็มีข้อจำกัด แต่การให้คำแนะนำบนพื้นฐานทางด้านสุขภาพแก่หน่วยงานระดับชาติสามารถนำไปกำหนดมาตรฐานบังคับใช้ของตนเองได้ ซึ่งอาจจะมีการพิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆร่วมด้วย ในการกำหนดค่าจำกัดนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงคู่มือ GDWQ ในเงื่อนไขหรือบริบทด้านสิ่งแวดล้อมทั้งระดับท้องถิ่นและระดับชาติ สังคม เศรษฐกิจและทางด้านวัฒนธรรม แต่อย่างไรก็ตามการที่เรือสามารถเดินทางไปได้ทั่วโลกและมีความต้องการที่จะนำน้ำจากพื้นที่ต่างๆขึ้นมาใช้บนเรือ ที่มีความหลากหลายและอาจจะไม่มีมาตรฐานเพียงพอ จึงควรที่จะปฏิบัติตามคู่มือ GDWQ (หรือมาตรฐานระดับชาติหรือมาตรฐานอื่นที่สูงกว่า) ซึ่งวิธีการนี้จะลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น

คู่มือ GDWQ ได้ให้แนวทางที่ครอบคลุมเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยของน้ำดื่ม โดยจะเน้นที่ความเสี่ยง ที่เกิดจากจุลินทรีย์ในน้ำดื่มบนเรือเป็นหลัก แม้ว่าจะมีความเสี่ยงจำนวนหนึ่งที่เกิดจากสารเคมีเช่นกัน

คู่มือขององค์การอนามัยโลก (WHO Guidelines for drinking-water quality; GDWQ) (WHO, 2011) จำแนกตามค่าของสารปนเปื้อน เช่น จุลินทรีย์ สารอนินทรีย์ สารอินทรีย์สังเคราะห์ ผลพลอยได้จากการฆ่าเชื้อ และ สารนิวไคลด์ กัมมันตรังสี ที่สามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำดื่ม และอธิบายถึงวิธีการจัดการความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้น้ำดื่มที่ปลอดภัยตามที่อธิบายใน GDWQ ไม่ได้มีผลต่อสุขภาพในระยะยาว ซึ่งรวมถึงระดับความไวต่อสิ่งกระตุ้นที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละช่วงของชีวิต

อนุสัญญา ILO C133 (ILO Convention C133) (Accommodation of Crews [Supplementary Provisions] อนุสัญญา, 19701) (Convention,19701) ได้จำแนกมาตรฐานขั้นต่ำสำหรับการจัดหาน้ำดื่มสำหรับลูกเรือและได้มีการให้สัตยาบันในหลายๆ รัฐ

อนุสัญญาแรงงานทางทะเล ค.ศ. 2006 (Maritime Labour Convention, 2006) ได้กำหนดสิทธิและการคุ้มครอง แก่ผู้ที่ทำงานในเรือ มาตรฐานแรงงานฉบับใหม่นี้ได้รวบรวมและปรับให้ทันสมัยจากมาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในทะเลมากกว่า 65 ฉบับในช่วงเวลา 80 ปีที่ผ่านมา ซึ่งข้อกำหนด 3.2 ของอนุสัญญาแรงงานทางทะเลนั้นกล่าวถึงข้อกำหนดสำหรับน้ำบริโภคบนเรือ

ใน IMO's Life-Saving Appliance Code (IMO, 2010) ได้เพิ่มข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดหาน้ำบริโภคในเรือกู้ภัย

มาตรฐานสากลจำนวน 7 ฉบับที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบสุขาภิบาลและสิ่งก่อสร้างสำหรับการจัดหาน้ำและ การตรวจสอบคุณภาพน้ำบริโภค มีดังนี้

- ISO 15748-1: 2002 – เทคโนโลยีทางเรือและเครื่องกลเรือ (Ships and marine technology) – การจัดหาน้ำบริโภคบนเรือและโครงสร้างเครื่องกลเรือ – ส่วนที่ 1: การออกแบบและการวางแผน
- ISO 15748-2: 2002 – เทคโนโลยีทางเรือและเครื่องกลเรือ (Ships and marine technology) – การจัดหาน้ำบริโภคบนเรือและโครงสร้างเครื่องกลเรือ – ส่วนที่ 2: วิธีการคำนวณ

- ISO 19458: 2006 – คุณภาพน้ำ (Water quality) – การสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์
- ISO 14726: 2008 – เทคโนโลยีทางเรือและเครื่องกลเรือ (Ships and marine technology) – การระบุสีสำหรับสิ่งที่บรรจุอยู่ในระบบท่อ
- ISO/IEC 17025: 2005 – ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถในการทดสอบและการสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ
- ISO 5620-1: 1992 – การต่อเรือและโครงสร้างเครื่องกลเรือ (Shipbuilding and marine structures) – การเชื่อมต่อสำหรับเติมน้ำบริโภคลงในถังกักเก็บน้ำ – ส่วนที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป
- ISO 5620-2: 1992 – การต่อเรือและโครงสร้างเครื่องกลเรือ (Shipbuilding and marine structures) – การเชื่อมต่อสำหรับเติมน้ำบริโภคลงในถังกักเก็บน้ำ – ส่วนที่ 2 ส่วนประกอบ

2.1.2 บทบาทของกฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 (International Health Regulations: IHR 2005)

กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ.2548 เป็นข้อกำหนดสำหรับประเทศสมาชิกในการระบุท่าเทียบเรือเพื่อพัฒนาสมรรถนะหลัก เช่น สามารถสร้างความมั่นใจด้านสิ่งแวดล้อมที่ปลอดภัยสำหรับผู้เดินทางที่ใช้สิ่งอำนวยความสะดวก ณ ท่าเทียบเรือ รวมถึงการบริการน้ำบริโภค (ภาคผนวก 1B1(d) ของ IHR 2005)

ตามข้อย่อย (Article) ที่ 22(b) 22(e) และ 24(c) ใน IHR 2005 ประเทศสมาชิกต้องมีมาตรการสร้างความมั่นใจว่า ผู้ควบคุมบังคับยานพาหนะระหว่างประเทศจะต้องดำเนินมาตรการให้เรือปราศจากการปนเปื้อนและการติดเชื้อ โดยมีหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลสิ่งอำนวยความสะดวกในท่าเทียบเรือระหว่างประเทศให้ถูกสุขลักษณะและให้คำแนะนำในการกำจัด/ทำลายสิ่งปนเปื้อนในน้ำและอาหารจากเรืออย่างปลอดภัย

อย่างไรก็ตาม ผู้ควบคุมเรือทุกลำมีหน้าที่กำหนดมาตรการที่สามารถปฏิบัติได้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าจะไม่มีแหล่งกำเนิดเชื้อโรคหรือสารปนเปื้อนบนเรือ ซึ่งรวมถึงระบบน้ำ โดยมีเป้าหมายที่สำคัญ ได้แก่ การปฏิบัติตามข้อกำหนดและมาตรฐานด้านการบริการอาหารและน้ำดื่มบนเรือ โดยเริ่มตั้งแต่บนฝั่งจนกระทั่งการแจกจ่ายบนเรือ

2.1.3 แหล่งน้ำสำหรับบริโภคจากบนฝั่งและน้ำใช้บนเรือ (Potable water sources from ashore and uses on board ships)

ท่าเทียบเรืออาจจะได้รับน้ำบริโภคจากทั้งหน่วยงานท้องถิ่นหรือหน่วยงานเอกชนและมักจะมีข้อตกลงพิเศษสำหรับการจัดการน้ำหลังจากที่น้ำถูกส่งเข้าสู่ท่าเทียบเรือแล้ว

น้ำบริโภคถูกใช้ในหลายกิจกรรมบนเรือ รวมไปถึงการบริโภคโดยตรงของลูกเรือ การเตรียมอาหารและกิจกรรมด้านสุขาภิบาลและสุขอนามัย วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำบนเรือที่สำคัญ ได้แก่

1. การเตรียมเครื่องดื่มร้อนและเครื่องดื่มเย็น เช่น กาแฟ ชา และเครื่องดื่มผงสำเร็จรูป
2. การทำน้ำแข็งสำหรับเครื่องดื่ม
3. การละลายอาหารแห้ง เช่น ซุป ก๋วยเตี๋ยวและอาหารทารก
4. การล้างและการเตรียมอาหาร
5. การดื่มน้ำโดยตรงจากก๊อกน้ำเย็นและตู้น้ำเย็น
6. การผสมหรือปรุงยา
7. การแปรงฟัน
8. การล้างมือและหน้า การอาบน้ำ
9. การล้างจาน และการทำความสะอาดภาชนะและพื้นที่ทำครัว
10. การซักรีด (ควรใช้น้ำที่มีคุณภาพต่ำกว่า)
11. การใช้ในทางการแพทย์ฉุกเฉิน

แม้ว่าการใช้น้ำในบางกิจกรรมไม่ถือว่าเป็นการบริโภคน้ำ แต่การใช้น้ำดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการสัมผัสของมนุษย์และอาจทำให้เกิดการบริโภคได้ (เช่น การแปรงฟัน)

แม้ว่าการที่มีระบบน้ำเพียงหนึ่งระบบที่ติดตั้งจะเพียงพอสำหรับการจัดหาน้ำดื่ม การเตรียมอาหาร การล้างจาน การทำความสะอาดร่างกาย และการซักล้าง แต่บางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องติดตั้งระบบน้ำ 2 ถึง 3 ระบบ เช่น ระบบน้ำดื่ม ระบบสุขาภิบาล และระบบน้ำซักล้าง ระบบน้ำซักล้างนั้นสามารถใช้สำหรับอ่างล้างจาน เครื่องซักผ้า ถังซักโครก ก๊อกน้ำสำหรับฉีดและทำความสะอาดดาดฟ้าเรือ น้ำร้อนสำหรับล้างจานและน้ำสำหรับการใช้ที่มีลักษณะเฉพาะอื่นๆ ส่วนก๊อกน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภคควรจะมีข้อความติดไว้ เช่น “ห้ามดื่ม” “UNFIT FOR DRINKING” ซึ่งระบบน้ำสำหรับล้างหรือระบบน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภคต้องไม่เชื่อมต่อกับระบบน้ำบริโภคโดยปราศจากการใช้อุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนที่เหมาะสม

2.1.4 ความเสี่ยงทางสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับน้ำบริโภคบนเรือ (Health risks associated with potable water on ship)

สาเหตุบางประการของการเกิดสารอันตรายบนเรืออาจเกี่ยวข้องกับโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (waterborne disease) โดยโรคที่มักจะระบาดบนเรือแสดงในตารางที่ 2-1 ซึ่งการระบาดดังกล่าวในบางครั้งไม่สามารถจะระบุสาเหตุของสารที่เป็นตัวการได้ โดยการระบาดที่เกิดขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับสาเหตุดังต่อไปนี้

- การปนเปื้อนจากการจัดหาน้ำที่บริเวณท่าเทียบเรือ
- การปนเปื้อนของน้ำในถังใต้ท้องเรือ (bunkered water)
- การเชื่อมต่อข้ามส่วนระหว่างน้ำบริโภคและน้ำที่ไม่ใช่สำหรับบริโภค
- การออกแบบและการก่อสร้างที่ไม่ดีของถังเก็บน้ำบริโภค
- การฆ่าเชื้อโรคที่ไม่เพียงพอ

บางครั้งพบว่าท่าเทียบเรือบางแห่งไม่มีแหล่งน้ำที่ปลอดภัยสำหรับเรือ ซึ่งในกรณีนี้น้ำที่ปนเปื้อนในถังเก็บน้ำใต้ท้องเรือจากท่าเทียบเรือจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนการระบาดของโรคที่เกิดขึ้นเนื่องจาก Enterotoxigenic Escherichia coli, Giardia lamblia และ Cryptosporidium

ตารางที่ 2-1 เชื้อก่อโรคและพิษของเชื้อโรคที่สัมพันธ์กับการระบาดของโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อบนเรือ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1970 – 30 มิถุนายน ค.ศ. 2003

เชื้อก่อโรค/พิษของเชื้อโรค	จำนวนการระบาดของโรค	จำนวนผู้โดยสารหรือลูกเรือที่ติดเชื้อโรค
Enterotoxigenic *Escherichia coli*	7	2,917
Norovirus	3	788
Salmonella typhi	1	83
Salmonella spp.	1	292
Shigella spp.	1	690
Cryptosporidium spp.	1	42
Giardia lamblia	1	200
ไม่สามารถระบุเชื้อโรค	5	849
พิษที่เกิดจากสารเคมีในน้ำ	1	544
รวม	**21**	**6,405**

ที่มา: Rooney *et al*. (2004)

ส่วนใหญ่บนเรือมีพื้นที่ว่างจำกัดมาก ทำให้ระบบน้ำบริโภคอาจจะตั้งอยู่ใกล้กับสารอันตราย เช่น สิ่งปฏิกูลหรือของเสียประเภทต่างๆ เพิ่มโอกาสในการเชื่อมต่อข้ามส่วน ซึ่งระบบน้ำเย็นอาจจะใกล้กับแหล่งความร้อนและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินี้จะเพิ่มความเสี่ยงของการเพิ่มจำนวนของ *Legionella* spp. และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สายพันธุ์อื่นๆ

เมื่อพิจารณาจากหลักฐานของการระบาดของโรคนั้น เชื้อก่อโรคที่มักแพร่กระจายจากคนสู่คน (เช่น เชื้อไวรัสก่อโรคและ *Shigella* spp.) สามารถบ่งชี้ได้ว่าการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลคือหนึ่งในหลายสาเหตุที่มักจะทำให้เกิดการระบาดของโรคจากน้ำเป็นสื่อที่เกิดขึ้นบนเรือ

โรคปอดอักเสบลีเจียนแนร์ (Legionnaires' disease) เป็นโรคที่รู้จักมากที่สุด เกิดจากลีเจียนเนลโลสิส (Legionellosis) ซึ่งทำให้เกิดโรคปอดบวมจากการหายใจเอาละอองน้ำที่มีแบคทีเรียชนิด *Legionella* จำนวนมาก

เรือจึงถูกพิจารณาว่ามีสิ่งแวดล้อมที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเพิ่มจำนวนของ *Legionella* spp. ด้วยเหตุผลหลายประการดังนี้ ประการที่หนึ่ง คือ ควรตระหนักถึงคุณภาพของแหล่งน้ำที่ส่งผลต่อสุขภาพหากน้ำนั้นไม่ได้รับการบำบัดหรือมีการบำบัดน้ำเพียงแค่การเติมสารกำจัดเชื้อโรคก่อนหน้าหรือเมื่อน้ำอยู่ในถังเก็บน้ำแล้วเท่านั้น ประการที่สองคือ ระบบกักเก็บน้ำหรือระบบจ่ายน้ำบนเรือที่มีความซับซ้อนและเพิ่มโอกาสสำหรับการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย โดยการเคลื่อนที่ของเรือเพิ่มความเสี่ยงต่อการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วและการดูดน้ำย้อนกลับ ประการที่สาม คือ น้ำบริโภคอาจจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (เช่น เนื่องจากอุณหภูมิสูงในห้องเครื่องยนต์) ในบางภูมิภาคที่เป็นเขตร้อนนั้น ความเสี่ยงในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและการปนเปื้อนเชื้อ *Legionella* ในระบบน้ำเย็นอาจมีมากขึ้นเนื่องจากน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่า และประการสุดท้าย คือ การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของเชื้อแบคทีเรียอาจเป็นผลมาจากการเก็บน้ำเป็นระยะเวลานานและการที่ น้ำตกค้างอยู่ในถังเก็บน้ำหรือท่อ สิ่งที่สำคัญ คือ *Legionella* spp. สามารถเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 25 – 50 องศาเซลเซียส เช่น เคยมีเหตุการณ์เกิดขึ้นจากฝักบัวอาบน้ำและอ่างสปา ซึ่งส่งผลให้เกิดการสัมผัสผ่านน้ำที่ออกจากฝักบัวและอ่างน้ำวนในสปา (WHO, 2001; ดูเพิ่มเติมในบทที่ 4) โดยแบคทีเรียชนิด *Legionella pneumophila* ถูกพบในระบบน้ำดื่มบนเรือบรรทุกสินค้าทั่วไป (Temeshnikova *et al*., 1996)

ลักษณะการผลิตน้ำบนเรือ ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพภายในเรือได้ โดยเรือสามารถผลิตน้ำได้จากหลายกระบวนการ ที่แตกต่างกัน เช่น ใช้ระบบรีเวอร์สออสโมซิส (Reverse osmosis) หรือใช้การระเหยน้ำทะเล น้ำทะเลที่ผ่านกระบวนการแยกเกลือและแร่ธาตุแล้วนั้นทำให้เกิดการกัดกร่อนมากขึ้นซึ่งส่งผลให้อายุการใช้งานของถังบรรจุน้ำและท่อสั้นลงน้ำทะเลที่แยกเกลือออกแล้วนั้นอาจเป็นสาเหตุของการเกิดผลกระทบสุขภาพต่อผู้ที่เดินทางทางเรือจากการที่อาหารมีแร่ธาตุไม่เพียงพอหรือการบริโภคโลหะที่ละลายน้ำ (เช่น ตะกั่ว นิกเกิล เหล็ก แคดเมียม หรือทองแดง) ซึ่งยังอาจส่งผลให้น้ำไม่มีรสชาติและไม่ได้รับการยอมรับจากผู้โดยสารและลูกเรือ

ระบบการระเหยน้ำบนเรือนั้นจะได้รับน้ำทะเลจากการสูบน้ำผ่านช่องทางรับน้ำข้างตัวเรือบริเวณ chests ท้ายเรือ (SEA CHESTS) และส่งตรงไปยังเครื่องระเหยภายในเครื่องระเหยนั้น น้ำทะเลจะได้รับความร้อนโดยเครื่องหล่อเย็นโดยเริ่มต้มน้ำที่อุณหภูมิต่ำ (<80 °C) เนื่องจากในระบบเหล่านี้ใช้ความดันต่ำและเมื่อกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิต่ำทำงานนั้น จะไม่สามารถรับรองได้ว่าน้ำที่ผลิตออกมาจะปราศจากเชื้อก่อโรค องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization; ISO) ได้กำหนดมาตรฐานให้น้ำที่ผลิตในอุณหภูมิต่ำกว่า 80°C ต้องมีการฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะนำมาใช้เป็นน้ำบริโภคได้ สำหรับไอน้ำที่ควบแน่นซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการกลั่นที่เกิดภายในเครื่องระเหยนั้นจะถูกส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำ ซึ่งควรต้องตระหนักว่าน้ำที่ผ่านการกลั่นนี้จะปราศจากแร่ธาตุและมีคาร์บอนไดออกไซด์น้อยซึ่งส่งผลให้จำเป็นต้องเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในน้ำกลั่นดังกล่าวเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับกระบวนการเติมความกระด้าง (Rehardening)

ระบบรีเวอร์สออสโมซิสมีความเกี่ยวข้องกับการบำบัดเบื้องต้นและกรองภายใต้แรงดันทำให้เกลือต่างๆถูกแยกออกไป หลังจากบำบัดน้ำแล้วอาจต้องมีกระบวนการบางอย่างก่อนที่น้ำจะถูกแจกจ่าย สำหรับกระบวนการแยกเกลือออกได้บางส่วนหรือตัวกรองอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากแร่ธาตุรองและสารประกอบอินทรีย์เช่น น้ำมันและผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการกลั่นปิโตรเลียมที่มีอยู่ในน้ำทะเล นอกจากนี้แล้วน้ำทะเลที่นำมาผลิตน้ำอาจปนเปื้อนสารอันตรายที่ไม่พบในน้ำจืด เช่น สาหร่ายที่เป็นอันตรายและ Cyanobacteria แบคทีเรียที่ดำรงชีวิตแบบอิสระ (รวมถึง สายพันธุ์ *Vibrio* เช่น V. *parahaemolyticus* และ V. *cholerae*) และสารเคมีอื่นๆ เช่น โบรอนและโบรไมด์ ที่มีอยู่มากมายในน้ำทะเล

การซ่อมแซมระบบบำบัดและระบบแจกจ่ายน้ำก็เป็นสาเหตุให้เกิดการแพร่กระจายของสิ่งปนเปื้อนในน้ำอุปโภคบริโภค ผู้ควบคุมเรือควรเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษเมื่อมีการซ่อมถังกักเก็บน้ำ เช่น การระบาดของไข้ไทฟอยด์บนเรือที่เกิดขึ้นหลังจากน้ำบริโภคบนเรือถูกปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลขณะที่เรือถูกซ่อมในอู่เรือที่ยกเหนือน้ำ (Dry dock) การปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะและการทำความสะอาดหลังการซ่อมเรือ และการฆ่าเชื้อโรคเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น โดยผู้สร้างเรือและผู้ซ่อมเรือควรจะเขียนแนวทางปฏิบัติสำหรับการทำความสะอาดเรือทางกายภาพและการฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะทดสอบการใช้งานเรือ

2.1.5 น้ำบรรจุขวดและน้ำแข็ง (Bottled water and ice)

น้ำบรรจุขวด หมายถึง น้ำดื่ม จากการให้ความหมายโดยหน่วยงานที่ควบคุมด้านกฎหมาย และ หมายถึง อาหาร จากการให้ความหมายโดยหน่วยงานอื่นๆ (WHO, 2011) การกำหนดคุณภาพน้ำระดับสากลสำหรับน้ำบรรจุขวดนั้นจะอยู่ภายใต้คณะกรรมการโครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission) (FAO/WHO, 2001) และได้มาจาก GDWQ (WHO, 2011) เนื่องจากน้ำดื่มบรรจุขวดอาจจะถูกกำหนดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอาหาร ดังนั้น น้ำดื่มบรรจุขวดจะปรากฏอยู่ในบทที่ 3 เรื่องอาหารด้วย ภายในคู่มือเล่มนี้ การจัดหาน้ำแข็งบนเรือหรือการผลิตน้ำแข็งบนเรือสำหรับทั้งการดื่มและการให้ความเย็นนั้นจะถูกจำแนกเป็นอาหาร คู่มือที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำแข็งบนเรือจะถูกอธิบายในบทที่ 3 ซึ่ง GDWQ (WHO, 2011) จะกล่าวถึงทั้งน้ำและน้ำแข็งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์สำหรับการบริโภค

2.1.6 คำนิยาม ภาพรวม และวัตถุประสงค์ของแผนจัดการน้ำสะอาด (Definitions, overview and objectives of water safety plans)

แผนจัดการน้ำสะอาด (Water safety plan; WSPs) คือ แนวทางที่ครอบคลุมสำหรับการจัดหาน้ำดื่มที่ปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง WSPs นั้นจะมีลักษณะคล้ายกับแผนงานหรือโครงการอาหารปลอดภัย (Food safety plan หรือ Food safety programmes) การผสมผสานระหว่างการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร การนำไปปฏิบัติซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการอาหารปลอดภัย (อ่านเพิ่มเติมในบทที่ 3) ดังที่ได้อภิปรายข้างต้นนั้น แหล่งน้ำบริโภคจากท่าเทียบเรือนั้นไม่ได้ถูกรับรองว่าจะปลอดภัยเมื่อถูกนำไปใช้บนเรือเนื่องจากน้ำอาจถูกปนเปื้อนในระหว่างการขนส่งไปยังเรือหรือในช่วงระหว่าง

การกักเก็บหรือการแจกจ่ายบนเรือ โดย WSPs จะครอบคลุมถึงการจัดการน้ำภายในท่าเทียบเรือตั้งแต่แหล่งรับน้ำจนกระทั่งลำเลียงไปยังเรือ รวมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบนเรือ การจัดเตรียมกรอบแนวทาง (framework) สำหรับน้ำสะอาดบนเรือ โดยภาพรวมทั่วไปของ WSPs เป็นดังนี้ ส่วนลักษณะเฉพาะของการประยุกต์ใช้สำหรับน้ำดื่มสะอาดบนเรือนั้นอธิบายอยู่ในหมวดที่ 2.2

แผน WSPs นั้นประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบหลัก ที่ได้รับการแนะนำตาม Health-base target และ drinking-water supply chain surveillance ดังนี้

1. การประเมินระบบ (system assessments) ประกอบด้วย

    1.1 การอธิบายลักษณะของระบบการจัดหาน้ำเพื่อที่จะบ่งชี้ว่าห่วงโซ่อุปทานของการจัดหาน้ำดื่ม (จนกระทั่งถึงจุดที่มีการบริโภค) ทั้งระบบสามารถส่งน้ำที่มีคุณภาพตามเป้าหมายพื้นฐานทางสุขภาพหรือไม่

    1.2 ระบุสารอันตรายและการประเมินความเสี่ยง

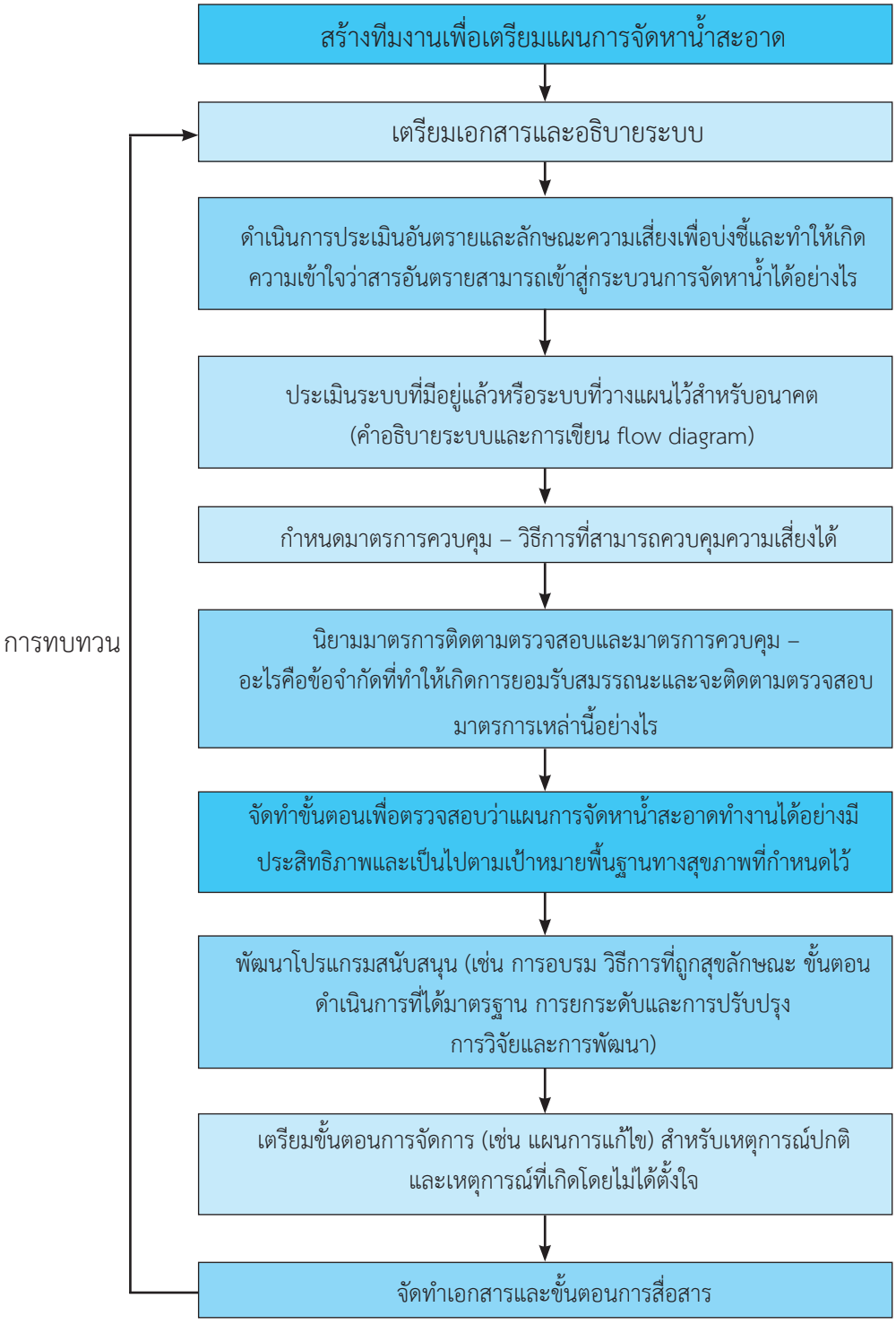
    1.3 การบ่งชี้มาตรการควบคุม การประเมินซ้ำ และการจัดลำดับความเสี่ยง

    1.4 การพัฒนา การนำไปปฏิบัติ และ คงไว้สภาพแผนการพัฒนา

2. การติดตามตรวจสอบการดำเนินการ (operational monitoring) หมายถึง การจำแนกและการติดตามตรวจสอบมาตรการควบคุมเพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่ากระบวนการจัดการนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การจัดการและการสื่อสาร (management and communication) หมายถึง การทวนสอบ การเตรียมขั้นตอนการจัดการ และการพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนสำหรับจัดการคนและกระบวนการ ซึ่งรวมถึงการยกระดับและการปรับปรุง

ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการนำ WSP ไปปฏิบัติแสดงดังรูปที่ 2-2 สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการทั่วไปของ WSPs สามารถอ่านได้จากคู่มือ GDWQ (WHO, 2011) และ คู่มือแผนการจัดหาน้ำสะอาด (Water safety plan manual) (Bartram *et al*., 2009)



รูปที่ 2-2 การประยุกต์ใช้แผนการจัดหาน้ำสะอาด

2.2 แนวทางการปฏิบัติ (Guideline)

2.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 2.1: แผนการจัดหาน้ำสะอาดสำหรับการจัดหาน้ำบนฝั่ง ระบบการลำเลียงสำหรับเรือลำเลียงน้ำแบบธรรมดา (boat) หรือเรือท้องแบน (barge)

แนวทางการปฏิบัติ 2.1 แผนการจัดหาน้ำสะอาดได้ถูกออกแบบและนำไปปฏิบัติสำหรับแหล่งน้ำบนฝั่ง , เรือลำเลียงน้ำแบบธรรมดา (boat) หรือเรือท้องแบน (barge) และระบบลำเลียงน้ำไปยังเรือ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.1

- มีการประเมินระบบลำเลียงน้ำบริโภค กำหนดจุดเสี่ยงและจุดควบคุม
- มีการดำเนินการติดตามตรวจสอบ รวมถึงการนิยามข้อจำกัดของการดำเนินการและเกณฑ์เป้าหมายสำหรับระบบน้ำที่ท่าเทียบเรือและเรือลำเลียงน้ำแบบธรรมดา (boat) หรือเรือท้องแบน (barge) และมีการพัฒนาแผนการแก้ไขแล้ว
- มีระบบการจัดการรวมถึงการเก็บบันทึก การตรวจสอบความถูกต้อง การตรวจสอบและการสื่อสาร ต้องถูกรวมไว้ใน WSP ของระบบน้ำที่ท่าเทียบเรือและลำเลียงน้ำแบบธรรมดา (boat) หรือเรือท้องแบน (barge)

ข้อสังเกตสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.1

คู่มือ GDWQ จะครอบคลุมการจัดหาน้ำทั้งระบบซึ่งไม่ได้เจาะจงเป้าหมายเฉพาะในเรือ ดังนั้นแนวทางที่เขียนไว้ใน GDWQ สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาคือ บริบทที่เฉพาะเจาะจงกับท่าเทียบเรือและเรือ การส่งเสริมให้มีแนวทางปฏิบัติ ในภาพรวมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการนำ WSP ไปปฏิบัติ (Bartram *et al*., 2009; WHO, 2011) ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรือและท่าเทียบเรือเช่นเดียวกับสถานการณ์การจัดหาน้ำอื่น ๆ

บทบาทและความรับผิดชอบ

แผน WSP คือ วิธีการที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้การจัดหาน้ำดื่มสะอาดประสบความสำเร็จ ผู้รับผิดชอบแต่ละส่วนของห่วงโซ่อุปทานการจัดหาน้ำดื่ม (เช่น แหล่งน้ำบริเวณท่าเรือ ระบบแจกจ่ายน้ำที่ฝั่ง ระบบการขนถ่ายและการจัดส่งน้ำ และระบบน้ำของเรือ) ควรจะต้องมีหน้าที่เตรียมการแผน WSP และนำแผนไปปฏิบัติเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ ตัวอย่างของบทบาทและหน้าที่สำหรับแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

- ผู้จัดหาน้ำ (ส่วนราชการหรือเอกชน): มีบทบาทคือ จัดหาน้ำสะอาดที่มีปริมาณเพียงพอและมีคุณภาพดีไปยังท่าเทียบเรือ มีความรับผิดชอบ คือ การติดตามตรวจสอบระบบน้ำโดยการสุ่มตัวอย่างน้ำและเตรียมผลการสุ่มตัวอย่างน้ำให้กับการท่าเรือเมื่อมีการร้องขอ ต้องแจ้งการท่าเรือถึงผลการสุ่มตัวอย่างน้ำที่มีปัญหาและมาตรการที่ต้องปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา พร้อมทั้งมีหน้าที่ต้องแจ้งการท่าเรือเมื่อน้ำที่จัดหามาได้นั้นมี

สิ่งปนเปื้อนหรืออาจจะได้รับการปนเปื้อน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วบริเวณท่าเทียบเรือจะมีผู้จัดหาน้ำของท้องถิ่นอยู่แล้ว

- ผู้ควบคุมและผู้จัดหาน้ำที่ท่าเทียบเรือ: มีบทบาท คือ ดูแลน้ำที่จัดหามาให้ยังคงอยู่ในสภาพดี เมื่อผ่านระบบการแจกจ่ายน้ำบนฝั่งและเตรียมน้ำสะอาดให้กับเรือ มีความรับผิดชอบ คือ ดูแลให้น้ำที่จัดหามานั้นสะอาดตั้งแต่ระบบแจกจ่ายน้ำบนฝั่งจนกระทั่งลำเลียงน้ำไปยังเรือ มีการติดตามตรวจสอบระบบน้ำและเปิดเผยผลการสุ่มตัวอย่างน้ำแก่ผู้จัดหาน้ำ หน่วยงานและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และมีการใช้แผนปฏิบัติการแก้ไขเมื่อจำเป็น

1. ระบบการประเมินสำหรับระบบน้ำของท่าเทียบเรือ เรือลำเลียงน้ำแบบธรรมดา (boat) หรือเรือท้องแบน (Barge) และการจัดส่งน้ำไปยังเรือ

น้ำบริโภคสำหรับเรือ (เรือขนาดเล็กและเรือบาร์จ) ต้องได้รับน้ำจากแหล่งน้ำดังที่กล่าวมาข้างต้นและต้องได้รับการจัดหาน้ำบริโภคที่มีคุณภาพเป็นไปตามข้อแนะนำในคู่มือ GDWQ (WHO, 2011) หรือมาตรฐานคุณภาพน้ำระดับชาติหรือมาตรฐานอื่นๆที่สูงกว่ากว่า โดยเฉพาะการให้ความสำคัญกับคุณภาพน้ำทางจุลินทรีย์ถึงแม้ว่าคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีจะมีความสำคัญเช่นกัน

น้ำจะถูกลำเลียงไปยังเรือโดยท่อบนเรือด้านที่จอดติดกับท่าเรือ (dockside) หรือถูกขนส่งไปยังเรือโดยเรือขนาดเล็กหรือเรือบาร์จ สำหรับเรือขนาดเล็กที่ไม่มีอุปกรณ์ติดตั้งอยู่ต้องกำหนดจุดเติมน้ำในแต่ละท่าเรือ (pier) หรือท่าเทียบเรือขนาดใหญ่ (wharf) อุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับการส่งน้ำโดยตรงจากแหล่งน้ำบนฝั่งถึงเส้นท่อเติมน้ำในระบบเรือขนส่งน้ำบริโภค หมายถึง ท่อ หัวจ่ายน้ำ ท่อ และอุปกรณ์อื่นๆที่จำเป็น

แผนก่อสร้างหรือการเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับถังเก็บน้ำบริโภคบนเรือต้องส่งไปยังหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบภายใต้ IHR 2005 เพื่อตรวจสอบ โดยในแผนงานต้องแสดงสถานที่ตั้งและขนาดของเส้นท่อสำหรับแจกจ่ายน้ำ สถานที่ตั้งและประเภทของเช็ควาล์ว (Check Valve) หรือการป้องกันการไหลย้อนกลับ สถานที่ตั้งและประเภทของหัวจ่ายน้ำ รวมถึงรายละเอียดของการป้องกันภายนอก และตู้เก็บท่อเติมน้ำและอุปกรณ์ยึดติด

ในบางกรณีนั้น แหล่งน้ำท้องถิ่นอาจปนเปื้อนโปรโตซัว ก่อโรค (เช่น *Cryptosporidium*) หรือปนเปื้อนเชื้อไวรัสที่อาจจะไม่สามารถใช้ *E.coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliforms บ่งชี้ได้ และต้องการการบำบัดน้ำที่มากขึ้น ซึ่งการเพิ่มการควบคุมและมาตรการต่างๆ เป็นสิ่งที่จำเป็นหากยึดตามแผนการจัดหาน้ำสะอาด (WSP) สารฆ่าเชื้อโรคบางชนิดจะมีประสิทธิภาพในการทำลาย *E.coli* แต่ไม่มีฤทธิ์ต่อ *Cryptosporidium* หรือเชื้อไวรัส ในกรณีที่การใช้คลอรีนหรือคลอรามีน ในปริมาณปกติไม่สามารถทำลาย *Cryptosporidium* ได้นั้น อาจมีความจำเป็นต้องใช้การกรอง (membrane filtration) หรือการฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet; UV) แทน

ซึ่งการใช้ UV ขนาดปกตินั้นจะมีข้อจำกัดในการควบคุมเชื้อไวรัส ดังนั้นอาจต้องใช้ UV ขนาดที่สูงกว่าหรือบางครั้งอาจต้องใช้ร่วมกับคลอรีนอิสระ (Free chlorine)

2. ข้อจำกัดในการดำเนินงาน มาตรการควบคุมและแผนปฏิบัติการแก้ไข

การฆ่าเชื้อโรค

น้ำประปาที่ถูกจัดส่งสู่ท่าเทียบเรือต้องมีความเหมาะสมสำหรับการแจกจ่ายและการอุปโภคโดยไม่ต้องมีการบำบัดเพิ่มเติม ยกเว้น ความจำเป็นในการรักษาคุณภาพน้ำในระบบแจกจ่ายน้ำ (เช่น การฆ่าเชื้อโรคเพิ่มเติม การเติมสารเคมีป้องกันการกัดกร่อน) สารฆ่าเชื้อโรคที่ตกค้างในน้ำ (disinfectant residual) ควรจะต้องสามารถวัดปริมาณได้จากตัวอย่างน้ำที่ท่าเทียบเรือ บนเรือบาร์จ (barge) และบนเรือ ซึ่งการที่มีปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคหลงเหลืออยู่ในน้ำทำให้มั่นใจได้ว่าน้ำที่นำไปใช้จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ ปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคที่หลงเหลืออยู่จะเป็นผลมาจากปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคที่เติมลงไปในน้ำ ชนิดของสารฆ่าเชื้อโรคที่ใช้ ความต้องการการฆ่าเชื้อโรค อุณหภูมิ และpH ของน้ำ รวมถึงระยะเวลาตั้งแต่เติมสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำ การลดลงอย่างมีนัยสำคัญของสารฆ่าเชื้อโรคที่หลงเหลือในน้ำอาจจะใช้เป็นตัวบ่งชี้ ถึงการปนเปื้อนของน้ำหลังจากการบำบัดน้ำได้

สำหรับเรือใหม่หรือเรือที่เพิ่งได้รับการซ่อมแซมเสร็จต้องได้รับการฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะนำมาใช้งาน

ในกรณีที่น้ำที่เตรียมไว้สำหรับท่าเทียบเรือเกิดการปนเปื้อนนั้น ทางท่าเรือต้องมีแผนปฏิบัติการแก้ไขที่สมบูรณ์และต้องแจ้งให้ผู้มีส่วนรับผิดชอบสำหรับกักเก็บน้ำทราบโดยเร็วที่สุดเพื่อใช้มาตรการทางเลือกสำหรับป้องกันการปนเปื้อนของน้ำจากการลำเลียงไปยังเรือ

การป้องกันน้ำไหลย้อนและการปนเปื้อนข้ามเขต

ความจุของเส้นท่อควรจะต้องรักษาให้มีความดันแบบ positive pressure ตลอดเวลาเพื่อลดความเสี่ยงในการไหลย้อนกลับ และต้องไม่เชื่อมต่อระหว่างระบบน้ำบริโภคและระบบท่ออื่นๆ อุปกรณ์เชื่อมท่อ มาตรวัด และอุปกรณ์อื่นๆที่ใช้สำหรับกักเก็บน้ำบริโภคต้องได้รับการจัดการและจัดเก็บให้ถูกหลักสุขาภิบาล และต้องมีฝาครอบปิดบริเวณปากท่อน้ำเข้าและน้ำออกเมื่อไม่ได้ใช้งาน

อุปกรณ์ป้องกันน้ำไหลย้อนที่ได้รับการรับรองแล้วนั้นจะต้องติดตั้งอย่างเหมาะสมบริเวณระหว่างเรือและระบบชายฝั่งเพื่อให้สามารถทำงานและตรวจสอบการไหลย้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในบางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง

หัวจ่ายน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภคโดยปกติมักจะไม่ติดตั้งไว้ที่บริเวณท่าเรือเดียวกัน (pier) กับหัวจ่ายน้ำบริโภคเว้นแต่ว่ามีความจำเป็น หัวจ่ายน้ำบริโภคต้องสามารแยกออกชัดเจนโดยระบุสัญลักษณ์ “น้ำบริโภค” และหัวจ่ายน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภคต้องมีสัญลักษณ์ “ไม่ใช่น้ำบริโภค” โดยหัวจ่ายน้ำต้องการการปกปิดอย่างเพียงพอและติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่ได้รับน้ำทิ้งจากเรือท่อระบายน้ำทิ้ง จากท่อประปาหรือหัวจ่ายน้ำ (หรือก๊อกน้ำ) ควรติดตั้งอยู่เหนือระดับน้ำสูงสุดหรือระดับน้ำที่ขึ้นลงจากการที่เรือแล่นเข้าท่า เมื่อใดก็ตามที่มีการใช้อากาศอัดเข้าไปเพื่อ

ไล่น้ำออกจากเส้นท่อและหัวจ่ายนั้น ควรมีการติดตั้งตัวกรอง ท่อพักน้ำหรืออุปกรณ์ที่คล้ายกันภายในเส้นท่อที่เดินจากระบบอัดอากาศ

เรือลำเลียงน้ำขนาดเล็ก (boat) และเรือบาร์จ (barge)

เรือลำเลียงน้ำขนาดเล็ก (boat) และเรือบาร์จ (barge) เป็นเรือที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยมีลักษณะเฉพาะและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อรับและจัดหาน้ำสำหรับทั้งระบบน้ำบริโภคและน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภคบนเรือเมื่อไม่สามารถลำเลียงน้ำจากฝั่งไปยังเรือได้โดยตรง เรือเหล่านี้จะมีถังกักเก็บน้ำ ท่อน้ำและอุปกรณ์เชื่อมท่อ ปั๊มน้ำและระบบท่อแยกเพื่อจัดหาน้ำบริโภคสำหรับใช้บนเรือ

การรับน้ำ การควบคุมดูแล การกักเก็บ และการลำเลียงสู่ระบบน้ำของเรือนั้นมีความจำเป็นต้องอยู่ภายใต้การควบคุม และถูกหลักสุขาภิบาล ท่อน้ำ อุปกรณ์เชื่อมท่อทั้งหมดและเครื่องมือจะต้องถูกเก็บไว้ภายในตู้ที่ปิดสนิทและสะอาด ผู้ควบคุมต้องมีความรู้ความสามารถด้านการปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักสุขอนามัยและหลักสุขาภิบาล

ต้องเตรียมอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการฆ่าเชื้อโรคให้พร้อมเมื่อต้องการใช้ ไม่ว่าจะเป็นเวลาและสถานที่ใดบนเรือ ควรทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคในท่อและอุปกรณ์เชื่อมต่อเป็นประจำ ในแผนการก่อสร้างเรือลำเลียงต้องระบุถึง ท่อส่งน้ำ ถังกักเก็บน้ำ อุปกรณ์สูบน้ำ และอุปกรณ์ป้องกันเพื่อขอรับการรับรองจากเจ้าพนักงานควบคุมโรคติดต่อประจำด่าน (Port health authority) หรือหน่วยงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย

เมื่อเกิดเหตุการณ์การปนเปื้อนน้ำบริโภคที่บริเวณจุดขนส่ง หรือบนเรือขนาดเล็กหรือเรือบาร์จ (barge) ที่ใช้ขนส่งน้ำนั้น หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการขนถ่ายน้ำต้องมีแผนปฏิบัติการแก้ไขที่สมบูรณ์และแจ้งให้ผู้ควบคุมระบบเรือทราบโดยเร็วที่สุดสำหรับให้ใช้มาตรการลดผลกระทบเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่ถูกปนเปื้อนถูกลำเลียงขึ้นไปยังเรือ

3. การติดตามและตรวจสอบ

ความเสี่ยงที่มากสุดที่มีความสัมพันธ์กับน้ำดื่มนั้นเกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากอุจจาระของมนุษย์ ซึ่งต้องมีการติดตามตรวจสอบแหล่งที่มาของน้ำเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าน้ำสะอาด โดยพารามิเตอร์ที่ควรติดตามตรวจสอบได้แก่ *E.coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliforms, สารฆ่าเชื้อโรคที่ตกค้าง (disinfectant residual), การปนเปื้อนที่เกี่ยวข้องกับการกัดกร่อน (corrosion-related contaminants), ความขุ่น (turbidity), heterotrophic plate count (HPC.) และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับอรรถรสในการดื่มน้ำ (aesthetic)โดย *Escherichia coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliforms จะถูกใช้เป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคที่มาจากอุจจาระมนุษย์ ส่วน Total coliform bacteria นั้นจะไม่ถูกใช้เป็นดัชนีชี้วัดการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคที่มาจากอุจจาระมนุษย์แต่จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าน้ำนั้นไม่สะอาด สำหรับการวิเคราะห์ *E.coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliforms นั้นควรใช้วิธีการที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และควรวิเคราะห์ HPC เพื่อให้ทราบสถานะทั่วไปของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบ

ดัชนี Faecal เช่น *E. coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliforms เป็นดัชนีที่ควรใช้สำหรับการทวนสอบ หรือ การทดสอบน้ำที่ขนขึ้นมาบนเรือแบบทีละเท (batch) แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดในการใช้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จัดหามาบนเรือเนื่องจากการรับสัมผัสน้ำไม่สะอาดเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เกิดการระบาดของโรคได้ ซึ่งการทดสอบน้ำมักจะใช้เวลาประมาณ 18-24 ชั่วโมงเพื่อรายงานผล โดยในช่วงระหว่างรอผลน้ำอาจจะถูกบริโภคไปแล้ว จะต้องตรวจไม่พบ *E. coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliforms ในน้ำตัวอย่างใดๆ 100 มิลลิลิตร และผลการทดสอบที่เป็นบวกจะแสดงว่ามีเชื้อก่อโรคที่มาจากอุจจาระปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ซึ่งอาจเกิดจากน้ำได้รับการปนเปื้อนหลังการบำบัดหรือได้รับการบำบัดที่ไม่เพียงพอ

การวิเคราะห์ระดับความขุ่นในน้ำเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เมื่อมีระดับความขุ่นในน้ำสูงจะทำให้ความสามารถในการทำลายแบคทีเรียของสารฆ่าเชื้อโรคลดลง กระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและยังเป็นสาเหตุให้เกิดความต้องการสารฆ่าเชื้อโรคสูงขึ้น เมื่อใดที่น้ำมีความขุ่นสูงสามารถใช้การกรองเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างฉับพลันแต่ควรค้นหาเหตุผลของการเกิดความขุ่นสูงในน้ำเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดในอนาคต

น้ำที่ถูกเตรียมเพื่อส่งเข้าท่าเรือควรเป็นไปตามมาตรฐานด้านการยอมรับ ความกังวลที่สำคัญในด้านการยอมรับนั้นเกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนสารเคมีซึ่งมักจะมาจากการชะละลายของโลหะจากระบบแจกจ่ายน้ำบนฝั่ง การกัดกร่อนในระบบท่อประปาที่เป็นผลมาจากความเสถียรภาพและความรุนแรงของน้ำที่จะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าของอุปกรณ์ในระหว่างการขนส่งและการกักเก็บ ส่งผลให้โลหะเช่น ตะกั่ว นิกเกิล เหล็ก แคดเมียม และทองแดงอาจจะถูกชะละลายจากวัสดุต่างๆปนเปื้อนในน้ำและส่งผลทำให้น้ำมีรสชาติไม่ดี หรือในบางกรณีนั้นส่งผลให้เกิดผลต่อสุขภาพ จึงควรกำหนดให้มีการติดตามตรวจสอบสารเคมีอื่นๆด้วย ทั้งนี้ให้พิจารณาจากสถานการณ์ท้องถิ่นเป็นหลัก โดยตัวอย่างทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามคู่มือ GDWQ หรือมาตรฐานระดับชาติสำหรับสารเคมี เพราะสารเคมีเหล่านี้มีศักยภาพในการก่อให้เกิดการรับสัมผัสแบบเรื้อรัง (Chronic exposure)

ควรเก็บเอกสารการติดตามตรวจสอบสำหรับการรับประกันและการวิเคราะห์เมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น

2.2.2 แนวทางการปฏิบัติ2.2: ปริมาณน้ำ

แนวทางการปฏิบัติ 2.2 มีปริมาณน้ำบริโภคอย่างเพียงพอ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.2

- มีปริมาณน้ำบริโภคที่ท่าเรืออย่างเพียงพอทำให้เกิดความมั่นใจว่าจะมีแรงดันน้ำเพียงพอต่อทุกก๊อกน้ำเพื่อลดโอกาสในการปนเปื้อน
- มีปริมาณน้ำบริโภคบนเรืออย่างเพียงพอเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการสำหรับทุกวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ (เช่น การดื่ม การเตรียมอาหาร กิจกรรมด้านสุขาภิบาลและสุขลักษณะ) และเพื่อให้ก๊อกน้ำแต่ละอันมีแรงดันน้ำอย่างเพียงพอเพื่อลดโอกาสในการปนเปื้อน

ข้อสังเกตสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.2

ในการกักเก็บน้ำบริโภคให้เพียงพอต้องคำนึงถึงจำนวนของพนักงานบนเรือ ลูกเรือ รวมถึงจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่เรือสามารถบรรทุกได้ ระยะเวลาและระยะทางระหว่างท่าเรือที่มีแหล่งน้ำและมีน้ำที่พร้อมสำหรับการบำบัดบนเรือ พื้นที่กักเก็บน้ำที่เพียงพอนั้นจะช่วยให้ไม่ต้องนำน้ำไปบำบัดนอกเรือในบริเวณที่มีการปนเปื้อนสูง และยังช่วยให้มีเวลาสำหรับการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้อาจจะลดลงได้หากสามารถผลิตน้ำสะอาดเพิ่มเติมได้บนเรือ

การขาดแคลนหรือมีปริมาณน้ำบริโภคไม่เพียงพอใช้บนเรือสำหรับการดื่ม การประกอบอาหาร และสุขลักษณะส่วนบุคคลจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความสุขสบายของผู้โดยสารและลูกเรือ อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการน้ำสำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆเหล่านี้ควรจะเป็นไปตามโครงสร้างของเรือ

2.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 2.3: แผนความปลอดภัยของน้ำสำหรับการจัดหาน้ำสะอาดบนเรือ

แนวทางการปฏิบัติ 2.3 มีการกำหนดแผนความปลอดภัยและนำไปสู่การปฏิบัติ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.3

1. มีการดำเนินการวิเคราะห์ระบบน้ำบริโภคแล้ว พร้อมทั้งระบุจุดเสี่ยงและจุดควบคุม
2. มีการดำเนินการติดตามตรวจสอบ รวมถึงข้อจำกัดในการดำเนินการและมีการระบุเป้าหมายที่เกี่ยวกับสุขภาพสำหรับระบบการจัดหาน้ำของเรือและมีแผนปฏิบัติการแก้ไขที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาแล้วเพื่อรองรับการใช้งานเมื่อจำเป็น
3. ระบบการจัดการ รวมทั้งระบบเอกสาร การตรวจสอบ การทวนสอบและการสื่อสารถูกเขียนไว้ในแผนการจัดหาน้ำสะอาดแล้ว

ตัวอย่างของสารอันตราย มาตรการควบคุม วิธีการติดตามตรวจสอบและแผนปฏิบัติการแก้ไขที่ปรากฏในแผน WSP สำหรับระบบการจัดหาน้ำของเรือแสดงในภาคผนวก

ข้อสังเกตสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.3

บทบาทและความรับผิดชอบของผู้ควบคุมเรือ

บทบาทของผู้ควบคุมเรือ คือ จัดหาน้ำสะอาดสำหรับผู้โดยสารและลูกเรือให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ น้ำบนเรือต้องทำให้สะอาดและปราศจากเชื้อก่อโรคและสารเคมีอันตรายอยู่เสมอ หน้าที่รับผิดชอบของผู้ควบคุมเรือ คือ ติดตามตรวจสอบระบบน้ำโดยเฉพาะตัวชี้วัดด้านจุลชีพและสารเคมี เปิดเผยผลการสุ่มตัวอย่างแก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง สามารถรายงานผลที่ไม่สอดคล้องกับแผนแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใต้ IHR 2005 ได้เมื่อมีการร้องขอและมีแผนปฏิบัติการแก้ไข ควรรายงานผลที่ไม่สอดคล้องนี้แก่ลูกเรือและผู้โดยสารในเวลาและสถานที่ที่จำเป็น และควรตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้วิธีการหรือเครื่องมือตรวจสอบที่แนะนำโดย WHO

กัปตันเรือหรือพนักงานที่ดูแลเรื่องการกักเก็บน้ำต้องมีหน้าที่ค้นหาว่าแหล่งน้ำที่นำมาใช้นั้นเป็นแหล่งน้ำสำหรับบริโภคหรือไม่ พนักงานทั้งหมดควรมีส่วนร่วมในการรายงานอาการของโรคที่สามารถจะบ่งชี้ได้ว่ามีโอกาสในการเกิดโรคจากน้ำเป็นสื่อ ผู้ควบคุมเรือต้องเตรียมห้องน้ำและสิ่งอำนวยความสะดวกในการล้างให้เพียงพอต่อจำนวนลูกเรือเพื่อให้มีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี พาหะนำโรคติดต่อต้องไม่สัมผัสกับน้ำบริโภค อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต้องจัดเตรียมไว้ ในสัดส่วนที่เพียงพอกับปริมาณลูกเรือ เพื่อให้เกิดกิจกรรมการบริการและการบำรุงรักษาที่เหมาะสม สามารถหาเกณฑ์ขั้นต่ำได้จาก ILO Convention C133 และ Maritime Labour Convention, 2006 ซึ่งคำศัพท์ที่ว่า “fresh water” หรือ น้ำจืด ที่ใช้ในอนุสัญญา ILO และ Maritime นั้นควรจะถูกแปลความหมายให้เป็น น้ำบริโภค และไม่ควรใช้ภาชนะดื่มน้ำร่วมกันบนเรือนอกจากจะมีการทำความสะอาดในระหว่างใช้งานเพื่อลดการกระจายของโรคสำหรับลูกเรือ

1. การประเมินระบบน้ำบริโภคบนเรือ: สารอันตรายและเหตุการณ์ที่เป็นอันตราย

ผู้ควบคุมเรือควรต้องตระหนักถึงสารอันตรายทั้งหมด (ด้านชีวภาพ เคมี หรือกายภาพ) และเหตุการณ์ที่เป็นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในน้ำจากท่าเรือในระหว่างการลำเลียงน้ำจากท่าเทียบเรือหรือในระหว่างการผลิต การกักเก็บ และการแจกจ่ายน้ำบนเรือ สารอันตรายและเหตุการณ์อันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นควรถูกนำมาวิเคราะห์ใน WSP โดยข้อมูลเกี่ยวกับสารอันตรายเหล่านี้อาจจะได้มาจากหลายแหล่ง ได้แก่ ข้อมูลคุณภาพน้ำจากเจ้าพนักงานควบคุมโรคติดต่อประจำด่านควบคุมโรคที่ท่าเรือและข้อมูลทางระบาดวิทยาของโรคจากน้ำเป็นสื่อในแต่ละภูมิภาค

ความเจ็บป่วยที่เกิดมาจากสารเคมีที่เป็นพิษนั้นมีความถี่ของการเกิดน้อยมากเมื่อเทียบกับการเกิดความเจ็บป่วยจากจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามผู้โดยสารและลูกเรืออาจจะได้รับสัมผัสสารเคมีในน้ำดื่มเป็นระยะเวลานาน ซึ่งสารปนเปื้อนเหล่านี้อาจจะปนเปื้อนมาตั้งแต่แหล่งน้ำหรือเพิ่งจะปนเปื้อนในน้ำจากการชะละลายของสารประกอบภายในระบบแจกจ่ายน้ำบนเรือ หรืออาจจะปนเปื้อนในระหว่างการผลิตน้ำบนเรือ เช่น โบรอนและโบรไมด์ ที่เกิดจากการบำบัดน้ำทะเลที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น น้ำที่อยู่บนเรือควรจะมีมาตรฐานด้านสารเคมีที่เป็นอันตรายเป็นไปตามคู่มือ GDWQ (หรือมาตรฐานระดับชาติหรือมาตรฐานอื่นที่สูงกว่า)

การกัดกร่อนในระบบท่อประปาเป็นผลมาจากความเสถียรและความรุนแรงของน้ำที่จะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าและอุปกรณ์ที่สัมผัสน้ำในระหว่างการลำเลียงและการกักเก็บ โดยการผลิตน้ำบนเรือด้วยวิธีการแยกเกลือออกจากน้ำอาจจะทำให้เกิดการกัดกร่อน เช่น น้ำทะเลและความเค็มที่อยู่ในชั้นบรรยากาศอาจจะส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนของอุปกรณ์ได้

แหล่งน้ำสำหรับบริโภค (Source of potable water)

น้ำบริโภคสำหรับเรือต้องได้มาจากแหล่งน้ำและผู้จัดหาน้ำที่เตรียมไว้สำหรับน้ำบริโภคที่มีคุณภาพน้ำในเส้นท่อเป็นไปตามมาตรฐานที่แนะนำใน GDWQ (WHO, 2011) หรือมาตรฐานระดับชาติ หรือมาตรฐานอื่นที่มีสูงกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพ สารเคมี สถานะทางกายภาพ และสารกัมมันตรังสี

ผู้ควบคุมเรือต้องค้นหาการรับประกันด้านคุณภาพและสภาพตามธรรมชาติของแหล่งน้ำก่อนจะขนส่งน้ำจากฝั่งขึ้นไปกักเก็บบนเรือ ผู้ควบคุมเรืออาจจะเลือกให้หน่วยงานท่าเรือและหน่วยงานท้องถิ่นตรวจสอบระดับความปลอดภัยโดยตรงหากสงสัยว่าน้ำนั้นมาจากแหล่งน้ำที่ไม่ปลอดภัย ซึ่งการตรวจสอบสารปนเปื้อนในน้ำก็เป็นสิ่ง

ที่มีความจำเป็นหากน้ำที่เตรียมไว้ที่ท่าเทียบเรือไม่เป็นไปตาม GDWQ (มาตรฐานระดับชาติ หรือมาตรฐานอื่นที่มีสูง) ท่าเรืออาจต้องการแหล่งน้ำสำรองที่มีคุณภาพสูงกว่า การฆ่าเชื้อโรคขั้นสุดท้ายจัดเป็นขั้นตอนของการบำบัดน้ำที่มีความจำเป็นเนื่องจากในน้ำต้องมีสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างไว้สำหรับฆ่าเชื้อโรคซึ่งถือเป็นการป้องกันขั้นสุดท้าย

เรือที่ใช้ท่าเทียบเรือที่มีระบบบำบัดน้ำที่ไม่น่าเชื่อถือจะต้องมีการปรับเทียบเครื่องมือสำหรับการทดสอบทั่วไปด้วย (ความขุ่น pH และสารฆ่าเชื้อโรคที่คงเหลือ) เพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคหรือตัวกรองที่ใช้นั้นเหมาะสมกับระดับสารปนเปื้อนในน้ำและเพื่อให้สอดคล้องกับระดับความปลอดภัยขั้นต่ำ

การวัดพารามิเตอร์ด้านอรรถรสที่ไม่ต้องการ (กลิ่น/สี/รสชาติ) อาจจะชี้ถึงการเชื่อมต่อไขว้ของระบบน้ำเสียหรือบ่งชี้หรือปัญหาการปนเปื้อนอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้น

สถานีกักเก็บน้ำจากฝั่ง (bunkering station)

เพื่อลดความเสี่ยงในระหว่างการกักเก็บน้ำบริโภคนั้น ควรจะใช้การป้องกันหลาย ๆ ชั้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อน โดยเริ่มจากการใช้ท่อและอุปกรณ์ ควรติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนและเครื่องกรองที่เหมาะสมบริเวณสถานีกักเก็บน้ำจากฝั่ง (Bunker station) และเติมคลอรีนก่อนจะนำไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำ เพื่อเป็นการป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในระหว่างที่น้ำผ่าน ท่อเติมน้ำ ควรมีลักษณะที่คงทน มีพื้นผิวที่เรียบเป็นแผ่นทึบป้องกันน้ำรั่วและมีอุปกรณ์เชื่อมต่อ ที่ออกแบบมาสำหรับเชื่อมไปยังระบบประปาบนฝั่ง พื้นผิวภายในท่อจ่ายน้ำบริโภคนั้นควรจะผลิตจากวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อโรคและยับยั้งการเจริญเติบโตของไบโอฟิล์ม (biofilms) หัวจ่ายน้ำสำหรับน้ำดับเพลิงไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นท่อจ่ายน้ำบริโภค โดยหัวจ่ายน้ำบริโภคควรจะระบุให้ชัดเจนโดยใช้คำ เช่น “น้ำบริโภค” ในเรือแต่ละลำควรมีท่อจ่ายน้ำสำหรับจัดส่งน้ำบริโภคเก็บไว้บนเรือและควรมีฝาครอบปลายท่อเมื่อไม่ใช้งานโดยมีผู้ดูแลเพื่อป้องกันการวางฝาครอบผิดที่ หัวจ่ายน้ำต้องมีการดูแลเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากการลากบริเวณปลายท่อบนพื้นดิน พื้นท่าเรือ หรือพื้นดาดฟ้าเรือ หรือจากการที่ปลายท่อจุ่มกับน้ำบริเวณที่จอดเรือ ท่อจ่ายน้ำที่ถูกปนเปื้อนควรจะได้รับการล้างน้ำและ ฆ่าเชื้อโรค ซึ่งควรล้างท่อจ่ายน้ำทุกครั้งก่อนที่จะสัมผัสกับท่อเติมน้ำและต้องระบายน้ำออกให้หมดและทำให้แห้งทุกครั้งหลังจากการใช้งาน

หัวจ่ายน้ำควรจะถูกปิดด้วยฝาครอบและเก็บไว้ในตู้เก็บหัวจ่ายโดยเฉพาะพร้อมทั้งเขียนระบุว่า “สำหรับหัวจ่ายน้ำบริโภคเท่านั้น” ซึ่งตู้เก็บหัวจ่ายจะต้องปิดให้สนิท ระบายน้ำได้และตั้งไว้เหนือดาดฟ้าเรือ ตู้เก็บหัวจ่ายควรผลิตจากวัสดุที่เรียบ ไม่มีสารพิษ ป้องกันการกัดกร่อน และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย โดยหัวจ่ายน้ำและอุปกรณ์เชื่อมต่อต้องได้รับการดูแลรักษาและซ่อมแซมเป็นอย่างดี น้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภค (ถ้ามีการใช้บนเรือ) ต้องมีถังกักเก็บน้ำ ผ่านท่อแยกที่ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อที่ไม่สามารถต่อกับถังกักเก็บน้ำบริโภคได้ ซึ่งน้ำนี้จะไหลผ่านระบบท่อที่มีความแตกต่างกันโดยการใช้สีที่แตกต่างกัน

การจัดหาถังกักเก็บน้ำจากฝั่งที่ปลอดภัยนั้น ถังเก็บน้ำบริโภคทุกถังต้องมีท่อเติมน้ำที่สะอาดที่สามารถต่อกับหัวจ่ายได้ และเพื่อป้องกันการต่อผิดพลาดกับหัวก๊อกน้ำเสียนั้น หน้าแปลน (flange) ของท่อเติมน้ำควรจะเป็นไปตามเกณฑ์ที่เหมาะสม เช่น ที่ระบุไว้ใน ISO 5620-1/2 สำหรับการป้องกันการปนเปื้อนของน้ำ ท่อเติมน้ำจะต้องตั้งในระยะทางที่เหมาะสมเหนือถังเก็บน้ำหรือเหนือดาดฟ้าเรือ โดยทั่วไปแล้วท่อเติมน้ำจะถูกทาสีหรือทำ

สัญลักษณ์ด้วยสีน้ำเงินและ ติดป้าย “ท่อเติมน้ำบริโภค” ซึ่งท่อเติมน้ำบริโภคอาจจะมีฝาครอบเกลียวหรือปลั๊กที่ยึดด้วยโซ่กับกำแพงหรือพื้นผิวในลักษณะที่ฝาครอบหรือปลั๊กจะไม่สัมผัสกับดาดฟ้าเรือเมื่อถูกแขวนไว้ เส้นท่อที่จะส่งน้ำบริโภคไปยังระบบอื่นโดยใช้วาล์วหรือการต่อท่อแยก (interchangeable pipe fitting) เป็นสิ่งที่ไม่ได้รับการยอมรับยกเว้นในที่ที่มีอากาศอยู่ในช่องว่างอากาศหลังวาล์ว ถ้ามีการใช้เส้นท่อเพียงอันเดียวในการขนถ่ายน้ำไปยังถังกักเก็บน้ำทั้งหมดนั้น วิธีการปฏิบัติที่ได้รับ การยอมรับคือ ใช้ช่องว่างอากาศเป็นตัวเชื่อมระหว่างการต่อถังกักเก็บน้ำและถังเก็บน้ำอื่นๆ ควรติดตั้งแผ่นกรอง ในเส้นท่อเพื่อป้องกันการปนเปื้อนอนุภาคที่ไม่ต้องการ และแผ่นกรองเหล่านี้ต้องมีการล้างหรือได้รับการเปลี่ยนเป็นประจำตามคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต น้ำบริโภคทั้งหมดที่ไหลผ่านท่อเติมน้ำบริโภคควรจะต้องไหลผ่านการเติมคลอรีนอัตโนมัติก่อนจะส่งเข้าไปยังถังกักเก็บ

การผลิตน้ำบนเรือ (Water production on board)

เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามเส้นท่อ เมื่อมีการนำน้ำทะเลมาผลิตน้ำบนเรือเพื่อใช้เป็นน้ำบริโภคนั้นน้ำที่จะต้องระบายทิ้งนอกเรือควรจะอยู่คนละด้านกับจุดรับน้ำดิบ แต่หากไม่สามารถที่จะวางเส้นท่อน้ำทิ้งไว้ฝั่งตรงข้ามกับจุดรับน้ำได้ ท่อน้ำทิ้งเหล่านี้ควรจะถูกติดตั้งไว้บริเวณท้ายเรืออยู่ไกลออกไปจากจุดรับน้ำเท่าที่สามารถทำได้

น้ำอาจจะถูกผลิตบนเรือโดยวิธีการแยกเกลือ (desalination) รีเวอร์สออสโมซิส (reverse osmosis) หรือการกลั่น (distillation) กระบวนการแยกเกลือออกจากน้ำอย่างสมบูรณ์จะทำให้น้ำปราศจากแร่ธาตุส่งผลให้เกิดการ กัดกร่อนซึ่งทำให้อายุการใช้งานของถังและท่อที่สัมผัสถังน้ำดังกล่าวสั้นลง ข้อที่ควรพิจารณาเป็นพิเศษคือ วัสดุดังกล่าวอาจได้รับการรับรองว่าเหมาะสมสำหรับน้ำบริโภคแต่อาจจะไม่เพียงพอต่อการกัดกร่อนของน้ำที่มาจากการแยกเกลือ เนื่องจาก ลักษณะการกัดกร่อนของน้ำที่มาจากการขจัดเกลือออกจากน้ำทะเลและเนื่องจากน้ำเหล่านี้มักจะขาดรสชาติและไม่ได้รับการยอมรับ จึงมีการเติมสารเคมีบางอย่างลงไป เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อน้ำที่มาจากการขจัดเกลือออกจากน้ำทะเลได้รับการบำบัดแล้ว มักจะไม่กัดกร่อนอีกซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำดื่ม สารเคมีที่ใช้ในการบำบัดควรจะต้องได้รับการรับรองและรับประกันคุณภาพ กระบวนการเติมแร่ธาตุลงในน้ำที่มาจากการขจัดเกลือออกจากน้ำทะเลควรจะได้รับการตรวจสอบโดยการใช้ชุดทดสอบ (testing kit) สำหรับ pH ความกระด้างและความขุ่นน้ำที่ไม่มีความเสถียร เป็นผลมาจากกระบวนการเติมความกระด้าง (rehardening) ให้น้ำ โดยมักจะพบว่าค่าการนำไฟฟ้าต่ำ (เช่น 50 μS/cm) และ pH เพิ่มสูงขึ้น (มากกว่า 8.0) ซึ่งค่า pH ที่สูงนี้เป็นผลมาจากกระบวนการฆ่าเชื้อโรคที่ไม่เพียงพอและการลดลงของความกระด้าง ในน้ำอาจส่งผลต่อการละลายโลหะลงสู่น้ำได้

โรงระเหยน้ำ (evaporating plant) ที่ใช้สำหรับกลั่นน้ำเกลือและจัดหาน้ำส่งไปยังระบบน้ำบริโภคต้องได้รับการออกแบบสำหรับผลิตน้ำบริโภคเท่านั้น กระบวนการกลั่นจะใช้ความร้อนและแรงดันเพื่อทำให้น้ำทะเลระเหย เพื่อให้ของแข็งละลายน้ำและของแข็งแขวนลอยและก๊าซที่ละลายน้ำเกือบจะทั้งหมดถูกกำจัดออก หน่วยแรงดันที่สูงและต่ำที่เชื่อมต่อโดยตรงกับท่อน้ำบริโภคนั้นควรจะโอกาสเชื่อมต่อกับระบบน้ำเสียหากน้ำที่ได้จากการระเหยไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน น้ำที่ผลิตโดยกระบวนการระเหยที่อุณหภูมิต่ำ (<80 °C) ในหน่วยแรงดันต่ำ (low-pressure) นั้น ไม่สามารถจะรับรองได้ว่าน้ำกลั่นนี้ จะปราศจากเชื้อโรคปนเปื้อนตามมาตรฐาน ISO น้ำที่ผลิตที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 °C ต้องได้รับการฆ่าเชื้อโรคก่อนจะนำไปใช้เป็นน้ำบริโภค

กระบวนการฆ่าเชื้อโรคควรจะต้องมีอยู่ในระบบบำบัดน้ำ เพื่อเป็นการรับรองว่าน้ำทั้งหมด (รวมถึงน้ำจากฝั่ง) ถูกบำบัดก่อนส่งเข้าไปยังถังกักเก็บน้ำบริโภค โรงกลั่นน้ำหรือกระบวนการอื่นที่จัดหาน้ำสำหรับระบบน้ำบริโภคบนเรือนั้นต้องไม่ดำเนินการในพื้นที่ที่ได้รับการปนเปื้อนหรือบริเวณพื้นที่ทิ้งของเสียอันตรายเนื่องจากสารมลพิษที่ระเหยได้บางตัวอาจจะปนเปื้อนเข้ามาในกระบวนการผลิตได้

อุปกรณ์บำบัดน้ำควรจะรับการออกแบบเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่าจะดำเนินการผลิตน้ำบริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับคู่มือ GDWQ (WHO, 2011) หรือข้อกำหนดของหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

วัสดุ (Materials)

วัสดุที่ถูกใช้ในโครงสร้างทั้งหมดนั้น ผิวหน้าของวัสดุ (หัวจ่ายน้ำ ข้อต่อ ท่อ ถังเก็บน้ำ และอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ) อุปกรณ์ประปาในบ้าน เช่น ก๊อกน้ำ ที่ระบายน้ำ และข้อต่อที่บัดกรี (soldered joints) ซึ่งจะสัมผัสกับน้ำในระหว่างการผลิต การขนถ่าย และการกักเก็บ ควรจะได้รับการอนุมัติใช้จากหน่วยงานที่เหมาะสม (โดยหน่วยงานด้านข้อบังคับหรือบุคคลที่ 3) โดยน้ำที่จัดหามานั้นจะต้องไม่กัดกร่อนผิวหน้าและอุปกรณ์ที่ติดตั้งเหล่านี้ และต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ pH และสภาพด่างให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับน้ำแต่ละประเภท (ดูใน WHO, 2011) ควรตระหนักถึงพลาสติก สารละลาย สารประกอบในข้อต่อ และสารเคลือบที่ถูกใช้ในระบบการจัดหาน้ำและการขนส่ง สิ่งสำคัญคือต้องมั่นใจว่าวัสดุทั้งหมดที่ถูกนำมาใช้และสัมผัสกับน้ำนั้นมีความเหมาะสมและไม่มีส่วนทำให้สารอันตรายปนเปื้อนไปสู่น้ำ ถ้าท่อและถังกักเก็บน้ำถูกสร้างจากวัสดุที่ต้องการการเคลือบผิว การเคลือบผิวนั้นจะต้องไม่เป็นตัวทำให้น้ำนั้นกลายเป็นน้ำที่ปนเปื้อนสารพิษหรือไม่เหมาะสมสำหรับให้บริโภค (เช่น กลิ่นของสารเคมี) วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องเหมาะสมสำหรับการใช้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น

ถังกักเก็บน้ำบริโภค (Potable water tanks)

น้ำบริโภคต้องถูกกักเก็บในถังน้ำที่สร้างขึ้นและต้องอยู่ในบริเวณที่ที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งปนเปื้อนจากภายในหรือภายนอกถังกักเก็บน้ำได้ ถังกักเก็บน้ำต้องได้รับการออกแบบเพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามระหว่างถังดังกล่าวและถังน้ำที่ไม่ใช้สำหรับน้ำบริโภคหรือท่อที่บรรจุน้ำที่ไม่ใช่สำหรับบริโภค ซึ่งตามหลักการแล้วถังเก็บน้ำบริโภคต้องตั้งอยู่ในห้องที่ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนหรือฝุ่น

ถังน้ำบริโภคต้องถูกสร้างขึ้นจากโลหะหรือวัสดุอื่นๆ ที่ปลอดภัยเมื่อสัมผัสกับน้ำบริโภค และต้องมีความแข็งแรงพอที่จะป้องกันการปนเปื้อน การบำรุงรักษาที่เหมาะสมโดยการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันการกัดกร่อนเป็นวิธีการที่สำคัญมาก โดยหลักการแล้วถังน้ำบริโภคจะต้องไม่ใช้ผนังร่วมกับตัวเรือหรือถังบรรจุของเหลวที่ไม่ใช่สำหรับบริโภค ไม่ควรมีการระบายน้ำสำหรับท่อน้ำทุกชนิดที่ใช้สำหรับน้ำซักล้าง น้ำเกลือ หรือของเหลวที่ไม่ใช่สำหรับดื่มอื่นๆ ผ่านถังเก็บน้ำบริโภค แต่หากว่าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ท่อน้ำควรจะผ่านถังเก็บน้ำบริโภคช่องในรูหรือปากทางเข้าท่อขนาดใหญ่ (manholes) ที่มีการระบายน้ำในตัว ในทำนองเดียวกันนี้หากท่อระบายสิ่งโสโครกไม่ได้ถูกวางผ่านถังกักเก็บน้ำบริโภคหรือทางเข้าสำหรับถังทำความสะอาดถังกักเก็บน้ำนั้นเป็นสิ่งที่ดีที่สุด และดีที่สุดหากพื้นที่ห้องส้วมและห้องน้ำไม่อยู่ในบริเวณดาดฟ้าเรือที่เป็นส่วนบนสุดของถังเก็บน้ำบริโภคหรือถังเก็บน้ำสำหรับล้าง

ถังเก็บน้ำบริโภคทุกถังต้องมีช่องระบายอากาศที่สร้างไว้เพื่อป้องกันสารปนเปื้อนและพาหะนำโรคเข้าสู่ถัง เช่น ช่องที่เปิดสำหรับระบายอากาศควรป้องกันด้วยตาข่ายตาถี่เพื่อป้องกันแมลง การเคลื่อนที่ของเรือทำให้การแลก

เปลี่ยนอากาศในถังกักเก็บน้ำบริโภคเพิ่มสูงขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันอนุภาคที่เป็นอันตรายเข้าสู่ถัง ควรใช้แผ่นกรองที่ถูกออกแบบให้กรองสาร เช่น ฝุ่นและอากาศเสีย โดยควรทำความสะอาดแผ่นกรองหรือเปลี่ยนแผ่นกรองเป็นประจำ ท่อระบายอากาศไม่ควรจะอยู่เหนือผิวน้ำโดยตรงเพื่อป้องกันสารหยดลงไปในน้ำ ช่องระบายอากาศของถังเก็บน้ำบริโภคไม่ควรจะเชื่อมต่อกับช่องว่างอากาศของอุปกรณ์ใดๆ ที่ใช้ยึดถังหรือใช้สำหรับการยึดหรือของเหลวที่ไม่สามารถนำมาบริโภคได้เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามเขต (cross-contamination)

สิ่งสำคัญอีกประการ คือ ถังเก็บน้ำบริโภคควรจะต้องมีการติดตั้งวาล์วน้ำทิ้งหรือวาล์วน้ำล้น ดังนั้นระดับสูงสุดของน้ำ จะไม่เกินค่าที่กำหนด ท่อน้ำล้นต้องก่อสร้างและป้องกันด้วยวิธีการเดียวกันกับที่แนะนำสำหรับช่องว่างอากาศ (vent) โดยท่อน้ำล้นอาจจะอยู่ร่วมกับช่องว่างอากาศได้ แต่ต้องได้ตรวจตราว่ามีการก่อสร้างและการป้องกันสำหรับทั้งช่องว่างอากาศและท่อน้ำล้น

ถังกักเก็บน้ำบริโภคควรจะถูกกำหนดให้ระบายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ในกรณีที่ต้องมีการสูบน้ำออกเพื่อกำจัดสารปนเปื้อน ในถังเก็บน้ำถังสุดท้ายนั้น ท่อดูดอากาศ (suction line) ควรจะสูงกว่าก้นถังอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการรับตะกอนและไบโอฟิล์มเข้าสู่ท่อ

วิธีการใดที่เตรียมไว้สำหรับกำหนดความลึกของน้ำในถังกักเก็บน้ำบริโภคควรจะถูกก่อสร้างขึ้นเพื่อป้องกันสารหรือของเหลวปนเปื้อนเข้าสู่ถัง ถังน้ำบริโภคจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่ออ่านระดับน้ำที่เติมลงในถังจากด้านนอก โดยการก่อสร้างนี้จะต้องไม่สร้างในพื้นที่น้ำขัง ซึ่งอาจเป็นแหล่งกำเนิดของการปนเปื้อนได้ ไม่ควรวัดความลึกของน้ำโดยใช้คนเนื่องจากน้ำอาจเกิดการปนเปื้อนโดยไม่จำเป็น

ถังกักเก็บน้ำบริโภคทั้งหมดต้องได้รับการติดฉลากด้านความจุและติดป้ายระบุว่า “ถังกักเก็บน้ำบริโภค”

ถังกักเก็บน้ำบริโภคต้องได้รับการตรวจอย่างครอบคลุมในเรื่องของการทำความสะอาด การซ่อมแซมและการบำรุงรักษา ในการหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนเมื่อเปิดฝาปิดถังน้ำนั้น ไม่ควรให้มีการเข้าถึงน้ำที่ไม่ได้รับการปกป้องนี้ได้โดยตรง การก่อสร้างควรต้องสอดคล้องกับกฎระเบียบที่เป็นมาตรฐานสากล ควรมีการตรวจสอบถังเปล่าเป็นระยะๆ (เช่น ปีละครั้ง) ถ้าหากต้องมีการเข้าถึงถังเก็บน้ำเหล่านี้ต้องสวมชุดป้องกันที่สะอาด เจ้าหน้าที่ควรจะใส่อุปกรณ์ที่สะอาดและใช้งานเพียงครั้งเดียว โดยอุปกรณ์ดังกล่าว คือ หน้ากาก ถุงมือยางแบบใช้แล้วทิ้งและรองเท้าบูทที่มีสีอ่อน สะอาดมาก และใช้เฉพาะในถังกักเก็บน้ำเท่านั้น โดยรองเท้าและเครื่องมือใดๆ ที่ใช้ในถังกักเก็บน้ำต้องได้รับการฆ่าเชื้อโรค ก่อนเข้าไปภายใน และต้องไม่อนุญาตให้บุคคลที่ป่วยเป็นโรคฉับพลัน (เช่น โรคท้องร่วง) เข้าสู่ถังกักเก็บน้ำบริโภคได้

ก๊อกสำหรับไขน้ำตัวอย่าง ควรติดตั้งโดยตรงในแต่ละถังเพื่อให้สามารถนำไปทดสอบและตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ และหัวก๊อกจะต้องชี้ลงเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน ก๊อกสำหรับไขน้ำตัวอย่างควรจะผลิตจากวัสดุที่สามารถใช้ได้กับสารฆ่าเชื้อโรคและสามารถสัมผัสกับเปลวไฟเพื่อทำให้ปลอดเชื้อ สำหรับน้ำเย็นที่ใช้บริโภคควรจะเก็บไว้ที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 25 °C เสมอ ส่วนรายละเอียดเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับถังเก็บน้ำบริโภคสามารถหาได้จาก ISO 15748-1

ถังเก็บน้ำบริโภคและส่วนประกอบของระบบการแจกจ่ายน้ำบริโภคควรจะสะอาด ปราศจากเชื้อโรคและถูกล้างด้วยน้ำบริโภค

- ก่อนที่จะถูกนำไปให้บริการ และ
- ก่อนส่งกลับไปใช้งานหลังจากได้รับการซ่อมแซมหรือแทนที่ หรือ
- หลังจากการปนเปื้อนใดๆ รวมถึงการที่สารปนเปื้อนเข้าสู่ถังเก็บน้ำบริโภค

ถังเก็บน้ำบริโภคควรจะได้รับการตรวจสอบทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคในช่วงน้ำแห้ง (dry docks) และช่วงน้ำสูง (wet docks) หรือทุกๆ 2 ปี แล้วแต่ว่าจำนวนใดจะน้อยกว่า

ศักยภาพในการฆ่าเชื้อโรคจากสารปนเปื้อนจะมีมากขึ้นโดยเพิ่มจำนวนธาตุ halogen อิสระคงเหลือในน้ำอย่างน้อย 50 มิลลิกรัม/ลิตร ทั่วทั้งบริเวณที่ต้องการฆ่าเชื้อและรักษาระดับความเข้มข้นอย่างน้อย 4 ชั่วโมง หรือใช้วิธีการอื่น ๆ ที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก

เครื่องสูบน้ำบริโภค (Potable water pumps)

เครื่องสูบน้ำบริโภคต้องมีขนาดเพียงพอต่อการบริการทั่วไป เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้องไม่ใช้สำหรับวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกจากใช้สำหรับน้ำบริโภคเท่านั้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อน สามารถติดตั้งเครื่องกรองในท่อดูดน้ำของเครื่องสูบได้โดยเครื่องกรองน้ำจะต้องได้รับการบำรุงรักษาตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต (เช่น มีการเปลี่ยนหรือการล้างบ่อย) ควรมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำสำรองสำหรับกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน เช่น การหยุดชะงักการให้บริการน้ำบริโภคในหน่วยผลิตหลัก

หากเครื่องสูบน้ำรองและท่อถูกนำไปใช้งานและมีน้ำขังอยู่ จะต้องดำเนินการสลับใช้งานเครื่องสูบน้ำรองกับเครื่องสูบน้ำหลักเพื่อหลีกเลี่ยงการสร้างจุลินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำที่ขังอยู่ ในเรือบางประเภทจะมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำโดยใช้มือเพื่อบริการแก่ห้องครัวและตู้เก็บอาหารบนเรือสำหรับกรณีที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือใช้เป็นประจำเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำที่ออกจากท่อ ซึ่งเครื่องสูบน้ำมือนี้ต้องมีการก่อสร้างและติดตั้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อน ควรมั่นใจว่าเครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเมื่อต้องมีการรักษาระบบแรงดัน เช่น เมื่อมีการล่อน้ำ (priming) อัตโนมัติ การต่อเครื่องสูบน้ำโดยตรงโดยที่ไม่มีช่องระบายอากาศควรจะใช้สำหรับส่งน้ำไปยังถังเก็บน้ำบริโภค

ถังแรงดันน้ำ (Hydrophore)

ถังแรงดันน้ำถูกใช้เพื่อเพิ่มแรงดันในการติดตั้งน้ำบริโภคและช่วยในการขนส่งน้ำผ่านระบบ สำหรับการติดตั้งถังน้ำบริโภคในส่วนที่ไกลออกไปนั้นควรจะติดตั้งเครื่องสูบน้ำบริโภคแทนที่ถังแรงดันน้ำเพื่อทำให้เกิดแรงดันสำหรับทุกก๊อก

ถังแรงดันน้ำจำเป็นต้องเป็นไปตามเกณฑ์เช่นเดียวกับถังกักเก็บน้ำ ในถังกักเก็บน้ำนั้นต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่อบำรุงรักษาโดยการเปิดทำความสะอาดซึ่งควรจะมีขนาดที่เหมาะสมและตั้งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน พื้นที่ที่อากาศถูกอัดจะถูกใช้ผลิตลม (aircushion) ภายในถังแรงดันน้ำจะต้องติดตั้งเครื่องกรองน้ำ ก๊อกน้ำ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ภายในเส้นท่อจากระบบอัดอากาศเพื่อป้องกันน้ำ ข้อมูลเพิ่มเติมสามารถหาได้จากมาตรฐาน ISO

หม้อต้มน้ำ (Calorifier)

หม้อต้มน้ำจะถูกใช้สำหรับผลิตน้ำร้อนในระบบน้ำดื่มขนาดเล็กหรือที่เรียกว่าระบบผลิตน้ำร้อนส่วนกลาง (decentralized hot-water) ซึ่งสามารถใช้ได้ทุกที่ที่มีความต้องการใช้น้ำ อย่างไรก็ตามในการติดตั้งส่วนขยายนั้นหน่วยผลิตน้ำร้อนกลางมักจะถูกติดตั้งร่วมกับระบบหมุนเวียนน้ำร้อน โดยหม้อต้มน้ำควรจะใช้วัสดุและเกณฑ์การก่อสร้างเช่นเดียวกับส่วนอื่นๆ ของระบบน้ำบริโภค ในหม้อต้มน้ำควรติดตั้งช่องเปิดสำหรับการบำรุงรักษาและติดตั้งฉนวนกันความร้อนเพื่อหลีกเลี่ยงการเจริญเติบโตของ *Legionella* spp. น้ำร้อนที่ออกจากหม้อต้มน้ำควรจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุด คือ 60°C ระบบหมุนเวียนน้ำร้อนควรถูกนำมาใช้งาน และน้ำที่ถูกหมุนเวียนควรมีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 50 °C

ระบบแจกจ่ายน้ำ (Water distribution system)

เรือควรมีการเดินระบบท่อที่เหมาะสมเพื่อปกป้องให้น้ำสะอาด ก่อนที่เรือจะถูกนำไปใช้งาน เรือใหม่ควรได้รับการตรวจสอบเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดการออกแบบโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือหน่วยงานอิสระที่ได้รับอนุญาต ควรพิจารณามาตรฐานทางเทคนิค เช่น มาตรฐาน ISO การมีแผนผังระบบวิศวกรรมบนเรือที่ชัดเจนและถูกต้องจะเป็นส่วนสนับสนุนสำหรับการตรวจสอบนี้

วัสดุที่สัมผัสกับน้ำจำเป็นต้องปลอดภัยสำหรับแต่ละวัตถุประสงค์การใช้งาน เพื่อช่วยให้เกิดความมั่นใจในเรื่องนี้ในการก่อสร้างใหม่และการซ่อมแซมและแทนที่บนเรือเก่านั้น ท่อขนาดใหญ่ (pipe) ท่อขนาดเล็ก (Tube) หรืออุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ที่ใช้ควรเป็นของใหม่ทั้งหมดสำหรับระบบน้ำบริโภค รวมถึงในระบบน้ำล้าง เนื่องจากน้ำที่ใช้สำหรับล้างอาจจะถูกใช้เป็นน้ำบริโภคหลังจากผ่านการบำบัดแล้ว วัสดุทั้งหมดที่ใช้ควรได้ขึ้นทะเบียนกับภาครัฐ ให้มีสารตะกั่วและแคดเมียมสัมผัสกับน้ำผ่านทางท่ออุปกรณ์เชื่อมต่อและข้อต่อ และอุปกรณ์เหล่านี้ไม่ควรถูกใช้ทุกที่ในระบบน้ำบริโภค เนื่องจากสิ่งเหล่านี้อาจทำให้น้ำปนเปื้อนได้

ท่อน้ำบริโภคควรจะถูกระบุอย่างชัดเจนเพื่อช่วยป้องกันความผิดพลาดของการเชื่อมต่อข้าม ซึ่งสามารถใช้รหัสสีตามมาตรฐานสากล (ISO 14726: สีน้ำเงิน–สีเขียว–สีน้ำเงิน) ในการระบุว่าเป็นท่อน้ำบริโภคได้

ลูกเรือจะต้องได้รับการอบรมถึงข้อควรระวังด้านสุขอนามัยเมื่อมีการวางท่อใหม่หรือซ่อมท่อเดิม การออกแบบเรือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อลดจุดที่น้ำอาจถูกรวบรวมและกลายเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น (>25°C) และเป็นน้ำขัง ตัวอย่าง เช่น วาล์วควบคุมอุณหภูมิที่ป้องกันไม่ให้น้ำร้อนจัด ควรต้องติดตั้งให้พอดีและใกล้กับจุดใช้งานมากที่สุดเพื่อลดการก่อตัวของโพรงน้ำอุ่น (warm-water pockets) และระบบการแจกจ่ายน้ำที่ไม่ได้ใช้งานควรจะต้องมีจำนวนลดลง

ถ้าวางท่อน้ำร้อนและท่อน้ำเย็นไว้ข้างๆกัน ต้องใช้ฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันความร้อนหรือความเย็นของท่อที่อยู่ใกล้กันและป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ส่วนประกอบทั้งหมดของท่อควรสามารถทนต่ออุณหภูมิของน้ำที่ 90 °C ได้เพื่อความสะดวกในการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ความร้อนเมื่อมีความจำเป็น

ระบบการแจกจ่ายน้ำควรได้รับการออกแบบเพื่อหลีกเลี่ยงการต่อข้าม (bypassing) กระบวนการบำบัดหรือกักเก็บน้ำใดๆ ที่สำคัญ

อุปกรณ์ที่ติดตั้ง (ก๊อก, ฝักบัว)

อุปกรณ์ติดตั้ง (fixture) และอุปกรณ์เชื่อมต่อ (fitting) สามารถปนเปื้อนของเสียอันตรายจากการเดินเรือได้ และควรคำนึงถึงการออกแบบเพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับควบคุมความเสี่ยง วิธีการปฏิบัติที่ปลอดภัย นั้นทำให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดสามารถต้านทานการกัดกร่อนของน้ำเกลือและไอระเหยของเกลือได้ นอกจากนี้แล้วอุปกรณ์ติดตั้งควรต้องสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเลือกอุปกรณ์ที่มุมภายในมีความโค้งมนเพื่อช่วยให้ทำความสะอาดได้ง่าย

อุปกรณ์ติดตั้งทั้งหมดควรที่จะต้านทานระดับความร้อนของอุณหภูมิน้ำอย่างน้อย 70 °C เพื่อสะดวกในการฆ่าเชื้อโรคด้วยความร้อนเมื่อมีเหตุจำเป็น

จุดปลายท่อของน้ำบริโภคต้องมีป้ายติดระบุข้อความว่า “น้ำบริโภค” ในทำนองเดียวกันจุดปลายท่อของน้ำที่บริโภคไม่ได้ ต้องมีป้ายติดระบุข้อความว่า “ไม่เหมาะสำหรับดื่ม” เพื่อเป็นการรณรงค์ให้ใช้น้ำดื่มที่ปลอดภัยจะต้องมีช่องจ่ายน้ำดื่มในสถานที่ที่สะดวก เช่น ใกล้ผู้โดยสาร เจ้าหน้าที่และลูกเรือรวมถึงห้องเครื่องยนต์และห้องหม้อไอน้ำเพื่อรับรองความปลอดภัยของอาหาร เครื่องดื่มร้อนและเย็นที่ต้องจัดเตรียมในช่วงเวลาเร่งรีบในห้องครัวบนเรือ ห้องอาหารและห้องล้างถ้วยชาม ไอน้ำที่มาจากน้ำบริโภคและนำไปใช้ปรุงอาหารโดยตรงเป็นวิธีที่ปลอดภัยกว่าการใช้ความร้อนผ่าน ขดลวด ท่อ หรือห้องแยกต่างหาก น้ำร้อนและเย็นสำหรับบริโภคเพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ สำหรับล้างมือและ การดูแลอื่นต้องได้รับการจัดหาอย่างเคร่งครัด และน้ำที่ส่งผ่านท่อโดยตรงไปยังช่องแช่แข็งเพื่อทำน้ำแข็งสำหรับรับประทานต้องเป็นน้ำบริโภคเท่านั้น

ระบบน้ำล้าง (wash-water system) เมื่อติดตั้งสามารถจ่ายน้ำไปยังอ่างล้างมืออุปกรณ์ซักผ้า ตู้น้ำ ก๊อกน้ำที่เชื่อมต่อสำหรับการล้างดาดฟ้า น้ำอุ่นสำหรับล้างจาน และน้ำสำหรับการใช้งานพิเศษอื่นๆ ถังเก็บน้ำควรจะต้องสร้างและสามารถป้องกันความเป็นไปได้ในการปนเปื้อนเช่นเดียวกับถังน้ำดื่ม ก๊อกน้ำทุกจุดและในระบบน้ำล้างจะต้องทำเครื่องหมายให้เห็นชัดเจนว่า “ห้ามดื่ม” “UNFIT FOR DRINKING”

อ่างอาบน้ำที่มีน้ำร้อนและน้ำเย็นควรมีแนวเส้นแบ่งให้ทราบในการผสมน้ำพื้นฐานเพื่อช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่อาจแพร่กระจายในท่อน้ำอุ่น เพื่อเป็นประโยชน์และรณรงค์ให้ผู้โดยสารและลูกเรือมีพฤติกรรมการใช้งานที่ถูกสุขอนามัยโดยมีการติดป้ายเหนืออ่างบอกคำแนะนำ “ WASH BASIN BEFORE AND AFTER USE ”

ก๊อกน้ำหรือฝักบัวที่ไม่ค่อยได้ใช้งานมีความเสี่ยงสูงต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากมีน้ำค้างท่อ ด้วยสาเหตุนี้เชื้อโรคสามารถก่อตัวและนำไปสู่การปนเปื้อนของเชื้อโรคและแพร่กระจายไปตามระบบน้ำทั้งหมด ดังนั้นก๊อกน้ำที่ไม่ได้ใช้บ่อยควรทำความสะอาดโดยการปล่อยน้ำทิ้งสักครู่เพื่อลดความเสี่ยงของการก่อโรคอย่างสม่ำเสมอ ตารางการปล่อยน้ำเพื่อทำความสะอาดก๊อกน้ำถือเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์และสร้างความมั่นใจว่ามีการดำเนินการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

ระบบน้ำร้อนสำหรับบริโภครวมไปถึงฝักบัว ควรมีการบำรุงรักษาเพื่อลดการเจริญเติบโตของเชื้อ *Mycobacterium* หรือ *Legionella* โดยการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อทุก 6 เดือน เครื่องเติมอากาศอาจจะ

มีเชื้อแบคทีเรียเป็นจำนวนมาก เช่น *Pseudomonas aeruginosa* ดังนั้น เครื่องควรทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคในเครื่องเติมอากาศอย่างสม่ำเสมอ

2. ข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน การติดตามตรวจสอบ และแผนการแก้ไข

การฆ่าเชื้อโรค

ในการบำบัดน้ำนั้น การทำให้น้ำบริสุทธิ์หรือการฆ่าเชื้อโรคเป็นสิ่งจำเป็นควรเลือกวิธีการปฏิบัติที่ได้รับคำแนะนำโดย ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบตาม IHR 2005 ควรเป็นวิธีการที่ง่ายและสามารถดูแลโดยเจ้าหน้าที่และลูกเรือ การฆ่าเชื้อโรคจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อน้ำได้รับการกำจัดความขุ่นออกไปแล้วและสารที่มีผลต่อความต้องการสารฆ่าเชื้อโรคหรือสารที่มีคุณสมบัติทำให้สารฆ่าเชื้อโรคไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ ถูกกำจัดไปแล้ว อย่างไรก็ตาม การฆ่าเชื้อโรคนั้นอาจไม่สามารถกำจัดเชื้อโรคทั้งหมดได้ ตัวอย่าง เช่น น้ำอาจจะถูกปนเปื้อนได้ง่ายเนื่องจากมีปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้แล้วปรสิต เช่น *Cryptosporidium* ยังผลิตโอโอซิสต์ (oocysts) ซึ่งทนต่อการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน จึงจำเป็นต้องกำจัดออกด้วยการกรองหรือด้วยวิธีอื่น เช่น การใช้รังสียูวี

ในการแจกจ่ายน้ำทั้งระบบ ควรมีการรักษาระดับของสารฆ่าเชื้อโรคคงเหลือเพื่อจำกัดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้น้ำเกิดรสชาติและทำให้เส้นท่อและอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ สกปรก น่ารังเกียจ การรักษาปริมาณสารกำจัดเชื้อโรคคงเหลือ (เช่น คลอรีนอิสระ มากกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร) จะทำให้สามารถควบคุม *Legionella* spp.เป็นต้น นอกเหนือจากนี้สารคงเหลือจะฆ่าเชื้อก่อโรคที่อาจจะเข้ามาในระบบท่อด้วย

ในการใช้คลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคควรรักษาระดับปริมาณคลอรีนคงเหลือในน้ำให้เพียงพอ (โดยทั่วไปจะมีปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำประมาณ 0.5-1 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมี คลอรามีน (chloramine) ประมาณ 1 มิลลิกรัม/ลิตร ในระบบการแจกจ่ายน้ำหรือกักเก็บน้ำ

สารคลอรีน (เป็นสารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้มากที่สุด) คลอรีนคงเหลือควรไม่น้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร และ ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/ลิตร ในการฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพสารคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำควรมีอย่างน้อย 0.5 มิลลิกรัม/ลิตรและหลังจากที่คลอรีนสัมผัสน้ำ (contact time) อย่างน้อย 30 นาทีและค่า pH ต่ำกว่า 8.0 ทั้งนี้ควรรักษาระดับปริมาณคลอรีนคงเหลือโดยตลอดทั้งระบบของการแจกจ่ายน้ำ

ค่า pH ที่สูงกว่า 8.0 จะทำให้ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ควรใช้ชุดทดสอบเพื่อตรวจสอบค่า pH ก่อนที่จะเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค และชุดทดสอบระดับของคลอรีนอิสระ (free chlorine) และคลอรีนรวม (total Chlorine) ในระหว่างการฆ่าเชื้อโรคควรมีชุดทดสอบเหล่านี้อยู่บนเรือและใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคคงเหลือในน้ำที่ใช้ตามปกติจะไม่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรค หากมีเชื้อโรคเข้ามาในระบบจำนวนมาก ซึ่งการที่มีสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำไม่ได้หมายความว่าน้ำนั้นปลอดภัย ในทำนองเดียวกัน การที่ไม่มีสารฆ่าเชื้อโรคคงเหลือในน้ำก็ไม่ได้หมายความว่า น้ำนั้นจะไม่ปลอดภัย ถ้าหากแหล่งน้ำดิบมีความปลอดภัยและระบบการแจกจ่ายน้ำมีการป้องกันอย่างสมบูรณ์ พารามิเตอร์ที่ควบคุมกระบวนการ เช่น สารฆ่าเชื้อโรคที่

คงเหลือในน้ำจาก โรงผลิตน้ำ และก๊อกน้ำที่ไกลที่สุด (เช่น ดาดฟ้าเรือ) ควรได้รับการติดตามตรวจสอบด้วยความถี่ที่เพียงพอเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการควบคุมก่อนที่น้ำจะถึงมือผู้บริโภค ซึ่งถ้าเป็นไปได้ควรใช้การติดตามตรวจสอบด้วยเครื่องอัตโนมัติ

การที่ไม่มีสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างอยู่ในน้ำสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนข้ามไขว้ที่ดี อย่างไรก็ตามเชื้อโรคเชื้อไวรัสและปรสิตก่อโรคจำนวนมากสามารถต้านทานสารฆ่าเชื้อโรคที่มีระดับต่ำได้ ดังนั้น การฆ่าเชื้อโรคในน้ำไม่ควรขึ้นอยู่กับสารฆ่าเชื้อโรคคงเหลือในน้ำเพียงอย่างเดียวระดับสารฆ่าเชื้อโรคที่คงเหลือในระดับต่ำสามารถยับยั้งดัชนีชี้วัดด้านแบคทีเรีย เช่น *E.coli* และสารปนเปื้อนอื่นๆ ที่อาจจะมีอันตรายมากกว่าเชื้อก่อโรคที่คลอรีนในระดับต่ำที่ไม่สามารถกำจัดได้ ในบางกรณีการบำบัดด้วยวิธีการที่เรียกว่า Superchlorination จะถูกนำมาใช้เพื่อทำลายเชื้อโรคเชื้อไวรัส และปรสิตก่อโรคที่ต้านทานคลอรีนในระดับต่ำซึ่งไม่สามารถกำจัดได้ กระบวนการ Superchlorination จะเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นและระยะเวลา เช่น ปริมาณคลอรีนที่ใช้เพื่อให้เกิดปริมาณคลอรีนคงเหลือสุดท้าย ประมาณ 20 มิลลิกรัม/ลิตร หลังจากสัมผัสน้ำไป 1 ชั่วโมง

เมื่อใดก็ตามที่ถังเก็บน้ำดื่มและระบบน้ำบริโภคหรือส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งในระบบถูกนำไปซ่อมแซม แทนที่ หรือได้รับการปนเปื้อน จำเป็นต้องนำไปทำความสะอาด ฆ่าเชื้อโรค และล้างด้วยน้ำบริโภคก่อนที่จะนำกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อเครื่องกลั่นน้ำกับถังเก็บน้ำบริโภคหรือระบบน้ำบริโภค ท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องกลั่นน้ำและถังกักเก็บน้ำบริโภคและระบบน้ำบริโภค จะต้องได้รับการฆ่าเชื้อโรคและล้างด้วยน้ำบริโภค

ถ้ามีการใช้แสง UV ในการฆ่าเชื้อโรค อุปกรณ์ต่าง ๆ ควรจะได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานระดับชาติ อุปกรณ์ฆ่าเชื้อโรคด้วยแสง UV ต้องได้รับการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหมายรวมถึงการทำความสะอาดและการเปลี่ยนหลอดให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยปกติแล้วอุปกรณ์ UV จะถูกติดตั้งในแนวตั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของตะกอนบนหลอด การเลี่ยงไม่ผ่านอุปกรณ์ UV จะทำให้ความเสี่ยงในการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นทั้งระบบ ในกรณีที่น้ำมีความขุ่นสูงควรมีการกรองน้ำเบื้องต้นก่อนที่น้ำในระบบจะผ่านอุปกรณ์ UV เพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินการเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งควรตระหนักว่าน้ำทั้งหมดต้องสัมผัสโดยตรงกับแสง UV เพราะการใช้แสง UV จะไม่มีสิ่งใดหลงเหลืออยู่ในน้ำเพื่อกำจัดเชื้อโรคซึ่งแตกต่างกับคลอรีนที่มีคลอรีนอิสระคงเหลือเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อโรค

พารามิเตอร์ทางเคมี

อุณหภูมิ pH ความกระด้างและสภาพด่าง พารามิเตอร์เหล่านี้จะต้องถูกควบคุมให้มีค่าที่เหมาะสมกับน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อลดการกัดกร่อน การละลาย หรือการละลายที่อาจเกิดขึ้นได้จากโลหะต่างๆ เช่น ตะกั่ว นิกเกิล เหล็ก แคดเมียม หรือทองแดง ที่สามารถละลายหรือถูกชะล้างจากวัสดุหรืออุปกรณ์บางชนิดลงไปในน้ำและทำให้เกิดรสชาติ ที่ไม่พึงประสงค์ หรือในบางกรณีก็เกิดปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ ทองแดงหรือเหล็กที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดรสชาติของโลหะ ทองแดงมีผลต่อกระเพาะอาหารและลำไส้หรือปัญหาอื่นที่คาดไม่ถึง และสารตะกั่วที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการรับรู้ ในเด็กที่ได้รับสารนี้เข้าไปในปริมาณที่มากและเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เป็นโรคสมาธิสั้นได้ ตามคู่มือ GDWQ ค่าแนะนำสำหรับทองแดง คือ

2 มิลลิกรัม/ลิตร เหล็กสามารถพบได้จากรสชาติของน้ำที่มีประมาณ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร และตะกั่ว (ชั่วคราว) มีค่าแนะนำอยู่ที่ 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร นอกเหนือไปกว่านั้นการติดตามตรวจสอบโลหะในน้ำ ควรมีแผนงานและวิธีการควบคุมการกัดกร่อนของโลหะในน้ำที่เหมาะสมและเกิดประสิทธิผล

สารฆ่าเชื้อโรคที่เหลืออยู่ในน้ำควรมีการติดตามตรวจสอบตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการก่อนมีการจ่ายน้ำออกไป

พารามิเตอร์ทางกายภาพและด้านอรรถรสของน้ำ

ควรมีการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) ของน้ำ เพราะเมื่อใดก็ตามที่มีการผลิตน้ำบนเรือ ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำมากๆจะเป็นข้อมูลที่แสดงถึงการทำงานของระบบคืนกลับแร่ธาตุ (remineralization) ที่ผิดปกติ

ความขุ่น (Turbidity) ในน้ำดื่มบนเรือสามารถบ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากสารชีวภาพหรือฝุ่นที่เข้ามาในระหว่างการจัดส่งน้ำ

สิ่งที่ไม่พึงปรารถนาของรสชาติ สี หรือกลิ่นเหม็น ไม่ควรเกิดขึ้นในน้ำดื่ม พารามิเตอร์ด้านอรรถรสที่ไม่พึงปรารถนา อย่างเช่น รสชาติ สี หรือกลิ่นเหม็นที่แสดงออกมาจากหลังจากที่น้ำได้รับการบำบัดแล้ว อาจจะบ่งบอกถึงการกัดกร่อนหรือการปนเปื้อนข้ามไขว้ การปนเปื้อนด้วยสิ่งแปลกปลอมของสารในระหว่างขนถ่ายน้ำไปยังเรือ ท่อน้ำไม่ดีพอสำหรับสภาพแวดล้อมบนเรือ การร้องเรียนเกี่ยวกับพารามิเตอร์ด้านอรรถรส (กลิ่น, สี หรือรสชาติ) ควรจะกระตุ้นให้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำเพิ่มเติม และอาจจะบ่งบอกถึง ความต้องการติดตามตรวจสอบความขุ่นให้มากขึ้น พารามิเตอร์ดังที่กล่าวมาแล้วเป็นสิ่งที่แสดงถึงความต้องการในการค้นหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขให้เหมาะสมเพื่อที่น้ำบนเรือจะเหมาะสำหรับดื่มและยังเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้น้ำที่ไม่ได้รับการยอมรับด้านอรรถรสไม่ควรนำมาใช้บริโภค และผู้โดยสารและลูกเรืออาจจะเลือกบริโภคน้ำอื่นมาแทนน้ำที่มีความปลอดภัยน้อยกว่า

น้ำเย็นโดยทั่วไปมักเป็นที่พอใจของผู้บริโภคมากกว่าน้ำอุ่น และอุณหภูมิจะมีผลกระทบต่อการยอมรับปริมาณของ สารอนินทรีย์อื่น ซึ่งอาจจะส่งผลต่อรสชาติ อุณหภูมิน้ำที่สูงจะส่งผลให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตและอาจเพิ่มปัญหาเกี่ยวกับรสชาติ กลิ่น สี และปัญหาการกัดกร่อนได้ (WHO, 2011)

การเกิดขึ้นของ *Legionella* spp. ปริมาณสูงในน้ำดื่มนั้นสามารถป้องกันได้จากการดำเนินการตามมาตรการจัดการคุณภาพของน้ำขั้นพื้นฐาน รวมถึงการรักษาอุณหภูมิของน้ำที่ขนส่งทางท่อในเขตที่มี *Legionella* spp. ปริมาณสูง ซึ่งจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเมื่อมีอุณหภูมิที่ 25-50 °C หากต้องการป้องกันการเจริญเติบโตของ *Legionella* spp. ให้สำเร็จจะต้องมีการติดตั้งเครื่องทำความร้อนและมั่นใจว่าจะมีการส่งน้ำร้อนไปที่ก๊อกต่างๆ ที่อุณหภูมิมากกว่า 50 °C (อาจใช้วิธีการกำหนดอุณหภูมิให้สูงกว่า 55 °C ตามจุดและเส้นท่อของระบบการไหลเวียนน้ำร้อน) ฉนวนกันความร้อนของท่อและถังเก็บน้ำทั้งหมด ต้องมั่นใจว่าจะสามารถรักษาอุณหภูมิในช่วง 25-50 °C ได้ อย่างไรก็ตามการรักษาอุณหภูมิของน้ำให้ได้ตามที่กำหนดในระบบน้ำร้อนสูงกว่า 50 °C อาจส่งผลให้ใช้พลังงานมากขึ้นและมีความเสี่ยงต่อการถูกน้ำร้อนลวกในเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และผู้พิการทางด้านจิตใจ การควบคุมคุณภาพในระบบการจ่ายน้ำเย็น ควรรักษาอุณหภูมิทั้งระบบตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทางให้ต่ำกว่า 25 °C อย่างไรก็ตาม วิธีนี้อาจจะไม่สามารถทำได้ตลอดทั้งระบบโดยเฉพาะในสภาพอากาศร้อน วิธีการที่

จะสามารถควบคุม *Legionella* spp. ตั้งแต่ต้นทางที่แจกจ่ายน้ำตามท่อรวมถึงถังกักเก็บน้ำจะต้องเติมสารฆ่าเชื้อโรคคงเหลือให้มีค่าสูงกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร ในกรณีนี้ การฆ่าเชื้อ *Legionella* spp สามารถใช้แสง UV โดยติดตั้งในระบบแจกจ่ายน้ำเพื่อลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน ของเชื้อ *Legionella* spp ซึ่งการไหลของน้ำในระบบจ่ายน้ำควรได้รับการดูแลในช่วงเวลาระหว่างที่กิจกรรมการใช้น้ำลดลง (Bartram *et al*., 2007)

การป้องกันการไหลย้อนกลับ

เมื่อน้ำบริโภคถูกส่งไปยังระบบน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภคเนื่องจากแรงดันของน้ำได้ ระบบควรได้รับการป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำโดยใช้อุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อน (blackflow preventor) หรือ ใช้ช่องอากาศ (air gaps) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ถ้าอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับไม่ทำงานหรือมีความเสียหายเกิดขึ้น อาจนำไปสู่การปนเปื้อนของเชื้อโรคในระบบน้ำได้ ดังนั้น บนเรือควรมีแผนการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดหาจุดเชื่อมต่อที่ปลอดภัยไปยังระบบน้ำบริโภคผ่านทางช่องอากาศหรืออุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับที่เหมาะสมในบริเวณที่มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนสูง

เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อน ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบน้ำบริโภคนั้นไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภค เพื่อให้เป็นไปตามข้อแนะนำนี้ ระบบน้ำล้น ช่องระบายอากาศ และท่อระบายน้ำจากถังเก็บน้ำ และท่อระบายน้ำ จากระบบแจกจ่ายน้ำต้องไม่เชื่อมต่อกับท่อระบายน้ำเสียโดยตรง เมื่อท่อระบายน้ำขยายไปทางด้านล่างของเรือ ต้องกำหนดระยะจุดสิ้นสุดของท่อน้ำเหนือแผ่นเหล็กต่อเรือด้านในหรือเหนือจุดสูงสุดของท้องเรือในกรณีที่ไม่มีแผ่นเหล็กต่อเรือ เว้นแต่ว่าการไหลย้อนกลับจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ต้องติดตั้งช่องอากาศและกรวยรับน้ำในเส้นท่อเมื่อต้องการปล่อยน้ำไปยังถังเก็บน้ำแบบปิดที่ไม่ได้ใช้บริโภคไปยังท่อระบายน้ำบนดาดฟ้าหรือท่อระบายน้ำจากสุขภัณฑ์ใช้น้ำต่างๆ การวางท่อน้ำบริโภคต้องไม่ผ่านใต้ท่อหรือถังน้ำโสโครก หรือท่อหรือถังเก็บของเหลวอื่นที่ไม่สามารถบริโภคได้ เส้นท่อในระบบแจกจ่ายน้ำรวมถึง ท่อดูดของเครื่องสูบน้ำบริโภคควรต้องไม่เชื่อมต่อข้ามไปยังระบบท่อหรือถังเก็บน้ำของระบบน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภค เส้นท่อน้ำบริโภคต้องไม่ถูกวางจมอยู่ในน้ำใต้ท้องเรือหรือผ่านถังเก็บของเหลวที่ไม่สามารถบริโภคได้

ตัวอย่างพื้นที่ที่อาจต้องใช้ระบบป้องกันการไหลย้อน คือ

1. ท่อส่งน้ำบริโภคไปยังสระว่ายน้ำ อ่างน้ำวน อ่างอาบน้ำอุ่น อ่างอาบน้ำ ฝักบัวและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆที่คล้ายกัน
2. เครื่องที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับภาพถ่าย
3. ท่อน้ำในร้านเสริมสวยและร้านตัดผม
4. เครื่องบดขยะ
5. ห้องพยาบาลและห้องซักรีด
6. ถังรองรับการขยายตัวน้ำในเครื่องปรับอากาศ
7. ถังป้อนสำหรับหม้อต้มน้ำ
8. น้ำระบบดับเพลิง
9. ห้องน้ำ
10. ระบบน้ำอับเฉา ทั้งน้ำจืดและน้ำทะเล
11. พื้นที่น้ำท้องเรือหรือน้ำเสียอื่นๆ

12. พื้นที่เชื่อมต่อชายฝั่งระหว่างประเทศ
13. พื้นที่เชื่อมต่ออื่นๆระหว่างระบบน้ำบริโภคและน้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภค

อุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนในแต่ละจุดควรกำหนดเวลาเพื่อรับการตรวจสอบและบริการตามคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต ป้องกันอุปกรณ์ขัดข้อง ให้เกิดความสะดวกในการตรวจสอบ อุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนควรถูกตั้งไว้ในพื้นที่ที่เข้าถึงง่าย อุปกรณ์มาตรฐานเพื่อป้องกันการไหลย้อนและอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อป้องกันการไหลของน้ำจากเรือสู่ฝั่งนั้นต้องติดตั้งไว้บนเรือทุกลำ และอาจจำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบระบายน้ำป้องกันการแข็งตัวของน้ำด้วย ลูกเรือจำเป็นต้องรับภาระในการตรวจสอบและทดสอบเป็นประจำ ถึงความพร้อมในการใช้งานของอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อน จุดเชื่อมต่อข้าม จุดรั่ว ท่อที่ชำรุด ความดัน และปริมาณสารกำจัดเชื้อโรคคงเหลือ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ควรจะถูกปฏิบัติเป็นประจำและนำไปรวมอยู่ในโปรแกรมตรวจสอบสุขาภิบาล (comprehensive sanitary inspection programme)

ช่องว่างอากาศต้องถูกติดตั้งไว้ในท่อระบายน้ำจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งแต่ละชนิด เช่น หน่วยทำความเย็นและโรงพยาบาลทั้งหมด การเตรียมอาหารและอุปกรณ์บริการอาหาร เมื่อท่อระบายน้ำในระบบได้รับน้ำเสียหรือของเสียจากโรงพยาบาล ท่อระบายน้ำต้องเป็นอิสระจากท่ออื่นๆและเป็นอิสระจากระบบระบายน้ำอื่นๆด้วย

ระบบสุขาภิบาลหรือระบบน้ำบนเรือนั้นรวมถึงเครื่องสูบน้ำ ท่อและอุปกรณ์ติดตั้งทั้งหมดควรแยกกันระหว่างระบบน้ำบริโภคและระบบน้ำล้าง ก๊อกน้ำและจุดน้ำออกในระบบสุขาภิบาลต้องมีข้อความระบุไว้อย่างชัดเจนว่า “ห้ามดื่ม” “UNFIT FOR DRINKING” โถปัสสาวะที่ติดตั้งควรเป็นประเภทฉีดน้ำ (Jet type) และเส้นท่อสำหรับน้ำบริโภคหรือน้ำล้างควรติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนด้วย

เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม น้ำเค็มที่ใช้ในอ่างอาบน้ำและฝักบัวควรจะต่ออย่างอิสระ โดยไม่มีการต่อข้ามเส้นท่อไปยังระบบน้ำบริโภคหรือระบบน้ำล้าง

เมื่อเรือไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้เครื่องสูบน้ำ เรืออาจจะต่อท่อระบบดับเพลิงไปยังระบบน้ำบริโภคบนฝั่ง ถ้าหากระบบไฟฟ้าบนเรือได้รับการซ่อมแซมแล้วในขณะที่ท่อยังคงเชื่อมต่ออยู่ น้ำที่ไม่ใช่น้ำบริโภคจากระบบดับเพลิงบนเรืออาจจะถูกสูบไปยังระบบน้ำบริโภคบนฝั่งโดยไม่ได้ตั้งใจ ซึ่งควรมีมาตรการตรวจสอบเพื่อทำให้มั่นใจว่าเหตุการณ์นี้จะไม่เกิดขึ้น

การทวนสอบระบบการติดตามตรวจสอบ

การตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นประจำเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องดำเนินการเพื่อแสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำที่ส่งไปยังท่าเรือและระบบน้ำบริโภคบนเรือไม่ได้ปนเปื้อนอุจจาระหรือจุลินทรีย์และสารเคมีอันตรายอื่นๆ การติดตามตรวจสอบแต่ละพารามิเตอร์อยู่เป็นประจำมีความจำเป็นเพื่อให้มั่นใจว่าน้ำมีความปลอดภัย เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของห่วงโซ่ การขนถ่ายน้ำมีโอกาสทำให้น้ำปนเปื้อน การติดตามตรวจสอบต้องมีการระบุว่า ตรวจสอบอะไร อย่างไร เมื่อไร และใครเป็นผู้ปฏิบัติ จุดสำคัญสำหรับการควบคุมขั้นตอนการดำเนินงาน คือ ควรเป็นวิธีการวัดอย่างง่ายที่ต้องทำทางออนไลน์และในภาคสนาม ส่วนใหญ่แล้ว การติดตามตรวจสอบตามปกติจะขึ้นอยู่กับการสังเกตการณ์อย่างง่ายหรือการทดสอบที่สามารถเป็นตัวแทนได้ เช่น การทดสอบความขุ่นหรือทดสอบทางกายภาพมากกว่าการทดสอบทางเคมีหรือทดสอบทางจุลินทรีย์ที่ซับซ้อน ควรตรวจสอบโครงสร้าง (เช่น ตรวจสอบ

รอยแยกของตัวกรองและการรั่วของท่อ การชำรุดของอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต) ตัวกรองน้ำควรได้รับการเปลี่ยน หรือ ล้างย้อน ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ก๊อกน้ำ และ ฝักบัวที่ไม่ค่อยได้ใช้งานควรจะเปิดให้น้ำไหลผ่านอย่างสม่ำเสมอ เพื่อหลีกเลี่ยงการเติบโตของจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำที่ค้างอยู่ภายในซึ่งได้มีการอธิบายไว้ในแผน WSP ต้องมีการตรวจสอบการฆ่าเชื้อโรคโดยควรติดตามตรวจสอบโดยใช้ระบบออนไลน์ เพื่อวัดค่าสารฆ่าเชื้อโรคคงเหลือในน้ำ ความขุ่น pH และอุณหภูมิ รวมถึงต้องตรวจสอบระบบการป้อนกลับข้อมูลโดยตรง และระบบควบคุมด้วย เนื่องจากการทดสอบดังกล่าว สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วจึงมักต้องการการทดสอบทางจุลินทรีย์ด้วย ซึ่งเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในการติดตามตรวจสอบจำเป็นต้องได้รับการสอบเทียบเพื่อความแม่นยำและได้รับการตรวจสอบการอ่านค่า ค่าที่อ่านได้ต้องมีการบันทึกในลักษณะของเอกสาร การสำรวจสุขลักษณะของระบบกักเก็บและระบบแจกจ่ายน้ำเป็นระยะ เป็นส่วนสำคัญของแผน WSP ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายไม่สูงในการดำเนินการและสามารถดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำได้อย่างสม่ำเสมอ

การดำเนินการตรวจสอบจำเป็นต้องให้ข้อมูลในเวลาที่เหมาะสมที่จะสามารถดำเนินการแก้ไขเพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการควบคุมนี้จะป้องกันการปนเปื้อนของน้ำจากการเข้าถึงของผู้โดยสารและลูกเรือได้

พารามิเตอร์ด้านอรรถรส เช่น กลิ่น สี หรือ รสชาติจะถูก “วัด” ผ่านการร้องเรียนของผู้บริโภค แม้ว่าลูกเรืออาจจะมี การตรวจสอบพารามิเตอร์เหล่านี้เป็นระยะ แต่พารามิเตอร์เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลเนื่องจากแต่ละคนมีความรู้สึกที่แตกต่างกัน

บางประเทศอาจมีการขอให้ตรวจสอบพารามิเตอร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากที่แนะนำในคู่มือ GDWQ ด้วยเหตุผลด้านการดำเนินงานและข้อบังคับภายในเขตอำนาจตามกฎหมายของประเทศนั้นๆ ผู้ควบคุมท่าเทียบเรือและผู้ควบคุมเรือ ควรตรวจสอบกับหน่วยงานท้องถิ่นว่าจำเป็นต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมนี้หรือไม่ ซึ่งสิ่งนี้ควรรวมอยู่ในแผน WSP ด้วย

การสอบสวนและแผนการแก้ไข

ในกรณีที่เกิดการปนเปื้อนของน้ำบนเรือ ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ควบคุมเรือควรแจ้งให้บุคคลบนเรือทราบว่าอาจจะได้รับผลกระทบจากมาตรการลดผลกระทบเร่งด่วนหรือการเปลี่ยนการจัดหาน้ำสำรองจากแหล่งอื่น การปฏิบัติการที่เหมาะสมอาจรวมถึงการบำบัดน้ำเพิ่มเติม หรือ การล้างและฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์ขนถ่ายหรือถังกักเก็บน้ำบนเรือ

การปฏิบัติการแก้ไขต้องถูกพัฒนาขึ้นโดยเฉพาะ สำหรับแต่ละมาตรการควบคุมในแผน WSP เพื่อจัดการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น การปฏิบัติการต้องทำให้มั่นใจว่าจุดควบคุมนั้น อยู่ภายใต้การควบคุม อาจรวมถึงการซ่อมแซม ตัวกรองที่ชำรุด การซ่อมแซมหรือการเปลี่ยนท่อหรือ ถัง หรือ การแตกหักของท่อเชื่อมต่อข้ามไขว้

ความสามารถในการเปลี่ยนแหล่งน้ำสำรองชั่วคราวเป็นหนึ่งในวิธีการแก้ไขที่มีประโยชน์ที่สุดแต่ก็อาจจะทำไม่ได้ทุกครั้ง ซึ่งอาจจำเป็นต้องมีแผนสำรองสำหรับการฆ่าเชื้อโรคด้วย

การดำเนินการสอบสวนและการตอบสนองควรจะใช้การทบทวนสิ่งที่บันทึกไว้หรืออาจจะรวมถึง แผนการแก้ไขที่ครอบคลุมมากขึ้น การดำเนินการแก้ไขควรเกี่ยวข้องกับเครื่องจักร การดำเนินงานหรือขั้นตอนในระบบการจัดหาน้ำที่มีค่าต่างๆเกินค่าจำกัดหรือค่าแนะนำ ในกรณีของการแก้ไขปัญหาที่เครื่องจักรนั้นควรจะมีแนวทางปฏิบัติที่รวมถึง การบำรุงรักษา การปรับปรุงหรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ สำหรับกรณีของการแก้ไขปัญหาที่การดำเนินงานนั้นควรมีแนวทางปฏิบัติที่ครอบคลุมถึงการเปลี่ยนแปลงการจัดหาน้ำและเปลี่ยนอุปกรณ์ ส่วนกรณี การแก้ไขปัญหาที่ขั้นตอนการดำเนินงานนั้น เช่น การปฏิบัติที่ไม่เหมาะสม ควรจะจัดทำหรือเปลี่ยนแปลงเอกสารคู่มือปฏิบัติงานและโปรแกรมการฝึกอบรมให้แก่พนักงานใหม่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงใดๆนี้ควรจะถูกรวมเข้าไว้ในแผน WSP ด้วย

ควรแจ้งหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบภายใต้ IHR 2005 ให้ทราบเมื่อใดก็ตามที่มีการกำหนดโดยข้อบังคับระดับชาติเกี่ยวกับท่าเรือและควรรายงานการเจ็บป่วยทุกกรณีและ/หรือปัญหาที่ซับซ้อนบนเรือ การรายงานการเจ็บป่วยและปัจจัยทางสุขาภิบาลที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชน (เช่น ระบบน้ำที่มีสภาพไม่ดี) เป็นข้อผูกพันระหว่างประเทศภายใต้การกำกับดูแลของ IHR 2005

ควรมีการกำกับดูแลการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหา ให้มั่นใจว่าการปฏิบัตินั้นเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้และรวดเร็ว เพียงพอที่จะลดการรับสัมผัสในผู้เดินทางและลูกเรือ ซึ่งการกำกับดูแลนี้ควรจะดำเนินการโดยหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบ เช่น หน่วยงานด้านข้อบังคับ

การดำเนินการแผนฉุกเฉินหรือการปฏิบัติการสำรองอาจมีความจำเป็น เช่น การจัดหาน้ำจากแหล่งน้ำสำรอง ซึ่งในระหว่างการปฏิบัติการเหล่านี้ควรเพิ่มการติดตามตรวจสอบน้ำ

3. การจัดการและการสื่อสาร

การติดตามตรวจสอบ

การติดตามตรวจสอบน้ำบริโภคบนเรือนั้นจะดำเนินการในสถานที่ที่ถูกเลือกเพื่อให้มั่นใจว่าบุคคลที่อยู่ บนเรือจะได้รับน้ำสะอาด ขั้นตอนการทวนสอบนั้นควรจะเพียงพอที่จะให้การรับรองว่าคุณภาพน้ำนั้นได้รับการดูแลหรือฟื้นฟูจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัย สิ่งสำคัญ คือ ต้องแยกการทวนสอบออกจากการวัดค่าที่มีซับซ้อนน้อยกว่า เช่น การทดสอบแบบง่าย และการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนในห้องปฏิบัติการเคมี เช่น การสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ ทางจุลชีววิทยาและทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ในขณะที่มีการทดสอบแบบง่าย (เช่น การทวนสอบและการดำเนินการติดตามตรวจสอบค่า pH และคลอรีนในน้ำอย่างสม่ำเสมอ) สามารถดำเนินการทวนสอบได้โดยการฝึกอบรมที่เหมาะสมและเจ้าหน้าที่เรือที่มีความสามารถ สำหรับการสุ่มตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบด้านเคมีและจุลชีววิทยาที่ซับซ้อนนั้น ควรให้บุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมเป็นอย่างดีจากผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่ผ่านการรับการรับรองด้านห้องปฏิบัติการ ควรใช้ขวดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม (เช่น ขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อและบรรจุโซเดียมไธโอซัลเฟตสำหรับตัวอย่าง ทางจุลชีววิทยาหรือใช้ขวดพลาสติก Polyethylene สำหรับตัวอย่างที่วิเคราะห์ด้านเคมี) เท่านั้น โดยปกติแล้วตัวอย่างจะถูกส่งไปที่ท่าเรือเพียงแห่งเดียวแล้วเรือจะออกจากท่าเทียบเรือในขณะที่รอผลการวิเคราะห์ บ่อยครั้งที่จะมีการ แปลผลการวิเคราะห์ที่ท่าเทียบเรือแห่งถัดไป และดังนั้นแผนการสุ่มตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่างจึงควรเป็นไปตามมาตรฐาน (เช่น ตาม ISO 19458) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ในระดับสากล

แผนการสุ่มตัวอย่างที่เป็นสากลควรถูกพัฒนาสำหรับเรือแต่ละลำ โดยขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของระบบ น้ำบริโภคบนเรือ อย่างน้อยที่สุดควรจะเก็บตัวอย่างน้ำโดยตรงจากถังกักเก็บน้ำ (การสุ่มตัวอย่างก๊อกน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็น) และอีกหนึ่งตัวอย่างจากจุดที่ไกลที่สุดในระบบแจกจ่ายน้ำ (เช่น ก๊อกน้ำที่ดาดฟ้าเรือ) ตัวอย่างน้ำจากถังเก็บน้ำจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำที่จัดหามาสำหรับเรือ ในขณะที่น้ำจากดาดฟ้าเรือจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำสำหรับผู้บริโภค ถ้าหากตัวอย่างทั้งสองถูกเก็บพร้อมกันและนำข้อมูลทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน ก็จะเป็นข้อมูลสำคัญที่ส่งผลต่อระบบแจกจ่ายน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและมีค่าใช้จ่ายต่ำในการได้ภาพรวมสถานะของระบบ

คู่มือการสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ด้านเคมี ฟิสิกส์ และด้านจุลชีววิทยา นั้นสามารถหาได้จากเล่มที่ 3 ของ 2nd edition of the GDWQ, *Surveillance and control of community supplies* (WHO, 1997) และใน ISO 19458:2006 – Water quality – Sampling for microbiological analysis. (การสุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา)

ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับแผนสุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง พารามิเตอร์มาตรฐานและค่ากำหนดดำเนินการ (action trigger) แสดงอยู่ในหัวข้อ 2.2.4

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริโภคในห้องปฏิบัติการ ควรกระทำตามมาตรฐานคุณภาพสากล (เช่น ISO/IEC 17025)

มีข้อแนะนำให้ติดตามตรวจสอบ *E. coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliforms ที่บริเวณก๊อกที่เป็นตัวแทน (เช่น เครื่องทำน้ำพุเย็นสำหรับดื่ม) การติดตามตรวจสอบควรดำเนินการในบริเวณที่จัดให้บริการหลักแต่ละจุดนอกเหนือจากการตรวจสอบจุดที่ตรวจวัด E. coli ปกติในขณะที่ให้บริการ

Heterotrophic Plate Count (HPC.) ก็สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทั่วไปในระบบแจกจ่ายน้ำได้ การเพิ่มขึ้นของ HPC ชี้ให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนหลังการบำบัด แบคทีเรียทั้งหมดเจริญเติบโตขึ้นอีกครั้งภายในอุปกรณ์จัดส่งน้ำภายในระบบการแจกจ่ายน้ำ หรือปรากฏเป็นคราบและเป็นไบโอฟิล์มอยู่ในระบบ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของ HPC เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐานในอดีตควรจะตัดสินใจดำเนินการตรวจสอบ (trigger action) และหากจำเป็นให้แก้ไขสถานการณ์ดังกล่าวด้วย

การทดสอบแบคทีเรีย *Legionella* คือ รูปแบบหนึ่งของการทวนสอบว่าการควบคุมยังได้ผลดีอยู่ ซึ่งควรทำการทดสอบเป็นระยะๆ เช่น รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี ขึ้นอยู่กับชนิดของสภาพแวดล้อมบนเรือและบรรยากาศของเส้นทางการเดินเรือ การทดสอบนี้ไม่ควรจะแทนที่หรือเน้นความสำคัญของการควบคุมล่วงหน้า นอกจากนี้การทดสอบนี้ต้องอาศัยความชำนาญและจำเป็นต้องดำเนินการโดยใช้ห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์อย่างเหมาะสมและมีเจ้าหน้าที่ที่มีประสบการณ์ การสุ่มตัวอย่างเพื่อทวนสอบควรมุ่งเน้นระบบที่อยู่ปลายสุดและเป็นที่ที่มีความเสี่ยงสูง

เมื่อ *Pseudomonas aeruginosa* เป็นสาเหตุของการติดเชื้อได้หลากหลาย แต่ไม่ค่อยทำให้เกิดการติดเชื้อที่รุนแรงต่อสุขภาพมนุษย์โดยไม่มีปัจจัยอื่นๆ การเพิ่มจำนวนของเชื้อทำให้เกิดความเสียหายในบริเวณต่างๆ เช่น

ผิวหนังไหม้และแผลผ่าตัด ระบบทางเดินหายใจของคนที่มีโรคประจำตัวและดวงตาที่มีความเสียหายทางกายภาพ จากบริเวณเหล่านี้เชื้อโรคอาจจะลุกลามไปยังร่างกาย เป็นสาเหตุให้เซลล์ถูกทำลายหรือภาวะโลหิตเป็นพิษและเยื่อหุ้มสมองอักเสบ เช่น *Pseudomonas aeruginosa* สามารถเพิ่มจำนวนได้ในน้ำและบนพื้นผิวของสารอินทรีย์ที่สัมผัสกับน้ำ *Pseudomonas* สามารถพบได้บ่อยในเครื่องเติมอากาศและฝักบัวอาบน้ำ ซึ่งการที่มี *P. aeruginosa* จำนวนมาก ในน้ำบริโภคอาจทำให้เกิดข้อร้องเรียนด้านรสชาติ กลิ่น และความขุ่น หากมีหลักฐานว่ามีน้ำค้างท่อเป็นเวลานาน หรือการบำรุงรักษาก๊อกและฝักบัวไม่เหมาะสม (โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ทางการแพทย์) ควรมีการตรวจสอบ การเกิด *P. aeruginosa* ด้วย

ความเป็นพิษของสารเคมีในน้ำบริโภคบนเรือ ได้แก่ โลหะ เช่น ตะกั่ว นิกเกิล เหล็ก แคดเมียม หรือทองแดง หรือสารเคมีอื่นๆ ที่อาจละลายออกมาจากระบบแจกจ่ายน้ำไปยังน้ำบริโภคซึ่งอาจส่งผลให้น้ำมีรสชาติไม่ดี หรือในบางกรณีทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ สำหรับเรือที่ผลิตน้ำเองจากน้ำทะเลอาจจะมีสารเคมีอื่นๆ ที่ต้องกังวล เช่น โบรอนและโบรไมด์ การเลือกสารเคมีที่จะติดตามตรวจสอบนั้นขึ้นกับสถานการณ์ ซึ่งตัวอย่างน้ำทั้งหมดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน GDWQ หรือมาตรฐานระดับชาติ (แล้วแต่ว่ามาตรฐานที่สูงกว่า) สำหรับสารเคมีที่มีศักยภาพทำให้เกิด ผลกระทบต่อการรับสัมผัสเรื้อรัง (chronic exposure) อย่างมีนัยสำคัญ

ในบางสถานการณ์ควรเพิ่มความถี่ในการติดตามตรวจสอบในช่วงเวลาที่จำเป็นต้องพิจารณาแผนปฏิบัติการแก้ไข และ/หรือให้การรับรองว่าพารามิเตอร์ที่วัดนั้นได้รับการดูแลรักษาหรือทำให้กลับไปสู่ระดับที่ปลอดภัย เช่น สถานการณ์ที่ต้องเพิ่มการติดตามตรวจสอบ คือ ผลบวกของ *E.coli* หรือ thermotolerant (faecal) coliform สภาพความขุ่นที่มากเกินไป เหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของ HPC และ กิจกรรมการบำรุงรักษาที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ

การรวบรวมข้อมูล

ควรเก็บเอกสารการติดตามตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพและการวิเคราะห์เมื่อเกิดเหตุการณ์ ควรแสดงเอกสารแก่เจ้าหน้าที่ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบ IHR 2005 ทุกครั้งที่มีการร้องขอ

เอกสารการตรวจสอบ การบำรุงรักษา การทำความสะอาด การฆ่าเชื้อโรค (รวมถึงความเข้มข้นและระยะเวลาสัมผัสของสารฆ่าเชื้อโรค) และการล้างน้ำ (Flushing) ควรเก็บไว้เป็นเวลา 12 เดือน และพร้อมสำหรับการตรวจสอบ

การฝึกอบรม

ลูกเรือควรได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในประเด็นทั้งหมดของการดำเนินการและการบำรุงรักษาระบบ การสุ่มตัวอย่างพื้นที่การฝึกอบรมโดยเฉพาะ คือ ขั้นตอนการเก็บน้ำในถังเก็บน้ำจากฝั่ง การผลิตน้ำบนเรือ อุณหภูมิของน้ำและน้ำค้างท่อ (stagnation) การบำรุงรักษาระบบน้ำ และองค์ประกอบทั้งหมดของการบำบัดน้ำ

2.2.4 แนวทางการปฏิบัติ 2.4 การเฝ้าระวังโดยอิสระ

แนวทาง 2.4 การเฝ้าระวังความสะอาดของน้ำบริโภคโดยอิสระถูกปฏิบัติโดยหน่วยงานผู้มีหน้าที่รับผิดชอบภายใต้ IHR 2005

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.4

1. มีขั้นตอนการตรวจสอบดำเนินการโดยหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบภายใต้ IHR 2005
2. มีเอกสารและการดำเนินการของแผน WSP ที่ได้รับการทบทวนและมีผลการป้อนกลับข้อมูล (feedback)
3. มีหน่วยงานอิสระภายใต้ IHR 2005 ตอบสนองเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

ข้อสังเกตสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 2.4

ข้อจำกัดหนึ่งของการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ คือ ในช่วงเวลาที่ตรวจสอบพบว่ามีการปนเปื้อนนั้นน้ำที่ปนเปื้อน อาจถูกบริโภคแล้ว ดังนั้น ควรเพิ่มการเฝ้าระวังที่เหมาะสมโดยกระบวนการตรวจสอบคุณภาพน้ำบนเรือและที่ท่าเรือ โดยผู้ตรวจประเมิน

การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำบนเรือถือเป็นกิจกรรมการตรวจสอบหาความจริงที่ดำเนินการขึ้นเพื่อบ่งชี้และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพที่เป็นผลมาจากการใช้หรือการบริโภคน้ำบริโภคบนเรือ การเฝ้าระวังจะปกป้องสุขภาพของประชาชนโดยการส่งเสริมให้มีการพัฒนาคุณภาพ ปริมาณ การเข้าถึงและการจัดหาน้ำบริโภคอย่างต่อเนื่อง คู่มือนี้ระบุถึงการเฝ้าระวังปัจจัยเหล่านี้เท่านั้นแต่ไม่ได้ระบุถึงการเฝ้าระวังที่เกี่ยวข้องกับการติดตามตรวจสอบหรือการตอบสนองต่อการระบาดของโรคหรือการเกิดโรคอื่นๆ (เช่น การเฝ้าระวังสุขภาพของมนุษย์)

ระดับการเฝ้าระวังคุณภาพของน้ำดื่มมีความแตกต่างกันมาก การเฝ้าระวังจะถูกพัฒนาและขยายผลอย่างต่อเนื่องโดยการปรับระดับให้เข้ากับสถานการณ์ท้องถิ่นและทรัพยากรทางเศรษฐกิจด้วย การค่อยๆ นำไปปฏิบัติการรวบรวมและการพัฒนาโปรแกรมไปสู่ระดับที่ต้องการในที่สุด เมื่อมีการยอมรับแผน WSP แล้ว หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบภายใต้ IHR 2005 ภายในเขตอำนาจตามกฎหมายอาจจะรับผิดชอบในการเฝ้าระวังซึ่งอาจหมายรวมถึงการเก็บตัวอย่างน้ำโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างและการตรวจประเมินโปรแกรม WSP

ถึงแม้ว่าคู่มือนี้จะระบุแนวทางเฝ้าระวังโดยหน่วยงานที่กำกับดูแล แต่ได้มีการอภิปรายถึงหลายๆ แนวคิดว่าการเฝ้าระวังเหล่านี้ควรถูกนำไปใช้โดยผู้จัดหาเช่นกันเพื่อทำให้เกิดความเชื่อมั่นว่าแผน WSP นี้ได้รับการปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ

1. การกำหนดขั้นตอนปฏิบัติงาน

ในกรณีส่วนใหญ่แล้วการเฝ้าระวังจะประกอบด้วย การตรวจสอบสุขาภิบาลขั้นต้นตามแผน WSP ซึ่งจะตรวจสอบในท่าเทียบเรือ สิ่งอำนวยความสะดวกในการลำเลียงน้ำหรือในเรือ การตรวจสอบทางสุขาภิบาล คือ เครื่องมือ เพื่อประเมินสถานะของโครงสร้างพื้นฐานในการจัดหาน้ำและระบุข้อบกพร่องที่แท้จริง หรือข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้นและควรดำเนินการเป็นประจำ ผู้ตรวจสอบด้านสุขภาพของรัฐควรจะมีอำนาจในการดำเนินการ

ตรวจสอบอย่างเป็นอิสระและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผู้จัดหาน้ำ ซึ่งสิ่งนี้ ไม่จำเป็นต้องดำเนินการบ่อยเช่นเดียวกับการดำเนินการควบคุมอย่างต่อเนื่องโดยผู้ควบคุมท่าเรือและผู้ควบคุมเรือ

การเฝ้าระวังควรกระทำโดยเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจและได้รับการฝึกอบรมจากหน่วยงานทางด้านสาธารณสุข หรือการใช้บริการ หรือ ผู้ตรวจประเมินอิสระที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานทางด้านสาธารณสุข

ควรกำหนดคุณสมบัติเฉพาะสำหรับผู้ตรวจประเมินและผู้ตรวจประเมินควรจะได้รับการฝึกอบรมอย่างพอเพียง รวมถึง มีการพัฒนาเป็นระยะและได้รับการรับรองซ้ำผู้ตรวจประเมินและผู้ตรวจอิสระนั้นควรจะเป็นไปตามข้อกำหนดเดียวกันตามที่หน่วยงานด้านสาธารณสุขกำหนด

2. การทบทวนเอกสารและการดำเนินการแผน

แผน WSP ควรจัดทำขึ้นโดยหน่วยงานท่าเรือและผู้ควบคุมเรือ และควรทบทวนเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับแผน WSP ซึ่งการตรวจสอบแผน WSP อย่างอิสระควรจะดำเนินการอย่างเป็นระบบบนพื้นฐานองค์ประกอบของแผน WSP โดย ผู้ประเมินภายนอกจะตรวจสอบเอกสารการดำเนินงานและการติดตามตรวจสอบจุดควบคุมวิกฤต

ส่วนประกอบของการทบทวนอิสระนี้ หมายรวม ถึงการตรวจสอบสุขลักษณะส่วนบุคคลของลูกเรือผ่านการสาธิตของสมาชิกลูกเรือตามขั้นตอน การตรวจสอบเครื่องมือ และสภาวะแวดล้อมเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์เฉพาะได้ถูกใช้งานและเก็บไว้ตามหลักสุขาภิบาล บันทึกการตรวจสอบเหล่านี้ และเก็บตัวอย่างน้ำ และตรวจวิเคราะห์ในพื้นที่หรือนำไป ตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การเฝ้าระวังทางจุลชีววิทยาเป็นระยะในระบบการจัดหาน้ำจากแหล่งน้ำเพื่อเป็นตัวแทนก๊อกน้ำบนเรือนั้นควรจะเป็นสิ่งสำคัญลำดับต้นๆ เนื่องจากเชื้อก่อโรคในน้ำดื่มทำให้เกิดความเสี่ยงนับแสน ต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังนั้น การทวนสอบการปฏิบัติตามมาตรฐานคุณภาพน้ำควรเริ่มต้นจากแหล่งน้ำและขยายผลไปจนกระทั่งถึงระบบแจกจ่ายน้ำโดยแหล่งน้ำแต่ละแห่ง จุดขนถ่ายน้ำหรือจุดวิกฤตในระบบแจกจ่ายน้ำและจุดสุดท้าย ของน้ำก็ควรได้รับการติดตามตรวจสอบ แต่หากว่าเป็นไปไม่ได้อย่างน้อยที่สุดควรติดตามตรวจสอบในจุดสุดท้าย และในถังกักเก็บน้ำ ทั้งนี้ควรจะตรวจสอบย้อนกลับได้เมื่อพบว่าน้ำมีปัญหา

การตรวจสอบกระบวนการหรือระบบควบคุมควรจะเพียงพอต่อการรับประกันได้ว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในระบบโซ่อุปทานการจัดหาน้ำนั้นสามารถดำเนินมาตรการแก้ไขได้ทันเวลาและควรทบทวนโปรแกรมสนับสนุนอื่นๆ เพื่อให้มั่นใจว่าขั้นตอนการจัดการและการฝึกอบรมนั้นเพียงพอที่จะรักษาน้ำให้สะอาดได้

ขั้นตอนการสื่อสารระหว่างผู้จัดหาน้ำ หน่วยงานท่าเรือ จุดส่งมอบน้ำ ผู้ควบคุมเรือและประชาชนก็เป็นสิ่งที่ควรได้รับการทบทวน และควรจัดตั้งระบบแจ้งเตือนที่รวมทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในระบบจัดหาน้ำและห่วงโซ่การถ่ายโอนน้ำ

3. การตอบสนองต่อเหตุการณ์

การตอบสนองต่อเหตุการณ์อาจหมายถึง การเขียนรายงานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือผู้ตรวจอิสระ หรือเขียนหรือการรายงานด้วยวาจาจากบุคคลที่ได้รับผลกระทบหรือตัวแทนของพวกเขา ซึ่งหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ภายใต้ IHR 2005 ควรที่จะตรวจสอบรายงานดังกล่าว โดยการสัมภาษณ์ผู้จัดทำรายงาน หน่วยงานที่รับผิดชอบหรือบุคคลที่ได้รับผลกระทบและหน่วยงานอิสระที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำและพารามิเตอร์ในกระบวนการ (รายการตรวจสอบการบำรุงรักษา การบันทึกการฝึกอบรม ฯลฯ) ผ่านทางการตรวจสอบในพื้นที่หรือด้วยวิธีการอื่น หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบภายใต้ IHR 2005 ควรที่จะประสานงานและแนะนำการดำเนินการแก้ไขที่เหมาะสม (การปรับปรุงแผนการจัดหาน้ำสะอาด การจัดการ การฝึกอบรม และแผนการบำรุงรักษา การแจ้งเตือนบุคคลที่อาจได้รับผลกระทบ ฯลฯ) แก่หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบและมั่นใจว่าแผนปฏิบัติการลดผลกระทบนั้นมีประสิทธิภาพและได้รับการดำเนินการแล้ว

แผนการสุ่มตัวอย่าง

ต้องทำการสุ่มตัวอย่าง โดยบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างสำหรับการทดสอบทางจุลชีววิทยาในน้ำบริโภคได้อธิบายไว้ใน ISO 19458 ห้องปฏิบัติการควรวิเคราะห์น้ำตามวิธีการมาตรฐาน ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เช่น ISO/IEC17025 ซึ่งสิ่งสำคัญ คือ วิธีการสุ่มตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์นั้นจะต้องเทียบเคียงกันได้ระหว่างห้องปฏิบัติการกับห้องปฏิบัติการ และระหว่างรัฐกับรัฐ ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่มักจะได้รับการตรวจสอบในน้ำบริโภคและค่าทั่วไปดังแสดงไว้ในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่มักจะถูกทดสอบในน้ำบริโภคและค่าปกติ

พารามิเตอร์	ค่าปกติ	หน่วย	ข้อคิดเห็น
pH[a]	6.5-9.5	-	ค่า pH ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ ซึ่งค่า pH ที่มากกว่า 8.0 จะทำให้การฆ่าเชื้อโรคในน้ำโดยคลอรีนขาดประสิทธิภาพ และมีหลักฐานว่าน้ำที่ผลิตเองนั้นอาจจะไม่ได้รับการคืนกลับแร่ธาตุ (remineralize) อย่างเพียงพอ ซึ่งควรจะทำการประเมินคุณภาพน้ำบริโภคเพิ่มเติม
อุณหภูมิ,น้ำเย็น[b]	5-25	°C	ควรมีค่าต่ำกว่า 20 °C เพื่อหลีกเลี่ยงการเจริญเติบโตของ *Legionella* spp. ซึ่งถ้ามีค่าเกิน 25 °C จะทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการปนเปื้อน *Legionella* spp. ซึ่งควรจะตรวจสิ่งกระตุ้นสำหรับการปนเปื้อนจาก *Legionella* spp.

พารามิเตอร์	ค่าปกติ	หน่วย	ข้อคิดเห็น
อุณหภูมิ,น้ำร้อน[b]	50-90	°C	เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของ *Legionella* spp. ควรรักษาระดับอุณหภูมิให้สูงกว่า 55 °C ในถังเก็บน้ำร้อนและระบบท่อทั้งหมด ถ้าหากไม่เป็นตามนี้ควรจะต้องมีการทดสอบเพื่อหาการปนเปื้อนของ *Legionella* spp.
การนำไฟฟ้า	-	µS/cm.	เพื่อวัดค่าของแข็งละลายน้ำทางอ้อม ค่าโดยทั่วไป (โดยประมาณ) 1. น้ำกลั่นที่ไม่ผ่านการบำบัด: 50 µS/cm. 2. น้ำจากแหล่งน้ำชายฝั่ง: 500 µS/cm. 3. น้ำทะเล: 50,000 µS/cm. การที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำเกินไปควรที่จะต้องมีการตรวจวัดกระบวนการกัดกร่อนภายในท่อและการปรากฏของโลหะหนักเนื่องมาจากการกัดกร่อน
ความกระด้าง[a] (แคลเซียมคาร์บอเนต)	>100	mg/l	ความกระด้างต่ำกว่า 60 mg/l ทำให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อการกัดกร่อนทองแดง ซึ่งหากความกระด้างต่ำควรจะประเมินการกัดกร่อนภายในท่อและโลหะหนักเนื่องมาจากการกัดกร่อน
ความขุ่น[a]	1	NTU	ความขุ่นควรต่ำกว่า 1 NTU เพื่อให้การฆ่าเชื้อโรคมีประสิทธิภาพ
Escherichia coli	0	cfu/100 ml	ISO 9308-1/2:1990
HPC (ที่ 20 °C)	ไม่มีแนวโน้มที่ผิดปกติ	cfu/100 ml	-
HPC (ที่ 37 °C)	ไม่มีแนวโน้มที่ผิดปกติ	cfu/100 ml	-

พารามิเตอร์	ค่าปกติ	หน่วย	ข้อคิดเห็น
Legionella spp.	<100	cfu/100 ml	เพื่อหลีกเลี่ยงการเจริญเติบโตของ *Legionella* spp. ในน้ำร้อนควรมีอุณหภูมิสูงกว่า 55°C และมีอุณหภูมิต่ำกว่า 25°C ในน้ำเย็น
ตะกั่ว[a]	10	g/l	-
ทองแดง[a]	2000	g/l	ทองแดง ทำให้รู้สึกไม่สบายในทางเดินอาหารอย่างเฉียบพลัน และคลื่นไส้ เมื่อมีความเข้มข้นมากกว่า 3 mg/l
แคดเมียม[a]	3	g/l	-
เหล็ก[a]	200	g/l	-
นิกเกิล[a]	70	g/l	ความเข้มข้นของนิกเกิลในน้ำดื่มโดยปกติจะมีค่าน้อยกว่า 20 g/l
สังกะสี[a]	3,000	g/l	-
คลอรีนอิสระ[a]	<5	mg/l	สำหรับการฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพควรมีความเข้มข้นของคลอรีนคงเหลืออย่างน้อย 0.5 mg/l หลังจากสัมผัสน้ำอย่างน้อย 30 นาที และ pH ต่ำกว่า 8
คลอรีนไดออกไซด์[b]	0.05	mg/l	-
สี	<15	TCU	ไม่มีสีที่มองเห็น

- not available; cfu, colony-forming units; HPC, heterotrophic plate count; NTU, nephelometric turbidity Units; TCU, true colour units.

[a] WHO (2011).

[b] ISO 15748-1:2002 – Ships and marine technology - Potable water supply on ships and marine structures-Part 1: Planning and design.

ก่อนที่จะสามารถกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่างมาตรฐานจำเป็นต้องพิจารณาเหตุผลอยู่ 2 ข้อ คือ

- มาตรฐานการเฝ้าระวังเพื่อดำเนินการตรวจสอบการจัดการที่ดี
- การตรวจสอบรายละเอียดเพิ่มเติมในกรณีที่เกิดปัญหาที่น่าสงสัย

ในกรณีที่เกิดปัญหาที่น่าสงสัยนั้นสามารถดำเนินการได้ทั้งการประเมินในวงกว้างหรือการมุ่งเน้นสืบค้นในระบบ การสุ่มตัวอย่างควรได้รับการดำเนินการหลังจากการตรวจสอบระบบทั้งหมด ในคู่มือ WHO's *Recommended procedures for inspection of ships and issuance of ship sanitation certificates* (WHO, 2010) ให้ข้อมูลรายละเอียดสำหรับการประเมินระบบบนเรือเมื่อมีการติดตามตรวจสอบนั้น การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเป็นสิ่งที่ มีประโยชน์มากเพื่อจะทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและเปรียบเทียบได้

คำอธิบายด้านล่างให้ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกจุดเก็บตัวอย่างพารามิเตอร์ใด ควรถูกนำมาวิเคราะห์และเป็นข้อมูลการสุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมดควรได้รับการหารือล่วงหน้ากับห้องปฏิบัติการที่จะวิเคราะห์และสุ่มตัวอย่างเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น

น้ำที่ถูกผลิตขึ้นบนเรือหรือน้ำจากฝั่งที่ถูกเก็บไว้ในถังเก็บน้ำจากฝั่ง การตรวจสอบคุณภาพน้ำในถังกักเก็บน้ำบนเรือ ก็จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำได้ การสุ่มตัวอย่างควรดำเนินการโดยตรงจากก๊อกสุ่มตัวอย่างน้ำที่กำหนดและติดป้ายแหล่งที่มาที่บริเวณถังเก็บน้ำโดยขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสม เช่น ดังที่อธิบายใน ISO 19458 วัตถุประสงค์ "A": "ฆ่าเชื้อโรคหรืออบฆ่าเชื้อในก๊อกด้วยการลนไฟหรือใช้สารละลายสำหรับฆ่าเชื้อโรคที่เหมาะสม (เช่น เอทานอล 70%) ปล่อยน้ำให้ไหลผ่านจนกระทั่งอุณหภูมิมีค่าคงที่ (หรืออย่างน้อย 10 ลิตร ถ้าเก็บมาจากถังโดยตรง) และใส่ลงในขวดที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว

น้ำที่มนุษย์ใช้สำหรับการบริโภคบนเรือต้องเป็นน้ำสำหรับบริโภคเท่านั้น ถ้าหากจำเป็นต้องมีข้อมูลที่มีผลต่อระบบแจกจ่ายน้ำควรตรวจสอบก๊อกที่ไกลที่สุดเพื่อจะแจ้งแก่ผู้ประเมินถึงความเสี่ยงสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งก๊อกน้ำที่ไกลที่สุดโดยทั่วไปจะอยู่บริเวณดาดฟ้าเรือ เมื่อต้องเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมควรจะอ้างอิงวิธีการที่เหมาะสม เช่น ISO 19458 วัตถุประสงค์ "B": "นำเครื่องเติมอากาศออก ทำความสะอาดก๊อกน้ำ ฆ่าเชื้อโรคหรือทำให้ก๊อกปราศจากเชื้อโดยใช้สารละลายฆ่าเชื้อโรคหรือใช้ไฟลน ให้น้ำไหลผ่าน (ประมาณ 2-3 ลิตร) และเก็บน้ำใส่ในขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่าน การอบฆ่าเชื้อแล้ว"

เมื่อใดก็ตามที่น้ำมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25 °C ถึง 50 °C น้ำนั้นจะมีความเสี่ยงสูงในการปนเปื้อน *Legionella* spp. โดยความเสี่ยงหลักคือ การปนเปื้อนในละอองฝอย (aerosols) สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ (เช่น ในการอาบน้ำโดยใช้ฝักบัว) ดังนั้น ควรตรวจสอบฝักบัวอาบน้ำอย่างน้อยหนึ่งจุด และถ้าหากเก็บตัวอย่างทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็นจากฝักบัวอันเดียวกันจะมีประโยชน์มากเพื่อหลีกเลี่ยงการติดตามผลของตัวอย่างที่ไม่จำเป็น การสุ่มตัวอย่าง สำหรับวิเคราะห์ *Legionella* spp. ไม่ได้กำหนดไว้ใน ISO 19458 แต่ควรปฏิบัติตามนี้คือ เลือกจุดเก็บตัวอย่าง (เช่น หัวฝักบัว) อย่าถอดหัวฝักบัวและท่อ ไม่ต้องฆ่าเชื้อโรคที่หัวฝักบัวหรือท่อ เปิดน้ำเย็นแล้วปล่อยน้ำทิ้งประมาณ 2-3 ลิตร เก็บตัวอย่าง วัดอุณหภูมิ ปล่อยให้น้ำเย็นไหลทิ้งอีกประมาณ 5 นาที และวัดอุณหภูมิอีกครั้งแล้วปิดก๊อกน้ำเย็น หลังจากนั้นเปิดน้ำร้อนปล่อยน้ำไหลทิ้งประมาณ 2-3 ลิตร เก็บตัวอย่าง วัดอุณหภูมิ ปล่อยน้ำทิ้งประมาณ 5 นาที และวัดอุณหภูมิอีกครั้ง และปิดก๊อกน้ำร้อน นอกจากนี้ในการสุ่มตัวอย่างที่ฝักบัวหนึ่งอัน การเก็บตัวอย่างน้ำที่ไหลออกมาจากฝักบัวและที่จุดส่งน้ำกลับใกล้กับหม้อต้มน้ำนั้นสามารถใช้เป็นข้อมูลว่ามีการปนเปื้อนทั้งระบบหรือปนเปื้อนแค่ฝักบัวเพียงอย่างเดียว

เมื่อมีหลักฐานว่ามีน้ำขังหรือขาดการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ติดตั้งในพื้นที่ทางการแพทย์นั้นการตรวจสอบ Pseudomonos aeruginosa จะมีประโยชน์มาก การสุ่มตัวอย่างในกรณีนี้ควรจะอ้างถึงขั้นตอนที่เหมาะสม เช่น ISO 19458 วัตถุประสงค์ "C": "เลือกจุดเก็บตัวอย่างโดยไม่ต้องนำเครื่องเติมอากาศหรือหัวฝักบัวออก ไม่ต้องฆ่าเชื้อโรคหรือทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ เปิดก๊อกน้ำที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดโรคระบาดใด ๆ บนเรือ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดโรคจากน้ำเป็นสื่อ

เมื่อใดก็ตามที่มีหลักฐานว่ามีความผิดปกติใดๆ ในกระบวนการเติมกลับความกระด้างในน้ำ (เช่น ขาดสภาพกรด pH สูง การนำไฟฟ้าต่ำ ความกระด้างต่ำ สีในน้ำเปลี่ยนแปลงหรือสีบนพื้นผิวที่สัมผัสกับน้ำเปลี่ยนแปลงไป) ควรจะวิเคราะห์ ทางเคมีสำหรับโลหะละลายจากก๊อกน้ำหนึ่งอันซึ่งสามารถใช้วิธีการ 2 วิธีที่แตกต่างกันได้ ดังนี้

วิธีที่ 1: เก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำโดยตรงโดยไม่ต้องมีการวิเคราะห์ค่าใดๆ ล่วงหน้าโดยปกติจะเก็บตัวอย่างโดยใช้ขวดโพลีเอธิลีน (polyethylene) ปริมาตร 1 ลิตร วิธีการนี้ต้องการแค่เพียงหนึ่งตัวอย่าง แต่ไม่ต้องให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน ข้อเสียของวิธีการนี้คือไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาที่น้ำขังในท่อก่อนที่ตัวอย่างน้ำจะถูกเก็บไปวิเคราะห์

วิธีที่ 2: แนะนำเจ้าหน้าที่บนเรือให้เริ่มต้นล่วงหน้า 4 ชั่วโมง ก่อนการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีต่อไปนี้: ปล่อยให้น้ำไหลผ่านก๊อกน้ำที่เลือก (เช่น bridge deck ดาดฟ้าเรือ) เป็นเวลาอย่างน้อย 15-20 นาที ปิดและป้องกันไม่ให้ก๊อกน้ำถูกใช้งานจนกระทั่งเก็บตัวอย่างครั้งถัดไป (ใน 4 ชั่วโมง) สำหรับการสุ่มตัวอย่าง ใช้ขวดโพลีเอธิลีน (polyethylene) 3 ขวด ควรใช้ขวดปริมาตร 1 ลิตร

ขวดที่ 1: เปิดก๊อกน้ำและเติมน้ำลงขวดทันที

ขวดที่ 2: ปล่อยน้ำทิ้ง 2-3 ลิตร และเติมน้ำลงในขวดที่สอง

ขวดที่ 3: ปล่อยน้ำทิ้งประมาณอย่างน้อย 15-20 นาที และใส่ในขวดที่ 3

การวิเคราะห์น้ำในขวดที่ 1 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของอุปกรณ์ติดตั้ง ขวดที่ 2 ให้ข้อมูลอิทธิพลจากท่อ และ ขวดที่ 3 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำ

ถ้าหากสารเคลือบถังเก็บน้ำหรือวัสดุอื่นที่สัมผัสกับน้ำบริโภคทำให้น้ำไม่เหมาะสำหรับใช้บริโภค (เช่น กลิ่นสารเคมี) ดังนั้น ควรดำเนินการวิเคราะห์เพื่อหาสารเคมีโดยเฉพาะ

เมื่อใดก็ตามที่มีการเก็บตัวอย่างน้ำจากบนเรือหรือจากฝั่ง ควรมีการทดสอบพารามิเตอร์บางตัวทันทีในภาคสนาม (เนื่องจากพารามิเตอร์เหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในขณะขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการ) พารามิเตอร์เหล่านี้คือ pH ระดับคลอรีนอิสระ ระดับคลอรีนรวม การนำไฟฟ้า อุณหภูมิ และความขุ่น ซึ่งควรบันทึกค่าเหล่านี้ไว้พร้อมกับข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการและสถานที่เก็บตัวอย่าง

เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและสามารถเทียบเคียงกับสถานะสุขาภิบาลของการติดตั้งน้ำบริโภค คือ ตัวอย่างน้ำควรถูกเก็บจากที่เดียวกัน (เช่น จากถังเก็บน้ำและจากดาดฟ้าเรืออย่างสม่ำเสมอ)

ข้อแนะนำเพื่อสร้างการสื่อสารระหว่างท่าเรือที่แตกต่างกันในการเดินทางระหว่างประเทศ คือ ควรมีรายงานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นภาษาอังกฤษ ควรระบุจุดเก็บตัวอย่างอย่างชัดเจนและผลการทดสอบทั้งหมด ควรจัดทำเป็นเอกสารอย่างชัดเจน และควรพิจารณาว่าท่าเรือในบางรัฐจะไม่ยอมรับรายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริโภค หากไม่มั่นใจว่าห้องปฏิบัติการปฏิบัติสอดคล้องกับขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสม เช่น ISO/IEC 17025

บทที่ 3

อาหาร

3 อาหาร

3.1 ความเป็นมา

บทนี้มุ่งเน้นไปที่โรคที่ติดต่อจากอาหารรวมถึงโรคที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ โรคที่ติดต่อโดยน้ำดื่มบรรจุขวดและน้ำแข็ง บทก่อนหน้านี้ (บทที่ 2) พิจารณาโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำอุปโภคและบริโภคที่จ่ายให้บนเรือ

3.1.1 การจัดอาหารและขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง

การระบาดของโรคที่เกิดจากอาหารเกี่ยวข้องกับการจัดหาอาหารจากแหล่งที่ไม่ปลอดภัย ดังนั้นกลยุทธ์การป้องกันอันดับแรกควรจัดหาอาหารจากแหล่งที่สะอาดปลอดภัย ถึงแม้ว่าแหล่งที่มาของอาหารนั้นปลอดภัย แต่ก็ต้องมีมาตรการในการตรวจสอบให้แน่ใจว่าปลอดภัยจาก การขนส่ง การจัดเก็บ การเตรียมปรุง และกิจกรรมการให้บริการที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ความเข้าใจในการจัดการอาหารและขั้นตอนที่เกี่ยวข้องบนเรือ จะช่วยแสดงให้เห็นถึงจุดที่อาหารสามารถปนเปื้อนได้จากจุดเริ่มต้นจนถึงการบริโภค

โดยทั่วไปการจัดอาหารและขั้นตอนที่เกี่ยวข้องบนเรือ ประกอบด้วยหลักสำคัญ 5 ประการ ที่ทำให้อาหารมีโอกาสที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของเชื้อโรคและสารปนเปื้อนในอาหาร ดังนี้

- แหล่งของอาหารที่นำเข้ามาในท่าเรือ
- การกระจายอาหารไปยังจุดเก็บรวบรวมอาหารต่างๆ บนเรือ
- ห้องเก็บอาหารและการกระจายอาหารบนเรือ
- การเตรียมและการเสิร์ฟอาหารรวมถึงการเตรียมและการปรุงผสมโดยผู้สัมผัสอาหาร
- การจัดการและการเก็บอาหารเพื่อการบริโภคส่วนตัวโดยผู้โดยสารหรือลูกเรือ รวมถึงการนำอาหารออกไปจากบริเวณและเก็บไว้ในพื้นที่ส่วนตัวสำหรับการบริโภคต่อไป

3.1.2 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับอาหารบนเรือ

มีการรายงานการแพร่กระจายของโรคที่เกิดจากอาหารบนเรือในระดับที่มีนัยสำคัญ Rooney และคณะ (2004) ได้ค้นคว้ารวบรวมรายงานการระบาดมากกว่า 100 รายการที่เกี่ยวข้องกับเรือ พบว่าร้อยละ 25 ของการระบาดที่รายงานนั้นเป็นการระบาดของโรคที่เกิดจากอาหาร โดยมากกว่าหนึ่งในสามของการระบาดที่ทบทวนวรรณกรรมไม่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสอื่น การแพร่กระจายของโรคเกิดจากอาหารถึงจำนวนทั้งหมดอาจสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การทบทวนของ Rooney และคณะ (2004) การทบทวนให้ข้อมูลที่สำคัญ โดยมีตัวอย่างและสาเหตุที่เป็นไปได้ของโรคที่เกิดจากอาหารและตัวอย่างเหล่านี้ถูกอ้างถึงตลอดบทนี้

สิ่งที่สำคัญรายงานนี้ชี้ว่า การระบาดของโรคที่เกิดจากอาหารส่วนใหญ่เกิดจากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น *Salmonella* spp., *Shigella* spp. และ *Vibrio* spp. อาการของการติดเชื้อแบคทีเรียมีความรุนแรงกว่าและยาวนานกว่ากลุ่มโรคที่เกิดจากไวรัสหรือการติดเชื้อจาก *Cryptosporidium* แสดงถึงอัตราการเจ็บป่วยเนื่องจากโรคที่เกิดจากอาหาร ซึ่งบ่งชี้ถึงความสำคัญของช่องทางการสัมผัสนี้

โรคที่เกิดจากอาหารโดยทั่วไปมักหมายถึงว่า “โรคอาหารเป็นพิษ” ซึ่งในทางกลับกัน องค์การอนามัยโลกระบุว่าเป็น “โรคที่เกิดจากการได้รับเชื้อโรคหรือสารพิษจากธรรมชาติที่เกิดจากการบริโภคอาหาร” คำจำกัดความนี้รวมถึง การเจ็บป่วยทั้งหมดจากอาการและอาการแสดงที่คาดว่าเกิดจากอาหาร การเจ็บป่วยแบบเฉียบพลันที่มีอาการท้องเสียและ/หรืออาเจียน และอาการเจ็บป่วยที่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร เช่น พิษจาก scrombotoxin, พิษจากหอยที่มีอาการเป็นอัมพาต, botulism และ listeriosis นอกจากนี้ คำจำกัดความรวมถึงการเจ็บป่วยที่เกิดจากสารเคมีที่เป็นพิษ แต่ไม่รวมการเจ็บป่วยเนื่องจากโรคภูมิแพ้ที่ทราบและการแพ้อาหาร คำว่า “การแพร่โรคจากอาหาร” หมายถึง แหล่งที่ทำให้เกิดการติดเชื้อ แต่ไม่ใช่อาการและอาการแสดงของโรค การแพร่โรคจากอาหารสามารถเกิดขึ้นจากช่องทางอื่น เช่น จากคน จากน้ำ (water borne) เป็นต้น

สารอันตรายทางชีวภาพที่ปนเปื้อนในอาหาร ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา และปรสิต สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มักเกี่ยวข้องกับมนุษย์ โดยปนมากับวัตถุดิบก่อนเข้าสู่พื้นที่เตรียม ปรุงอาหาร และการพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จุลินทรีย์จำนวนมากเหล่านี้เกิดขึ้นตามธรรมชาติในสภาพแวดล้อมจากแหล่งผลิตอาหาร ดังนั้นการปนเปื้อนของเชื้อโรคเหล่านี้จึงสามารถพบได้ในอาหารสด

กลุ่มปรสิต ได้แก่ หนอนพยาธิและโปรโตซัวที่ปนเปื้อนในอาหารหลายชนิดสามารถติดต่อจากสัตว์สู่คนได้หลายสายพันธุ์ ดังนั้น เนื้อสัตว์และสัตว์ปีกจึงปนเปื้อนได้โดยตรงจากแหล่งกำเนิด โรคบางโรคสามารถติดต่อจากอุจจาระไปสู่ผู้บริโภคได้ ในขณะที่โรคอื่นติดต่อผ่านการบริโภคเนื้อสัตว์สดที่ปนเปื้อน การติดเชื้อของปรสิตมักเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่ไม่สุก หรือปนเปื้อนในอาหารพร้อมรับประทาน ปรสิตบางชนิดพบในผลิตภัณฑ์ที่เจตนาจะรับประทาน ดิบ หมักหรือยำ หรือปรุงสุกๆ ดิบๆ ซึ่งปรสิตอาจถูกทำลายด้วยเทคนิคการแช่แข็งที่มีประสิทธิภาพ (สภาวะที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับธรรมชาติของทั้งอาหารและปรสิต)

การปนเปื้อนของสารเคมีในอาหารเกิดขึ้นระหว่างระยะการเพาะปลูก อาจเกิดขึ้นจากสารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูป ตัวอย่างเช่น การใช้สารเคมีทำความสะอาดหรือยาฆ่าแมลงที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างของสารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและปนเปื้อนในอาหาร คือ Mycotoxins (เช่น Aflatoxin), Scombrotoxin (ฮิสตามีน) Ciguatoxin ซึ่งได้แก่ สารพิษจากเห็ดและสารพิษจากหอย

สาเหตุของอันตรายที่เกิดจากการระบาดของโรคที่เกิดจากอาหารที่เกี่ยวข้องกับเรือ แสดงอยู่ในตารางที่ 3-1 (Rooney *et al.*, 2004) มีข้อสังเกตว่าในการระบาดของโรคที่เกิดจากอาหาร บางครั้งอาจไม่สามารถระบุสาเหตุได้

ตารางที่ 3-1 สาเหตุของการระบาดของโรคที่เกิดจากอาหารบนเรือ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1970 – 30 มิถุนายน ค.ศ. 2003

ชนิดของเชื้อ/สารพิษ	การระบาด (ครั้ง)	จำนวนผู้โดยสารและลูกเรือที่เกิดการเจ็บป่วย
Enterotoxigenic *Escherichia coli*	8	2,670
Invasive *Escherichia coli*	1	153
Norovirus	4	866
Vibrio spp.	6	1,259
Salmonella spp. (non-typhi)	15	1,849
Shigella spp.	8	2,076
Staphylococcus aureus	2	380
Clostridium perfringens	1	18
Cyclospora spp.	1	220
Trichinella spiralis	1	13
Unknown agent	3	360

Source: Rooney *et al.* (2004)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคที่เกิดจากอาหารบนเรือ ได้แก่

- วัตถุดิบมีการปนเปื้อน
- การควบคุมอุณหภูมิไม่เหมาะสม
- ระดับอุณหภูมิสูง (ความร้อน) ไม่เพียงพอ
- ผู้สัมผัสอาหารที่มีการติดเชื้อ
- การใช้น้ำทะเลในห้องครัวเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อน

แบคทีเรียและเชื้อรามีความเสี่ยงเนื่องจาก

1. ทั้งอาหารดิบและอาหารปรุงสุกเป็นแหล่งอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว ซึ่งอาหารอาจเกิดการปนเปื้อนซ้ำขึ้นอีกหลังจากที่อุณหภูมิของอาหารเย็นลงแล้ว ดังนั้นอาหารที่ปรุงสุกแล้วอาจจะไม่ปลอดภัย
2. มีสารพิษจากเชื้อราและแบคทีเรียที่มีความทนทานต่อความร้อนค่อนข้างสูงและยังคงมีอันตรายหลังจากที่ปรุงสุกแล้ว

ดังนั้น ต้องมีการควบคุมการปนเปื้อนในอาหารดิบ ถึงแม้ว่าจะต้องผ่านการปรุงอาหารอีกก็ตาม

ไม่เฉพาะแบคทีเรียและเชื้อรา ไวรัสก็ทำให้เกิดโรคในคน โดยทั่วไปแล้วจะไม่สามารถเจริญเติบโตภายนอกเซลล์ที่มีชีวิตได้ ไวรัสไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหาร เพียงแต่อาหารเป็นตัวนำพาไปเท่านั้น นอกจากนี้ ไวรัสที่ติดต่อโดยอาหารส่วนใหญ่ จะส่งผลเฉพาะต่อคนเท่านั้น การปนเปื้อนจะเกิดจากมือของผู้สัมผัสอาหารที่ไม่สะอาดที่มีเชื้อหรือจากการปนเปื้อนจากอุจจาระของคนมีเป็นปัจจัยเสี่ยงสูง

น้ำใช้เพื่อการอุปโภคบนเรือที่ไม่สะอาด ทำให้ความเสี่ยงของการปนเปื้อนในอาหารเพิ่มขึ้น เฉพาะน้ำดื่มควรจัดเก็บที่ครัวบนเรือและไม่ควรเก็บอาหารที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลานาน

การระบาดของโรคมีความสัมพันธ์กับผู้สัมผัสอาหารที่อยู่ในสภาวะที่ทั้ง ก่อน ระหว่าง และ หลังมีอาการแสดงการป่วยของโรค และการปนเปื้อนของเชื้อไวรัสเกิดขึ้นได้จากผู้สัมผัสอาหารที่ติดเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ กรณีที่มีผู้สัมผัสอาหารที่ติดเชื้อจะต้องมีการรายงานอาการ และห้ามทำงานเกี่ยวข้องกับอาหารจนกว่าจะได้รับการรักษาจนไม่มีอาการอย่างน้อย 48 ชั่วโมง อาหารที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยความร้อน เช่น ผลไม้ ควรทิ้งไปหากพบว่าอาจมีการปนเปื้อน

พื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกบนเรือ การจัดสิ่งอำนวยความสะดวกและเครื่องมืออุปกรณ์บนเรือจะต้องเพียงพอและเหมาะสม ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคได้ ตัวอย่างเช่น ในการระบาดของ *Shigella* flexneri 4a ที่ดื้อยาปฏิชีวนะ การแพร่กระจายของการติดเชื้อโดยผู้สัมผัสอาหารอาจเกิดจากการมีห้องสุขาและอุปกรณ์ที่ไม่

เพียงพอเหมาะสมสำหรับลูกเรือในครัว (Lew *et al.*, 1991) อุปกรณ์สำหรับการล้างมือและห้องน้ำที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเป็นสิ่งที่จำเป็นเบื้องต้นสำหรับการจัดการอาหารที่ถูกสุขลักษณะ

3.1.3 กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548

กฎอนามัยระหว่างประเทศ พ.ศ. 2548 (IHR 2005) มีข้อกำหนดสำหรับประเทศสมาชิกต้องพัฒนาให้ครอบคลุม ในการออกแบบท่าเรือเพื่อพัฒนาความสามารถและสมรรถนะหลักที่สำคัญ เช่น ความสามารถในการจัดการสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยสำหรับนักเดินทางที่ใช้บริการสิ่งอำนวยความสะดวกของท่าเรือทุกแห่ง รวมถึงการให้บริการน้ำดื่ม น้ำใช้และสถานที่รับประทานอาหารที่สะอาดปลอดภัย (ภาคผนวก 1B1 (d) ของ IHR 2005)

ตามข้อกำหนดที่ 22 (b), 22 (e) และ 24 (c) ของ IHR 2005 ประเทศสมาชิกจะต้องมีมาตรการที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อให้มั่นใจว่าผู้ประกอบการยานพาหนะระหว่างประเทศจะดำเนินการในการรักษายานพาหนะของตนให้ปลอดจากแหล่งที่มาของการปนเปื้อนและการติดเชื้อ เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจรับผิดชอบในการจัดการต้องแน่ใจว่ามีสมรรถนะในการจัดการให้สิ่งอำนวยความสะดวกที่ท่าเรือระหว่างประเทศให้อยู่ในสภาพที่ถูกสุขลักษณะและการควบคุมการจัดการในการกำจัดน้ำและอาหารที่ปนเปื้อนจากยานพาหนะอย่างปลอดภัย

อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการเรือแต่ละรายมีหน้าที่รับผิดชอบในการปฏิบัติตามมาตรการที่มีอยู่ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีแหล่งที่ทำให้เกิดการติดเชื้อและการปนเปื้อนบนเรือ รวมถึงระบบน้ำดื่ม น้ำใช้หรือแหล่งอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญที่จัดให้มีมาตรฐานในการจัดการทั้งบนเรือและที่ท่าเรือ ในหลักการของความปลอดภัยของอาหาร จากแหล่งต่างๆ ตั้งแต่บนฝั่งไปจนถึงบนเรือ

3.1.4 ภาพรวมของแผนความปลอดภัยของอาหารและการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

The Codex Alimentarius Commission คณะกรรมการ Codex Alimentarius เป็นองค์กรที่ดำเนินการร่วมกันระหว่างองค์การอาหารและเกษตรและองค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (FAO)/WHO Food Standards Program ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องสุขภาพของผู้บริโภคและเพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่เป็นธรรมในการค้าอาหาร Codex Alimentarius เป็นชุดของมาตรฐานอาหารที่นำมาใช้ในระดับสากลที่นำเสนอในลักษณะที่เป็นรูปแบบ นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยข้อแนะนำในรูปแบบของหลักปฏิบัติ (codes of practice) แนวทางและมาตรการที่แนะนำอื่นๆ เพื่อช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของ FAO/WHO, 1995, 1997a, 1997b, 1999, 2003) คู่มือที่เป็นคำแนะนำของ Codex Alimentarius ประกอบไปด้วยข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารขั้นพื้นฐานซึ่งจะถูกอ้างอิงถึงในบทนี้

องค์กรแรงงานระหว่างประเทศ (ILO) ได้พัฒนามาตรฐานแรงงานซึ่งรวมถึงการพิจารณาข้อกำหนดด้านอาหารและการจัดบริการอาหาร (catering) สำหรับเรือพาณิชย์

แผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP: Food Safety Plan) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการจัดการกระบวนการต่างๆ เพื่อให้อาหารปลอดภัย โดยทั่วไปแล้ว FSP อยู่บนหลักการพื้นฐานของวิธีการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point) ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ในมาตรฐาน FAO/WHO (2003), ISO (ISO 22000: 2005; ระบบการจัดการความปลอดภัยด้านอาหาร (Food safety management systems) - ข้อกำหนดสำหรับองค์กรในการจัดการในห่วงโซ่อาหาร) และคณะกรรมการที่ปรึกษาแห่งชาติเรื่อง หลักเกณฑ์ทางจุลชีววิทยาสำหรับอาหาร, NACMCF (1997) การอ้างอิงพื้นฐานในเอกสารนี้สำหรับการจัดการความปลอดภัยของอาหารคือ HACCP อาจมีโปรแกรมการจัดการความปลอดภัยด้านอาหารอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับซึ่งใช้ร่วมกันในการจัดทำระบบ HACCP เต็มรูปแบบ

โดยทั่วไปแผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) ที่ทันสมัยจะเป็นไปตามหลักการของ HACCP และโปรแกรมสนับสนุนที่จำเป็นต้องมีแผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) มีวัตถุประสงค์เพื่อ ให้มีวิธีการจัดการอย่างเป็นระบบในการระบุอันตรายที่เฉพาะเจาะจงและมาตรการสำหรับการควบคุมเพื่อสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยของอาหาร แผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) ควรใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินอันตรายและสร้างระบบควบคุมที่เน้นการป้องกันมากกว่าการอาศัยการทดสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายเป็นหลัก แผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) ควรสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงเมนูอาหารบนเรือ ผังบริเวณและเครื่องมือและอุปกรณ์ ความก้าวหน้าในการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการปรุง การประกอบอาหาร หรือการพัฒนาทางเทคโนโลยีต่างๆ การดำเนินการตามแผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) จะต้องใช้หลักฐานหรือการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อยืนยันความเสี่ยงที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของคน แผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) ต้องพิจารณาถึงประโยชน์ที่สำคัญอื่นๆ ที่จะได้รับด้วย เช่น การได้รับการตรวจสอบและรับรองจากหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการควบคุมตามกฎหมายหรือหน่วยงานมาตรฐานสากลต่างๆ ที่ให้การรับรองระบบมาตรฐาน ความสำเร็จของการดำเนินงานแผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) นั้นต้องอาศัยความมุ่งมั่นและการมีส่วนร่วมของทั้งฝ่ายบริหารและพนักงาน

โปรแกรมพื้นฐานหรือโปรแกรมสนับสนุนที่เป็นส่วนหนึ่งของแผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) ได้แก่

- การออกแบบที่ดี
- การก่อสร้างที่มีคุณภาพ
- สุขลักษณะที่ดีในการปฏิบัติงาน
- การฝึกอบรมผู้ประกอบอาหารและผู้สัมผัสอาหาร
- การประกันคุณภาพของวัตถุดิบและส่วนผสม
- การดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยอาหารที่เหมาะสม

ขั้นตอนและหลักการที่สำคัญในการจัดทำระบบ HACCP จะอธิบายสั้นๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรือ สิ่งสำคัญคือเมื่อใช้ HACCP ต้องมีความยืดหยุ่นตามความเหมาะสมตามบริบทของงานและคำนึงถึงความเป็นธรรมชาติและขนาดของการดำเนินการ

ขั้นตอนเบื้องต้นในการจัดทำระบบ HACCP

- ขั้นตอนที่ 1 การจัดตั้งทีม HACCP ผู้ปฏิบัติงานเรือควรตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีผู้มีความรู้และผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาแผน HACCP ที่มีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้ควรระบุขอบเขตของแผน HACCP
- ขั้นตอนที่ 2 อธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ รวมถึงสภาวะต่างๆ ของการจัดเก็บและรักษา
- ขั้นตอนที่ 3 ระบุให้ชัดเจนถึงความมุ่งมั่นและการดำเนินงานตามแผน กลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยง (เช่น ผู้สูงอายุหรือสตรีมีครรภ์) ต้องได้รับการพิจารณา เช่นเดียวกับกลุ่มที่มีอาการแพ้
- ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแผนภูมิการผลิตที่ครอบคลุมทุกขั้นตอนในการผลิต
- ขั้นตอนที่ 5 ทำการยืนยันแผนภูมิการผลิต ทีม HACCP ควรยืนยันการดำเนินการของกระบวนการเทียบกับแผนภูมิการผลิต และทำการแก้ไขหากจำเป็น

หลักการของระบบ HACCP

หลักการที่ 1: การวิเคราะห์อันตราย ทีมต้องจัดทำรายการอันตรายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับแต่ละขั้นตอน ทำการวิเคราะห์อันตรายและพิจารณามาตรการที่จะควบคุมอันตรายนั้นๆ การบ่งชี้อันตรายรวมถึงการกำหนดว่าอันตรายใดมีลักษณะอย่างไร วิธีการกำจัดหรือลดระดับอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้นั้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมอาหารที่ปลอดภัย ทีม HACCP ต้องพิจารณาว่ามาตรการในการควบคุมสามารถใช้ได้กับแต่ละอันตราย อาจต้องใช้มาตรการควบคุมมากกว่าหนึ่งมาตรการเพื่อควบคุมอันตรายที่เฉพาะเจาะจง และอาจจะมีอันตรายมากกว่าหนึ่งกรณีที่อาจจะต้องควบคุมโดยมาตรการเฉพาะ ในการทำการวิเคราะห์อันตราย หากเป็นไปได้ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ด้วย

- ความเป็นไปได้ของการเกิดอันตรายและความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ
- การประเมินอันตรายทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ
- การคงอยู่หรือการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง
- การผลิตหรือการคงอยู่ในอาหารของ สารพิษ สารเคมีหรืออันตรายทางกายภาพ
- ปัจจัยต่างๆ ที่นำไปสู่การเกิดเหตุข้างต้น

หลักการที่ 2: การกำหนดจุดควบคุมวิกฤต (CCPs: critical control points) CCPs เป็นขั้นตอนในการเตรียมและปรุงอาหารที่ต้องควบคุมเพื่อให้มั่นใจในความปลอดภัยของอาหาร อาจมีจุดควบคุมวิกฤต (CCP) มากกว่าหนึ่งจุด ที่ใช้การควบคุมเพื่อจัดการกับอันตรายที่เหมือนกัน การกำหนดจุดควบคุมวิกฤต (CCP) ในระบบ HACCP สามารถทำได้โดยการประยุกต์ใช้ Decision-tree Model ซึ่งบ่งใช้หลักการของเหตุผลเชิงตรรกะ

หลักการที่ 3: กำหนดค่าระดับวิกฤตสำหรับจุดควบคุมวิกฤต (CCP) ค่าระดับวิกฤตของแต่ละจุดต้องจำเพาะเจาะจงและเป็นไปตามหลักวิชาการสำหรับแต่ละจุดควบคุมวิกฤต (CCP) เกณฑ์ที่ใช้กำหนดค่าระดับวิกฤตได้แก่ อุณหภูมิ เวลาและค่าคลอรีนตกค้าง เป็นต้น

หลักการที่ 4: สร้างระบบการติดตามตรวจสอบสำหรับจุดควบคุมวิกฤต (CCP) แต่ละจุด การติดตามตรวจสอบเป็นการวัดหรือการสังเกตของค่าระดับวิกฤตที่กำหนดไว้ของแต่ละจุดควบคุมวิกฤต (CCP) เทคนิควิธีการติดตามตรวจสอบจะต้องสามารถตรวจวิเคราะห์การสูญเสียการควบคุมที่จุดควบคุมวิกฤต (CCP) ได้ นอกจากนี้การติดตามตรวจสอบต้องสามารถรายงานผลได้ภายในเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถทำการปรับแก้มาตรการในการควบคุมกระบวนการไม่ให้เกินค่าระดับวิกฤตที่ควบคุมอยู่ หากเป็นไปได้การปรับกระบวนการควรทำเมื่อผลการติดตามตรวจสอบบ่งชี้ถึงแนวโน้มการสูญเสียการควบคุมจุดควบคุมวิกฤต (CCP) หากการตรวจสอบไม่ใช่แบบต่อเนื่อง จำนวนครั้งหรือความถี่ของการติดตามตรวจสอบจะต้องเพียงพอที่จะรับประกันว่าจุดควบคุมวิกฤต (CCP) อยู่ภายใต้การควบคุม

หลักการที่ 5: กำหนดมาตรการแก้ไขข้อบกพร่อง การดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องต้องพัฒนาขึ้นมาสำหรับแต่ละจุดควบคุมวิกฤต (CCP) ในระบบ HACCP เพื่อจัดการกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น มาตรการต้องทำให้มั่นใจว่าจุดควบคุมวิกฤต (CCP) อยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา

หลักการที่ 6: กำหนดขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อยืนยัน วิธีการตรวจสอบเพื่อยืนยันและการตรวจประเมิน รวมถึงการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ จะนำมาใช้เพื่อตรวจสอบว่าระบบ HACCP ทำงานอย่างถูกต้องหรือไม่ ความถี่ของการตรวจสอบเพื่อยืนยันและการตรวจประเมิน ควรเพียงพอที่จะทำให้เชื่อมั่นว่าระบบ HACCP ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการที่ 7: จัดระบบการจัดเก็บเอกสาร และจัดทำบันทึก บันทึกที่มีประสิทธิภาพและถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการนำระบบ HACCP มาใช้ เอกสารและการบันทึกควรมีความเหมาะสมกับลักษณะและขนาดของเรือ

โปรแกรมการฝึกอบรมควรได้รับการทบทวนและปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอตามความจำเป็น ระบบการจัดการควรอยู่ในลักษณะที่มั่นใจว่าผู้สัมผัสอาหารยังคงตระหนักถึงขั้นตอนและกระบวนการทั้งหมดเพื่อรักษาความปลอดภัยและความเหมาะสมของอาหาร

3.2 แนวทางในการปฏิบัติ (Guidelines)

เอกสารในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ข้อมูล คำแนะนำ และแนวทาง ระบุความรับผิดชอบ และให้ตัวอย่างของแนวปฏิบัติเพื่อที่จะควบคุมความเสี่ยงได้ ประกอบด้วยแนวทางเฉพาะ 13 ข้อ (สภาวการณ์ที่ต้องปฏิบัติและรักษาไว้) อยู่ในส่วนนี้ แต่ละส่วนจะมีตัวชี้วัด และบันทึกแนวทางปฏิบัติ (คำแนะนำการใช้แนวทางปฏิบัติและตัวชี้วัด โดยเน้นประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาเมื่อจัดลำดับความสำคัญของกิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติ)

หลักการของแนวทางการปฏิบัติในส่วนนี้ คือ ทำให้มั่นใจว่าอาหารปลอดภัยสำหรับการนำไปบริโภค

แนวทาง 3.2-3.13 เป็นองค์ประกอบภายใต้แนวทางหลัก 3.1 อย่างไรก็ตาม สิ่งที่สำคัญ คือ การสร้างความมั่นใจว่าอาหารบนเรือปลอดภัย โดยยืนยันได้จากรายละเอียดเพิ่มเติม

3.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 3.1: แผนความปลอดภัยด้านอาหาร

แนวทางการปฏิบัติ 3.1 มีการจัดทำแผนความปลอดภัยของอาหารสำหรับแต่ละองค์ประกอบของห่วงโซ่อาหาร

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.1

แผนความปลอดภัยของอาหาร (FSP) ได้รับการออกแบบและดำเนินการครอบคลุมเกี่ยวกับ

1. แหล่งที่มาของอาหาร
2. การขนส่งอาหารไปที่เรือ
3. ระบบการจัดเก็บอาหารบนเรือ
4. การเตรียมปรุงอาหารและระบบการจัดบริการอาหารบนเรือ
5. กระบวนการสัมผัสและการจัดเก็บอาหารของผู้บริโภคบนเรือ

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.1

ควรให้ความสนใจไปพร้อมๆ กันในเรื่องการป้องกัน การจัดการความเสี่ยงรอบด้าน เพื่อให้อาหารสะอาด ปลอดภัย เรียกว่า FSP และตามหลักการ HACCP (ตามหัวข้อ 3.1.4 ที่ผ่านมา)

จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารจะถูกทำลายหรือหยุดการเจริญเติบโตได้โดยกระบวนการปรุงอาหารตามปกติ อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัดสำหรับสิ่งปนเปื้อนซึ่งสามารถกำจัดได้ กระบวนการปรุงอาหารไม่ได้ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพเสมอไปและสารอันตรายบางชนิดสามารถคงอยู่แม้จะผ่านกระบวนการปรุงอาหาร (เช่น สารพิษ) นอกจากนี้อาหารยังปนเปื้อนภายหลังจากการปรุงอาหารได้ ไม่ว่าจะโดยผู้โดยสารและลูกเรือหรือโดยพาหะนำโรคอื่น เช่น หนูและแมลง ดังนั้นจึงไม่ควรให้ความเชื่อมั่นในกระบวนการปรุงอาหารเพียงอย่างเดียว

การเกิดอาหารเป็นพิษบนเรือสามารถลดลงได้โดยการรับประกันจากตัวแทนจำหน่าย และการเลือกแหล่งผลิตอาหารอย่างระมัดระวัง การฝึกอบรมผู้สัมผัสอาหาร โครงสร้างที่ดีของห้องครัวในเรือ และการเข้มงวดในเรื่องสุขอนามัยส่วนบุคคล มาตรการควบคุมอันตรายทางชีวภาพ ได้แก่

- การควบคุมแหล่งที่มา – ได้แก่ การควบคุมคุณภาพและระดับของจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและส่วนผสมจากซัพพลายเออร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการควบคุมวัตถุดิบและส่วนผสมที่เพียงพอ การขนส่งส่วนผสมที่เหมาะสมไปยังเรือ
- การควบคุมอุณหภูมิ/เวลา - ได้แก่ การควบคุมตู้เย็น ห้องเย็น และระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสม การละลายอาหารแช่แข็ง และการทำให้อาหารเย็นลงที่เหมาะสม ผู้ประกอบการเรือโดยสารควรพิจารณาทางเลือกอื่นๆ ในการบรรจุอาหารสำหรับผู้โดยสารที่จะนำกลับไป หรือควบคุมอันตรายในอาหารที่อาจเป็นไปได้สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่จะนำกลับไป เพื่อให้แน่ใจว่าข้อจำกัด เรื่อง อุณหภูมิ/เวลาไม่มีผลกระทบ
- การควบคุมการปนเปื้อนข้าม ทั้งทางตรง (เช่น เกิดจากการสัมผัสโดยตรงระหว่างอาหารดิบและอาหารปรุงสุก) และทางอ้อม (เช่น เป็นผลมาจากการใช้เครื่องมือเครื่องใช้เดียวกันระหว่างอาหารดิบและอาหารปรุงสุก)
- การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคที่เหมาะสม จะกำจัดหรือลดระดับการปนเปื้อนของจุลชีพได้ ควรออกแบบห้องครัวบนเรือให้ลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนข้าม แนวทางเฉพาะสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขอนามัย และสิ่งอำนวยความสะดวกในการล้างมือสำหรับอุตสาหกรรมการเดินเรือ ควรได้รับการพิจารณาโดยผู้ออกแบบและบำรุงรักษาเรือ น้ำทะเลหรือน้ำที่ไม่สามารถดื่มได้จะต้องไม่ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมหรือใกล้กับพื้นที่สำหรับเก็บ เตรียม และประกอบอาหาร
- สุขลักษณะและการปฏิบัติตัวของผู้สัมผัสอาหาร แนะนำให้เรือมีนโยบายที่เข้มงวดในการให้ผู้สัมผัสอาหารที่มีอาการป่วยหรือติดเชื้อที่สามารถแพร่กระจายโรคทางอาหารได้ ต้องหยุดปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ผู้สัมผัสอาหารที่มีบาดแผลหรือรอยขีดข่วนบนมือไม่ควรทำงานที่เกี่ยวข้องกับอาหาร โดยจะต้องรักษาแผลให้หายก่อน พนักงานไม่ควรถูกลงโทษเมื่อรายงานความเจ็บป่วย ควรส่งเสริมการรายงานความเจ็บป่วย การป้องกันการแพร่ระบาดของโรคที่เกิดจากผู้สัมผัสอาหารที่ติดเชื้อนั้นต้องการความร่วมมือจากนายจ้าง เนื่องจากผู้สัมผัสอาหารหลายรายอาจปกปิดการป่วยเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียรายได้หรือการลงโทษ

ในพื้นที่จัดเตรียมอาหารจะต้องมีการเตรียมกล่องอุปกรณ์ปฐมพยาบาล (first aid boxes) ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ และจะต้องมีผู้ผ่านการฝึกอบรมอย่างเหมาะสม ได้รับการแต่งตั้งให้ดูแลการปฐมพยาบาล ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะในรายละเอียดของกล่องปฐมพยาบาล แต่อย่างน้อยต้องมีเอกสารที่แสดงวิธีการใช้งานเคลือบด้วยพลาสติก ซึ่งเป็นคำแนะนำทั่วไปเกี่ยวกับการปฐมพยาบาล อุปกรณ์ทำแผลที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้ว แยกเป็นชุด เป็นรายบุคคล ประกอบด้วย แผ่นปิดตาที่ฆ่าเชื้อแล้ว ผ้าสามเหลี่ยมห่อแยกชิ้น เข็มกลัด ผ้าพันแผลขนาดกลาง (ประมาณ 12 ซม. x 12 ซม.) ห่อแยกชิ้น และถุงมือแบบใช้แล้วทิ้ง 1 คู่

3.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 3.2: การรับอาหาร

แนวทางการปฏิบัติ 3.2 อาหารได้รับการตรวจสอบและยืนยันว่าอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยเมื่อได้รับ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.2

1. พื้นที่หรือบริเวณที่รับอาหารต้องไม่อยู่ในบริเวณหรือใกล้พื้นที่อันตรายของท่าเรือ

2. อาหารที่ได้รับจะต้องตรวจสอบและยืนยันว่าอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยก่อนรับขึ้นบนเรือ

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.2

ผู้ประกอบการเรือจะต้องใช้มาตรการที่ปฏิบัติได้ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้บริโภคจะไม่ได้รับอาหารที่ไม่ปลอดภัยหรือไม่เหมาะสม ซึ่งหมายถึงว่า ผู้บริโภคจะต้องมั่นใจว่าอาหารที่บริโภคนั้น:

- มีการป้องกันการปนเปื้อน
- สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้อย่างชัดเจน
- อยู่ในอุณหภูมิที่ถูกต้องและเมื่อได้รับอาหารแล้วจัดเก็บในอุณหภูมิที่เหมาะสม (เช่น อาหารที่ติดป้ายกำกับว่าเป็นอาหารแช่แข็งและจัดส่งโดยโรงงานแปรรูปอาหารจะต้องได้รับในสภาพแช่แข็ง)

สภาพทางกายภาพของสิ่งอำนวยความสะดวกของพื้นที่รับอาหารต้อง

- มีการปกปิดด้วยวัสดุที่เรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ และทำความสะอาดได้ง่าย
- ได้รับการบำรุงรักษาและอยู่ในสภาพดี ปราศจากรอยแตก รอยรั่ว การรั่วซึม ไม่ชำรุดหรือหลุดลอก และอื่น ๆ
- ปราศจากวัสดุที่ไม่ได้ใช้ หรือไม่เกี่ยวข้อง (เช่น กระดาษแข็ง ผ้า กระดาษ ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อ ถุงพลาสติก พาเลท ไม้กวาด ฯลฯ)
- จัดให้มีแสงสว่างจากธรรมชาติหรือแสงไฟที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยของอาหาร ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีและมีส่วนช่วยให้อาหารดูน่าบริโภค
- มีการติดตั้งสายไฟที่หุ้มฉนวนอย่างเหมาะสม
- มีระบบระบายอากาศที่หลีกเลี่ยงความร้อนสูง การกลั่นตัวของไอของสาร และการสะสมของเชื้อราหรือควัน

พื้นที่รับอาหารเข้ามาบนเรือต้องได้รับการทำความสะอาด ทำลายเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตยาฆ่าเชื้อ รวมถึงความเข้มข้นและเวลาสัมผัส การทำความสะอาดควรเกิดขึ้นทันทีก่อนที่จะนำอาหารเข้ามา

พื้นที่รับอาหารต้องไม่เป็นบริเวณเดียวกันกับที่มีการกำจัดขยะมูลฝอย หากไม่สามารถจะจัดเตรียมพื้นที่ที่แยกกัน ควรมีการจัดตารางเวลาที่สลับกันและจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ก่อนที่จะรับอาหาร

การจัดการสัตว์และแมลงนำโรคดำเนินการในพื้นที่โดยใช้วิธีการบูรณาการแบบผสมผสาน (Integrated pest management) ตามแนวทางที่กำหนดไว้ในบทที่ 7 ของคู่มือนี้

โครงการมาตรฐานอาหาร (Codex Alimentarius) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับอุณหภูมิและสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บและรักษาคุณภาพอาหาร ดังตัวอย่างที่ให้ไว้ในตารางที่ 3 - 2 แม้ว่าข้อกำหนดสำหรับ Codex ในปัจจุบันอาจเปลี่ยนแปลง แต่ก็ใช้อ้างอิงในเบื้องต้นได้

ตาราง 3-2 **ตัวอย่างระดับอุณหภูมิและสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาอาหารที่จัดส่งให้เรือ**

ประเภทอาหาร	อุณหภูมิในการเก็บรักษาอาหาร	สภาวะที่เหมาะสม สำหรับเก็บรักษาอาหาร
เนื้อสัตว์และสัตว์ปีก	5 °C หรือต่ำกว่า	มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้; ประทับตราเครื่องหมายรับรองที่ผ่านการตรวจสอบจากทางราชการ มีสีที่เป็นไปตามธรรมชาติ และไม่มีกลิ่น บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่สะอาดและอยู่ในสภาพดี
อาหารทะเล	5 °C หรือต่ำกว่า หน่วยงาน Codex แนะนำให้เก็บในอุณหภูมิที่ 0 °C หรือใกล้เคียงที่สุด	มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้ มีสีที่เป็นไปตามธรรมชาติ และไม่มีกลิ่น บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่สะอาดและอยู่ในสภาพดี
หอย	7 °C หรือต่ำกว่า หน่วยงาน Codex แนะนำให้เก็บในอุณหภูมิที่ 0 °C หรือใกล้เคียงที่สุด	มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้ สะอาด เปลือกปิดสนิท และไม่มีรอยแตก แผ่นป้ายต้องสามารถอ่านได้และติดมากับผลิตภัณฑ์
กุ้ง (ยังไม่ตบแต่ง)	7 °C หรือต่ำกว่า	มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้ สะอาดและอยู่ในสภาพดี
กุ้ง (แกะเปลือกหรือตบแต่งแล้ว)	5 °C หรือต่ำกว่า	มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้ สะอาดและอยู่ในสภาพดี
ผลิตภัณฑ์นม	5 °C หรือต่ำกว่า เว้นแต่มีป้ายกำกับเป็นอย่างอื่น	มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้ บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่สะอาดและอยู่ในสภาพดี

ประเภทอาหาร	อุณหภูมิในการเก็บรักษาอาหาร	สภาวะที่เหมาะสม สำหรับเก็บรักษาอาหาร
ไข่พร้อมเปลือก	7 °C หรือต่ำกว่า	สะอาดและไม่มีรอยแตก มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้
ไข่ ที่เป็น ของเหลว แช่แข็ง และแห้ง	5 °C หรือต่ำกว่า	ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธี Pasteurized มาจากแหล่งที่ได้รับการรับรองและเชื่อถือได้

3.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 3.3: เครื่องใช้และภาชนะอุปกรณ์

แนวทางการปฏิบัติ 3.3 เครื่องใช้ ภาชนะและอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเตรียม การเก็บรักษาและการสัมผัสอาหาร

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.3

เครื่องใช้ ภาชนะและอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการสัมผัสกับอาหารและการใช้งาน

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.3

เป็นวิธีปฏิบัติที่ดีเพื่อให้อุปกรณ์และภาชนะบรรจุที่จะสัมผัสกับอาหาร ได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถทำความสะอาด ฆ่าเชื้อโรค และบำรุงรักษาได้อย่างดี เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของอาหาร อุปกรณ์และภาชนะบรรจุต้องทำจากวัสดุที่ไม่มีพิษสำหรับการใช้งานตามที่ออกแบบไว้ในกรณีที่จำเป็น อุปกรณ์ควรมีความแข็งแรงทนทาน สามารถเคลื่อนย้าย หรือสามารถถอดประกอบได้ เพื่อให้การบำรุงรักษาทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ และเพื่อความสะดวกในการกำจัดแมลงหรือพาหะนำโรค

ขึ้นอยู่กับลักษณะของการดำเนินงานด้านอาหาร ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่เพียงพอสำหรับการเตรียม การให้ความร้อน การทำความเย็น การปรุงประกอบอาหาร อุปกรณ์ทำความเย็น และการแช่แข็งอาหาร สำหรับตรวจสอบอุณหภูมิอาหาร และเมื่อจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิโดยรอบ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรุงอาหาร การให้ความร้อน การปรุงประกอบ การทำให้เย็น ห้องเย็นที่จัดเก็บหรือแช่แข็งอาหารจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ สามารถทำให้อุณหภูมิของอาหารลดลงเร็วที่สุดเท่าที่จำเป็น ตามความต้องการเพื่อความปลอดภัยของอาหาร อุปกรณ์ดังกล่าวต้องมีการออกแบบเพื่อให้สามารถตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิได้

ภาชนะบรรจุของเสียและสารที่บริโภคไม่ได้หรือเป็นสารอันตรายจะต้องจัดทำขึ้นอย่างเหมาะสม และทำจากวัสดุที่แข็งแรงไม่รั่วซึม ภาชนะบรรจุของเสียที่ใช้ในห้องครัว ต้องมีฝาปิดที่สามารถใช้งานได้โดยใช้เท้าเหยียบกลไกเพื่อเปิดฝาโดยไม่ต้องใช้มือจับ ซึ่งทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ง่าย

สิ่งอำนวยความสะดวกในการล้าง อุปกรณ์ในห้องครัว ภาชนะที่เก็บอุปกรณ์ เตาและระบบระบายควันที่ใช้ในการเตรียมปรุงและการให้บริการอาหาร และพื้นผิวสัมผัสอาหารทั้งหมด จะต้องออกแบบให้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ง่ายและมีสภาพดี

ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ต้องพิจารณาและประเมินตามความเหมาะสม:

- ระบบทำความเย็นรวมอยู่ในการออกแบบในโครงสร้างของห้องครัวสำหรับผู้โดยสารและลูกเรือ อาจจำเป็นต้องมีมากกว่าหนึ่งเครื่องเพื่อสำรองไว้ใช้งาน ขึ้นอยู่กับขนาดของเรือ การติดตั้งควรคำนึงถึงระยะห่างระหว่างระบบทำความเย็น พื้นที่จัดเก็บอาหารและพื้นที่บริการ
- อ่างสำหรับการล้างและเตรียมอาหารจะต้องจัดให้มีในหลายๆ พื้นที่ตามที่จำเป็น (เช่น ในห้องเตรียมเนื้อ ปลา และผัก ในครัวเย็น และในพื้นที่อื่นๆ ที่มีพนักงานล้างหรือแช่อาหาร) บริเวณเครื่องล้างผักอัตโนมัติอาจใช้อ่างล้างสำหรับเตรียมอาหาร
- ตู้เก็บของ หิ้ง ชั้นวางของ ถาดวาง สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารและอุปกรณ์ในห้องจัดเก็บอาหาร อุปกรณ์ในห้องเตรียมและพื้นที่ให้บริการ รวมถึงบาร์ ตู้กับข้าวและการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้องกับถาดและอุปกรณ์การเสิร์ฟ
- โต๊ะ เก้าอี้ รถเข็น หรือพาเลท ในบริเวณที่มีการขนส่งอาหาร อาหารจากอุปกรณ์ทำอาหาร เช่น จากกาต้มน้ำ หม้อซุปไอน้ำ หม้อตุ๋น หม้อเอียง หรือถังเก็บน้ำแข็ง
- ตู้เก็บของหรือชั้นวางสำหรับสิ่งของขนาดใหญ่ เช่น ทัพพี พาย ตะกร้อและอุปกรณ์ตีผสมอาหาร
- ตู้เก็บมีดสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและเป็นไปตามมาตรฐานภาชนะสัมผัสกับอาหาร
- การจัดเก็บจานและตู้จ่ายอุปกรณ์
- เคาน์เตอร์เตรียมอาหาร
- ตู้น้ำดื่ม
- ตู้เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด

การทำความสะอาดขึ้นอยู่กับขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวกและระยะห่างจากเครื่องมืออุปกรณ์กับบริเวณที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์ พื้นที่ที่ใช้งานมาก เช่น ห้องเบเกอรี่ ห้องเก็บและเตรียมเนื้อ และพื้นที่เตรียมการอื่นๆ อาจต้องใช้อ่างล้างจานแบบ 3 หลุม พร้อมการเตรียมก่อนล้าง หรืออ่างล้างชนิด 4 หลุม พร้อมถาดรองและสเปรย์เหนือศีรษะ พื้นที่เตรียมอาหารทั้งหลายต้องจัดให้อยู่ในบริเวณที่เข้าถึงอ่างล้างภาชนะอุปกรณ์แบบ 3 หลุม หรือเครื่องล้างจานได้ง่าย พร้อมกับที่ทิ้งเศษอาหารและอุปกรณ์ล้าง

อุปกรณ์การจ่ายเครื่องดื่มหรือเครื่องปรุงรส จะต้องมีถาดระบายน้ำที่ถอดออกได้อย่างง่ายดายหรือท่อระบายน้ำในตัวที่ติดตั้งอยู่บนโต๊ะ ตู้จ่ายนมสดควรมีถาดระบายชนิดที่ถอดออกได้อย่างง่าย เพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ เพื่อป้องกันนมสดที่ตกค้างอยู่และอาจเป็นอันตราย อ่างล้างอุปกรณ์เป็นสิ่งที่จำเป็นในพื้นที่ เช่น บริเวณสถานีเครื่องดื่มที่มีความจำเป็นในการเติมเครื่องดื่ม เหยือกน้ำหรือตู้จ่ายหรือการทิ้งของเหลว เช่น เครื่องดื่มร้อนหรือเย็น ไอศกรีมหรือไอศกรีมเชอร์เบท หลุมกระบวยจะต้องมีท่อน้ำไหลและการระบายน้ำที่เหมาะสมเพื่อความสะดวกในการทำความสะอาด

จำเป็นต้องมีพื้นที่ที่สะอาดเพียงพอ สำหรับเก็บเครื่องมือ ภาชนะและอุปกรณ์ ต้องสะอาดและเพียงพอสำหรับใช้ในการเตรียมอาหาร เช่น ทัพพี และมีด

การออกแบบของอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดต้องสะดวกในการใช้งาน ในการเติมอาหาร และการทำความสะอาด การระบายน้ำล้างลงในเครื่องระบายน้ำทิ้งบนดาดฟ้าหรืออ่างล้างจานบนดาดฟ้าโดยไม่ระบายลงบนดาดฟ้าโดยตรงหรือโดยอ้อม

สำหรับการเปิดใช้งานถังน้ำแข็ง ตู้โชว์อาหาร และสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บอาหารและน้ำแข็ง จะต้องมีการป้องกันที่เหมาะสม มีประตูที่เหมาะสมโดยมีลักษณะที่ป้องกันการปนเปื้อนได้ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสิ่งของที่เก็บไว้

การเปิดเคาน์เตอร์และขอบของพื้นที่ให้บริการอาหาร หม้อนึ่งไอน้ำแบบ 2 ชั้น (bains-marie) ถาดใส่น้ำแข็ง ถาดวางอาหารอื่นๆ และที่เก็บน้ำแข็ง ต้องออกแบบโดยยกขอบขึ้นหรือมีขอบ 5 มม. หรือสูงกว่าระดับเคาน์เตอร์

3.2.4 แนวทางการปฏิบัติ 3.4 วัสดุ

แนวทางการปฏิบัติ 3.4 วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการสัมผัสกับอาหารและป้องกันการปนเปื้อนอาหาร

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.4

1. วัสดุที่สัมผัสกับอาหารเหมาะสมกับจุดประสงค์นี้

2. วัสดุที่ไม่สัมผัสกับอาหารมีความเหมาะสมต่อการปกป้องอาหารจากการปนเปื้อน

แนวทางการปฏิบัติสำหรับคำแนะนำ 3.4

1. พื้นผิวสัมผัสอาหาร

วัสดุที่ใช้สำหรับพื้นผิวที่สัมผัสกับอาหารต้องมีความเหมาะสม – ตัวอย่าง เช่น ทนต่อการกัดกร่อน ทำจากวัสดุที่ปลอดสารพิษ ไม่ดูดซึม ทำความสะอาดง่าย เรียบ และแข็งแรงทนทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่ทำความร้อนที่สัมผัสกับอาหาร ไขมัน ในการปรุงอาหาร น้ำมัน หรือภาชนะที่ทำอาหารที่คล้ายกัน เขียงควรเป็นวัสดุที่เหมาะสม เช่น ทำจากวัสดุที่แข็งแรง ไม่มีรอยแตกร้าว หากใช้วัสดุอื่นนอกเหนือจากที่ได้รับการยอมรับและ

จดทะเบียนเพื่อใช้พื้นผิวสัมผัสอาหารหรือภาชนะบรรจุ ควรขอคำแนะนำจากหน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องก่อนทำการติดตั้ง โดยทั่วไปแล้วพื้นผิวที่ทาสีไม่แนะนำให้ใช้สัมผัสกับอาหารเว้นแต่จะใช้สีที่เหมาะสม

2. พื้นผิวที่ไม่สัมผัสอาหาร

วัสดุที่ใช้สำหรับพื้นผิวที่ไม่สัมผัสอาหารต้องมีความทนทานและทำความสะอาดได้ง่าย ต้องเลือกวัสดุเชื่อมต่อที่ไม่กัดกร่อน เพื่อให้แน่ใจว่าบริเวณเชื่อมต่อนั้นทนต่อการกัดกร่อน การเคลือบพื้นผิวและสีควรเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์และไม่เกิดความเป็นพิษ

อุปกรณ์เครื่องมือทั้งหมดที่ติดตั้งถาวร จะต้องติดตั้งและสร้างด้วยแผ่นที่ปิดรอยต่อ รอยแยก เพื่อปิดช่องเปิดเว้นแต่จะมีช่องว่างเพียงพอสำหรับการทำความสะอาดที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น แนะนำให้มีระยะห่างขั้นต่ำ 15 ซม. สูงจากพื้น

สิ่งสำคัญจะต้องแน่ใจว่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเคาน์เตอร์ การจะถูกผนึกไว้ที่ด้านบนของโต๊ะหรือติดตั้งบนขา ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเคาน์เตอร์ ควรมีระยะห่างที่เพียงพอโดยทั่วไปอย่างน้อย 7.5 ซม. ระหว่างแนวนอนต่ำสุดและเคาน์เตอร์ นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นต้องสามารถที่จะทำความสะอาดด้านหลังอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเคาน์เตอร์และอุปกรณ์เครื่องดื่มต่างๆ ได้ง่าย

ระยะห่างระหว่างด้านหลังของอุปกรณ์ที่ปิดทึบ เช่น ช่วงระยะระหว่างตู้เย็นและผนัง จะแปรผันไปตามความยาวรวมของอุปกรณ์ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ที่มีความยาวสูงสุด 61 ซม. ระยะห่างที่เหมาะสมอาจเป็น 15 ซม. สำหรับอุปกรณ์ที่ยาวมากกว่านั้น การเว้นระยะห่างอาจจะมากขึ้นตามสัดส่วน สูงสุดได้ถึง 61 ซม. สำหรับอุปกรณ์ที่มีความยาว 2.45 ม. หรือมากกว่า หากช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และผนังสามารถเข้าถึงได้จากปลายด้านหนึ่งถึงอีกด้านหนึ่ง ช่องว่างอาจลดลงครึ่งหนึ่ง โดยระยะ 15 ซม. เป็นระยะต่ำสุดที่เหมาะสม

หากอุปกรณ์ 2 รายการ เช่น เตาอบไฟฟ้าหรือเตาอบแก๊สตั้งอยู่ใกล้กัน ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์เหล่านั้นต้องเพียงพอสำหรับการทำความสะอาด อีกทางหนึ่งคือ ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ต้องปิดได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกด้านอย่างแน่นหนา มีพื้นที่ระหว่างอุปกรณ์ที่จะสามารถปิดทุกด้านได้อย่างพอดี

การติดตั้งอุปกรณ์บนโครงสร้างหลักบนเรือ ต้องมีระยะห่างที่เพียงพอเหนือพื้นอย่างน้อย 10 ซม. ต้องใช้ปูนซีเมนต์หรือการเชื่อมอย่างต่อเนื่องเพื่อปิดผนึกอุปกรณ์กับโครงสร้าง ความยาวของส่วนที่ยื่นออกมาจากอุปกรณ์จะต้องไม่เกินกว่า 10 ซม. เพื่อหลีกเลี่ยงการอยู่อาศัยของสัตว์นำโรค แนะนำให้ปิดช่องว่างของอุปกรณ์ที่ยื่นออกมาจนถึงด้านล่าง

อุปกรณ์ที่ติดตั้งโดยไม่เว้นระยะห่างที่เพียงพอ ตามคำแนะนำในย่อหน้าก่อนหน้านี้ว่าควรมีช่องว่างด้านล่าง ด้านข้าง ด้านหลังอุปกรณ์ ที่สามารถปิดล้อมหรือปิดผนึกกับโต๊ะและ/หรือผนังได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเจาะช่องสำหรับสายเคเบิล ท่อ หรือช่องเปิดของท่อ จะต้องมีปลอกที่กระชับแน่นซึ่งทำจากวัสดุที่ได้รับการยอมรับจากหน่วยงานด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้อง

การเดินสายไฟฟ้าจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งอย่างถาวรจะต้องถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่ทนทานและทำความสะอาดได้ง่าย ไม่แนะนำให้ใช้ท่อร้อยสายถักหรือทำด้วยสเตนเลส ภายนอกพื้นที่ทางเทคนิคหรือบริเวณที่มีการกระเซ็นหรือสกปรก ควรปรับความยาวของสายไฟฟ้าของอุปกรณ์หรือสายไฟในลักษณะที่ป้องกันไม่ให้สายไฟวางอยู่บนเคาน์เตอร์และควรยึดให้แน่น

อุปกรณ์ที่ติดตั้งจำนวนมาก เช่น โทรศัพท์ ลำโพง แผงควบคุมไฟฟ้า หรือปลั๊กไฟฟ้าต้องปิดผนึกเข้ากับแผงกั้นหรือผนัง อุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องติดตั้งไว้ให้ห่างจากบริเวณที่สัมผัสกับอาหาร

พื้นที่ใดก็ตามที่มีสายไฟฟ้า ท่อไอน้ำ หรือท่อน้ำทะลุผนัง หรือพื้น รวมถึงพื้นที่ทางเทคนิคหรือพื้นการทำงานควรปิดผนึกอย่างแน่นหนา ควรลดจำนวนของท่อที่เดินภายนอกให้น้อยที่สุด

3.2.5 แนวทางการปฏิบัติ 3.5 สิ่งอำนวยความสะดวก

แนวทางการปฏิบัติ 3.5 สิ่งอำนวยความสะดวกเหมาะสำหรับการเตรียมอาหารที่ปลอดภัยและการให้บริการ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.5

1. น้ำและน้ำแข็งมีคุณภาพ ใช้บริโภคได้
2. มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคที่เพียงพอ
3. การระบายอากาศเพียงพอและออกแบบมาเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนอาหาร
4. แสงสว่างเพียงพอที่จะทำให้การเตรียมปรุงอาหารถูกสุขลักษณะ
5. สถานที่จัดเก็บอาหารที่ปลอดภัยและเพียงพอ
6. พื้นผิวสัมผัสอาหารมีความสะอาดถูกหลักสุขาภิบาลอาหาร
7. พื้นที่ไม่สัมผัสอาหารมีการออกแบบมาเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนอาหาร

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.5

1. น้ำและน้ำแข็ง

การจัดหาน้ำดื่ม น้ำใช้ที่สะอาดปลอดภัยที่เพียงพอ พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมสำหรับการจัดเก็บและการจ่ายเมื่อมีความจำเป็นเพื่อความปลอดภัยและความเหมาะสมของอาหาร น้ำที่ไม่สะอาดปลอดภัย (เช่น น้ำทะเล) จะต้องมีระบบที่แยกต่างหากและจะต้องไม่ถูกส่งไปยังห้องครัว นอกเสียจากว่าจำเป็นตามที่อธิบายไว้ในบทที่ 2

น้ำแข็งที่จะสัมผัสกับอาหารหรือเครื่องดื่ม ต้องผลิตจากน้ำดื่ม ต้องตรวจสอบแหล่งที่มาของน้ำบนฝั่งกับหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ และการขนส่งน้ำแข็งจากฝั่งขึ้นไปบนเรือ ต้องดำเนินการอย่างถูกสุขลักษณะและถูกหลักสุขาภิบาลอาหาร เมื่อส่งถึงเรือน้ำแข็งจากฝั่งต้องได้รับการจัดการอย่างถูกสุขลักษณะและถูกหลักสุขาภิบาลอาหาร ผู้ดำเนินการต้องสวมใส่ เสื้อผ้า ถุงมือ และรองเท้าบูทที่สะอาด น้ำแข็งจะต้องเก็บไว้ในห้อง

เก็บที่สะอาด และยกสูงขึ้นจากพื้น โดยใช้กระดานหรืออุปกรณ์ที่คล้ายกันเพื่อให้มีการระบายน้ำและอากาศไหลเวียนได้ดี น้ำแข็งที่ผลิตบนเรือต้องได้รับการจัดการและเก็บรักษาอย่างถูกหลักสุขาภิบาลอาหาร

2. การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อสิ่งอำนวยความสะดวก

เพื่อให้แน่ใจว่าอาหารสะอาดปลอดภัย เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบเพียงพอและเหมาะสมในการสร้างระบบสำหรับการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคในอาหาร เครื่องมือเครื่องใช้ในครัว อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ น้ำร้อนและน้ำเย็นที่เพียงพอและสะอาดปลอดภัย

3. การระบายอากาศ

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติที่ดีหรือโดยระบบเครื่องกลที่เพียงพอช่วยให้การดำเนินงานด้านอาหารปลอดภัยขึ้น ระบบระบายอากาศจะต้องได้รับการออกแบบและสร้างเพื่อให้อากาศไม่ไหลจากบริเวณที่ปนเปื้อนไปยังบริเวณที่สะอาด และต้องมีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดอย่างเพียงพอ ช่องระบายอากาศและอุปกรณ์ต้องถอดออกเพื่อทำความสะอาดได้ง่าย ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษกับสิ่งต่อไปนี้

- ลดการปนเปื้อนของอาหารจากอากาศ เช่น จากละอองไอ หยดน้ำควบแน่น
- การควบคุมอุณหภูมิภายนอก
- หากจำเป็น อาจต้องควบคุมความชื้นอากาศ

4. แสงสว่าง

แสงจากธรรมชาติหรือแสงจากหลอดไฟที่เพียงพอทำให้การปฏิบัติงานได้ถูกสุขลักษณะ ความเข้มของแสงควรตั้งค่าตามลักษณะของงาน ควรติดตั้งโคมไฟที่มีการป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนลงไปในอาหารหากเกิดการแตกหักของหลอดไฟ

5. การจัดเก็บ

การจัดเก็บอาหารที่ไม่เหมาะสมบนเรือเดินทะเลเป็นเรื่องอันตราย เนื่องจากอาหารจะต้องเก็บและขนส่งเป็นเวลาหลายสัปดาห์หรืออาจจะหลายเดือน และเรืออาจได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศที่รุนแรง การจัดเก็บโดยเฉพาะในห้องเย็นในสภาพที่ไม่มีการบรรจุหีบห่อ อาจมีผลกระทบที่รุนแรง

ประเภทของสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บที่จำเป็น จะขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหารบนเรือ ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่เพียงพอสำหรับการเก็บรักษาอาหาร เครื่องปรุง ส่วนผสม และสารเคมีที่ไม่ใช่อาหาร (เช่น วัสดุทำความสะอาด น้ำมันหล่อลื่น และเชื้อเพลิง) ที่จัดเก็บอาหารต้องได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อ

- อนุญาตให้มีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดอย่างเพียงพอ
- หลีกเลี่ยงและป้องกันสัตว์และแมลงนำโรค
- ช่วยให้อาหารได้รับการปกป้องอย่างมีประสิทธิภาพจากการปนเปื้อนในระหว่างการเก็บรักษา
- จัดให้มีสภาพแวดล้อมที่ลดการเสื่อมสภาพของอาหารให้เหลือน้อยที่สุด (เช่น การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น)

6. พื้นผิวสัมผัสอาหาร

พื้นผิวสัมผัสอาหารควรมีลักษณะเรียบ ปราศจากตะเข็บเปิด รอยแตกหรือรอยแยก และทำความสะอาดได้ง่าย อุปกรณ์ยึดติดต่างๆ ที่อยู่ด้านที่สัมผัสอาหาร (เช่น สลักเกลียวและน็อต) โดยทั่วไปไม่ควรมีมุมที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันกับด้านข้างของพื้นผิวสัมผัสอาหาร ต้องถูกสร้างขึ้นให้มีรัศมีความโค้งที่ช่วยในการทำความสะอาดอย่างน้อย 3 มม. ที่มุมขอบของพื้นผิวสัมผัสอาหารควรมีรัศมีความโค้งที่เพียงพอที่จะช่วยในการทำความสะอาดอย่างน้อย 1.6 มม.

พื้นผิวสัมผัสอาหารจะต้องมีการป้องกันจากการรั่วไหลหรือการรั่วซึมของสารหล่อลื่นหรือสารจากภายนอกหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ โดยทั่วไปแล้ววัสดุที่ไม่แข็งแรงทนทาน ไม่กันความร้อน ไม่ควรนำไปใช้กับพื้นผิวของอุปกรณ์ที่อยู่เหนือพื้นที่ที่เก็บอาหารที่ถูกสัมผัสโดยตรงเนื่องจากอาจทำให้เกิดอันตราย

ลิ้นชักและถังขยะที่สัมผัสกับอาหารจะต้องถอดออกได้และทำความสะอาดได้ง่าย ลักษณะต้องเป็นผิวเรียบ ไม่มีตะเข็บ เรียบเนียนทุกด้าน ผ้าคลุมหรือภาชนะบรรจุสำหรับอาหารหรือเครื่องดื่มที่ไม่ได้มีภาชนะบรรจุจะต้องถอดออกหรือออกแบบมาเพื่อทำความสะอาดได้ง่าย

7. พื้นผิวที่ไม่สัมผัสอาหารที่เหมาะสม

พื้นผิวที่ไม่สัมผัสอาหารควรได้รับการออกแบบเพื่อลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนอาหารโดยปราศจากรอยต่อ รอยแตก หรือรอยแยก ที่เก็บของอุปกรณ์เครื่องมือหรือชิ้นส่วนต้องปราศจากช่องเปิดเข้าไปในบริเวณที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ ซึ่งอาจมีอาหาร ของเหลว หรือฝุ่นเข้าไปทำให้เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์แมลงนำโรค เครื่องผสมอาหาร ตู้เย็น คอมเพรสเซอร์ และอุปกรณ์ที่คล้ายกัน หากมีช่องเปิดหรือบานเกล็ด ควรมีตะแกรงดักป้องกันที่สามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ง่ายพร้อมการทำความสะอาดตามปกติ

อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนพื้นต้องติดตั้งโดยใช้ฐานพร้อมพื้น (ช่องเปิดและข้อต่อปิดผนึก) หรือมีระยะห่างขั้นต่ำ 15 ซม. ระหว่างกรอบแนวนอนที่ต่ำที่สุดของอุปกรณ์และพื้น นอกจากนี้ยังต้องให้อุปกรณ์ติดตั้งเกาะหรือยึดไว้กับกลไกการควบคุมข้อต่อและส่วนประกอบอื่นๆ ที่ติดตั้งบนตัวเรือ อุปกรณ์จะต้องได้รับการออกแบบและติดตั้งเพื่อแยกทางเข้าของสิ่งสกปรกและสัตว์ที่น่ารังเกียจและการก่อตัวของพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ซึ่งอาจกีดขวางการทำความสะอาด ฐานที่ยึดอุปกรณ์ที่ยกระดับสำหรับอุปกรณ์ที่อยู่เหนือระดับพื้น หากมีพื้นที่ช่องว่างด้านล่างต้องไม่เยื้องระยะห่างมากกว่าความสูงของกรอบต่ำสุดของอุปกรณ์ด้านบน พื้นที่ช่องว่างด้านล่างควรมีความสูงอย่างน้อย 5 ซม. ในพื้นที่ปิด ส่วนเสา คาน และขาตั้ง ต้องปิดทางเข้าให้สนิทเพื่อป้องกันสัตว์นำโรค

พื้นที่ด้านบนของตู้เก็บอาหารจะต้องได้รับการป้องกันพื้นที่รอบนอกโดยรอบด้วยผนังกั้น มีความสูงต่ำสุดของคันกั้นนี้อย่างน้อย 5 มม. วัดจากพื้นผิวของตู้หรือจากระดับน้ำไหลล้น ด้านบนของโต๊ะทำงานหรือโต๊ะวางจานอาหารที่เชื่อมต่อไปยังภาชนะรองรับเศษอาหารหรือขยะมูลฝอย ควรมีร่องน้ำเป็นขอบที่คว่ำลงยื่นออกมาอย่างน้อย 1.25 ซม. ต่ำลงจากระดับพื้นผิวโต๊ะเว้นเสียแต่ว่ามีกล่องรับเศษอาหารติดตั้งไว้ ขอบด้านบนของพื้นผิวโต๊ะ

เช่น พื้นผิวด้านบนของที่ปรุง โต๊ะปรุง หรือชั้นวางของ สามารถถอดออก หรือกลับหน้าแปลนเข้าที่เดิมได้ โดยมีระยะห่างที่เหมาะสมอย่างน้อย 2 ซม. ระหว่างขอบตัดและมุมกรอบโครงยึด หรือควรปิดทั้งหมด

ปล่องระบายควันที่อยู่เหนือหม้อต้มไอน้ำและอุปกรณ์ทำอาหารอื่นๆ ควรมีลักษณะ เรียบและทำความสะอาดง่าย ถ้ามีรางระบายน้ำให้ต้องได้รับการออกแบบให้มีความสะดวกในการทำความสะอาด ถ้ามีการใช้ตัวกรองต้องมีการติดตั้งเพื่อควบคุมการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำให้ไหลลงสู่รางระบายน้ำโดยตรง อุปกรณ์ระบบระบายอากาศ Baffles, vanes, damper และอุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ จะต้องสามารถใช้งานได้หรือเคลื่อนย้ายได้สะดวก ราวแขวนอุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่ปรุงอาหารต้องสามารถถอดและทำความสะอาดได้ง่าย

คอยล์ทำความเย็นแบบเปิดที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่จัดการอาหาร จะต้องเป็นแบบไร้ครีบระบายความร้อนและจัดเรียงจัดทำในลักษณะที่สามารถทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง พัดลมระบายความร้อนหรือเครื่องระเหยแบบครีบต้องปิดหรือป้องกันไม่ให้อาหารกระเด็นเข้าไป และเพื่อป้องกันอาหารปนเปื้อนจากน้ำที่เกิดจากการควบแน่น เครื่องทำความเย็นแบบปิดจะต้องมีท่อระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่น สารทำความเย็นและท่อขดลวดนำน้ำมาหมุนเวียนในชุดทำความเย็นจะต้องเข้าทำความสะอาดด้วยแปรงและล้าง ระบายออกน้ำออกได้ง่าย

ประตูบานเลื่อนที่ห้องครัวและอุปกรณ์เตรียมอาหารจะต้องถอดออกได้ ช่องทางเข้าต้องไม่เปิดอยู่ รางด้านล่างที่ปลายต้องมีช่องเปิดเพื่อช่วยกำจัดฝุ่นและเศษขยะในรางออกได้ อุปกรณ์ประตูไม่ว่าจะเป็นแบบเลื่อนหรือบานพับควรหลีกเลี่ยงไม่ให้มีจุดที่เป็นบริเวณที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ หากมีการใช้ประเก็นหรือยางขอบประตูเป็นฉนวน จะต้องทำความสะอาดได้ง่าย ส่วนที่เปลี่ยนได้ควรใส่ให้แน่น ที่จับประตูและอุปกรณ์ยึดอื่นๆ จะต้องไม่มีช่องเปิดซึ่งจะทำให้แมลงและสัตว์นำโรคเข้าไปในอุปกรณ์ประกอบประตู ที่จับบานพับและอุปกรณ์อื่นๆ จะต้องทำจากวัสดุที่เรียบและทำความสะอาดได้ง่าย

เขียงจะต้องยกออกได้ เพื่อให้ทำความสะอาดง่าย หรือทำความสะอาดได้ง่ายโดยไม่ต้องถอดออก เขียงต้องไม่มีตะเข็บรอยเปิด หรือรอยแตก และเรียบทุกด้าน ลิ้นชักและถังขยะมูลฝอยจะต้องถอดออกได้ง่าย และทำความสะอาดได้ง่าย

วัสดุที่เป็นฉนวนต้องกันน้ำซึม หรือควบแน่น และต้องมีช่องระบายอาหารหรือเศษอาหารออก

ขอบกั้นรอบโต๊ะวางอุปกรณ์ เช่น หม้ออบไอน้ำ จะต้องปิดสนิทเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำและเป็นช่องทางเข้าของสัตว์แมลงนำโรค และท่อระบายน้ำต้องติดตั้งตะแกรงดักที่สามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ ท่อระบายน้ำจะต้องตั้งอยู่ที่จุดต่ำสุดภายในพื้นที่ ท่อระบายน้ำสำหรับห้องครัวบนเรือและอุปกรณ์อ่างควรมีขนาดดังต่อไปนี้

- อ่างล้างจาน: เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำ 3.75 ซม.
- โต๊ะอุ่นอาหารด้วยไอน้ำและอ่างน้ำร้อนอุ่นอาหาร: เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำ 2.5 ซม.

การติดตั้งท่อระบายน้ำแนวนอนที่อยู่ภายนอกรวมทั้งท่อดักต้องติดตั้งในลักษณะที่สามารถทำความสะอาดบริเวณพื้นได้โดยสะดวก ท่อระบายน้ำไม่ควรอยู่เหนือพื้นที่ที่ใช้สำหรับการจัดเก็บการเตรียมหรือการเสิร์ฟอาหาร

เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของช่องเติมน้ำเข้าสู่โต๊ะอุ่นไอน้ำ หม้อต้มน้ำและอุปกรณ์ประเภทอ่างล้างอื่นๆ จะต้องติดตั้งในระยะที่ปลอดภัยขั้นต่ำสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเติมน้ำ และในกรณีใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ซม. เหนือขอบระดับน้ำล้น หากสายจ่ายน้ำจำเป็นต้องอยู่ต่ำกว่านั้น ต้องติดตั้งตัวดูดสุญญากาศที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม

ชั้นวางของที่ใช้พื้นชนิดที่ถอดออกได้ หรือยึดติดกับโครงสร้างที่รองรับจะต้องป้องกันเศษอาหารและสัตว์นำโรค ภาชนะเครื่องเงินจะต้องถอดออกได้และออกแบบ ผลิตขึ้นในลักษณะที่ทำความสะอาด ฆ่าเชื้อหรือการทำลายเชื้อด้วยความร้อนสูง (disinfection or sterilization) หลุมหรือภาชนะสำหรับแช่ที่ตักไอศกรีมจะต้องติดตั้งน้ำไหลจากทางเข้าด้านบนและทำจากวัสดุที่เรียบและไร้รอยต่อ

3.2.6 แนวทางการปฏิบัติ 3.6: พื้นที่สำหรับการจัดเก็บ การเตรียม และการให้การบริการ

แนวทางการปฏิบัติ 3.6 พื้นที่ในการจัดเก็บ การเตรียม และให้บริการอาหาร

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.6

1. พื้นที่นั้นได้รับการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคและไม่เป็นที่รวมของสิ่งที่เป็นอันตราย
2. อุณหภูมิที่ใช้ในการจัดเก็บต้องไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค
3. อาหารปรุงสุกพร้อมรับประทานแยกออกจากอาหารดิบ
4. อาหารทั้งหมดถูกแยกออกจากแหล่งปนเปื้อน และป้องกันการปนเปื้อน

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.6

ดาดฟ้าเรือ พื้นบนเรือ พื้นที่จัดเก็บ จัดการ หรือจัดเตรียม ที่เก็บภาชนะอุปกรณ์และเครื่องใช้ที่ล้างสะอาดแล้วจะต้องสร้างขึ้นในลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาด การบำรุงรักษา และตรวจสอบได้ตลอดเวลา พื้นผิวจะต้องเรียบและอยู่ในสภาพดี

เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการปฏิบัติที่ดี ห้องจัดหา ห้องเย็นขนาดใหญ่แบบสามารถเดินเข้าไปได้ และตู้แช่แข็งและช่องทางการขนส่งควรเป็นพื้นแข็งแรง ทนทานและไม่ดูดซึมน้ำ (เช่น ในห้องเย็นพื้นควรทำด้วยกระเบื้องหรือแผงสเตนเลสสตีลแบบลูกฟูก) พื้นที่เป็นเหล็กทาสียอมรับให้ใช้ได้ในทางเดินและห้องที่เก็บของหรืออาหารแห้งควรใช้สีอ่อนเพื่อสังเกตความสกปรกได้ง่าย ถ้าต้องใช้รถ forklift ในพื้นที่เหล่านี้ ควรเสริมแรงด้วยสเตนเลสสตีลเพื่อเป็นกันชน และอุปกรณ์ป้องกันการกระแทกควรติดตั้งตามจุดต่างๆ เพื่อป้องกันอันตรายและความเสียหาย เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการปิดถาดสายเคเบิล ท่อ หรืออุปกรณ์ที่ทำความสะอาดยาก

หรือปิดคลุมอุปกรณ์ต่างๆ ให้มิดชิด ผนังกั้นและทางแยกทั้งหมดของดาดฟ้าควรต้องปิด (เช่น รัศมี 10 มม.) และปิดให้สนิท

สำหรับห้องครัวบนเรือ ห้องเตรียมอาหาร พื้นที่เก็บอาหาร และพื้นควรสร้างจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน ไม่ดูดซึมน้ำและไม่ลื่น การติดตั้งอาจรวมถึงบัวที่ทนทานด้วยรัศมีที่เพียงพออย่างน้อย 10 มม. หรือการออกแบบที่เปิดกว้างกว่า 90 องศา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของส่วนต่อประสานระหว่างผนังกับพื้นและที่จุดเชื่อมต่อระหว่างพื้นกับการติดตั้งอุปกรณ์สเตนเลสหรือบัวอื่นๆ หากติดตั้งจะต้องมีความหนาเพียงพอที่ทนทาน และแผงแผ่นพื้นสเตนเลสจะต้องปิดผนึกด้วยการเชื่อมอย่างต่อเนื่องและไม่กัดกร่อน การปูกระเบื้องดาดฟ้าทั้งหมดจะต้องปิดผนึกด้วยวัสดุยาแนวที่ทนทานและกันน้ำได้

พื้นด้านล่างของตู้เก็บของ เคาน์เตอร์ หรือตู้เย็น พื้นจะต้องทนทาน ไม่ดูดซึม ทำความสะอาดผิวพื้นได้ง่าย เช่น การใช้กระเบื้องหรือสเตนเลสสตีล ไม่แนะนำให้ใช้เหล็กทาสีหรือพื้นคอนกรีต ช่องเปิดทั้งหมดที่ท่อและสิ่งอื่นๆ ติดตั้งผ่านพื้นต้องปิดสนิท พื้นและผนัง รวมถึงประตู วงกบประตู และเสา ต้องสร้างด้วยเหล็กสเตนเลสคุณภาพสูงป้องกันการกัดกร่อน ชนิดของหรือสเตนเลสสตีลควรหนาเพียงพอที่จะไม่บิดงอหรือแยกออกจากกันภายใต้สภาวะปกติ สำหรับตะเข็บที่มีขนาดมากกว่า 1 มม. แต่น้อยกว่า 3 มม. ที่ต้องทำการเชื่อม เป็นเรื่องปกติที่จะต้องมีการใช้สารยาแนวที่เหมาะสม สำหรับตะเข็บที่มีขนาดใหญ่และตะเข็บที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะปิดผนึกได้ (ใหญ่มากกว่า 3 มม.) แนะนำให้ใช้แถบโพรไฟล์เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel profile strips) ผนังทั้งหมดที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องมีความหนาเพียงพอหรือเสริมแรงเพื่อให้รับตัวยึดตัวหรือการเชื่อมติดได้โดยไม่ทำให้คุณภาพและโครงสร้างของแผ่นเหล็กลดลง การเชื่อมต่อสายยูทิลิตี้จะต้องมีการติดตั้งผ่านสเตนเลสสตีลหรือท่ออาหารที่สามารถทำความสะอาดได้ง่ายอื่นๆ - ท่อร้อยสายที่ติดตั้งต้องอยู่ห่างจากผนังเพื่อความสะดวกในการทำความสะอาด ผนังกั้นน้ำมันในห้องครัวจะต้องเชื่อมต่ออย่างสนิทกับผนัง จำเป็นต้องใช้น้ำยาซีลกันรั่วกันซึมเพื่อป้องกันน้ำซึม ช่องเปิดทั้งหมดจะต้องปิดผนึกทุกจุดที่ท่อหรือสิ่งอื่นๆ เจาะทะลุผนังและพื้น

สำหรับพื้นที่ให้บริการอาหาร ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่า ทุกบริเวณที่มีการจัดบุฟเฟ่ต์ควรเป็นพื้นที่แข็งแรง ทนทาน และไม่ดูดซึมน้ำ พื้นที่มีความกว้างที่เหมาะสมอย่างน้อย 1 เมตร วัดจากขอบเคาน์เตอร์บริการหรือจากขอบด้านนอกของรางถาด ห้องรับประทานอาหารควรเป็นพื้นที่แข็งแรง ทนทาน และไม่ดูดซึมน้ำ (เช่น ทำด้วยหินแกรนิตหรือหินอ่อน) ที่มีระยะห่างที่ปลอดภัยอย่างน้อย 61 ซม. จากขอบด้านข้างของจุดบริการ พื้นด้านหลังเคาน์เตอร์บริการ อุปกรณ์ในพื้นที่ด้านเทคนิคจะต้องสร้างจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน และไม่ดูดซึมน้ำ (เช่น กระเบื้อง อีพอกซีเรซิน หรือสเตนเลสสตีล) ไม่แนะนำให้ใช้เหล็กทาสีหรือพื้นคอนกรีต การติดตั้งบัวที่ทนทานด้วยรัศมีที่เพียงพออย่างน้อย 10 มม. หรือการออกแบบที่เปิดกว้างกว่า 90 องศา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของส่วนต่อประสานระหว่างผนังกับพื้นและที่จุดเชื่อมต่อระหว่างพื้นกับการติดตั้งอุปกรณ์ สเตนเลสสตีลหรือบัวอื่นๆ หากติดตั้งจะต้องมีความหนาเพียงพอที่จะทนทานได้ กระเบื้องยางหรือกระเบื้องไวนิลปูพื้นที่ทนทานแนะนำให้ใช้เฉพาะในพื้นที่รับประทานอาหารของทีมงาน ลูกเรือ หรือเจ้าหน้าที่ ผนังและพื้นอาจสร้างจากกระเบื้องตกแต่ง แผ่นโลหะอัดหรือวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน และไม่กัดกร่อน ไม่จำเป็นต้องใช้สเตนเลสสตีลใน

พื้นที่นี้ อย่างไรก็ตามวัสดุที่ใช้จะต้องทำความสะอาดง่าย ช่องเปิดทั้งหมดที่ท่อและสิ่งอื่นๆ เจาะทะลุผ่านพื้นจะต้องปิดผนึกให้สนิท

ผนังและพื้นของพื้นที่จัดเก็บอาหารและเครื่องดื่ม การจัดเตรียมหรือการปรุงอาหาร หรือมีการจัดเก็บหรือทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์เครื่องใช้ ควรมีพื้นผิวเรียบ แข็งแรง สีอ่อน ล้างทำความสะอาดง่าย ฉนวนกันความร้อนที่เป็นเส้นใยหรือวัสดุที่คล้ายกันต้องมีการห่อหุ้ม เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุที่เป็นฉนวนตกลงไปปนเปื้อนในอาหาร ผ้าหรือปูนปลาสเตอร์ที่ฉาบผิวไม่แนะนำให้ทำบนพื้นผิวโต๊ะ เครื่องกรองอากาศที่ใช้ไส้กรองอากาศที่เป็นเส้นใยไม่แนะนำให้ติดตั้งอยู่เหนืออุปกรณ์ที่ใช้ปรุงอาหาร วัสดุเก็บเสียงที่มีรูพรุนไม่แนะนำให้ใช้ในห้องครัว ห้องเก็บอาหาร ตู้เก็บอาหาร พื้นที่จัดการอาหารอื่นๆ หรือพื้นที่เก็บอาหาร แต่สามารถใช้ในห้องรับประทานอาหารได้โดยมีเงื่อนไขว่าอนุภาคของวัสดุต้องไม่ตกลงในอาหารผ่านรูและรอยตะเข็บ

ระบบท่อที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณเพดานไม่มีการป้องกันและอยู่เหนือที่เก็บอาหาร การจัดเตรียมหรือการบริการอาหาร หรือสถานที่ล้างภาชนะอุปกรณ์เครื่องใช้จะต้องหุ้มฉนวนถ้ามีการควบแน่น ท่อระบายน้ำที่มีน้ำเสียหรือของเสียที่เป็นของเหลวอื่นๆ ควรเปลี่ยนแนวท่อไม่ให้อยู่เหนือพื้นที่เตรียมอาหาร บริการอาหาร เก็บอาหาร หรือบริเวณที่มีการล้างภาชนะอุปกรณ์ ในกรณีที่มีแนวท่อระบายน้ำอยู่ต้องไม่มีปลั๊กไฟและหน้าแปลน (Flange) ของท่ออยู่ในบริเวณนั้น หรือควรปิดรอยเชื่อมให้สนิทเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น อาจมีข้อยกเว้นในการติดตั้งที่ทำไว้อยู่ก่อนแล้วถ้าเส้นท่อไม่รั่วทำให้ของเหลวไหลหยดลงในอาหารหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ ส่วนพื้นที่แช่เย็นที่มีท่อระบายน้ำหุ้มฉนวนกันความร้อนโดยรอบ ถือว่าเป็นที่ยอมรับได้

3.2.7 แนวทางการปฏิบัติ 3.7 ห้องสุขาและอุปกรณ์สำหรับสุขอนามัยส่วนบุคคล

แนวทางการปฏิบัติ 3.7 ห้องสุขาและอุปกรณ์สำหรับสุขอนามัยส่วนบุคคล

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.7

1. มีห้องสุขาที่เพียงพอและเหมาะสมสำหรับผู้สัมผัสอาหาร
2. มีอุปกรณ์สำหรับการล้างมือและทำให้มือแห้งอย่างเพียงพอและเหมาะสมสำหรับผู้สัมผัสอาหาร

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.7

1. ห้องสุขา

มีห้องสุขาที่เพียงพอสำหรับผู้สัมผัสอาหารและจะต้องอยู่ใกล้กับพื้นที่เตรียมอาหารเพื่อส่งเสริมให้ผู้สัมผัสอาหารมีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดีและถูกหลักสุขาภิบาล บนเรือลำเล็กลูกเรืออาจใช้สิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกัน สิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าวจะต้องสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนห้องสุขาไม่ควรมีประตูหรือช่องเปิดตรงสู่พื้นที่ที่มีการเตรียมอาหารจัดเก็บหรือเสิร์ฟ หากห้องสุขาเปิดออกสู่บริเวณที่เตรียม

ปรุงอาหารโดยตรงประตูจะต้องมีความแน่นหนาและสามารถปิดได้เอง หากเป็นไปได้ควรมีช่องระบายอากาศระหว่างห้องสุขาและพื้นที่ที่เตรียมปรุงอาหาร

2. อุปกรณ์สำหรับล้างมือ

ต้องจัดให้มีอุปกรณ์สำหรับล้างมือและทำให้แห้งอยู่ในภายในหรือติดกับห้องสุขา ห้องสุขาควรมีก๊อกน้ำร้อนและน้ำเย็นอยู่ด้วยกัน มีกระดาษชำระแบบใช้ครั้งเดียว หรือตู้ใส่ผ้าเช็ดมือ มีสบู่หรือน้ำยาล้างมือที่เหมาะสม และมีป้ายอธิบาย เช่น **“ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งหลังจากใช้ห้องสุขา ล้างอ่างทั้งก่อนและหลังจากใช้งาน”** ป้ายบอกผู้สัมผัสอาหารให้ล้างมือหลังการใช้ห้องสุขาบนผนังให้เห็นชัดเจนที่ประตูห้องสุขา

พื้นที่ต่อไปนี้ต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับล้างมือเช่นเดียวกันโดยมีป้ายที่เหมาะสมติดอยู่เหนืออ่าง

- ห้องครัวหลัก: จำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับล้างมือเพิ่มเติมขึ้นอยู่กับ ระยะทาง ผนังกั้นแบ่งพื้นที่ ขนาดของพื้นที่ จำนวนพนักงานที่ให้บริการ และอุปสรรคอื่นๆ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- จัดอ่างล้างมือแยกตามห้องต่างๆตามความเหมาะสม ได้แก่ ห้องครัวแยก ห้องเตรียมอาหาร ห้องเบเกอรี่ ห้องเก็บและเตรียมเนื้อสัตว์ ห้องเตรียมผักและอ่างล้างจาน

ในกรณีที่อ่างล้างมือใช้งานร่วมกันทั้งผู้สัมผัสอาหารจากห้องครัวและห้องสุขา ต้องมีการติดป้ายเหนืออ่างล้างมือ บนเรือที่ซึ่งอ่างล้างมือในห้องอาหารของพนักงานบริการอาหารสามารถใช้งานได้ง่ายจากพื้นที่จัดการอาหาร ไม่จำเป็นต้องมีอ่างล้างมือเพิ่มเติมในพื้นที่เตรียมปรุงอาหาร ในกรณีดังกล่าว สามารถใช้ผ้าเช็ดส่วนตัวสำหรับผู้สัมผัสอาหารได้ อ่างล้างอาหาร อ่างสำหรับเทน้ำสกปรก อ่างซักผ้า อ่างล้างจาน อ่างล้างอุปกรณ์อื่นๆ ที่คล้ายกัน ไม่สามารถใช้ล้างมือได้ น้ำใช้น้ำล้างที่อ่างต่างๆ ควรจัดให้มีน้ำร้อนอุณหภูมิ 77 °C และควรใช้เฉพาะน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคเท่านั้นเพื่อจ่ายไปทำน้ำเย็นให้กับอ่างล้างมือ

อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องมีเพื่อส่งเสริมสุขอนามัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมและเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของอาหาร อุปกรณ์ที่ควรจะติดตั้งอยู่บริเวณห้องครัว มีดังนี้

- มีอุปกรณ์สำหรับการล้างมือและทำให้มือแห้งอย่างถูกสุขลักษณะ ประกอบด้วยอ่างล้างมือพร้อมทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น
- ห้องสุขาที่ออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะพร้อมด้วยอ่างล้างมือ ซึ่งไม่เปิดสู่ห้องครัวหรือพื้นที่จัดการอาหารโดยตรง
- จัดให้มีสบู่หรือน้ำยาล้างมือและอุปกรณ์ในการทำให้มือแห้งอย่างเพียงพอที่อ่างล้างมือ
- จัดให้มีพื้นที่เปลี่ยนเสื้อผ้า/ชุดสำหรับบุคลากรของผู้สัมผัสอาหารอย่างเพียงพอรวมถึงสถานที่จัดเก็บเสื้อผ้าที่เหมาะสม

3.2.8 แนวทางการปฏิบัติ 3.8: ที่ล้างจาน

แนวทางการปฏิบัติ 3.8 เครื่องมือและอุปกรณ์ล้างจานที่เพียงพอและมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.8

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการล้างจานมีเพียงพอ เหมาะสม ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ
2. ของเสียที่เกิดจากการล้างจานจะไม่ปนเปื้อนซ้ำในน้ำที่ใช้ล้างจาน

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.8

1. อุปกรณ์ในการล้างจาน

แนะนำให้ฉีดน้ำล้างพื้นที่ก่อนล้างภาชนะ หากต้องใช้อ่างล้างมือสำหรับการล้างสิ่งสกปรกออกก่อนอาจจำเป็นต้องใช้ตะแกรงดักเศษอาหารแบบถอดได้

ส่วนประกอบของเครื่องล้างจานทั้งหมดรวมถึงสายไฟที่ห่อหุ้มจะต้องยกสูงจากพื้นอย่างน้อย 15 ซม. เพื่อให้พื้นการระบายน้ำ

แผงสเตนเลสสตีลที่ถอดได้จะต้องจัดให้มีเพื่อป้องกันสายไฟและพื้นที่ทางเทคนิคจากการกระเด็นของน้ำ กรวยเครื่องบด โต๊ะเครื่องบด และโต๊ะรับจานจะต้องสร้างขึ้นจากสตนเลสสตีลที่มีการเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันอย่างต่อเนื่อง โครงสร้างสำหรับรองรับเครื่องล้างจานจะต้องสร้างจากสเตนเลสหลีกเลี่ยงการใช้เหล็กทาสี

เครื่องล้างจานจะต้องได้รับการออกแบบและกำหนดขนาดสำหรับการใช้งานตามวัตถุประสงค์และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

เครื่องล้างจานที่ใช้น้ำยาเคมีฆ่าเชื้อโรคจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ที่เตือนด้วยเสียงหรือมองเห็นได้เมื่อต้องเพิ่มน้ำยาเคมีฆ่าเชื้อโรค

เครื่องล้างจานต้องมีแผ่นข้อมูลที่มองเห็นได้และอ่านได้ง่าย แผ่นข้อมูลรวมถึงผังที่แสดงส่วนประกอบของเครื่องและข้อกำหนดการใช้งานของเครื่อง ดังนี้

- อุณหภูมิที่ต้องการสำหรับ การล้างก่อน การล้าง และการฆ่าเชื้อ
- ความดันที่ใช้สำหรับฉีดพ่นน้ำสะอาดในการล้างฆ่าเชื้อโรค ยกเว้นว่าเครื่องได้รับการออกแบบให้ใช้เฉพาะการล้างโดยใช้เครื่องสูบน้ำยาฆ่าเชื้อเท่านั้น
- ความเร็วสายพานลำเลียงสำหรับเครื่องลำเลียงหรือรอบเวลาสำหรับเครื่องล้างจานแบบอยู่กับที่
- ความเข้มข้นของสารเคมี (ถ้าใช้สารเคมีฆ่าเชื้อ)

อ่างล้างจานแบบ 3 หลุมที่มีการแยกเศษอาหารออกก่อน จะต้องจัดให้มีในห้องครัวหลัก ห้องครัวลูกเรือ ห้องครัวแยก และห้องครัวเต็มรูปแบบอื่นๆ พร้อมพื้นที่ล้าง สำหรับพื้นที่เตรียม เนื้อ ปลาและผักจะต้องมีอ่างล้างจานสามตอนอย่างน้อยหนึ่งชุด หรือเครื่องล้างจานอัตโนมัติที่มีการแยกเศษอาหารออกก่อน อ่างล้างจะต้องมีขนาด

ที่ใหญ่พอที่จะให้อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ใหญ่ที่สุดที่ใช้ในพื้นที่นั้นจมลงใต้น้ำได้ อ่างล้างควรมีมุมเชื่อมภายในที่ต่อเนื่อง การล้างด้วยเครื่องล้างจานและถังล้างควรติดตั้งแผ่นกั้นและม่านหรือวิธีการอื่นเพื่อลดการปนเปื้อนข้ามของน้ำก่อนและหลังกระบวนการล้าง เครื่องล้างจานแบบพาสทรู คือ มีสายพานเคลื่อนที่ไปเหมาะสำหรับการใช้งานกว่ารุ่นที่อยู่ใต้เคาน์เตอร์

อ่างล้างจานที่ใช้น้ำร้อนในการฆ่าเชื้อ (ยกเว้นกลุ่มที่ใช้สารฮาโลเจนสำหรับขั้นตอนการฆ่าเชื้อ) จะต้องติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิที่สามารถมองเห็นและอ่านได้ง่าย ตะกร้าที่ทำด้วยสแตนเลสที่มีด้ามจับยาว หรือระบบการทำงานอื่นๆ ต้องมีวาล์วควบคุมเพื่อควบคุมอุณหภูมิของน้ำ

ต้องมีชั้นวางที่เพียงพอสำหรับการจัดเก็บภาชนะรองรับสิ่งสกปรกและอุปกรณ์ทำความสะอาด เช่น พื้นที่เก็บภาชนะรองรับสิ่งสกปรกจะต้องมีพื้นที่ประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่จัดเตรียมไว้สำหรับอุปกรณ์ทำความสะอาด ต้องใช้ชั้นวางของทั้งชั้นวางแบบทึบหรือแบบเปิด แผ่นรองบนชั้นวางที่เป็นของแข็งจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อให้ระบายน้ำออกที่ปลายแต่ละด้านของแผ่นรองลงไปด้านล่าง

จำเป็นต้องมีการระบายอากาศอย่างเพียงพอเพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำเกาะบนเพดานหรือผนัง อุปกรณ์กรองใดๆ ที่ติดตั้งอยู่เหนืออุปกรณ์ล้างจานจะต้องถอดออกเพื่อทำความสะอาดได้ง่าย

2. การจัดการเศษอาหาร

พื้นที่เตรียมอาหารจำเป็นทุกแห่งต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับวางถังขยะมูลฝอย เครื่องบดเศษอาหาร หรือเครื่องย่อยเศษอาหาร เครื่องบดเศษอาหารเป็นอุปกรณ์เสริมในครัวและบาร์

สำหรับโต๊ะที่เก็บจานอาหารที่ใช้แล้วและที่เปื้อนเศษอาหาร ต้องติดตั้งเครื่องบดเศษอาหารหรือเครื่องย่อยเศษอาหาร พื้นโต๊ะต้องทำเป็นรางตามความยาวของโต๊ะและลาดเอียงลงไปเครื่องบดเศษอาหารหรือเครื่องย่อยเศษอาหาร เพื่อสะดวกในการกวาดเศษอาหารลงเครื่องบดเศษอาหารหรือเครื่องย่อยเศษอาหาร ขอบด้านหลังของโต๊ะเชื่อมติดกับผนัง หรือมีระยะห่างสำหรับการทำความสะอาดเป็นระยะ 45 ซม. ระหว่างโต๊ะและผนัง โต๊ะดังกล่าวจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อระบายของเสียที่เป็นของเหลว และป้องกันการปนเปื้อนของพื้นผิวที่อยู่ติดกัน

เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลมารวม โต๊ะที่สะอาดควรติดตั้งรางระบายน้ำแบบข้ามเคาน์เตอร์ที่มีท่อระบายน้ำไปที่ทางออกจากเครื่องและลาดเอียงไปยังรูระบายน้ำข้างเรือ ต้องติดตั้งรางน้ำและท่อระบายน้ำชุดที่สองหากรางแรกไม่สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่โต๊ะทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความยาวของท่อระบายน้ำต้องสั้นที่สุดและหากเป็นไปได้จะต้องวางท่อระบายน้ำในแนวดิ่งโดยไม่มีมุม

ข้อแนะนำต่อไปนี้จะใช้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนน้ำล้างก่อนและหลังการล้าง

- รางระบายน้ำแบบข้ามเคาน์เตอร์พร้อมกับท่อระบายน้ำใช้ ในการแยกน้ำที่ใช้การล้างกับน้ำสะอาดหลังการล้าง

- แผ่นกั้นกันการกระเด็นของน้ำต้องมีความสูงเพียงพอโดยสูงกว่า 10 ซม. เหนือขอบระดับน้ำล้นของอ่างล้างจานและอ่างล้างหลังการล้าง
- ท่อระบายน้ำล้นในอ่างล้างจานต้องอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับน้ำล้น อย่างน้อย 10 ซม.

3.2.9 แนวทางการปฏิบัติ 3.9 การเก็บรักษาอาหารอย่างปลอดภัย

แนวทางการปฏิบัติ 3.9 การเก็บรักษาอาหารอย่างปลอดภัย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.9

1. อุณหภูมิที่ใช้ในการจัดเก็บอาหารไม่เอื้อต่อเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค
2. แยกอาหารพร้อมรับประทานออกจากอาหารดิบ
3. แยกเก็บอาหารทั้งหมดและป้องกันการปนเปื้อน

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.9

1. อุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิของอาหารที่ไม่เหมาะสม เป็นหนึ่งในสาเหตุที่พบการเน่าเสียของอาหารบนเรือและการเจ็บป่วยที่เกิดจากอาหารบ่อยที่สุด บนเรือโดยสารมีการเตรียมอาหารที่หลากหลายในเวลาเดียวกันสำหรับคนจำนวนมาก อาจเพิ่มความเสี่ยงของการเตรียมอาหารที่ผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ไม่น่าพอใจ เช่น การระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ Staphylococcus บนเรือท่องเที่ยว เกิดขึ้นจากการเตรียมขนมปังอบในปริมาณมากโดยผู้สัมผัสอาหารหลายคน เป็นโอกาสที่ทำให้เชื้อ Staphylococcus ปนเปื้อนลงในขนมปังอบ การทิ้งขนมปังอบไว้เป็นเวลานานในอุณหภูมิที่อุ่น ทำให้เกิดสารพิษของแบคทีเรียที่เรียกว่า Enterotoxin

ในการจัดเลี้ยงสำหรับคนจำนวนมาก มักจำเป็นต้องเตรียมอาหารก่อนเป็นเวลานานก่อนการเลี้ยงจะเริ่มขึ้น ทำให้ต้องเก็บอาหารไว้ในตู้เย็น ในเครื่องมือที่ให้ความร้อน หรือในเตาในสภาวะอุณหภูมิธรรมดา ถ้าขั้นตอนการผลิตมีความเข้มงวดในการควบคุมอุณหภูมิที่เก็บอาหารในระดับที่ทำให้แบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ รวมทั้งสามารถควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ผู้ประกอบการเรือจะต้องจัดให้มีระบบการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่ามีการควบคุมอุณหภูมิอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อความปลอดภัยของอาหาร โดยจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์การตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เครื่องมือต้องได้รับการทดสอบความถูกต้องของการตรวจวัดและทดสอบความแม่นยำในการตรวจวัด

ควรวัดอุณหภูมิในตู้เย็นและตู้แช่แข็งโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบติดตั้งภายใน จำเป็นต้องมีชั้นวางจำนวนที่เพียงพอในทุกหน่วยทำความเย็นเพื่อป้องกันการวางซ้อนหรือกองทับกันและเพื่อให้มีการระบายอากาศ และทำความสะอาดอย่างเหมาะสม ตัวอย่างของอุณหภูมิการเก็บรักษาอาหารที่เหมาะสม ดูได้จากเอกสารของโครงการสุขาภิบาลเรือ ของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา และคณะกรรมการ Codex

Alimentarius Commission ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บอาหารบนเรือโดยสารและเรือท่องเที่ยวโดยเฉพาะ เอกสารเหล่านี้ต้องได้รับการตรวจสอบความทันสมัยเป็นระยะ และผู้ประกอบการเรือควรพิจารณาฉบับที่เป็นปัจจุบัน

เมื่ออาหารโดยเฉพาะเนื้อสัตว์หรือสัตว์ปีกปริมาณมากมารวมกัน และปรุงไม่สุกหรือละลายไม่เพียงพอ เนื่องจากระยะเวลาในการปรุงอาหารสั้นเกินไปและอุณหภูมิต่ำเกินไป *Salmonella* และแบคทีเรียอื่นๆ อาจคงอยู่รอดในอาหารได้ สิ่งที่ตามมาคือ การเก็บรักษาอาหารที่ไม่ดี จะทำให้เกิดการขยายจำนวนของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่มีนัยสำคัญ สิ่งที่สำคัญคือ เมื่อนำเนื้อสัตว์หรือสัตว์ปีกปริมาณมากมาร่วมกันทำการละลายน้ำแข็งก่อนที่จะปรุงอาหาร ข้อควรระวังจะต้องดำเนินการเพื่อให้อาหารที่ปรุงสุกแล้วเย็นลงอย่างรวดเร็ว และอาหารที่จะไม่ปรุงทันทีก็ต้องเก็บในที่เย็นอย่างรวดเร็วเช่นกัน

2. การแยกอาหารดิบและอาหารปรุงสุกพร้อมรับประทาน

เชื้อโรคสามารถปนเปื้อนจากอาหารชนิดหนึ่งไปยังอาหารอื่น โดยการสัมผัสโดยตรง โดยผู้สัมผัสอาหาร พื้นผิวสัมผัสอาหาร หรือการแพร่เชื้อผ่านอากาศ บางครั้งพื้นที่ในห้องครัวก็เป็นข้อจำกัด การป้องกันที่ดีคือการแยกอาหารดิบและอาหารปรุงสุกอย่างชัดเจน

อาหารดิบโดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อสัตว์จำเป็นต้องแยกกันอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพ หรือโดยเวลาจากอาหารปรุงสุกพร้อมรับประทาน พร้อมกับการทำความสะอาดทันทีอย่างมีประสิทธิภาพ และการฆ่าเชื้อโรคที่เหมาะสมของพื้นผิว เครื่องใช้ อุปกรณ์ อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ต่างๆ ต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึง และในกรณีที่จำเป็นจะต้องฆ่าเชื้อหลังจากมีการบรรจุอาหารดิบ

3. การแยกอาหารจากแหล่งปนเปื้อน

ต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของอาหารโดยวัตถุแปลกปลอม เช่น เศษแก้วหรือโลหะ จากเครื่องจักร ฝุ่น ไอหรือควันที่เป็นอันตราย และสารเคมีที่ไม่พึงประสงค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ

3.2.10 แนวทางการปฏิบัติ 3.10 การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อโรค

แนวทางการปฏิบัติ 3.10 การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.10

1. มีโปรแกรมที่ครอบคลุม การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อ

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.10

โปรแกรมการบำรุงรักษา การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อโรค ทำให้มั่นใจว่าทุกพื้นที่ที่สัมผัสอาหารมีความสะอาดเพียงพอ รวมถึง การทำความสะอาดอุปกรณ์ทำความสะอาด โปรแกรมการทำความสะอาดและการฆ่า

เชื้อโรคจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพ เพื่อความเหมาะสม มีประสิทธิผลและอาจจำเป็นถ้าต้องจัดทำเป็นเอกสาร

การทำความสะอาดต้องกำจัดเศษอาหารและสิ่งสกปรกที่อาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อน วิธีการทำความสะอาดที่จำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหารและขนาดของเรือ อาจจำเป็นต้องฆ่าเชื้อโรคหลังจากทำความสะอาด สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดควรได้รับการจัดการและใช้อย่างระมัดระวัง และเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต สารเคมีสำหรับทำความสะอาดควรเก็บแยกจากอาหาร โดยเก็บในภาชนะที่ระบุหรือมีป้ายบอกที่ชัดเจนเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของการปนเปื้อน ห้องครัวและพื้นที่ของอาหารและอุปกรณ์จำเป็นต้องดูแลรักษาไว้ในสภาพที่เหมาะสมโดยการบำรุงรักษาให้มีสภาพดังนี้

- ระบุวิธีการและขั้นตอนการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคอย่างชัดเจน
- ดำเนินการตามที่ระบุไว้ โดยเฉพาะในขั้นตอนที่สำคัญ
- ป้องกันการปนเปื้อนของอาหาร (เช่น จากเศษสิ่งสกปรกและสารเคมี)

การทำความสะอาดจะต้องดำเนินการโดยวิธีการทางกายภาพ เช่น ความร้อน การขัดถู การล้างด้วยน้ำที่มีแรงดันสูง การทำความสะอาดด้วยแรงดันสุญญากาศ หรือวิธีการอื่นๆ ที่หลีกเลี่ยงการใช้น้ำ หรือวิธีการทางเคมี การใช้ผงซักฟอก ด่าง หรือกรด หรือโดยการใช้ร่วมกันระหว่างวิธีการทางกายภาพและทางเคมี ขั้นตอนการทำความสะอาดอาจเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

- การกำจัดเศษสิ่งสกปรกทั้งหมดจากพื้นผิว
- การใช้น้ำยาซักผ้าเพื่อล้างเศษดินและฟิล์มแบคทีเรียออก
- การล้างด้วยน้ำที่สะอาด เพื่อกำจัดเศษดินให้หลุดออกและกำจัดผงซักฟอกตกค้าง
- การฆ่าเชื้อ ในกรณีที่จำเป็น

ตำแหน่งที่ต้องใช้โปรแกรมการทำความสะอาดให้ระบุเป็นลายลักษณ์อักษร

- พื้นที่ที่จะทำความสะอาด เครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องใช้
- วัสดุทำความสะอาด อุปกรณ์เครื่องมือ และสารเคมีที่จะใช้
- ใครเป็นผู้รับผิดชอบงานที่มีหน้าที่โดยตรง
- วิธีการใช้งาน รวมถึงการถอดและประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องมือ
- ข้อควรระวังเพื่อความปลอดภัย
- ความถี่ในการทำความสะอาดและการติดตามตรวจสอบการดำเนินงาน
- มาตรฐานที่จะทำให้สำเร็จ (ตามมาตรฐาน)

นอกจากนี้ บางครั้งอาจมีการทำความสะอาดเป็นพิเศษ เช่น ในช่วงระยะเวลาหกเดือนหรือรายปี ขึ้นอยู่กับการใช้งานและข้อกำหนดของพื้นที่เฉพาะ (เช่น ระบบท่อลำเลียงและระบบท่อแยก) โปรแกรมการทำความสะอาดอาจต้องทำในบริเวณสถานที่นั้น สำหรับทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม ต้องมีวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการทำความสะอาดวัสดุที่ใช้ทำความสะอาดบริเวณนั้น

ในระหว่างการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงและสัตว์นำโรค อาหารทุกชนิด ภาชนะอุปกรณ์เครื่องใช้ อุปกรณ์การเตรียมอาหารและอุปกรณ์ทำความสะอาดทั้งหมด ควรปิดคลุมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสารพิษ และปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง (ดูบทที่ 7)

3.2.11 แนวทางการปฏิบัติ 3.11 สุขวิทยาส่วนบุคคล

แนวทางการปฏิบัติ 3.11 สุขวิทยาส่วนบุคคลที่ถูกต้องในการสัมผัสอาหาร

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.11

1. ผู้สัมผัสอาหารทุกคนต้องมีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี
2. ผู้สัมผัสอาหารที่ทราบหรืออาจเป็นอันตราย ไม่ได้รับอนุญาตให้สัมผัสอาหาร

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.11

ลูกเรือ รวมถึงช่างซ่อมบำรุง ผู้ที่ไม่รักษาความสะอาดส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม หรือผู้ที่มีอาการป่วย สามารถทำให้อาหารเกิดการปนเปื้อนและส่งผ่านเชื้อโรคไปสู่ผู้โดยสารได้

1. สุขวิทยาส่วนบุคคลของผู้สัมผัสอาหาร

ผู้สัมผัสอาหารต้องมีการรักษาความสะอาดส่วนบุคคลที่เหมาะสม สวมใส่เสื้อผ้า หมวกคลุมผม และรองเท้าที่เหมาะสม หากผู้สัมผัสอาหารมีบาดแผล อนุญาตให้ทำงานได้แต่ต้องปิดแผลด้วยวัสดุกันน้ำที่เหมาะสม

ชุดที่สวมใส่ควรมีสีอ่อน ไม่ให้มีช่องกระเป๋า ด้านใน และไม่ใช่ชุดเป็นชิ้นเดียวติดกัน ซึ่งอาจเกิดการปนเปื้อนจากพื้นได้ในระหว่างการใช้ห้องน้ำ บางครั้งต้องใช้ถุงมือแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งเมื่อมีการสัมผัสอาหาร อย่างไรก็ตาม ผู้สัมผัสอาหารอาจนำไปใช้ในทางที่ผิดได้จากความเคยชินของสุขอนามัยที่ปลอดภัย
ผู้สัมผัสอาหารต้องล้างมือทุกครั้งเพื่อความปลอดภัยของอาหาร เช่น

- ก่อนการสัมผัสอาหารทุกครั้ง
- หลังจากการใช้ห้องน้ำทุกครั้ง
- หลังจากสัมผัสอาหารดิบหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่จะนำไปสู่การปนเปื้อนของอาหาร

ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอาหารควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสอาหารที่ปรุงเสร็จพร้อมรับประทาน และหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่จะนำไปสู่การปนเปื้อนสู่อาหาร เช่น

- การหยิบจับเงิน
- การสูบบุหรี่
- การถ่มน้ำลาย
- การเคี้ยวหรือการกิน
- การจามหรือไอใส่อาหารโดยไม่มีการป้องกัน

สุขลักษณะส่วนบุคคล เช่น การสวมใส่เครื่องประดับ นาฬิกา หรือไม่สวมใส่อุปกรณ์อื่นๆ เข้าไปในพื้นที่เตรียมอาหารที่จะนำไปสู่ความไม่ปลอดภัยของอาหาร

2. ผู้สัมผัสอาหารที่มีอาการป่วย

ลูกเรือหรือผู้ต้องสงสัยว่าป่วยหรือเป็นโรคที่อาจส่งต่อผ่านทางอาหาร ไม่ควรได้รับการอนุญาตให้เข้ามาในพื้นที่เตรียมอาหาร หากมีแนวโน้มว่าจะทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่อาหาร ทุกคนที่อาจนำไปสู่การปนเปื้อนของอาหารต้องมีการรายงานการป่วยหรืออาการต่างๆ ทันที ตัวอย่างการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสในกระเพาะอาหารและลำไส้ที่เกิดจากอาหาร พบผู้สัมผัสอาหาร 6 คน มีอาการป่วย แต่ไม่รายงานอาการป่วยของพวกเขาเนื่องจากมีกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานที่ทำ จากการสอบสวนการระบาด พบว่า มีความเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเตรียมสลัดผลไม้สดแบบบุฟเฟ่ต์ 2 ครั้ง ซึ่งเป็นประเด็นที่ยากต่อการแก้ไข เนื่องจากผู้สัมผัสอาหารอาจจะปฏิเสธว่าตัวเองมีอาการป่วยเพราะกลัวการถูกลงโทษ และเมื่ออาการป่วยทุเลาลง บุคคลนั้นอาจจะยังมีการติดเชื้ออยู่หรืออาจมีการกลับมาป่วยซ้ำได้ ดังนั้น ผู้สัมผัสอาหารไม่ควรทำงานเกี่ยวกับอาหารอย่างน้อย 48 ชั่วโมง หลังจากหายจากอาการป่วย ในทางปฏิบัติ ตามข้อแนะนำนี้ผู้ป่วยอาจจะยังมีการติดเชื้อนานอีกเป็นสัปดาห์แม้ว่าอาการป่วยจะทุเลาลง ดังนั้น ผู้สัมผัสอาหารที่มีอาการป่วยควรมีการส่งเสริมให้มีการระมัดระวังเป็นพิเศษ

เงื่อนไขที่ควรรายงานเพื่อการบริหารจัดการ หากมีความจำเป็นในการตรวจสุขภาพทางการแพทย์ และ/หรือการแยกผู้ป่วยด้วยโรคต่างๆ ออกจากการสัมผัสอาหาร ได้แก่

- โรคดีซ่าน
- โรคอุจจาระร่วง
- อาเจียน
- ไข้
- เจ็บคอเนื่องจากมีไข้
- ไอ
- แผลติดเชื้อที่ผิวหนัง (แผลถูกน้ำร้อนลวก บาดจากของมีคม หรืออื่นๆ)
- สัมผัสของเสียหรือสารคัดหลั่งจาก หู ตา หรือ จมูก

พนักงานที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสอาหารที่เข้ามาใหม่ ต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานะทางสุขภาพ และพนักงานที่สัมผัสอาหารทุกคนมีการต้องติดตามสถานะทางสุขภาพหลังจากออกจากการทำงานไปแล้ว ข้อคำถามที่เกี่ยวข้องศึกษาได้จาก คำแนะนำด้านกฎระเบียบและแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้องสำหรับผู้ประกอบการอาหาร (United Kingdom Food Standards Agency, 2009) ซึ่งได้รวบรวมคำถามสำหรับถามพนักงานเพื่อพิจารณาการจ้างพนักงานใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสอาหารหรือการรับกลับเข้ามาทำงานใหม่หลังจากที่ออกจากงานไปเป็นระยะเวลานาน

3.2.12 แนวทางการปฏิบัติ 3.12 การจัดอบรม

แนวทางการปฏิบัติ 3.12 ผู้สัมผัสอาหารต้องได้รับการอบรมที่เหมาะสมเกี่ยวกับอาหารปลอดภัย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.12

1. มีโครงการฝึกอบรมผู้ประกอบอาหารที่ครอบคลุม

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.12

ผู้ที่มีส่วนสัมผัสในการเตรียมอาหารทั้งทางตรงและทางอ้อม จำเป็นต้องได้รับการอบรม และ/หรือเข้าใจในสุขอนามัยทางด้านอาหารในระดับที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้

การอบรมด้านสุขาภิบาลอาหารเป็นสิ่งที่จำเป็น ผู้สัมผัสอาหารทุกคนต้องตระหนักถึงกฎระเบียบและความรับผิดชอบต่อการป้องกันการปนเปื้อนของอาหาร ผู้ประกอบอาหารจำเป็นต้องมีความรู้และทักษะที่สามารถจัดการอาหารให้ถูกสุขลักษณะ ผู้ประกอบอาหารต้องเข้มงวดและมีเทคนิคการจัดการที่ปลอดภัยในการล้างสารเคมีที่อาจเป็นอันตราย ซึ่งรวมถึงผู้ที่เข้ามาทำการซ่อมแซม บำรุงรักษาในพื้นที่ในการประกอบอาหาร ลูกจ้างทุกคนไม่จำเป็นต้องได้รับการอบรมเกี่ยวกับสุขอนามัยทางด้านอาหาร แต่ควรตระหนักถึงสุขลักษณะที่เหมาะสมต่อการทำงาน

มีการประเมินผลการจัดอบรมเป็นระยะและต้องดำเนินโครงการ มีการควบคุมดูแลและตรวจสอบเป็นประจำเพื่อมั่นใจว่าขั้นตอนการดำเนินงานยังมีประสิทธิภาพอยู่

ผู้จัดการและผู้ควบคุมทุกขั้นตอนการเตรียมอาหารจำเป็นต้องมีความรู้หลักการของสุขาภิบาลอาหารและการปฏิบัติที่สามารถระบุความเสี่ยงและจัดการกับข้อบกพร่องได้เมื่อจำเป็น การฝึกอบรมขั้นสูงควรมีเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการและระบบของ HACCP

3.2.13 แนวทางการปฏิบัติ 3.13 ขยะเศษอาหาร

แนวทางการปฏิบัติ 3.13 การรวบรวมและการกำจัดขยะเศษอาหารที่ถูกหลักสุขวิทยา

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.13

1. การจัดการขยะเศษอาหารเพื่อป้องกันการปนเปื้อนสู่อาหารและป้องกันการแพร่พันธุ์ของหนอนพยาธิ

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 3.13

ขยะเศษอาหารและของเสียเป็นแหล่งของหนูและพยาธิ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันและแมลงสาบ การรวบรวมเก็บพักและกำจัดที่เหมาะสมของของเสียบนเรือ บนฝั่ง และในน้ำที่บริเวณฝั่ง เพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพและความรำคาญต่อสาธารณะ

เรือทุกลำต้องติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการจัดเก็บขยะ เศษอาหารที่ปลอดภัย ขยะเศษอาหารทั้งหมดต้องรวบรวมและเก็บพักในภาชนะบรรจุที่กันน้ำ ไม่ดูดซึม และง่ายต่อการทำความสะอาด มีฝาปิดมิดชิดและควรปิดสนิทเมื่อมีการเตรียมอาหารและให้บริการ และมีการทำความสะอาดในพื้นที่จัดเก็บอาหาร ภาชนะบรรจุต้องมีพื้นที่เพียงพอในการรองรับของเสีย โดยเฉพาะโครงสร้างและการใช้งานที่เหมาะสมหรือเปิดเมื่อจำเป็น หลังจากเทภาชนะบรรจุขยะทุกครั้งต้องทำการล้าง ขัด และฆ่าเชื้อโรค เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น และลดการดึงดูดหนู แมลงวัน และแมลงสาบ และไม่ควรเปิดภาชนะบรรจุของเสียทิ้งไว้ ยกเว้นช่วงที่จำเป็นในการเตรียมอาหารและขั้นตอนการทำความสะอาด

คุณลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นบนเรือในพื้นที่ต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนเพื่อป้องกันการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมของเสียควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล รวมถึงถุงมือพิเศษชนิดใช้แล้วทิ้ง หน้ากาก และ/หรือ แว่นตาป้องกัน รองเท้าบูท และชุดป้องกันที่เหมาะสม

บทที่ 4

สิ่งแวดล้อม ในการนันทนาการทางน้ำ

4. สิ่งแวดล้อมในการนันทนาการทางน้ำ

4.1 ความเป็นมา

บทนี้มุ่งเน้นไปที่โรคติดเชื้อจากน้ำที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมของน้ำนันทนาการบนเรือโดยสาร บทก่อนหน้า (บทที่ 2) กล่าวถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่ใช้สำหรับบริโภคบนเรือ

สระว่ายน้ำและสภาพแวดล้อมของน้ำนันทนาการอาจอยู่ภายนอกหรือภายในอาคารหรือทั้งสองอย่าง ซึ่งน้ำนั้นอาจเป็นน้ำประปาหรือน้ำทะเลได้รับหรือไม่ได้รับการควบคุมผ่านความร้อนหรือไม่ผ่านความร้อน สำหรับวัตถุประสงค์ของคู่มือส่วนนี้ สระว่ายน้ำ อ่างน้ำร้อน สระน้ำวน สระสปา และสระน้ำขนาดย่อมจะได้รับการพิจารณาร่วมกันภายใต้หัวข้อของสภาพแวดล้อมของน้ำนันทนาการ

4.1.1 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการนันทนาการทางน้ำ

สภาพแวดล้อมของน้ำนันทนาการสามารถทำให้เกิดความเสี่ยงต่างๆ ทางสุขภาพ อันตรายที่เกิดขึ้นทันทีและรุนแรงที่สุดเกิดจากอุบัติเหตุการจมน้ำ แหล่งที่มาของอันตรายอื่นๆ คือ การบาดเจ็บที่ร้ายแรงหรืออันตรายถึงชีวิต ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการลื่นไถลและสะดุดหรือจากการติดอยู่ในเชือกและรั้วหรืออุปกรณ์ เช่น บันไดและท่อระบายน้ำหลายครั้ง เคยมีกรณีที่นักว่ายน้ำตัวโยนหลุดออกจากสระว่ายน้ำไปกระแทกกับพื้นผิวน้ำทะเลที่มีคลื่นแรง ในส่วนที่เกี่ยวกับการสุขาภิบาลเรือ การว่ายน้ำ และใช้สระว่ายน้ำ สปา สามารถทำให้ติดโรคได้หลายอย่าง ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการท้องเสีย หรือติดเชื้อบริเวณผิวหนัง หู ตา และระบบทางเดินหายใจส่วนบน อ่างน้ำร้อน และอ่างน้ำวน รวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอาจเป็นที่อยู่อาศัยชั้นเลิศของเชื้อแบคทีเรีย *Legionella* และ *Mycobacterium* spp. นอกจากนี้ เชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* มักพบอยู่ในสระน้ำวน และมีรายงานการติดเชื้อที่ผิวหนัง เมื่อการออกแบบสระว่ายน้ำหรือการจัดการไม่ดี

โดยปกติจุลชีพก่อโรค ซึ่งแพร่เชื้อผ่านทางอุจจาระที่เข้าสู่อีกคนหนึ่งทางปาก มีความเกี่ยวข้องกับสระว่ายน้ำและสระสปา การปนเปื้อนเกิดขึ้นเมื่อเชื้อโรคอยู่ในของเสียของมนุษย์หรือในกากมูลของสัตว์ที่ปนเปื้อนหรือถูกปล่อยโดยตรงจากผู้ใช้สระที่ติดเชื้อ หนึ่งในเชื้อโรคที่สำคัญคือ เชื้อ *Cryptosporidium* spp. ซึ่งมีตัวแพร่เชื้อ (oocysts) ที่ทนทานต่อคลอรีนสูงแม้จะเป็นคลอรีนระดับสูงที่สุดที่มักใช้ในการฆ่าเชื้อโรคตกค้างในสระน้ำก็ตาม มีการรายงานผู้ป่วยโรค Cryptosporidiosis จากการว่ายน้ำเป็นหลายพันกรณี (Lemmon, McAnulty & Bawden-Smith, 1996; United States Centers for Disease Control and Prevention, 2001a) และด้วยเหตุดังกล่าวสระว่ายน้ำสาธารณะหลายแห่งอาจถูกปิดชั่วคราว ในกรณีที่คุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ จะเกิดการติดเชื้อแบคทีเรียจาก *Shigella* spp. (United States Centers for Disease Control and Prevention, 2001b) และ *Escherichia coli* O157: H7 (United States Centers for Disease Control and Prevention, 1996) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสระว่ายน้ำและสระสปา

การติดเชื้อที่พื้นผิว เช่น ผิวหนัง และหู มีความเกี่ยวข้องกับสระสปาที่มีการฆ่าเชื้อโรคไม่เพียงพอ การติดเชื้อเหล่านี้เกิดขึ้นจากเชื้อก่อโรคฉวยโอกาส (Opportunistic pathogens) ที่มักพบในน้ำและดิน สภาพแวดล้อมของน้ำนันทนาการมีความเสี่ยงสูงเพราะนอกจากทำให้เห็นถึงระดับความอันตรายแล้ว ยังช่วยให้เชื้อโรคเข้าถึงตัวมนุษย์ง่ายขึ้นอีกด้วย การปรากฏตัวของสารอินทรีย์และอุณหภูมิที่สูงขึ้นรวมถึงสภาพแวดล้อมหลากหลายของน้ำนันทนาการสามารถทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มจำนวนของเชื้อก่อโรค ที่สามารถติดเชื้อเยื่อเมือก ปอด ผิวหนัง และแผล การที่จำนวนสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างลดลงในสภาพแวดล้อมเหล่านี้จะทำให้มีการแพร่กระจายของเชื้อโรคดังกล่าวในระดับที่ไม่ปลอดภัย

การติดเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* มีความเกี่ยวข้องกับจำนวนการติดเชื้อทางผิวหนังและหูที่เกิดจากการแช่น้ำที่มีการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ (Gustafson *et al.*, 1983; Ratnam *et al.*, 1986; United States Centers for Disease Control and Prevention, 2000) อาการประกอบไปด้วยการติดเชื้อที่หูด้านนอกและช่องหู (“น้ำเข้าหู” หรือหูชั้นนอกอักเสบ) และการติดเชื้อที่ผิวหนัง เช่น ผิวหนังอักเสบและการอักเสบที่รากขน บริเวณที่มีละอองลอย เมื่ออุณหภูมิในสภาพแวดล้อมของน้ำนันทนาการสูงขึ้น จะพบเชื้อ *Legionella* spp. ที่ก่อให้เกิดการระบาดของโรค Legionnaires (ปอดอักเสบลีเจียนแนร์) ซึ่งเกี่ยวข้องกับอ่างน้ำร้อนรวมไปถึงการระบาดของโรคต่างๆ บนเรือ ซึ่งถูกอภิปรายถึงในบทวิเคราะห์โดย Rooney และคณะ (2004) เมื่อเร็วๆ นี้มีการติดเชื้อมัยโคแบคทีเรียม (*Mycobacterial*) เกี่ยวเนื่องกับโรคปอดอักเสบที่เชื่อมโยงกับการสัมผัสละอองลอยจากการว่ายน้ำและใช้สระสปา (Falkinham, 2003)

ความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากจุลินทรีย์อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้ตัวฆ่าเชื้อโรค ตัวอย่างเช่น อันตรายจากการเติมสารเคมีฆ่าเชื้อมากเกินความจำเป็น ไม่ว่าโดยตรงหรือเป็นผลจากการฆ่าเชื้อ ผลพลอยได้จากการฆ่าเชื้อโรคเกิดขึ้นเมื่อคลอรีนทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ ซึ่งพบได้ในผิวหนังที่ลอก เหงื่อ และปัสสาวะ และมีก่อตัวของสารประกอบในรูปของออร์กาโนเฮไลด์ เช่น คลอโรฟอร์ม นอกจากนี้ โอโซนก็สามารถทำปฏิกิริยาและก่อให้เกิดผลพลอยได้อื่นๆ เช่นกัน สารประกอบพลอยได้เหล่านี้มีความสำคัญต่อสุขภาพในระดับที่ไม่แน่นอนเมื่อมีความเข้มข้นต่ำ แต่อาจมีความเกี่ยวข้องเล็กน้อยกับโรคมะเร็งบางชนิด หรือส่งผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อการตั้งครรภ์หากบริโภคหรือสูดดมในปริมาณมากเป็นเวลานาน (WHO, 2011)

ระดับการอุปโภคน้ำนันทนาการมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเสี่ยง ยิ่งจำนวนคนใช้น้ำมากเท่าไร ความเข้มข้นของเชื้อโรคก็จะยิ่งถูกปล่อยออกมามากขึ้น ความต้องการระบบฆ่าเชื้อโรคก็มากขึ้น และจำนวนคนที่อาจติดเชื้อก็เพิ่มมากขึ้น

สระว่ายน้ำมีความน่าดึงดูดอย่างยิ่งสำหรับเด็กและทารก ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นจากการปนเปื้อนและมีความเสี่ยงด้านความปลอดภัยเพิ่มขึ้น เด็กและทารกมีโอกาสมากกว่าผู้ใหญ่ที่จะกลืนน้ำในสระว่ายน้ำ และติดเชื้อโรคในลำไส้และอื่นๆ อีกมากมาย และพวกเขามีแนวโน้มที่จะปล่อยอุจจาระลงสู่น้ำไม่ว่าจะเป็นการละเลงป้ายหรือปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจ (AFR) สุดท้ายแล้วเด็กและทารกมีแนวโน้มมากกว่าผู้ใหญ่ที่จะประมาทเกี่ยวกับ

การลื่นล้ม สะดุด และจมน้ำ ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อสระน้ำบนเรือคือ การเคลื่อนที่ของตัวเรือ ซึ่งการเคลื่อนที่นี้เพิ่มโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ เป็นพิเศษ

4.1.2 แนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการนันทนาการทางน้ำ

The *Guidelines for safe recreational water environments, volume 2, Swimming pools and similar environments* (WHO, 2006) ควรใช้อ้างอิงเมื่อกล่าวถึงสิ่งแวดล้อมของน้ำนันทนาการ ควรให้ความสำคัญกับการใช้แนวทางการจัดการความเสี่ยงเชิงป้องกันหลายขั้นสำหรับความปลอดภัยของน้ำนันทนาการ (WHO, 2006)

4.2 แนวทางการปฏิบัติ

ส่วนนี้ให้ข้อมูลและคำแนะนำโดยระบุความรับผิดชอบและจัดหาตัวอย่างแนวทางปฏิบัติที่สามารถควบคุมความเสี่ยง นำเสนอแนวทางเฉพาะสามแนวทาง (มุ่งไปที่สถานการณ์และรักษาไว้) ซึ่งมาพร้อมกับชุดของตัวชี้วัด (ตรวจวัดเพื่อให้เป็นไปตามแนวทางปฏิบัติ) และคำอธิบายเพิ่มเติมของแนวทางปฏิบัติ (คำแนะนำในการใช้แนวทางและตัวชี้วัดในทางปฏิบัติเน้นประเด็นที่สำคัญที่สุดที่ต้องพิจารณาเมื่อจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินการ)

4.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 4.1 การออกแบบและการดำเนินการ

แนวทางการปฏิบัติ 4.1 สระน้ำได้รับการออกแบบและดำเนินการในรูปแบบที่ลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 4.1

1. การไหลเวียนและระบบชลศาสตร์ของน้ำผสานกันเพียงพอที่จะทำการฆ่าเชื้อโรคได้
2. การออกแบบรองรับจำนวนผู้ใช้งานที่เป็นไปได้จริง
3. การกรองถูกออกแบบมาเพื่อขจัดตัวแพร่เชื้อโรค (oocysts และ cysts)
4. การฆ่าเชื้อถูกออกแบบมาเพื่อยับยั้งเชื้อโรค
5. แบคทีเรีย *Legionella* ถูกควบคุมโดยการใช้สารชีวฆาตและการหมุนเวียนของน้ำ
6. การระบายอากาศถูกออกแบบมาเพื่อรักษาคุณภาพอากาศในสภาพแวดล้อมของน้ำนันทนาการภายในอาคาร

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 4.1

การระบาดของโรคอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการเกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบที่ไม่ดี ดังนั้น กลยุทธ์แรกในการป้องกันโรคคือ การออกแบบสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการให้มีประสิทธิภาพเพียงพอกับขอบเขตและลักษณะการใช้งาน สาเหตุทั่วไปของการระบาดอีกอย่างคือ การดำเนินการควบคุมที่ไม่เหมาะสม เช่น การปล่อยให้สภาพแวดล้อมทางน้ำนันทนาการถูกใช้งานเกินปริมาณความจุหรือมีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ไม่ดี ดังนั้น จึงควรปฏิบัติตามข้อจำกัดทางการออกแบบและเปิดใช้งานระบบต่างๆ อยู่ตลอดเวลา

ระบบการบำบัดน้ำสามารถลดระดับการปนเปื้อนได้ แต่อาจต้องทำงานเกินขีดจำกัด ดังนั้น จึงไม่ควรเชื่อมั่นกับการบำบัดเพียงอย่างเดียว ซึ่งยังมีการป้องกันอีกหลายประการที่ควรดำเนินการอย่างแข็งขัน ประกอบด้วย

- การเติมน้ำและรักษาสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการด้วยการใช้น้ำที่ปลอดภัยที่สุด
- การควบคุมอัตราการใช้งานให้อยู่ภายในขีดความสามารถที่ออกแบบมาโดยการจัดการจำนวนผู้ใช้งาน
- การใช้งานระบบบำบัดเพื่อควบคุมการปนเปื้อนรูปแบบต่างๆ
- การดำเนินการอย่างรวดเร็วเพื่อทำความสะอาดสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการในสถานการณ์จำเป็นและกำจัดการปนเปื้อนที่มองเห็น เช่น อุจจาระที่ถูกปล่อยออกมา

การออกแบบสระว่ายน้ำต้องเป็นไปตามการใช้งานจริง ตัวอย่างเช่น จำนวนและประเภทของผู้ใช้ อุณหภูมิของการใช้งานและข้อควรพิจารณาด้านสุขภาพอย่างเป็นพิเศษสำหรับกลุ่มผู้ใช้บางกลุ่ม ซึ่งจะมีผลต่อรายละเอียดว่าควรออกแบบ ก่อสร้างและจัดการสระว่ายน้ำอย่างไร ข้อพิจารณาโดยเฉพาะอาจรวมถึง

- เวลาทำการทุกวัน
- ช่วงเวลาสูงสุดของการใช้งาน
- จำนวนผู้ใช้ที่คาดการณ์
- ข้อกำหนดพิเศษ เช่น อุณหภูมิและอุปกรณ์

สระว่ายน้ำ และอ่างอาบน้ำ ต้องปลอดภัย ข้อกำหนดด้านคุณภาพของน้ำจำเป็นต้องเหมาะสมกับปัจจัยการออกแบบดังต่อไปนี้

- การออกแบบทางชลศาสตร์ของสระว่ายน้ำที่ถูกต้อง (เพื่อให้แน่ใจว่ามีการกระจายสารฆ่าเชื้อโรคทั่วทั้งสระ)
- การไหลเวียนที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในสระว่ายน้ำหมุนเวียน เช่น การไหลเวียนน้ำภายในสระว่ายน้ำมีความสมบูรณ์ โดยมีการเปลี่ยนน้ำทุก 6 ชั่วโมง หรือน้อยกว่าในระหว่างชั่วโมงทำการของสระ
- การติดตั้งระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพ (เพื่อกำจัดมลพิษจากฝุ่นละออง และจุลินทรีย์ที่ทนต่อการฆ่าเชื้อ)
- การติดตั้งระบบฆ่าเชื้อ (ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อทำให้น้ำไม่สามารถส่งผ่านและแพร่กระจายจุลินทรีย์ก่อโรค)
- การใช้ระบบเติมน้ำจืดเป็นระยะๆ (เพื่อเจือจางสิ่งที่ไม่สามารถกำจัดออกจากน้ำได้โดยการบำบัด)

การควบคุมเชื้อโรคมักจะทำได้โดยการการหมุนเวียนน้ำในสระผ่านการบำบัด (โดยปกติจะเป็นรูปแบบของการกรองร่วมกับการฆ่าเชื้อโรค) และการใช้สารฆ่าเชื้อตกค้างเพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ที่เข้าสู่สระว่ายน้ำผ่านผู้ใช้สระน้ำ

ควรมีสมาชิกลูกเรือคนหนึ่งได้รับมอบหมายให้ดูแลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการและควรเป็นลูกเรือที่ผ่านการฝึกฝนมาอย่างเหมาะสม

A. สระว่ายน้ำ

สระว่ายน้ำและแหล่งน้ำสำหรับสระจำเป็นต้องได้รับการออกแบบ ก่อสร้างและดำเนินการในมุมมองด้านสุขภาพและการป้องกันความปลอดภัยของผู้ใช้สระ ประเด็นด้านการออกแบบ ก่อสร้าง และการดำเนินการเหล่านี้ ถูกสรุปไว้ในย่อหน้าด้านล่าง รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนดเฉพาะของสระน้ำและประเภทของสปา ดังอธิบายไว้ด้านล่าง

1. การไหลเวียนและชลศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการให้ความสำคัญกับการไหลเวียนและชลศาสตร์คือ เพื่อมั่นใจว่าสระว่ายน้ำทั้งสระได้รับการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอ น้ำที่ผ่านการบำบัดจะต้องไปถึงทุกส่วนของสระว่ายน้ำ และน้ำที่ปนเปื้อนต้องถูกกำจัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากจุดที่ถูกใช้งานและทำให้ปนเปื้อนมากที่สุดโดยผู้ใช้สระน้ำ ไม่เช่นนั้นแม้จะมีการบำบัดน้ำที่ดี แต่ก็อาจไม่สามารถทำให้น้ำมีคุณภาพที่ดีได้ การออกแบบและวางตำแหน่งของทางเข้าทางออกและดึงน้ำกลับมีความสำคัญอย่างมาก

สระว่ายน้ำมักใช้น้ำทะเลหรือน้ำประปาที่ไหลผ่านช่องว่างอากาศหรืออุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับ ระดับการเติมน้ำในสระจะอยู่ระดับตะแกรงสระน้ำ น้ำที่ล้นจากสระจะถูกแรงโน้มถ่วงดึงกลับตรงลงสู่ถัง สำหรับหมุนเวียนผ่านระบบกรองหรือจะถูกกำจัดในฐานะน้ำเสีย เครื่องกวาดตะกอนบนผิวน้ำต้องสามารถจัดการกับน้ำในปริมาณที่มากพอ เช่น ประมาณ 80% ของอัตราการกรองของระบบไหลเวียน ระบบเครื่องกวาดตะกอนควรมีจำนวนมากพอ เช่น อย่างน้อยหนึ่งเครื่องสำหรับพื้นที่ผิวสระว่ายน้ำขนาด 47 ตารางเมตร

อัตราการไหลเวียนมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการหมุนเวียน ซึ่งเป็นเวลาที่น้ำปริมาณเทียบเท่ากับน้ำทั้งหมดในสระใช้ในการไหลผ่านตัวกรองและระบบบำบัดน้ำเสียและไหลกลับเข้าสระ

ตามหลักการแล้ว ช่วงเวลาการหมุนเวียนน้ำต้องเหมาะสมกับประเภทของสระ เป็นการดีที่การหมุนเวียนจะต้องได้รับการออกแบบให้แตกต่างกันในส่วนต่างๆ ของสระว่ายน้ำ: ระยะเวลายาวนานขึ้นในพื้นที่ลึก ระยะเวลาสั้นลงในที่ตื้น การฆ่าเชื้อโรคและการบำบัดไม่สามารถกำจัดมลพิษทั้งหมดได้ การออกแบบสระว่ายน้ำจึงควรตระหนักถึงความจำเป็นในการเจือจางน้ำในสระด้วยน้ำจืด การเจือจางน้ำจะจำกัดการสะสมของมลพิษจากผู้ใช้สระน้ำ (เช่น ส่วนประกอบของเหงื่อ และปัสสาวะ) และจากผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากการฆ่าเชื้อโรคและสารเคมีละลายน้ำ และมลพิษอื่นๆ

ท่อระบายน้ำต้องติดตั้งที่จุดต่ำสุดในสระว่ายน้ำและอุปกรณ์ของระบบระบายน้ำต้องมีเพียงพอเพื่อระบายน้ำอย่างรวดเร็ว ท่อระบายน้ำจากสระควรแยกจากกัน อย่างไรก็ตามเมื่อท่อระบายน้ำถูกต่อกับระบบระบายน้ำอื่นๆ วาล์วน้ำล้นต้องถูกติดตั้งในสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการเพื่อป้องกันการเชื่อมต่อข้ามกัน ต้องจัดเตรียม

ฝาปิดท่อระบายน้ำประเภท Antivortex และ anti-entanglement ซึ่งสร้างจากวัสดุที่ทนทาน มองเห็นได้ง่าย และง่ายต่อการทำความสะอาด

สระว่ายน้ำสำหรับเด็กสามารถมีระบบหมุนเวียนโดยเฉพาะการกรองและระบบฮาโลเจน เนื่องจากเด็กๆ เป็นแหล่งที่มีแนวโน้มการก่อโรค อัตราการหมุนเวียนของน้ำจะต้องเพียงพอซึ่งควรสูงกว่าในสระผู้ใหญ่ เช่น อย่างน้อยทุกๆ 30 นาที

2. จำนวนผู้ใช้สระน้ำ

จำนวนผู้ใช้สระน้ำที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงต้องถูกพิจารณาทั้งในช่วงการออกแบบและการให้บริการของสระ ระบบการหมุนเวียนและการบำบัดรวมถึงปริมาตรทางชลศาสตร์จะเป็นตัวกำหนดจำนวนที่เหมาะสม แต่ก็ควรพิจารณาความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติที่จะคงจำนวนไว้ภายใต้เกณฑ์การออกแบบเช่นกัน

3. การกรอง

การควบคุมความใสเกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ซึ่งปกติจะเกี่ยวข้องกับการกรอง และการรวมตะกอน การกรองมีความสำคัญต่อคุณภาพน้ำที่ดีซึ่งมีผลกระทบต่อทั้งความใสทางทัศนียภาพและการฆ่าเชื้อโรค การฆ่าเชื้อโรคจะลดลงเมื่อความใสของน้ำลดลง เนื่องจากอนุภาคที่เกี่ยวข้องกับความขุ่นอาจไปอยู่รอบจุลินทรีย์และปกป้องจุลินทรีย์จากการทำปฏิกิริยาของสารฆ่าเชื้อโรค นอกจากนี้ การกรองมีความสำคัญต่อการกำจัด *Cryptosporidium* oocysts และ *Giardia* cysts และโปรโตซัวอื่นๆ ที่ค่อนข้างทนต่อคลอรีนฆ่าเชื้อโรค

ตัวกรองจำเป็นต้องถูกออกแบบให้กำจัดอนุภาคในอัตราที่เพียงพอ เช่น การกำจัดอนุภาคทั้งหมดที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ออกจากน้ำทั้งสระภายใน 6 ชั่วโมง หรือน้อยกว่าตัวกรองอาจเป็นชนิดไส้กรอง (cartridge) หรือชนิดสารตัวกรอง (เช่น ตัวกรองทรายเร็วด้วยความดัน ตัวกรองทรายอัตรากรองสูง ตัวกรองดินเบาหรือตัวกรองทรายด้วยแรงโน้มถ่วง) ตัวกรองแบบสารตัวกลางทั้งหมดจะต้องสามารถทำการล้างย้อนกลับได้ และควรมีอุปกรณ์เสริมสำหรับตัวกรอง เช่น เกจวัดความดัน วาล์วระบายอากาศ และตัวบ่งชี้อัตราการไหลตามที่กำหนด การเข้าถึงเครื่องกรองทรายควรคงไว้อยู่เสมอ เพื่อที่เครื่องจะได้รับการตรวจสอบเป็นประจำอย่างน้อยทุกสัปดาห์ และสารตัวกรองจะต้องถูกเปลี่ยนเป็นระยะๆ

ปัจจัยที่มีความสำคัญ ในการพิจารณาการออกแบบระบบกรองด้วยสารตัวกรองชนิดเม็ด (เช่น ทราย) ประกอบด้วย

- อัตราการกรอง: ยิ่งอัตราการกรองสูงขึ้น ประสิทธิภาพการกรองก็จะยิ่งลดลง ตัวกรองละเอียดที่มีอัตรากรองสูงบางชนิดไม่สามารถจับกับอนุภาคและคอลลอยด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่ากับตัวกรองที่มีอัตราการกรอง ปานกลาง และไม่สามารถใช้ร่วมกับสารตกตะกอนต่างๆ
- ความลึกของตัวกรอง: ความลึกของตัวกรองที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญต่อประสิทธิภาพการกรอง
- จำนวนตัวกรอง: สระว่ายน้ำจะได้รับประโยชน์อย่างมากจากความยืดหยุ่นและการป้องกันที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีตัวกรองมากกว่าหนึ่งตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสระว่ายน้ำยังคงสามารถใช้งานได้ตามปกติด้วยการหมุนเวียน

น้ำที่ลดลงด้วยเครื่องกรองตัวหนึ่ง ขณะที่อีกตัวกำลังถูกตรวจสอบหรือซ่อมแซมน้ำที่กรองผ่านตัวกรองหนึ่งสามารถใช้ในการล้างย้อนตัวกรองอีกตัวหนึ่งได้

- การล้างย้อน: การทำความสะอาดถังตัวกรองซึ่งอุดตันด้วยสารแขวนลอย เรียกว่า การล้างย้อน ซึ่งสามารถทำได้โดยการย้อนกลับการไหล การทำให้ทรายเหลว และการส่งน้ำในสระกลับผ่านตัวกรองไปยังที่ทิ้งของเสีย การล้างย้อนควรปฏิบัติตามที่ผู้ผลิตตัวกรองแนะนำ หรือเมื่อพบว่าความขุ่นเกินค่าที่อนุญาตหรือไม่ได้มีการล้างย้อนกลับเมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่งแล้ว

จำเป็นต้องมีที่กรองผมระหว่างจุดน้ำออกของน้ำสระว่ายน้ำและด้านดูดของเครื่องสูบน้ำ เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอม เช่น เส้นผม สำลี และเข็มหมุด ส่วนที่ถอดออกได้ของตัวกรองควรจะทนต่อการกัดกร่อนและมีรูหลายๆ รู ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 6 มิลลิเมตร

สารสร้างตะกอน (และสารก่อการจับกลุ่ม) เพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสารละลาย สารคอลลอยด์ หรือสารแขวนลอย โดยนำตะกอนออกจากสารละลายหรือสารแขวนลอยในรูปแบบของแข็ง (การแข็งตัว) จากนั้นจับกลุ่มของแข็งเข้าด้วยกัน (การจับตัวเป็นก้อน) ทำให้เกิดอนุภาคที่ตกตะกอนซึ่งติดในตัวกรองได้ง่ายขึ้น สารสร้างตะกอนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยกำจัด *Giardia* infective cysts และ oocysts ของ *Cryptosporidium* spp. ซึ่งไม่เช่นนั้นก็อาจผ่านตัวกรองไปได้ ประสิทธิภาพของสารสร้างตะกอนขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งจำเป็นต้องถูกควบคุมการปั๊มสารเคมีควรกำหนดปริมาณสารสร้างตะกอนได้น้อยตามที่กำหนดได้อย่างแม่นยำและสามารถปรับเข้ากับข้อกำหนดตามจำนวนผู้ใช้สระน้ำได้ การสร้างตะกอนจำเป็นต้องดำเนินการเพื่อการกรองที่มีประสิทธิภาพ โดยขึ้นอยู่กับกระบวนการกรองที่เลือกใช้

4. การใช้สารเคมีรวมถึงการฆ่าเชื้อโรค

การฆ่าเชื้อโรคเป็นกระบวนการที่ทำให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคถูกกำจัดหรือถูกยับยั้งโดยสารเคมี (เช่น คลอรีน) หรือทางกายภาพ (เช่น การกรอง การใช้รังสียูวี) คือ ทำให้ไม่มีความเสี่ยงที่มีนัยสำคัญต่อการติดเชื้อ การหมุนเวียนน้ำในสระน้ำจะถูกฆ่าเชื้อ โดยใช้กระบวนการบำบัดและน้ำทั้งหมดจะถูกฆ่าเชื้อ โดยการใช้สารฆ่าเชื้อโรคตกค้างซึ่งจะยับยั้งเชื้อโรคที่เข้าสู่น้ำโดยผู้ใช้สระน้ำ

สำหรับการฆ่าเชื้อโรคโดยสารเคมีที่ควบคุมการเติบโตของสิ่งมีชีวิตใดๆ ความต้องการสารออกซิแดนซ์ที่ของน้ำที่กำลังได้รับการบำบัดจะต้องมาเป็นอันดับแรก และจะต้องมีสารเคมีเหลือเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรค

ประเด็นที่ต้องพิจารณาในการเลือกสารฆ่าเชื้อและระบบการใช้งาน ได้แก่

- ความปลอดภัย
- ความสบาย (เช่น หลีกเลี่ยงการระคายเคืองผิวหนัง)
- ความเข้ากันได้กับแหล่งน้ำ (ความกระด้างและความเป็นด่าง)
- ประเภทและขนาดของสระว่ายน้ำ (สารฆ่าเชื้ออาจเสื่อมสภาพหรือสูญหายเพราะระเหยจากสระว่ายน้ำกลางแจ้ง)

- ความสามารถในการออกซิเดชั่น
- จำนวนผู้ใช้สระน้ำ (เหงื่อ และปัสสาวะจากผู้ใช้สระน้ำจะเพิ่มความต้องการสารฆ่าเชื้อ)
- การดำเนินการของสระน้ำ (เช่น การควบคุมและการจัดการ)

ทางเลือกของสารฆ่าเชื้อที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการบำบัดน้ำ สระว่ายน้ำควรเป็นไปตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้อย่างรวดเร็ว
- ความสามารถในการออกซิเดชั่นอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยควบคุมสิ่งปนเปื้อนในระหว่างที่สระน้ำถูกใช้
- ค่าความแตกต่างที่มากระหว่างความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพของสารเคมีกับความเข้มข้นที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์
- ความพร้อมในการกำหนดความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อที่ใช้กับน้ำในสระได้อย่างง่ายและรวดเร็ว (วิธีวิเคราะห์และทดสอบ)
- ศักยภาพในการวัดความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อโดยวิธีวัดกระแสไฟฟ้า เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้สารฆ่าเชื้อโดยอัตโนมัติและบันทึกค่าที่วัดได้อย่างต่อเนื่อง

สารฆ่าเชื้อที่ใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่

คลอรีน: คลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อในสระน้ำที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยปกติจะอยู่ในรูปของแก๊สคลอรีน โซเดียมหรือแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ หรือคลอรีนไอโซไซยานูเรต คลอรีนมีราคาถูกและสะดวกในการผลิต จัดเก็บ ขนส่ง และใช้งาน สารประกอบคลอรีนไอโซไซยานูเรตเป็นสารประกอบผลึกสีขาว มีกลิ่นคลอรีนเล็กน้อย เมื่อถูกละลายในน้ำจะให้คลอรีนอิสระ ได้ถูกนำมาใช้ในสระว่ายน้ำกลางแจ้งขนาดเล็กบนเรือเป็นส่วนใหญ่ สารดังกล่าวเป็นแหล่งคลอรีนทางอ้อมในรูปของสารอินทรีย์ (กรดไซยานูริก) ความสัมพันธ์ระหว่างคลอรีนตกค้างและระดับของกรดไซยานูริกนั้นมีความสำคัญและยากต่อการคงไว้ คลอริเนทเต็ทไอโซไซยานูเรทไม่เหมาะกับจำนวนผู้ใช้ที่หลากหลายซึ่งมักพบในสระน้ำขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตามคลอรีนประเภทนี้มีประโยชน์เป็นพิเศษกับสระว่ายน้ำกลางแจ้งที่ได้รับแสงแดดโดยตรง เพราะรังสียูวีจะสลายคลอรีนได้อย่างรวดเร็ว

โอโซน: โอโซนเป็นสารออกซิไดซ์และสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพที่สุดสำหรับการบำบัดน้ำในสระว่ายน้ำและสปา โอโซนเมื่อทำงานร่วมกับคลอรีนหรือโบรมีนจะเป็นระบบฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพมาก แต่การใช้โอโซนเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรับรองความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคตกค้างได้ทั่วสระว่ายน้ำ โอโซนมักถูกใช้เป็นขั้นตอนการบำบัด ตามด้วยขั้นตอนการกำจัดโอโซน และการเติมสารฆ่าเชื้อโรคตกค้าง เช่น คลอรีนโอโซนส่วนเกินจะต้องถูกทำลายโดยตัวกรองถ่านกัมมันต์ เนื่องจากผู้ใช้สระว่ายน้ำและพนักงานจะสูดก๊าซที่เป็นพิษนี้เข้าไปได้ สารฆ่าเชื้อตกค้างเองก็ควรถูกกำจัดออกโดยตัวกรองถ่านกัมมันต์ก่อนจะถูกใส่ไปในน้ำ หลังจากขั้นตอนนี้

รังสีอัลตราไวโอเลต: เช่นเดียวกับโอโซน รังสียูวี คือ การบำบัดในห้องเฉพาะที่ทำให้น้ำหมุนเวียนมีความบริสุทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ และทำลายสารพิษบางชนิดด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยแสง วิธีนี้ลดความต้องการคลอรีนของน้ำที่บริสุทธิ์ แต่ไม่ทิ้งสารฆ่าเชื้อตกค้างน้ำในสระ ดังนั้น การฆ่าเชื้อโรคโดยคลอรีนจึงยังมีความจำเป็น และเพื่อให้รังสียูวีมีประสิทธิภาพสูงสุด น้ำจะต้องได้รับการเตรียมก่อนการบำบัดเพื่อกำจัดอนุภาคที่ก่อให้เกิดความขุ่นและขัดขวางการแทรกซึมของรังสียูวีหรือดูดซับพลังงานยูวี

การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์บนพื้นผิวอาจก่อให้เกิดปัญหาและโดยทั่วไปจะถูกควบคุมโดยการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ เช่น การใช้สารเคมีในจำนวนที่มากกว่าปกติ

วิธีการเติมสารฆ่าเชื้อต่างๆ ลงในสระน้ำจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ สารฆ่าเชื้อแต่ละประเภทอาจกำหนดปริมาณที่ต้องใช้ไว้โดยเฉพาะ แต่หลักการดังต่อไปนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทุกสารฆ่าเชื้อ

- การกำหนดปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคโดยอัตโนมัติเป็นที่นิยม ตัวตรวจจับไฟฟ้าจะตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่างและระดับสารฆ่าเชื้อตกค้างอย่างต่อเนื่อง และปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคจะถูกปรับให้เหมาะสมเพื่อรักษาระดับปริมาณสารที่ถูกต้อง การตรวจสอบระบบอย่างสม่ำเสมอ (รวมถึงทำการทดสอบตัวอย่างน้ำในสระด้วยตนเอง) และการจัดการที่ดีมีความสำคัญ
- การกำหนดปริมาณสารฆ่าเชื้อด้วยมือ (เช่น การใส่สารเคมีลงในสระว่ายน้ำโดยตรง) ไม่ค่อยมีความเที่ยงตรง ระบบการกำหนดปริมาณสารด้วยมือต้องมีการจัดการที่ดีในการดำเนินงานและการตรวจสอบ และมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องไม่มีผู้ใช้สระน้ำอยู่ในสระจนกว่าสารเคมีจะกระจายทั่วสระน้ำ
- ความพยายามชดเชยการขาดประสิทธิภาพของการบำบัดโดยการใช้สารเคมีในจำนวนที่มากกว่าปกติเป็นการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง เพราะเป็นการปกปิดข้อบกพร่องของการออกแบบหรือการดำเนินงาน ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ และนำมาซึ่งผลพลอยได้ที่ไม่พึงประสงค์
- ตัวปั๊มสารเคมีควรออกแบบให้สามารถปิดตัวเองได้หากระบบไหลเวียนล้มเหลว (ทั้งนี้ เครื่องตรวจสอบการเติมอัตโนมัติควรเปิดใช้งานอยู่) เพื่อให้แน่ใจว่าการกระจายของสารเคมีจะหยุดลง
- สารฆ่าเชื้อตกค้างมักจะถูกเติมในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการบำบัด วิธีการบำบัดการตกตะกอน การกรองและการเติมโอโซนจะทำให้น้ำใสสะอาด ลดปริมาณสารอินทรีย์ และลดจำนวนจุลินทรีย์ลงจำนวนมาก และทำให้สารฆ่าเชื้อโรคหลังการบำบัดทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคที่ต้องใช้ลงได้
- ถือว่ามีความสำคัญที่สารฆ่าเชื้อและสารเคมีปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง จะถูกผสมกับน้ำเป็นอย่างดี ณ จุดจ่ายสาร
- ระบบการจ่ายสารเคมีเช่นเดียวกับการไหลเวียนควรดำเนินต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงต่อวัน

การเกิดผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการฆ่าเชื้อโรคสามารถถูกควบคุมได้โดยการลดการใช้สารตั้งต้นอินทรีย์ (สารประกอบที่ทำปฏิกิริยากับสารฆ่าเชื้อเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์พลอยได้) โดยมีการปฏิบัติที่ถูกสุขอนามัย (การอาบน้ำก่อนการว่ายน้ำ) และเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดของการกำจัดด้วยการบำบัดน้ำในสระว่ายน้ำที่มีการจัดการที่ดี การควบคุมผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการฆ่าเชื้อโรคนั้นเกี่ยวข้องกับการเจือจาง การบำบัด และการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากไอออนของโบรไมด์ที่อยู่ในน้ำเค็ม ผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดขึ้นในน้ำและอากาศของสระน้ำทะเลบนเรือจะกลายเป็นโบรโมฟอร์มซึ่งอาจเป็นผลมาจากการบำบัดด้วยคลอรีนหรือโอโซน

นับว่าหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการฆ่าเชื้อโรคชนิดระเหยได้จะเกิดขึ้นในน้ำ และปล่อยสู่อากาศ อันตรายนี้สามารถถูกจัดการได้ในระดับหนึ่งผ่านการระบายอากาศที่ดี การใช้เครื่องวิเคราะห์ช่วยในการกำหนดปริมาณอัตโนมัติและปรับสภาพที่เหมาะสมที่สุด เพื่อความปลอดภัยของสระว่ายน้ำ เช่น การเติมสารเคมีโดยอัตโนมัติเพื่อการฆ่าเชื้อโรคและการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง จะต้องมีจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งระบบเพื่อใช้

ทดสอบระดับฮาโลเจนและเทียบมาตรฐานเครื่องวิเคราะห์อย่างสม่ำเสมอ ควรจัดให้มีอุปกรณ์ฆ่าเชื้อที่ใช้ฮาโลเจนและควบคุมด้วยเครื่องวิเคราะห์ตามที่กำหนด อาจจำเป็นต้องทำให้มั่นใจว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง จะถูกปรับโดยการใช้กรดและเบสที่เหมาะสมและใช้สารบัฟเฟอร์เพื่อทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีเสถียรภาพ และขั้นตอนนี้สามารถเพิ่มลงในฟังก์ชันการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ได้

5. การควบคุม Legionella

ในสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการ เป็นไปไม่ได้ที่จะรักษาอุณหภูมิภายนอกให้คงอยู่ในช่วง 25-50 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามระดับของ *Legionella* spp. สามารถควบคุมได้โดยใช้มาตรการการจัดการที่เหมาะสม ประกอบไปด้วยการกรองและการคงสารฆ่าเชื้อโรคไว้อย่างต่อเนื่องในสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการ และการทำความสะอาดทางกายภาพของอุปกรณ์สระว่ายน้ำสปาทั้งหมดรวมถึงท่อต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และระบบปรับอากาศห้องที่เป็นที่ตั้งของสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการจะต้องมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมตัวของ *Legionella* spp. ในอากาศภายในอาคาร ดังนั้น จึงจำเป็นต้องออกแบบและใช้กลยุทธ์การจัดการต่างๆ ซึ่งอาจรวมถึง

- การใส่สารชีวฆาตลงในน้ำสปา ท่อประปา และตัวกรอง โดยปกติสปาประเภทน้ำวนจะต้องรักษาคลอรีนอิสระให้เหลืออยู่ระหว่าง 3 และ 10 มิลลิกรัม/ลิตร หรือโบรมีนอิสระให้อยู่ระหว่าง 4 และ 10 มิลลิกรัม/ลิตร (WHO, 2006) และเพื่อให้แน่ใจว่าฮาโลเจนอิสระนั้นมีประสิทธิภาพสำหรับการฆ่าเชื้อ มีความจำเป็นต้องรักษาหรือปรับค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่เสมอโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 7.2–7.8
- ความมั่นใจว่าพนักงานได้รับการฝึกอบรมและมีทักษะที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานกับสิ่งอำนวยความสะดวกด้านนันทนาการ
- การใช้น้ำหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องในอ่างน้ำวนและสระสปา
- การทำความสะอาดระบบตัวกรอง (เช่น ตัวกรองล้างย้อนกลับ)
- การทำความสะอาดสิ่งโดยรอบสระน้ำ
- การแทนที่น้ำในอ่างน้ำวน และสระสปาทุกวันเป็นสัดส่วน (เช่น 50%)
- การระบายน้ำอย่างสมบูรณ์สำหรับอ่างน้ำวน สระสปา และสระว่ายน้ำที่มีอุณหภูมิตามธรรมชาติ และการทำความสะอาดพื้นผิวและท่อทั้งหมดอย่างสม่ำเสมอ
- การบำรุงรักษาและทำความสะอาดระบบทำความร้อน ระบายอากาศ และระบบปรับอากาศที่ใช้งานอยู่ในห้องที่มีสระว่ายน้ำสปา
- การติดตั้งสัญลักษณ์ที่แสดงข้อควรระวังมาตรฐานด้านความปลอดภัยใกล้กับสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการซึ่งเตือนผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือผู้ที่ทานยาภูมิคุ้มกันไม่ให้อยู่ในสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการ

การทำความสะอาดระบบไหลเวียนทั้งหมดเป็นประจำประกอบด้วย สปา สเปรย์ ปั๊ม และท่อต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญมากและอาจต้องใช้สารฆ่าเชื้อในปริมาณที่ค่อนข้างเข้มข้น เนื่องจาก *Legionella* spp. สามารถคงอยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียที่เกาะติด (คราบบนพื้นผิวของอุปกรณ์และท่อ) ซึ่งทำให้ยากต่อการยับยั้ง

ผู้ใช้สระน้ำจะต้องได้รับการส่งเสริมให้อาบน้ำก่อนลงน้ำ ซึ่งการอาบน้ำจะขจัดมลพิษต่างๆ เช่น เหงื่อ เครื่องสำอาง และเศษเนื้อตาย ที่จะกลายเป็นแหล่งสารอาหารในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และยังเป็น

ตัวลบล้าง การออกซิไดซ์สารชีวฆาต นอกจากนี้ อาจมีการควบคุมความหนาแน่นของผู้ใช้สระน้ำและระยะเวลาการใช้อ่างน้ำวน และอ่างสปา สิ่งอำนวยความสะดวกสระสปาอาจต้องกำหนดช่วงเวลาการพักระบบระหว่างวันเพื่อความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อฟื้นคืนตัว

การควบคุมต่างๆ ควรดำเนินการเป็นระยะ ตัวอย่างเช่น ทุกเดือน ทุกไตรมาส หรือทุกปี ขึ้นอยู่กับประเภทของสภาพแวดล้อมของเรือ การทดสอบนี้ไม่ควรแทนที่หรือนำมาใช้ก่อนเพื่อเน้นกลยุทธ์การควบคุมต่างๆ นอกจากนี้ การทดสอบนั้นค่อนข้างมีความเฉพาะด้านและจำเป็นต้องดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์ครบครันโดยเจ้าหน้าที่ที่มีประสบการณ์ ดังนั้น โดยทั่วไปการทดสอบจึงไม่ได้ดำเนินการโดยลูกเรือหรือในระหว่างการเดินทาง การสุ่มตัวอย่างการตรวจสอบควรมุ่งเน้นที่มาตรการที่รุนแรงของระบบและสถานที่ที่มีความเสี่ยงสูง

6. คุณภาพอากาศ

การจัดการคุณภาพอากาศเป็นสิ่งสำคัญ เช่นเดียวกับคุณภาพน้ำในสระว่ายน้ำ สปา และสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการที่คล้ายคลึงกัน ห้องที่ทำเป็นสปาควรมีการระบายอากาศที่ดีเพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของ *Legionella* spp. ในอากาศภายในอาคาร นอกจากนี้ การระบายอากาศจะช่วยลดการสัมผัสกับผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่เกิดจากการฆ่าเชื้อโรคในอากาศ การระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพเพียงพอควรสามารถลดความเสี่ยงจาก *Legionella* spp. ได้ แต่สิ่งสำคัญคือ ตัวระบบเองจะต้องไม่มีความเสี่ยง พื้นผิวทั้งหมดของระบบ HVAC ที่ให้บริการในห้องที่มีสปา หรือสระว่ายน้ำควรได้รับการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อทางกายภาพเพื่อควบคุมกลุ่มแบคทีเรียที่จะมาเกาะติด

ด้านการออกแบบและก่อสร้างอื่นๆ

ห้องเครื่องกลของสระว่ายน้ำจะต้องสามารถเข้าถึงได้ง่ายและมีการระบายอากาศที่ดี และจะต้องจัดให้มีน้ำประปาในห้อง และเพื่อช่วยในการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง การทำเครื่องหมายลูกศรระบุทิศทางการไหลบนท่อทั้งหมด รวมถึงการบำรุงรักษาแผนภาพแสดงการไหลและคำแนะนำในการทำงานในสถานที่ให้พร้อมใช้งานเสมอถือว่ามีประโยชน์อย่างยิ่ง ห้องเครื่องกลสระว่ายน้ำและระบบหมุนเวียนต้องได้รับการออกแบบให้ปลอดภัยและง่ายต่อการจัดเก็บและเติมสารเคมีในถังสารเคมี จำเป็นต้องมีการติดตั้งท่อระบายน้ำในห้องเครื่องกลสระว่ายน้ำ เพื่อให้ระบบสูบน้ำและระบบกรองทั้งหมดทำการระบายน้ำได้อย่างรวดเร็ว โดยมีท่อระบายน้ำขนาดใหญ่เพียงพออย่างน้อย 8 เซนติเมตร ถูกติดตั้งอยู่ที่จุดต่ำสุดของระบบ

เพื่อช่วยลดความเสี่ยงในการจมน้ำ ระดับความลึกของสระ และเครื่องหมายบอกความลึก ต้องถูกแสดงไว้อย่างเด่นชัด สามารถมองเห็นได้จากดาดฟ้าเรือและในสระน้ำ เครื่องหมายบอกความลึกต้องระบุเป็นหน่วยฟุตหรือเมตรหรือทั้งสอง และต้องมีตัวบ่งชี้ความลึกทุกๆ จุดที่ความลึกเปลี่ยนอย่างมีนัยสำคัญ (1 เมตร)

B. สระน้ำหมุนเวียน

อุปกรณ์และขั้นตอนการปฏิบัติงานต้องสามารถทำให้น้ำภายในสระน้ำไหลเวียนได้อย่างสมบูรณ์ ในระดับความถี่ที่เพียงพอ เช่น มีการเปลี่ยนน้ำทุกๆ 6 ชั่วโมง หรือน้อยกว่าในช่วงที่สระน้ำเปิดให้บริการ อุปกรณ์ควรประกอบด้วยตัวกรอง เครื่องมือ และอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับการฆ่าเชื้อและการบำบัด ซึ่งอาจจำเป็นต้องเป็นไปตามระเบียบปฏิบัติของประเทศนั้นๆ ปั๊มน้ำชนิดแรงเหวี่ยงที่สามารถล่อน้ำได้เองเหมาะสำหรับใช้หมุนเวียนน้ำในสระน้ำ

C. สระว่ายน้ำประเภทน้ำไหลผ่าน

สระว่ายน้ำประเภทน้ำไหลผ่าน ถือว่าเป็นประเภทสระที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการก่อสร้าง การติดตั้ง และการปฏิบัติงานบนเรือ จำนวนผู้ใช้สระน้ำที่สามารถใช้สระพร้อมกันในคราวเดียวได้อย่างปลอดภัย และผู้ที่สามารถใช้สระว่ายน้ำได้ในระยะเวลาหนึ่งวันจะถูกกำหนดโดยพื้นที่ของสระว่ายน้ำ และอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ดังนั้นควรออกแบบสระน้ำโดยคำนึงถึงจำนวนผู้ใช้สระที่เป็นไปได้สูงสุดและพื้นที่ว่างสูงสุดที่สามารถสร้างสระน้ำได้ หลักการดังต่อไปนี้ ควรนำมาใช้ในการออกแบบสระน้ำประเภทน้ำไหลผ่าน

- การออกแบบความจุของสระว่ายน้ำควรพิจารณาบนพื้นฐานของพื้นที่ เช่น พื้นที่ 2.6 ตารางเมตรต่อผู้ใช้สระน้ำ สำหรับการบำรุงรักษาน้ำในสระให้สะอาดอย่างน่าพึงพอใจนั้น อัตราการไหลของน้ำสะอาดจำเป็นต้องเพียงพอสำหรับการเปลี่ยนน้ำทุกๆ 6 ชั่วโมงหรือน้อยกว่านั้น น้ำที่ไหลผ่านจะต้องถูกส่งไปยังสระว่ายน้ำผ่านทางเข้าหลายทาง เพื่อให้แน่ใจว่ามีการจ่ายน้ำที่เท่าเทียมกัน ทางเข้าเหล่านี้สามารถรับน้ำจากท่อสาขาซึ่งต่อจากสายจ่ายหลักที่ฝั่งความดันของวาล์วที่เติมน้ำใกล้สระว่ายน้ำ การควบคุมการไหลของน้ำจะต้องเป็นอิสระจากวาล์วเติมน้ำ
- น้ำไหลล้นจะต้องถูกปล่อยลงในท่อระบายน้ำผิวหน้า (skim gutters) หรือเขตกั้นน้ำล้นขอบสระที่ใกล้เคียงกันซึ่งช่องระบายแต่ละช่องต้องเว้นระยะห่างกันไม่เกิน 3 เมตร และปล่อยน้ำไปยังระบบของเสีย
- ด้านล่างของสระว่ายน้ำควรเอียงไปทางท่อระบายน้ำ หรือทำให้สามารถระบายน้ำในสระได้อย่างสมบูรณ์ ทางด้านความปลอดภัย ความลาดเอียงส่วนใดก็ตามของก้นสระที่มีระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับที่ยืนถึงคือ 1.8 เมตร ไม่ควรมีความลาดชันมากกว่า 1:15 และเพื่อความปลอดภัยไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันอย่างฉับพลันในบริเวณที่ความลึกของน้ำไม่เกิน 1.5 เมตร
- เพื่อช่วยลดความเสี่ยงในการจมน้ำ ความลึกของสระน้ำและเครื่องหมายบอกความลึกจะต้องแสดงอย่างเด่นชัด เพื่อให้สามารถมองเห็นได้จากดาดฟ้าเรือและในสระน้ำ เครื่องหมายบอกความลึกต้องระบุเป็นฟุตหรือเมตรหรือทั้งสองอย่าง และต้องติดตั้งไว้ทุกๆ ระดับความลึกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ (1 เมตร) และควรจะมีระบบจ่ายน้ำรวมไปถึงปั๊มน้ำแยกไว้ใช้ต่างหากสำหรับสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการ จุดรับน้ำจะต้องอยู่ก่อนช่องระบายน้ำและของเสียทั้งหมด อย่างไรก็ตามหากสระว่ายน้ำจะมีการเติมน้ำและใช้งานแค่ในขณะที่เรืออยู่ระหว่างการเดินทาง อาจจะใช้ปั๊มน้ำดับเพลิงหรือปั๊มน้ำสุขาภิบาล หรือใช้ปั๊มทั้งสองร่วมกัน

สิ่งต่อไปนี้สามารถนำไปปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงการปนเปื้อน

- สายส่งน้ำไปยังสระว่ายน้ำควรอยู่แยกจากสายชนิดอื่นๆ ที่มีที่มาอยู่ใกล้กับบริเวณปล่อยน้ำออกของปั๊ม หรือวาล์วท่อร่วม หรือจุดที่มีการปล่อยน้ำสูงสุดหรือใกล้สูงสุดของปั๊มน้ำดับเพลิงหรือปั๊มน้ำสุขาภิบาลเป็นประจำ
- หากน้ำทะเลถูกดูดลงสระน้ำ ไม่ควรนำน้ำออกขณะเรืออยู่ที่ท่าเรือหรือแล่นอยู่บนน้ำทะเลมีการปนเปื้อน ควรติดตั้งวาล์วสำหรับปิดที่เข้าถึงได้ง่ายใกล้กับจุดที่น้ำทะเลถูกดูดขึ้นพร้อมติดป้ายแจ้งว่า “กรุณาปิดวาล์วขณะอยู่ที่ท่าเรือ” ระบบจ่ายน้ำทะเลแบบไหลผ่านสำหรับสระว่ายน้ำควรใช้เฉพาะในขณะที่เรือกำลังแล่นและอยู่ห่างจากแผ่นดินเกินกว่า 12 ไมล์ทะเล สระว่ายน้ำ (เมื่ออยู่ในโหมดน้ำทะเลไหลผ่าน) ควรมีการระบายน้ำออกก่อนที่เรือจะถึงท่าเรือและปล่อยให้สระไม่มีน้ำเช่นนั้นขณะอยู่ที่ท่าเรือ หากสระน้ำไม่ได้ระบายน้ำออกก่อนที่จะมาถึงท่าเรือ ระบบเติมน้ำทะเลของสระว่ายน้ำควรจะถูกปิดที่ 12 ไมล์ทะเลก่อนถึงแผ่นดิน และระบบการหมุนเวียนน้ำควรใช้ร่วมกับการกรองและฮาโลจีเนชั่นที่เหมาะสม

D. สปาน้ำวน

อ่างน้ำวนนั้นต้องรองรับผู้ใช้จำนวนมากเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำ ด้วยอุณหภูมิของน้ำที่สูงและการปั่นป่วนของน้ำที่รวดเร็ว อาจเป็นเรื่องยากที่จะรักษาค่าความเป็นกรด-ด่าง คุณภาพทางจุลชีววิทยา และจำนวนสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างไว้ได้ในระดับที่น่าพอใจ

การดำเนินงานของสระน้ำวนต้องได้รับการดูแลเพิ่มเติมจากปกติ น้ำอุปโภคบริโภคที่จ่ายให้กับระบบน้ำวนจะต้องนำส่งผ่านช่องว่างอากาศหรืออุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับที่ได้รับการรับรอง อุปกรณ์กรองน้ำจะต้องสามารถกำจัดอนุภาคทั้งหมดที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ออกจากปริมาณน้ำวนทั้งหมดได้ภายใน 30 นาที หรือน้อยกว่า ตัวกรองสามารถเป็นชนิดไส้กรอง ตัวกรองทรายเร็วด้วยความดัน ตัวกรองทรายอัตรากรองสูง ตัวกรองดินเบา หรือตัวกรองทรายด้วยแรงโน้มถ่วง สามารถทำการติดกระจกใสเพิ่มในฝั่งล้างย้อนของตัวกรองได้

ระบบน้ำล้นต้องได้รับการออกแบบเพื่อให้รักษาระดับน้ำ แนะนำให้น้ำล้นจากสระน้ำวนไหลด้วยแรงโน้มถ่วงตรงไปสู่ถังขนาดใหญ่ (make-up tank) เพื่อให้หมุนเวียนผ่านระบบตัวกรองหรือกำจัดเป็นของเสีย การหมุนเวียนน้ำวนต้องใช้ปั๊มน้ำชนิดแรงเหวี่ยงที่สามารถล่อน้ำได้เอง

ควรมีการจัดเตรียมเครื่องดักจับตะกอนบนผิวน้ำทุกๆ 14 ตารางเมตร หรือตามสัดส่วนของพื้นผิวน้ำ ระดับการเติมน้ำวนต้องอยู่ระดับผิวหน้ารางน้ำ เพื่อให้สอดคล้องการทำงานของเครื่องกวาดตะกอน

จำเป็นต้องมีกลไกควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่ให้เกิน 40 องศาเซลเซียส เพื่อหลีกเลี่ยงการถูกลวกและความร้อนที่สูงเกินไป ถังขนาดใหญ่สำหรับบรรจุน้ำ (make-up tank) อาจใช้ในการทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจากการกระเด็นและระเหย ท่อน้ำล้นควรมีขนาดเป็นอย่างน้อยสองเท่าของท่อน้ำเข้าและอยู่ด้านล่างถังจ่ายน้ำ ระบบจะต้องให้มีการบำบัดน้ำด้วยสารเคมีจำนวนมากหรือฮาโลจีเนชั่นขั้นสูงเป็นประจำ (เช่น รายวัน) และควรมีอุปกรณ์ฮาโลจีเนชั่นที่สามารถรักษาระดับฟรีฮาโลเจน ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดระยะเวลาการใช้งาน

E. สระสปา

สระสปา มีสภาพการใช้งานที่ไม่เหมือนสระชนิดอื่นและสร้างปัญหาที่แตกต่างออกไปต่อผู้ปฏิบัติงาน การออกแบบและการดำเนินงานของสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้ ทำให้ยากที่จะมีสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างเพียงพอ จึงอาจต้องใช้สารฆ่าเชื้อตกค้างปริมาณมากขึ้น เนื่องจากจำนวนผู้ใช้งานและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งทั้งสองอย่างนี้ทำให้สูญเสียสารฆ่าเชื้อตกค้างไปอย่างรวดเร็วมากขึ้น

การทำให้ความเข้มข้นของ *Pseudomonas aeruginosa* น้อยกว่า 1 cfu/100 มิลลิลิตรนั้น สามารถทำได้ด้วยการระเบียบจัดการที่ดี มาตรการการจัดการความเสี่ยงที่สามารถใช้เพื่อจัดการแบคทีเรียไม่แตกตัว (non-enteric) ประกอบด้วย การระบายอากาศ การทำความสะอาดอุปกรณ์ และการตรวจสอบความเหมาะสมของการฆ่าเชื้อโรค สระสปาที่ไม่ได้ใช้วิธีการฆ่าเชื้อจำเป็นต้องใช้วิธีการบำบัดน้ำอื่นๆ เพื่อให้น้ำมีความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา หากไม่มีวิธีอื่นในการป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การแลกเปลี่ยนของน้ำต้องมีอัตราที่สูงมาก แม้จะไม่ได้ผลเต็มที่ก็ตาม ในสระสปาที่ไม่ต้องการให้ใช้สารฆ่าเชื้อโรคหรือที่ยากต่อการรักษาจำนวนสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างให้เพียงพอ การให้ความร้อนน้ำสปาจนมีอุณหภูมิถึง 70 องศาเซลเซียส เป็นประจำทุกวันในช่วงที่ไม่ได้ใช้งานอาจช่วยควบคุมการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ได้ เพื่อป้องกันจำนวนผู้มาใช้ที่มากเกินไปของสระสปา บางประเทศได้แนะนำให้ติดตั้งที่นั่งสำหรับผู้ใช้สระสปาอย่างชัดเจน โดยแต่ละที่นั่งแจ้งปริมาตรสระน้ำขั้นต่ำ ปริมาตรสระรวมขั้นต่ำ และความลึกของน้ำสูงสุด

4.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 4.2 สุขาภิบาลสระว่ายน้ำ

แนวทางการปฏิบัติ 4.2 สุขาภิบาลสระว่ายน้ำได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่อง

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 4.2

1. ส่งเสริมการอาบน้ำก่อนลงสระน้ำ
2. ส่งเสริมการใช้ห้องส้วมก่อนลงสระน้ำ
3. มีขั้นตอนการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อการอาเจียนและการปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจ (AFRs)

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 4.2

1. การอาบน้ำก่อนลงสระน้ำ

การอาบน้ำก่อนลงสระจะทำการชำระเหงื่อ ปัสสาวะ อุจจาระ เครื่องสำอาง น้ำมันอาบแดด และสิ่งอื่นๆ ที่อาจปนเปื้อนในน้ำ ผลที่ได้คือ น้ำในสระที่สะอาดขึ้น การฆ่าเชื้อโรคง่ายขึ้นโดยใช้ปริมาณสารเคมีที่น้อยลง และน้ำในสระเหมาะสมกับการลงไปว่ายมากยิ่งขึ้น ฝักบัวที่ใช้อาบก่อนลงสระน้ำควรตั้งอยู่ติดกับสระน้ำและน้ำที่อาบควรมีคุณภาพเท่ากับน้ำดื่ม เนื่องจากเด็กและผู้ใหญ่บางคนอาจดื่มน้ำที่อาบ น้ำจากการอาบต้องไหลไปยังที่ทิ้งน้ำเสีย

2. การเข้าห้องน้ำก่อนว่ายน้ำ

ต้องจัดให้มีห้องส้วม ซึ่งสามารถใช้งานได้สะดวกก่อนลงสระน้ำและหลังจากขึ้นจากสระน้ำ ผู้ใช้ควรได้รับการส่งเสริมให้เข้าห้องส้วมก่อนอาบน้ำ เพื่อลดการปัสสาวะในสระว่ายน้ำและการปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจ (AFRs)

ผู้ปกครองต้องกระตุ้นให้เด็กถ่ายปัสสาวะก่อนว่ายน้ำ มีการกำหนดอายุสำหรับเด็ก เช่น เด็กอายุต่ำกว่า 2 ปี อาจไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้สระบางประเภท

3. โรคอุจจาระร่วงและปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจ

จำเป็นต้องลดการปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจและการอาเจียนให้น้อยที่สุด และตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเกิดเหตุดังกล่าวขึ้น การปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจดูเหมือนว่าจะเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อยและเป็นไปได้ว่าส่วนใหญ่จะตรวจไม่พบ ผู้ดำเนินงานสระว่ายน้ำที่เผชิญกับการปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจหรือการอาเจียนในน้ำสระว่ายน้ำต้องรีบดำเนินการทันที

หากอุจจาระที่ถูกปล่อยเป็นอุจจาระแข็งควรเก็บกู้อย่างรวดเร็วและทิ้งอย่างเหมาะสม อุปกรณ์ที่ใช้เก็บอุจจาระจะต้องถูกฆ่าเชื้อเพื่อกำจัดแบคทีเรียและไวรัสใดๆ ที่อาจติดอยู่ไม่ให้กลับไปยังสระได้ในครั้งต่อไปที่ใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าว ตราบใดที่สระน้ำยังคงทำงานอย่างเหมาะสมในด้านอื่นๆ (การฆ่าเชื้อสิ่งตกค้าง ฯลฯ) ก็ไม่จำเป็นต้องดำเนินการใดๆ เพิ่มเติม

หากมีการปล่อยอุจจาระเหลว (ท้องเสีย) หรือมีการอาเจียนเกิดขึ้น สถานการณ์อาจเป็นอันตรายได้ แม้ว่าสารฆ่าเชื้อส่วนใหญ่จะจัดการได้ค่อนข้างดีกับแบคทีเรียและไวรัสหลายชนิดในการปล่อยอุจจาระโดยไม่ตั้งใจ (AFRs) และอาเจียน อาการท้องร่วงหรืออาเจียนอาจเกิดจากผู้ที่ติดเชื้อปรสิตโปรโตซัว *Cryptosporidium* และ *Giardia* ขั้นแพร่เชื้อของเชื้อโรค (oocysts/cysts) ค่อนข้างทนต่อคลอรีนฆ่าเชื้อในระดับความเข้มข้นที่ใช้งานจริง ผู้ใช้สระทั้งหมดต้องออกจากสระทันที

วิธีการที่ปลอดภัยที่สุดหากเหตุการณ์เกิดขึ้นในสระน้ำขนาดเล็ก อ่างน้ำร้อน หรืออ่างน้ำวน คือ การเอาน้ำออกและทำความสะอาดสระก่อนเติมน้ำและเปิดใช้งานอีกครั้ง อย่างไรก็ตามวิธีนี้อาจเป็นไปได้ยากสำหรับสระน้ำขนาดใหญ่ หากไม่สามารถระบายน้ำทิ้งได้ สามารถทำตามขั้นตอนด้านล่างนี้แต่ทว่ายังเป็นวิธีแก้ไข ที่ยังไม่สมบูรณ์นัก เนื่องจากเป็นการลดแต่ไม่ได้กำจัดความเสี่ยง

- ให้คนออกจากสระน้ำทันที
- รักษาระดับสารฆ่าเชื้อให้อยู่ในระดับสูงสุดของปริมาณที่แนะนำ
- ดูดน้ำและทำความสะอาดสระว่ายน้ำ
- ใช้การตกตะกอน น้ำจะถูกกรองหกรอบการหมุนเวียน อาจใช้เวลาถึงหนึ่งวันและอาจหมายถึงการปิดสระน้ำจนกว่าจะถึงวันถัดไป
- ล้างย้อนตัวกรอง (น้ำจากการล้างย้อนจะไปยังที่ทิ้งน้ำเสีย)
- เมื่อเปิดใช้งานสระว่ายน้ำอีกครั้ง

ผู้ปฏิบัติงานสระน้ำสามารถช่วยป้องกันการปล่อยอุจจาระลงในสระน้ำ โดยปฏิบัติดังนี้

- ไม่ควรให้เด็ก (หรือผู้ใหญ่) ที่มีประวัติท้องเสียลงสระน้ำ
- กระตุ้นให้ผู้ปกครองมั่นใจว่าลูกๆ ของพวกเขาเข้าห้องน้ำก่อนว่ายน้ำ
- การอาบน้ำก่อนการว่ายน้ำเป็นสิ่งที่ดีและผู้ปกครองควรสนับสนุนให้ลูกอาบน้ำก่อนลงสระน้ำ
- หากเป็นไปได้ เด็กเล็กควรถูกจำกัดพื้นที่ โดยให้ว่ายในสระที่เล็กพอที่จะสามารถปล่อยน้ำออกได้ หากเกิดการปล่อยอุจจาระหรืออาเจียนโดยไม่ตั้งใจ

- ผู้ช่วยชีวิตหรือผู้ดูแลสระว่ายน้ำที่อยู่ประจำสระ (หากมี) ควรคอยดูแลและเฝ้าระวังการปล่อยอุจจาระหรืออาเจียนโดยไม่ตั้งใจ

4.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 4.3 การตรวจสอบ

แนวทางปฏิบัติ 4.3 ตัววัดค่าต่างๆ (Parameters) ได้รับการตรวจสอบและรักษาให้อยู่ในช่วงเป้าหมาย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 4.3

1. รักษาความขุ่นของน้ำในสระให้อยู่ในช่วงเป้าหมาย
2. รักษาระดับสารฆ่าเชื้อและค่า pH ให้อยู่ในช่วงเป้าหมาย
3. รักษาคุณภาพของจุลินทรีย์ให้อยู่ในช่วงเป้าหมายและมีขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 4.3

การตรวจสอบมาตรการควบคุมอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยในการเตือนล่วงหน้าถึงความผิดปกติ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย

- การตรวจสอบและการปรับค่าสารฆ่าเชื้อโรคที่เหลือตกค้าง และค่าความเป็นกรด-ด่าง
- การตรวจสอบการบำรุงรักษาและทำความสะอาด
- การตรวจสอบสภาพทางกายภาพของสภาพแวดล้อมน้ำนันทนาการ ตัวกรอง และอุปกรณ์
- ดำเนินการเฝ้าระวังการเจ็บป่วยของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (เช่น ปอดบวม) ในผู้โดยสารและพนักงาน โดยการบันทึกการเข้ารับบริการจากหน่วยแพทย์บนเรือทั้งหมด เพื่อคาดการณ์หรือยืนยันผู้ป่วยที่เป็นโรคปอดอักเสบ ตัววัดค่าต่างๆ ที่ง่ายและค่าใช้จ่ายไม่สูงสำหรับการตรวจวัดที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพในทันที ได้แก่ ค่าความขุ่น ปริมาณสารฆ่าเชื้อตกค้าง และค่า pH จะต้องได้รับการตรวจสอบ อย่างสม่ำเสมอในสระน้ำทุกประเภท

1. ความขุ่น

ความสามารถในการมองเห็นเด็กเล็กซึ่งอยู่ที่ก้นสระว่ายน้ำ หรือเครื่องหมายต่างๆ ที่ด้านล่างของสระว่ายน้ำจากตำแหน่งของผู้ช่วยชีวิตหรือผู้ดูแลสระว่ายน้ำในขณะที่พื้นน้ำกำลังเคลื่อนไหวมีความสำคัญอย่างมาก ขีดจำกัดความขุ่นที่หน่วยวัดความขุ่น 0.5 nephelometric (NTU) หรือเทียบเท่าเป็นค่าเป้าหมายที่เหมาะสมสำหรับน้ำที่ผ่านการบำบัดมาอย่างดี ความขุ่นที่มากเกินไปแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำแย่ลงและเป็นอันตรายที่มีนัยสำคัญต่อสุขภาพ หากพบว่าความขุ่นมากเกินไปควรดำเนินการตรวจสอบโดยทันทีและอาจปิดสระว่ายน้ำในช่วงที่ดำเนินการแก้ไข

2. ระดับสารฆ่าเชื้อและค่าความเป็นกรด-ด่าง

สำหรับสระว่ายน้ำสาธารณะที่มีระบบชลศาสตร์และการกรองที่ดีและให้บริการกับผู้ใช้ไม่เกินจำนวนความจุที่ออกแบบมาควรมีการฆ่าเชื้อโรคอย่างมีประสิทธิภาพเป็นประจำด้วยระดับคลอรีนอิสระ 1 มิลลิกรัม/ลิตร ตลอดทั้งสระ ในสระน้ำที่มีการดำเนินการอย่างดีก็เป็นไปได้ที่จะดำเนินงานได้ตามเป้าหมาย กรณีที่คลอรีนอิสระ ในสระน้ำเหลือต่ำกว่า (0.5 มิลลิกรัม/ลิตร) จะถือว่ายอมรับได้หากมีการใช้โอโซนหรือการฆ่าเชื้อโรคด้วย

แสงอัลตราไวโอเลตร่วมด้วย ในขณะเดียวกันอ่างน้ำร้อนอาจต้องใช้คลอรีนอิสระในระดับที่สูงกว่า (ช่วงตั้งแต่ 2 ถึง 3 มิลลิกรัม/ลิตร) เนื่องจากมีจำนวนผู้ใช้มากกว่าและอุณหภูมิสูงกว่า (WHO, 2006)

สารฆ่าเชื้อตกค้างต้องได้รับการตรวจสอบโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะเปิดใช้งานสระน้ำและในระหว่างเวลาที่ให้บริการ (จะดีมากหากเป็นช่วงเวลาที่มีจำนวนผู้ใช้สระสูง) (WHO, 2006) ความถี่ของการทดสอบในระหว่างการใช้สระว่ายน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะและการใช้สระว่ายน้ำ ควรเก็บตัวอย่างที่ความลึก 5–30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการปฏิบัติที่เหมาะสมเพราะการสุ่มเก็บตัวอย่างเป็นประจำจะบอกได้ว่าบริเวณใดในสระว่ายน้ำที่มีสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างต่ำที่สุด ตัวอย่างน้ำบางครั้งควรนำมาจากส่วนอื่นๆ ของสระว่ายน้ำและระบบไหลเวียน หากผลการทดสอบตามกิจวัตรอยู่นอกช่วงที่แนะนำ จำเป็นต้องทำการประเมินและดำเนินการแก้ไขสถานการณ์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในสระจะต้องได้รับการดูแลรักษาให้อยู่ในช่วงที่แนะนำ เพื่อให้แน่ใจว่าการฆ่าเชื้อโรคและการสร้างตะกอนเป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด

หากใช้คลอรีนฆ่าเชื้อควรรักษาค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 7.2 ถึง 7.8 และอยู่ระหว่าง 7.2 ถึง 8.0 หากใช้โบรมีนและกระบวนการฆ่าเชื้อโรคอื่นๆ ที่ไม่ใช้คลอรีน (WHO, 2006) ในการดำเนินการดังกล่าว การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นประจำมีความสำคัญมาก และจำเป็นต้องปรับค่าอย่างต่อเนื่องหรือเป็นระยะๆ สำหรับสระที่ถูกใช้งานอย่างหนักจะต้องมีการวัดค่า pH อย่างต่อเนื่องและปรับค่าโดยอัตโนมัติ ในส่วนของสระว่ายน้ำที่ใช้งานน้อยกว่าอาจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยมือก็อาจเพียงพอ

หลีกเลี่ยงการก่อตัวของผลิตภัณฑ์พลอยได้ที่จากการฆ่าเชื้อโรคที่มากเกินไป หรือการระคายเคืองต่อพื้นผิวเยื่อเมือกเนื่องมาจากสารฆ่าเชื้อโรค ควรทำการรักษาระดับสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างไว้ในระดับที่สอดคล้องกับคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่น่าพอใจแต่ไม่มากเกินไปโดยไม่จำเป็น ผู้ปฏิบัติงานควรพยายามรักษาระดับคลอรีนตกค้างให้ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร ในทุกจุดในสระว่ายน้ำหรือสปา

3. คุณภาพจุลินทรีย์

มีความเสี่ยงไม่มากที่จะเกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ หรืออาการป่วยในสระว่ายน้ำที่มีการจัดการที่ดีหรืออยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายกัน โดยที่ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อโรคที่ตกค้างมากเพียงพอ ค่าความเป็นกรด-ด่างถูกคงไว้ในระดับที่เหมาะสม ตัวกรองที่ทำงานได้ดีและมีการตรวจสอบตัววัดต่างๆ ที่ไม่ใช่จุลินทรีย์อยู่เป็นประจำ อย่างไรก็ตามตัวอย่างน้ำในสระว่ายน้ำสาธารณะก็ควรได้รับการตรวจสอบในช่วงเวลาที่เหมาะสม สำหรับตัววัดที่เป็นจุลินทรีย์ประกอบด้วย HPC โคลิฟอร์มที่ทนความร้อนหรือเชื้อ *E.coli* แบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* แบคทีเรีย *Legionella* spp. และแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* โดยความถี่ของการตรวจสอบและการปฏิบัติตามแนวทางจะแตกต่างกันไปตามจุลินทรีย์ชี้วัดและประเภทของสระน้ำ

หากค่าตัววัดเกินจากที่แนวทางการปฏิบัติงานกำหนดไว้ ผู้ดำเนินงานสระว่ายน้ำควรตรวจสอบความขุ่น ระดับสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างและค่าความเป็นกรด-ด่าง จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างอีกครั้ง หากพบว่า ค่าเกินระดับวิกฤตที่กำหนดไว้ในแนวทางปฏิบัติควรปิดสระน้ำและดำเนินการสอบสวนและแก้ไขปัญหา แนะนำให้ทำการตรวจสอบคุณภาพของจุลินทรีย์ต่อไปนี้

- HPC (37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) เป็นตัววัดค่าประชากรแบคทีเรียโดยรวมภายในสระน้ำ แนะนำว่าระดับที่ใช้งานได้ควรน้อยกว่า 200 cfu/มิลลิลิตร

- โคลิฟอร์มชนิดทนความร้อน (Thermotolerant coliforms) และเชื้อ *E.coli* เป็นตัววัดค่าการปนเปื้อนของอุจจาระ ควรตรวจวัดค่าโคลิฟอร์มทนความร้อน (Thermotolerant coliforms) และเชื้อ *E.coli* ในสระน้ำ อ่างน้ำร้อน และสปา ระดับที่ใช้งานได้ควรน้อยกว่า 1 cfu หรือ 1 mpn/100 มิลลิลิตร
- แนะนำให้ทำการตรวจสอบระดับเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ในอ่างน้ำร้อนและสปาเป็นประจำ โดยเฉพาะสระว่ายน้ำที่มีปัญหาในการดำเนินงาน (เช่น ความล้มเหลวของการฆ่าเชื้อโรค หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวกรองหรือท่อน้ำ) และมีการเสื่อมคุณภาพของน้ำในสระหรือพบปัญหาสุขภาพต่างๆ สำหรับสระว่ายน้ำที่ถูกฆ่าเชื้ออย่างต่อเนื่อง แนะนำว่าระดับที่ใช้งานได้ควรต่ำกว่า 1 cfu/100 มิลลิลิตร หากพบว่า มีค่าสูง (> 100 cfu/100 มิลลิลิตร) ผู้ดำเนินงานสระว่ายน้ำควรตรวจสอบค่าความขุ่น ปริมาณสารฆ่าเชื้อโรคตกค้างและค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนจะทำการเก็บตัวอย่างอีกครั้ง แล้วล้างย้อนให้ทั่วถึง รอให้น้ำหมุนเวียนหนึ่งรอบจากนั้นจึงเก็บตัวอย่างอีกครั้ง หากพบว่าค่าเชื้อ *P. aeruginosa* ยังคงสูงอยู่ ควรปิดสระว่ายน้ำ และเริ่มทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค และควรปิดอ่างน้ำร้อน ถ่ายน้ำทิ้ง ทำความสะอาดและเติมน้ำใหม่
- การตรวจสอบค่าเชื้อ *Legionella* spp. อยู่เป็นระยะมีประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอ่างน้ำร้อน เพื่อตรวจดูว่าตัวกรองมีเชื้อโรคอาศัยอยู่หรือไม่ แนะนำว่าระดับที่ใช้งานได้ควรน้อยกว่า 1 cfu/100 มิลลิลิตร หากพบว่าเชื้อเกินค่าที่กำหนด อ่างน้ำร้อนควรถูกปิด ระบายน้ำทิ้ง ทำความสะอาดและเติมน้ำใหม่ การเติมคลอรีนจำนวนมากอาจเหมาะสมหากสงสัยว่าตัวกรองมีเชื้อโรคอาศัยอยู่
- ไม่แนะนำให้มีการตรวจสอบค่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* เป็นประจำ แม้ว่าการตรวจสอบอาจดำเนินการโดยเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบคุณภาพน้ำในวงกว้างเมื่อสงสัยว่ามีปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับสระว่ายน้ำ หากมีการสุ่มตัวอย่าง ควรมีระดับน้อยกว่า 100 cfu/100 มิลลิลิตร

คำแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดสอบเชื้อ *Legionella* spp. สามารถค้นคว้าได้จาก Bartram และคณะ (2007)

บทที่ 5

น้ำอับเฉาเรือ

5 น้ำอับเฉาเรือ

5.1 ความเป็นมา

ในบทนี้ จะเป็นรายละเอียดที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำอับเฉาเรือ ซึ่งรวมไปถึงแนวทางการเก็บรักษาและวิธีการในการกำจัดอย่างปลอดภัย

5.1.1 ความเสี่ยงทางสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับน้ำอับเฉาเรือ

การใช้น้ำอับเฉาในการเดินเรือนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการรักษาสมดุลของเรือเดินสมุทรและใช้ในการนำทางการเดินเรือให้สามารถเดินทางได้อย่างปลอดภัย กว่าร้อยละ 30-50 ของน้ำหนักที่บรรทุกบนเรือนั้นเป็นน้ำหนักของน้ำอับเฉาเรือหรือเทียบเท่ากับปริมาตรของน้ำ ตั้งแต่ 200-10,000,000 ลิตร ดังนั้น ด้วยปริมาตรน้ำในจำนวนมหาศาลจึงทำให้น้ำอับเฉาเรือมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสุขภาพมนุษย์ ซึ่งอาจเป็นตัวการสำคัญที่จะนำไปสู่การเกิดและการแพร่กระจายเชื้อโรคได้ และในแต่ละปีกว่า 7,000 ชนิด ของสิ่งมีชีวิตในท้องทะเลรองรับน้ำอับเฉาเรือที่ถูกเททิ้งกลายเป็นความกังวลอย่างยิ่ง เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวนี้เป็นอีกแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคที่สำคัญที่จะสามารถถ่ายทอดลงสู่ทะเลได้ ยกตัวอย่างเช่น เชื้อ *Vibrio Cholerae* O1 และ O139 ซึ่งเป็นเชื้อโรคที่สามารถก่อให้เกิดการแพร่ระบาดของอหิวาตกโรคในทะเลได้

5.1.2 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับน้ำอับเฉาเรือ

การประชุมคณะกรรมการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมทางทะเล หรือ Marine Environment Protection Committee: MEPC ใน ค.ศ.1993 ได้มีการประยุกต์คำแนะนำหลักการในการป้องกันความเสี่ยงจากเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งพบได้ในน้ำอับเฉาเรือและกากตะกอนภายในเรือ ต่อมาใน ค.ศ.1997 สมัชชาองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization หรือ IMO) ได้นำแนวทางการควบคุมและจัดการการเดินเรือสมุทรในส่วนของ A.868 (20)

ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการลดการถ่ายทอดเชื้อก่อโรคจากน้ำอับเฉาเรือ จากนั้นใน ค.ศ.2004 จึงเกิดความร่วมมือในการจัดทำอนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วย การควบคุมและจัดการน้ำอับเฉาเรือและตะกอนภายในเรือเดินสมุทร จุดประสงค์ภายใต้อนุสัญญานี้ เพื่อช่วยในการป้องกัน การลด และกำจัดความเสี่ยงต่างๆ จากการปนเปื้อนเชื้อโรคต่อสัตว์น้ำ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสุขภาพ ประชาชนทรัพยากรต่างๆ นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการให้คำแนะนำในการหลีกเลี่ยงผลกระทบต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์จากการควบคุมและยังช่วยในการสนับสนุนและพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีต่างๆ โดยมาตรการในการตรวจสอบและการป้องกันความเสี่ยงทางสุขาภิบาลจากน้ำอับเฉาเรือ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาในขั้นตอนซึ่งได้ประกาศไว้ในอนุสัญญาฉบับดังกล่าว ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาอนุสัญญาจึงได้มีการกำหนดระบบการจัดการน้ำอับเฉาเรือภายใน

เรือเดินสมุทร โดยน้ำอับเฉาเรือจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดและปรับปรุงคุณภาพก่อนที่จะทำการปล่อยหรือระบายลงสู่ทะเล ซึ่งก็เป็นไปตามแนวทางการปฏิบัติของมาตรฐานการจัดการน้ำอับเฉาเรือ โดยระบุไว้ในข้อกำหนดส่วนของ D-2 ของอนุสัญญา

ในส่วนนี้ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอนุสัญญานี้ จำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับอย่างเคร่งครัด ทั้งในการป้องกัน การลด และการหลีกเลี่ยงการปล่อยหรือระบายของเสียที่มีเชื้อโรคหรือสัตว์น้ำที่เป็นโรคลงสู่ทะเล

5.2 แนวทางการปฏิบัติ

ในส่วนนี้จะเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ สำหรับผู้ปฏิบัติงานในการเดินเรือ ซึ่งจะระบุหน้าที่ความรับผิดชอบ นอกจากนี้ ยังยกตัวอย่างแนวทางปฏิบัติที่สามารถลดและควบคุมความเสี่ยงได้ โดยจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ (1) ตัวชี้วัดที่ใช้ในการตรวจประเมินว่า มีการปฏิบัติตามคำแนะนำได้อย่างถูกต้องหรือไม่ และ (2) คำแนะนำเพิ่มเติมในการนำแนวทางไปปรับใช้ในสถานการณ์จริง โดยจะช่วยชี้เฉพาะในประเด็นที่สำคัญและจำเป็นในการพิจารณา

ในบางครั้งการดูแลรักษาและควบคุมให้ระบบบำบัดน้ำอับเฉาเรืออาจเกิดข้อผิดพลาด ไม่เป็นไปอย่างที่ควรจะเป็นและมีแนวโน้มที่จะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่ปลอดภัย ดังนั้น ในคำแนะนำจะมีการเน้นย้ำให้การจัดการมุ่งเน้นไปที่การผสมผสานการใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อป้องกันการเกิดปัญหา เช่น

- การเลือกแหล่งน้ำที่มีความสะอาด ปลอดภัย เพื่อใช้เป็นน้ำอับเฉาเรือ
- ตรวจสอบให้มั่นใจว่า ระบบการจัดการน้ำอับเฉาเรือเหมาะสมและเพียงพอต่อการเดินเรือ
- หมั่นตรวจสอบการเปลี่ยนถ่าย ระบาย น้ำอับเฉาเรืออยู่เป็นประจำ

นอกจากนี้ ผู้ปฏิบัติงานกับท่าเรือรวมไปถึงลูกเรือทุกคนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการฝึกอบรม ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการมีความรู้ในด้านการดูแลรักษา การป้องกันสิ่งแวดล้อม แนวทางการปฏิบัติงานให้มีความปลอดภัย เริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวม การนำส่ง จนไปถึงการกำจัด ตลอดจนการศึกษากฎระเบียบข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

5.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 5.1 แนวทางการจัดการน้ำอับเฉาเรือ

แนวทางการปฏิบัติ 5.1 ต้องมีการออกแบบและดำเนินการตามแผนการจัดการน้ำอับเฉาเรือ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 5.1

1. มีการทบทวนแผนการจัดการน้ำอับเฉาเรืออย่างสม่ำเสมอ
2. มีการดำเนินการตามข้อกำหนดและข้อปฏิบัติต่างๆ ตามแผนงานที่ได้วางไว้
3. มีการเก็บบันทึกแผนการจัดการน้ำอับเฉาเรือ และมีการตรวจสอบความถูกต้อง
4. มีมาตรการในการตรวจสอบที่เชื่อถือได้

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 5.1

แผนการในการจัดการน้ำอับเฉาเรือจะต้องได้รับการรับรองจากเจ้าหน้าที่ (ข้อกำหนด B-1 ของอนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการควบคุมและจัดการน้ำอับเฉาเรือและตะกอนภายในเรือ) แผนการในการจัดการน้ำอับเฉาเรือของเรือเดินสมุทรแต่ละลำมีรายละเอียดแนวทางและคำอธิบายในการดำเนินงานที่แตกต่างกันออกไป ระบบการจัดการน้ำอับเฉาเรือนั้นต้องได้รับการรับรองจากเจ้าหน้าที่หรือผู้ที่มีอำนาจตามข้อกำหนดขององค์การทางทะเลระหว่างประเทศ ซึ่งได้ระบุแนวทางสำหรับการรับรองไว้ (Resolution MEPC.174(58)) โดยจะต้องรับรองระบบไม่ว่าจะเป็นการรับรองการใช้สารเคมี การใช้สาร Biocide การใช้กลไกที่เกี่ยวข้องกับทางชีวภาพ หรือการใช้สารใดๆ ที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของน้ำอับเฉาเรือ

ภายในเรือจำเป็นต้องมีสมุดบันทึกสำหรับน้ำอับเฉาเรือ (ข้อกำหนด B-2) เพื่อใช้ในการจดบันทึกตั้งแต่กิจกรรมการนำน้ำอับเฉาเรือเข้ามาบรรจุภายในเรือ การหมุนเวียนน้ำอับเฉาเรือ การบำบัดน้ำอับเฉาเรือ ไปจนกระทั่งการปล่อยระบายน้ำอับเฉาเรือลงสู่ทะเล และควรมีการบันทึกช่วงเวลาที่มีการระบายน้ำอับเฉาเรือนี้ลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการระบายน้ำอับเฉาเรือลงสู่แหล่งรองรับ การระบายโดยไม่เจตนาหรือแม้กระทั่งการระบายน้ำอับเฉาเรือในกรณีฉุกเฉิน

นอกจากนี้ ภายในเรือเดินสมุทรมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการสำรวจและรับการรับรอง (Article 7 การสำรวจและการให้การรับรอง) โดยเจ้าหน้าที่ประจำท่าเรือ (Article 9 การตรวจเรือ) ซึ่งเป็นบุคคลที่สามารระบุได้ว่าเรือเดินสมุทรลำนี้ มีเอกสารรับรองที่ถูกต้อง และสามารถตรวจสอบได้จากสมุดบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับน้ำอับเฉาเรือหรือเป็นบุคคลที่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาเรือได้ ในกรณีที่พบว่า เรือเดินสมุทรมีข้อบกพร่องหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ก็อาจมีการดำเนินการตรวจสอบโดยละเอียด โดยผู้ตรวจสอบนั้นจะมีขั้นตอนในการดำเนินการตรวจสอบ เพื่อให้สามารถมั่นใจได้ว่า เรือลำนี้สามารถปล่อยหรือระบายน้ำอับเฉาภายในเรือออกได้โดยที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล สุขภาพมนุษย์ ทรัพย์สิน และทรัพยากรต่างๆ

ข้อกำหนดเรื่องการจัดการน้ำอับเฉาเรือ ถูกระบุไว้ในข้อกำหนด B-3 ในหัวข้อการจัดการน้ำอับเฉาสำหรับเรือ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- เรือที่มีการก่อสร้างก่อน ค.ศ.2009 และมีถังบรรจุน้ำอับเฉาเรือขนาดในช่วง 1,500-5,000 ลูกบาศก์เมตร จะต้องมีการจัดการน้ำอับเฉาภายในเรือ โดยอย่างน้อยจะต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานของการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือ (Ballast water exchange standard) และภายหลัง ค.ศ.2014 จะต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของน้ำอับเฉาเรือ (Ballast water performance standard)
- เรือที่มีการก่อสร้างก่อน ค.ศ.2009 และมีถังขนาดบรรจุน้ำอับเฉาเรือน้อยกว่า 1,500 ลูกบาศก์เมตร หรือมากกว่า 5,000 ลูกบาศก์เมตร จะต้องมีการจัดการน้ำอับเฉาภายในเรือ โดยอย่างน้อยจะต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานของการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือ (Ballast water exchange standard) และภายหลัง ค.ศ.2016 จะต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของน้ำอับเฉาเรือ (Ballast water performance standard)
- เรือที่มีการก่อสร้างตั้งแต่ ค.ศ.2009 และมีถังขนาดบรรจุน้ำอับเฉาเรือน้อยกว่า 5,000 ลูกบาศก์เมตร จะต้องมีการจัดการน้ำอับเฉาภายในเรือ โดยอย่างน้อยจะต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพของน้ำอับเฉาเรือ (Ballast water performance standard)
- เรือที่มีการก่อสร้างระหว่าง ค.ศ.2009-2012 และมีถังขนาดบรรจุน้ำอับเฉามากกว่าหรือเท่ากับ 5,000 ลูกบาศก์เมตร จะต้องมีการจัดการน้ำอับเฉาภายในเรือ โดยอย่างน้อยจะต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานข้อกำหนด D-1 หรือ D-2 และภายหลัง ค.ศ. 2016 จะต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของน้ำอับเฉาเรือ (Ballast water performance standard)
- เรือที่มีการก่อสร้างใน ค.ศ. 2012 เป็นต้นไป และมีถังขนาดบรรจุน้ำอับเฉาเรือมากกว่า 5,000 ลูกบาศก์เมตร จะต้องผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของน้ำอับเฉาเรือ (Ballast water performance standard)

5.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 5.2 การบำบัดและกำจัดน้ำอับเฉาเรือ

แนวทางการปฏิบัติ 5.2 น้ำอับเฉาภายในเรือจะต้องได้รับการบำบัดและกำจัดอย่างปลอดภัย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 5.2

1. การกำจัดน้ำอับเฉาเรือจะต้องมีการดำเนินการอย่างปลอดภัย
2. การระบายน้ำอับเฉาเรือทิ้งลงสู่แหล่งน้ำจะกระทำได้เฉพาะในบริเวณที่ได้รับอนุญาต

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 5.2

1. การกำจัดน้ำอับเฉาเรือ

โดยปกติเรือเดินสมุทรจะไม่ได้รับอนุญาตให้มีการระบายน้ำอับเฉาเรือ น้ำมันใต้ท้องเรือหรือของเหลวใดใดที่มีสารปนเปื้อน รวมไปถึงสารพิษ ลงในบริเวณแหล่งน้ำหากแหล่งน้ำนั้นถูกใช้สำหรับอุปโภคบริโภค หรือเป็นบริเวณที่อยู่ในเขตหวงห้ามจากทางราชการหรือหน่วยงานท้องถิ่น

การระบายน้ำอับเฉาเรือทิ้งลงในทะเล ไม่ว่าจะเป็นบริเวณท่าเรือหรือบริเวณชายฝั่ง จะอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่นั้นๆ นอกจากนี้ ยังหมายความรวมถึงการห้ามไม่ให้ทิ้งน้ำเสีย เศษอาหาร วัตถุที่สามารถเกิดการย่อยสลายได้ สารพิษลงในน้ำมันใต้ท้องเรือ

ทั้งนี้ อนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการควบคุมและจัดการน้ำอับเฉาเรือและตะกอนภายในเรือเดินสมุทร ได้นิยามมาตรฐานการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือและมาตรฐานประสิทธิภาพของน้ำอับเฉาเรือ ไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้อกำหนด D-1 เรื่อง มาตรฐานการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือกำหนดไว้ว่า เรือเดินสมุทรจะต้องดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือ โดยระดับการเปลี่ยนถ่ายที่แนะนำคือ ประมาณ 95% ของปริมาตรน้ำอับเฉาเรือทั้งหมด สำหรับเรือเดินสมุทรที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือโดยวิธีการสูบน้ำผ่าน (Pumping-through method) จะต้องทำการสูบน้ำผ่านอย่างน้อย 3 เท่าของปริมาตรน้ำอับเฉาเรือที่บรรจุอยู่ในแต่ละถัง เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ในกรณีที่ทำการสูบน้ำผ่านน้อยกว่า 3 เท่าของปริมาตรน้ำอับเฉาเรือที่บรรจุอยู่ในแต่ละถังยังถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เนื่องจากสามารถแสดงให้เห็นว่าเรือเดินสมุทรลำนี้ยังคงมีประสิทธิภาพของระดับการเปลี่ยนถ่ายอย่างน้อย 95%

ข้อกำหนด D-2 เรื่อง มาตรฐานประสิทธิภาพของน้ำอับเฉาเรือ กำหนดไว้ว่า เรือเดินสมุทรที่มีการจัดการน้ำอับเฉาเรือ สามารถระบายน้ำอับเฉาเรือทิ้งได้ โดยปริมาตรน้ำอับเฉาเรือ 1 ลูกบาศก์เมตรหรือมากกว่า สามารถพบสิ่งมีชีวิตได้ไม่เกินจำนวน 10 หน่วย และเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 50 ไมโครเมตร ปริมาตรน้ำอับเฉาเรือ 1 มิลลิลิตร สามารถพบสิ่งมีชีวิตได้ไม่เกินจำนวน 10 หน่วย และเป็นสิ่งมีชีวิต ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้มีค่าอยู่ในช่วง 10-50 ไมโครเมตร โดยการระบาย ถ่ายเท หรือทิ้งนั้น จะต้องไม่เกินค่ามาตรฐานความเข้มข้นที่กำหนดไว้

จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดสภาวะทางสุขภาพของมนุษย์ มีดังต่อไปนี้

- *Vibrio cholera* (O1 และ O139) ความเข้มข้นต่ำกว่า 1 cfu/100 ml หรือต่ำกว่า 1 cfu/g ของน้ำหนักเปียกของตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์
- *Escherichia coli* ความเข้มข้นต่ำกว่า 250 cfu/100 ml
- Intestinal enterrococci ความเข้มข้นต่ำกว่า 100 cfu/100 ml

นอกจากนี้ การจัดการน้ำอับเฉาเรือในแนวทางอื่นๆ ก็สามารถที่จะกระทำได้เพื่อใช้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับมาตรฐานข้อ 2 ข้างต้น โดยวิธีการดังกล่าวควรอยู่ในระดับที่มั่นใจได้ว่า ได้มีการพิจารณาและปกป้องสิ่งแวดล้อมทางทะเล สุขภาพของมนุษย์ ทรัพย์สิน และทรัพยากรต่างๆ และควรเป็นวิธีการที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมทางทะเล (MEPC)

ภายใน Article ที่ 5 เรื่อง พื้นที่สำหรับรวบรวมตะกอน กล่าวไว้ว่า ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับหน้าที่นี้จะต้องจัดเตรียมพื้นที่สำหรับการทำความสะอาดหรือซ่อมแซมถังน้ำอับเฉาภายในเรือ เพื่อใช้ในการรองรับตะกอนและโดยปกติจะต้องมีการจัดเตรียมเรือและ/หรือรถบรรทุกสำหรับรองรับของเสียต่างๆ หรืออาจจะใช้เป็นระบบท่อลำเลียง โดยเชื่อมต่อระหว่างชายฝั่งทะเลบริเวณท่าเรือเพื่อรับของเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

ในกรณีที่พื้นที่ให้บริการบริเวณท่าเรือหรือบริเวณชายฝั่งทะเลไม่มีการจัดเตรียมท่อหรือระบบการลำเลียงขนถ่ายของเสียที่เหมาะสม เรือเดินสมุทรจำเป็นต้องจัดเตรียมระบบดังกล่าวนี้ โดยท่อที่นำมาใช้เป็นส่วนของการเชื่อมต่อขนถ่ายของเสียจะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะสามารถระบายของเสียได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และส่งต่อไปยังระบบบำบัดของเสียหรือบริเวณอื่นๆ ที่เหมาะสมต่อไป นอกจากนี้ ท่อที่นำมาใช้ยังควรเลือกใช้ท่อที่มีความทนทาน มีลักษณะทึบแสง มีผิวสัมผัสภายในเรียบ และต้องมีลักษณะที่แตกต่างจากท่อน้ำบริโภคหรือท่อน้ำสะอาดอื่นๆ ควรมีการกำกับด้วยข้อความอย่างชัดเจนว่า “เป็นท่อสำหรับลำเลียงของเสียเท่านั้น” โดยภายหลังการใช้งานทุกครั้งจะต้องมีการทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรค และจัดเก็บในสถานที่ที่เหมาะสม

2. การระบายน้ำอับเฉาเรือ

ภายใต้ข้อกำหนดที่ B-4 การเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือ ตามอนุสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วย การควบคุมและการจัดการน้ำอับเฉาเรือและตะกอนเรือเดินสมุทรทุกลำที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือ ควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

- การเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือ ควรกระทำที่ระยะห่างจากฝั่งอย่างน้อย 200 ไมล์ทะเล ที่ระดับความลึกอย่างน้อย 200 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากคำแนะนำของคณะกรรมการองค์การทะเลระหว่างประเทศ
- ในกรณีที่เรือเดินสมุทรไม่สามารถปฏิบัติได้ตามคำแนะนำข้างต้น ให้กระทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือที่ระยะห่างไกลจากฝั่งมากที่สุดเท่าที่จะสามารถกระทำได้ อย่างน้อยควรห่างออกจากชายฝั่งทะเลประมาณ 50 ไมล์ทะเล ระดับความลึกอย่างน้อย 200 เมตร

และหากเรือเดินสมุทรยังไม่สามารถปฏิบัติตามกฎระเบียบดังกล่าวได้ จะมีการกำหนดพื้นที่ให้เป็นบริเวณที่ให้เรือเดินสมุทรสามารถเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาเรือได้ เรือเดินสมุทรทุกลำควรมีการระบายน้ำอับเฉาเรือและตะกอนเรือจากพื้นที่ที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้เป็นไปตามแผนงานการจัดการน้ำอับเฉาเรือ (ข้อกำหนด B-4)

บทที่ 6

การจัดการของเสีย

6. การจัดการของเสีย

6.1 ความเป็นมา

เนื้อหาบทนี้เกี่ยวข้องกับการจัดการของขยะที่เป็นของแข็ง (เช่น ขยะเปียก) และขยะที่เป็นของเหลว (เช่น น้ำเสียและน้ำที่ผ่านการใช้แล้ว) บนเรือ รวมถึงการเก็บรวบรวม และการกำจัดที่ปลอดภัย

6.1.1 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับของเสียบนเรือ

การจัดการและการกำจัดของเสียบนเรือที่ไม่ปลอดภัย อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนได้ คนสามารถรับสัมผัสได้โดยตรงทั้งบนเรือและท่าเรือหากเกิดการสัมผัสกับของเสียที่ได้รับการจัดการที่ถูกต้องและปลอดภัย การรับสัมผัสผ่านทางสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรค หรือสารที่เป็นอันตรายจากการจัดการที่ไม่ปลอดภัย แต่อย่างไรก็ตามของเสียเหล่านี้มีวิธีการจัดการและกำจัดอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น

ของเสียประกอบด้วย จุลชีพที่เป็นอันตราย สารก่อโรคทางเคมีหรือทางกายภาพ เช่น ของมีคมที่เป็นอันตรายหรือติดเชื้อ เข็มฉีดยาที่ใช้แล้วเป็นหนึ่งในตัวอย่างที่สามารถส่งผ่านเชื้อโรคได้ เช่น โรคไวรัสตับอักเสบ C และโรคไวรัสภูมิคุ้มกันบกพร่อง

ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการจัดการของเสียในเรือที่ไม่เหมาะสมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นสำหรับการให้บริการบนเรือและที่อยู่อาศัยบริเวณท่าเรือ ของเสียบนเรือรวมถึงน้ำเสีย น้ำที่ใช้แล้ว (เป็นน้ำเสียประเภทหนึ่ง เกิดจากการใช้งานทั่วไปไม่มีการปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลจากมนุษย์ เช่น การอาบน้ำ อ่างล้างมือ การซักผ้า) ขยะมูลฝอย และน้ำทิ้งจากเครื่องแยกน้ำมันและน้ำ น้ำหล่อเย็น หม้อต้มและเครื่องกำเนิดไอน้ำ ของเสียทางการแพทย์ (เช่น ของเสียจากการทำหัตถการ ของเสียจากห้องปฏิบัติการ และของเสียจากการรักษาสัตว์) น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (เช่น จากการล้างรูป) และของเสียอันตราย (สารกัมมันตรังสี ของเสียเคมีและชีวภาพ และของเสียจากผลิตภัณฑ์เภสัชกรรมที่ไม่ต้องการ)

ขยะเศษอาหาร และขยะอื่นๆ เป็นที่กักเก็บเชื้อโรคต่างๆ และเป็นอยู่ของสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค สัตว์ฟันแทะ แมลงวัน และแมลงสาบ เป็นต้น ซึ่งอาจนำไปสู่การแพร่เชื่อโรคได้ (อ้างใน บทที่ 7)

ข้อจำกัดของการเก็บของเสียอันตรายระหว่างเดินเรือ คือ จำเป็นต้องเก็บของเสียนั้นไว้บนเรือเป็นระยะเวลาหนึ่ง ขั้นตอนในการบรรจุและเก็บของเสียอันตรายมีความเสี่ยงต่อลูกเรือและนำไปสู่การเกิดผลกระทบต่อสุขภาพหากเกิดการหกหรือรั่วไหล ของเสียจำเป็นต้องมีการจัดการที่เหมาะสมตามกฎและข้อแนะนำในการกำจัด

6.1.2 มาตรฐาน

การจัดการของเสียจากเรือถูกรวมไว้ใน IHR 2005 และในอนุสัญญาระหว่างประเทศเพื่อการป้องกันมลพิษจากเรือ International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78, แก้ไขเพิ่มเติม) 1 MARPOL ถูกนำมาใช้โดย International Conference on Marine Pollution in 1973 และมีการแก้ไขเพิ่มเติมใหม่ทันสมัย รวมถึง protocol ในปี 1978 ซึ่งมีการแก้ไขและรวบรวมไว้ในเวอร์ชันรวมในปี 2002 กฎข้อบังคับที่ครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ จากเรือ ถูกรวบรวมไว้ใน 6 ภาคผนวก ของการประชุม

- Annex I. กฎข้อบังคับการป้องกันมลพิษจากน้ำมัน
- Annex II. กฎข้อบังคับการควบคุมมลพิษของเหลวที่เป็นสารมีพิษในปริมาณมาก
- Annex III. การป้องกันมลพิษจากสารอันตรายออกสู่ทะเลในรูปของบรรจุภัณฑ์
- Annex IV. การป้องกันมลพิษจากน้ำเสียจากเรือ (บังคับใช้ 27 กันยายน 2003)
- Annex V. การป้องกันมลพิษจากขยะจากเรือ
- Annex VI. การป้องกันมลทางอากาศจากเรือ (ถูกนำมาใช้ในปี 1997)

ของเสียทางการแพทย์จำเป็นต้องได้รับการจัดการที่เฉพาะมากขึ้น ข้อมูลการจัดการของเสียทางการแพทย์สามารถหาได้จาก http://www/healthcarewaste.org/en/115_overview.html และใน *Guidelines for safe disposal of unwanted pharmaceuticals in and after emergencies* (WHO, 1999).

6.2 แนวทางการปฏิบัติ

เนื้อหาส่วนนี้เป็นการแนะนำผู้ใช้เกี่ยวกับข้อมูลและแนวทาง การระบุความรับผิดชอบ และการยกตัวอย่างการปฏิบัติในการควบคุมความเสี่ยง 3 แนวทาง ที่จะกล่าวถึง คือ การนำเสนอพร้อมกับตัวชี้วัด (indicators) (การประเมินว่าเป็นไปตามข้อแนะนำหรือไม่) และบันทึกแนวทางการปฏิบัติ (guidance notes) (คำแนะนำในการนำข้อแนะนำและตัวชี้วัดไปประยุกต์ใช้ในเชิงปฏิบัติ ส่วนที่สำคัญที่จำเป็นต้องพิจารณาในการจัดลำดับความสำคัญในการปฏิบัติ

การแพร่กระจายและอันตรายจากของเสียมีความสัมพันธ์กับการเก็บรวบรวมและการกำจัดที่ไม่ถูกต้อง การเกิดของเสีย การเก็บรวบรวมกลายเป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้น กลยุทธ์ในการป้องกันโรค ในอันดับแรกควรมีการลดปริมาณการเกิดของเสียอันตรายและมีการจัดการที่ดี ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีระบบการเก็บรวบรวมและการคัดแยกที่ถูกต้องเหมาะสมของของเสียที่เกิดขึ้นบนเรือ

ในบางกรณี ไม่มีระบบการจัดการหรือบำบัดของเสียส่งผลให้เกิดสถานการณ์ที่ไม่ปลอดภัยขึ้นได้ ดังนั้นไม่ควรพึ่งพาระบบการบำบัดและการจัดการเพียงอย่างเดียว อุปสรรคของการจัดการของเสียในหลายรูปแบบควรได้รับการปรับปรุง ดังนี้

- มีการพิจารณาว่าของเสียบนเรือเกิดจากอะไร การเลือกกิจกรรมหรือการปฏิบัติที่ทำให้ลดของเสียอันตรายณ แหล่งกำเนิดก่อน
- มีการจัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อระบบการจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพ
- มีแนวปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมและการคัดแยกของเสีย

เจ้าหน้าที่และลูกเรือประจำท่าเรือ จำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันสิ่งแวดล้อม ระบบความปลอดภัย และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเก็บ การรวบรวม และการกำจัดของเสีย จำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องและการป้องกันตนเองเมื่อต้องสัมผัสกับของเสีย

6.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 6.1 การจัดการน้ำเสียและน้ำที่ผ่านการใช้แล้ว

แนวทางการปฏิบัติ 6.1 การบำบัด การกำจัดน้ำเสียและน้ำที่ผ่านการใช้แล้วอย่างปลอดภัย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 6.1

1. มีระบบการสุขาภิบาลที่เหมาะสมสำหรับของเสียที่เป็นของเหลว น้ำเสียและน้ำที่ผ่านการใช้แล้วควรได้รับการบำบัดที่ถูกต้องปลอดภัยได้ค่าตามมาตรฐานที่กำหนด
2. มีระบบดักจับไขมันจากน้ำที่มีไขมันปนเปื้อน
3. มีระบบการบำบัดที่เหมาะสมในการรองรับและการปล่อยน้ำเสียและน้ำที่ผ่านการใช้แล้ว

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 6.1

1. การกำจัดน้ำเสียและของเสียที่เป็นของเหลว

เรือไม่ได้รับการยกเว้นในการอนุญาตให้ปล่อยน้ำเสียหรือของเหลวอื่นที่มีการปนเปื้อนหรือของเสียที่เป็นอันตรายลงออกนอกพื้นที่เรือได้ ซึ่งการนำน้ำบริโภคขึ้นมาใช้บนเรือหรือการปล่อยของเสียต่างๆ จะต้องปฏิบัติกฎของ เจ้าหน้าในพื้นที่นั้นๆ การปล่อยออกนอกเรือบริเวณอ่าว ท่าเรือ หรือบริเวณชายฝั่งแม่น้ำจะต้องเป็นไปตามข้อบังคับของหน่วยงานที่กำกับดูแลในพื้นที่เหล่านี้ น้ำเสีย เศษอาหาร สารพิษต่างๆ ต้องไม่ปล่อยทิ้งลงสู่ท้องเรือ

ในหลายประเทศอาจจัดให้มีเรือบรรทุกพิเศษเพื่อรับของเสียเหล่านี้หรือมีระบบการเชื่อมต่อกับท่อรองรับน้ำเสียบนฝั่ง บางท่าเรือพื้นที่จอดเรือไม่ได้มีท่อหรือระบบเชื่อมต่อเพื่อรับของเสีย เรือต้องมีท่อพิเศษขนาดใหญ่พอที่จะระบายของเสียได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งท่อต้องมีความแข็งแรงคงทน พื้นผิวข้างในเรียบ และขนาดที่แตกต่างจากท่อน้ำบริโภคหรือน้ำที่รับเข้าไปและมีข้อความ “สำหรับปล่อยน้ำเสียเท่านั้น” (FOR WASTE DISCHARGE ONLY) หลังใช้งานเสร็จต้องมีการทำความสะอาดท่อโดยการล้างด้วยน้ำที่สะอาดและเก็บท่อที่เก็บเฉพาะที่มีข้อความ “ท่อระบายน้ำเสีย” (WASTE DISCHARGE HOSE)

ข้อห้ามไม่ให้ปล่อยของเสียใกล้แหล่งน้ำสำหรับบริโภคหรือในแหล่งน้ำที่มีมาตรการป้องกันและควบคุมของมลพิษ ที่มีผลบังคับใช้จะต้องมีการจัดให้มีถังกักเก็บหรืออุปกรณ์บำบัดน้ำเสียบนเรือ

การออกแบบและก่อสร้างระบบต้องไม่ให้มีการรั่วของของเสียและจำเป็นต้องมีมาตรการการตรวจสอบและป้องกันการรั่วหรือการระเบิด อุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อน (vacuum breakers) หรือช่องว่างอากาศจะต้องติดตั้งในสายจ่ายน้ำไปยังเครื่องบดตะกอน ทุกท่อต้องมีสัญลักษณ์ของสีและข้อความ (เช่น เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 14726:2006) อย่างน้อยทุกๆ 5 เมตร เพื่อป้องกันการสับสนและการปนเปื้อนข้ามกับท่อน้ำบริโภค ท่อระบายดินและน้ำจำเป็นต้องมีการตรวจสอบและซ่อมบำรุงบ่อยๆ เพื่อป้องกันการอุดตันหรือการย้อนเข้าของน้ำเสีย น้ำที่ผ่านการใช้แล้วหรือน้ำปนเปื้อนจากการติดตั้งและพื้นที่ว่างของระบบรวบรวมของเสีย

2. การดักจับไขมัน

ขยะจากครัวทั้งหมด ยกเว้นขยะทั่วไป ส่วนใหญ่มีไขมันเป็นองค์ประกอบต้องได้รับการบำบัดโดยระบบดักไขมันก่อนที่จะปล่อยทิ้งหรือบำบัดบนเรือ และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของประเทศนั้นๆ ไขมันที่ถูกรวบรวมได้อาจถูกนำไปกำจัดโดยการเผา การเก็บรวบรวมก่อนนำไปกำจัดบริเวณฝั่งหรือในน้ำในทะเลลึก การปล่อยลงน้ำทำได้หลังจากมีระยะห่างที่เหมาะสมจากแนวชายฝั่ง เช่น 3 ไมล์ทะเล (12 ไมล์ทะเลในอาณาเขตทะเล) ตามกฎของที่นั้นๆ

3. การบำบัด

เรือทุกลำจะต้องติดตั้งอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดการของเสียจากห้องส้วมและโถปัสสาวะ หัตถการทางการแพทย์และพื้นที่ดูแลผู้ป่วย และเครื่องบดเศษอาหาร สิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้รวมถึงระบบบำบัดและถังเก็บรวบรวม อุปกรณ์ต้องมีความเหมาะสมทั้งระบบปั๊มและระบบท่อ ถังเก็บรวบรวมของเสียต้องมีความปลอดภัยในการต่อกับระบบปล่อยของเสียทิ้งที่ท่าเรือหรือเรือบรรทุก การออกแบบระบบบำบัดและการกักเก็บต้องมีปริมาตรที่เหมาะสม (เช่น 114 ลิตรของของเหลวต่อคนต่อวัน) และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้มีอำนาจของประเทศที่ขึ้นทะเบียน

สำหรับเรือที่มีปริมาณน้ำเสียปกติที่จะทำการบำบัดมีขนาดค่อนข้างใหญ่เกิน 4,750 ลิตรต่อวัน การบำบัดต้องมีการออกแบบการปล่อยน้ำทิ้งในปริมาณที่ได้คุณภาพ เช่น ค่าความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอย ไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณโคลิฟอร์มไม่เกิน 1,000 ต่อ 100 มิลลิลิตร

กากตะกอนส่วนเกินต้องมีการเก็บหรือกำจัดที่เหมาะสมบนฝั่งหรือทะเลลึก สำหรับเรือที่มีอัตราการไหลของน้ำเสียที่ต้องบำบัดค่อนข้างน้อย น้อยกว่า 4,750 ลิตรต่อวัน การบำบัดอาจมีข้อจำกัด โดยมีการปล่อยน้ำผ่านเครื่องบดและตามด้วยการฆ่าเชื้อโรคเพื่อควบคุมปริมาณโคลิฟอร์มไม่เกิน 1,000 ต่อ 100 มิลลิลิตร ก่อนปล่อยทิ้ง

การเติมคลอรีน หรือวิธีการฆ่าเชื้อที่มีผลใกล้เคียงกัน จำเป็นต้องมีการติดตั้งเพื่อให้น้ำทิ้งเป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

6.2.2. แนวทางการปฏิบัติ 6.2 การจัดการขยะ

แนวทางการปฏิบัติ 6.2 การบำบัดและการกำจัดขยะอย่างปลอดภัย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 6.2

1. มีการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมขยะที่ปลอดภัย
2. มีการเก็บกากตะกอนส่วนเกินที่ปลอดภัยก่อนนำไปกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสม

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 6.2

1. สิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมของเสีย

เพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากขยะและเศษอาหาร ภาชนะรองรับควรเป็นสเตนเลส และเป็นไปตามมาตรฐานการเก็บ การเตรียม และการบริการอาหาร ดาดฟ้าต้องมีจากวัสดุที่มีความทนทาน ไม่ดูดซับ ไม่กัดกร่อน และมีช่องข้างในที่เหมาะสม อย่างน้อย 10 มิลลิเมตร ของทุกด้าน การติดตั้งช่องระบายอากาศจะต้องอยู่ในตำแหน่งส่วนบนของช่องหรือบนหัวเรือ เพื่อช่วยในการทำความสะอาดและกำจัดการหกรั่วไหล ที่ด้านล่างของเพลาลิฟต์ทุกตัว จะต้องมีการจัดหาแพลตฟอร์มลิฟต์และลิฟต์บรรทุกขนาดเล็ก

หากจำเป็นต้องมีการขนส่งของเสีย ภายในลิฟต์บรรทุกขนาดเล็กต้องทำด้วยวัสดุสเตนเลสและสามารถทำความสะอาดได้ หรือเป็นไปตามมาตรฐานของพื้นที่บริการอาหารอื่นๆ ปุ่มกดลิฟต์บรรทุกขนาดเล็กควรมีฝาครอบ ที่เหมาะสม ถ้ามีการติดตั้งปล่องทิ้งขยะ โครงสร้างต้องเป็นสเตนเลสหรือหรือวัสดุที่ใกล้เคียง และสามารถทำความสะอาดด้วยระบบอัตโนมัติ

ในห้องล้างอุปกรณ์การจัดการของเสีย กำแพงกั้น หัวเรือและดาดฟ้าจะต้องมีการสร้างขึ้นเพื่อให้ได้มาตรฐานเดียวกับการจัดเก็บ การเตรียมและการบริการอาหาร การติดตั้งระบบล้างแบบแรงดันควรจัดให้มีทางรับและระบายน้ำ พื้นที่ปิดหรือห้องสำหรับเครื่องซักผ้าอาจใช้แทนระบบล้างแบบแรงดันและอ่างลอยได้ การระบายอากาศที่เหมาะสมจำเป็นสำหรับการสกัดไอน้ำและความร้อน

ห้องเก็บขยะควรมีการระบายอากาศที่ดี และมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ขยะเปียกต้องมีการเก็บในพื้นที่ที่มีระบบปิดที่หนาแน่นและควบคุมอุณหภูมิให้เย็น พื้นที่ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับความสะดวกในการเก็บอาหารด้วย ห้องต้องมีขนาดที่เหมาะสมที่จะรองรับขยะที่ไม่สามารถนำไปกำจัดได้ เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักที่ยาวนาน จึงต้องมีการแยกออกจากพื้นที่ที่ทำการเตรียมและเก็บอาหาร

การเก็บรวบรวมขยะและกระบวนการอื่นๆ ต้องมีที่สะดวกไว้สำหรับล้างทำความสะอาดมือและมีระบบน้ำร้อนและน้ำเย็น และการเชื่อมต่อท่อต้องมีเพียงพอกับปริมาณการระบายเพื่อป้องกันน้ำล้น โต๊ะที่ใช้ในพื้นที่การแยกขยะต้องทำด้วยสเตนเลสหรือวัสดุที่ใกล้เคียงและปิดมุมโดยรอบโต๊ะ ชั้นวางต้องเหมาะสมอย่างน้อย 8 เซนติเมตร และมีที่คลุม ถ้ามีการปล่อยน้ำบนโต๊ะ ต้องปล่อยลงท่อที่ต่อไว้โดยตรงและมีเครื่องกรองน้ำ ชั้นเก็บของต้องทำด้วยวัสดุที่ทำความสะอาดง่าย และเก็บให้ไกลจากอาหาร แสงสว่างที่เพียงพอต่อระดับการทำงาน คือไม่น้อยกว่า 220 ลักซ์ การติดตั้งไฟต้องเหมาะกับโลหะสเตนเลส เพื่อป้องกันการแตก

เพื่อความสะดวกในการเก็บ ภาชนะโลหะที่บรรจุส่วนบนและส่วนล่างต้องแยกออกจากกันได้และมีพื้นผิวเรียบ ภาชนะบรรจุกระดาษ ไม้ พลาสติก และวัสดุใกล้เคียงอื่น ควรมีลักษณะเรียบเพื่อเพิ่มพื้นที่และเพื่อประหยัดพื้นที่ในการเก็บ ขยะแห้งต้องเก็บในถังขยะที่ปิดแน่น เพื่อป้องกันน้ำหรือสัตว์แทะและหนอนพยาธิ ภาชนะบรรจุต้องผ่านการทำความสะอาดทุกครั้งหลังเทขยะออกและทำความสะอาดด้วยสารฆ่าแมลง หรือสารกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดการแพร่พันธุ์ของสัตว์แทะและหนอนพยาธิ

2. กากตะกอนส่วนเกิน

โดยทั่วไปแล้วกากตะกอนส่วนเกินจะถูกจัดเก็บอย่างเหมาะสมเพื่อการกำจัดที่เหมาะสมไปยังสถานที่บนบกหรือในทะเลลึก

6.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 6.3 การจัดการของเสียทางการแพทย์และผลิตภัณฑ์เภสัชกรรม

แนวทางการปฏิบัติ 6.3 การบำบัด การกำจัดของเสียทางการแพทย์และผลิตภัณฑ์เภสัชกรรมอย่างปลอดภัย

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 6.3

การบำบัดและการกำจัดของเสียทางการแพทย์และผลิตภัณฑ์เภสัชกรรมอย่างปลอดภัย

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 6.3

ของเสียผลิตภัณฑ์เภสัชกรรมที่เกิดขึ้นบนเรือต้องมีการจัดการที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยเฉพาะของเสียผลิตภัณฑ์เภสัชกรรมรวมถึงการหลีกเลี่ยงการกำจัดของผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายยาก ซึ่งอาจรวมถึงแบคทีเรียที่เป็นอันตรายในระบบบำบัดน้ำเสีย และหลีกเลี่ยงการเผาผลิตภัณฑ์เภสัชกรรมที่อุณหภูมิต่ำหรือในภาชนะเปิด

ของเสียทางการแพทย์ หมายถึง ของเสียทุกอย่างที่เกิดจากการวินิจฉัยผู้ป่วย การรักษาผู้ป่วย หรือการให้วัคซีน ของเสียทางการแพทย์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ของเสียที่ติดเชื้อ และของเสียที่ไม่ติดเชื้อ ของเสียที่ติดเชื้อทางการแพทย์ หมายถึง ของเหลว หรือของแข็งที่มีการปนเปื้อนเชื้อโรคที่รุนแรงและไม่รุนแรงที่เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในผู้ที่สัมผัสของเสียนั้นๆ ของเสียที่ไม่ติดเชื้อทางการแพทย์ หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ที่เกิดขึ้นจากการวินิจฉัยหรือรักษาทางการแพทย์ แต่จัดไม่อยู่ในประเภทของเสียที่ติดเชื้อ

เรือทุกลำต้องมีอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการบำบัดหรือการจัดเก็บของเสียทางการแพทย์ที่ถูกต้องปลอดภัย ของเสียที่ติดเชื้อต้องมีการเก็บที่ปลอดภัย หรือการทำลายเชื้อ (เช่น การนึ่งด้วยไอน้ำ) และบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมเพื่อนำไปกำจัดบนฝั่ง ของเสียทางการแพทย์ควรมีสัญลักษณ์ข้อความที่ชัดเจน เรืออาจมีการติดตั้งเตาเผาที่เหมาะได้ ในการเผากระดาษ และเศษผ้าที่เป็นของเสียทางการแพทย์ แต่ไม่ใช่สำหรับพลาสติกหรือวัสดุอื่นที่เปียก ของเสียมีคมต้องมีการทำลายเชื้อและเก็บรวบรวมในภาชนะบรรจุพลาสติก และนำไปกำจัดบนฝั่ง ของเสียมีคมอื่นๆ ต้องนำไปกำจัดบนฝั่งเช่นเดียวกับของเสียมีคมจากทางการแพทย์

ของเสียทางการแพทย์ที่เป็นของเหลว อาจกำจัดโดยระบบบัดน้ำเสียได้ สำหรับของเสียที่ไม่ติดเชื้อ อาจกำจัดรวมกับของเสียทั่วไปได้ หากไม่จำเป็นต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยระบบนึ่งด้วยไอน้ำ หรือวิธีเฉพาะอื่นๆ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียทางการแพทย์ต้องได้รับวัคซีนต้านเชื้อไวรัสตับอักเสบบี

หมายเหตุ คู่มือการแพทย์ระหว่างประเทศสำหรับเรือขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2007) และคู่มือการแพทย์ในบางประเทศ

บทที่ 7

การควบคุมพาหะและแหล่งรังโรค

7. การควบคุมพาหะและแหล่งรังโรค

7.1 ความเป็นมา

บทนี้จะเกี่ยวข้องกับการจัดการพาหะนำโรคและแหล่งโรคบนเรือ

IHR 2005 กล่าวว่า ผู้ดำเนินการบนเรือควรจะ “ควบคุมเรือไม่ให้มีการติดเชื้อหรือปนเปื้อนจากพาหะและแหล่งโรค” โดยเรือทุกลำควรมีการฆ่าเชื้อโรคและทำให้ปราศจากพาหะนำโรคโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของ WHO เพื่อควบคุมพาหะนำโรค WHO ได้เสนอวิธีการควบคุมพาหะนำโรคและวัสดุที่ใช้ รัฐเจ้าของธง (State) ควรยอมรับการฆ่าเชื้อโรค การกำจัดหนู และมาตรการควบคุมอื่นๆ ที่ประยุกต์ใช้ของรัฐเจ้าของธง (State) อื่น ๆ หากวิธีการและวัสดุที่ใช้เป็นไปตามคำแนะนำของ WHO การพบพาหะนำโรคบนเรือ และควรกำจัดพาหะนำโรคเหล่านี้ด้วยวิธีต่างๆ จะกล่าวอยู่ใน Ship Sanitation Control Certificate (Articles22 and 24, Annexes3,4 และ 5)

การควบคุมพาหะนำโรคทั้งในและโดยรอบท่าเรือถือเป็นส่วนหนึ่งใน IHR2005 State parties ควรต้องควบคุมดูแลสิ่งอำนวยความสะดวกของท่าเรือให้ปลอดภัย ตรงตามหลักสุขาภิบาลและปราศจากแหล่งเชื้อโรคและการปนเปื้อนจากพาหะและแหล่งโรค การใช้มาตรการควบคุมพาหะควรกำหนดระยะครอบคลุมอย่างน้อย 400 เมตร จากอาคารผู้โดยสาร (Passenger terminals) และพื้นที่ดำเนินการ (Operational areas) หากพบพาหะนำโรคมากกว่าระยะที่กำหนดไว้ ควรมีเอกสาร Guidelines เฉพาะ

7.1.1 ความเสี่ยงด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับพาหะนำโรคบนเรือ

การควบคุมพาหะนำโรค เช่น แมลงและสัตว์ฟันแทะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดูแลสุขภาพของผู้ใช้บริการบนเรือ นอกจากนี้ ยุง หนูตัวเล็กและตัวใหญ่ แมลงสาบ แมลงวัน และหมัดหนู สามารถแพร่กระจายโรคได้เช่นกัน

หนูอาศัยอยู่บริเวณของท่าเรือ และเป็นพาหะนำโรคต่างๆ เช่น กาฬโรค (Plague) ไข้รากสาดใหญ่ (Murine typhus) โรคซาลโมเนลโลสิส (Salmonellosis) โรคทริคิโนซิส (Trichinosis) โรคฉี่หนู (Leptospirosis) และโรคไข้หนูกัด (Rat bite fever)

โรคมาลาเรียสามารถติดต่อสู่คนโดยมียุงเป็นพาหะนำโรค หากไม่มีการควบคุม ยุงสามารถแพร่พันธุ์และอาศัยบนเรือได้ การติดเชื้อมาลาเรียบนเรือระหว่างเดินทาง มีความเสี่ยงต่อสุขภาพและชีวิตต่อลูกเรือและผู้โดยสาร ขณะเดินทางบนเรือมีข้อจำกัดต่อการวินิจฉัยเบื้องต้นและการรักษาที่เหมาะสม ผู้โดยสารและพาหะนำโรคบนเรือสามารถแพร่กระจายโรคสู่คนบนท่าเรือได้

7.1.2 มาตรฐาน

Article 20 ของ IHR2005 หน่วยงานสุขภาพ (health authorities) ทำให้มั่นใจว่าท่าเรือมีความสามารถในการตรวจสอบเรือ และออกเอกสารทั้ง Ship Sanitation Control Certificates (SSCC) เพื่อให้มีการทำลายเชื้อและกำจัดการปนเปื้อน รวมทั้งการควบคุมพาหะนำโรคบนเรือโดยตรง หรือ Ship Sanitation Control Exemption Certificates (SSCEC) ในกรณีที่ไม่พบการปนเปื้อนใดๆ

Annex 1 ของ IHR2005 อธิบายว่าความสามารถในที่นี้ ประกอบด้วย ความสามารถในการกำจัดหนู การทำลายเชื้อ และการกำจัดการปนเปื้อนบนเรือ

Annex 4 ของ IHR2005 อธิบายขั้นตอนของการออก Certificates และประเทศที่พบพาหะนำโรค (ไม่ว่าจะเกิดโรคขึ้นหรือไม่ ต้องมีพื้นฐานการจัดการในการออก Ship Sanitation Control Certificates (SSCC) เพื่อกำจัดการปนเปื้อนของพาหะนำโรคบนเรือ

Annex 5 ของ IHR2005 อธิบายการควบคุมโรคที่เกิดจากพาหะนำโรคเป็นสื่อและจัดเตรียมการควบคุมสุขภาพด้วยการควบคุมพาหะนำโรคที่ถูกต้อง

7.2 แนวทางการปฏิบัติ

ใน section นี้กล่าวถึง ข้อมูลที่ผู้ใช้ประโยชน์และแนวทางการปฏิบัติ โดยระบุบทบาทหน้าที่และให้ข้อมูลการฝึกปฏิบัติที่สามารถควบคุมความเสี่ยงได้ แนวทางการปฏิบัติเฉพาะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ รูปแบบเพื่อรักษาโดยกำหนดตัวชี้วัด (มาตรการควบคุมที่ต้องผ่าน) และข้อเสนอแนะ (ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้แนวทางการปฏิบัติ และตัวชี้วัดในทางปฏิบัติ โดยเน้นในประเด็นที่สำคัญที่จำเป็นต้องปฏิบัติเป็นอันดับแรก)

ท่าเรือได้รับและส่งสินค้าและผู้โดยสารทั่วโลก ดังนั้น ท่าเรือจะมีความเสี่ยงจากพาหะนำโรคจากประเทศต่างๆ และท่าเรือต่างๆ ทั่วโลก กิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนท่าเรือ เช่น การจัดการอาหารซึ่งเป็นแหล่งอาหารของสัตว์หลายชนิด ทั้งนี้ การแยกกักผู้โดยสารและลูกเรือโดยการวินิจฉัยและรักษาโรคทางการแพทย์ทำได้ยากและมีความเสี่ยงมากในกรณีที่ป่วยรุนแรง โดยธรรมชาติผู้โดยสารอาศัยกันหนาแน่นบนเรือจะส่งเสริมให้เกิดการแพร่กระจายของโรคและเพิ่มปริมาณอาหารและ Host ของพาหะนำโรค

การระบาดของโรคขึ้นอยู่กับการพบพาหะนำโรคบนเรือซึ่งขาดการควบคุมและสุขาภิบาลที่ดีพอบนเรือ และขาดการป้องกันการปนเปื้อนในจุดปนเปื้อนเริ่มต้น ความผิดพลาดในการป้องกันนำไปสู่การปนเปื้อนซึ่งขยายจนยากจะควบคุม

การใช้วิธีการป้องกันที่ดีคือ การลดโอกาสการบุกรุก การหลบซ่อนและการแพร่พันธุ์ของพาหะนำโรค คือ วิธีควบคุมพื้นฐานที่ดี ด้วยวิธีที่มีประสิทธิภาพได้แก่

- มุ้งลวดเพื่อดักพาหะนำโรค
- การควบคุมพาหะนำโรคบนเรือ
- การกำจัดแหล่งที่อยู่อาศัยของพาหะนำโรค
- ลดโอกาสสัมผัสสิ่งที่ก่อโรคจากพาหะนำโรคของผู้โดยสารและลูกเรือ

มาตรการควบคุมดังต่อไปนี้ควรใช้หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งมาตรการเพื่อควบคุมพาหะนำโรค

- การตรวจสอบพื้นที่บนเรือเป็นประจำ โดยเฉพาะที่สิ่งพาหะนำโรคมักอาศัยอยู่ ได้แก่ ห้องเก็บอาหาร พื้นที่จัดการอาหารและทิ้งขยะ
- กำจัดจุดหลบซ่อนและจุดสะสมของพาหะนำโรค เช่น ขยะ เศษอาหารและจุดสกปรก
- ทำความสะอาดที่พักอาศัยและพื้นที่เก็บ เตรียมและเสิร์ฟอาหาร หรือพื้นที่ล้างและจัดเก็บจานและภาชนะ
- เก็บและกำจัดขยะเศษอาหารและขยะอย่างเหมาะสม (see chapter 3)
- กำจัดแหล่งอาศัยของตัวอ่อนแมลง หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรดูแลรักษาสภาพ เช่น ป้องกันน้ำขังบนเรือชูชีพ
- ใช้ตะแกรงติดช่องเปิดที่สัมผัสอากาศด้านนอกทั้งหมดระหว่างฤดูที่พบแมลงชนิดนั้นแพร่หลาย
- ประยุกต์ใช้สารฆ่าแมลงอย่างเหมาะสม

พาหะนำโรคจะเข้าสู่เรือขณะเทียบท่า มาตรการควบคุมเพื่อลดการแพร่พันธุ์ของเชื้อโรค เป็นที่สำคัญ มาตรการควบคุมเหล่านี้ต้องดำเนินการภายใต้เจ้าหน้าของเรือที่รับผิดชอบโดยตรงและตรวจสอบอย่างเป็นประจำ

7.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 7.1 การควบคุมแมลงนำโรค

แนวทางการปฏิบัติ 7.1 การควบคุมแมลง

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 7.1

1. ใช้มุ้งลวดดักแมลงเพื่อป้องกันแมลงเข้าสู่เรือ
2. ใช้สารฆ่าแมลงเพื่อควบคุมปริมาณพาหะนำโรคในอากาศและพื้นผิว

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 7.1

1. มุ้งลวด

ห้องนอน ห้องเก็บของ และห้องรับประทานอาหาร พื้นที่พักผ่อนหย่อนใจในร่ม และพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับอาหารทั้งหมดต้องมีมุ้งลวดเพื่อป้องกันแมลงวันและยุง ช่องของตะแกรงไม่ควรเกินกว่า 1.6 มิลลิเมตร ประตูมุ้งลวดควรเปิดออกข้างนอกและปิดเอง มุ้งลวดต้องไม่ชำรุดเสียหายง่าย ควรทำจากลวดโลหะหนักหรือโลหะอื่นๆ ทั้งนี้ รวมถึงการใช้ metal kick plates

เรือที่มีส่วนของสระน้ำ จะต้องมีมุ้งลวดเพื่อป้องกันแมลงและตรวจสอบและกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงอย่างสม่ำเสมอ ห้องพักขยะควรจะมีมุ้งลวดและตรวจสอบและกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันและพาหะนำโรคอื่นๆ มุ้งลวดจำเป็นต้องมีสภาพดี และควรจัดเตรียมมุ้งสภาพดีสำหรับห้องนอนที่ซึ่งไม่มีมุ้งลวด

2. สารฆ่าแมลง

เมื่อเรือออกจากพื้นที่ที่มีพาหะนำโรคชุกชุม จะต้องใช้สารฆ่าแมลงพ่นปกติตามรอบเวลา สารฆ่าแมลงออกฤทธิ์ตกค้างและสารฆ่าแมลงแบบฟุ้งกระจายในอากาศเพื่อควบคุมแมลงที่บินเข้ามาในเรือ สารฆ่าแมลงแบบฟุ้งกระจายในอากาศ (Space sprays) พ่นสารฆ่าแมลงลักษณะหมอกหรือละอองฝอยและฆ่าแมลงที่สัมผัสสารฆ่าแมลงที่ออกฤทธิ์ตกค้าง (Residual Spray) พ่นสารฆ่าแมลงมีฤทธิ์ตกค้างบนพื้นผิวที่แมลงเกาะพัก และคลาน และยังคงออกฤทธิ์อยู่ได้เป็นระยะเวลาหนึ่ง แมลงที่คลานบนพื้นและพาหะนำโรคอื่นๆ นั้น จะถูกกำจัดด้วยสารเคมีฆ่าแมลงที่เฉพาะเจาะจง (Specific insecticides) โดยใช้อย่างเหมาะสมกับลักษณะการคลานของแมลง แหล่งที่พักและการหลบซ่อนตัว

การฉีดพ่นสารฆ่าแมลงซึ่งอาจมีสารพิษส่งผลต่อมนุษย์ พื้นที่ทั้งหมดที่สัมผัสกับอาหาร ภาชนะ อุปกรณ์ อาหาร และเครื่องดื่มจะต้องปิดคลุมหรือย้ายออกระหว่างดำเนินการฉีดพ่น

สารฆ่าแมลง (Insecticides) สารฆ่าหนู (Rodenticides) และสารมีพิษชนิดอื่นๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดจะต้องไม่เก็บในหรือพื้นที่สำหรับการจัดเก็บการเตรียมหรือการเสิร์ฟอาหารหรือเครื่องดื่ม นอกจากนี้ ไม่ควรเก็บสารพิษดังกล่าวไว้ใกล้ภาชนะสัมผัสอาหารหรือโต๊ะอาหาร ผ้าปูและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้สำหรับการจัดเตรียมและเสิร์ฟอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อป้องกันการใช้งานโดยไม่ตั้งใจของสารพิษเหล่านี้ในอาหาร สารอันตรายดังกล่าวจะต้องเก็บไว้ในภาชนะที่มีสีและทำเครื่องหมายไว้อย่างชัดเจนว่า “สารมีพิษ”

7.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 7.2 การควบคุมหนู

แนวทางการปฏิบัติ 7.2 การควบคุมหนู

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 7.2

1. ที่กันหนูถูกติดตั้งและบำรุงรักษา
2. กับดักถูกใช้เพื่อควบคุมปริมาณของพาหะนำโรค
3. เหยื่อพิษถูกใช้เพื่อควบคุมปริมาณของพาหะนำโรค
4. มีการตรวจสอบพาหะนำโรคเป็นประจำ
5. ปฏิบัติตามหลักสุขาภิบาลเพื่อลดแหล่งเพาะพันธุ์หนู

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 7.2

1. ที่กันหนู

หนูสามารถเข้าถึงเรือได้หลายวิธีรวมถึงการเข้าถึงโดยตรงด้วยเชือกพวน (Hawsers) (สายสำหรับจอดเรือหรือลากจูงเรือ) และทางเดิน หนูอาจซ่อนอยู่ในสินค้า ร้านค้าของเรือและวัสดุอื่นๆ บนเรือ อย่างไรก็ตามการป้องกันหนูโดยการสร้างที่กั้นหนูจะสร้างความมั่นใจได้ว่าจะควบคุมหนูบนเรือได้เกือบสมบูรณ์

เรือบางลำอาจติดตั้งที่กันหนูยากเนื่องจากต้องมีการเปลี่ยนแปลงยาก อย่างไรก็ตามมีวิธีการกันหนูหลายวิธีที่ง่ายต่อการดำเนินการ วิธีการเหล่านี้จะช่วยลดการคุกคามของหนูและจะควบคุมประชากรหนูให้น้อยที่สุด โดยต้องมีมาตรการควบคุมการปฏิบัติงานที่เหมาะสมบนเรือและติดตามอย่างสม่ำเสมอ

ช่องซ่อนตัว โครงสร้างช่อง ช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่เกิน (มากกว่า 1.25 ซม.) สำหรับพื้นที่อาหารและช่องว่างรอบ ๆ อุปกรณ์ติดตั้งที่เจาะทะลุ (เช่น ท่อหรือท่อลอดผ่านกำแพงหรือดาดฟ้า) โดยต้องติดตั้งที่กันหนู ชั้นฉนวนที่พันรอบๆ ท่อ ซึ่งบางกว่า 1.25 ซม. จะต้องป้องกันมีวัสดุป้องกันหนูแทะ

วัสดุที่ใช้กั้นหนูควรจะแข็งแรงและทนต่อความเสียหาย เช่น แผ่นโลหะหรือโลหะผสมเพื่อให้มีความแข็งแรงและผ้าตาข่ายลวด

ลวดโลหะหรือแผ่นเหล็กต้องมีความแข็งแรงเพียงพอและทนต่อการกัดกร่อน เช่น หากใช้อลูมิเนียมควรมีความหนา ตามขนาดวัดของ Brown&Sharp ซึ่งควรมากกว่าความหนาที่ระบุโดยมาตรฐานวัดขนาดของมาตรฐานสหรัฐอเมริกาสำหรับเหล็กแผ่น เนื่องจากอลูมิเนียมไม่แข็งแรงเท่าที่ควร ตัวอย่างเช่น แผ่นอลูมิเนียมเบอร์ 16 (Brown & Sharp) จะใช้แทนแผ่นเหล็กเบอร์ 18 (มาตรฐานสหรัฐอเมริกา) สำหรับขนาดของผ้าลวดตาข่ายจะใช้มาตรวัดขนาดของ Washburn & Moen

วัสดุที่ไม่ใช้ป้องกันหนูที่ยอมให้ใช้ในบริเวณป้องกันหนูได้ โดยมีวัสดุหุ้มบริเวณขอบหรือส่วนที่จะถูกแทะ วัสดุไม้และแร่ใยหินเป็นที่ยอมรับภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ไม้จะต้องแห้งหรือผ่านการอบน้ำยาและไม่มีรอยแตก รอยแยกและเป็นรู
- แผ่นและผนังที่มีส่วนประกอบอนินทรีย์ต้องมีความแข็งแรงและแข็งมีผิวเรียบ และทนต่อการกัดแทะของหนู บัญชีวัสดุที่ไม่ใช้วัสดุป้องกันหนูจะถูกรวบรวมใน nation health admiration หากมีวัสดุใหม่ที่ไม่พบในบัญชีจะต้องขอ nation health admiration พิจารณาอนุมัติก่อน
- แผ่นและผนังที่มีส่วนประกอบพิเศษที่ได้รับรองตามข้างต้นจะต้องเคลือบปิดด้วยโลหะหรือใช้วัสดุที่แข็งแรงหุ้มด้านและผนังดังกล่าว วัสดุต่างๆ ในกลุ่มนี้ จะต้องผ่านการรับรองจาก nation health admiration เพื่อขึ้นบัญชีในวัสดุที่ไม่ป้องกันหนูที่ยอมให้ใช้

ซีเมนต์ ผงขัดมัน (putty) สารอุดหรือยาพลาสติก ตะกั่วและวัสดุอ่อนนุ่มอื่นๆ หรือที่แตกหักง่ายจะไม่ใช้เป็นวัสดุปิดรูขนาดเล็กแทนวัสดุกั้นหนู วัสดุที่แห้งและแข็งตัวเร็วจะใช้ปิดรูรอบๆ สายไฟในปลอกหุ้มโดยต้องได้รับการอนุมัติจากเจ้าหน้าที่ตรวจสอบเรือ แผ่นใย ไม้อัดและแผ่นยิปซัมโดยทั่วไปจะไม่ใช้เป็นวัสดุทำที่กั้นหนู หากจะใช้ health admiration ที่เกี่ยวข้องควรเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ

ส่วนหุ้มที่ไม่กันหนูไม่จำเป็นต้องติดที่กันหนู ถ้ามีแผ่นเหล็กปิดอยู่ห่างไม่เกิน 2 เซนติเมตร หรือเมื่อปิดอยู่กับวัสดุกันหนูบนฉนวน ส่วนต่อทับซ้อนกันไม่จำเป็นต้องหุ้ม

ส่วนหุ้มกันหนูที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีความยาวที่เหมาะสมกับเรือ ต้องสามารถทนต่อแรงลมและควรติดตั้งให้พอดีกับเชือกพวน (hawsers) ที่เชื่อมต่อเรือไปที่ฝั่ง

2. การวางกับดัก

ผู้จัดการเรือต้องมอบหมายให้มีผู้รับผิดชอบ โดยทำหน้าที่จัดทำแผนควบคุมพาหะนำโรค กับดักจะต้องวางหลังจากออกจากท่าเทียบเรือ ซึ่งหนูสามารถขึ้นเรือได้โดยตรงผ่านท่าเรือ หรือสินค้าหรือเสบียง ถ้ากับดักทุกจุดไม่มีหนูมาติดหลังจากนั้น 2 วัน สามารถนำออกได้ ถ้าพบหนูติดกับกับดัก กักดับทุกอันจะต้องถูกติดตั้ง จนกว่าจะไม่พบหนูติดกับดักอีก ควรทำการบันทึกตำแหน่งกับดักที่หนูติด วันที่ ลงในสมุดบันทึกของเรือ และทำสำเนาแจกให้แก่ผู้ตรวจการด้านสุขาภิบาลเรือ

3. การวางเหยื่อพิษ

สารเคมีฆ่าหนูโดยส่วนมากจะมีความเป็นพิษสูงและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ หากใช้จะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างระมัดระวัง บรรจุภัณฑ์จะต้องทำสัญลักษณ์ “สารมีพิษ” และเก็บให้ห่างจากพื้นที่เตรียมและเก็บอาหาร โดยควรทำเป็นสีที่ชัดเจน เพื่อป้องกันการใช้ในการเตรียมอาหารโดยไม่ได้ตั้งใจ ทั้งนี้ ควรจะต้องตรวจสอบการวางเหยื่อพิษอย่างถูกต้องและสังเกตว่าเหยื่อพิษถูกหนูกินไปหรือไม่

4. การตรวจสอบ

สิ่งบ่งชี้ว่ามีหนูสามารถตรวจสอบได้จากมูลหนู รอยกัดแทะและคราบมัน การตรวจสอบปกติของเรือเพื่อค้นหาสิ่งบ่งชี้ดังกล่าวจะแสดงให้เห็นว่าหนูสามารถเข้าถึงเรือได้หรือไม่ การตรวจสอบควรเน้นในพื้นที่ที่จัดเก็บอาหาร พื้นที่เตรียมอาหาร สถานที่เก็บและกำจัดขยะรวมทั้งสินค้าขณะเทียบท่า

การกั้นหนูทั้งหมดจะต้องมีสภาพที่ดี มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาสม่ำเสมอ หากพบหนูจะต้องได้รับการจัดการทันที โดยไม่ส่งผลเสียหายต่อความปลอดภัยหรือสภาพของอาหาร การกำจัดหนูด้วยการใช้สารทางเคมีวิธีการทางกายภาพหรือทางชีวภาพจะต้องดำเนินการโดยยึดหลักอาหารปลอดภัยและเหมาะสมตามหลักสุขาภิบาลอาหาร

5. สุขอนามัย

หนูเป็นภัยคุกคามที่สำคัญต่ออาหาร บริเวณที่มีอาหารสามารถเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และแหล่งอาหารของหนู การปฏิบัติตามหลักสุขอนามัยที่ดีช่วยหลีกเลี่ยงการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อหนู การสุขาภิบาลที่ดี การตรวจสอบของวัสดุที่เข้ามาและการติดตามสม่ำเสมอจะลดโอกาสของการบุกรุกของหนูและ จำกัดปริมาณสารเคมีกำจัดหนูที่ต้องการใช้

บทที่ 8

การควบคุมโรคติดต่อในสิ่งแวดล้อม

8. การควบคุมโรคติดต่อในสิ่งแวดล้อม

8.1 ความเป็นมา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดการกับเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดโรคบนเรือ

8.1.1 ความเสี่ยงทางสุขภาพเนื่องมาจากเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดโรคบนเรือ

มีการระบาดของโรคอย่างฉับพลันหลายครั้งบนเรือ เนื่องมาจากเชื้อก่อโรคที่แพร่ติดต่อกันได้ ไม่ว่าจะเป็นอาการป่วยเฉียบพลันเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร (AGI) เช่น การติดเชื้อท้องเสียโนโรไวรัส (e.g.United States Centers for Disease Control and Prevention, 2002) และอาการป่วยเฉียบพลันเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ (ARI) เช่น ไข้หวัดใหญ่ (e.g.Brotherton *et al.*, 2003) ยกตัวอย่างในปี 2002 ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกาตรวจพบการระบาด จำนวน 21 ครั้ง บนเรือที่เดินทางมาถึงท่าเรือต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา (กรณีนี้ถูกระบุไว้ว่า สาเหตุอาการป่วยของประชากรจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 3 บนเรืออาจมาจากการติดเชื้อท้องเสียโนโรไวรัส (Norovirus) (United States Centers for Disease Control and Prevention, 2002) โดยทั่วไปแล้ว โรคต่างๆ ที่เกิดจากเชื้อที่แพร่ติดต่อกันได้นั้น มีที่มาจากการติดเชื้อของระบบทางเดินอาหาร (ทางเดินอาหาร ลำไส้ และกระเพาะอาหาร) ซึ่งทำให้เกิดอาการป่วยกะทันหัน อาทิเช่น คลื่นไส้ อาเจียน และท้องเสีย การติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจก็สามารถเกิดขึ้นได้ และทำให้เกิดอาการไข้ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ไม่มีแรง เจ็บคอ หนาวสั่น และไอ เป็นต้น ถึงแม้ว่าโรคเหล่านี้มักจะหายได้เองหรือไม่แสดงอาการ แต่ก็สามารถทำให้เสียชีวิตได้ โดยเฉพาะเมื่อเกิดกับกลุ่มคนที่ไวต่อสิ่งกระตุ้น ในสภาพแวดล้อมที่จำกัดบนเรือ โรคเหล่านี้สามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วและส่งผลต่อประชากรจำนวนมากบนเรือ โรคเหล่านี้เองก็พบได้บ่อยบนบก ทำให้ยากต่อการหลีกเลี่ยงที่จะไม่ให้มีผู้ป่วยเดินทางขึ้นมาบนเรือด้วย

ประเด็นหลักของบทนี้ คือ เชื้อที่ทำให้เกิดโรคซึ่งแฝงตัวอยู่ในอากาศ น้ำ สิ่งที่อาเจียนออกมา เสมหะ และบนพื้นผิวของสิ่งต่างๆ ได้เป็นเวลานานพอที่จะทำการแพร่เชื้อทางอ้อมจากบุคคลหนึ่งไปสู่บุคคลอื่นได้อย่างง่ายดาย และนำไปสู่การระบาดของโรค

เชื้อโรคหลายชนิด ได้แก่ โปรโตซัว แบคทีเรีย และไวรัสต่างๆ ถูกแพร่กระจายออกไปผ่านทางพื้นผิวของสิ่งของต่างๆ หรือแม้กระทั่งในอากาศ อย่างไรก็ตาม การระบาดของโรคบนเรือจะมีนัยสำคัญและสามารถตรวจสอบพบ ได้นั้น เชื้อโรคต้องมีระดับการแพร่เชื้อที่สูงมาก และดำเนินระยะฟักตัวให้เสร็จสมบูรณ์ได้อย่างรวดเร็ว ก่อนจะเริ่มเพิ่มจำนวนเชื้อในสิ่งมีชีวิตที่รับเชื้อเข้าไป ดังนั้น เชื้อต่างๆ ซึ่งแฝงตัวได้ยาวนานในสิ่งแวดล้อมและก่อให้เกิดการระบาดของอาการป่วยที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารและทางเดินหายใจบนเรือนั้น จึงถือได้ว่าเป็นเชื้อไวรัส ขณะที่ความรู้เกี่ยวกับเชื้อไวรัสเหล่านี้และการจัดหมวดหมู่ให้กับพวกมันกำลังเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ปัจจัย

ความเสี่ยงและมาตรการควบคุมต่างๆ ที่นำไปใช้บนเรือนั้น โดยรวมแล้วยังไม่แตกต่างจากเดิม กล่าวคือไม่ได้คำนึงถึงประเภทของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค

ยกตัวอย่างเช่น เมื่อผู้ป่วยปล่อยเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคออกมาผ่านทางอุจจาระหรืออาเจียน หลังจากมีการเช็ดก้น เปลี่ยนผ้าอ้อม หรือทำความสะอาดสิ่งที่เปื้อนอุจจาระหรืออาเจียนแล้ว ถ้าผู้ป่วยหรือผู้ที่ดูแลผู้ป่วยไม่ล้างมือให้สะอาดทั่วทุกซอกทุกมุม อุจจาระหรืออาเจียนซึ่งปนเปื้อนเชื้อโรคก็อาจเหลือค้างอยู่บนมือของพวกเขา และอาจไปติดอยู่ตามพื้นผิวของวัตถุต่างๆ หรือในอาหารและน้ำที่พวกเขาสัมผัสบนเรือ เมื่อบุคคลอื่นสัมผัสสิ่งของเหล่านั้นหรือบริโภคอาหารและน้ำดังกล่าว บุคคลนั้นอาจรับเอาเชื้อโรคซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายเมื่อมีการนำนิ้วเข้าปาก หรือผ่านทางอาหารและน้ำที่ถูกปนเปื้อน

เชื้อที่ก่อให้เกิดโรคยังสามารถแพร่กระจายผ่านทางอากาศ เช่น การไอและจาม ซึ่งเป็นการนำเอาเชื้อโรคออกมาจากระบบทางเดินหายใจ

การแพร่เชื้อโรคโดยมีน้ำและอาหารเป็นสื่อก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน หัวข้อนี้จะถูกพูดถึงในบทที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีการอภิปรายเป็นพิเศษถึงความเสี่ยงจากเชื้อลีจิโอเนลลา (*Legionella* spp.)

ในบทนี้จะกล่าวถึงเชื้อโรคสองประเภทด้วยกัน ได้แก่ เชื้อโรคที่ก่อให้เกิดอาการป่วยเฉียบพลันเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร (AGI) ซึ่งตามปกติแล้วจะแพร่กระจายผ่านพื้นผิวของวัตถุต่างๆ เช่น มือจับประตู และเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดอาการป่วยเฉียบพลันเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ (ARI) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะติดต่อกันทางอากาศ

อาการป่วยฉับพลันของระบบทางเดินอาหาร

โดยปกติแล้ว เชื้อแฝงตัวเร็วรังที่ทำให้เกิดอาการป่วยฉับพลันของระบบทางเดินอาหารนั้นคือเชื้อไวรัสในวงศ์คาลิซิไวรัส (Calicivirus) แอสโทรไวรัส (Astrovirus) และรีโอไวรัส (Reovirus) เชื้อไวรัสเหล่านี้มักจะทำให้เกิดอาการท้องเสียและท้องร่วง โดยที่วงศ์คาลิซิไวรัสนั้นประกอบด้วยไวรัสสกุลโนโรไวรัส (Norovirus หรือที่เป็นรู้จักในชื่อเดิมว่า Norwalk-like virus และ small round structured virus) ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคบนเรือมากที่สุด

ในที่นี้ โนโรไวรัสจะถือว่าเป็นตัวแทนของสาเหตุอาการป่วยฉับพลันของระบบทางเดินอาหาร (AGI) ขณะที่เชื้ออินฟลูเอนซาไวรัส (Influenza viruses) จะเป็นตัวแทนของสาเหตุอาการป่วยฉับพลันของระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากความคล้ายคลึงของลักษณะอาการป่วยและมาตรการควบคุม รวมไปถึงตัวอย่างปัจจัยความเสี่ยงและมาตรการควบคุมสำหรับนำไปใช้บนเรือ เมื่อเปรียบเทียบไวรัสทั้งสองประเภท โนโรไวรัสจะมีความรุนแรงของการแพร่เชื้อมากกว่า ต้านทานการฆ่าเชื้อโรคได้มากกว่า และควบคุมได้ยากกว่า ซึ่งในบทนี้ ความสนใจจะอยู่ที่โนโรไวรัสเป็นหลัก การควบคุมต่างๆ ในพื้นที่เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโนโรไวรัสบนเรือจะช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคอื่นๆที่อ่อนแอกว่าในบรรดาเชื้อแฝงตัวเร็วรังที่ทำให้เกิดอาการป่วยได้ในคราวเดียวกัน

โนโรไวรัสนับว่าเป็นสาเหตุหลักของการระบาดของโรคกระเพาะอาหารและสำไส้อักเสบในผู้ใหญ่ทั่วโลก และเป็นอันดับสองรองจากโรตาไวรัส เมื่อพิจารณาสาเหตุทั้งหมดของโรคกระเพาะอาหารและสำไส้อักเสบ การพัฒนาใหม่ๆ ในการวินิจฉัยโรคและการเฝ้าระวังโรคจะสามารถเปิดเผยให้เห็นถึงการระบาดของโรคบนเรือมากขึ้น นอกจากนี้ นักท่องเที่ยวจากหลากหลายประเทศทั่วโลกก็อาจมีอีกบทบาทหนึ่งที่เป็นไปได้ก็ คือ การเป็นพาหะนำโรค เนื่องจากมีการตรวจพบความคล้ายคลึงของสายพันธุ์ของโรคที่เกิดการระบาดขึ้นทั่วโลก (White *et al.*, 2002)

โนโรไวรัสสามารถแพร่ถึงกันได้ผ่านละอองจากการอาเจียน ซึ่งเป็นการแพร่เชื้อผ่านทางอากาศ (Marks *et al.*, 2000) และผ่านการรับเอาอาเจียนหรืออุจจาระที่ปนเปื้อนเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย (ทั้งทางตรงและทางอ้อมผ่านพื้นผิวของสิ่งต่างๆ) พื้นผิวของวัตถุต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมสามารถถูกปนเปื้อนได้ตลอดเวลา และจะอยู่ในสภาพปนเปื้อนนานเป็นระยะเวลาหนึ่ง (Cheesbrough *et al.*, 2000)

การแพร่ระบาดของโรคบนเรือสามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วทั้งลำ เพราะโนโรไวรัสมีระยะฟักตัวอยู่ที่เพียง 12-48 ชั่วโมง และอัตราของผู้ที่ได้รับเชื้อและเกิดอาการป่วยมักจะสูง (บ่อยครั้งเกินร้อยละ 50) ในทุกกลุ่มอายุ (United States Centers for Disease Control and Prevention, 2002) อาการของผู้ป่วยมักจะเริ่มด้วยการอาเจียนแบบกะทันหัน หรือท้องเสีย บางรายอาจเป็นทั้งสองอย่าง อาจจะมีอาการไข้ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ปวดท้องอย่างรุนแรง และอ่อนเพลียร่วมด้วย โดยส่วนใหญ่แล้วจะหายได้เองภายใน 12-60 ชั่วโมง แทบไม่มีโอกาสที่จะป่วยหนักมากหรืออันตรายถึงแก่ชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าได้รับการรักษาด้วยการให้สารน้ำทางปาก

เนื่องจากเชื้อที่ทำให้เกิดโรคสามารถแฝงตัวอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน การระบาดของโรคอาจจะดำเนินต่อไปและส่งผลต่อผู้โดยสารและลูกเรือต่อเนื่องหลายเที่ยวเรือติดต่อกัน เนื่องจากมีลูกเรือและผู้โดยสารกลุ่มใหม่ขึ้นมาบนเรืออยู่เป็นประจำ การทำความสะอาดเพื่อกำจัดเชื้อโรคหลังจากการระบาดของโรคจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

อัตราการแพร่ของเชื้อโนโรไวรัสเคยถูกพบสูงสุดอยู่ที่ 10^6 วิริออน (virions) ต่ออุจจาระจำนวนหนึ่งกรัม ก่อนจะลดลงไปอยู่ที่ 1,000 วิริออนต่ออุจจาระจำนวนหนึ่งกรัมในสามสัปดาห์ หลังจากผู้ป่วยประมาณร้อยละ 50 หายจากโรค ทว่าเชื้อยังถูกตรวจพบได้ถึง 7 สัปดาห์หลังจากอัตราการแพร่เชื้ออยู่ที่จุดสูงสุด (Tu *et al.*, 2008) ดังนั้น ถึงแม้ว่าเรือจะถูกทำการฆ่าเชื้อโรคแล้ว การแพร่เชื้อโรคอาจยังเกิดขึ้นได้ผ่านเชื้อโรคที่ยังอยู่ในตัวผู้ป่วย อีกหนึ่งสิ่งที่สำคัญจากช่วงเวลาของการแพร่เชื้อที่ยาวนานและมักจะไม่มีอาการแสดงออกมาให้เห็นก็คือ การที่ผู้โดยสารและลูกเรือบางคนมีแนวโน้มที่จะนำเชื้อก่อโรคซึ่งแฝงตัวได้นานขึ้นมาบนเรือด้วย โดยไม่คำนึงว่าลูกเรือคนอื่นปฏิบัติอย่างไร ถึงแม้จะไม่มีการตรวจพบการระบาดของโรค แต่ควรมีการสันนิษฐานไว้เสมอว่า บนเรือนั้นมีผู้ป่วยซึ่งไม่มีอาการป่วยอยู่ด้วย และควรมีการปฏิบัติตามข้อระมัดระวังเกี่ยวกับการแพร่เชื้ออย่างต่อเนื่อง ไม่ใช่เพียงหลังจากที่การระบาดของโรคส่งผลต่อผู้คนบนเรือ

อาการป่วยฉับพลันของระบบทางเดินหายใจ

เชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดอาการป่วยฉับพลันของระบบทางเดินหายใจส่วนใหญ่นั้นคือ เชื้อไวรัส ในวงศ์ ไรโนไวรัส (Rhinovirus) อะดีโนไวรัส (Adenovirus) อินฟลูเอนซาไวรัส (Influenza viruses) และโคโรนาไวรัส (Coronavirus) เชื้อไวรัสเหล่านี้มักจะทำให้เกิดอาการหนาวสั่นและไอ ในบางรายอาการอาจจะหนักขึ้น เช่น มีไข้ อินฟลูเอนซาไวรัส เป็นสาเหตุของอาการป่วยที่รุนแรงมากที่สุดในบรรดาสาเหตุของการระบาดของโรคที่ ตรวจพบ อินฟลูเอนซาไวรัสถือว่าเป็นปัญหาปกติที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องบนเรือ เนื่องจากความยากลำบากในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อ แม้กระทั่งในกลุ่มประชากรที่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคมาส่วนหนึ่งแล้วก็ตาม (Brotherton *et al.*, 2000)

กลุ่มอาการทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (SARS) (WHO, 2004) ถูกตั้งข้อสังเกตว่าเป็นโรคที่อาจจะถูกแพร่กระจายโดยนักท่องเที่ยว โรคนี้ซึ่งเกิดจากโคโรนาไวรัส ส่งผลให้เกิดอาการที่แตกต่างจากเหล่าไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคกระเพาะอาหารและสำไส้อักเสบตามที่กล่าวไว้ด้านบน โดยโรคนี้จะเกี่ยวข้องกับอาการป่วยของระบบทางเดินหายใจ และมีอาการคล้ายไข้หวัดใหญ่ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าในช่วงแรกผู้ป่วยจะมีอาการคล้ายเป็นไข้หวัดใหญ่ อาการแทรกซ้อนที่เกิดตามมาได้คือ ปอดอักเสบรุนแรง และระบบทางเดินหายใจล้มเหลว ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิต ความเสี่ยงของการแพร่เชื้อของโรค SARS จากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง ดูเหมือนว่าลดลงได้ด้วยการใช้มาตรการควบคุมประเภทเดียวกันที่ใช้กับโนโรไวรัส อินฟลูเอนซาไวรัส และเชื้ออื่นๆ ที่มีความใกล้เคียงกัน

ตามที่ระบุไว้ในมาตราที่ 37 ของกฎอนามัยระหว่างประเทศ (IHR) ปี 2548 เรือที่เข้าเทียบท่าจะต้องรายงานต่อเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเกี่ยวกับสถานการณ์ทางสุขภาพบนเรือในระหว่างการล่องเรือ รวมถึงภาวะอนามัยของผู้โดยสารและลูกเรือ ด้วยเหตุนี้ผู้ควบคุมยานพาหนะจะต้องกรอกเอกสารสำแดงสุขอนามัยของการเดินทางโดยพาหนะทางน้ำ และถ้ามีศัลยแพทย์ประจำเรือ ก็ให้ลงชื่อกำกับด้วย ก่อนจะส่งเอกสารไปให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขหลังจากเดินทางถึงท่าเรือแล้ว

8.2 แนวทางการปฏิบัติ

ในส่วนนี้จะเสนอข้อมูลและคำแนะนำสำหรับผู้ใช้ ซึ่งจะมีการระบุหน้าที่ความรับผิดชอบต่างๆ และยกตัวอย่างข้อควรปฏิบัติเพื่อการควบคุมความเสี่ยง จะมีการเสนอแนวทางการปฏิบัติ ซึ่งแบ่งเป็น 3 หัวข้อ (ตามสถานการณ์ ที่มุ่งหวังและที่จะให้รักษาไว้คงเดิม) โดยแต่ละหัวข้อจะประกอบด้วยชุดตัวชี้วัด (indicators) (ใช้วัดว่าบรรลุตามแนวทางการปฏิบัติหรือไม่) และคำแนะนำเพิ่มเติม (guidance notes) (แนะนำการใช้แนวทางการปฏิบัติ และตัวชี้วัด และเน้นเกณฑ์ที่สำคัญที่สุดซึ่งจำเป็นต้องถูกพิจารณาเมื่อมีการจัดลำดับความสำคัญในการลงมือปฏิบัติ)

ปัจจัยความเสี่ยงในการเกิดการติดเชื้อจากเชื้อก่อโรคที่แพร่ติดต่อกันได้นั้น โดยมากจะพบในกลุ่มบุคคลที่มีความใกล้ชิดกับผู้ป่วย (ยึดตาม de Wit, Koopmans & van Duynhoven, 2003) ประกอบไปด้วย

- มีผู้ป่วยในครอบครัวหรือในกลุ่ม
- มีการสัมผัสกับผู้ป่วย
- มีสุขลักษณะอาหารและน้ำที่ไม่ดี
- มีการสัมผัสทั้งอุจจาระและอาเจียนซึ่งสามารถแพร่เชื้อได้มากเท่าๆ กัน
- มีความใกล้ชิดกับผู้ป่วยที่ไอหรือจาม

ระดับนัยสำคัญของการสัมผัสกับผู้ที่ป่วยเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยเป็นเด็กเล็ก

ด้วยเหตุผลหลายประการ สภาพแวดล้อมบนเรือถือว่ามีความเสี่ยงสูงมากต่อการระบาดของโรคในวงกว้าง การระบาดของโรคบนบกหลายต่อหลายครั้งเกิดจากสถานการณ์ ณ ช่วงเวลาหนึ่งที่หลายๆ คน มีความใกล้ชิดกับผู้ซึ่งป่วย อย่างเช่น งานปาร์ตี้ ร้านอาหาร โรงเรียน และหอพัก สถานการณ์ที่มีความเสี่ยงสูงเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งหมดบนเรือ โดยมากห้องพักสำหรับผู้โดยสารบนเรือทำให้ผู้คนต้องอยู่ด้วยกันอย่างใกล้ชิดบ่อยครั้ง คือ กลุ่มเด็กๆ แต่บางครั้งก็อาจจะมีพื้นที่ให้เด็กอยู่แยกออกไปได้มากกว่าผู้ใหญ่

ในบทก่อนๆ หน้าของคู่มือนี้ ได้ให้ความสำคัญกับการป้องกันแหล่งที่มาของเชื้อมากกว่ากลยุทธ์การควบคุม อย่างไรก็ตาม เหล่าเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดโรคนั้น มีอยู่มากมายในกลุ่มประชากร ซึ่งบ่อยครั้งที่อาการป่วยไม่ได้แสดงออกมาให้เห็น และในความเป็นจริงก็เป็นไปไม่ได้ที่จะพยายามไม่ให้มีผู้ที่ป่วยติดเชื้อขึ้นมาบนเรือ สิ่งที่ควรให้ความสำคัญในกลยุทธ์การควบคุมเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ก่อให้เกิดโรคคือ การปฏิบัติตามข้อระมัดระวังเกี่ยวกับการแพร่เชื้อที่เหมาะสมอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ ข้อสันนิษฐานที่ว่าไม่ว่าใครก็อาจป่วยอยู่นั้นให้ถือว่าเป็นจริงเสมอ แต่ให้สังเกตว่าคนที่อาการแสดงออกมานั้นจะแพร่เชื้อได้มากกว่าคนที่ไม่มีอาการแสดงออกมา และการปฏิบัติตามข้อระมัดระวังเกี่ยวกับการแพร่เชื้อที่เข้มงวดมากขึ้นกว่าปกตินั้น มีประโยชน์ต่อคนที่อาจป่วยเหล่านั้น และต่อการหาทางลดความเป็นไปได้ของผู้ป่วยที่จะแพร่เชื้อสู่คนอื่นบนเรือ การระบาดของโรคที่ยืดเยื้อยาวนานออกไปอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการควบคุมเส้นทางการแพร่เชื้อบนเรือมีไม่มากหรือไม่ดีพอ

ความเชื่อมั่นในการใช้กลยุทธ์ควบคุมใดเพียงกลยุทธ์เดียวนั้นถือว่าไม่ควร และควรใช้มาตรการการป้องกันการแพร่เชื้อที่หลากหลาย

8.2.1 แนวทางการปฏิบัติ 8.1 ช่องทางการแพร่เชื้อบนเรือ

แนวทางการปฏิบัติ 8.1 ทำให้ช่องทางการแพร่เชื้อบนเรือนั้นน้อยที่สุด

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 8.1

1. มีการส่งเสริมการมีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีบนเรือ โดยมีลูกเรือและทีมงานเป็นผู้กำหนด
2. มีการปฏิบัติตามหลักสุขาภิบาลอาหารและน้ำอย่างเข้มงวด
3. มีการดำเนินตามข้อปฏิบัติที่เข้มงวดในการทำความสะอาดและการกำจัดของเสียบนเรือ

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 8.1

1. สุขลักษณะส่วนบุคคล

การส่งเสริมและการสร้างสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีบนเรือ สามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดอาการป่วยได้เป็นอย่างมาก ตัวอย่างของกิจกรรมที่ควรมีการส่งเสริม ได้แก่

- การจัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์สำหรับการล้างมือและขจัดเชื้อโรคให้เพียงพอและพร้อมต่อการใช้งาน ตามภัตตาคาร ห้องน้ำ ศูนย์ดูแลเด็กเล็ก ศูนย์สุขภาพ และจุดทางเข้าต่างๆ โดยจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัด พร้อมทั้งมีป้ายบอกตำแหน่ง
- การจัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่สำหรับการล้างมือ การทำให้มือแห้ง และการฆ่าเชื้อแบบที่ไม่ต้องใช้มือสัมผัส (อาทิเช่น ระบบส่งน้ำ สบู่ และเจลล้างมือฆ่าเชื้อโรค ที่ผู้ใช้ไม่ต้องใช้มือกดสัมผัสส่วนอุปกรณ์ใดเพื่อใช้งาน)
- หลีกเลี่ยงการนำนิ้วเข้าไปในปาก หรือเข้าใกล้ปาก ถ้าไม่ได้มีการล้างมือก่อน
- หลีกเลี่ยงการวางทิ้งสิ่งของที่อาจถูกนำเข้าไปในปากมาก่อนหน้านี้
- การจัดเตรียมคำแนะนำวิธีการล้างมือและกำจัดเชื้อโรคที่ถูกต้อง
- การใช้กระดาษทิชชูปิดปากและจมูกเมื่อไอหรือจาม และทิ้งเมื่อใช้เสร็จ

2. สุขลักษณะอาหารและน้ำ

การส่งเสริมและปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะอาหารและน้ำบนเรือ สามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดอาการป่วยได้เป็นอย่างมาก ตัวอย่างของกิจกรรมที่ควรมีการส่งเสริม ประกอบไปด้วย

- การปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะอย่างเข้มงวดในการจัดการอาหารและน้ำ ตามที่อธิบายไว้ในบทที่ 2 และ 3 ของคู่มือเล่มนี้
- การออกแบบให้อุปกรณ์แบบบริการตนเองแพร่เชื้อที่ก่อโรคให้ได้น้อยที่สุด และจัดคนดูแลอุปกรณ์เหล่านี้อย่างใกล้ชิดเพื่อไม่ให้มีเด็กมาใช้งาน รวมถึงพิจารณาการเลิกใช้อุปกรณ์สำหรับการรับประทานอาหารแบบการบริการตนเองในช่วงที่มีการระบาดใหญ่ของโรค

- การจำกัดความจำเป็นที่ต้องสัมผัสกับผู้อื่นแบบทางอ้อม เช่น การใช้ภาชนะใส่เครื่องดื่ม และอุปกรณ์บนโต๊ะอาหารร่วมกันกับผู้อื่น
- การจัดเตรียมอุปกรณ์บนโต๊ะอาหารแยกไว้สำหรับใช้ส่วนกลาง ในกรณีที่มีอาหารจานที่ต้องแบ่งกันรับประทาน เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้มีใครตักหรือหยิบอาหารด้วยมือ หรือด้วยช้อนหรือส้อมที่ถูกนำเข้าปากไปแล้ว
- การจัดเตรียมอุปกรณ์บนโต๊ะอาหารและที่นั่งที่เหมาะสมเพื่อทำให้การส่งต่อหรือหยิบจับอาหารเกิดขึ้นน้อยที่สุดขณะรับประทานอาหาร และบริการอาหารที่ต้องมีการหยิบจับให้น้อยที่สุด
- ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงการหยิบจับอาหารเพื่อจะรับประทานได้ ควรมีการจัดเตรียมเจลล้างมือฆ่าเชื้อโรคไว้ให้ด้วย

3. หลักเกณฑ์ของสุขลักษณะที่ดี

การมีสุขลักษณะที่ดีจะสามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อแฝงตัวเรื้อรังที่ทำให้เกิดอาการป่วยบนเรือได้ ตัวอย่างของกิจกรรมที่ควรมีการส่งเสริม ได้แก่

- การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคสิ่งของต่างๆ ทั้งในระหว่างการเดินเรือและรอเดินเรือเที่ยวต่อไป ควรมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคพื้นผิวของวัตถุใดๆ ก็ตาม ที่อาจถูกสัมผัสโดยผู้ป่วย ซึ่งจะทำให้เกิดแพร่กระจายของเชื้อได้ (ที่กดชักโครก ก๊อกน้ำ อุปกรณ์สำหรับรับประทานอาหารและดื่มน้ำ มือจับประตู อุปกรณ์รีโมทคอนโทรล สวิทซ์สำหรับเปิดปิดไฟ วิทยุ และเครื่องปรับอากาศ เก้าอี้ โต๊ะ พื้นผิวเตียง และพรมต่างๆ)
- การจัดการระบายอากาศที่ดี
- การเลือกใช้วัสดุที่ไม่มีความสามารถในดูดซึมสิ่งต่างๆ ง่ายต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคมาเป็นพื้นผิวของวัตถุต่างๆ
- การจัดเตรียมพื้นที่แยกโดยเฉพาะสำหรับเด็กและผู้ใหญ่ เพื่อลดความเสี่ยงของการแพร่กระจายของเชื้อโรคระหว่างกลุ่ม
- การบังคับให้สวมใส่เสื้อและกางเกงชั้นใน หรือผ้าเช็ดตัวในซาวน่าและในพื้นที่ส่วนรวม ซึ่งไม่ต้องสวมใส่เสื้อผ้า
- การทำความสะอาดอุจจาระ หรืออาเจียนที่เปรอะเปื้อนบนเรือเพื่อฆ่าเชื้อโรคอย่างรวดเร็ว

8.2.2 แนวทางการปฏิบัติ 8.2 คุณภาพอากาศ

แนวทางการปฏิบัติ 8.2 รักษาคุณภาพอากาศให้ดีเพื่อลดความเสี่ยงของการแพร่เชื้อของโรคผ่านทางอากาศ

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 8.2

1. มีการรักษาคุณภาพอากาศให้ดีเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อของโรคผ่านทางอากาศ

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 8.2

ในการช่วยรักษาคุณภาพอากาศบนเรือนั้น การทำให้อากาศหมุนเวียนได้ดีตลอดเวลา ปราศจากเชื้อโรคที่อันตรายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญ ช่องอากาศเข้าควรได้รับการดูแลรักษาให้สะอาดและอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ อุปกรณ์กรองอากาศก็ควรอยู่ในสภาพที่สะอาดปลอดเชื้อโรค อุปกรณ์กรองอากาศที่ไม่ใช่แบบใช้แล้วทิ้ง (แบบถาวร) ควรถูกทำความสะอาดตามคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต โดยส่วนมากแล้วจะให้ทำความสะอาดทุกเดือน ในส่วนของอุปกรณ์กรองอากาศที่ใช้แล้วทิ้ง ควรถูกเปลี่ยนให้ถูกรุ่นตามข้อมูลจำเพาะจากบริษัทผู้ผลิต โดยทั่วไปจะให้เปลี่ยนทุก ๆ สามเดือน

ทุกห้องที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศควรอยู่ในสภาพที่สะอาดเรียบร้อย และเพื่อหลีกเลี่ยงการแพร่กระจายของพิษอันตรายทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ ห้องเหล่านี้ไม่ควรใช้เป็นคลังหรือที่เก็บวัตถุสารเคมี สินค้า และเครื่องใช้ในครัวเรือนต่างๆ และในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ไม่ควรให้มีการรั่วของระบบเครื่องควบแน่นสารทำความเย็น (condensing unit) และระบบระบายความร้อน (cooling unit) ขั้นตอนการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคระบบเครื่องปรับอากาศ ควรใช้สารเคมีให้ตรงชนิดตามที่ระบุไว้สำหรับแต่ละระบบ (ปลอดสารพิษ ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ เป็นต้น) ผู้เดินเรือก็ควรเฝ้าสังเกตและบันทึกขั้นตอนการทำความสะอาดและบำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศ

8.2.3 แนวทางการปฏิบัติ 8.3 กรณีที่มีผู้ป่วยและเกิดการระบาดของโรค

แนวทางการปฏิบัติ 8.3 การตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพในกรณีที่มีผู้ป่วยและเกิดการระบาดของโรค

ตัวชี้วัดสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 8.3

1. ขั้นตอนปฏิบัติ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ มีอยู่พร้อมที่จะจัดการกับบุคคลที่มีอาการป่วยเพื่อทำให้การแพร่กระจายของโรคเกิดขึ้นต่อไปได้น้อยที่สุด
2. ขั้นตอนปฏิบัติ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ มีอยู่พร้อมที่จะตอบโต้กับการระบาดของโรค พร้อมด้วยมาตรการการควบคุมที่เพิ่มมากขึ้น

ข้อแนะนำสำหรับแนวทางการปฏิบัติ 8.3

1. จัดการกับบุคคลที่มีอาการป่วย

เนื่องจากขอบข่ายของคู่มือนี้ คือ เป็นคู่มือสำหรับแนะนำการฆ่าเชื้อโรคเท่านั้น ผู้เดินเรือจึงควรศึกษาคู่มือ WHO International medical guide for ships (WHO, 2007) และปรึกษาขอคำแนะนำจากแพทย์ในการจัดการกับผู้ป่วยแต่ละรายเป็นกรณีไปเมื่อเรือเดินทางถึงท่าถัดไป

เมื่อพิจารณาแล้ว เป็นไปได้ว่าบุคคลที่มีอาการป่วยมีโอกาสแพร่เชื้อได้สูง การปฏิบัติตามทั้งมาตรการควบคุม ที่กำหนดไว้และมาตรการเพิ่มเติมกับผู้ป่วย ถือว่าเป็นการกระทำที่สมควร ตัวอย่างของกิจกรรมที่ควรอยู่ในขั้นตอนปฏิบัติ ได้แก่

- การใช้ระบบต่างๆ ที่สามารถตรวจจับอาการของโรคได้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
- การให้คำแนะนำหรือแม้กระทั่งบังคับให้ผู้ที่มีอาการป่วยทำการสัมผัสติดต่อกับผู้อื่นให้น้อยที่สุด
- การขอให้ผู้ที่มีอาการป่วยยกเลิกการขึ้นเรือ
- การสวมใส่หน้ากากอนามัย และถุงมือขณะที่เข้าใกล้ผู้ที่มีอาการป่วย
- การให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยเพื่อการลดความเสี่ยงที่จะแพร่เชื้อของตนไปสู่ผู้อื่นให้มากที่สุดในเวลาที่จำเป็นต้องอยู่ร่วมกับผู้อื่น เช่น ไม่ควรสัมผัสผู้อื่นโดยตรง รวมถึงช่วงที่ทักทายกัน (เช่น จับมือ จุมพิต) ให้อยู่ในห้องพักนานเท่าที่จะทำได้เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสผู้อื่นให้มากที่สุด และไม่ให้มีส่วนในการจัดการอาหารหรือหน้าที่ที่อาจนำไปสู่การแพร่เชื้อของโรคได้
- การฉีดวัคซีน (ถ้าเป็นไปได้) ให้แก่ลูกเรือที่อาจสัมผัสกับผู้มีอาการป่วย
- การรักษาแบบการใช้ยาต้านไวรัส (หากเป็นไปได้) เพื่อช่วยระงับการติดเชื้อและการปล่อยเชื้อ

2. ตอบโต้ต่อการระบาดของโรค

การตอบโต้ที่เพิ่มระดับขึ้นต่อการระบาดของโรคสามารถลดความรุนแรงและระยะเวลาของการระบาดได้ และยังช่วยป้องการการระบาดของโรคที่อาจส่งผลต่อนักท่องเที่ยวคนอื่นในภายหลัง ตัวอย่างกิจกรรมที่ควรรวมอยู่ในขั้นตอนปฏิบัติ ได้แก่

- การค้นหาและระบุต้นตอของการระบาดของโรค ถ้าลักษณะของการระบาดบ่งบอกถึงต้นกำเนิดเพียงจุดเดียว มาตรการควบคุมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดต้องถูกตรวจสอบใหม่และบังคับใช้อย่างเคร่งครัด นอกจากนี้ควรมีการสืบสวนทางระบาดวิทยาเพื่อระบุหรือแยกชนิดอาหาร หรือแหล่งน้ำออกจากการใช้งาน เนื่องจากการระบาดของโรคโดยมีอาหารและน้ำเป็นพาหะได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องบนเรือหลายลำ หลักเกณฑ์ของสุขลักษณะที่ดีในห้องครัว และการจัดการความปลอดภัยของน้ำดื่มต้องได้รับการทบทวนและตรวจสอบ
- การแนะนำให้ผู้โดยสารหรือลูกเรือที่มีอาการป่วยอยู่ในห้องพัก เชื้อไวรัสจะเริ่มถูกแพร่ผ่านการขับถ่ายสิ่งปฏิกูลและการหายใจในช่วงเวลาสั้นๆ ก่อนที่อาการป่วยจะแสดงออกมา และจะแพร่ต่อไปได้เป็นเวลาหลายสัปดาห์ ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่การแพร่เชื้อขั้นสูงสุดจะเกิดขึ้น 24-72 ชั่วโมง หลังจากเริ่มมีอาการ

ป่วยก็ตาม ระยะเวลาการกักตัวผู้ป่วยควรขึ้นอยู่กับคำแนะนำทางการแพทย์ที่ระบุไว้ตามสาเหตุที่เป็นไปได้ของโรค

- การบังคับให้พนักงานทำความสะอาดและลูกเรือทำการล้างมือหลังจากสัมผัสกับผู้โดยสารหรือลูกเรือหรือวัตถุที่ติดเชื้อโรค ก่อนที่จะหยิบจับอาหารหรือเครื่องดื่มและเมื่อออกจากพื้นที่หรือห้องพักที่ได้รับเชื้อโรค
- การบังคับให้ลูกเรือหรือผู้ที่ดูแลผู้ป่วยสวมใส่หน้ากากอนามัยที่เหมาะสมเพื่อป้องกันตนเองเวลาที่ต้องสัมผัสหรือเข้าใกล้ชิดกับผู้ป่วย
- การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคในพื้นที่ซึ่งเปรอะเปื้อนอาเจียนหรืออุจจาระในทันที พนักงานทำความสะอาดจะต้องสวมถุงมือและผ้ากันเปื้อน ถึงแม้จะมีหลักฐานบอกถึงความเป็นไปได้ของการแพร่เชื้อผ่านทางอากาศ การสวมใส่หน้ากากอนามัยก็ไม่ใช่สิ่งจำเป็น นอกเสียจากคาดว่าจะมีการกระจายเป็นละอองของสิ่งปนเปื้อน
- ถ้าเป็นไปได้ ให้แยกผู้โดยสารที่กำลังขึ้นเรือและผู้โดยสารที่กำลังลงจากเรือ หากมีการระบาดของโรคเกิดขึ้นบนเรือ ควรมีการเลื่อนการขึ้นเรือของผู้โดยสารใหม่จนกว่าเรือจะได้รับการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อทั่วทั้งลำ ช่วงเวลาการแยกประเภทของผู้โดยสารควรขึ้นอยู่กับคำแนะนำทางการแพทย์ที่ระบุไว้ตามลักษณะเฉพาะของโรค

ถ้าการระบาดของโรคดำเนินต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน แสดงว่าเชื้อที่ทำให้เกิดโรค เช่น โนโรไวรัส อาจจะยังซ่อนตัวอยู่ในสิ่งแวดล้อมบนเรือ เมื่อเกิดการระบาดของโรค จำเป็นจะต้องมีแผนการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคที่รวดเร็วและครอบคลุมทั้งในระหว่างการระบาดและหลังจากการระบาด

ควรมีการให้ความสนใจเป็นพิเศษกับการทำความสะอาดวัตถุต่างๆ ที่มักถูกจับต้อง อาทิเช่น ก๊อกน้ำ มือจับประตู ราวจับบนชักโครกและอ่างอาบน้ำ สำหรับเชื้อที่ก่อให้เกิดอาการป่วยเฉียบพลันเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร (AGI) ช่วงเวลาที่ควรดำเนินการทำความสะอาดครั้งสุดท้ายคือ อย่างน้อย 72 ชั่วโมง หลังจากผู้ป่วยคนสุดท้ายหายเป็นปกติ โดยได้คำนึงถึงช่วงการติดเชื้อสูงสุด (48 ชั่วโมง) รวมด้วยระยะการฟักตัวของเชื้อส่วนใหญ่ (24 ชั่วโมง) ในผู้ที่เพิ่งได้รับเชื้อมาใหม่ และพื้นที่ที่ได้รับเชื้อควรได้รับการทำความสะอาดและกำจัดเชื้อโรคเช่นกัน

ผ้าปูเตียงและม่านเตียงที่ปนเปื้อนเชื้อโรคต้องถูกวางอย่างระมัดระวังในถุงซักรีดที่เหมาะสมตามแนวทางการปฏิบัติสำหรับเครื่องนอนที่ติดเชื้อ (เช่น ถุงซักผ้าที่ละลายน้ำได้ (Alginate Bag) ซึ่งย่อยสลายได้และมีถุงใบนอกเป็นสีตามรหัสที่กำหนด) โดยที่ไม่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อโรค หมอนที่ปนเปื้อนควรถูกซักและรีดแบบเดียวกันกับเครื่องนอนที่ติดเชื้อ แต่ให้ใช้วิธีการฆ่าเชื้อโรคแทน ถ้าหากหมอนถูกคลุมด้วยวัสดุกันน้ำ

การกำจัดเชื้อโรคในพรมและผ้าตกแต่งจะมีความยากเป็นพิเศษ ไม่แนะนำให้ใช้ไฮโปคลอไรท์เพราะจะต้องมีการสัมผัสสิ่งที่ปนเปื้อนเป็นเวลานานขณะทำความสะอาด และของหลายชิ้นซึ่งต้องถูกฆ่าเชื้อโรคนั้นไม่ทนต่อสาร

ฟอกผ้าขาวได้ อาจจะใช้วิธีการทำความสะอาดแบบอบไอน้ำสำหรับพรมและผ้าตกแต่งที่ทนต่อความร้อนได้ (พรมบางผืนอาจติดอยู่กับพื้น เนื่องจากทำมาจากวัสดุที่ไม่ทนความร้อน) อย่างไรก็ตาม การอบไอน้ำควรทำอย่างทั่วถึง จะต้องใช้อุณหภูมิอย่างน้อยที่สุด 60 องศาเซลเซียส จึงจะทำการฆ่าเชื้อโรคได้สำเร็จ และในทางปฏิบัติแล้ว การทดลองหลายครั้งได้แสดงให้เห็นว่า ขณะที่มีการอบไอน้ำทำความสะอาด บ่อยครั้งที่อุณหภูมิสูงตามที่กล่าวนั้นเข้าไปไม่ถึงเนื้อพรม การใช้เครื่องดูดฝุ่นทำความสะอาดพรมและพื้นขัดเงาไม่เป็นวิธีที่แนะนำ เพราะจะทำให้เชื้อไวรัสหมุนเวียนกลับมาใหม่ได้

พื้นผิวแข็งที่ปนเปื้อนควรถูกล้างทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกและน้ำร้อน ถูด้วยผ้าที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ก่อนจะฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีที่เหมาะสม ผ้าที่ใช้แล้วทิ้งต้องถูกนำไปทิ้งอย่างปลอดภัยเพื่อที่จะไม่ให้ไปปนเปื้อนผู้อื่นได้ ผ้าม๊อบ ไม้ถูพื้นและผ้าเช็ดทำความสะอาดที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้จะต้องถูกซักล้างด้วยน้ำร้อนแบบเดียวกันกับเครื่องนอน

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ตัวอย่างของสิ่งอันตราย มาตรการควบคุม ขั้นตอนการสังเกตการณ์ และวิธีการแก้ไขปัญหา สำหรับระบบน้ำบริโภคบนเรือ

แหล่งเก็บน้ำ

สิ่งอันตราย เหตุการณ์ที่เป็นอันตราย	มาตรการควบคุม	ขั้นตอนการสังเกตการณ์	วิธีการแก้ไขปัญหา
แหล่งน้ำมีการปนเปื้อน	มีการตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำอย่างสม่ำเสมอ	เฝ้าสังเกตระดับจุลินทรีย์ที่ชี้วัดคุณภาพน้ำ และความขุ่นของน้ำ	กรองและฆ่าเชื้อโรคในน้ำ หรือใช้น้ำจากแหล่งอื่น
ตัวกรองเสียหรือชำรุด	มีการตรวจสอบอุปกรณ์อย่างละเอียดและทำการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	เฝ้าสังเกตคุณภาพในการกรองของอุปกรณ์ด้วยการวัดค่าความขุ่นของน้ำ	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย
สายยางปนเปื้อน	มีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคเป็นประจำ มีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเป็นประจำ มีการเก็บอุปกรณ์อย่างเหมาะสม และมีการติดป้ายบอกชัดเจน	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์
ก็อกน้ำปนเปื้อน	มีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคเป็นประจำ มีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเป็นประจำ	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์

สิ่งอันตราย เหตุการณ์ที่เป็นอันตราย	มาตรการควบคุม	ขั้นตอนการสังเกตการณ์	วิธีการแก้ไขปัญหา
พบว่าแหล่งเก็บน้ำเชื่อมต่อเข้ากับท่อของน้ำที่ดื่มไม่ได้เมื่อมีการเติมน้ำมัน	มีรูปแบบการขนส่งน้ำมันและการเดินท่อที่ถูกต้อง มีการติดป้ายบอกถูกต้อง ต้องไม่มีช่องทางที่ปล่อยให้น้ำที่ดื่มไม่ได้หลุดรอดเข้ามา	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ	ติดตั้งท่อใหม่ แยกส่วนของระบบออก เติมคลอรีน ระบายน้ำออก
อุปกรณ์ป้องการไหลย้อนกลับเสียหรือชำรุดเมื่อมีการเติมน้ำมัน	ต้องไม่มีจุดชำรุดเสียหายที่ปล่อยให้น้ำที่ปนเปื้อนไหลเข้ามาได้	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ พร้อมทำการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์

การจัดเก็บน้ำ

สิ่งอันตราย เหตุการณ์ที่เป็นอันตราย	มาตรการควบคุม	ขั้นตอนการสังเกตการณ์	วิธีการแก้ไขปัญหา
ตะกอนที่ก้นถังเก็บน้ำ	มีการทำความสะอาดเป็นประจำ (เช่น ทุกๆ 6 เดือน)	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ ทำเอกสารรายงาน	ตั้งข้อปฏิบัติในการทำความสะอาดถังเก็บน้ำ
ตะแกรงเหล็กไวร์เมชในท่อน้ำทิ้งหรือท่อระบายอากาศชำรุดเสียหาย	มีการตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ พร้อมทำการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	ตรวจสอบด้านสุขอนามัยอย่างละเอียดเป็นประจำ	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์
พบการเชื่อมต่อกันระหว่างถังเก็บน้ำที่ดื่มได้กับถังหรือท่อของน้ำที่ดื่มไม่ได้	มีแผนการดูแลควบคุมการเชื่อมต่อ	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ พร้อมทำการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์
พบการชำรุดของถังเก็บน้ำที่ดื่ม	มีการตรวจสอบด้านสุขอนามัยอย่างละเอียดเป็นประจำ	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ พร้อมทำการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์

ระบบการแจกจ่ายน้ำ

สิ่งอันตราย เหตุการณ์ที่เป็นอันตราย	มาตรการควบคุม	ขั้นตอนการสังเกตการณ์	วิธีการแก้ไขปัญหา
เกิดการเชื่อมต่อกับท่อน้ำที่ดื่มไม่ได้	มีการป้องกันการเชื่อมต่อกันของท่อ มีข้อปฏิบัติสำหรับการตรวจสอบการซ่อมแซมและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ มีการแยกแยะท่อและถังเก็บที่ถูกต้อง	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ	หยุดการเชื่อมต่อกันของท่อ
ท่อน้ำชำรุดหรือรั่ว	มีข้อปฏิบัติสำหรับการตรวจสอบ การซ่อมแซมและการบำรุงรักษาอุปกรณ์	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ	ซ่อมท่อที่ชำรุดหรือรั่ว
อุปกรณ์ป้องการไหลย้อนกลับเสียหรือชำรุด ณ จุดน้ำออกทั่วทั้งระบบแจกจ่ายน้ำ	ต้องไม่มีจุดชำรุดเสียหายที่ปล่อยให้น้ำที่ปนเปื้อนไหลเข้ามาได้	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ ทดสอบอุปกรณ์ป้องการไหลย้อนกลับ	ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์
เกิดการปนเปื้อนของน้ำระหว่างการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาท่อหรือถังเก็บน้ำ	ต้องไม่มีจุดชำรุดเสียหายที่ทำให้สิ่งปนเปื้อนหลุดเข้ามาในท่อหรือถังเก็บน้ำที่ดื่มได้ มีข้อปฏิบัติสำหรับการซ่อมแซมและบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างถูกสุขลักษณะ มีข้อปฏิบัติสำหรับการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค	ตรวจสอบการดำเนินงานเก็บตัวอย่างน้ำ (เพื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ในน้ำ)	อบรมให้ความรู้พนักงาน จัดทำข้อปฏิบัติในการดำเนินงาน ฆ่าเชื้อโรคบริเวณที่มีรอยแตกและอุปกรณ์เชื่อมต่อของท่อ
ท่อหรือถังเก็บน้ำรั่ว	มีการป้องการการรั่วของอุปกรณ์ มีการบำรุงรักษาและฟื้นฟูระบบ	ตรวจสอบอย่างละเอียดเป็นประจำ เฝ้าสังเกตความดันและการไหลของน้ำ	ซ่อมแซมอุปกรณ์

สิ่งอันตราย เหตุการณ์ที่เป็นอันตราย	มาตรการควบคุม	ขั้นตอนการสังเกตการณ์	วิธีการแก้ไขปัญหา
วัสดุของท่อที่ใช้มีสารที่เป็นพิษ	ท่อต้องเป็นวัสดุที่ไม่มีสารพิษ มีการกำหนด คุณลักษณะของวัสดุของท่อที่ใช้	ตรวจสอบคุณลักษณะของท่อและวัสดุที่ใช้ทำท่อ ตรวจสอบใบรับรองคุณลักษณะ	เปลี่ยนท่อใหม่ถ้าท่อที่ใช้มีคุณลักษณะที่ไม่ถูกต้อง
จำนวนสารตกค้างในน้ำไม่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรค	ต้องมีจำนวนสารตกค้างมากพอในการป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเกิดขึ้นใหม่ (เช่น ปริมาณคลอรีนอิสระตกค้างควรมากกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร)	เผ้าสังเกตปริมาณสารตกค้าง ค่า pH และอุณหภูมิของน้ำแบบออนไลน์ เก็บตัวอย่างน้ำมาตรวจสอบเป็นประจำ	สืบสวนสาเหตุและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

อภิธานศัพท์

Acceptable non-rat-proof material วัสดุป้องกันหนูที่ยอมรับได้	วัสดุที่มีพื้นผิวทนต่อการกัดแทะของหนู มีแผ่นครอบปิดมุมตามขอบสัมผัส แต่หนูอาจเจาะผ่านเข้ามาได้หากขอบไม่ได้ทำจากวัสดุป้องกันการกัดแทะ
Accessible เข้าถึงได้	บริเวณที่เข้าถึงได้เพื่อทำความสะอาดและตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมืออย่างง่าย เช่น ไขควง คีม หรือประแจ
Air gap ช่องว่างอากาศ	ไม่มีการกีดขวางระหว่างระยะห่างตามแนวดิ่ง ที่อากาศสามารถผ่านได้สะดวกระหว่างช่องเปิดที่ต่ำสุดของท่อหรือวาว์ลจ่ายน้ำสู่ถังเก็บน้ำ การติดตั้งท่อประปาหรืออุปกรณ์อื่นๆ และระดับท่วมของน้ำกับขอบที่รองรับหรือการรองรับอื่นๆ ช่องว่างอากาศต้องมีขนาดอย่างน้อยเป็นสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งน้ำหรือวาล์ว หรืออย่างน้อง 2.5 เซนติเมตร
Backflow การไหลย้อนกลับ	การไหลของน้ำหรือของเหลวอื่นๆ สารผสมหรือสารประกอบอื่นๆ เข้าสู่ท่อกระจายน้ำอุปโภคจากแหล่งน้ำอื่นที่ไม่ใช่แหล่งน้ำอุปโภค การไหลย้อนแบบกาลักน้ำเป็นรูปแบบหนึ่งของการไหลย้อนกลับ
Backflow preventer การป้องกันการไหลย้อนกลับ	การติดตั้งปั๊มป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำต้องติดตั้งในท่อกระจายน้ำอุปโภค ต้องติดตั้งตรงตำแหน่งจุดเชื่อมต่อท่อโดยตรงหรือจุดเชื่อมต่อระหว่างระบบกระจายน้ำอุปโภคและของเหลว สารผสมหรือสารประกอบจากแหล่งอื่นๆ อุปกรณ์บางชนิด ถูกออกแบบสำหรับใช้ภายใต้แรงดันน้ำแบบคงที่ ในขณะที่อุปกรณ์อื่นๆ ถูกออกแบบมาโดยไม่ใช้แรงดัน
Corrosion resistant ทนต่อการกัดกร่อน	สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้โดยยังคงลักษณะของพื้นผิวได้ภายใต้สภาพแวดล้อมและการใช้งานในระยะเวลานาน
Coved ส่วนเว้า	พื้นผิวที่ การขึ้นรูปหรือการออกแบบที่ป้องกันการเกิดมุม 90 องศา หรือน้อยกว่า เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นและสิ่งสกปรกและง่ายต่อการทำความสะอาด

Crew ลูกเรือ	บุคคลบนเรือที่ไม่ใช่ผู้โดยสาร
Cross-connection การเชื่อมต่อข้ามระบบ	การเชื่อมต่อหรือโครงสร้างไม่มีระบบการป้องกัน ระหว่างน้ำแหล่งสาธารณะหรือแหล่งน้ำอื่นๆ กับระบบน้ำบริโภค อาจเกิดการปนเปื้อนของน้ำที่ผ่านการใช้แล้ว น้ำอุตสาหกรรม ก๊าซ หรือสารอื่นๆ เข้าสู่ระบบน้ำอุปโภคได้ การจัดการทางผ่าน การเชื่อมต่อ การตัดบางส่วนออก การหมุนหรือการเปลี่ยนสลับอุปกรณ์ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ชั่วคราวหรือถาวร อาจทำให้เกิดการไหลย้อนกลับได้ควรคำนึงถึงการเชื่อมต่อข้ามระบบด้วย
Deck sink อ่างล้างจานแบบติดโต๊ะ	อ่างที่ยึดติดกับโต๊ะควรมีลักษณะโค้งมน ลาดเอียงเป็นแอ่งกระทะ
Easily cleanable ทำความสะอาดง่าย	มีการออกแบบและสร้างจากวัสดุที่ทำความสะอาดง่ายและทั่วถึงด้วยวิธีการทำความสะอาดและอุปกรณ์ทำความสะอาดแบบปกติ
Flashing แผ่นปิดครอบมุม	การปิดหรือครอบมุม พื้นที่ หรือขอบต่างๆ ที่ทำจากวัสดุที่ยอมรับได้ในพื้นที่ป้องกันหนู แผ่นครอบต้องทำจากวัสดุกันหนู และกว้างมากพอที่ป้องกันการแทะและแข็งแรงทนทาน
Floor sink อ่างล้างจานแบบติดพื้น	ดูข้อมูลจากอ่างล้างจานแบบติดโต๊ะ
Food contact surfaces พื้นผิวสัมผัสอาหาร	พื้นผิวของเครื่องใช้และภาชนะอุปกรณ์ที่อาหารสัมผัสและพื้นผิวที่อาหารอาจไหลหยดหรือกระเด็นกลับสู่พื้นผิวที่ปกติจะสัมผัสอาหาร สิ่งเหล่านี้รวมถึงพื้นที่บริเวณเครื่องทำน้ำแข็งเหนือรางน้ำแข็งไปยังถังใส่น้ำแข็ง
Food handing areas พื้นที่จัดการอาหาร	พื้นที่ใดก็ตามที่มีไว้เพื่อจัดเก็บ ดำเนินการ เตรียมหรือ เสริฟอาหาร
Food preparation areas พื้นที่เตรียมอาหาร	พื้นที่ใดก็ตามที่มีไว้เพื่อดำเนินการ ประกอบอาหารหรือเตรียมเสริฟอาหาร
Food service areas พื้นที่ให้บริการอาหาร	พื้นที่ใดก็ตามที่อาหารถูกนำออกมาให้บริการแก่ผู้โดยสารหรือลูกเรือ (ไม่รวมถึงการบริการภายในห้องพักผู้โดยสาร)

Food storage areas พื้นที่เก็บเสบียง	พื้นที่ใดก็ตามที่อาหารหรือผลิตภัณฑ์อาหารถูกเก็บไว้
Greywater น้ำที่ผ่านการใช้แล้ว	น้ำที่ผ่านการใช้แล้วที่มาจากห้องครัว เครื่องล้างจาน ฝักบัว ซักรีด อ่างอาบน้ำและอ่างล้างหน้า ไม่รวมถึงน้ำเสียจากส้วม น้ำเสียจากห้องพยาบาล หรือน้ำท้องเรือจากพื้นที่ว่างของเครื่องจักร
Health-based target เป้าหมายด้านสุขภาพ	เกณฑ์มาตรฐานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่เป้าหมายด้านสุขภาพหรือความปลอดภัยทางน้ำที่กำหนดไว้ ซึ่งมีอยู่ 4 เป้าหมาย คือ เป้าหมายผลลัพธ์ด้านสุขภาพ เป้าหมายด้านคุณภาพน้ำ เป้าหมายด้านประสิทธิภาพ และเป้าหมายด้านเทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจง
Maximum opening ช่องเปิดขนาดใหญ่สุด	ช่องเปิดขนาดใหญ่ที่สุดที่หนูไม่สามารถผ่านได้ ทั้งในพื้นที่กันหนูและที่พบหนูอย่างหนาแน่น โดยไม่คำนึงถึงรูปร่างของช่องเปิด ซึ่งปกติมีขนาด 1.25 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
Non-absorbent materials วัสดุที่มีคุณสมบัติไม่ดูดซับ	วัสดุที่พื้นผิวทนต่อการดูดซับความชื้น
Non-food contact surfaces พื้นผิวที่ห้ามสัมผัสอาหาร	พื้นผิวที่สัมผัสทั้งหมดนอกเหนือจากที่สัมผัสกับอาหารหรือพื้นผิวที่สัมผัสจากการกระเด็นของอุปกรณ์ที่อยู่ในที่เก็บอาหาร การเตรียมและพื้นที่ให้บริการอาหาร
Portable เคลื่อนย้ายได้	ลักษณะอุปกรณ์ที่เคลื่อนย้ายสะดวก หรือมีล้อติด ตัวเลื่อนหรือล้อเลื่อนมากับอุปกรณ์จักรกล สามารถเอียงทำความสะอาดได้อย่างปลอดภัยหรือสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยคนเพียงคนเดียว
Potable water น้ำบริโภค	น้ำจืดที่ใช้สำหรับการอุปโภค เช่น การดื่ม การล้าง แปรงฟัน อาบน้ำ หรือน้ำฝักบัว เพื่อใช้ในการนันทนาการทางน้ำ เพื่อใช้ในห้องพยาบาลบนเรือ เพื่อจัดการ การเตรียมหรือปรุงประกอบอาหาร และเพื่อทำความสะอาดที่เก็บอาหารและที่เตรียมอาหาร ภาชนะอุปกรณ์และเครื่องใช้ น้ำอุปโภคที่ให้คำจำกัดความไว้ในคู่มือองค์การอนามัยโลกสำหรับคุณภาพน้ำดื่ม ว่าต้องไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพระหว่างการบริโภค รวมถึง ความไวรับที่แตกต่างกันที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการเก็บไว้บริโภค

Potable water tanks ถังบรรจุน้ำบริโภค	ถังทุกประเภทที่ใช้เก็บน้ำบริโภคจากหน่วยผลิตเพื่อกระจายน้ำและใช้น้ำเพื่อการบริโภค
Rat-proof area พื้นที่กันหนู	พื้นที่ที่แยกจากพื้นที่อื่นอย่างชัดเจน มีการออกแบบและทำจากวัสดุที่กันหนูได้
Rat-proof material วัสดุกันหนู	วัสดุที่มีพื้นที่ผิวและขอบทนต่อการกัดแทะของหนู
Readily removable พร้อมถอดออก/เคลื่อนย้ายได้ทันที	สามารถแยกออกจากอุปกรณ์หลักได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือใดๆ
Removable สามารถถอดออก/เคลื่อนย้ายได้	สามารถแยกออกจากอุปกรณ์หลักได้โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย เช่น ไขควง คีม หรือประแจ
Scupper ช่องระบายน้ำข้างเรือ	รางน้ำหรืออ่างรับน้ำล้นเพื่อระบายน้ำออก
Sealant วัสดุกันรั่ว	วัสดุที่ใช้อุดป้องกันการรั่วซึมจากของเหลวหรือน้ำ
Seam ตะเข็บ/รอยต่อ	จุดเปิดที่เชื่อมต่อระหว่างวัสดุที่คล้ายกันหรือแตกต่างกันสองชนิด จุดประสานรอยเชื่อมที่ผิวขัดเรียบจะไม่นับว่าเป็นตะเข็บ/รอยต่อ
Sewage ของเสีย/สิ่งปฏิกูล	ของเสียที่เป็นของเหลวใดๆ ที่มาจากมนุษย์ สัตว์หรือพืช มีลักษณะเป็นสารแขวนลอยหรือสารละลาย รวมถึง ของเหลวที่มีสารเคมีเป็นองค์ประกอบ
Ship เรือ	เรือเดินสมุทรหรือเรือนำร่องเพื่อการท่องเที่ยวระหว่างประเทศหรือในประเทศ
Utility sink อ่างน้ำ	อ่างใดๆ ที่อยู่ในพื้นที่ให้บริการด้านอาหารที่ไม่ได้ใช้สำหรับล้างมือและ/หรือล้างจาน

เอกสารอ้างอิง

Bartram J et al., eds (2007). *Legionella and the prevention of legionellosis.* Geneva, World Health Organization (http:// www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf, accessed 30 January 2011).

Bartram J et al. (2009). *Water safety plan manual: step- by-step risk management for drinking-water suppliers.* Geneva, World Health Organization (http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241562638_ eng.pdf, accessed 30 January 2011).

Brotherton JML et al. (2003). A large outbreak of influenza A and B on a cruise ship causing widespread morbidity. *Epidemiology and Infection*, 130(2):263–271.

Cheesbrough JS et al. (2000). Widespread environmental contamination with Norwalk-like viruses (NLV) detected in a prolonged hotel outbreak of gastroenteritis. *Epidemiology and Infection,* 125(1):93–98.

Cruise Lines International Association (2010). *The contribution of the North American cruise industry to the U.S. economy in 2009.* Prepared by Business Research and Economic Advisors for the Cruise Lines International Association.

Delmont J et al. (1994). Harbour-acquired *Plasmodium falciparum* malaria. The Lancet, 344(8918):330–331.

de Wit MAS, Koopmans MPG, van Duynhoven YTHP (2003). Risk factors for norovirus, Sapporo-like virus, and group A rotavirus gastroenteritis. *Emerging Infectious Diseases* [serial online], December 2003 (http://www.cdc.gov/ncidod/EID/ vol9no12/02-0076.htm, accessed 30 January 2011).

Falkinham JO III (2003). Mycobacterial aerosols and respiratory disease. *Emerging Infectious Diseases* [serial online], July 2003 (http://www.cdc.gov/ncidod/eid/ vol9no7/02-0415.htm, accessed 30 January 2011).

FAO/WHO (1995). *Codex Alimentarius:* Vol. 1B—General requirements (food hygiene). Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (1997a). *Codex Alimentarius: Supplement to volume 1B—General requirements (food hygiene),* 2nd ed. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (1997b). Codex Alimentarius: *Food hygiene—Basic texts—General principles of food hygiene, HACCP guidelines, and guidelines for the establishment of microbiological criteria for foods.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (1999). Codex Alimentarius: Vol. 1A—General requirements, 2nd ed., revised. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (2001). *General standard for bottled/packaged drinking waters (other than natural mineral waters).* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission (Codex Standard 227-2001; http:// www.codexalimentarius.net/download/ standards/369/CXS_227e.pdf, accessed 30 January 2011).

FAO/WHO (2003). *Recommended international code of practice— General principles of food hygiene.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission (CAC/RCP1-1969, Rev. 4-2003; http://www.codexalimentarius.net/download/ standards/23/cxp_001e.pdf, accessed 30 January 2011).

Gustafson TL et al. (1983). *Pseudomonas* folliculitis: an outbreak and review. *Reviews of Infectious Diseases,* 5:1–8.

IHS Fairplay (2010). *World fleet statistics 2009.* IHS Global Ltd.

IMO (1998). *Guidelines for the control and management of ships' ballast water to minimize the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens.* London, International Maritime Organization.

IMO (2009). *International shipping and world trade facts and figures*, October 2009. International Maritime Organization, Maritime Knowledge Centre (http://www. imo.org/KnowledgeCentre/ShippingFactsAndNews/ TheRoleandImportanceofInternationalShipping/Documents/ International%20Shipping%20and%20World%20Trade%20 - %20facts%20and%20figures%20oct%202009%20 rev1___tmp65768b41.pdf, accessed 30 January 2011).

IMO (2010). Life-Saving Appliance Code. In: Life-saving appliances, 2010 ed. London, International Maritime Organization.

Lemmon JM, McAnulty JM, Bawden-Smith J (1996). Outbreak of cryptosporidiosis linked to an *indoor swimming pool. Medical Journal of Australia*, 165:613.

Lew JF et al. (1991). *An outbreak of shigellosis aboard a cruise ship caused by a multiple-antibiotic-resistant strain of Shigella flexneri. American Journal of Epidemiology*, 134(4):413–420.

Marks PJ et al. (2000). Evidence for airborne transmission of Norwalk-like virus (NLV) in a hotel restaurant. *Epidemiology and Infection*, 124:481–487.

National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (1997). *Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines.* Washington, DC, United States Department of Health and Human Services (http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/HazardAnalysisCriticalControlPointsHACCP/ ucm114868.htm, accessed 30 January 2011).

Ratnam S et al. (1986). Whirlpool associated folliculitis caused by *Pseudomonas aeruginosa*: report of an outbreak and review. Journal of Clinical Microbiology, 23:655–659.

Rooney RM et al. (2004). A review of outbreaks of waterborne disease associated with ships: evidence for risk management. *Public Health Reports*, 119:435–442.

Temeshnikova ND et al. (1996). The presence of *Legionell*a spp. in the water system of ships. In: Berdal B, ed. *Legionella infections and atypical pneumonias. Proceedings of the 11th meeting of the European Working Group on Legionella Infections, Oslo, Norway, June 1996*. Oslo, Norwegian Defence Microbiological Laboratory.

Tu ETV et al. (2008). Norovirus excretion in an aged-care setting. *Journal of Clinical Microbiology,* 46:2119–2121.

United Kingdom Food Standards Agency (2009). *Food handlers: fitness to work. Regulatory guidance and best practice advice for food business operators.* London, Food Standards Agency (http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/publication/fitnesstoworkguide09v3.pdf, accessed 30 January 2011).

United Nations (2008). *Review of maritime transport.* Geneva, United Nations Conference on Trade and Development (Publication UNCTAD/RMT/2008).

United States Centers for Disease Control and Prevention (1996). Lake-associated outbreak of *Escherichia coli* O157:H7—Illinois, 1995. *Morbidity and Mortality Weekly Report,* 45(21):437–439.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2000). *Pseudomonas dermatitis/* folliculitis associated with pools and hot tubs—Colorado and Maine, 1999–2000. *Morbidity and Mortality Weekly Report,* 49(48):1087–1091.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2001a). Protracted outbreaks of cryptosporidiosis associated with swimming pool use—Ohio and Nebraska, 2000. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 50(20):406–410.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2001b). Shigellosis outbreak associated with an unchlorinated fill-and-drain wading pool—Iowa, 2001. *Morbidity and Mortality Weekly Report,* 50(37):797–800.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2002). Outbreaks of gastroenteritis associated with noroviruses on cruise ships—United States. *Morbidity and Mortality Weekly Report,* 51:1112.

White P et al. (2002). Norwalk-like virus 95/96-US strain is a major cause of gastroenteritis outbreaks in Australia. *Journal of Medical Virology,* 68(1):113–118.

WHO (1997). *Guidelines for drinking-water quality*, 2nd ed. *Vol. 3. Surveillance and control of community supplies.* Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/water_sanitation_ health/dwq/gdwqvol32ed.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (1999). *Guidelines for safe disposal of unwanted pharmaceuticals in and after emergencies: interagency guidelines.* Geneva, World Health Organization (WHO/EDM/PAR/99.2; http:// www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/unwantpharm.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2001). Sanitation on ships. *Compendium of outbreaks of foodborne and waterborne disease and Legionnaires' disease associated with ships 1970–2000.* Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/01.4; http:// www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/ships/ en/shipsancomp.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2004). *WHO guidelines for the global surveillance of severe acute respiratory syndrome (SARS). Updated recommendations. October 2004.* Geneva, World Health Organization (WHO/CDS/CSR/ ARO/2004.1; http://www.who.int/csr/resources/publications/ WHO_CDS_CSR_ARO_2004_1.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2005). *Revision of the International Health Regulations.* Geneva, World Health Organization, Fifty-eighth World Health Assembly (WHA58.3, Agenda item 13.1, 23 May 2005; http:// whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241580410_ eng.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2006). *Guidelines for safe recreational water environments. Vol. 2. Swimming pools and similar environments.* Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/water_sanitation_ health/bathing/srwe2full.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2007). *International medical guide for ships*, 3rd ed. Geneva, World Health Organization.

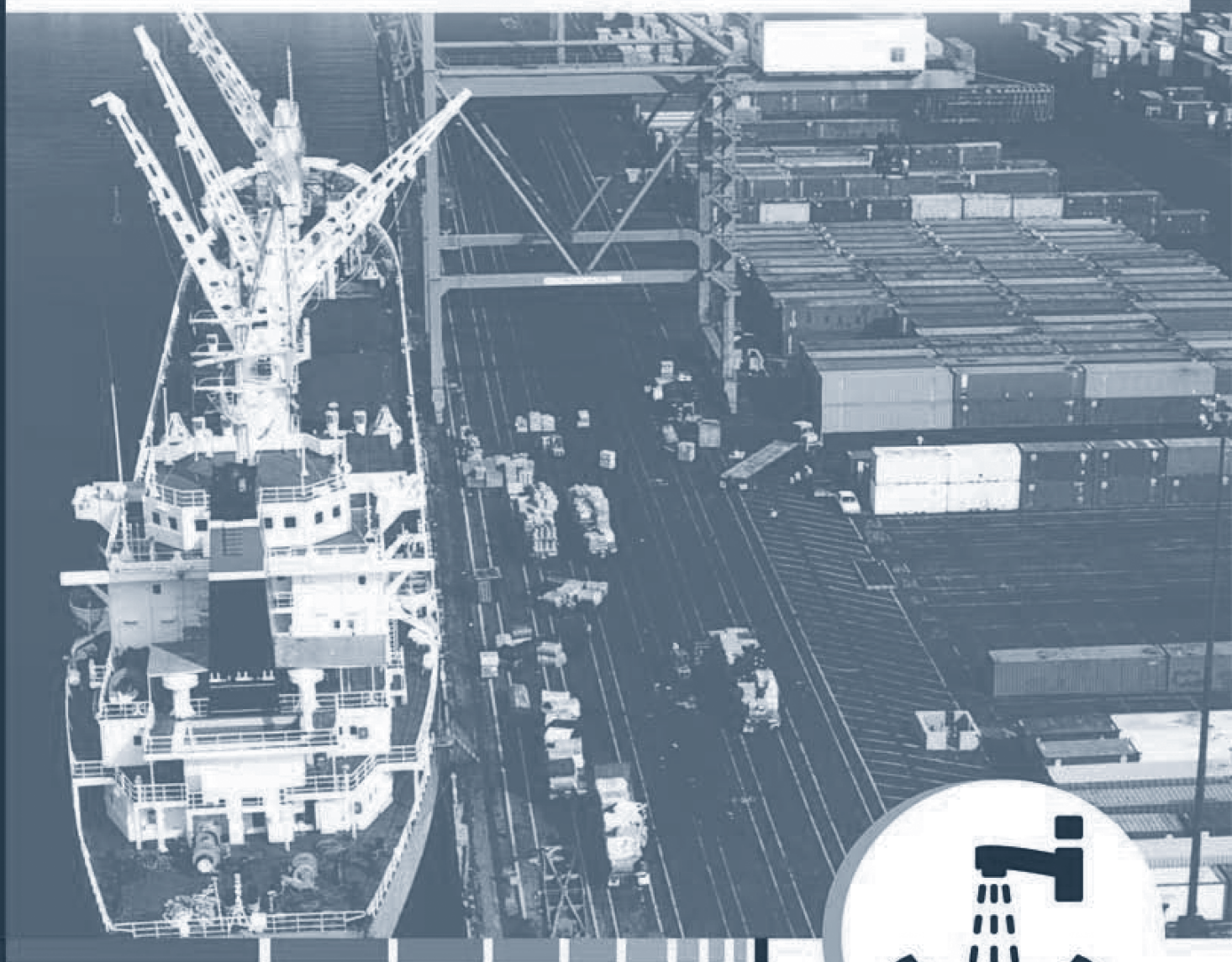
WHO (2009). Guide to hygiene and sanitation in aviation, 3rd ed. Module 1: Water; Module 2: Cleaning and disinfection of facilities. Geneva, World Health Organization (http://www.who. int/water_sanitation_health/hygiene/ships/guide_hygiene_ sanitation_aviation_3_edition.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2010). International Health Regulations (2005). Recommended procedures for inspection of ships and issuance of Ship Sanitation Certificates. Draft document. Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/ihr/ports_airports/ssc_guide_draft_27_may_2010.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2011). Guidelines for drinking-water quality, 4th ed. Geneva, World Health Organization (in press).

Guide to Ship Sanitation

Third Edition



World Health Organization

Guide to ship sanitation

Third edition

Geneva 2011

WHO Library Cataloguing-in-Publication Data:

World Health Organization.

WHO *Guide to ship sanitation*. 3rd ed.

1. Ships 2. Public health 3. Sanitation 4. Disease transmission—prevention and control 5. Communicable disease control—methods 6. Guidelines I. Title.

ISBN 978 92 4 154669 0 (NLM classification: WA 810)

© World Health Organization 2011

All rights reserved. Publications of the World Health Organization can be obtained from WHO Press, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (tel: +41 22 791 2476; fax: +41 22 791 4857; email: bookorders@who.int). Requests for permission to reproduce or translate WHO publications—whether for sale or for noncommercial distribution—should be addressed to WHO Press, at the above address (fax: +41 22 791 4806; email: permissions@who.int).

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by the World Health Organization in preference to others of a similar nature that are not mentioned. Errors and omissions excepted, the names of proprietary products are distinguished by initial capital letters.

All reasonable precautions have been taken by WHO to verify the information contained in this publication. However, the published material is being distributed without warranty of any kind, either express or implied. The responsibility for the interpretation and use of the material lies with the reader. In no event shall the World Health Organization be liable for damages arising from its use.

Printed in France

Cover design by Crayonbleu, Lyon, France
Layout by Biotext Pty Ltd, Canberra, Australia

Contents

Foreword ..... **vii**

Acknowledgements ..... **ix**

Acronyms and abbreviations ..... **xiii**

1 Introduction **1**

1.1 Significance of ships to health 1

1.2 Scope, purpose and objective 2

1.3 Harmonization with other international regulations 3

1.3.1 International Health Regulations 3

1.3.2 International Labour Organization 4

1.3.3 International Maritime Organization 7

1.4 Roles and responsibilities 8

1.4.1 Designer/constructor 8

1.4.2 Owner/operator 8

1.4.3 Master/crew 9

1.4.4 Port authorities 9

1.5 Structure of the *Guide to ship sanitation* 10

2 Water **11**

2.1 Background 11

2.1.1 Standards related to potable water 13

2.1.2 Role of the International Health Regulations (2005) 14

2.1.3 Potable water sources from ashore and uses on board ships 15

2.1.4 Health risks associated with potable water on ships 16

2.1.5 Bottled water and ice 18

2.1.6 Definitions, overview and objectives of water safety plans 19

2.2 Guidelines 21

2.2.1 Guideline 2.1: Water safety plan for shore supplies, delivery system and bunker boats or barges 21

2.2.2 Guideline 2.2: Water quantity 25

2.2.3 Guideline 2.3: Water safety plan for ship water supply 26

2.2.4 Guideline 2.4: Independent surveillance 47

3 Food 55

3.1 Background 55

3.1.1 Food supply and transfer chain 55
3.1.2 Health risks associated with food on ships 55
3.1.3 International Health Regulations (2005) 58
3.1.4 Overview of food safety plans, and hazard analysis and critical control points 59

3.2 Guidelines 62

3.2.1 Guideline 3.1: Food safety plans 63
3.2.2 Guideline 3.2: Food receipt 64
3.2.3 Guideline 3.3: Equipment and utensils 67
3.2.4 Guideline 3.4: Materials 69
3.2.5 Guideline 3.5: Facilities 71
3.2.6 Guideline 3.6: Storage, preparation and service spaces 75
3.2.7 Guideline 3.7: Toilet and personal hygiene facilities 78
3.2.8 Guideline 3.8: Dishwashing 80
3.2.9 Guideline 3.9: Safe food storage 82
3.2.10 Guideline 3.10: Maintenance, cleaning and disinfection 84
3.2.11 Guideline 3.11: Personal hygiene 85
3.2.12 Guideline 3.12: Training 87
3.2.13 Guideline 3.13: Food wastes 88

4 Recreational water environments 89

4.1 Background 89

4.1.1 Health risks associated with recreational water environments on ships 89
4.1.2 Recreational water environment guidelines 91

4.2 Guidelines 91

4.2.1 Guideline 4.1: Design and operation 92
4.2.2 Guideline 4.2: Pool hygiene 105
4.2.3 Guideline 4.3: Monitoring 107

5 Ballast water 111

5.1 Background 111

5.1.1 Health risks associated with ballast water on ships 111
5.1.2 Standards 111

5.2 Guidelines 112

5.2.1 Guideline 5.1: Ballast water management 113
5.2.2 Guideline 5.2: Ballast water treatment and disposal 114

6 Waste management and disposal 117

6.1 Background 117

6.1.1 Health risks associated with wastes on ships 117

6.1.2 Standards 118

6.2 Guidelines 118

6.2.1 Guideline 6.1: Sewage and greywater management 119

6.2.2 Guideline 6.2: Solid waste management 121

6.2.3 Guideline 6.3: Health-care and pharmaceutical waste management 123

7 Vector and reservoir control 125

7.1 Background 125

7.1.1 Health risks associated with vectors on ships 125

7.1.2 Standards 126

7.2 Guidelines 126

7.2.1 Guideline 7.1: Insect vector control 127

7.2.2 Guideline 7.2: Rodent vector control 129

8 Controlling infectious diseases in the environment 133

8.1 Background 133

8.1.1 Health risks associated with persistent infectious agents on ships 133

8.2 Guidelines 136

8.2.1 Guideline 8.1: Transmission routes 138

8.2.2 Guideline 8.2: Air quality 139

8.2.3 Guideline 8.3: Cases and outbreaks 140

Annex Examples of hazards, control measures, monitoring procedures and corrective actions for the ship water supply system 143

Glossary 147

References 151

Tables

Table 2-1 Pathogens and toxins linked to outbreaks of waterborne disease associated with ships, 1 January 1970 – 30 June 2003 16

Table 2-2 Examples of parameters frequently tested in potable water and typical values 50

Table 3-1 Agents associated with foodborne disease outbreaks within ships, 1 January 1970 – 30 June 2003 57

Table 3-2 Examples of proper food receipt temperatures and conditions for foods supplied to ship 66

Figures

Figure 2-1 Schematic of ship drinking-water supply chain, showing 1) source, 2) transfer and delivery system and 3) ship water system 12

Figure 2-2 Application of water safety plans 20

Foreword

Historically, ships have played a significant role in the global transmission of infectious disease. Some of the earliest recorded evidence of attempts to control human disease transmission via ships dates to the 14th century, when ports denied access to ships suspected of carrying the plague. In the 19th century, the spread of cholera pandemics was thought to have been facilitated by merchant shipping. A World Health Organization (WHO) review identified more than 100 disease outbreaks associated with ships between 1970 and 2003 (Rooney et al., 2004).

Today's world fleet of propelled seagoing merchant ships of more than 100 billion tonnes comprises 99 741 ships, with an average age of 22 years, registered in more than 150 nations and crewed by more than a million seafarers of virtually every nationality (IHS Fairplay, 2010). World seaborne trade figures suggest that the amount of goods loaded on ships has increased considerably in recent decades; in 2007, it reached 7.3 billion tonnes, a volume increase of 4.8% over the previous year (United Nations, 2008). During the three decades to 2008, the annual average growth rate of world seaborne trade was estimated at 3.1% (United Nations, 2008). The shipping industry also supports tourism and recreation. American cruise ships alone carried 13.4 million people during 2009, for an average period of 7.3 days per person, a passenger number increase averaging 4.7% per year over the preceding four years (Cruise Lines International Association, 2010). Naval ships also carry considerable numbers of crew, sometimes more than 5000 per ship. Ferries are ubiquitous around the world in port cities and at some river crossings and are used by many people on a daily basis.

Because of the international nature of ship transport, international regulations relating to sanitary aspects of ship transport have been in place for more than half a century. The International Sanitary Regulations of 1951 were replaced by the International Health Regulations (IHR) adopted by WHO in 1969. The IHR were revised at the Fifty-eighth World Health Assembly in 2005.

The WHO *Guide to ship sanitation* has become the official WHO global reference on health requirements for ship construction and operation. Its original purpose was to standardize the sanitary measures taken in ships, to safeguard the health of travellers and workers and to prevent the spread of infection from one country to another. Today, however, given the number of specific guidance documents, conventions and regulations currently available that provide full accounts of the design

and operational detail relating to ships, the primary aim of the guide is to present the public health significance of ships in terms of disease and to highlight the importance of applying appropriate control measures.

The guide was first published in 1967 and amended in 1987. This revised third edition of the guide has been prepared to reflect the changes in construction, design and size of ships since the 1960s and the existence of new diseases (e.g. legionellosis) that were not foreseen when the 1967 guide was published.

The guide has been developed through an iterative series of drafting and peer-review steps. In revising the guide, expert meetings were held in Miami, United States of America (USA), on 3–4 October 2001 and in Vancouver, Canada, on 8–10 October 2002 to discuss and recommend the proposed contents. Expert meetings to review the draft guide were held on 25 October 2007 in Montreal, Canada, and on 12–13 October 2009 in Lyon, France. Participants represented cruise ship operators, seafarer associations, collaborating member states for the IHR 2005, port state control, port health authorities and other regulatory agencies. A complete list of contributors to the guide can be found in the Acknowledgements section.

The *Guide to ship sanitation* and the *International medical guide for ships* (WHO, 2007) are companion volumes oriented towards preventive health and curative health, respectively, on board ships.

Acknowledgements

The preparation of this third edition of the *Guide to ship sanitation* involved the participation of many experts from diverse developing and developed countries.

The work was facilitated greatly by the existence of prior editions and by a systematic review of outbreaks on board ships prepared by Dr Roisin Rooney, WHO, Geneva, which was previously published by WHO (2001).

The international branch of the National Sanitation Foundation, Ann Arbor, USA, seconded a staff member to WHO Geneva whose main line of activity was the initial development of this guide.

The work of the following individuals was crucial to the development of this edition of the *Guide to ship sanitation* and is gratefully acknowledged:

J. Adams, Fisheries and Oceans Canada, Ottawa, Canada

J. Ames, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

D. Antunes, North Regional Health Authority, Lisbon, Portugal

J. Bainbridge, International Transport Workers' Federation, London, England

J. Barrow, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

J. Bartram, WHO, Geneva, Switzerland

D. Bennitz, Health Canada, Ottawa, Canada

R. Bos, WHO, Geneva, Switzerland

G. Branston, Port Health Services, East London, South Africa

B. Brockway, Southampton City Council, Southampton, England

C. Browne, Ministry of Health, St Michael, Barbados, West Indies

R. Bryant, Chamber of Shipping of British Columbia, Vancouver, Canada

L.A. Campos, National Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

Y. Chartier, WHO, Geneva, Switzerland

L. Chauham, Ministry of Health, New Delhi, India

S. Cocksedge, WHO, Geneva, Switzerland

J. Colligan, Maritime and Coastguard Agency, Edinburgh, Scotland

J. Cotruvo, Joseph Cotruvo & Associates LLC, Washington, USA

P.B. Coury, National Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

E. Cramer, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

M.H. Figueiredo da Cunha, National Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

F.M. da Rocha, National Sanitary Control Agency (ANVISA), Brasília, Brazil

D. Davidson, Food and Drug Administration, College Park, USA

D. Dearsley, International Shipping Federation, London, England

T. Degerman, Kvaerner Masa-Yards, Turku, Finland

S. Deno, International Council of Cruise Lines, Arlington, USA

M. do Céu Madeira, Directorate General of Health, Lisbon, Portugal

X. Donglu, Ministry of Health, Beijing, China

B. Elliott, Transport Canada, Ottawa, Canada

Z. Fang, Department of Health Quarantine, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine (AQSIQ), Beijing, China

M. Ferson, South Eastern Sydney Public Health Unit, Randwick, Australia

D. Forney, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

M.V. Gabor, Ministry of Public Health, Montevideo, Uruguay

B. Gau, Hamburg Port Health Center, Hamburg, Germany

R. Griffin, Food Standards Agency, London, England

C. Hadjichristodoulou, University of Thessaly, Larissa, Greece

J. Hansen, North West Cruiseship Association, Vancouver, Canada

J. Harb, Health Canada, Vancouver, Canada

D. Hardy, Navy Environmental Health Center, Norfolk, USA

D. Harper, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA

L. Hope, WHO, Geneva, Switzerland (seconded by NSF International, Ann Arbor, USA)

H. Kong, Department of Health, Hong Kong Special Administrative Region, China

D. Kurnaev, Health Ministry, Centre of State Sanitary Epidemiological Survey on Water and Air Transport for the North-Western Region of Russia, St Petersburg, Russian Federation

I. Lantz, Shipping Federation of Canada, Montreal, Canada

M. Libel, Pan American Health Organization, WHO Regional Office, Washington, USA

J. Maniram, Port Health Manager, Kwazulu, South Africa

D.L. Menucci, WHO, Lyon, France

J. Michalowski, United States Coast Guard, Washington, USA

S. Minchang, State Administration for Entry–Exit Inspection and Quarantine of People's Republic of China, Beijing, China

H.G.H. Mohammad, Ministry of Health, Rumaithiya, Kuwait

K. Montonen, Kvaerner Masa-Yards, Turku, Finland

B. Mouchtouri, University of Thessaly, Larissa, Greece

E. Mourab, Ministry of Health and Population, Cairo, Egypt

M. Moussif, Mohamed V Airport, Casablanca, Morocco

J. Nadeau, Health Canada, Ottawa, Canada

R. Neipp, Ministry of Health and Social Policy, Madrid, Spain

M. O'Mahony, Department of Health, London, England

B. Patterson, Health Canada, Vancouver, Canada

T. Paux, Ministry of Health, Paris, France

M. Plemp, Centre for Infectious Disease Control, National Institute for Public Health and the Environment, Amsterdam, the Netherlands

K. Porter, Environmental Protection Agency, Washington, USA

T. Pule, Ministry of Health, Pretoria, South Africa

R. Rooney, WHO, Geneva, Switzerland

P. Rotheram, Association of Port Health Authorities, Runcorn, England

S. Ruitai, Ministry of Health, Beijing, China

G. Sam, Department of Health and Aged Care, Canberra, Australia

J. Sarubbi, United States Coast Guard, Washington, USA

T. Sasso, International Transport Workers' Federation, Cape Canaveral, Florida, USA

R. Schiferli, Secretariat of the Paris Memorandum of Understanding on Port State Control, The Hague, the Netherlands

C. Schlaich, Hamburg Port Health Center, Hamburg, Germany

C. Sevenich, Port Health Authority, Hamburg, Germany

E. Sheward, University of Central Lancashire, West Sussex, England

R. Suraj, Navy Environmental Health Center, Norfolk, USA

H. Thakore, Health Canada, Vancouver, Canada

T. Thompson, International Council of Cruise Lines, Arlington, USA

D.M. Trindade, Centre for Disease Control and Prevention, Macao Special Administrative Region, China

V. Vuttivirojana, Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand

B. Wagner, International Labour Organization, Geneva, Switzerland

M. Wahab, Ministry of Health and Population, Cairo, Egypt

R. Wahabi, Ministry of Health, Rabat-Mechquar, Morocco

N. Wang, WHO, Lyon, France

S. Westacott, Port Health Services, Southampton City Council, Southampton, England

T. Whitehouse, Canadian Coast Guard, Ottawa, Canada

A. Winbow, International Maritime Organization, London, England

N. Wiseman, International Shipping Federation, London, England

P. Ward, A. Rivière, N. Wang and D.L. Menucci provided secretarial and administrative support throughout the meetings during the development of the guide. D. Deere (Water Futures, University of New South Wales, Sydney, Australia, and Water Quality Research Australia) and M. Sheffer (Ottawa, Canada) undertook technical writing and editing roles in developing the guide. The preparation of this third edition of the guide would not have been possible without the generous support of the United States Department of Health and Human Services, the Swedish International Development Cooperation Agency and Health Canada.

Acronyms and abbreviations

AFR	accidental faecal release
AGI	acute gastrointestinal illness
ARI	acute respiratory illness
CCP	critical control point
cfu	colony-forming unit
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FSP	food safety plan or food safety programme
GDWQ	*Guidelines for drinking-water quality*
HACCP	hazard analysis and critical control point
HPC	heterotrophic plate count
HVAC	heating, ventilation and air-conditioning
IEC	International Electrotechnical Commission
IHR	International Health Regulations
ILO	International Labour Organization
IMO	International Maritime Organization
ISO	International Organization for Standardization
MARPOL 73/78	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
SARS	severe acute respiratory syndrome
spp.	species
USA	United States of America
UV	ultraviolet
WHO	World Health Organization
WSP	water safety plan

1 Introduction

1.1 Significance of ships to health

Ships can have significance to public health beyond their role in ship-acquired infection. For example, ships can transport infected humans and other vectors, such as mosquitoes and rats, between ports and can therefore act as a means of national and international dissemination of disease and disease agents.

Historically, ships have played an important role in transmitting infectious diseases around the world. The spread of cholera pandemics in the 19th century was thought to be linked to trade routes and facilitated by merchant shipping. Efforts to control the movement of human disease on ships can be traced back to the Middle Ages, when, in 1377, Venice and Rhodes denied access to ships carrying passengers infected with the plague, giving rise to the term "quarantine". On arrival, travellers were detained in isolation for 40 days before they were allowed to proceed to their final destination. Overcrowding on ships, filth and lack of personal hygiene were often associated with epidemics of rickettsial typhus fever. Preventive measures, such as quarantine, delousing and maintaining personal cleanliness by use of soap, were gradually adopted, and the incidence of typhus decreased.

More than 100 outbreaks of infectious diseases associated with ships were reported between 1970 and 2003 (Rooney et al., 2004). Reported outbreaks included legionellosis, influenza, typhoid fever, salmonellosis, viral gastroenteritis (e.g. norovirus), enterotoxigenic *Escherichia coli* infection, shigellosis, cryptosporidiosis and trichinosis. Naval ships, cargo ships, ferries and cruise ships were all affected, often with serious operational and financial consequences.

These reported outbreaks represent just a small proportion of the total disease burden attributable to ship-acquired disease. For every notified and reported case listed in outbreak reports, there are likely to be many more cases that go unreported.

If proper control measures are not in place, ships are particularly prone to disease outbreaks. Ships contain isolated communities with close accommodations, shared sanitary facilities and common food and water supplies. Such conditions can be favourable to the spread of infectious diseases. The inevitable publicity that comes along with a

disease outbreak on board can have a serious financial impact on the ship owners and those relying on use of the ship for transport or leisure.

It is estimated that 1.2 million seafarers are employed on ships around the world (IMO, 2009). As many spend months at sea, sometimes in remote regions of the world, cargo ships on long voyages contain particularly isolated communities. Good sanitary conditions on ships are crucial to both the health and the welfare of seafarers.

By taking sensible preventive control measures, it is possible to protect passengers, crew and the public at large from disease transmission related to ships. To the extent possible, control strategies should be targeted to minimizing contamination at source. From a public health perspective, the focus should be on proactive and preventive measures rather than reactive and curative. For example:

- the design and construction of the ship should be as failsafe as possible with respect to maintaining a sanitary environment;
- the food, water and materials taken on board should be as safe as possible;
- crew should be well trained in ship sanitation and have all the equipment, facilities, materials and capacity necessary to permit the maintenance of a sanitary environment on board;
- a risk management system should be put in place and maintained to ensure the identification, reporting and mitigation of public health risks.

1.2 Scope, purpose and objective

The primary aim of the revised *Guide to ship sanitation* is to present the public health significance of ships in terms of disease and to highlight the importance of applying appropriate control measures. The guide is intended to be used as a basis for the development of national approaches to controlling the hazards that may be encountered on ships, as well as providing a framework for policy-making and local decision-making. The guide may also be used as reference material for regulators, ship operators and ship builders, as well as a checklist for understanding and assessing the potential health impacts of projects involving the design of ships.

In 1967, the World Health Organization (WHO) first published the *Guide to ship sanitation*, which was subjected to minor amendments in 1987. In the past, the guide was directly referenced in the International Health Regulations (IHR) (Article 14), and its purpose was to standardize the sanitary measures taken in relation to ships to safeguard the health of travellers and to prevent the spread of infection from one country to another.

The 1967 guide was based on the results of a survey of 103 countries and represented a synthesis of best national practices at the time. It covered potable water supply, swimming-pool safety, waste disposal, food safety and vermin control. Before publication, it was circulated to the International Labour Organization (ILO) and a number of other international agencies for comment. The guide supplemented the requirements of the IHR and was the official global reference for health requirements for ship construction and operation.

Since 1967, a number of specific guidance documents, conventions and regulations have evolved that provide full accounts of the design and operational detail relating to ships, and many take sanitation into consideration. To some extent, these have made the original purpose of the guide obsolete, and the purpose of this revised guide is different. The guide has not been explicitly referenced since the 2005 version of the IHR, hereafter referred to as IHR 2005 (WHO, 2005) (see section 1.3.1).

This document is intended to provide examples of accepted good practices. However, it is acknowledged that there may be equally effective alternative solutions that could be deployed to achieve the desired objectives. If alternative solutions are adopted, there is a need to provide objective evidence of their effectiveness. The primary consideration is that the results are effective.

1.3 Harmonization with other international regulations

1.3.1 International Health Regulations

The International Sanitary Regulations were developed in 1951 to prevent the spread of six infectious diseases: cholera, plague, yellow fever, smallpox, typhus and relapsing fever. These regulations were revised and renamed the International Health Regulations (IHR) in 1969.

The purpose of the IHR 2005 is “to prevent, protect against, control and provide a public health response to the international spread of disease in ways that are commensurate with and restricted to public health risks, and which avoid unnecessary interference with international traffic and trade”.

The IHR were amended in 1973 and 1981. The diseases subject to these regulations were reduced to three: plague, yellow fever and cholera. In 1995, the World Health Assembly called for the regulations to be revised. The IHR were revised and presented to the Fifty-eighth World Health Assembly on 23 May 2005 (WHO, 2005).

The IHR 2005 apply to world traffic: ships, aircraft, other conveyances, travellers and cargoes. Ships and aircraft are discussed specifically in the *Guide to ship sanitation* and the *Guide to hygiene and sanitation in aviation* (WHO, 2009), respectively. The guides provide a summary of the health basis behind the IHR 2005 and help to bridge the gap between the regulations, as a legal document, and the practical aspects of implementation of appropriate practices.

Articles 22(b) and 24(c) of the IHR 2005 require State Parties to take all practicable measures to ensure that international conveyance operators keep their conveyances free from sources of contamination and infection, and competent authorities are responsible for ensuring that facilities at international ports (e.g. potable water, eating establishments, public washrooms, appropriate solid and liquid waste disposal services) are kept in sanitary condition.

Article 22(e) of the IHR 2005 states that the competent authority in each State Party is responsible for the supervised removal and safe disposal of any contaminated water or food, human or animal dejecta, wastewater and any other contaminated matter from a conveyance.

Article 24 of the IHR 2005 requires each ship operator to ensure that no sources of infection and contamination are found on board, including in the water system. Annex 4 requires ship operators to facilitate application of health measures and provide the health documents under the IHR 2005 (e.g. Ship Sanitation Control Exemption Certificate/ Ship Sanitation Control Certificate [also known as Ship Sanitation Certificates], Maritime Declaration of Health).

For this purpose, it is important that these measures are upheld on ships and at ports and that health measures are taken to ensure that conveyances are free from sources of infection or contamination.

1.3.2 International Labour Organization

Maritime Labour Convention, 2006

The Maritime Labour Convention, 2006,[1] adopted by the 94th (Maritime) Session of the International Labour Conference, the main body of the ILO, consolidates more than 60 existing ILO maritime labour standards, adopted by the ILO since 1919, several of which address issues relevant to health on board ships. Article IV, Seafarers' Employment and Social Rights, of the Maritime Labour Convention, 2006 provides, in paragraph 3, that "Every

1 http://www.ilo.org/global/standards/maritime-labour-convention/lang--en/index.htm (accessed 30 January 2011).

seafarer has a right to decent working and living conditions on board ship" and, in paragraph 4, that "Every seafarer has a right to health protection, medical care, welfare measures and other forms of social protection". The following regulations of the convention specifically address health issues:

- *Regulation 1.2: Medical certificate*, paragraph 1, provides that "Seafarers shall not work on a ship unless they are certified as medically fit to perform their duties". The related mandatory standard sets out the requirements related to the medical examination of seafarers and the issuing of a medical certificate attesting that they are medically fit to perform the duties they are to carry out at sea.
- *Regulation 3.1: Accommodation and recreational facilities*, paragraph 1, provides that "Each Member shall ensure that ships that fly its flag provide and maintain decent accommodations and recreational facilities for seafarers working or living on board, or both, consistent with promoting the seafarers' health and well-being". It sets out specific requirements concerning the size of rooms and other accommodation spaces, heating and ventilation, noise and vibration, sanitary facilities, lighting and hospital accommodation. *Standard A3.1*, paragraph 18, provides that "The competent authority shall require frequent inspections to be carried out on board ships, by or under the authority of the master, to ensure that seafarer accommodation is clean, decently habitable and maintained in a good state of repair. The results of each such inspection shall be recorded and be available for review". (The competent authority is the one under the ILO.)
- *Regulation 3.2: Food and catering*, paragraph 1, provides that "Each Member shall ensure that ships that fly its flag carry on board and serve food and drinking water of appropriate quality, nutritional value and quantity that adequately covers the requirements of the ship and takes into account the differing cultural and religious backgrounds". *Standard A3.2* provides, inter alia, that "Each Member shall ensure that ships that fly its flag meet the following minimum standards: ... (b) the organization and equipment of the catering department shall be such as to permit the provision to the seafarers of adequate, varied and nutritious meals prepared and served in hygienic conditions; and (c) catering staff shall be properly trained or instructed for their positions". There are further requirements and guidance related to proper food handling and hygiene.

- *Regulation 4.1: Medical care on board ship and ashore* provides, in paragraph 1, that "Each Member shall ensure that all seafarers on ships that fly its flag are covered by adequate measures for the protection of their health and that they have access to prompt and adequate medical care whilst working on board"; in paragraph 3, that "Each Member shall ensure that seafarers on board ships in its territory who are in need of immediate medical care are given access to the Member's medical facilities on shore"; and, in paragraph 4, that "The requirements for on-board health protection and medical care set out in the Code include standards for measures aimed at providing seafarers with health protection and medical care as comparable as possible to that which is generally available to workers ashore".

Furthermore, *Regulation 5.1: Flag State responsibilities*, paragraph 1, provides that "Each Member is responsible for ensuring implementation of its obligations under this Convention on ships that fly its flag"; and paragraph 2 provides that "Each Member shall establish an effective system for the inspection and certification of maritime labour conditions … ensuring that the working and living conditions for seafarers on ships that fly its flag meet, and continue to meet, the standards in this Convention". *Regulation 5.1.3: Maritime labour certificate and declaration of maritime labour compliance* provides, in paragraph 3, that (for ships of 500 gross tonnage and above) "Each Member shall require ships that fly its flag to carry and maintain a maritime labour certificate certifying that the working and living conditions of seafarers on the ship, including measures for ongoing compliance to be included in the declaration of maritime labour compliance … have been inspected and meet the requirements of national laws or regulations or other measures implementing this Convention"; and, in paragraph 4, that "Each Member shall require ships that fly its flag to carry and maintain a declaration of maritime labour compliance stating the national requirements implementing this Convention for the working and living conditions for seafarers and setting out the measures adopted by the shipowner to ensure compliance with the requirements on the ship or ships concerned". The flag State, or a recognized organization that has the delegated authority to do so, is required to inspect, among other things, accommodation, food and catering and onboard medical care before issuing the certificate, which is valid for a period that shall not exceed five years (interim and intermediate certificates are also prescribed).

Work in Fishing Convention, 2007 (No. 188)[1] and Work in Fishing Recommendation, 2007 (No. 199)[2]

These instruments apply to fishers and fishing vessels and set out requirements and guidance on the issues of medical examination and certification of fishers, accommodation (including requirements aimed at ensuring vessels are constructed to be both safe and healthy) and food on board fishing vessels, medical care at sea, and access to medical care ashore. Annex III of the convention, paragraph 83, provides that "For vessels of 24 metres in length and over, the competent authority [under ILO] shall require frequent inspections to be carried out, by or under the authority of the skipper, to ensure that: (a) accommodation is clean, decently habitable and safe, and is maintained in a good state of repair; (b) food and water supplies are sufficient; and (c) galley and food storage spaces and equipment are hygienic and in a proper state of repair" and that "The results of such inspections, and the actions taken to address any deficiencies found, shall be recorded and available for review".

Consideration of the ILO standards

It is highly recommended that those involved in the design, construction, operation and inspection of ships, including port health officials, become fully aware of the provisions of the Maritime Labour Convention, 2006, the Work in Fishing Convention, 2007 and the Work in Fishing Recommendation, 2007, as these standards are the basis for flag and port State control of living and working conditions of merchant ships and fishing vessels.

1.3.3 International Maritime Organization

The International Maritime Organization (IMO) is a specialized agency of the United Nations, which is based in the United Kingdom, with around 300 international staff. The convention establishing the IMO was adopted in Geneva in 1948, and the IMO first met in 1959. The IMO's main task has been to develop and maintain a comprehensive regulatory framework for shipping, and its remit today includes safety, environmental concerns, legal matters, technical cooperation, maritime security and the efficiency of shipping.[3]

[1] http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C188 (accessed 30 January 2011).

[2] http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?R199 (accessed 30 January 2011).

[3] http://www.imo.org.

1.4 Roles and responsibilities

Infectious diseases on board may have a considerable toll on the operational capacity of ships and in extreme circumstances become impediments to international commerce and travel. Prevention of such incidents and a proper response should they occur are a top priority for all those responsible for ship design, construction and operation.

There are distinct roles for different organizations and individuals in maintaining good sanitation on ships. However, the objective of good ship sanitation is a common one that requires all to play their part. From design through construction, procurement, operation and docking, all professionals involved in shipping have an important role to play within the preventive risk management approach to protecting passengers, crew, port populations and international communities from harm.

The major roles of accountability on board that relate to maintaining a safe environment for passengers and crew are assigned to the owner, operator, engineer, master and medical personnel. These roles and responsibilities are briefly outlined below.

1.4.1 Designer/constructor

Good sanitary design greatly reduces the chances of poor health outcomes arising on board or when the ship is in contact with external risks at port. Therefore, those who design and construct ships need to ensure that their ships can be readily operated in a sanitary manner.

The construction and layout of the ship must be suitable for its intended purposes. This requires attention to important details of design and construction that affect ship sanitation. The better and more failsafe a ship's sanitary design, the easier it is for the owner/operator to minimize the inherent risk. In contrast, a ship's design that has many flaws and places excessive reliance on operational practices is likely to lead to disease outbreaks.

In general, design and construction of ships and associated equipment should meet internationally accepted standards (e.g. various IMO, Codex Alimentarius Commission and International Organization for Standardization standards).

1.4.2 Owner/operator

Upon receiving a ship, the owner should ensure compliance with sanitary design standards that support sanitary ship operation. Examples include the physical separation of clean food and water from waste, and adequate design capacities for facilities such as recreational

water environments. Responsibility for ensuring that a ship received is designed and built in a manner that does not expose passengers and crew to unacceptable health risks rests with the ship owner. The owner bears ongoing responsibility for ensuring that the ship design is fit for its intended purpose.

Responsibility for ensuring that the ship can be operated in a manner that provides a safe environment for passengers and crew rests with the ship operator. The operator must ensure that there are adequate and properly maintained equipment and provisions, with sufficient numbers of adequately trained crew to properly manage health risks on board.

1.4.3 Master/crew

According to the IMO's International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention,[1] the ultimate responsibility for all aspects of crew safety on board is vested with the ship's master, as delegated by the operator. Responsibilities are often delegated such that they effectively become shared, although not abrogated, via the chain of command. The master must ensure that all reasonable measures are taken to protect crew and passenger health. Conscientious and diligent monitoring of operational control measures is the responsibility of the master and crew.

The ship's engineer is likely to be chiefly responsible, as delegated by the master, for the proper operation of the engineered systems that protect passengers and crew. These include many aspects of the ship's operation, such as the cooling and heating systems designed to maintain food and water at safe temperatures, water treatment systems for drinking-water, waste management and the integrity of piping and storage systems.

1.4.4 Port authorities

A responsibility of port authorities is to provide the required equipment, facilities, expertise and materials so that ships can undertake operations (e.g. providing safe food and water, safely removing ballast and waste) in a sanitary manner. One or more agencies may fulfil the roles of the port authority, health authority and competent authority of a flag State under the IMO.

[1] http://www.imo.org/OurWork/HumanElement/SafetyManagement/Pages/ISMCode.aspx (accessed 30 January 2011).

Prevention of contamination at source to the maximum degree practicable is a key tenet of preventive control strategies. As ships load at ports, the port authorities play a vital role in protecting public health by seeking to provide the best practicable raw materials for ships. Authorities should clarify which entity has the Ship Sanitation Certificate and food inspection responsibilities.

1.5 Structure of the *Guide to ship sanitation*

This guide is structured into the following chapters:

- Chapter 1. Introduction
- Chapter 2. Water
- Chapter 3. Food
- Chapter 4. Recreational water environments
- Chapter 5. Ballast water
- Chapter 6. Waste management and disposal
- Chapter 7. Vector and reservoir control
- Chapter 8. Controlling infectious disease agents in the environment.

Chapter 1 sets the guide in its legal context, considering the IHR 2005 and describing its relationship to other international documents, regulations and standards.

Each of chapters 2–8 follows the same structural approach and consists of two sections: background and guidelines.

The background section describes critical issues and supporting health evidence applicable to ships and the specific topic of the chapter.

The guidelines section provides user-targeted information and guidance applicable to the topic of the chapter, identifying responsibilities and providing examples of practices that should control risks. This section contains a number of specific *guidelines* (a situation to aim for and maintain), each of which is accompanied by a set of *indicators* (measures for whether the guidelines are met) and *guidance notes* (advice on applying the guidelines and indicators in practice, highlighting the most important aspects that need to be considered when setting priorities for action).

2 Water

2.1 Background

Improperly managed water is an established route for infectious disease transmission on ships. The importance of water was illustrated in the review of more than 100 outbreaks associated with ships undertaken by Rooney et al. (2004), in which one fifth were attributed to a waterborne route. This is probably an underestimate, as more than one third of the 100 reviewed outbreaks could not be associated with any specific exposure route, so some may have been waterborne. Furthermore, water may be a source of primary or index cases of a disease that might then be transmitted via other routes.

Most waterborne outbreaks of disease on ships involve ingestion of water contaminated with pathogens derived from human or other animal excreta. Illnesses due to chemical poisoning of water have also occurred on ships, although chemical incidents are much less commonly reported than microbial ones.

To protect the health of passengers and crew, water used for potable purposes on board ship should be provided with sanitary safeguards in a multiple-barrier system (from the shore and distribution system, including connections to the ship system, through the ship treatment and storage systems and on to each water supply outlet), in order to prevent contamination or pollution during ship operation.

Waterborne outbreaks have been associated with bunkering water of poor quality. Therefore, the first strategy for prevention of waterborne disease should be to load ships with water that conforms to the WHO *Guidelines for drinking-water quality* (GDWQ) (WHO, 2011) or relevant national standards, whichever are stricter.

Even if the water at the port is safe, this does not ensure that it will remain safe during the transfer and storage activities that follow. An understanding of the ship drinking-water supply and transfer chain will help to illustrate the points at which the water can become contaminated en route to the taps on board.

Generally, the ship drinking-water supply and transfer chain consists of three major components (Figure 2-1):

1. the source of water coming into the port;

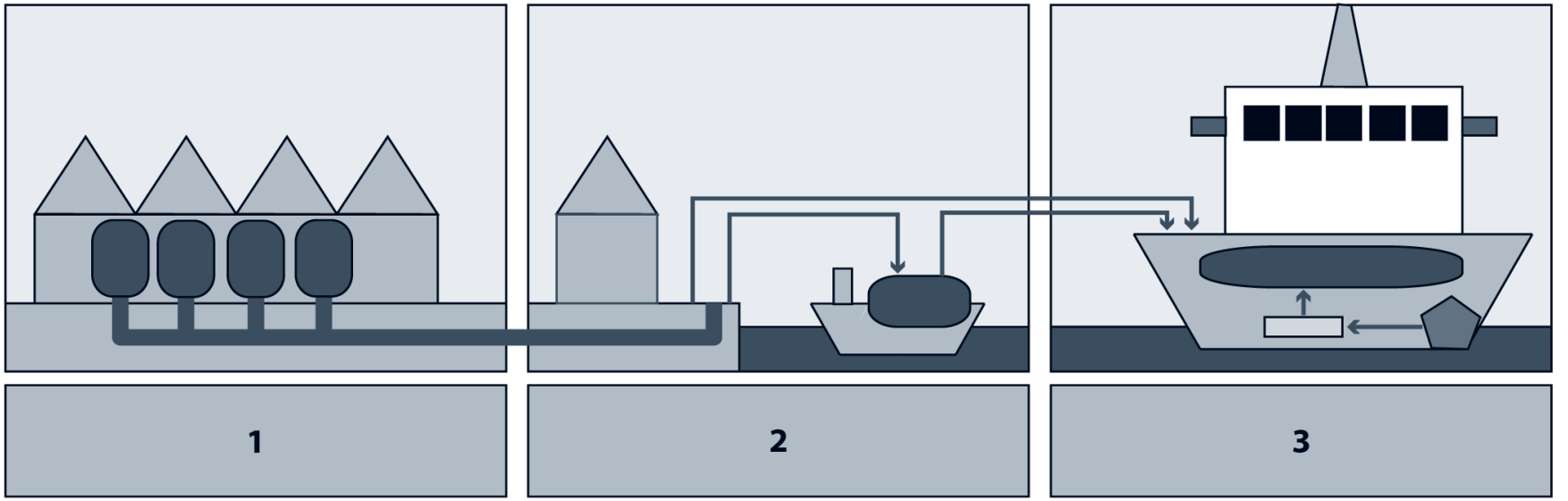


Figure 2-1 Schematic of ship drinking-water supply chain, showing 1) source, 2) transfer and delivery system and 3) ship water system

2. the transfer and delivery system, which includes hydrants, hoses, water boats and water barges; this water transfer process provides multiple opportunities for the introduction of contaminants into the drinking-water;

3. the ship water system, which includes storage, distribution and onboard production of drinking-water from overboard sources, such as seawater.

2.1.1 Standards related to potable water

The GDWQ (WHO, 2011) describe reasonable minimum requirements for safe practices to protect the health of consumers and derive numerical guideline values for constituents of water or indicators of water quality. Neither the minimum requirements for safe practices nor the numerical guideline values are mandatory limits, but rather health-based guidance to national authorities to help them establish their own enforceable standards, which may also consider other factors. In order to define such limits, it is necessary to consider the GDWQ in the context of local or national environmental, social, economic and cultural conditions. Nevertheless, given the global nature of ship travel and the need for ships to board water from areas with variable and possibly inadequate standards of general hygiene and sanitation, the GDWQ (or national standards, if more stringent) should be followed. This approach will provide passengers and crew with consistent, reliable protection from the potential risks posed by contaminated drinking-water.

The GDWQ provide comprehensive guidance to ensure the quality and safety of drinking-water. Microbial risks in water on board ships are the principal concerns, although a few risks associated with toxic chemicals also exist.

> The WHO *Guidelines for Drinking-water Quality* (WHO, 2011) (GDWQ) identify the broad spectrum of contaminants, including microorganisms, inorganic and synthetic organic chemicals, disinfection by-products and radionuclides, that can reach hazardous concentrations in potable water supplies and describe systematic approaches to risk management. Safe drinking-water, as defined by the GDWQ, does not represent any significant risk to health over a lifetime of consumption, including different sensitivities that may occur between life stages.

ILO Convention C133 (Accommodation of Crews [Supplementary Provisions] Convention, 1970[1]) defines minimum standards for provision of potable water for crews and has been ratified by many States.

[1] http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convde.pl?C133 (accessed 30 January 2011).

The Maritime Labour Convention, 2006 provides comprehensive rights and protections at work for seafarers. The new labour standard consolidates and updates more than 65 international labour standards related to seafarers adopted over the past 80 years. Regulation 3.2 of the Maritime Labour Convention, 2006 includes requirements for drinking-water on board.

In the IMO's Life-Saving Appliance Code (IMO, 2010), additional information about potable water requirements in rescue boats is provided.

Reference can be made to seven international standards in relation to sanitary design and construction of ship water supplies and potable water quality assessment:[1]

1. ISO 15748-1:2002—Ships and marine technology—Potable water supply on ships and marine structures—Part 1: Planning and design;
2. ISO 15748-2:2002—Ships and marine technology—Potable water supply on ships and marine structures—Part 2: Method of calculation;
3. ISO 19458:2006—Water quality—Sampling for microbiological analysis;
4. ISO 14726:2008—Ships and marine technology—Identification colours for the content of piping systems;
5. ISO/IEC 17025:2005—General requirements for the competence of testing and calibration laboratories;
6. ISO 5620-1:1992—Shipbuilding and marine structures—Filling connection for drinking water tanks—Part 1: General requirements;
7. ISO 5620-2:1992—Shipbuilding and marine structures—Filling connection for drinking water tanks—Part 2: Components.

2.1.2 Role of the International Health Regulations (2005)

The IHR 2005 contain provisions for the State Party to designate ports to develop core capacities, such as the capacity to ensure a safe environment for travellers using port facilities, including potable water supplies (Annex 1B1(d) of the IHR 2005).

In accordance with Articles 22(b), 22(e) and 24(c) of the IHR 2005, Member States are required to take all practicable measures to ensure that international conveyance operators keep their conveyances free

[1] http://www.iso.org.

from sources of contamination and infection, and competent authorities are responsible for ensuring that the facilities at international ports are in sanitary condition and for supervising the removal and safe disposal of any contaminated water and food from a conveyance.

However, it is the responsibility of each ship operator to establish all practicable measures to ensure that no sources of infection or contamination are present on board, including in the water system. For this purpose, it is important that regulations and standards are upheld on board ships and at ports, in terms of the safety of food and water served on board, from the source of supply ashore to distribution on board ship.

2.1.3 Potable water sources from ashore and uses on board ships

A port may receive potable water from either a municipal or a private supply and usually has special arrangements for managing this water after it has entered the port.

Potable water is used in various ways on board ships, including direct human consumption, food preparation and sanitation/hygiene activities. Potential uses include:

- preparation of hot and cold beverages, such as coffee, tea and powdered beverages;
- ice cubes in drinks;
- reconstitution of dehydrated foods, such as soups, noodles and infant formula;
- food washing and preparation;
- direct ingestion from cold-water taps and water fountains;
- reconstitution and/or ingestion of medications;
- brushing of teeth;
- hand and face washing, bathing and showering;
- dishwashing, and cleaning of utensils and work areas;
- laundering purposes (could potentially use a lower grade of water);
- emergency medical use.

Although some uses do not necessitate consumption, they involve human contact and possibly incidental ingestion (e.g. tooth brushing).

Although, whenever practicable, it is useful to have only one water system installed to supply potable water for drinking, culinary, dishwashing, ablutionary and laundering purposes, two or three systems are sometimes installed or required: potable, sanitary and wash water, for

example. A wash-water system can be used to supply slop sinks, laundry facilities, water closets, bibcock connections for deck flushing and cleaning purposes, heated water for dishwashing and water for other special uses. All non-potable water taps need to be labelled with words such as "UNFIT FOR DRINKING". There should never be a connection between wash-water or other non-potable systems and the potable water system without using an appropriate backflow-prevention device.

2.1.4 Health risks associated with potable water on ships

Some of the causal hazardous agents associated with waterborne disease outbreaks on board ships are listed in Table 2-1. Note that in some waterborne disease outbreaks, the causative agent was not identified. Outbreaks were associated with such causes as:

- contaminated water supplied at the port
- contaminated bunkered water
- cross-connections between potable and non-potable water
- poor design and construction of potable water storage tanks
- inadequate disinfection.

Some ports were found not to have supplied a safe source of water. In these cases, contaminated water bunkered from port was associated with a number of outbreaks due to enterotoxigenic *Escherichia coli*, *Giardia lamblia* and *Cryptosporidium*.

Table 2-1 Pathogens and toxins linked to outbreaks of waterborne disease associated with ships, 1 January 1970 – 30 June 2003

Pathogen/toxin	Number of outbreaks	Number of passengers and crew members affected
Enterotoxigenic *Escherichia coli*	7	2917
Norovirus	3	788
Salmonella typhi	1	83
Salmonella spp.	1	292
Shigella spp.	1	690
Cryptosporidium spp.	1	42
Giardia lamblia	1	200
Unknown agent	5	849
Chemical water poisoning	1	544
Total	**21**	**6405**

Source: Rooney et al. (2004).

Space is often very limited on ships. Potable water systems are likely to be physically close to hazardous substances, such as sewage or waste streams, increasing the chance of cross-connections. Cold-water systems may be close to sources of heat, and this elevated temperature increases the risk of proliferation of *Legionella* spp. and the growth of other microbial life.

In considering evidence from outbreaks, the presence of pathogens generally transmitted to humans from other human sources (e.g. viral pathogens and *Shigella* spp.) indicates that contamination with sewage is one of the more common causes of waterborne disease outbreaks on ships.

Legionnaires' disease is perhaps the most widely known form of legionellosis. It is a form of pneumonia acquired from inhaling aerosols of water that contain excessive numbers of *Legionella* bacteria. Ships are considered high-risk environments for the proliferation of *Legionella* spp. for a variety of reasons. Firstly, source water quality could potentially be a health concern if untreated or subject only to treatment with a residual disinfectant prior to or upon bunkering. Secondly, water storage and distribution systems on ships are complex and could provide greater opportunities for bacterial contamination, as ship movement increases the risk of surge and back-siphonage. Thirdly, potable water may vary in temperature (e.g. due to high temperatures in the engine room). In some tropical regions, the risks of bacterial growth and occurrence of *Legionella* contamination in cold-water systems are greater because of higher water temperatures. Finally, proliferation is encouraged due to long-term storage and stagnation in tanks or pipes. Importantly, *Legionella* spp. can proliferate in warm-water temperatures between 25 °C and 50 °C, such as those experienced in showerheads and spa pools, leading to potential exposure through aerosolization arising from showers and other plumbing fixtures. Many cases of Legionnaires' disease associated with ships are linked to whirlpool spas (WHO, 2001; see also chapter 4). *Legionella pneumophila* has been found in drinking-water systems on general cargo ships (Temeshnikova et al., 1996).

The production of water on ships can be associated with its own potential health problems. Ships can produce their own water by several different processes, such as reverse osmosis or evaporation of seawater. Desalination demineralizes seawater, which can make it more corrosive, shortening the life of containers and conduits. Desalinated water may also cause health impacts associated with insufficient minerals in seafarers' diets or the consumption of dissolved metals (e.g. lead, nickel, iron, cadmium or copper) from corrosion products. Desalinated water may also be considered bland, flavourless and unacceptable by passengers and crew.

Evaporation systems on board ships are supplied with seawater that has been sucked in through so-called sea chests and is typically led directly into the evaporator. In the evaporator, the seawater that is heated by the engine cooling water typically starts boiling at low temperatures (<80 °C), due to low pressure within these systems. When these low process temperatures are used, there is no guarantee of producing water free from pathogens. According to International Organization for Standardization (ISO) standards, water that has been produced below 80 °C needs to be disinfected before it can be defined as potable water. The emerging steam condenses as distillate inside the evaporator. This distillate is collected and flows to further treatment components. It should be considered that the distillate is free from any minerals and almost free from carbon dioxide. As a result, it is necessary to add carbon dioxide to the distilled water to prepare it for the rehardening process.

Reverse osmosis involves pretreatment and transport of water across membranes under pressure so that salts are excluded. Post-treatment may also occur before distribution. Partial desalination or breaches in membranes may have potential health implications due to trace elements and organic compounds, including oil and refined petroleum products, occurring within the source seawater. In addition, seawater sources may contain hazards not encountered in freshwater systems. These include diverse harmful algae and cyanobacteria, certain free-living bacteria (including *Vibrio* species such as *V. parahaemolyticus* and *V. cholerae*) and some chemicals, such as boron and bromide, which are more abundant in seawater.

Repair work on a treatment and distribution system can offer several opportunities for widespread contamination of water supplies. Ship operators should take special precautions when carrying out repairs to storage tanks. For example, an outbreak of typhoid on a ship occurred after the potable water was contaminated with sewage while the ship underwent repairs in dry dock. Good hygienic practice and post-repair cleaning and disinfection are necessary. Ship builders and rehabilitators typically have written procedures for physical cleaning and disinfection before commissioning or recommissioning ships.

2.1.5 Bottled water and ice

Bottled water is considered as drinking-water by some regulatory agencies and as a food by others (WHO, 2011). International quality specifications for bottled water exist under the Codex Alimentarius Commission (FAO/WHO, 2001) and are derived from the GDWQ (WHO, 2011). As it is commonly designated as a food product, bottled water is considered in chapter 3 on food.

Within this guide, ice supplied to ships or manufactured on board for both drinking and cooling is classified as food. Guidance pertaining to ice used on ships is contained in chapter 3. The GDWQ (WHO, 2011) apply to both packaged water and ice intended for human consumption.

2.1.6 Definitions, overview and objectives of water safety plans

Water safety plans (WSPs) are an effective overarching management approach for ensuring the safety of a drinking-water supply. WSPs are equivalent to food safety plans or programmes, incorporating hazard analysis and critical control points, implemented as part of food safety management (see chapter 3). As discussed above, a potable water source at the port is not a guarantee of safe water on board, because water may become contaminated during transfer to the ship or during storage or distribution on board. A WSP covering water management within ports, from receipt of water through to its transfer to the ship, complemented by water quality measures on board, provides a framework for water safety on ships. A general overview of WSPs follows; their specific application to the safety of drinking-water on board ships is described in section 2.2.

A WSP has three key components, guided by health-based targets and overseen through drinking-water supply chain surveillance. They are:

- system assessments, which include
  - description of the water supply system in order to determine whether the drinking-water supply chain (up to the point of consumption) as a whole can deliver water of a quality that meets health-based targets;
  - identification of hazards and evaluation of risks;
  - determination of control measures, reassessment and prioritization of risks;
  - development, implementation and maintenance of an improvement plan;
- operational monitoring, which includes identification and monitoring of the control measures that will ensure that management processes are functioning efficiently;
- management and communication, including verification, preparation of management procedures and development of supporting programmes to manage people and processes, including upgrade and improvement.

The various steps involved in designing and implementing a WSP are illustrated in Figure 2-2. For more information on general principles of WSPs, see the GDWQ (WHO, 2011) and the *Water safety plan manual* (Bartram et al., 2009).

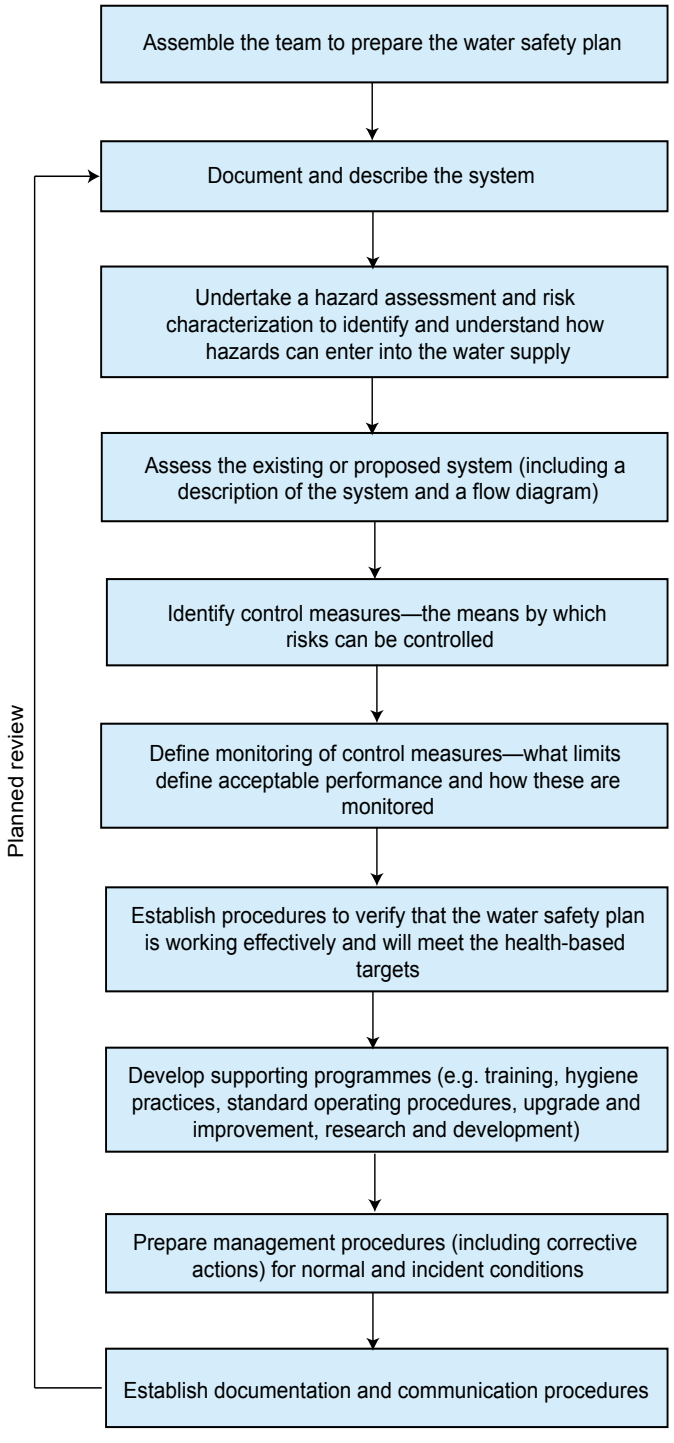


Figure 2-2 Application of water safety plans

2.2 Guidelines

2.2.1 Guideline 2.1: Water safety plan for shore supplies, delivery system and bunker boats or barges

Guideline 2.1—A water safety plan has been designed and implemented for the port water source, for the bunker boats or barges and for the delivery system to the ship.

Indicators for Guideline 2.1

1. A potable water system assessment has been carried out, with risks and control points identified.
2. Operational monitoring, including operational limits and target criteria, has been defined for the port water system and bunker boats or barges, and corrective action plans have been developed.
3. Management systems, including record keeping, validation, verification and communication, have been included in the WSP of the port water system and bunker boats or barges.

Guidance notes for Guideline 2.1

The GDWQ are intended to cover a broad range of water supplies and are not specifically targeted at ships. Therefore, in drawing from the guidance provided in the GDWQ, the specific context of the port and the ship needs to be taken into consideration. The overall approach promoted, involving the development and implementation of a WSP (Bartram et al., 2009; WHO, 2011), is as relevant to ships and ports as it is to any other water supply situation.

Roles and responsibilities

A WSP is an effective means of achieving consistency in ensuring the safety of a drinking-water supply. The entity responsible for each component of the drinking-water supply chain (i.e. port water source, shore water distribution system, transfer and delivery system and ship water system) should be responsible for the preparation and implementation of a WSP for that part of the process. Examples of roles and responsibilities for each component are as follows:

- *Source water supplier (public or private)*: Role is to provide to the port a safe water supply of sufficient quantity and quality. Responsibilities are to monitor the water system by sampling water and providing sampling results to the port authority on request, informing the port authority of any adverse results and actions to be taken, with the

obligation to inform the port authority when the water supply has, or may, become contaminated. This is typically the municipal water supplier for the area in which the port is located.

- *Port operator and water supplier*: Role is to maintain the integrity of water supplied throughout the shore water distribution system and to provide safe water to the ship. Responsibilities are to maintain a safe water supply from the shore water distribution system through delivery to the ship; to monitor the water system and share sampling results with the source water supplier, authorities and appropriate stakeholders; and to take corrective action as necessary.

1. System assessment for port water system, water boats and barges and delivery to the ship

Potable water for ships, including water boats and barges, needs to be obtained only from those water sources and supplies that provide potable water of a quality that meets the standards recommended in the GDWQ (WHO, 2011) or national standards, whichever are stricter. Particular attention should be paid to microbial water quality, although physical and chemical requirements are also important.

Water is delivered to ships by hoses on the dockside or transferred to the ship by water boats or barges. Designated filling hoses must be provided at each pier or wharf for the use of ships not equipped with them. Facilities for the direct delivery of water from shore sources to the filling line for the ship's potable water system include piping, hydrants, hoses and any other necessary equipment.

Plans for the construction or replacement of facilities for bunkering potable water on board must be submitted to the competent authority under the IHR 2005 for review. Plans must show the location and size of the distribution lines, location and type of check valves or backflow preventers, location and type of hydrants, including details of outlet protection, and storage lockers for filling hoses and attachments.

In some instances, local source water may be contaminated with protozoan pathogens (e.g. *Cryptosporidium*) or viruses, whose presence may not be well indicated by *E. coli* or thermotolerant (faecal) coliforms, and which require more stringent treatment. Based on the findings of the WSP, additional controls and measurements may be necessary. Some disinfectants are effective at inactivating *E. coli*, but not *Cryptosporidium* or viruses. For instance, typical doses of chlorine or chloramine are ineffective against *Cryptosporidium*, so membrane filtration or ultraviolet (UV) disinfection might need to be used; commonly used doses of UV disinfection are of limited value in controlling viruses, so higher UV doses or free chlorine may need to be used.

2. Operational limits, control measures and corrective action

Disinfection

The water supply delivered to ports must be suitable for distribution and consumption without further treatment, except as necessary to maintain water quality in the distribution system (e.g. supplemental disinfection, addition of corrosion-control chemicals). A disinfectant residual should be detectable in water samples at the port, on the water barge and on the ship. Presence of a measurable disinfectant residual contributes to ensuring that water is microbiologically safe for the intended use. Presence of the residual will be affected by the original dose of disinfectant, type of disinfectant used, disinfectant demand, temperature and pH of the water and time since application. A significant reduction in disinfectant residual may also indicate post-treatment contamination.

New or repaired facilities must be disinfected before they are returned to service.

In the event of contamination of the water provided to the port, the port must complete corrective action and notify the party responsible for bunkering water as soon as possible to enable mitigation to prevent contaminated water from being transported onto ships.

Prevention of backflow and cross-contamination

The lines' capacity should maintain positive pressure at all times to reduce the risk of backflow. There must be no connections between the potable water system and other piping systems. All fittings, meters and other appurtenances used for bunkering of potable water need to be handled and stored in a sanitary manner. Inlets and outlets of potable water meters are typically capped when not in use.

Approved backflow preventers need to be properly installed between the ship and shore systems to permit effective operation and inspection. Drainage to prevent freezing may be needed.

Non-potable water hydrants are not normally located on the same pier as hydrants for potable water unless absolutely necessary. Potable water hydrants must be identified with signs such as "POTABLE WATER", and non-potable water hydrants with signs marked "NON-POTABLE WATER". Hydrants need to be adequately covered and located so as not to receive waste discharge from ships. Drainage lines from supply lines or hydrants (or taps and faucets) should terminate above normal high-water level or the surge of water from incoming ships. Where compressed air is used to blow water out of lines and hydrants, a filter, liquid trap or similar device must be installed in the supply line from the compressed air system to protect the water supply.

Water boats and barges

Water boats and barges are ships especially constructed and equipped to receive and provide water for both potable and non-potable water systems on board ships when direct shore delivery is not practicable. These boats have water tanks, water hoses and fittings, pumps and independent pipe systems to provide potable water to onboard systems.

Reception, handling, storage and delivery to ship water systems need to be carried out under controlled, sanitary conditions. All hoses, fittings and tools need to be stored in designated lockers that are closed and clean. Operators need to possess knowledge of water hygiene and good sanitary practice.

Facilities for disinfection, when and where necessary on board, need to be available. Regular cleaning and disinfection of hoses and fittings should be performed. Plans for construction of ships must show filling lines, storage tanks, pumping equipment and protective measures for approval by the port health authority or other designated authority.

In the event of contamination of potable water at the delivery point or on the water boat or barge, the party responsible for transfer of the water must complete corrective action and notify the ship's operator as soon as possible so that they can take mitigative measures to prevent contaminated water from being transported onto the ship.

3. Monitoring and verification

By far the greatest risks associated with drinking-water involve microbial contamination from human excreta. Source water is monitored at the port to ensure that water is safe. Recommended parameters to be monitored include *E. coli* or thermotolerant (faecal) coliforms, disinfectant residual, corrosion-related contaminants, turbidity, heterotrophic plate count (HPC) and aesthetic parameters. *Escherichia coli* or thermotolerant (faecal) coliforms are used as the indicators of potential contamination from pathogens associated with human excreta. Total coliforms are not necessarily indicators of faecal contamination, but may reflect a lack of general cleanliness. *Escherichia coli* and thermotolerant (faecal) coliforms should be measured using generally accepted analytical techniques. HPC should be measured to provide an overview of the general status of microbial life in the system.

Faecal indicators such as *E. coli* or thermotolerant (faecal) coliforms are valuable for ongoing verification or for batch testing of water that is on hold, but are of limited use for operational monitoring of water supplied on the ship, as even very brief exposure to unsafe water can

lead to an outbreak. The tests typically take 18–24 hours to report, by which time water may have been consumed. No *E. coli* or thermotolerant (faecal) coliforms should be detected in any 100 ml sample of the water. A positive test may indicate potential pathogenic (primarily bacterial) microorganisms associated with excreta, suggesting recent or substantial post-treatment faecal contamination or inadequate treatment.

It is important to check turbidity levels of the source water, as high levels of turbidity can protect microorganisms from disinfection, stimulate growth of bacteria and cause a significant disinfectant demand. In case of high turbidity, filtration can help to solve an acute problem, but the reason for high turbidity should be identified to avoid further problems.

Provided that water entering the port conforms to acceptable standards, the principal concern regarding chemical contamination is likely to be metals leaching from the shore water distribution system. Corrosion in plumbing systems is a function of the stability and aggressiveness of the water towards the surfaces and fixtures with which the water will be in contact during transport and storage. Metals such as lead, nickel, iron, cadmium and copper can be leached from some materials into the water and may adversely affect taste or, in some cases, lead to health concerns. The need to monitor other chemicals of concern should be determined, depending on the local situation. All samples should meet GDWQ or national standards for chemicals, as there are potentially significant effects associated with chronic exposures.

Documentation of monitoring should be kept for assurance and analysis in the event of an incident.

2.2.2 Guideline 2.2: Water quantity

Guideline 2.2—Potable water is available in sufficient quantities.

Indicators for Guideline 2.2

1. Potable water quantities at the port are sufficient to ensure adequate pressure at all taps to minimize the potential for contamination.
2. Potable water quantities on board are sufficient to meet foreseeable needs for all purposes (e.g. drinking, food preparation, sanitation and hygiene activities) and to achieve sufficient water pressure at each tap to minimize the potential for contamination.

Guidance notes for Guideline 2.2

In providing adequate storage for potable water, consideration needs to be given to the size of the ship's complement of officers and crew, the maximum number of passengers accommodated, the time and distance between ports with potable water sources and the availability of water suitable for treatment on board. Sufficient storage is needed to preclude the need for treating overboard water from heavily contaminated areas and to allow time for maintenance and repair.

The amount of storage may be decreased if the potable water supply can be supplemented by water produced on board to adequate safety standards.

An insufficient or non-existent quantity of potable water under pressure on board for drinking, culinary purposes and personal hygiene can have an impact on the health and welfare of passengers and crew. However, the amount of water required for these purposes should be adequately dealt with in typical ship designs. In no case should potable water storage be less than a reasonable base level that would allow water to be supplied during maintenance or repair of treatment systems, typically a two-day supply.

2.2.3 Guideline 2.3: Water safety plan for ship water supply

Guideline 2.3—A water safety plan has been designed and implemented for the ship water system.

Indicators for Guideline 2.3

1. A potable water system assessment has been carried out, with risks and control points identified.
2. Operational monitoring, including operational limits and health-related targets, has been defined for the ship's water supply system, and corrective action plans have been developed, where necessary.
3. Management systems, including documentation, validation, verification and communication, have been included in the ship WSP.

Examples of hazards, control measures, monitoring procedures and corrective actions taken as part of a WSP for a ship water supply system are given in the Annex.

Guidance notes for Guideline 2.3

Roles and responsibilities of ship operator

The ship operator's role is to provide a safe water supply to passengers and crew, fit for all intended purposes. Water on board should be kept clean and free from pathogenic organisms and harmful chemicals. Responsibilities are to monitor the water system, particularly for microbial and chemical indicators, to share sampling results with stakeholders, to report adverse results to the competent authority under the IHR 2005, where required, and to take corrective action. Adverse results should also be communicated to the crew and passengers when and where necessary. Where there are methods or materials recommended by WHO for particular tests, these should be applied.

The ship's master or officer responsible for bunkering water must be responsible for ascertaining whether or not the source of the water is potable. All staff should be encouraged to report symptoms indicating a potential waterborne disease. The ship's operator needs to provide adequate toilet and washing facilities for the crew to maintain personal hygiene. Known carriers of communicable diseases should never come into contact with potable water supplies. An adequate ratio of crew to facilities is required on board ship to enable proper servicing and maintenance activities. Minimum requirements can be found in ILO Convention C133 and the Maritime Labour Convention, 2006. The term "fresh water" used in ILO conventions and the Maritime Labour Convention, 2006 should be interpreted as meaning potable water. To reduce disease spread among crew, shared drinking receptacles should not be used on ships unless they are sanitized between uses.

1. Assessment of the ship's potable water system: hazards and hazardous events

The ship operator should be aware of all hazards (biological, chemical or physical) and hazardous events that may occur in port water when transferring water from port to ship or when water is produced, stored and distributed on board. All potential hazards and hazardous events should be assessed within the WSP. Knowledge of these hazards may be obtained from various sources, including data on water quality from the port health authority and epidemiological data on waterborne disease in the region of concern.

Outbreaks of illness due to toxic chemicals are much less frequent than those due to microbial hazards. Nevertheless, passengers and crew may be exposed to chemical contaminants in drinking-water over extended periods of time. These contaminants may have been present in the source water, be introduced into the water from leaching of components

within the ship water distribution system or be present in water produced on board, such as boron and bromide from improperly treated seawater. Therefore, water on board should meet the GDWQ (or national standards, if more stringent) for chemicals of concern.

Corrosion in plumbing systems is a function of the stability and aggressiveness of the water towards the surfaces and fixtures that the water will contact during transport and storage. Desalinated water produced on board ships may be corrosive, for example, and salt water and saline atmospheres may have corrosive effects on fixtures.

Source of potable water

Potable water for ships needs to be obtained only from water sources and water supplies that provide potable water of a quality in line with standards recommended in the GDWQ (WHO, 2011) or national standards, if more stringent, specifically in relation to microbial, chemical, physical and radiological requirements.

The ship's operator must seek assurance as to the quality and nature of the source water before bunkering. Ship operators may choose to directly engage with port and local authorities to investigate levels of safety. If water is suspected to come from an unsafe source, testing for contamination may be necessary. If water provided at the port does not meet the GDWQ (or national requirements, if stricter), the port will need to utilize an alternative, higher-quality source. Terminal disinfection is a treatment step and, where a residual disinfectant is required, a final safeguard.

Ships using ports where water treatment is unreliable must carry calibrated equipment for basic testing (turbidity, pH and disinfectant residual) and ensure capacity to dose disinfectant or filter to appropriate levels to provide a minimum level of safety.

Detection of undesirable aesthetic parameters (odour/colour/taste) may indicate cross-connections with the liquid waste system or other potential contamination problems and should be investigated.

Bunkering stations

To mitigate risks during bunkering of potable water, multiple-barrier protection should be established. This starts with the use of appropriate hoses and fixtures, backflow preventers and filters at the bunker station and chlorination before water enters the storage tank. To help protect the quality of water passing through filling hoses, they should be durable, with a smooth, impervious lining, and equipped

with fittings that are designed to permit connection to the shore water supply system. Interior surfaces of potable water hoses should be made of material suitable for being disinfected and should not support the growth of biofilm. Hoses that are designed to be used for firefighting are not appropriate for use as potable water hoses. Potable water hoses should be clearly identifiable with words such as "POTABLE WATER". Hoses used exclusively for the delivery of potable water should be kept on each ship. The ends should be capped when not in use. Keeper chains will prevent misplacement of caps. The hose needs to be handled to prevent contamination by dragging ends on the ground, pier or deck surfaces or by dropping into the harbour water. A hose that has become contaminated should be thoroughly flushed and disinfected. The hose must be flushed in all cases before being attached to the filling line. It must be drained and dried after each use.

The filling hoses should be stowed, with the ends capped, in special lockers designated and marked "POTABLE WATER HOSE ONLY". Lockers must be closed, self-draining and fixed above the deck. The lockers should be constructed from smooth, non-toxic, corrosion-resistant and easily cleanable material. Hoses and fittings need to be maintained in good repair.

Non-potable water, if used on the ship, should be bunkered through separate piping using fittings incompatible with potable water bunkering. This water should flow through a completely different piping system that is identified with a different colour.

To provide for safe bunkering, every potable water tank must have a dedicated, clean filling line to which a hose can be attached. To avoid accidental connections of sewage hoses, the flange of this filling line should refer to suitable criteria such as defined in ISO 5620-1/2. To prevent contamination of water, the filling line needs to be positioned a suitable distance above the top of the tank or of the deck that the line penetrates. It is typically painted or marked in blue and labelled "POTABLE WATER FILLING". The filling line can have a screw cap or plug fastened by a chain to an adjacent bulkhead or surface in such a manner that the cap or plug will not touch the deck when hanging free. Lines to divert potable water to other systems by valves or interchangeable pipe fittings are not generally considered acceptable, except where an air gap follows a valve. If only one filling line is used to load potable water to all tanks, a direct connection between the potable water tank and other tanks through an air gap is a satisfactory practice. To avoid intake of unwanted particles, a filter can be used in the filling line. These filters need to be backwashed or exchanged regularly according to the

manufacturer's instructions. All potable water passing through the potable water filling line should pass through an automatic chlorination unit before it enters the potable water tanks.

Water production on board

To help prevent cross-contamination, when seawater is to be treated on board for use as potable water, the overboard discharges should not be on the same side as the water intake. When it is not practicable to locate the overboard discharges on the opposite side of the ship, they should be located as far aft of, and as far below, the water intake as practicable.

Water may be produced on ships by desalination, reverse osmosis or distillation. A complete desalination process demineralizes seawater. This makes it corrosive, shortening the life of containers and conduits with which it is in contact. Special consideration needs to be given to the quality of such materials, and normal procedures for certification of materials as suitable for potable water use may not be adequate for "aggressive" desalinated water.

Because of the aggressive nature of desalinated water and because this water may be considered bland, flavourless and unacceptable, it is commonly stabilized by the addition of chemicals such as calcium carbonate. Once such treatment has been applied, desalinated waters should be no more aggressive than waters normally encountered in drinking-water supply. Chemicals used in such treatment must be subject to procedures for certification and quality assurance. The process of remineralization of desalinated water must be validated by the use of a testing kit for pH, hardness and turbidity. Water that has not been stabilized as a result of a failure in the rehardening process typically shows a very low electrical conductivity (e.g. 50 µS/cm) and an elevated pH (above 8.0). High pH can be a reason for an unsatisfactory disinfection result, and reduced hardness may lead to leaching of metals into the water.

An evaporating plant that distils seawater and supplies water to the potable water system must be of such a design to produce potable water reliably. Distillation uses heat and pressure changes to vaporize seawater, thus liberating it of its dissolved and suspended solids and almost all dissolved gases. High- and low-pressure units connected directly to the potable water lines should have the ability to go to the waste system if the distillate is not fit for use. As water is evaporated at low temperatures (<80 °C) in low-pressure units, it cannot be guaranteed that the distillate is free from pathogens. According to ISO standards, water that has been produced at temperatures below 80 °C needs to be disinfected before it can be defined as potable.

Disinfection should be implemented in the water treatment process, ideally in a way that guarantees that all water (including bunkered water) is treated before reaching the potable water tank. A distillation plant or other process that supplies water to the ship's potable water system must not operate in polluted waters or harbour areas, as some volatile pollutants may be carried through this process.

Treatment facilities should be designed to ensure efficient operation with the production of potable water that conforms to the GDWQ (WHO, 2011) or any relevant authority's requirements.

Materials

Materials used in the construction of all of the surfaces (hoses, couplings, pipes, tanks, fixtures, soldered joints) with which water may be in contact during production, transfer and storage should be approved for this purpose by an appropriate authority (regulatory or independent third party). The water that is being provided should not be corrosive to those surfaces and fixtures. Factors such as temperature, pH and alkalinity need to be controlled within appropriate ranges for the particular water type (see WHO, 2011). Concerns have emerged in relation to plasticizers, solvents, jointing compounds and coatings used in water supply and transport systems. It is important to ensure that all materials that may come in contact with the water supply are suitable and will not contribute hazardous chemicals to the water. If a pipe or tank is constructed of a material that requires coating, such coating should not lead to the water becoming toxic or otherwise unfit for human consumption (e.g. chemical odour). Materials and devices must be suitable for hot or cold water use, as applicable.

Potable water tanks

Potable water needs to be stored in tanks constructed and located so as to be protected from any contamination from inside or outside the tank. Tanks need to be designed so that cross-connections between them and tanks holding non-potable water or pipes containing non-potable water are prevented. Ideally, potable water tanks should be located in rooms that have no sources of heat emission or dirt.

Potable water tanks must be constructed of metal or other suitable material that is safe for contact with potable water, and must be robust enough to exclude contamination. Proper maintenance of anticorrosive coatings in water tanks is important. Ideally, potable water tanks would not share a common wall with the hull or other tanks containing non-potable liquids. No drainage line of any kind or any pipe carrying wash

water, salt water or other non-potable liquid should pass through potable water tanks. If this is unavoidable, pipes should only pass through potable water tanks in a watertight tunnel that is self-draining. Similarly, it is best that soil waste drains not pass over potable water tanks or wash-water tank manholes. It is also best if toilets and bathroom spaces do not extend over any part of a deck that forms the top of a potable water or wash-water tank.

Every potable water storage tank will need to be provided with a vent located and constructed to prevent the entrance of contaminating substances and vectors. For example, the opening of the vent should be protected by a tight mesh to prevent the entrance of insects. Because of the ship's movement, increased air exchange may take place in potable water tanks. To avoid intrusion of harmful particles, filters that are designed to exclude substances such as dirt and exhaust gases should be used. These filters need to be cleaned or exchanged regularly. Ventilating pipes should not end directly above the water surface, to avoid substances dripping into the water body. A potable water tank vent should not be connected to the vent of any tank holding, or intended for holding, non-potable liquid, as cross-contamination may occur.

It is important that the potable water tank be provided with an overflow or relief valve, located so that the test head of the tank is not exceeded. The overflow must be constructed and protected in the same manner recommended for vents. An overflow may be combined with a vent, but the provisions described for the construction and protection of both vents and overflows must be observed.

The potable water tank should be designed to be completely drained in case there is a need to dump water to remove contamination. The end of the tank suction line should be no closer than 50 mm above the tank bottom, to avoid the intake of sediment or biofilms.

Any means provided for determining the depth of water in potable water tanks should be constructed to prevent the entrance of contaminated substances or liquids. Potable water tanks need to be equipped with facilities to read the filling level of the tank from outside. This construction should not produce areas of stagnating water that could become a source of contamination. Manual sounding should not be performed, as this may lead to unnecessary contamination of the potable water.

All potable water tanks need to be clearly labelled with their capacity and words such as "POTABLE WATER TANK".

The potable water tank will need an inspection cover giving access for cleaning, repair and maintenance. To avoid contamination when opening the cover, the opening should not give direct access to the unprotected water surface. Construction rules should be in line with standardized international regulations. An inspection of the empty tank should be performed periodically (e.g. once per year). If tanks are entered by people, clean protective clothing should be worn. Staff should be equipped with a clean, single-use overall, face mask, disposable rubber gloves and rubber boots that are light in colour, very clean and used only inside potable water tanks. Boots and any tools used in the tank need to be disinfected before entering. No people with any acute illness (e.g. diarrhoea) should be allowed to enter potable water tanks.

Sample cocks should be installed directly on each tank to allow tests to be taken to verify water quality and must point downwards to avoid contamination. Sample cocks should be made of material that allows disinfection and contact with flames for sterilizing. Cold potable water should always be stored at temperatures below 25 °C. More detailed information about technical requirements of potable water tanks can be found in ISO 15748-1.

Potable water tanks and any parts of the potable water distribution system shall be cleaned, disinfected and flushed with potable water:

- before being placed in service; and
- before returning to operation after repair or replacement; or
- after being subjected to any contamination, including entry into a potable water tank.

Potable water tanks shall be inspected, cleaned and disinfected during dry docks and wet docks or every two years, whichever is less.

Disinfection following potential contamination shall be accomplished by increasing free residual halogen to at least 50 mg/l throughout the affected area and maintaining this concentration for 4 hours, or by way of another procedure recognized by WHO.

Potable water pumps

The potable water pump needs the capacity for regular servicing. To prevent contamination, the pump should not be used for any purpose other than pumping potable water. A filter can be installed in the suction line of the pump. Filters need to be maintained according to the manufacturer's instructions (e.g. exchange or regularly backwash). The installation of a standby pump is recommended for emergencies, such as breakdown in the main unit serving the potable water system.

If this secondary pump and piping are filled with water, they must be operated alternating with the primary pump to avoid buildup of microbial contamination in stagnating water. Hand pumps, installed on some ships to serve galleys and pantries for emergency or routine use as a supplement to pressure outlets, need to be constructed and installed to prevent the entrance of contamination. Pumps should ensure continuous operation when required to maintain pressurization—for example, by priming automatically. A direct connection from the pump, with no air gap, should be used when supplying to a potable water tank.

Hydrophore

Hydrophore tanks are used to pressurize the potable water installation and facilitate the transport of the water through the system. In extended potable water installations, permanent running potable water pumps are used instead of hydrophore tanks to establish a continuous positive pressure at all taps.

Hydrophore tanks need to meet the same criteria as other potable water tanks. The tanks should be equipped with maintenance openings for cleaning. They should be of adequate size and located away from any heat sources. Where compressed air is used to produce the air cushion inside the hydrophore tank, a filter, liquid trap or similar device must be installed in the supply line from the compressed air system to protect the water supply. More detailed information can be found in the ISO standards.

Calorifier

Calorifiers are used to produce hot water. In small potable water systems, a so-called decentralized hot-water production system can be used wherever hot water is needed. In more extended installations, however, a central hot-water production unit is typically installed in combination with a hot-water circulation system. Calorifiers should meet the same materials and construction criteria as all other parts of the potable water system. They should be equipped with a maintenance opening and with thermal insulation. To avoid the growth of *Legionella* spp., hot water should leave the calorifier at a temperature of at least 60 °C. A hot-water circulation system should be used, and the returning water should not be colder than 50 °C.

Water distribution system

Ships should have plumbing suitable to protect water safety. Before being supplied, new ships should be inspected for compliance with the design specifications by the relevant competent authority or other authorized independent body. Technical standards such as ISO standards should be considered. A clear and accurate layout of the engineered system on the ship is likely to be needed to support this inspection.

Materials in contact with water need to be safe for the intended purpose. To help ensure this, in new construction and in repairs and replacements on old ships, new pipes, tubing or fittings should be used in the potable water system and in the wash-water system when wash water may be used to supplement potable water after treatment. All materials used should be acceptable to the national health administration of the country of registration. Lead and cadmium materials should not be in contact with water via pipes, fittings and joints and should not be used anywhere in the potable water system, as these can leach into and contaminate the water.

Potable water piping should be clearly identifiable to help prevent cross-connection plumbing errors. To identify potable water piping, a colour code according to international standards (ISO 14726: blue–green–blue) can be used.

Crew must be trained to take hygienic precautions when laying new pipes or repairing existing pipes. It is important in designing the ship to minimize the points where water could collect and become warm (>25 °C) and stagnant. For example, temperature-control valves that prevent scalding must be fitted as close to the point of use as possible to minimize the formation of warm-water pockets. The number of distribution system dead ends should be minimized.

If hot-water piping and cold-water piping are laid side by side, appropriate thermal insulation must be applied to prevent warming or cooling of the respective pipes and the possibility of bacterial growth.

All piping components should be able to resist water temperatures of 90 °C, to facilitate thermal disinfection whenever necessary.

The distribution system should be designed to avoid the bypassing of any important treatment or storage processes.

Fixtures (taps, showerheads)

Fixtures and fittings can harbour contamination, and the design needs to consider how to select suitable attributes to control these risks. To maintain their integrity, an accepted safe practice is to ensure that all fixtures are resistant to the corrosive effects of salt water and saline

atmospheres. In addition, fixtures must be easy to clean and designed to function efficiently. To aid cleaning, rounded internal corners are preferred, wherever practicable.

All fixtures should be able to resist water temperatures of at least 70 °C to facilitate thermal disinfection whenever necessary.

Potable water outlets must be labelled "POTABLE WATER". Similarly, non-potable outlets must be labelled "UNFIT FOR DRINKING". To encourage use of the safe potable supply, potable water outlets must be provided in convenient locations, such as near passenger, officer and crew quarters and in the engine and boiler rooms. To support food safety, hot and cold potable water must be supplied under pressure to the galley, pantry and scullery. Steam to be applied directly to food must be made from potable water. Boiler steam is a safe means of heating potable water and food if applied indirectly, through coils, tubes or separate chambers. Hot and cold potable water must be supplied under pressure to the medical care spaces for hand-washing and care purposes. Only potable water must be piped to the freezer for making ice for drinking purposes.

A wash-water system, when installed, can be used to supply slop sinks, laundry facilities, water closets, bibcock connections for deck flushing purposes, heated water for dishwashing and water for other special uses. Wash-water storage tanks shall be constructed and protected so as to prevent the possibility of contamination in a similar way to potable water. Any faucets on the wash-water system must be clearly marked "UNFIT FOR DRINKING".

Washbasins should have hot and cold potable water lines ending in a simple mixing outlet to help control growth of bacteria that would otherwise proliferate in warm-water lines. It is useful to encourage hygienic behaviour by passengers and crew by placing a sign above the basin with instructions to "WASH BASIN BEFORE AND AFTER USE".

Seldom-used taps or showers have a risk of high microbial growth due to water stagnation. This can lead to contamination of the whole distribution system and should be avoided. Therefore, seldom-used fixtures should be regularly flushed for a few minutes to mitigate this risk. A flushing schedule can be a useful tool to ensure that flushing is performed during regular maintenance.

The potable hot-water system, including showerheads, shall be maintained to minimize the growth of pathogenic *Mycobacterium* or *Legionella* bacteria. Showerheads should be cleaned and disinfected

every six months. Aerators may harbour very high numbers of pathogenic bacteria such as *Pseudomonas aeruginosa*. Therefore, the aerators should be regularly cleaned and disinfected.

2. Operational limits, monitoring and corrective actions

Disinfection

When treatment, purification or disinfection is necessary, the method selected should be recommended by the competent authority under the IHR 2005 and should be easily operated and maintained by the ship's officers and crew. Disinfection is most efficient when the water has already been treated to remove turbidity and when substances exerting a disinfectant demand or capable of protecting pathogens from disinfection have been removed. However, disinfection does not always eliminate all infectious agents. For example, cross-contamination can easily affect water with a low residual disinfection. Furthermore, parasites such as *Cryptosporidium* produce oocysts that are very resistant to chlorine or chloramine disinfection and need to be removed by filtration or inactivated by an alternative method, such as UV irradiation.

In extended distribution systems, a residual disinfectant should be maintained to limit the growth of microbial hazards that can impart off-flavours to the water and foul lines and fittings. Maintaining residual disinfection (e.g. free chlorine at >0.5 mg/l) will contribute to the control of *Legionella* spp., for instance. In addition, this residual may kill very low levels of some pathogens that may gain entry to the network.

Where chlorine is used as the disinfectant, a satisfactory chlorine residual (typically around 0.5–1 mg/l for free chlorine or 1 mg/l for chloramines as water enters the distribution or storage system) should be maintained.

The disinfectant residual for chlorine (the most common disinfectant) should ideally be no less than 0.2 mg/l and no more than 5 mg/l. For effective primary disinfection, there should be a residual free chlorine concentration of at least 0.5 mg/l after at least 30 minutes' contact time at a pH below 8.0. The chlorine residual should be maintained throughout the distribution system; at the point of delivery, the minimum residual concentration of free chlorine should be 0.2 mg/l.

A pH above 8.0 will decrease the disinfecting effect of chlorine significantly. Test kits to check pH before any disinfection and the level of free and total chlorine during disinfection should be available on board and used as per the manufacturer's specifications.

These normal residuals are not adequate, and should not be relied upon, to disinfect large ingress events. Presence of the residual disinfectant does not mean that water is necessarily safe. Similarly, absence of a residual does not mean that the water is necessarily unsafe if the source is secure and distribution is fully protected.

Process control parameters, such as disinfectant residuals at water disinfection plants and at the farthest tap (e.g. bridge deck), should be monitored at a sufficient frequency to detect deviations in control processes early enough to prevent contaminated water from reaching users, which ideally means continuous automated monitoring.

Absence of a residual where one would normally be found can be a useful indicator of cross-contamination. However, many viral and parasitic pathogens are resistant to low levels of disinfectant, so residual disinfection should not be relied upon to treat contaminated water. Low levels of residual may inactivate bacterial indicators such as *E. coli* and mask contamination that might harbour more resistant pathogens. In such cases, superchlorination treatment is typically applied to destroy the resistant viral and parasitic pathogens. Superchlorination involves various combinations of time and concentration—for instance, dosing chlorine to give a final chlorine residual of around 20 mg/l after 1 hour of contact time.

Whenever the potable water tanks and system or any of their parts have been placed in service, repaired, replaced or contaminated, they must be cleaned, disinfected and flushed before being returned to operation. Where a water distiller is connected to the potable water tank or system, the pipe and appurtenances between the distiller and the potable water tank or system must be disinfected and thoroughly flushed with potable water.

If UV light is intended for disinfection, these devices need to be approved by the national authorities. UV devices need regular maintenance, including cleaning and lamp exchange, according to the manufacturer's instructions. Typically, UV devices should be installed vertically to avoid accumulation of sediments on the lamp. Bypass around UV devices is neither allowed nor useful because of the increased risk of contaminating the whole system. In the case of high turbidity, pre-filters should be used before UV devices to ensure that the unit is operating within the manufacturer's specifications. It should be considered that UV light has no residual effect and that all water needs direct contact with the light.

Chemical parameters

Temperature, pH, hardness and alkalinity are controlled within appropriate ranges for the particular water type to minimize corrosivity and potential leaching of metals. Metals such as lead, nickel, iron, cadmium or copper can be leached from some materials into the water and contribute to adverse taste or, in some cases, health concerns. Excess copper or iron can cause a metallic taste; copper can cause gastrointestinal upset; and excess lead can cause cognitive deficits after long-term high-level exposure in young children. The GDWQ guideline value for copper is 2 mg/l; iron can be detectable by taste at about 0.3 mg/l; and the lead (provisional) guideline value is 0.01 mg/l. In lieu of, or in addition to, monitoring for metals, appropriate management should be achieved through a corrosion control programme.

Disinfectant residuals should be monitored throughout the distribution system.

Physical and aesthetic parameters

Electrical conductivity of the water should be measured whenever water is produced on board. A very low electrical conductivity gives information about a malfunction in the remineralization process.

Turbidity in the potable water on the ship could indicate a gross contamination with biological material or that dirt has entered the system during delivery.

No undesirable tastes, colours or odours should be present in the drinking-water. Aesthetic parameters such as undesirable taste, colour or odour that appear after water treatment may indicate corrosion or cross-connections, contamination by foreign substances during transfer to the ship or inadequate plumbing conditions on board. Complaints about aesthetic parameters (odour, colour or taste) should trigger further investigations into water quality and may indicate the need to monitor turbidity. All these parameters signify the need to determine their cause and to take corrective actions so that water on the ship is both potable and palatable. Furthermore, water that is not aesthetically acceptable will not be consumed, and passengers and crew may instead consume alternative, less safe water.

Cool water is generally more palatable than warm water, and temperature will have an impact on the acceptability of a number of other inorganic constituents that may affect taste. High water temperature enhances the growth of microorganisms and may increase taste, odour, colour and corrosion problems (WHO, 2011).

The occurrence of *Legionella* spp. in high numbers in drinking-water supplies is preventable through implementation of basic water quality management measures, including maintaining piped water temperatures outside the range at which *Legionella* spp. proliferate to high levels (25–50 °C). This can be achieved by setting heaters to ensure that hot water is delivered to all taps at or above 50 °C (which can mean requiring temperatures above 55 °C at the recirculating point and in the return line of hot-water circulation systems) and insulating all pipes and storage tanks to ensure that water is maintained outside the temperature range 25–50 °C. However, maintaining operating temperatures of hot-water systems above 50 °C may result in increased energy requirements and present a scalding risk for young children, the elderly and mentally handicapped persons. In cold-water distribution systems, temperatures should be maintained at less than 25 °C throughout the system to provide effective control. However, this may not be achievable in all systems, particularly those in hot climates. Maintaining disinfectant residuals above 0.2 mg/l throughout the piped distribution system and storage tanks will contribute to the control of *Legionella* spp. in such circumstances. Disinfection devices using UV light can be installed in the distribution system to reduce the risk of contamination by *Legionella* spp. Water flow in the distribution system should also be maintained during periods of reduced activity (Bartram et al., 2007).

Prevention of backflow

When potable water is delivered to non-potable systems and supplied under pressure, the system must be protected against backflow by either backflow preventers or air gaps. If backflow preventers fail, negative pressure can arise, and this can lead to ingress of contaminants into the system. The ship should have a comprehensive programme that provides safe connections to the potable water system through air gaps or appropriate backflow-prevention devices at high-hazard locations.

To prevent contamination, it is advisable to ensure that the potable water system is not connected to any non-potable water system. To achieve this, overflows, vents and drains from tanks, and drains from the distribution system must not be connected directly to sewage drains. When drain lines are extended towards the bottom of the ship, they must terminate a suitable distance above the inner-bottom plating or above the highest point of the bilge in the absence of such plating, unless backflow is impossible. Air gaps and receiving funnels must be installed in these lines when they discharge to a closed tank of a non-potable water, to a deck drain or to a sanitary drain. Potable water piping must not pass under or through sewage tanks, or pipes or tanks holding non-potable liquids. The distribution lines, including suction lines of the potable water pump,

should not be cross-connected with the piping or storage tanks of any non-potable water system. Potable water lines must be located so that they will not be submerged in bilge water or pass through tanks storing non-potable liquids.

Examples of areas where backflow prevention may be used are:

- potable water supply lines to swimming pools, whirlpools, hot tubs, bathtubs, showers and similar facilities;
- photographic laboratory developing machines;
- beauty and barber shop spray-rinse hoses;
- garbage grinders;
- hospital and laundry equipment;
- air-conditioning expansion tanks;
- boiler-feed water tanks;
- fire systems;
- toilets;
- freshwater or saltwater ballast systems;
- bilge water or other wastewater locations;
- international shore connections;
- any other connection between the potable and non-potable water systems.

Each backflow preventer must be scheduled for inspection and service in accordance with the manufacturer's instructions and as necessary to prevent the device's failure. To facilitate this, backflow preventers should be located in easily accessible areas. A standard backflow preventer or other device to prevent the flow of water from ship to shore must be installed on every ship. Drainage to prevent freezing may need to be provided. The ship's crew needs to undertake, or commission, regular checks and tests on the adequacy of backflow preventers, possible cross-connection points, leaks, defective pipes, pressure and disinfectant residuals. This should be included in a routine, comprehensive sanitary inspection programme.

Individual air gaps must be placed in drain lines from certain types of fixtures, such as refrigeration units and all hospital, food preparation and food-servicing equipment, when such drainage is to a system that receives sewage or hospital wastes, unless, for example, drains are independent of each other and of all other drainage systems.

The sanitary or overboard water system, including all pumps, piping and fixtures, should be completely independent of the potable water

and wash-water systems. All faucets and outlets on the sanitary system should be clearly labelled “UNFIT FOR DRINKING”. Any bidets installed should be of the jet type, and any potable or wash-water line serving them should be equipped with a backflow preventer.

To control cross-contamination, saltwater service to bathtubs and showers must be independent, with no cross-connections to either the potable water or wash-water systems.

When a ship is without power to operate its pumps, it may connect its firefighting system to the shore potable water system. If the connection remains after the ship’s power system is restored, the non-potable water from the ship’s firefighting system may accidentally be pumped back into the shore potable water system. Measures should be put in place to ensure that this does not occur.

Verification monitoring

Regular water quality monitoring must be performed to demonstrate that source water being supplied to the port and potable water on board are not contaminated with fresh faecal material or other microbial and chemical hazards. Regular monitoring of each parameter is necessary to ensure that safe water quality is maintained, as each step in the water transfer chain provides an opportunity for contamination. Monitoring needs to be specific in terms of what, how, when and who. The focus for the control of process operations should be on simple measurements that must be done online and in the field. In most cases, routine monitoring will be based on simple surrogate observations or tests, such as turbidity or structural integrity, rather than complex microbial or chemical tests. Infrastructure should be monitored (e.g. checks for filter cracks and pipe leaks, defective backflow preventers or cross-connections). Filters need to be exchanged or backwashed according to the manufacturer’s instructions. Seldom-used taps and showers should be flushed regularly to avoid microbial growth due to stagnating water, with both actions described in the WSP. Disinfection must be monitored online by measurements of residual disinfectant, turbidity, pH and temperature; a direct feedback and control system must be included. As such tests can be carried out rapidly, they are often preferred to microbiological testing. It is essential that all monitoring equipment be calibrated for accuracy and checked against independent readings. Records of readings must be documented. Periodic sanitary surveys of the storage and distribution system are an important part of any WSP. These are inexpensive to carry out and can complement routine water quality measurements.

Monitoring actions need to provide information in sufficient time that corrective action can be taken to ensure that process controls will prevent contaminated water from reaching passengers and crew.

Aesthetic parameters such as odour, colour or taste are typically "measured" through consumer complaints, although the crew may also wish to do an independent periodic check. This is a subjective parameter, as individuals have different sensitivities.

Some countries may request additional monitoring for parameters over and above those suggested by the GDWQ within their jurisdiction, for operational or regulatory reasons. Ports and ship operators should verify with their local authority whether additional monitoring is required. This should be included in the WSP.

Investigative and corrective action

In the event of contamination of water on the ship, the ship's operator or master should notify persons on board who may be affected to take immediate mitigation measures or arrange for an alternative water supply. Appropriate action may include additional treatment, or flushing and disinfection of transfer equipment or ship water tanks.

Specific corrective actions must be developed for each control measure in the WSP to deal with deviations when they occur. The actions must ensure that the control point has been brought under control. They may include repair of defective filters, repair or replacement of pipes or tanks or breaking of cross-connections.

The ability to change temporarily to alternative water sources is one of the most useful corrective actions available but is not always possible. Backup disinfection plans may be necessary.

Investigative action and response could be as basic as reviewing records or could include more comprehensive corrective action. Corrective action should involve remedying any mechanical, operational or procedural defect in the water supply system that has led to critical limits or guideline values being exceeded. In the case of mechanical defects, remedies should include maintenance, upgrading or refurbishment of facilities. In the case of operational defects, actions should include changes to supplies and equipment. In the case of procedural defects, such as improper practices, standard operating procedures and training programmes should be evaluated and changed, with personnel retrained. Any such changes should be incorporated into the WSP.

The competent authority under the IHR 2005 should be informed whenever required by the national regulations of the port State and in

all cases of illnesses and/or complex problems on board. Reporting of illnesses and sanitary conditions that may pose a public health risk (e.g. water system in poor condition) is an international obligation under the IHR 2005.

Oversight should be provided to ensure that corrective actions are implemented in accordance with written procedures and quickly enough to minimize exposure of the travelling public and crew members. Oversight could be performed by the responsible party for that segment of the supply chain or by an independent party, such as a regulatory authority.

Emergency or contingency actions may need to be taken, such as provision of water from alternative sources. During periods when corrective action is being taken, increased monitoring is required.

3. Management and communication

Verification monitoring

Verification monitoring of potable water on the ship is carried out at locations selected to ensure that persons on board are provided with safe water. Verification steps should be adequate to provide assurance that water quality has been maintained at, or restored to, safe levels. It is important to separate verification monitoring from less sophisticated measures such as simple on-site tests and more complex procedures such as sampling for microbiological and chemical laboratory analysis. While simple on-site tests (e.g. regular verification and operational monitoring of pH and chlorination) can be performed by appropriately trained and competent ship staff, sampling for complex chemical and/or microbiological analysis should always be performed by well-trained professional persons who are authorized by a certified laboratory. Only special sampling containers (e.g. sterile glass bottles that contain sodium thiosulfate for microbiological samples or special polyethylene bottles for chemical samples) should be used. Usually samples are taken in one port, and the ship will leave port while the results are still pending. Often the results need to be interpreted by the next port, and therefore it is desirable to follow a defined sampling scheme and sampling procedures (e.g. according to ISO 19458) to provide internationally comparable results.

A standard sampling scheme should be developed for each ship, depending on the size and complexity of the potable water system. At a minimum, it is diligent to take a sample directly from the tank (sampling taps are necessary) and one sample at the farthest point of

the distribution system (e.g. tap at the bridge deck). The tank sample gives information about the quality of the water supply on board, while the bridge sample gives information about the quality of the water for the consumer. If both samples have been taken at the same time, they can be compared to provide information about the influence of the distribution system. This is an easy and affordable way to obtain a quick overview of the system's status.

Sampling guidelines for physicochemical and microbiological analysis can be found in Volume 3 of the 2nd edition of the GDWQ, *Surveillance and control of community supplies* (WHO, 1997), and in ISO 19458:2006—Water quality—Sampling for microbiological analysis.

Detailed information about useful sampling schemes, sampling procedures, standard parameters and action triggers is given in section 2.2.4.

Laboratories engaged for potable water analysis should refer to international quality standards (e.g. ISO/IEC 17025).

It is recommended that *E. coli* or thermotolerant (faecal) coliforms be monitored at representative taps (e.g. drinking fountains). Monitoring should take place at each major servicing, in addition to regular *E. coli* spot checks while in service.

HPC can be used as an indicator of general water quality within the distribution system. An increase in HPC indicates post-treatment contamination, regrowth within the water conveyed by the distribution system or the presence of deposits and biofilms in the system. A sudden increase in HPC above historical baseline values should trigger actions to investigate and, if necessary, remediate the situation.

Testing for *Legionella* bacteria serves as a form of verification that the controls are working. It should be undertaken periodically, such as monthly, quarterly or annually, depending on the type of ship environment and the climate of the shipping passage. This testing should not replace or pre-empt the emphasis on control strategies. Furthermore, the tests are relatively specialized and need to be undertaken by properly equipped laboratories with experienced staff. Verification sampling should focus on system extremities and high-risk sites.

Pseudomonas aeruginosa can cause a range of infections but rarely causes serious illness in healthy individuals without some predisposing factor. It predominantly colonizes damaged sites such as burns and surgical wounds, the respiratory tracts of people with underlying disease and physically damaged eyes. From these sites, it may invade

the body, causing destructive lesions or septicaemia and meningitis. *Pseudomonas aeruginosa* can multiply in water environments and also on the surface of suitable organic materials in contact with water. *Pseudomonas* can be found frequently in aerators and showerheads. The presence of high numbers of *P. aeruginosa* in potable water can be associated with complaints about taste, odour and turbidity. If there is any evidence of stagnating water or inappropriate maintenance of taps and showerheads (especially in medical areas), a test for occurrence of *P. aeruginosa* should be completed.

The principal concern for toxic chemicals in potable water on board is most likely metals, such as lead, nickel, iron, cadmium or copper, or other chemicals leached from the distribution system into the water that can contribute to adverse taste or, in some cases, health concerns. For ships that produce their own water from seawater, other chemicals may be of concern, such as boron and bromide. The choice of chemicals to be monitored depends on the situation. All samples need to meet GDWQ or national standards (whichever are stricter) for chemicals with potentially significant effects associated with chronic exposures.

In certain situations, the frequency of monitoring should be increased for a period necessary to determine appropriate corrective action and/or provide assurance that measured parameters have been maintained at, or returned to, safe levels. Examples of situations warranting increased monitoring are positive *E. coli* or thermotolerant (faecal) coliform results, excessively humid conditions, natural disasters affecting source water quality, significant increase in HPC and maintenance activities that have the potential to affect water quality.

Record keeping

Documentation of monitoring should be kept for assurance and analysis in the event of an incident. Documentation should be showed to the competent authority under the IHR 2005 whenever requested.

Documentation of inspection, maintenance, cleaning, disinfection (to include concentration and contact time of disinfectant) and flushing shall be maintained for 12 months and shall be available.

Training

Crew should be suitably trained by experienced professionals in all aspects of their operation and maintenance of the water supply system. Examples of specific training areas are aspects of bunkering procedures, onboard water production, temperature and stagnation, maintenance of the water system and all treatment components.

2.2.4 Guideline 2.4: Independent surveillance

Guideline 2.4—Independent surveillance of potable water safety is performed by a competent authority under the IHR 2005.

Indicators for Guideline 2.4

1. Audit/inspection procedures are put in place by a competent authority under the IHR 2005.
2. Documentation and implementation of a WSP are reviewed, and feedback is provided.
3. An independent competent authority under the IHR 2005 responds to reports of incidents with the potential to adversely affect public health.

Guidance notes for Guideline 2.4

One limitation with water quality monitoring is that, by the time contamination is detected, it is likely that some of the contaminated water has been consumed. Therefore, surveillance should extend to auditing, whereby the processes in place to protect water quality are checked on board ship and at port by an appropriately experienced auditor.

Ship water quality surveillance is an ongoing investigative activity that is undertaken to identify and evaluate potential health risks associated with the use and consumption of potable water on board. Surveillance protects public health by promoting the improvement of quality, quantity, accessibility and continuity of potable water supplies. This guideline addresses surveillance of these factors only and does not address surveillance relating to monitoring of, or response to, outbreaks or other disease events (i.e. public health surveillance).

Levels of surveillance of drinking-water quality differ widely. Surveillance should be developed and expanded progressively, by adapting the level to the local situation and economic resources, with gradual implementation, consolidation and development of the programme to the level ultimately desired. When accepting a WSP, the competent authority under the IHR 2005 in a given jurisdiction may take responsibility for surveillance of the programme, which may include performing random water sampling and auditing the WSP programme.

Although this guideline addresses surveillance by oversight authorities, many concepts discussed could be employed by the water supplier to ensure that the WSP is being implemented effectively.

1. Establishment of procedures

In most cases, surveillance consists primarily of sanitary inspections, based on the WSP, of ports, watering facilities or ships. Sanitary inspection is a tool for determining the state of the water supply infrastructure and identification of actual or potential faults and should be carried out regularly.

A State health inspector should have the authority to conduct independent inspections and verify the reliability of the supplier's information. This does not normally need to be as frequent as the continuous control performed by ports and ship operators.

Surveillance should be accomplished by authorized and trained officers from public health authorities. Alternatively, the services of qualified independent auditors may be used if they have been authorized by the relevant competent health authority.

Specifications for qualifications of the inspectors should be established, and inspectors should undergo adequate training, including periodic updates and recertification. Independent auditors and inspectors should meet the same requirements as those from the public health authorities.

2. Review of documentation and plan implementation

WSPs should be provided by the port authority and the ship operators, and all documentation pertaining to the WSPs should be reviewed. The independent review of the WSPs should include a systematic approach, based on the components of the WSPs, by external auditing of the documentation, implementation and monitoring of critical control points.

Components of the independent review include inspection of crew personal hygiene through the demonstration of crew members following procedures, inspections of equipment and environmental conditions to ensure that dedicated equipment is used and stored under sanitary conditions, recording these inspections, and water sampling through on-site or laboratory tests. Periodic microbiological surveillance of the entire water supply system from the source to representative taps on board should be a key priority because of the acute risk to health posed by pathogens in drinking-water. Verification of compliance with water standards should start at the source and extend throughout the water

distribution system. Each water source, transfer point or critical point in the distribution system and end-point should be monitored. If this is not possible, at a minimum, end-points and tanks should be monitored, but it should be possible to trace back when an unsatisfactory result is found.

Inspection of procedures or control systems should be adequate to provide assurance that responsible parties in the water supply chain are able to implement timely corrective measures. Supporting programmes should be reviewed to ensure that management procedures and training are adequate to maintain a safe supply of water.

Communication procedures by and to the water supplier, port authority, delivery points, ship operator and the public should also be reviewed. A notification system should be established that integrates all parties within the water supply and transfer chain.

3. Response to incidents

Response to incidents may include written reports from the responsible party or independent inspectors or written or verbal reports from affected individuals or their representatives. The competent authority under the IHR 2005 should investigate reports of incidents by interviewing reporters, responsible parties and other affected individuals and independently verifying water quality and relevant process parameters (maintenance checklists, training records, etc.) through on-site inspections and other means. The competent authority under the IHR 2005 should coordinate with and advise responsible parties on appropriate corrective actions (modifications to water safety, management, training and maintenance plans, notification of potentially affected individuals, etc.) and ensure that remedial action plans are effective and implemented.

Sampling scheme

Sampling must be done by professionally trained personnel only. Sampling procedures for microbiological testing of potable water are described in ISO 19458. Laboratories should analyse the water according to internationally accepted technical standards, such as ISO/IEC 17025. It is important that sampling methods and analytical procedures are comparable from laboratory to laboratory and from State to State. Examples of parameters frequently tested in potable water and typical values are given in Table 2-2.

Table 2-2 Examples of parameters frequently tested in potable water and typical values

Parameter	Typical value	Unit	Comments
pH[a]	6.5–9.5	–	Ideal pH depends on the materials used. A pH above 8.0 does not allow effective water disinfection with chlorine and gives evidence that self-produced water may not be remineralized adequately. Further assessment of potable water quality should be performed.
Temperature, cold water[b]	5–25	°C	Ideally below 20 °C to avoid growth of *Legionella* spp. If above 25 °C, a high risk of *Legionella* spp. contamination exists. Violation should trigger testing for contamination with *Legionella* spp.
Temperature, hot water[b]	50–90	°C	To prevent growth of *Legionella* spp., temperatures above 55 °C should be maintained in hot-water storages and whole piping system.[a] Violation should trigger testing for contamination with *Legionella* spp.
Conductivity	–	µS/cm	Indirect measure of total dissolved solids Typical values (approximately): Untreated distillate: 50 µS/cm Water from shore sources: 500 µS/cm Seawater: 50 000 µS/cm Too low conductivity should trigger evaluation of corrosive processes in the piping and existence of heavy metals due to corrosion.
Hardness[a] (calcium carbonate)	>100	mg/l	Hardness below 60 mg/l poses high risk of copper corrosion. Too low hardness should trigger evaluation of corrosive processes in the piping and existence of heavy metals due to corrosion.
Turbidity[a]	1	NTU	Turbidity should be below 1 NTU for effective disinfection.
Escherichia coli	0	cfu/100 ml	ISO 9308-1/2:1990

Table 2-2 Examples of parameters frequently tested in potable water and typical values *continued*

Parameter	Typical value	Unit	Comments
HPC (at 20 °C)	No abnormal deviations	cfu/100 ml	–
HPC (at 37 °C)	No abnormal deviations	cfu/100 ml	–
Legionella spp.	<100	cfu/100 ml	Temperature should be above 55 °C in hot water and below 25 °C in cold water to avoid excessive growth of *Legionella* spp.
Lead[a]	10	µg/l	–
Copper[a]	2000	µg/l	Copper has been shown to cause acute gastrointestinal discomfort and nausea at concentrations above about 3 mg/l.
Cadmium[a]	3	µg/l	–
Iron[a]	200	µg/l	–
Nickel[a]	70	µg/l	The concentration of nickel in drinking-water is normally less than 20 µg/l.
Zinc[a]	3000	µg/l	–
Chlorine, free[a]	<5	mg/l	For effective disinfection, there should be a residual concentration of free chlorine of at least 0.5 mg/l after at least 30 minutes' contact time at pH below 8.
Chlorine dioxide[b]	0.05	mg/l	–
Colour	<15	TCU	No visible colour

–, not available; cfu, colony-forming units; HPC, heterotrophic plate count; NTU, nephelometric turbidity units; TCU, true colour units.

[a] WHO (2011).

[b] ISO 15748-1:2002—Ships and marine technology—Potable water supply on ships and marine structures—Part 1: Planning and design.

Before a standard sampling scheme can be defined, it is necessary to consider that there are two reasons for sampling:

- standard surveillance to perform verification of good management
- more detailed inspection in case of suspected problems.

In case of suspected problems, either a broad assessment or a focused search in the system can be completed. The sampling should be performed after an inspection of the whole system. WHO's *Recommended procedures for inspection of ships and issuance of ship sanitation certificates* (WHO, 2010) provide more detailed information for a system assessment on board. When monitoring, a standard sampling scheme can be very useful to provide reliable and comparable information.

The explanations below give information about how to select a sampling point, action triggers to decide which parameters should be examined and procedures for taking samples.

All procedures should be discussed in advance with the laboratory that will analyse the samples to avoid any misunderstandings.

If the water has been produced on board or water has been bunkered from ashore, the water quality in the ship's tank gives information about the source water quality. Sampling should be performed directly from a defined and labelled sampling tap installed at the tank, referring to a suitable procedure such as that described in ISO 19458 purpose "A": "Disinfect or sterilize the sampling tap with a gas burner or with suitable disinfection liquid (e.g. Ethanol 70%), let water flow out until the temperature is constant (or at least 10 litres if directly taken from the tank) and fill the sterile sampling bottle".

Where water is used for human consumption on board ship, it has to be potable. If information is needed about the influence of the distribution system, the farthest tap should be examined to inform the assessor of the highest potential risk. This tap typically can be found at the bridge deck. Here an additional sample should be taken, referring to a suitable procedure such as ISO 19458 purpose "B": "Remove aerator, clean the tap, disinfect or sterilize the tap by using disinfection liquid or gas burner, let some water flow out (approximately 2–3 Litres) and fill the sterile sampling bottle".

Whenever the water temperature is between 25 °C and 50 °C, a high risk of contamination by *Legionella* spp. exists. The main risk is that contaminated aerosols can be inhaled (e.g. in the shower). Therefore, at least one shower should be examined within a monitoring programme. It is useful to take a cold-water and hot-water sample from the same

shower to avoid unnecessary follow-up sampling. Sampling for *Legionella* spp. analysis is not defined in ISO 19458 but could be performed as follows: Choose a sampling point (e.g. showerhead), do not remove the showerhead and hose, do not disinfect the showerhead or hose, open the cold-water tap, let 2–3 litres flow out, take the sample, measure the temperature, let the cold water flow for 5 minutes and measure the temperature again, then close the cold-water tap. Open the hot-water tap, let 2–3 litres flow out, take the sample, measure the temperature, let the hot water flow for 5 minutes and measure the temperature again, then close the hot-water tap. Additionally to the sampling at one shower, a sample at the flow line and at the return line close to the calorifier can be useful to get information on whether the whole system or just the single shower is contaminated.

When evidence is found of stagnating water or otherwise poorly maintained fixtures in medical areas, testing for *Pseudomonas aeruginosa* can be useful. In this case, sampling should refer to a suitable procedure such as ISO 19458 purpose "C": "Choose a sampling point, do not remove aerators or showerheads, do not disinfect or sterilize the fixture or showerhead, open the tap and take the sample immediately". The same sampling procedure should be applied at suspect taps if there is any outbreak on board that may be associated with a waterborne organism.

When there is any evidence of malfunction in water rehardening procedures (e.g. missing pre-acidification, high pH, low conductivity, low hardness, colour changes in water or at surfaces that are in contact with water), a chemical analysis of dissolved metals should be arranged from one tap. Two different methods can be applied:

Method A: Take one sample directly from the tap without any other measures in advance. Usually a polyethylene bottle with a volume of 1 litre would be used. This method requires just one sample but will not provide further information on the contamination source. The disadvantage of this method is that there is no information about the stagnation time of the water in the piping before the sample has been taken.

Method B: Advise the officer in charge on board to begin 4 hours before sampling with the following procedure: Flush the chosen sampling tap (e.g. bridge deck) thoroughly for at least 15–20 minutes, and close and secure the tap against accidental use until the next sample is required (in 4 hours).

For sampling, three polyethylene bottles with a volume of 1 litre should be used.

Bottle 1: Open the tap and fill the bottle immediately.

Bottle 2: Let 2–3 litres of water flow through, and fill the second bottle.

Bottle 3: Let the water flow for at least 15–20 minutes, and fill the third bottle.

The analysis of bottle 1 will give information about influence of the fixture; bottle 2 represents the influence of the piping; and bottle 3 provides information about the water source.

If tank coatings or other materials that are in contact with the potable water appear to render the water unfit for human consumption (e.g. chemical odour), a specialized chemical analysis should be performed.

Whenever water samples are taken on board or ashore, some on-site parameters should be measured, as these can change while samples are transported to the laboratory. These parameters are pH, level of free chlorine, level of total chlorine, conductivity, temperature and turbidity. These values should always be documented, together with detailed information about how and where the samples have been taken.

To obtain reliable and comparable information about the sanitary status of the potable water installation, it is recommended that samples be taken at the same places (e.g. always at the tank and from the bridge deck).

To establish communication between different ports in international travel, it is recommended that the water quality analysis reports be issued in English. The sampling points should be clearly indicated, and all analysis results should be clearly documented. It should be considered that some port States do not accept potable water analysis reports when they do not make clear that the laboratory was working according to a suitable procedure, such as ISO/IEC 17025.

3 Food

3.1 Background

This chapter focuses on foodborne disease, including disease associated with bottled water and ice. The previous chapter (chapter 2) considered disease associated with potable water supplied on board.

3.1.1 Food supply and transfer chain

Foodborne outbreaks have been associated with sourcing unsafe food. Therefore, the first preventive strategy should be to source safe food. Even if the sourced food is safe, measures need to be put in place to ensure that it remains safe during the transfer, storage, preparation and serving activities that follow. An understanding of the ship food supply and transfer chain will help to illustrate the points at which the food can become contaminated en route to the point of consumption.

Generally, the ship food supply and transfer chain consists of five major components that provide multiple opportunities for the introduction, or proliferation, of contaminants in food:

- the source of food coming into the port;
- transfer of food to storage points on board ship;
- storage and general distribution of food on board ship;
- preparation and serving of food, including cooking and mixing by food handlers;
- handling and storage of food for personal consumption by passengers or crew, including taking food away and storing it in private areas for subsequent consumption.

3.1.2 Health risks associated with food on ships

Significant levels of foodborne disease transmission on ships have been reported. The Rooney et al. (2004) review of more than 100 outbreaks associated with ships found that two fifths of the outbreaks reported were foodborne outbreaks. As more than one third of the reviewed outbreaks could not be associated with any specific exposure route, the true contribution from foodborne transmission to the total may be significantly higher. The Rooney et al. (2004) review provided important information on examples, and possible causes, of foodborne disease, and these examples are cited throughout this chapter.

Importantly, the majority of reported foodborne disease outbreaks were caused by pathogenic bacteria such as *Salmonella* spp., *Shigella* spp. and *Vibrio* spp. The symptoms of bacterial infections can be more severe and prolonged than are typically observed with more common viral diseases or *Cryptosporidium* infection. This implies an enhanced morbidity burden due to foodborne disease, which further emphasizes the significance of this exposure route.

Foodborne disease is often referred to generally as "food poisoning", which has, in turn, been defined by WHO as "any disease of an infectious or toxic nature caused by or thought to be caused by the consumption of food". This definition includes all illness, regardless of the presenting symptoms and signs, thought to have been caused by food. The definition includes acute illnesses characterized by diarrhoea and/or vomiting and illnesses presenting with manifestations not related to the gastrointestinal tract, such as scrombotoxin poisoning, paralytic shellfish poisoning, botulism and listeriosis. In addition, the definition includes illness caused by toxic chemicals but excludes illness due to known allergies and food intolerances. Note that "foodborne" refers to the probable source of the infection, not the nature of the signs and symptoms. Many of the signs and symptoms of the diseases that can be foodborne can also be acquired by other routes, such as person-to-person and waterborne transmission.

Foodborne biological hazardous agents include bacteria, viruses, fungi and parasites. These organisms are commonly associated with humans, with raw products entering the food preparation site and with the occurrence of pests. Many of these microorganisms occur naturally in the environment where food is grown. Therefore, some contamination by these pathogens can be expected in raw food.

A range of helminthic and protozoan parasites can contaminate food. Many are zoonotic (capable of infecting many species of animals and humans), so meat and poultry can become directly contaminated at source. Some diseases are transmitted by the faecal–oral route, whereas others are transmitted via consumption of contaminated flesh. Parasitic infections are commonly associated with undercooked meat products or contaminated ready-to-eat food. Some parasites in products that are intended to be eaten raw, marinated or partially cooked can be killed by effective freezing techniques (the precise conditions that are appropriate will depend on the nature of both the food and the parasites).

Chemical contaminants in food may be inadvertently added during the growing phase, be naturally occurring or be added accidentally

during processing—for example, by the misuse of cleaning chemicals or pesticides. Examples of naturally occurring chemicals are mycotoxins (e.g. aflatoxin), scombrotoxin (histamine), ciguatoxin, mushroom toxins and shellfish toxins.

Some of the causal hazards associated with foodborne disease outbreaks associated with ships are listed in Table 3-1 (Rooney et al., 2004). Note that in some foodborne outbreaks, the causative agent may not have been identified.

Table 3-1 Agents associated with foodborne disease outbreaks within ships, 1 January 1970 – 30 June 2003

Pathogen/toxin	Number of outbreaks	Number of passengers and crew members affected
Enterotoxigenic *Escherichia coli*	8	2670
Invasive *Escherichia coli*	1	153
Norovirus	4	866
Vibrio spp.	6	1259
Salmonella spp. (non-typhi)	15	1849
Shigella spp.	8	2076
Staphylococcus aureus	2	380
Clostridium perfringens	1	18
Cyclospora spp.	1	220
Trichinella spiralis	1	13
Unknown agent	3	360

Source: Rooney et al. (2004).

Factors contributing to foodborne outbreaks on board ship have included:

- contaminated raw ingredients
- inadequate temperature control
- inadequate heat treatment
- infected food handlers
- use of seawater in the galley.

Bacteria and fungi present significant risks for two reasons:

- Both raw and cooked food can provide a fertile medium and support rapid growth of these organisms. Food can become recontaminated after it has cooled, such that cooked food is not necessarily safe.
- There are toxins of fungal and bacterial origin that are relatively heat stable and can remain at hazardous levels even after cooking.

Therefore, the contamination levels in raw food should be minimized even when cooking occurs.

Unlike bacteria and fungi, human pathogenic viruses are unable to reproduce outside a living cell. In general, they cannot replicate in food and can only be carried by it. Furthermore, most foodborne viruses affecting humans are limited to human hosts. This makes contamination by the unclean hands of infected food handlers or from human faecal contamination the prime risk factors.

The presence of non-potable water on ships can also present additional risks for food contamination. Only potable water should be supplied to the galley, and food should not be held at ambient temperature for extended periods.

Outbreaks have been associated with presymptomatic, symptomatic and post-symptomatic food handlers, and viral shedding can occur from asymptomatic infected individuals. Infected food handlers should be encouraged to report symptoms and be excluded from work until at least 48 hours after symptoms have ceased. Exposed food that will not be cooked, such as fruit, should be discarded if it may have become contaminated.

The pressure on space and facilities on board ship can lead to a lack of adequate facilities and equipment, and this can be a contributing factor in causing disease. For example, in an outbreak of multiple antibiotic–resistant *Shigella flexneri* 4a, the spread of infection by a food handler may have been facilitated by limited availability of toilet facilities for the galley crew (Lew et al., 1991). Conveniently located hand-washing and toilet facilities are a prerequisite for hygienic handling of food.

3.1.3 International Health Regulations (2005)

The IHR 2005 contain provisions for the State Party to designate ports to develop core capacities, such as the capacity to ensure a safe environment for travellers using port facilities, including potable water and eating establishments (Annex 1B1(d) of the IHR 2005).

In accordance with Articles 22(b), 22(e) and 24(c) of the IHR 2005, Member States are required to take all practicable measures to ensure

that international conveyance operators keep their conveyances free from sources of contamination and infection, and competent authorities are responsible for ensuring that the facilities at international ports are in sanitary condition and for supervising the removal and safe disposal of any contaminated water and food from a conveyance.

However, it is the responsibility of each ship operator to apply all practicable measures to ensure that no sources of infection and contamination are present on board, including in the water system or food supplies. For this purpose, it is important that these standards are upheld on board ships and at ports, in terms of the safety of the food served, from the source of supply ashore to distribution on board ship.

3.1.4 Overview of food safety plans, and hazard analysis and critical control points

The Codex Alimentarius Commission implements the Joint Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/WHO Food Standards Programme, the purpose of which is to protect the health of consumers and to ensure fair practices in the food trade. The Codex Alimentarius is a collection of internationally adopted food standards presented in a uniform manner. It also includes advisory provisions in the form of codes of practice, guidelines and other recommended measures to assist in achieving its purposes (FAO/WHO, 1995, 1997a, 1997b, 1999, 2003). Codex Alimentarius guidance provides important information on basic food safety, which will be referred to throughout this chapter.

The ILO has developed labour standards that include consideration of food and catering requirements and competencies for merchant ships.

Food safety plans (FSPs) are required to manage the process of providing safe food. Typically, the FSP is based around hazard analysis and critical control point (HACCP) methodology, which is described in detail by FAO/WHO (2003), ISO (ISO 22000:2005—Food safety management systems—Requirements for any organization in the food chain) and the National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (1997). The base reference in this document for food safety management is HACCP. There may be other acceptable food safety management programmes that involve partial application of the full HACCP system.

A modern FSP would generally be based around HACCP principles and the prerequisite supporting programmes. The FSP is intended to provide a systematic approach to identifying specific hazards and measures for their control to ensure the safety of food. The FSP should be used

as a tool to assess hazards and establish control systems that focus on prevention rather than relying mainly on end-product testing. The FSP should be capable of accommodating change, such as changes to the ship menus, layout and equipment; advances in equipment design; changes in processing procedures; or technological developments. FSP implementation should be guided by scientific evidence of risks to human health. As well as enhancing food safety, implementation of an FSP can provide other significant benefits, including a framework to support inspection and certification by regulatory authorities and registrars. The successful implementation of an FSP requires the full commitment and involvement of both management and the workforce.

The prerequisite or supporting programmes that form part of an FSP typically include:

- good design
- quality construction
- hygienic work practices
- training of chefs and food handlers
- quality assurance of raw material ingredients
- operation in accordance with any appropriate food safety legislation.

The core HACCP steps and principles will be briefly described as they relate to ships. It is important when applying HACCP to be flexible, where appropriate, given the context of the application and taking into account the nature and size of the operation.

Preliminary steps

- Step 1. Assemble the HACCP team. The ship operator should ensure that the appropriate knowledge and expertise are available for the development of an effective HACCP plan. The scope of the HACCP plan should be identified.
- Step 2. Describe the products. Full description should be given, including storage conditions.
- Step 3. Identify the intended use of the plan. Vulnerable groups of the population (e.g. the elderly or pregnant women) may have to be considered, as may allergic groups.
- Step 4. Construct flow diagrams. A flow diagram should cover all steps in any given operation.
- Step 5. Conduct on-site confirmation of flow diagrams. The HACCP team should confirm the process operation against the flow diagram and make amendments where necessary.

HACCP principles

- Principle 1: Hazard analysis. The team should list all potential hazards associated with each step, conduct a hazard analysis and consider any measures to control identified hazards. Hazard identification includes defining which hazards are of such a nature that their elimination or reduction to acceptable levels is essential for the preparation of safe food. The HACCP team must then consider whether control measures, if any exist, can be applied to each hazard. More than one control measure may be required to control a specific hazard, and more than one hazard may be controlled by a specified control measure. In conducting the hazard analysis, wherever possible, the following should be included:
  - the likely occurrence of hazards and severity of their health effects;
  - the qualitative and/or quantitative evaluation of the presence of hazards;
  - survival or multiplication of microorganisms of concern;
  - production or persistence in foods of toxins, chemicals or physical agents;
  - conditions leading to the above.
- Principle 2: Determine critical control points (CCPs). CCPs are the stages in the preparation and cooking of food that must be controlled to ensure the safety of the food. There may be more than one CCP at which control is applied to address the same hazard. The determination of a CCP in the HACCP system can be facilitated by the application of a decision-tree, which indicates a logical reasoning approach.
- Principle 3: Establish critical limits for each CCP. Critical limits must be specified and technically validated for each CCP. Criteria often used include temperature, time and available chlorine.
- Principle 4: Establish a monitoring system for each CCP. Monitoring is the scheduled measurement or observation of a CCP relative to its critical limits. The monitoring procedures must be able to detect loss of control at the CCP. Further, monitoring should ideally provide this information in time to make adjustments to ensure control of the process to prevent violation of the critical limits. Where possible, process adjustments should be made when monitoring results indicate a trend towards loss of control at a CCP. If monitoring is not continuous, the amount or frequency of monitoring must be sufficient to guarantee that the CCP is under control.

- Principle 5: Establish corrective actions. Corrective actions must be developed for each CCP in the HACCP system to deal with deviations when they occur. The actions must ensure that the CCP has been brought under control.
- Principle 6: Establish verification procedures. Verification and auditing methods, including random sampling and analysis, can be used to determine if the HACCP system is working correctly. The frequency of verification should be sufficient to confirm that the HACCP system is working effectively.
- Principle 7: Establish documentation and record keeping. Efficient and accurate record keeping is essential to the application of a HACCP system. Documentation and record keeping should be appropriate to the nature and size of the ship.

Training programmes should be routinely reviewed and updated where necessary. Systems should be in place to ensure that food handlers remain aware of all procedures to maintain the safety and suitability of food.

3.2 Guidelines

This section provides targeted information and guidance, identifying responsibilities and providing examples of practices that can control risks. Thirteen specific *guidelines* (situations to aim for and maintain) are presented, each of which is accompanied by a set of *indicators* (measures for whether the guidelines are met) and *guidance notes* (advice on applying the guidelines and indicators in practice, highlighting the most important aspects that need to be considered when setting priorities for action).

The guiding principle for this section is ensuring that food is safe for intended use at the point of consumption.

Guidelines 3.2–3.13 can be considered components under the umbrella Guideline 3.1. However, their importance in ensuring safe food on board ships warrants that they have additional detailed elaboration.

3.2.1 Guideline 3.1: Food safety plans

Guideline 3.1—Food safety plans are in place for each component of the food-chain.

Indicators for Guideline 3.1

An FSP is designed and implemented for:

1. the food source
2. transfer of food to the ship
3. the ship food storage system
4. the ship food preparation and serving system
5. consumer handling and storage processes on board ship.

Guidance notes for Guideline 3.1

Attention should be given to the contemporary use of a preventive, multiple-barrier risk management approach to food safety, termed the FSP, and based around the HACCP principles (as per section 3.1.4).

Most of the microorganisms that cause foodborne disease are killed or inactivated by normal cooking processes. However, there are limitations to those contaminants that can be removed. Cooking processes are not always carried out effectively, and some hazardous agents can persist through cooking processes (e.g. toxins). Furthermore, food can become recontaminated following cooking, either by passengers and crew or by vectors such as rodents and insects. Therefore, reliance should not be placed on the cooking processes alone.

Food poisoning on board ships can be reduced by vendor assurance and careful selection of suppliers, training of food handlers, optimum construction of galleys and strict personal hygiene. Control measures for biological hazards include:

- source control—that is, control of the presence and level of microorganisms by obtaining ingredients from suppliers that can demonstrate adequate controls over the ingredients and suitable transport of the ingredients to ships;
- temperature/time control—that is, proper control of refrigeration and storage time; and proper thawing, cooking and cooling of food. Passenger ship operators should consider alternatives to packed food for takeaway by passengers or eliminate potentially hazardous foods for packaged takeaway, to ensure that these temperature/time control limits are not exceeded;

- cross-contamination control, both direct (e.g. resulting from direct contact between raw and cooked food) and indirect (e.g. resulting from the use of the same utensils to contact both raw and cooked food);
- proper cleaning and disinfection, which can eliminate or reduce levels of microbiological contamination. Galleys should be designed so that the risk of cross-contamination is reduced. Specific guidelines for sanitary conveniences and hand-washing facilities for the shipping industry should be considered by those designing and maintaining ships. Seawater or non-potable water must not be used in or near food or food preparation areas;
- personal and hygienic practices. It is recommended that ships have policies for ensuring that staff with infections that can be transmitted via food do not perform any task connected with food handling. Food handlers with cuts, sores or abrasions on their hands should not handle food unless such sores are treated and covered. Staff should not be penalized for reporting illness; rather, the reporting of illness should be promoted. Preventing outbreaks attributed to infected food handlers requires the cooperation of employers, as many food handlers may conceal infection to avoid pay loss or penalty.

It is important that first-aid boxes are readily available for use in food handling areas and that a suitably trained person is appointed to take charge of first-aid arrangements. There are no specific requirements covering the contents of a first-aid box, but minimum contents might reasonably be a plastic-coated leaflet giving general guidance on first aid, individually wrapped sterile dressings of assorted sizes, sterile eye pads, individually wrapped triangular bandages, safety pins, medium-sized (approximately 12 cm × 12 cm) individually wrapped sterile unmedicated wound dressings and one pair of disposable gloves.

3.2.2 Guideline 3.2: Food receipt

Guideline 3.2—Food is inspected and confirmed to be in safe condition upon receipt.

Indicators for Guideline 3.2

1. Receiving areas/spaces do not harbour hazards.
2. Received food is inspected and confirmed to be in safe condition before acceptance.

Guidance notes for Guideline 3.2

Ship operators are expected to take all practicable measures to ensure that they do not receive unsafe or unsuitable food. This means that they must make sure that the food they receive:

- is protected from contamination;
- is clearly identifiable;
- is at the correct temperature and in the appropriate condition when it arrives (e.g. a food that is labelled frozen and shipped frozen by a food-processing plant shall be received frozen).

Physical facilities of the food receiving area shall:

- have a smooth, non-absorbent and cleanable covering;
- be maintained sound and in good repair, free of chippings, cracks, leakage, seepage, mould, peeling and so forth;
- be free of unused or extraneous materials (cardboard, cloths, papers, sanitizing products, plastic bags, pallets, brooms, etc.);
- be provided with natural or artificial lighting that does not compromise food hygiene, does not change colour and enables good working conditions;
- be provided with electrical wiring installations that are properly covered and insulated;
- be provided with a ventilation system that avoids intense heat, vapour condensation and accumulation of mould, fumes or smoke.

The food receiving area must be cleaned with disinfectant. The disinfectant manufacturer's instructions, including concentration and contact time, shall be followed precisely. The cleaning should take place immediately before food entry.

Food cannot enter by the same area from which solid waste is removed. If it is absolutely impossible to provide different areas, there should be a different schedule, and the area shall always be cleaned before food is received.

Integrated pest management actions shall be implemented at this area according to the provisions established in chapter 7 of this guide.

The Codex Alimentarius provides details of temperatures and conditions that should be confirmed as items are received. A number of examples are given in Table 3-2, although for current requirements, the Codex Alimentarius should be used as the primary source of information.

Table 3-2 Examples of proper food receipt temperatures and conditions for foods supplied to ship

Item	Temperature on receipt	Condition on receipt
Meat and poultry	5 °C or below	Obtained from an approved source; stamped with official inspection stamp Good colour and no odour Packaging clean and in good condition
Seafood	5 °C or below Codex recommends a temperature as close as possible to 0 °C	Obtained from an approved source Good colour and no off-odours Packaging clean and in good condition
Shellfish	7 °C or below Codex recommends a temperature as close as possible to 0 °C	Obtained from approved source Clean, shells closed, no broken shells Shellstock tags must be readable and attached
Crustacea (unprocessed)	7 °C or below	Obtained from an approved source Clean and in good condition
Crustacea (cut or processed)	5 °C or below	Obtained from an approved source Clean and in good condition
Dairy products	5 °C or below unless labelled otherwise	Obtained from an approved source Packaging clean and in good condition
Shell eggs	7 °C or below	Clean and uncracked Obtained from an approved source
Liquid, frozen and dried eggs	5 °C or below	Pasteurized Obtained from an approved source

3.2.3 Guideline 3.3: Equipment and utensils

Guideline 3.3—Equipment and utensils are suitable for food preparation, food storage and contact with food.

Indicator for Guideline 3.3

Equipment and utensils are suitable for food contact and use.

Guidance notes for Guideline 3.3

It is good practice to ensure that the equipment and containers coming into contact with food are designed and constructed to ensure that they can be adequately cleaned, disinfected and maintained to avoid the contamination of food. Equipment and containers must be made of materials with no toxic effect for their intended use. Where necessary, equipment should be durable, movable or capable of being disassembled to allow for maintenance, cleaning and disinfection and to facilitate pest inspection.

Depending on the nature of food operations undertaken, adequate facilities need to be available for preparing, heating, cooling, cooking, refrigerating and freezing food; for monitoring food temperatures; and, when necessary, for controlling ambient temperatures. Equipment used to cook, heat, treat, cool, store or freeze food must be designed to achieve the required food temperatures as rapidly as necessary in the interests of food safety. Such equipment can include design features to allow temperatures to be monitored and controlled.

Containers for waste products and inedible or dangerous substances must be specifically identifiable, suitably constructed and, where appropriate, made of impervious material. Waste containers used in the galley must be provided with foot-operable lids, emptied frequently and easy to clean and disinfect.

All washing facilities, kitchen equipment, storage containers, stoves and hoods used in the preparation and serving of food and all food contact surfaces must be so constructed as to be easily cleaned and disinfected and kept in good repair.

The following is a list of examples of the sort of equipment that might need to be considered and assessed for its suitability:

- blast chillers incorporated into the design of passenger and crew galleys; more than one unit may be necessary depending on the size of the ship, the unit's intended application and the distances between the chillers and the storage and service areas;

- food preparation sinks in as many areas as necessary (i.e. in all meat, fish and vegetable preparation rooms; in cold pantries; and in any other areas where personnel wash or soak food); an automatic vegetable washing machine may be used in addition to food preparation sinks;
- storage cabinets, shelves, racks for food products and equipment in food storage, preparation and service areas, including bars, pantries and storage associated with waiter trays;
- portable tables, carts or pallets in areas where food is dispensed from cooking equipment, such as from soup kettles, steamers, braising pans, tilting skillets or ice storage bins;
- a storage cabinet or rack for large items such as ladles, paddles, whisks and spatulas;
- knife lockers that are easily cleanable and meet food contact standards;
- dish storage and dispensing cabinets;
- food preparation counters that provide sufficient work space;
- drinking fountains;
- cleaning lockers.

Depending on the size of the facilities and the distance to the central pot-washing facilities, heavy-use areas such as bakeries, butcher shops and other preparation areas may require a three-compartment sink with a pre-wash station, or a four-compartment sink with an insert pan and an overhead spray. All food preparation areas are likely to need easy access to a three-compartment utensil-washing sink or a dishwashing machine equipped with a dump sink and a pre-wash hose.

Beverage or condiment dispensing equipment typically requires a readily removable drain pan or built-in drains in the tabletop. Bulk milk dispensers should have readily removable drain pans to enable cleaning of potentially hazardous milk spillages. A utility sink is desirable in areas such as beverage stations where it is necessary to refill pitchers or dispensers or discard liquids such as hot or cold drinks, ice-cream or sherbet. Dipper wells ideally need to be provided with running water and proper drainage.

Clean storage areas need to be sufficient to house all equipment and utensils used in food preparation, such as ladles and cutting blades.

The design of all installed equipment needs to direct food and wash-water drainage into a deck drain scupper or deck sink, and not directly or indirectly onto a deck.

For openings to ice bins, food display cases and other such food and ice holding facilities, tight-fitting doors or similar protective closures are desirable to prevent contamination of stored products.

Countertop openings and rims of food service areas, bains-marie, ice wells and other drop-in type food and ice holding units must be protected with a raised edge or rim of 5 mm or more above the counter level around the opening.

3.2.4 Guideline 3.4: Materials

Guideline 3.4—Materials are suitable for contact with food and protect food from contamination.

Indicators for Guideline 3.4

1. Materials in contact with food are suitable for this purpose.
2. Materials not in contact with food are suitable to their roles in protecting food from contamination.

Guidance notes for Guideline 3.4

1. Food contact areas

The materials used for food contact surfaces need to be suitable—for example, corrosion resistant, non-toxic, non-absorbent, easily cleanable, smooth and durable. This applies especially to heating units in contact with food, cooking fats, oils or similar cooking media. Cutting boards should be of a suitable material, such as one equivalent to or better than hard maple. If using materials other than those already accepted and listed for use as food contact surfaces or containers, advice should be sought from the relevant public health authority before installation. In general, painted surfaces are not recommended for food contact unless appropriate paint is used.

2. Non-food contact areas

Materials used for non-food contact surfaces must be durable and readily cleanable. Welding materials used in joining together non-corrosive materials must be selected to ensure that the weld area is corrosion resistant. Surface coatings and paint should be suitable for their intended use and non-toxic.

All permanent or stationary equipment needs to be installed and constructed with flashing to exclude openings hidden by adjacent structures or other equipment, unless adequate clearance for proper

cleaning is provided. As an example, a minimum clearance of 15 cm is recommended under leg-mounted equipment between the lowest horizontal framing member and the deck.

It is important to ensure that counter-mounted equipment, unless portable, is either sealed to the tabletop or mounted on legs. Once again, to facilitate cleaning, counter-mounted equipment should have sufficient clearance, typically at least 7.5 cm, between the lowest horizontal member and the countertop. There is also a need to provide cleaning access behind counter-mounted equipment, including beverage equipment.

The clearance between the back of enclosed equipment, such as ranges and refrigerators, and the bulkhead should be governed by the combined length of the items. For example, for equipment up to 61 cm long, a suitable clearance might be 15 cm; for longer equipment, the clearance might be proportionally greater, up to a maximum of 61 cm for equipment 2.45 m or more in length. If the space between the equipment and the bulkhead is readily accessible from one end, the above clearances could be halved, with 15 cm being a suitable minimum.

If two items of equipment, such as ovens or ranges, are located near each other, the space between them needs to be adequate to enable cleaning. Alternatively, the space between them could be effectively closed on all sides by tightly fitting flashing.

When mounting equipment on a foundation or coaming, an adequate separation distance above the finished deck, at least 10 cm, needs to be provided. Cement or a continuous weld must be used to seal equipment to the foundation. The overhang of the equipment from the foundation must not be excessive, less than 10 cm. To avoid possible vermin habitat, it is advisable to completely seal any overhang of equipment along the bottom.

Equipment installed without adequate clearances, such as those suggested in the previous paragraphs, can have the spaces under, next to and behind them effectively enclosed and sealed to the deck and/or bulkhead. Penetrations such as cable, conduit or pipe openings must be provided with tightly fitting collars made of materials acceptable to the relevant national health administration.

Electrical wiring from permanently installed equipment must be encased in durable and easily cleanable material. The use of braided or woven stainless-steel electrical conduit outside of technical spaces or where it is subject to splash or soiling is not recommended. The length of electrical cords to equipment on benches should be adjusted or the cords fastened in a manner that prevents the cords from lying on countertops.

Other bulkhead- or deckhead-mounted equipment, such as phones, speakers, electrical control panels or outlet boxes, must be sealed to the bulkhead or deckhead panels. Such items must be kept away from areas exposed to food splash.

Any areas where electrical lines, steam pipelines or water pipelines penetrate the panels or tiles of the deck, bulkhead or deckhead, including inside technical spaces or work surfaces, should be tightly sealed. The number of exposed pipelines should be minimized.

3.2.5 Guideline 3.5: Facilities

Guideline 3.5—Facilities are suitable for safe food preparation and serving.

Indicators for Guideline 3.5

1. Water and ice are of potable quality.
2. There are sufficient cleaning and disinfecting facilities.
3. Ventilation is adequate and designed to avoid food contamination.
4. Lighting is sufficient to allow hygienic food operations.
5. Storage facilities are adequate and provide for safe food storage.
6. Food contact areas are sanitary.
7. Non-food contact areas are designed to avoid food contamination.

Guidance notes for Guideline 3.5

1. Water and ice

An adequate supply of potable water with appropriate facilities for its storage and distribution is required to be available whenever necessary to ensure the safety and suitability of food. Non-potable water (e.g. seawater) must have a separate system and must not be supplied to the galley unless essential, as discussed in chapter 2.

Ice that will come in contact with food or drink needs to be manufactured from potable water. Shore sources must be checked with the local health authority, and delivery of ice from shore to ship must be carried out in a sanitary manner. Upon delivery to the ship, shore ice needs to be handled in a sanitary manner, the handler wearing clean clothing, gloves and boots. Ice must be stored in a clean storage room and raised off the surface by use of deck-boards or similar devices permitting drainage and free flow of air. Ice manufactured on board ship needs to be handled and stored in a sanitary manner.

2. Cleaning and disinfecting facilities

To ensure safe food, adequate design criteria must be adopted in constructing systems for cleaning and disinfecting food, utensils, equipment and facilities. Such facilities need an adequate supply of hot and cold potable water.

3. Ventilation

Adequate means of natural or mechanical ventilation help to support safe food operations. Ventilation systems must be designed and constructed so that air does not flow from contaminated areas to clean areas and so that they can be adequately maintained and cleaned. Louvres or vents at ventilation terminals must be readily removable for cleaning. Particular attention should be given to:

- minimizing airborne contamination of food—for example, from aerosols and condensation droplets;
- controlling ambient temperatures;
- where necessary, controlling humidity.

4. Lighting

Adequate natural or artificial lighting supports hygienic work practices. The intensity of light should be set according to the nature of the work. Lighting fixtures should be protected to ensure that food is not contaminated if breakage occurs.

5. Storage

Improper storage of provisions on board seagoing ships is a hazard, as provisions are frequently carried for many weeks or even months, and the ship can be subject to extreme climatic influences. Storage, especially in cold stores, in an unpacked condition might have an adverse effect on provisions.

The type of storage facilities required will depend on the nature of the food on board. Adequate facilities for the storage of food, ingredients and non-food chemicals (e.g. cleaning materials, lubricants and fuels) must be provided. Food storage facilities must be designed and constructed to:

- permit adequate maintenance and cleaning;
- avoid pest access and harbourage;
- enable food to be effectively protected from contamination during storage;
- provide an environment that minimizes the deterioration of food (e.g. by temperature and humidity control).

6. Food contact areas

Food contact surfaces should be free of open seams, cracks or crevices and easily cleaned. Exposed construction fittings (e.g. bolts and nuts) are not generally acceptable. Corners formed by joining the sides of food contact surfaces must be built with a radius of curvature that helps cleaning, at least 3 mm. On coved corners of food contact surfaces, the coved radius must be sufficient to help cleaning, at least 1.6 mm.

Food areas need to be protected against the leakage or seepage of lubricants or other extraneous or foreign substances. Sound deadening or undercoating material is not generally applied to the surface of equipment that is directly above an area where exposed food is kept, as this material may harbour hazards.

Drawers and bins that come into contact with food must be removable and easily cleaned. They must be free of open seams or cracks and finished smooth on all sides. Covers, insets or receptacles for unpackaged food or beverages must be removable or designed for easy cleaning in situ.

7. Suitable non-food contact areas

Exposed non-food contact surfaces should be designed to reduce risks of contaminating food by being free of open seams, cracks or crevices. Equipment housing or component parts must be made free of openings into inaccessible areas where food, liquid or dust may enter and insects may shelter. Mixers, refrigerators, compressors and similar units, if provided with openings or louvres, should contain readily removable inspection ports or panels, with routine cleaning in place.

Deck-mounted equipment must be installed with the base flush with the deck (openings and joints sealed) or with a minimum clearance of 15 cm between the lowest horizontal framing member of the equipment and the deck. This also applies when equipment is mounted on an island or curbing. Control mechanisms, couplings and other components mounted on the housing of the equipment must be designed and installed to preclude the entrance of dirt and vermin and the formation of inaccessible areas, which may prevent proper cleaning and inspection. Bases, curbs or elevated islands for supporting equipment above deck level, if provided with toe space, must not be indented a distance greater than the height of the lowest framing member of the equipment above the deck. Toe space should have a minimum suitable height of 5 cm. Enclosed spaces, such as columns, vertical supports and legs, must be sealed against the entrance of vermin.

Horizontal openings on top of food storage cabinets must be protected by a coaming around their periphery. The minimum height of this coaming needs to be 5 mm, measured from the surface of the cabinet or from the overflow level. Openings in work tables or dish tables to food refuse and waste receptacles can have a watertight turned-down edge extending at least 1.25 cm below the table surface, unless the opening is provided with a scrap block. Exposed edges on horizontal surfaces, such as tops of dressers, tables and shelves, can have turned-down or return flanges with a suitable space of at least 2 cm between the sheared edge and the frame angles, or they should be totally enclosed.

Hoods over steam kettles, ranges and other cooking units should have smooth, easily cleanable interiors. Gutters, if provided, must be designed and dimensioned to facilitate cleaning. Filters, if used, must be installed to direct condensation into gutters. Baffles, vanes, dampers and other air-control facilities must be readily accessible or removable. Sea-rails on cooking ranges must be removable and easily cleaned.

Exposed refrigerant coils located in food compartments must be of a finless type and arranged to allow thorough cleaning. Blower-type or fin-type evaporators must be enclosed or shielded to protect them from spillage of food and to protect the food from condensation. Enclosed-type refrigeration evaporators must be provided with condensate drains. Refrigerant and water coils in water-cooling units must be readily accessible for brush cleaning and have the ability to be flushed and drained.

Sliding doors on galley and pantry equipment must be removable and their tracks free of inaccessible openings. The lower tracks must be slotted at the ends to facilitate removal of dust and debris. Equipment doors, whether sliding or hinged, should avoid openings into inaccessible areas. If gaskets are used on insulated doors, they must be easily cleanable and replaceable and should fit tightly. Door catches and other fastening devices must be made free of openings that could permit vermin and debris to enter channels, door panels or other component parts of the equipment. Catches, hinges and other hardware must be fabricated of smooth, easily cleanable material.

Cutting boards must be readily removable for cleaning or easily cleanable without removal. They must be free of open seams or cracks and finished smooth on all sides. Drawers and bins must be readily removable and easily cleanable.

Insulation material must be protected against seepage and condensation. Flashing must be made to exclude food fragments or debris.

Coaming around equipment such as steam kettles must be sealed against seepage, infiltration and the entrance of vermin and provided with drains having removable strainers. The drain must be located at the lowest point within the area. Drains for galley and sink equipment should have the following dimensions:

- sinks: 3.75 cm minimum diameter
- steam tables and bains-marie: 2.5 cm minimum diameter.

Exposed horizontal drainpipes, including the traps, must be installed to permit proper cleaning of the floor area. Drainpipes should not be located above areas used for storage, preparation or serving of food.

To help avoid contamination, water inlets to steam tables, kettles and other sink-type equipment must be located a minimum safe distance of twice the diameter of the water inlet, and in any case not less than 2.5 cm, above the flood-level rim. If the water supply line is required to be below that, vacuum breakers of an acceptable type should be properly installed.

Shelves used as false bottoms must be readily removable or sealed in place to preclude the entrance of food fragments and vermin. Silverware containers must be removable and designed and fabricated to permit cleaning followed by disinfection or sterilization. Dipper wells for ice-cream dippers must be equipped with running water from an above-the-rim inlet and constructed of smooth, seamless material.

3.2.6 Guideline 3.6: Storage, preparation and service spaces

Guideline 3.6—Spaces are suitable for the safe storage, preparation and service of food.

Indicators for Guideline 3.6

1. Spaces are readily cleaned and disinfected and do not harbour hazards.
2. Temperatures used in storage do not support microbial pathogen growth.
3. Ready-to-eat food is separated from raw food.
4. All food is separated and protected from sources of contamination.

Guidance notes for Guideline 3.6

The decks, or flooring, of all spaces where food or drink is stored, handled and prepared, or where utensils are cleaned and stored, must be so constructed as to be easily cleaned, maintained and inspected at all times. Surfaces must be smooth and kept in good repair.

To comply with good practice, provision rooms, walk-in refrigerators and freezers and transportation corridors should use hard, durable, non-absorbent decking (e.g. tiles or diamond-plate corrugated stainless-steel deck panels in refrigerated provision rooms). Painted steel decking is acceptable in provision passageways and drystore areas, although stainless steel is preferred. It is advisable to provide tight-fitting stainless-steel bulkheads in walk-in refrigerators and freezers, and to line doors with stainless steel. Painted steel is acceptable for provision passageways and in drystore areas. Light colours are recommended to reveal any dirt. If a forklift will be used in these areas, reinforced stainless-steel panels should be used so that buckling is prevented, and bumper guards should be fitted on bulkheads to prevent damage. It is good practice to close deckhead-mounted cable trays, piping or other difficult-to-clean deckhead-mounted equipment or completely close the deckhead. All bulkhead and deck junctures should be coved (e.g. a 10 mm radius) and sealed tight.

For galleys, food preparation rooms and pantries, decks should be constructed from hard, durable, non-absorbent and non-skid material. Installation can include durable coving with adequate radius, at least 10 mm, or open design, such as greater than 90 degrees, as an integral part of the deck and bulkhead interface and at the juncture between decks and equipment foundations. Stainless steel or other coving, if installed, must be of sufficient thickness to be durable, and stainless-steel deck plate panels must be sealed with a continuous, non-corroding weld. All deck tiling must be sealed with a durable, watertight grouting material.

In technical spaces below under-counter cabinets, counters or refrigerators, the deck must be a durable, non-absorbent, easily cleanable surface, such as tile or stainless steel. Painted steel or concrete decking is not recommended. All openings where piping and other items penetrate through the deck must be sealed. Bulkheads and deckheads, including doors, door frames and columns, must be constructed with a high-quality, corrosion-resistant stainless steel. The gauge should be thick enough that the panels do not warp, flex or separate under normal conditions. For seams greater than 1 mm but less than 3 mm that must be sealed, it is common practice to use an appropriate sealant. For bulkhead and deckhead seams too large to be so sealed (greater than 3 mm), stainless-

steel profile strips are recommended. All bulkheads to which equipment is attached need to be of sufficient thickness or reinforcement to allow for the reception of fasteners or welding without compromising the quality and construction of the panels. Utility line connections need to be installed through a stainless steel or other easily cleanable food service–approved conduit that is mounted away from bulkheads for ease in cleaning. Backsplash attachments need to be sealed to the bulkhead with a continuous or tack weld and polish. An appropriate sealant is required to make the backsplash attachment watertight. All openings must be sealed where piping and other items penetrate the bulkheads and deckheads, including inside technical compartments.

For food service areas, it is advisable to ensure that all buffet lines have hard, durable, non-absorbent decks that are a suitable width, at least 1 m, measured from the edge of the service counter or from the outside edge of the tray rail. The dining-room service stations can have a hard, durable, non-absorbent deck (e.g. sealed granite or marble), with a safe separation distance of at least 61 cm from the edge of the working sides of the service station. The decks behind service counters, under equipment and in technical spaces must be constructed of hard, durable, non-absorbent materials (e.g. tiles, epoxy resin or stainless steel). Painted steel or concrete decking is not recommended. Durable coving with radius at least 10 mm or open design greater than 90 degrees must be used as an integral part of the deck and bulkhead interface and at the juncture between decks and equipment foundations. Stainless-steel or other coving, if installed, needs to be of sufficient thickness to be durable and securely installed. Durable linoleum tile or vinyl deck covering is recommended only in staff, crew or officers' dining areas. Bulkheads and deckheads may be constructed of decorative tiles, pressed metal panels or other hard, durable, non-corroding materials. Stainless steel is not required in these areas. However, the materials used need to be easily cleanable. All openings where piping and other items penetrate through the deck need to be sealed.

Bulkheads and deckheads of spaces in which food and drink are stored, prepared or handled, or in which utensils are stored or cleaned, should have smooth, hard-finished, light-coloured, washable surfaces. Fibrous insulation or similar materials must be sheathed to prevent particles of the insulating materials from falling on foods. Cloth or plaster surfacing is not generally acceptable for satisfactory protection. Fibrous air filters are not recommended to be installed in the deckheads or over food processing equipment. Perforated acoustic material is not recommended in galleys, pantries, sculleries and other food handling or

food storage spaces. It is acceptable for use in dining-rooms, provided that the particles of material are prevented from falling on food through holes and seams.

Pipes in unsheathed deckheads over spaces where food is stored, handled, prepared or served, or where utensils are washed, must be insulated if condensation forms. Drainage lines carrying sewage or other liquid waste should be diverted from passing directly over or horizontally through spaces where food is prepared, served or stored, or where utensils are washed. Where such drainage lines exist, they must not contain clean-out plugs and flanges, or these should be welded closed where they must occur. Exceptions in existing installations may be made where the lines do not leak, drip or spray non-potable liquids on food or utensils. Drainpipes passing through insulation surrounding refrigerated spaces are considered acceptable.

3.2.7 Guideline 3.7: Toilet and personal hygiene facilities

Guideline 3.7—There are adequate toilet and personal hygiene facilities for food handling personnel.

Indicators for Guideline 3.7

1. There are adequate and suitably located toilets for food handling personnel.
2. There are adequate and suitably located hand-washing and hand-drying facilities for food handling personnel.

Guidance notes for Guideline 3.7

1. Toilet facilities

Adequate toilet facilities for food handling personnel must be placed near food preparation spaces to encourage personal hygiene and sanitation. On smaller ships, these facilities may be shared by the crew. Such facilities need to be accessible at all times. To avoid contamination, toilet rooms should not open directly into spaces where food is prepared, stored or served. If toilet rooms do open directly into such food areas, the doors need to be tight-fitting and self-closing. Wherever possible, there should be a ventilated space between the toilet rooms and food spaces.

2. Hand-washing facilities

Adequate hand-washing and hand-drying facilities must be provided within or adjacent to toilet rooms. Toilet rooms should include hot and cold running water from a single mixing outlet, single-service paper or cloth-towel dispenser, suitable soap or detergent and signs over the basin reading, for example, "WASH HANDS AFTER USING TOILET—WASH BASIN BEFORE AND AFTER USING". Signs requiring personnel to wash hands after using the toilet should also be conspicuously posted on the bulkhead adjacent to the door of the toilet.

The following areas can also be provided with similar hand-washing facilities, with appropriate signs located above basins:

- main galley: additional washbasins may be needed, depending on distance, partitions, size of spaces, number of employees served and other impediments to convenient use of facilities;
- individual galleys, pantries, bakery spaces, butcher spaces, vegetable preparation rooms and sculleries: a single washbasin may serve more than one such area if easily accessible.

Where a common washbasin serves both a food handling space and a toilet for food handlers, a sign reading as above must be posted. On ships where hand-washing facilities exist in a food service employees' stateroom, easily accessible from the food handling spaces, additional facilities are not required in the food handling spaces. In such cases, individual cloth towels for food handlers are acceptable. Scullery sinks, slop sinks, laundry tubs, dishwashing sinks and similar facilities cannot be used for hand washing. Wash water may be used at washbasins provided that the water is heated to a temperature of 77 °C. Only potable water should be used for the cold-water supply to washbasins.

Facilities need to be readily available to encourage appropriate personal hygiene and to avoid food contamination. Facilities to be located beside the galley can include:

- adequate means of hygienically washing and drying hands, including washbasins and a supply of hot and cold water;
- toilets of appropriate hygienic design with handbasins, which do not open directly into galleys or other food handling areas;
- an adequate supply of soap and hand-drying facilities at handbasins;
- adequate changing facilities for personnel, including suitable storage facilities for clothes.

3.2.8 Guideline 3.8: Dishwashing

Guideline 3.8—There are adequate and effective dishwashing facilities.

Indicators for Guideline 3.8

1. Dishwashing facilities are adequate and suitable for safe and effective dishwashing.
2. Waste arising from dishwashing does not recontaminate wash water.

Guidance notes for Guideline 3.8

1. Dishwashing facilities

Rinse hoses for pre-washing are recommended in some areas. If a sink is to be used for pre-rinsing, a removable strainer may be needed.

All dishwashing machine components, including encased pulper wiring, must be elevated at least 15 cm above the deck to provide for drainage.

Removable stainless-steel splash panels must be provided to protect the pulper and technical areas. Grinder cones, pulper tables and dish landing tables must be constructed from stainless steel with continuous welding. Platforms for supporting dishwashing equipment must be constructed from stainless steel, avoiding the use of painted steel.

Dishwashing machines must be designed and sized for their intended use and installed according to the manufacturer's recommendations. Dishwashing machines using chemical sanitizers must be equipped with a device that indicates audibly or visually when more chemical sanitizer needs to be added.

Dishwashing machines can have easily accessible and readable data plates affixed. The plate can include the machine's design and operating specifications:

- temperatures required for washing, rinsing and sanitizing;
- pressure required for the freshwater sanitizing rinse, unless the machine is designed to use only a pumped sanitizing rinse;
- conveyor speed for conveyor machines or cycle time for stationary rack machines;
- chemical concentration (if chemical sanitizers are used).

Three-compartment dishwashing sinks with a separate pre-wash station must be provided for the main galley, crew galley, lido galley and other full-service galleys with pot-washing areas. For meat, fish

and vegetable preparation areas, there must be at least one three-compartment sink or an automatic dishwashing machine with a pre-wash station. Sinks must be large enough to submerge the largest piece of equipment used in the area. Sinks should have coved, continuously welded, internal corners. Dishwashing machine wash and rinse tanks should be equipped with baffles, curtains or other means to minimize internal cross-contamination of the solutions in wash and rinse tanks. A pass-through type dishwashing machine is preferable to an under-counter model.

Hot-water sanitizing sinks (accept those that use halogen for the sanitization step) must be equipped with accessible and easily readable thermometers, a long-handled stainless-steel wire basket or other retrieval system and a jacketed or coiled steam supply with a temperature-control valve to control water temperature.

Sufficient shelving for storage of soiled and clean ware must be provided. As an example, the storage available for soiled ware must be approximately one third the volume provided for clean ware. Either solid or open tubular shelving or racks must be used. Solid overhead shelves must be designed so that they drain at each end to the landing table below.

Adequate ventilation is required to prevent condensation on the deckhead or adjacent bulkheads. Any filters installed over dishwashing equipment need to be easily removed for cleaning.

2. Food waste handling

In all food preparation areas, adequate space is needed for trash cans, garbage grinders or pulping systems. Food waste grinders are optional in pantries and bars.

For tables that store used and soiled dishes and that are installed with pulper systems, the pulper trough needs to extend the full length of the table and slope towards the pulper to help take away waste. The table's back edge must be sealed to the bulkhead or have sufficient clearance, 45 cm, between the table and the bulkhead. Such tables must be designed to drain waste liquids and to prevent contamination of adjacent surfaces.

To prevent water from pooling, clean tables should be equipped with across-the-counter gutters with drains at the exit from the machine and sloped to the scupper. A second gutter and drain line must be installed if the first gutter does not effectively remove pooled water from the entire table. The length of drain lines must be minimized and, where possible, drain lines must be placed in straight vertical lines with no angles.

One of the following arrangements must be used to prevent excessive contamination of rinse water with wash-water splash:

- an across-the-counter gutter with a drain dividing the wash compartment from the rinse compartment;
- a splash shield of sufficient height, greater than 10 cm, above the flood-level rim of the sink between the wash and rinse compartments;
- an overflow drain in the wash compartment sufficiently, at least 10 cm, below the flood level.

3.2.9 Guideline 3.9: Safe food storage

Guideline 3.9—There are safe food storage systems.

Indicators for Guideline 3.9

1. Temperatures used in storage do not support microbial pathogen growth.
2. Ready-to-eat food is separated from raw food.
3. All food is separated and protected from sources of contamination.

Guidance notes for Guideline 3.9

1. Temperature

Inadequate food temperature control is one of the most common causes of foodborne illness and food spoilage on ships. On passenger ships, the preparation of a wide variety of foods, at the same time, for a large number of people increases the risk of food mishandling and unsatisfactory temperature variations. For example, an outbreak of staphylococcal food poisoning on a cruise ship occurred after pastry was prepared in large quantities by several food handlers. This provided opportunities for the introduction of staphylococci into the pastry. Prolonged time at warm temperature allowed for production of enterotoxin.

In large-scale catering, it is often necessary to prepare food hours before it is needed and to hold food under refrigeration, in a hot holding apparatus or even at ambient temperature. If procedures are strictly controlled and storage temperatures are at levels that will not permit bacterial growth, hazards can be adequately controlled. The ship's operators must implement systems to ensure that temperature is controlled effectively where it is critical to the safety and suitability of food. Where appropriate, temperature-recording devices must be checked at regular intervals and tested for accuracy by the crew.

The temperature within refrigerators and freezers should be measured using an internal thermometer. Sufficient shelving is needed in all refrigeration units to prevent stacking and to permit adequate ventilation and cleaning. Examples of suitable food storage temperatures are found in documents of the Vessel Sanitation Program of the United States Centers for Disease Control and Prevention and the Codex Alimentarius Commission that specifically relate to the storage of food on passenger and cruise ships. These documents are subject to periodic review, and current versions should be considered by the ship's operator.

When foods, particularly large joints of meat or poultry, are undercooked or inadequately thawed, with cooking times too short and temperatures too low, *Salmonella* and other bacteria may survive. Subsequent poor storage will permit multiplication of organisms and the introduction of a significant risk. It is important that large joints of meat and poultry are thawed out before cooking. Precautions need to be taken to cool cooked food quickly and to cold-store those items that will not be cooked immediately.

2. Separation of raw and ready-to-eat food

Pathogens can be transferred from one food to another, either by direct contact or by food handlers, contact surfaces or airborne transmission. Space is sometimes limited in galleys, preventing the clear separation of raw and cooked foods.

Raw food, especially meat, needs to be effectively separated, either physically or by time, from ready-to-eat foods, with effective intermediate cleaning and, where appropriate, disinfection. Surfaces, utensils, equipment, fixtures and fittings must be thoroughly cleaned and, where necessary, disinfected after raw food has been handled.

3. Separation of food from contaminant sources

Systems must be in place to prevent contamination of foods by foreign bodies such as glass or metal shards from machinery, dust, harmful fumes and unwanted chemicals, particularly after any maintenance work.

3.2.10 Guideline 3.10: Maintenance, cleaning and disinfection

Guideline 3.10—There is a comprehensive maintenance, cleaning and disinfection programme.

Indicator for Guideline 3.10

1. There is a comprehensive maintenance, cleaning and disinfection programme.

Guidance notes for Guideline 3.10

Maintenance, cleaning and disinfection programmes ensure that all parts of the establishment are appropriately clean and include the cleaning of cleaning equipment. Cleaning and disinfection programmes must be continually and effectively monitored for their suitability and effectiveness and, where necessary, documented.

Cleaning can remove food residues and dirt, which may be a source of contamination. The necessary cleaning methods will depend on the nature of the catering and size of the ship. Disinfection may be necessary after cleaning. Cleaning chemicals should be handled and used carefully and in accordance with manufacturers' instructions. Cleaning chemicals should be stored, separately from food, in clearly identified containers to avoid the risk of contamination. Galley and food areas and equipment need to be kept in an appropriate state of repair and condition to:

- facilitate all cleaning and disinfection procedures
- function as intended, particularly at critical steps
- prevent contamination of food (e.g. from debris and chemicals).

Cleaning must be carried out by physical methods, such as heat, scrubbing, turbulent flow, vacuum cleaning or other methods that avoid the use of water; or chemical methods, using detergents, alkalis or acids; or by a combination of physical and chemical methods. Cleaning procedures may involve:

- removing gross debris from surfaces
- applying a detergent solution to loosen soil and bacterial film
- rinsing with potable water to remove loosened soil and residues of detergent
- disinfecting, where necessary.

Where written cleaning programmes are used, they might specify:

- areas, equipment and utensils to be cleaned
- cleaning materials, equipment and chemicals to be used

- who is responsible for particular tasks
- methods, including the dismantling and reassembly of equipment
- safety precautions
- frequency of cleaning and monitoring arrangements
- the standard(s) to be achieved.

In addition, there may at times be deep cleaning, such as at six-month or annual intervals, subject to usage and requirements of the specific area (e.g. ducting and extraction systems). Cleaning programmes might also be in place for environmental cleaning, with appropriate methods for cleaning the cleaning materials.

During pesticide spraying, all foodstuffs, utensils, and food preparation and cleansing equipment should be covered to protect them from toxic substances. Instructions for the use of sprays should be carefully followed (refer to chapter 7).

3.2.11 Guideline 3.11: Personal hygiene

Guideline 3.11—Food handling personnel practise good personal hygiene.

Indicators for Guideline 3.11

1. All food handlers should practise good personal hygiene.
2. Food handlers known to be infected with potentially hazardous conditions are not permitted to handle food.

Guidance notes for Guideline 3.11

Crew, including maintenance personnel, who do not maintain an appropriate degree of personal cleanliness, or who have certain illnesses or conditions, can contaminate food and transmit illness to consumers.

1. Food handler hygiene

Food handlers need to maintain a high degree of personal cleanliness and, where appropriate, wear suitable protective clothing, head coverings and footwear. Cuts and wounds, where personnel are permitted to continue working, must be covered by suitable waterproof dressings.

Protective clothing should be light coloured, without external pockets and not one-piece overalls, as these could become contaminated from the floor when using the toilet. Disposable gloves might be used in some food handling situations; however, they can be misused and give food handlers a false sense of hygiene security.

Personnel need to wash their hands to ensure food safety, such as:

- at the start of food handling activities;
- immediately after using the toilet;
- after handling raw food or any contaminated material, where this could result in contamination of other food items.

People engaged in food handling activities should avoid handling ready-to-eat food and refrain from behaviour that could result in contamination of food, such as:

- handling money
- smoking
- spitting
- chewing or eating
- sneezing or coughing over unprotected food.

Personal effects such as jewellery, watches, pins or other items must not be worn or brought into food handling areas if they pose a threat to food safety.

2. Food handler illness

Crew known, or suspected, to be suffering from or carrying a disease or illness likely to be transmitted through food should not be allowed to enter any food handling areas if there is a likelihood of them contaminating food. Any person affected needs to immediately report the illness or symptoms. In one outbreak of foodborne viral gastroenteritis, six food handlers were ill, but they were reluctant to report their infections because of concerns about job security. The outbreak investigation implicated freshly cut fruit salad at two buffets. This is a difficult issue to resolve, because food handlers may deny that they are ill for fear of being penalized. Even when symptoms of illness have abated, people can remain infectious, or symptoms may reappear. Therefore, food handlers should ideally not begin working with food for at least 48 hours following the cessation of symptoms. In practice, this recommendation is purely practical, as people can remain infectious for weeks, albeit at a reduced level. Therefore, recently ill food handlers should be encouraged to take extra precautions.

Conditions that should be reported to management so that the need for medical examination and/or possible exclusion from food handling can be considered include:

- jaundice
- diarrhoea

- vomiting
- fever
- sore throat with fever
- coughing
- visibly infected skin lesions (boils, cuts, etc.)
- discharges from the ear, eye or nose.

New food handling staff must be asked questions about their state of health, and all food handling staff must be asked about their state of health after a period of leave. Possible questions include those found in *Regulatory guidance and best practice advice for food business operators* (United Kingdom Food Standards Agency, 2009), which provides questions to ask employees when considering employing new food handlers or reinstating food handlers after any extended shore leave.

3.2.12 Guideline 3.12: Training

Guideline 3.12—Food handlers are adequately trained in food safety.

Indicator for Guideline 3.12

1. There is a comprehensive food handler training programme.

Guidance notes for Guideline 3.12

Those engaged in food preparation or who come directly or indirectly into contact with food need to be trained and/or instructed in food hygiene to a level appropriate to the operations they are to perform.

Food hygiene training is fundamentally important. All personnel need to be aware of their role and responsibilities in protecting food from contamination or deterioration. Food handlers need to have the necessary knowledge and skills to enable them to handle food hygienically. Those who handle strong cleaning chemicals or other potentially hazardous chemicals must be instructed in safe handling techniques. This includes maintenance personnel who enter food handling areas in order to undertake their work. It is not essential that such employees are trained in all food hygiene matters, but they should have an awareness of the relevant hygiene aspects appropriate to their work.

Periodic assessments of the effectiveness of training and instruction programmes must be made, as well as routine supervision and checks to ensure that procedures are being carried out effectively.

Managers and supervisors of food processes need to have the necessary knowledge of food hygiene principles and practices to be able to judge potential risks and take the necessary action to remedy deficiencies. More advanced training courses should deal with management and systems, including HACCP.

3.2.13 Guideline 3.13: Food wastes

Guideline 3.13—Food waste is stored and disposed of in a hygienic manner.

Indicator for Guideline 3.13

1. Food waste is managed to prevent contamination of food and to prevent vermin proliferation.

Guidance notes for Guideline 3.13

Food wastes and refuse readily attract rodents and vermin, particularly flies and cockroaches. The proper retention, storage and disposal of such wastes on board, ashore and overboard where shore areas will not be affected will prevent the creation of health hazards and public nuisances.

All ships must be equipped with facilities for safe storage of food refuse. All food refuse must be received and stored in watertight, non-absorbent and easily cleaned containers, fitted with tight covers that should be closed during food preparation and serving and cleaning operations in food handling spaces. These containers must be placed in waste storage spaces, specifically constructed and used for this purpose, or on open decks when necessary. After emptying, each container must be thoroughly scrubbed, washed and treated with disinfectant, if necessary, to prevent odours and to minimize the attraction of rodents, flies and cockroaches. Containers should not be left uncovered except during the necessary food handling and cleanup procedures.

It is important to characterize the waste stream and the amount of wastes produced in galleys and related areas to provide a basis for planning to prevent environmental contamination. People in charge of waste collection should use personal protection equipment, including special disposable gloves, face masks and/or protective eyewear, safety boots and appropriate protective clothing.

4 Recreational water environments

4.1 Background

This chapter focuses on waterborne disease arising from recreational water environments on cruise ships. A previous chapter (chapter 2) considered disease associated with potable water supplied on board.

Swimming pools and similar recreational water environments may be located either outdoors or indoors, or both. They may be supplied with potable or marine water, supervised or unsupervised and heated or unheated. For the purposes of this guide, swimming pools, hot tubs, whirlpools, spa pools and plunge pools are considered together under the general heading of recreational water environments.

4.1.1 Health risks associated with recreational water environments on ships

Recreational water environments can present a number of risks to health. The most immediate and severe danger arises from accidental drowning. Another source of harm is injuries, potentially serious or even fatal, that can arise from slipping and tripping or from becoming snagged in ropes and fences or fittings such as ladders and drains. There have even been cases where swimmers have been thrown clear of the pool onto hard surfaces in heavy seas. In relation to ship sanitation, a number of infectious diseases can be acquired in swimming and spa pools that can cause diarrhoea or skin, ear, eye and upper respiratory infections. Hot tubs and whirlpools and associated equipment can create an ideal habitat for the proliferation of *Legionella* and *Mycobacterium* spp. In addition, *Pseudomonas aeruginosa* is frequently present in whirlpools, and skin infections have been reported when pool design or management is poor.

Pathogens transmitted by the faecal–oral route have commonly been associated with swimming and spa pools. Contamination occurs when pathogens enter with human sewage or animal faecal contamination or are released directly by infected bathers. One of the most important such pathogens is *Cryptosporidium* spp., which have infectious oocysts that are resistant to even the highest levels of chlorine that are generally used for maintaining residual disinfection in pools. Thousands of cases of swimming-associated cryptosporidiosis have been reported (Lemmon, McAnulty & Bawden-Smith, 1996; United States Centers for Disease Control and Prevention, 2001a), and public swimming pools

can be temporarily shut down as a result. Where water quality and treatment have been inadequate, bacterial infections from *Shigella* spp. (United States Centers for Disease Control and Prevention, 2001b) and *Escherichia coli* O157:H7 (United States Centers for Disease Control and Prevention, 1996) have been associated with swimming and spa pools.

Infections of surfaces such as skin and ears have been associated with spa pools where disinfection has been inadequate. These infections arise from opportunistic pathogens that are commonly present in water and soils. The recreational water environment presents a considerable risk because it can both amplify the concentration of the hazard and facilitate exposure of humans. The presence of organic matter and elevated temperatures associated with many recreational water environments can provide an environment suitable for the proliferation of opportunistic pathogens that can infect mucous membranes, lungs, skin and wounds. The loss of disinfectant residual in these environments will permit proliferation of such pathogens to unsafe levels.

Pseudomonas aeruginosa infection has been associated with a number of skin and ear infections arising from immersion in water with inadequate disinfection (Gustafson et al., 1983; Ratnam et al., 1986; United States Centers for Disease Control and Prevention, 2000). Symptoms include outer ear and ear canal infections ("swimmer's ear" or otitis externa) and skin infections such as dermatitis and folliculitis. Where aerosols are generated, the elevated temperature found in some recreational water environments can support *Legionella* spp., which have caused outbreaks of legionnaires' disease associated with hot tubs, including outbreaks on board ships discussed in the review by Rooney et al. (2004). More recently, mycobacterial infections have been associated with pneumonitis linked to exposure to aerosols from swimming and spa pools (Falkinham, 2003).

In using disinfectants, risk from microbial hazards can arise. For example, harm can result from excessive disinfectant chemical addition either directly or potentially through disinfection by-products. The disinfection by-products arise when chlorine reacts with organic matter, such as is found in sloughed skin, sweat and urine, and forms organohalide compounds, such as chloroform. Ozone can also react to produce a different set of by-products. These by-product compounds are of uncertain health significance at the low concentrations found, but might be weakly associated with certain types of cancer or adverse pregnancy outcomes if consumed or inhaled in large amounts over extended periods of time (WHO, 2011).

Usage levels of recreational water environments are directly related to risk. The more people that recreate, the higher the concentrations of pathogens released, the greater the demand on the disinfection system and the higher the number of people in a position to become infected.

Pools are particularly attractive to children and infants, which in turn gives rise to an increased risk of contamination and an increased risk to safety. Children and infants are more likely than adults to swallow pool water and be infected with enteric pathogens, and they are more likely to release faeces into the water, either through smears or through accidental faecal release (AFR). Finally, children and infants are more prone than adults to carelessness and slips, trips and drowning.

Another important risk factor that particularly affects pools on ships is the movement of the ship itself. This movement increases the likelihood of accidents in particular.

4.1.2 Recreational water environment guidelines

The *Guidelines for safe recreational water environments, volume 2, Swimming pools and similar environments* (WHO, 2006) should be referred to, as these apply generally to recreational water environments. Attention should be given to the contemporary use of a preventive, multiple-barrier risk management approach to recreational water safety (WHO, 2006).

4.2 Guidelines

This section provides user-targeted information and guidance, identifying responsibilities and providing examples of practices that can control risks. Three specific *guidelines* (situations to aim for and maintain) are presented, each of which is accompanied by a set of *indicators* (measures for whether the guidelines are met) and *guidance notes* (advice on applying the guidelines and indicators in practice, highlighting the most important aspects that need to be considered when setting priorities for action).

4.2.1 Guideline 4.1: Design and operation

Guideline 4.1—Pools are designed and operated in ways that reduce risks to safe levels.

Indicators for Guideline 4.1

1. Circulation and hydraulics ensure adequate mixing to enable disinfection.
2. A realistic bather load is catered for in the design.
3. Filtration is designed to remove oocysts and cysts.
4. Disinfection is designed to inactivate pathogens.
5. *Legionella* bacteria are controlled through the use of biocides and water turnover.
6. Ventilation is designed to maintain air quality within the indoor recreational water environment.

Guidance notes for Guideline 4.1

Outbreaks associated with recreational water environments have been linked to poor system design. Therefore, the first disease prevention strategy is ensuring the adequate design of recreational water environments given the extent and nature of use. Another common cause of outbreaks is improper operation of controls, such as allowing recreational water environments to be bunkered beyond capacity or engaging in poor operational practices. Design limits should be adhered to and systems should be properly operated at all times.

Treatment systems can reduce contamination levels, but these can become overloaded. Therefore, reliance should not be placed on treatment alone, and multiple barriers should be actively maintained, including:

- filling and topping up recreational water environments with the safest possible water;
- controlling usage rates to within system design capacity by managing bather load;
- maintaining treatment to control forms of contamination;
- taking prompt action to clear the recreational water environment in the event of an incident and remove overt contamination, such as visible faecal releases.

Pool design needs to be tailored to a realistic understanding of the way in which the pool will be used. For example, the number and type of

users, the temperature of use and any special health considerations for particular user groups will all affect the details of how the pool should be designed, constructed and managed. Specific considerations might include:

- the daily opening hours
- the peak periods of use
- the anticipated number of users
- special requirements, such as temperature and equipment.

Swimming-pool and bathing-pool water needs to be safe. These water quality requirements need to be met through optimal matching of the following design factors:

- design of the correct pool hydraulics (to ensure optimal distribution of disinfectant throughout the pool);
- adequate circulation in recirculating swimming pools, such as complete circulation of the water within the pool, with replacement of the water every 6 hours or less during pool operation;
- installation of the appropriate treatment system (to remove particulate pollutants and disinfectant-resistant microorganisms);
- installation of a disinfection system (to inactivate infectious microorganisms so that the water cannot transmit and propagate disease-causing microbial agents);
- inclusion of systems to add fresh water at frequent intervals (to dilute substances that cannot be removed from the water by treatment).

Control of pathogens is typically achieved by a combination of recirculation of pool water through treatment (typically involving some form of filtration plus disinfection) and the application of a residual disinfectant to inactivate microorganisms introduced to the pool by bathers.

A dedicated crew member should be assigned to the operation of the recreational water environment and should be suitably trained.

A. Swimming pools

The pool and its water supply need to be designed, constructed and operated in view of the health and safety protection of bathers. These design, construction and operational issues are summarized in the paragraphs below, and details on specific requirements of various pool and spa types follow.

1. Circulation and hydraulics

The purpose of paying close attention to circulation and hydraulics is to ensure that the whole pool is adequately served. Treated water needs to reach all parts of the pool, and polluted water needs to be removed—especially from areas most used and most polluted by bathers. If not, even good water treatment may not result in good water quality. The design and positioning of inlets, outlets and surface water withdrawal are crucial.

Pools usually use seawater or a potable water supply passing through an air gap or backflow preventer. The fill level of the pool is at the skim gutter level. The pool overflows can either be directed by gravity to the make-up tank for recirculation through the filter system or disposed of as waste. Surface skimmers need to be capable of handling sufficient volume, such as approximately 80%, of the filter flow of the recirculation system. There should be sufficient skimmers, such as at least one skimmer for each 47 m^2 of pool surface area.

Circulation rate is related to turnover period, which is the time taken for a volume of water equivalent to the entire pool water volume to pass through the filters and treatment plant and back to the pool. In principle, the shorter the turnover period, the more frequent the pool water treatment. Turnover periods need to suit the particular type of pool. Ideally, turnover must be designed to vary in different parts of the pool: longer periods in deep areas, shorter periods where it is shallow.

Disinfection and treatment will not remove all pollutants. The design of a swimming pool should recognize the need to dilute the pool water with fresh water. Dilution limits the buildup of pollutants from bathers (e.g. constituents of sweat and urine), the by-products of disinfection and various other dissolved chemicals and pollutants.

A drain must be installed at the lowest point in the pool, and drainage facilities need to be sufficient to ensure quick emptying. The drains from the pool should be independent; however, when they are connected to any other drainage system, a backwater valve must be installed in the recreational water environment to prevent cross-connections. Anti-vortex and anti-entanglement type drain covers must be provided, which are constructed of durable, easily visible and readily cleaned material.

Children's pools can have their own independent recirculation, filtration and halogenation system, because children are particularly potent sources of pathogens. The turnover rate of water needs to be sufficient, ideally higher than in adult pools, such as at least once every 30 minutes. Anti-vortex and anti-entanglement type drain covers must be provided that are constructed of durable, easily visible and readily cleaned material.

2. Bather load

A realistic bather load needs to be catered for during both design and operation of pools. The circulation and treatment systems and the hydraulic volume will determine the appropriate safe bather load, but the practicability of maintaining bather loads within design criteria also needs to be considered.

3. Filtration

Controlling clarity involves adequate water treatment, usually involving filtration and coagulation. Filtration is crucial to good water quality, affecting both aesthetic clarity and disinfection. Disinfection will be compromised by reduced clarity, as particles associated with turbidity can surround microorganisms and shield them from the action of disinfectants. In addition, filtration is important for removing *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts and some other protozoa that are relatively resistant to chlorine disinfection.

Filters need to be designed to remove particles at a sufficient rate, such as removing all particles greater than 10 µm from the entire volume of the pool in 6 hours or less. Filters can be cartridge or media type (e.g. rapid-pressure sand filters, high-rate sand filters, diatomaceous earth filters or gravity sand filters). All media-type filters need to be capable of being backwashed. Filter accessories, such as pressure gauges, air-relief valves and rate-of-flow indicators, should be provided as required. Sufficient access to sand filters should be maintained so that they can be inspected at a regular frequency, at least on a weekly basis, and the media must be changed periodically.

Some of the factors that are important to consider in the design of a granular media (e.g. sand) filtration system include:

- *Filtration rate*: The higher the filtration rate, the lower the filtration efficiency. Some of the higher rate granular filters do not handle particles and colloids as effectively as medium-rate filters and cannot be used with coagulants.
- *Bed depth*: The correct sand bed depth is important for efficient filtration.
- *Number of filters*: Pools will benefit greatly from the increased flexibility and safeguards of having more than one filter. In particular, pools can remain in use with a reduced turnover on one filter while the other one is being inspected or repaired. Filtered water from one filter can be used to backwash another.

- *Backwashing*: The cleaning of a filter bed clogged with suspended solids is referred to as backwashing. It is accomplished by reversing the flow, fluidizing the sand and passing pool water back through the filters to waste. It should be initiated as recommended by the filter manufacturer, when the allowable turbidity value has been exceeded or when a certain length of time without backwashing has passed. The filter may take some time to settle once the flow is returned to normal, and water should not be returned to the pool until the filter has settled.

A hair strainer is required between the pool outlet and the suction side of the pumps to remove foreign debris such as hair, lint and pins. The removable portion of the strainer should be corrosion resistant and have holes that are smaller than 6 mm in diameter.

Coagulants (and flocculants) enhance the removal of dissolved, colloidal or suspended material by bringing this material out of solution or suspension as solids (coagulation), then clumping the solids together (flocculation), producing a floc, which is more easily trapped in the filter. Coagulants are particularly important in helping to remove the infective cysts of *Giardia* and oocysts of *Cryptosporidium* spp., which otherwise would pass through the filter. Coagulant efficiency is dependent on pH, which therefore needs to be controlled. Dosing pumps should be capable of accurately dosing the small quantities of coagulant required and adjusting to the requirements of the bather load. Coagulation is often required as a prerequisite to effective filtration, depending on the filtration process selected.

4. Chemical dosing, including disinfection

Disinfection is a process whereby pathogenic microorganisms are removed or inactivated by chemical (e.g. chlorination) or physical (e.g. filtration, UV radiation) means, such that they represent no significant risk of infection. Recirculating pool water is disinfected using the treatment process, and the entire water body is disinfected by application of a disinfectant residual, which inactivates agents added to the pool by bathers.

For disinfection to occur with any biocidal chemical, the oxidant demand of the water being treated must first be satisfied, and sufficient chemical must remain to effect disinfection.

Issues to be considered in the choice of a disinfectant and application system include:

- safety;
- comfort (e.g. avoiding skin irritation);

- compatibility with the source water (hardness and alkalinity);
- type and size of pool (disinfectant may be more readily degraded or lost through evaporation in outdoor pools);
- oxidation capacity;
- bather load (sweat and urine from bathers will increase disinfectant demand);
- operation of the pool (i.e. supervision and management).

The choice of disinfectant used as part of swimming-pool water treatment should ideally comply with the following criteria:

- effective, rapid inactivation of pathogenic microorganisms;
- capacity for ongoing oxidation to assist control of contaminants during pool use;
- a wide margin between effective biocidal concentration and the concentration resulting in adverse effects on human health;
- availability of a quick and easy determination of the disinfectant's concentration in pool water (simple analytical and test methods);
- potential to measure the disinfectant's concentration electrometrically to permit automatic control of disinfectant dosing and continuous recording of the values measured.

Commonly used disinfectants include the following:

- *Chlorine*: Chlorination is the most widely used pool water disinfectant, usually in the form of chlorine gas, sodium or calcium hypochlorite or chlorinated isocyanurates. Chlorine is inexpensive and relatively convenient to produce, store, transport and use. Chlorinated isocyanurate compounds, which are somewhat complex white crystalline compounds with slight chlorine-type odour that provide free chlorine when dissolved in water, are used in most small outdoor ship pools. They are an indirect source of chlorine, via an organic reserve (cyanuric acid). The relationship between the chlorine residual and the level of cyanuric acid is critical and can be difficult to maintain. Chlorinated isocyanurates are not suited to the variations in bather loads usually found in large pools. However, they are particularly useful in outdoor swimming pools exposed to direct sunlight, where UV radiation rapidly degrades free chlorine.
- *Ozone*: Ozone can be viewed as the most powerful oxidizing and disinfecting agent that is available for pool and spa water treatment. Ozone in combination with chlorine or bromine is a very effective disinfection system, but the use of ozone alone cannot ensure a residual disinfectant capacity throughout the swimming pool. Ozone

is most frequently used as a treatment step, followed by deozonation and addition of a residual disinfectant, such as chlorine. Excess ozone must be destroyed by an activated carbon filter, because this toxic gas could settle, to be breathed by pool users and staff. Residual disinfectants should also be removed by the activated carbon filter and are therefore added after this step.

- *UV radiation*: Like ozone, UV radiation is a plant-room treatment that purifies the circulating water, inactivating microorganisms and, to a certain extent, breaking down some pollutants by photo-oxidation. This decreases the chlorine demand of the purified water but does not leave a disinfectant residual in the pool water, so chlorine disinfection is still required. For UV to be most effective, the water must be pretreated to remove turbidity-causing particulate matter that prevents the penetration of the UV radiation or absorbs the UV energy.

Microbial colonization of surfaces can be a problem and is generally controlled through cleaning and disinfection, such as shock dosing.

The method of introducing disinfectants to the pool water influences their effectiveness. Individual disinfectants can have their own specific dosing requirements, but the following principles apply to all:

- Automatic dosing is preferable. Electronic sensors continuously monitor pH and residual disinfectant levels and adjust the dosing correspondingly to maintain correct levels. Regular verification of the system (including manual tests on pool water samples) and good management are important.
- Hand dosing (i.e. putting chemicals directly into the pool) is rarely justified. Manual systems of dosing must be backed up by good management of operation and monitoring. It is important that the pool remains empty of bathers until the chemical has dispersed.
- Trying to compensate for inadequacies in treatment by shock dosing is bad practice, because it can mask deficiencies in design or operation that may produce other problems and can generate unwelcome by-products.
- Dosing pumps should be designed to shut themselves off if the circulation system fails (although automatic dosing monitors should remain in operation) to ensure that chemical dispersion is interrupted.
- Residual disinfectants are generally dosed at the very end of the treatment process. The treatment methods of flocculation, filtration and ozonation serve to clarify the water, reduce the organic load

and greatly reduce the microbial count, so that the post-treatment disinfectant can be more effective and the amount of disinfectant that must be used can be minimized.

- It is important that disinfectants and pH-adjusting chemicals be well mixed with the water at the point of dosing.
- Dosing systems, like circulation, should continue 24 hours per day.

Production of disinfection by-products can be controlled by minimizing the introduction of their organic precursors (compounds that react with the disinfectant to yield the by-products) through good hygienic practices (pre-swim showering) and maximizing their removal by well-managed pool water treatment. Control of disinfection by-products involves dilution, treatment and disinfection modification or optimization. Because of the presence of bromide ions in salt water, a common by-product formed in the water and air of seawater pools on ships will be bromoform, which can result from either chlorine or ozone treatment.

It is inevitable that some volatile disinfection by-products will be produced in the pool water and escape into the air. This hazard can be managed to some extent through good ventilation.

The use of analysers helps to automate dosing and optimize conditions for pool safety, such as automatic dosing of chemicals for disinfection and pH adjustment. Water sample points must be provided throughout the system for testing halogen levels and routine calibration of the analyser. Analyser-controlled halogen-based disinfection equipment should be provided as required. It may be necessary to ensure that pH is adjusted by using appropriate acids and bases and that a buffering agent is used to stabilize the pH. This can be added to the functionality of the analyser.

5. *Legionella* control

In recreational water environments, it is impractical to maintain temperatures outside the range 25–50 °C. However, levels of *Legionella* spp. can be kept under control using appropriate management measures, including filtration and maintenance of a continuous disinfectant residual in recreational water environments and physical cleaning of all spa-pool equipment, including associated pipes and air-conditioning units. Rooms housing recreational water environments must be well ventilated to avoid an accumulation of *Legionella* spp. in the indoor

air. Therefore, it is necessary to design and implement a range of other management strategies, which may include:

- adding biocides to the spa water, plumbing and filter. Whirlpool spas shall typically maintain a free chlorine residual between 3 and 10 mg/l or a free bromine residual between 4 and 10 mg/l (WHO, 2006). To ensure that free halogen is effective for disinfection, there is a need to maintain or regularly adjust the pH, typically in the range 7.2–7.8;
- ensuring that staff have appropriate training and skills to operate the recreational facility;
- applying a constant circulation of water in the whirlpool and spa pool;
- cleaning filter systems (e.g. by backwashing filters);
- cleaning pool surrounds;
- replacing a portion (e.g. 50%) of the water in each whirlpool and spa pool daily;
- completely draining whirlpools, spa pools and natural thermal pools and thoroughly physically cleaning all surfaces and all pipework regularly;
- maintaining and physically cleaning heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) systems serving the room in which spa pools are located;
- installing signs that list standard safety precautions near the recreational water environments, which caution people who are immunocompromised or who are taking immunosuppressant medicines against using the recreational water environments.

Routine cleaning of the whole circulation system, including the spa, sprays, pumps and pipework, is critical and can require quite intensive doses of disinfectant, as *Legionella* spp. can persist in biofilms (scums on the surfaces of fittings and pipework), making them difficult to inactivate.

Bathers must be encouraged to shower before entering the water. This will remove pollutants such as perspiration, cosmetics and organic debris that can act as a source of nutrients for bacterial growth and as neutralizing agents for the oxidizing biocides. Bather density and duration in whirlpools and spa baths can also be controlled. Spa-pool facilities may require programmed rest periods during the day to allow recovery of disinfectant concentrations.

Testing for *Legionella* bacteria serves as a form of verification that the controls are working and should be undertaken periodically—for instance, monthly, quarterly or annually, depending on the type of ship environment. This testing should not replace or pre-empt the emphasis on control strategies. Furthermore, the tests are relatively specialized and need to be undertaken by properly equipped laboratories using experienced staff; they are therefore not generally performed by crews or during voyages. Verification sampling should focus on system extremities and high-risk sites.

6. Air quality

It is important to manage air quality as well as water quality in swimming pools, spas and similar recreational water environments. Rooms housing spas should be well ventilated to avoid an accumulation of *Legionella* spp. in the indoor air. In addition, ventilation will help reduce exposure to disinfection by-products in the air. Adequate ventilation should reduce risks from *Legionella* spp., but it is important that the system does not create its own risks. All surfaces of HVAC systems serving the room in which the spa or pool is located should be physically cleaned and disinfected to control biofilm.

Other design and construction aspects

The pool mechanical room must be readily accessible and well ventilated, and a potable water tap must be provided in this room. To help with ongoing maintenance, it is valuable to mark all piping with directional-flow arrows and maintain a flow diagram and operational instructions in a readily available location. The pool mechanical room and recirculation system need to be designed for easy and safe storage of chemicals and refilling of chemical feed tanks. Drains need to be installed in the pool mechanical room to allow for rapid draining of the entire pump and filter system, with a sufficiently large drain, at least 8 cm, being installed on the lowest point of the system.

To help reduce drowning risks, the depth of the pool and depth markers must be displayed prominently so that they can be seen from the deck and in the pool. Depth markers must be in either feet or metres, or both, and installed for every significant (1 m) change of depth.

B. Recirculating pools

The equipment and the operating procedures need to provide complete circulation of the water within the pool at a sufficient frequency, such as replacement of the water every 6 hours or less during pool operation. Equipment should include filters and other equipment and devices for disinfection and treatment that may be necessary to meet the

requirements or recommendations of the national health administration of the country of registration. Self-priming, centrifugal pumps are suitable to recirculate pool water.

C. Flow-through pools

The flow-through swimming pool is probably the type most practicable for construction, installation and operation on board ships. The number of bathers that can use a swimming pool safely at one time and the total number that can use a pool during one day are governed by the area of the pool and the rate of replacement of its water. Therefore, the pool should be designed with special attention to the probable peak bather load and the maximum space available for the construction of a pool.

The following principles should be applied in the design of flow-through pools:

- The design capacity of the pool should be judged on the basis of the area, such as 2.6 m^2 per bather. For the maintenance of satisfactorily clean water in the pool, the rate of flow of clean water needs to be sufficient to achieve complete replacement every 6 hours or less. The water flowing through must be delivered to the pool through multiple inlets, located to ensure uniform distribution. These inlets can be served by a branch line taking off from the main supply line, at the pressure side of the filling valve near the pool. Control of the flow must be independent of the filling valve.
- The overflow must be discharged into skim gutters or a similar boundary overflow, with multiple outlets spaced not more than 3 m apart, and discharging to the waste system.
- The bottom of the pool should slope towards the drain or drains in such a manner as to effect complete drainage of the pool. In the interest of safety, the slope of any part of the pool bottom in which the water is less than a standing depth, 1.8 m deep, should not be more than a 1 in 15 gradient. For safety, there should be no sudden change of slope within the area where the water depth is shallow, less than 1.5 m.
- To help reduce drowning risks, the depth of the pool and depth markers must be displayed prominently so that they can be seen from the deck and in the pool. Depth markers must be in either feet or metres, or both, and installed for every significant (1 m) change of depth.

It is preferable to have a separate water supply system, including the pump, for recreational water environments. The water intake must be forward of all sewage and drainage outlets. However, if the pool is to be

filled and operated only when the ship is under way, the fire or sanitary water pumps, or a combination of these pumps, may be used, noting that the following can be used to reduce contamination risks:

- The delivery line to the pool should be independent of other lines originating at or near the discharge of the pump or the valve manifold or at a point where the maximum or near-maximum flushing of the fire or sanitary water pump is routinely effected.
- If seawater is drawn into the pool, water should not be drawn when the ship is in port or, if under way, in contaminated waters. A readily accessible shut-off valve should be located close to the point from which the water is drawn and labelled "CLOSE WHILE IN HARBOURS".

Flow-through seawater supply systems for pools shall be used only while the ship is under way and at sea beyond 12 nautical miles from land. The pool (when in flow-through seawater mode) should be drained before the ship reaches port and should remain empty while in port. If the pool is not drained before arriving in port, the pool's seawater filling system should be shut off 12 nautical miles before reaching land, and a recirculation system should be used with appropriate filtering and halogenation.

D. Whirlpool spas

Whirlpools are subject to high bather loads relative to the volume of water. With high water temperatures and rapid agitation of water, it may become difficult to maintain satisfactory pH, microbiological quality and disinfectant residuals; therefore, additional care must be taken in the operation of whirlpools.

Potable water supplied to whirlpool systems must be supplied through an air gap or approved backflow preventer. Water filtration equipment needs to be able to remove all particles greater than 10 µm from the entire whirlpool water volume in 30 minutes or less. Filters can be cartridge filters, rapid-pressure sand filters, high-rate sand filters, diatomaceous earth filters or gravity sand filters. A clear sight glass can be added on the backwash side of the filters.

The overflow system must be designed so that the water level is maintained. It is advisable that whirlpool overflows be either directed by gravity to the make-up tank for recirculation through the filter system or disposed of as waste. Self-priming, centrifugal pumps must be used to recirculate whirlpool water.

Sufficient skimmers, one for every 14 m^2 or fraction thereof of water surface area, should be provided. The fill level of the whirlpool needs to be at the skim gutter level to enable skimming to take effect.

A temperature-control mechanism is required to prevent the temperature from exceeding 40 °C to avoid scalding and overheating.

A make-up tank may be used to replace water lost by splashing and evaporation. An overflow line at least twice the diameter of the supply line and located below the tank supply line should be used.

The system needs to permit regular (e.g. daily) shock treatment or superhalogenation. Halogenation equipment that is capable of maintaining the appropriate levels of free halogen throughout the use period must be included.

E. Spa pools

Spa pools have different operating conditions and present a special set of problems to operators. The design and operation of these facilities make it difficult to achieve adequate disinfectant residuals. They may require higher disinfectant residuals because of higher bather loads and temperatures, both of which lead to more rapid loss of a disinfectant residual.

A *Pseudomonas aeruginosa* concentration of less than 1 cfu/100 ml should be readily achievable through good management practices. Risk management measures that can be taken to deal with these non-enteric bacteria include ventilation, cleaning of equipment and verifying the adequacy of disinfection.

Spa pools that do not use disinfection require alternative methods of water treatment to keep the water microbiologically safe. A very high rate of water exchange is necessary—even if not fully effective—if there is no other way of preventing microbial contamination.

In spa pools where the use of disinfectants is undesirable or where it is difficult to maintain an adequate disinfectant residual, superheating spa water to 70 °C on a daily basis during periods of non-use may help control microbial proliferation.

To prevent overloading of spa pools, some countries recommend that clearly identifiable seats be installed for users combined with a minimum pool volume being defined for every seat, a minimum total pool volume and a maximum water depth.

4.2.2 Guideline 4.2: Pool hygiene

Guideline 4.2—Pool hygiene is continuously maintained.

Indicators for Guideline 4.2

1. Pre-swim showering is promoted.
2. Pre-swim use of toilets is promoted.
3. Effective procedures are in place to respond to vomitus and AFRs.

Guidance notes for Guideline 4.2

1. Pre-swim showering

Pre-swim showers will remove traces of sweat, urine, faecal matter, cosmetics, suntan oil and other potential water contaminants. The result will be cleaner pool water, easier disinfection using a smaller amount of chemicals and water that is more pleasant to swim in.

Pre-swim showers should be located adjacent to the swimming pool and be provided with water of drinking-water quality, as children and some adults may ingest the shower water. Shower water must run to waste.

2. Visiting toilets pre-swim

Toilets must be provided where they can be conveniently used before entering the pool and after leaving the pool. Users should be encouraged to use the toilets before bathing to minimize urination in the pool and AFRs. Parents need to encourage children to empty their bladders before they swim. Children below a certain age, such as below two years old, may not be permitted to use some pools.

3. Vomitus and accidental faecal releases

It is necessary to minimize AFRs and vomitus and to respond effectively to them when they occur. AFRs appear to occur relatively frequently, and it is likely that most go undetected. A pool operator faced with an AFR or vomitus in the pool water needs to act immediately.

If a faecal release is a solid stool, it can simply be retrieved quickly and discarded appropriately. The scoop used to retrieve it must be disinfected so that any bacteria and viruses adhering to it are inactivated and will not be returned to the pool the next time the scoop is used. As long as the pool is in other respects operating properly (disinfecting residuals, etc.), no further action is necessary.

If the stool is runny (diarrhoea) or if there is vomitus, the situation is potentially hazardous. Even though most disinfectants deal relatively well with many bacterial and viral agents in AFRs and vomitus, the possibility exists that the diarrhoea or vomitus is from someone infected with one of the protozoan parasites, *Cryptosporidium* and *Giardia*. The infectious stages (oocysts/cysts) are relatively resistant to chlorine disinfectants in the concentrations that are practical to use. The pool must therefore be cleared of bathers immediately.

The safest action, if the incident has occurred in a small pool, hot tub or whirlpool, is to empty and clean it before refilling and reopening. However, this may not be possible in larger pools.

If draining down is not possible, then the procedure given below—an imperfect solution that will only reduce, but not remove, risk—can be followed:

- The pool is cleared of people immediately.
- Disinfectant levels are maintained at the top of the recommended range.
- The pool is vacuumed and swept.
- Using a coagulant, the water is filtered for six turnover cycles. This could take up to a day and so might mean closing the pool until the next day.
- The filter is backwashed (and the water run to waste).
- The pool is reopened.

There are a few practical actions that pool operators can take to help prevent faecal release into the pools:

- No child (or adult) with a recent history of diarrhoea should swim.
- Parents should be encouraged to make sure that their children use the toilet before they swim.
- Thorough pre-swim showering is a good idea, and parents should encourage their children to do it.
- Young children should, whenever possible, be confined to pools small enough to drain in the event of an accidental release of faeces or vomitus.
- Lifeguards or pool attendants, if present, should be made responsible for looking out for and acting on AFR or vomitus.

4.2.3 Guideline 4.3: Monitoring

Guideline 4.3—Key parameters are monitored and maintained within target ranges.

Indicators for Guideline 4.3

1. Pool water turbidity is maintained within target ranges.
2. Disinfectant levels and pH are maintained within target ranges.
3. Microbial quality is maintained within target ranges, and there are effective procedures in place to respond to adverse detection events.

Guidance notes for Guideline 4.3

Frequent monitoring of control measures will help to provide early warning of deviations and could include:

- checking and adjusting the disinfectant residual and pH;
- inspection of maintenance and cleaning operations;
- inspection of the physical condition of recreational water environments, filters and equipment;
- undertaking surveillance for lower respiratory illness (e.g. pneumonia) among passengers and staff by recording all visits to the ship's medical office for confirmed or suspected pneumonia.

Parameters that are easy and inexpensive to measure and of immediate health relevance—that is, turbidity, disinfectant residual and pH—must be monitored frequently and in all pool types.

1. Turbidity

The ability to see either a small child at the bottom of the pool or markings on the pool bottom from the lifeguard's or pool attendant's position while the water surface is in movement is important. A turbidity limit of 0.5 nephelometric turbidity unit (NTU), or equivalent measurement, provides a good target value for well-treated water. Exceedance of turbidity limits suggests both a significant deterioration in water quality and a significant health hazard. Such exceedance merits immediate investigation and may lead to closure of the facility pending remedial action.

2. Disinfectant levels and pH

For a conventional public swimming pool with good hydraulics and filtration, operating within its design bather load, adequate routine disinfection should be achieved with a free chlorine level of 1 mg/l throughout the pool. In a well-operated pool, it is possible to achieve

such a residual with maximum levels at any single point below 2 mg/l for pools. Lower residuals (0.5 mg/l) will be acceptable in combination with the additional use of ozone or UV disinfection, whereas higher levels (ranging from 2 to 3 mg/l) may be required for hot tubs, because of higher bather loads and higher temperatures (WHO, 2006).

Disinfectant residuals must be checked by sampling the pool before it opens and during the opening period (ideally, during a period of high bather load) (WHO, 2006). The frequency of testing during swimming-pool use depends on the nature and use of the swimming pool. Samples should be taken at a depth of 5–30 cm. It is good practice to include as a routine sampling point the area of the pool where the disinfectant residual is lowest. Occasional samples should be taken from other parts of the pool and circulation system. If the routine test results are outside the recommended ranges, the situation needs to be assessed and action taken.

The pH value of swimming-pool water needs to be maintained within the recommended range to ensure optimal disinfection and coagulation. The pH should be maintained between 7.2 and 7.8 for chlorine disinfectants and between 7.2 and 8.0 for bromine-based and other non-chlorine disinfection processes (WHO, 2006). In order to do so, regular pH measurements are essential, and either continuous or intermittent adjustment is usually necessary. For heavily used pools, the pH value must be measured continuously and adjusted automatically. For less frequently used pools, it may be sufficient to measure the pH manually.

To avoid the formation of excessive disinfection by-products or irritation of mucosal surfaces by disinfectants, disinfectant residuals should be maintained at levels that are consistent with satisfactory microbiological quality but that are not unnecessarily excessive. Operators should attempt to maintain free chlorine residual levels below 5 mg/l at all points in the pool or spa.

3. Microbial quality

There is limited risk of significant microbial contamination and illness in a well-managed pool or similar environment with an adequate residual disinfectant concentration, a pH value maintained at an appropriate level, well-operated filters and frequent monitoring of non-microbial parameters. Nevertheless, samples of pool water from public pools should be monitored at appropriate intervals for microbial parameters, including HPC, thermotolerant coliforms or *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella* spp. and *Staphylococcus aureus*. The frequency of monitoring and the guideline values vary according to microbial parameter and the type of pool.

Where operational guidelines are exceeded, pool operators should check turbidity, residual disinfectant levels and pH and then resample. When critical guidelines are exceeded, the pool should be closed while investigation and remediation are conducted.

The following monitoring of microbial quality is recommended:

- The HPC (37 °C for 24 hours) gives an indication of the overall bacterial population within the pool. It is recommended that operational levels should be less than 200 cfu/ml.
- Thermotolerant coliforms and *E. coli* are indicators of faecal contamination. Either thermotolerant coliforms or *E. coli* should be measured in pools, hot tubs and spas. Operational levels should be less than 1 cfu or 1 most probable number (mpn) per 100 ml.
- Routine monitoring of *Pseudomonas aeruginosa* is recommended in hot tubs and spas. It is suggested for swimming pools when there is evidence of operational problems (e.g. failure of disinfection or problems relating to filters or water pipes), a deterioration in the quality of the pool water or known health problems. It is recommended that, for continuously disinfected pools, operational levels should be below 1 cfu/100 ml. If high counts are found (>100 cfu/100 ml), pool operators should check turbidity, disinfectant residuals and pH, resample, backwash thoroughly, wait one turnover and resample. If high levels of *P. aeruginosa* remain, the pool should be closed, and a thorough cleaning and disinfection programme should be initiated. Hot tubs should be shut down, drained, cleaned and refilled.
- Periodic testing for *Legionella* spp. is useful, especially for hot tubs, in order to determine whether filters are being colonized. It is recommended that operational levels should be below 1 cfu/100 ml. Where this is exceeded, hot tubs should be shut down, drained, cleaned and refilled. Shock chlorination may be appropriate if it is suspected that filters have become colonized.
- Routine monitoring of *Staphylococcus aureus* is not recommended, although monitoring may be undertaken as part of a wider investigation into the quality of the water when health problems associated with the pool are suspected. Where samples are taken, levels should be less than 100 cfu/100 ml.

Further advice on testing for *Legionella* spp. can be found in Bartram et al. (2007).

5 Ballast water

5.1 Background

This chapter deals with the management of ballast water, including its storage and safe disposal.

5.1.1 Health risks associated with ballast water on ships

Many ships use water as ballast to maintain stability and navigate safely, carrying from 30% to 50% of the total cargo in ballast water. This represents a volume that varies from a few hundred litres up to more than 10 million litres per ship. Therefore, this water presents an important risk to human health, with the possibility of introducing new endemic diseases and spreading disease by transferring pathogens and harmful organisms. In this context, more than 7000 marine species travel daily, and approximately 10 billion tonnes of ballast water are transported annually by ship. Concern regarding transfer of ballast water and sediments from ships has increased, and there is a theoretical possibility of transporting hazards such as toxigenic *Vibrio cholerae* O1 and O139, which might then be associated with cholera outbreaks in port areas.

5.1.2 Standards

The Marine Environment Protection Committee has adopted, since 1993, voluntary guidelines for the prevention of risks from unwanted organisms through ballast water and sediments from ships. In 1997, the IMO Assembly adopted, through Resolution A.868(20), the Guidelines for the Control and Management of Ships' Ballast Water to Minimize the Transfer of Harmful Aquatic Organisms and Pathogens (IMO, 1998).

The IMO International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments[1] was adopted in February 2004. The objective of this convention is to prevent, minimize and ultimately eliminate risks to the environment, human health, property and resources arising from the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens through the control and management of ships' ballast water and sediments; to provide guidance to avoid unwanted side-effects from the control measures put in place; and to encourage development

[1] http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx (accessed 30 January 2011).

in related knowledge and technology. The measures for inspection and control of the sanitary risks of ballast water tank sediments must consider the procedures established in the IMO International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments. From 2009, but not later than 2016, the convention requires the establishment of a ballast water management system on board ships, which will replace the uncontrolled ballast water uptake and discharge operations common until then. In future, ballast water will have to be treated on board before being discharged into the marine environment, in compliance with the Ballast Water Performance Standard in Regulation D-2 of the convention.

Parties to the convention are given the right to take, individually or jointly with other Parties, more stringent measures with respect to the prevention, reduction or elimination of the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens through the control and management of ships' ballast water and sediments, consistent with international law.

5.2 Guidelines

This section provides user-targeted information and guidance, identifying responsibilities and providing examples of practices that can control risks. Two specific *guidelines* (situations to aim for and maintain) are presented, each of which is accompanied by a set of *indicators* (measures for whether the guidelines are met) and *guidance notes* (advice on applying the guidelines and indicators in practice, highlighting the most important aspects that need to be considered when setting priorities for action).

In some cases, ballast water treatment systems have failed to perform as required, resulting in unsafe situations. Therefore, reliance should not be placed on treatment and management systems alone. Multiple ballast management barriers should be actively maintained, including:

- filling with ballast water from safe environments wherever practicable;
- matching ballast treatment facilities to their required capacities;
- maintaining sound practices in discharging ballast water.

Staff at ports and ship crews need to be adequately trained in the protection of the environment, safe operation (including collection, handling and disposal of wastes) and relevant legislation.

5.2.1 Guideline 5.1: Ballast water management

Guideline 5.1—A ballast water management plan is designed and implemented.

Indicators for Guideline 5.1

1. An approved ballast water management plan is in place and reviewed regularly.
2. Ballast water management requirements and practices are carried out as per the approved plan.
3. A ballast water record book is kept, with accurate records maintained.
4. Audit measures are in place and adhered to.

Guidance notes for Guideline 5.1

Ships are required to implement a ballast water management plan approved by the administration (Regulation B-1 of the IMO International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments). The ballast water management plan is specific to each ship and includes a detailed description of the actions to be taken to implement the ballast water management requirements and supplemental ballast water management practices.

Ballast water management systems must be approved by the administration in accordance with IMO guidelines for the approval of ballast water management systems (Resolution MEPC.174(58)). These include systems that make use of chemicals or biocides, make use of organisms or biological mechanisms, or alter the chemical or physical characteristics of the ballast water.

Ships must have a ballast water record book (Regulation B-2) to record when ballast water is taken on board, circulated or treated for ballast water management purposes and discharged into the sea. It should also record when ballast water is discharged to a reception facility and accidental or other exceptional discharges of ballast water.

Ships are required to be surveyed and certified (Article 7—Survey and Certification) and may be inspected by port State control officers (Article 9—Inspection of Ships) who can verify that the ship has a valid certificate, inspect the ballast water record book and/or sample the ballast water. If there are concerns, a detailed inspection may be carried out, and "the Party carrying out the inspection shall take such steps as will ensure that the ship shall not discharge Ballast Water until it can do so without presenting a threat of harm to the environment, human health, property or resources".

The specific requirements for ballast water management are contained in Regulation B-3—Ballast Water Management for Ships:

- Ships constructed before 2009 with a ballast water capacity of between 1500 and 5000 cubic metres must conduct ballast water management that at least meets the ballast water exchange standards or the ballast water performance standards until 2014, after which time it shall at least meet the ballast water performance standard.
- Ships constructed before 2009 with a ballast water capacity of less than 1500 or greater than 5000 cubic metres must conduct ballast water management that at least meets the ballast water exchange standards or the ballast water performance standards until 2016, after which time it shall at least meet the ballast water performance standard.
- Ships constructed in or after 2009 with a ballast water capacity of less than 5000 cubic metres must conduct ballast water management that at least meets the ballast water performance standard.
- Ships constructed in or after 2009 but before 2012, with a ballast water capacity of 5000 cubic metres or more shall conduct ballast water management that at least meets the standard described in regulation D-1 or D-2 until 2016 and at least the ballast water performance standard after 2016.
- Ships constructed in or after 2012, with a ballast water capacity of 5000 cubic metres or more shall conduct ballast water management that at least meets the ballast water performance standard.

5.2.2 Guideline 5.2: Ballast water treatment and disposal

Guideline 5.2—Ballast water is safely treated and disposed of.

Indicators for Guideline 5.2

1. Disposal of ballast water is carried out safely.
2. Overboard discharge of ballast water is carried out only within permitted bounds.

Guidance notes for Guideline 5.2

1. Disposal of ballast water

Ships are not generally permitted to discharge ballast water, bilge water or any other liquid containing contaminating or toxic wastes within an area from which water for a water supply is drawn or in any area restricted from the discharge of wastes by any national or local

authority. Overboard discharge in harbours, ports and coastal waters is subject to the regulations of the governing authorities in these areas. Sewage, food particles, putrescible matter and toxic substances must not be discharged to the bilge.

The IMO International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments has defined a ballast water exchange standard and a ballast water performance standard.

As per Regulation D-1—Ballast Water Exchange Standard, ships performing ballast water exchange shall do so with an efficiency of 95% volumetric exchange. For ships exchanging ballast water by the pumping-through method, pumping through three times the volume of each ballast water tank shall be considered to meet the standard described. Pumping through less than three times the volume may be accepted, provided that the ship can demonstrate that at least 95% volumetric exchange is met.

As per Regulation D-2—Ballast Water Performance Standard, ships conducting ballast water management shall discharge fewer than 10 viable organisms per cubic metre greater than or equal to 50 µm in minimum dimension and fewer than 10 viable organisms per millilitre less than 50 µm in minimum dimension and greater than or equal to 10 µm in minimum dimension; and discharge of the indicator microbes shall not exceed the specified concentrations.

The indicator microbes, as a human health standard, include, but are not limited to:

- toxicogenic *Vibrio cholerae* (O1 and O139): less than 1 cfu/100 ml or less than 1 cfu/g wet weight zooplankton samples;
- *Escherichia coli*: less than 250 cfu/100 ml;
- intestinal enterococci: less than 100 cfu/100 ml.

Other methods of ballast water management may also be accepted as alternatives to the ballast water exchange standard and ballast water performance standard, provided that such methods ensure at least the same level of protection of the environment, human health, property or resources and are approved in principle by the IMO's Marine Environment Protection Committee.

Under Article 5—Sediment Reception Facilities, Parties undertake to ensure that ports and terminals where cleaning or repair of ballast tanks occurs have adequate reception facilities for the intake of sediments. Barges and/or trucks for the reception of liquid wastes or shore connections at ports to receive these wastes into a sewer system are

typically provided at ports. Where the port servicing area or barge does not provide a hose and suitable connections to receive liquid wastes, a ship must provide a special hose and connections large enough to allow rapid discharge of the wastes to sewer or other suitable point. This hose needs to be durable and impervious and have a smooth interior surface. It must be of a fitting different from that of the potable water hose or other water-filling hose, and it must be labelled "FOR WASTE DISCHARGE ONLY". After use, the hose must be cleaned, disinfected and stored in a convenient place labelled "WASTE DISCHARGE HOSE".

2. Overboard discharge of ballast water

Under Regulation B-4—Ballast Water Exchange of the IMO International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, all ships using ballast water exchange should:

- whenever possible, conduct ballast water exchange at least 200 nautical miles from the nearest land and in water at least 200 metres in depth, taking into account Guidelines developed by IMO;
- in cases where the ship is unable to conduct ballast water exchange as above, this should be as far from the nearest land as possible, and in all cases at least 50 nautical miles from the nearest land and in water at least 200 metres in depth.

When these requirements cannot be met, areas where ships can conduct ballast water exchange may be designated. All ships shall remove and dispose of sediments from spaces designated to carry ballast water in accordance with the provisions of the ships' ballast water management plan (Regulation B-4).

6 Waste management and disposal

6.1 Background

This chapter deals with the management of solid waste (e.g. garbage) and liquid waste (e.g. sewage and greywater) on board ship, including their storage and safe disposal.

6.1.1 Health risks associated with wastes on ships

Unsafe management and disposal of ship wastes can readily lead to adverse health consequences. Humans can become exposed directly, both on ship and at port, as a result of contact with waste that is not being managed in a safe manner. Exposure can also occur via the environmental transfer of disease-causing organisms or harmful substances due to unsafe disposal. However, waste can be managed and disposed of in ways that prevent harm from occurring.

Waste can contain hazardous microbial, chemical or physical agents. For example, sharp objects are in themselves dangerous and may harbour infectious agents. Used syringes are a good example and can transmit disease-causing agents, such as hepatitis C virus and human immunodeficiency virus.

Risks of harm arising as a result of improperly managed ship waste are increasing with the greater number of ships in service and the increase in habitation in port areas. Waste streams on ships include sewage, greywater and garbage, as well as effluent from oil/water separators, cooling water, boiler and steam generator blow-down, medical wastes (e.g. health-care wastes, laboratory wastes and veterinary-care wastes), industrial wastewater (e.g. from photo processing) and hazardous waste (radioactive, chemical and biological wastes and unwanted pharmaceuticals).

Food wastes and refuse readily attract rodents, flies and cockroaches, for example, which are reservoirs and vectors of etiological agents of many diseases (see chapter 7).

Restrictions on depositing hazardous wastes into water bodies mean that ships need to capture and retain those wastes on board for periods of time. The process of packaging and storing hazardous wastes is in itself hazardous to the crew, and the storage of hazardous wastes leads to the risk of harm arising should spills or leaks occur. Waste needs to be appropriately disposed of in accordance with the rules and regulations applicable at the point of disposal.

6.1.2 Standards

Waste management from ships is covered in the IHR 2005 and in more detail in the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78, as amended).[1] MARPOL was adopted by the International Conference on Marine Pollution in 1973 and has been subject to numerous amendments as it is updated, including the 1978 protocol and amendments collated into a consolidated version in 2002. Regulations covering the various sources of ship-generated pollution are contained in the six annexes of the Convention:

- Annex I. Regulations for the Prevention of Pollution by Oil;
- Annex II. Regulations for the Control of Pollution by Noxious Liquid Substances in Bulk;
- Annex III. Prevention of Pollution by Harmful Substances Carried by Sea in Packaged Form;
- Annex IV. Prevention of Pollution by Sewage from Ships (date of entry into force, 27 September 2003);
- Annex V. Prevention of Pollution by Garbage from Ships;
- Annex VI. Prevention of Air Pollution from Ships (adopted September 1997).

Medical waste requires special management. Specifically, details of health-care waste management can be found at http://www.healthcarewaste.org/en/115_overview.html and in the *Guidelines for safe disposal of unwanted pharmaceuticals in and after emergencies* (WHO, 1999).

6.2 Guidelines

This section provides user-targeted information and guidance, identifying responsibilities and providing examples of practices that can control risks. Three specific *guidelines* (situations to aim for and maintain) are presented, each of which is accompanied by a set of *indicators* (measures for whether the guidelines are met) and *guidance notes* (advice on applying the guidelines and indicators in practice, highlighting the most important aspects that need to be considered when setting priorities for action).

Outbreaks and harm associated with waste have been linked to poor storage and disposal practices. Once generated, stored waste becomes a potential source of harm. Therefore, the first disease prevention strategy should be to minimize the amount of hazardous waste generated as far as

[1] http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx (accessed 30 January 2011).

practicable. It is also necessary to ensure that the systems for collecting and storing waste are adequate given the extent and nature of waste generated on board ship.

In some cases, waste-management treatment systems have failed to perform as required, resulting in unsafe situations. Therefore, reliance should not be placed on treatment and management systems alone. Multiple waste-management barriers should be actively maintained, including:

- considering how waste is generated on board, and choosing activities and practices that produce the least hazardous waste in the first place;
- matching waste-management treatment facilities to their required capacities;
- maintaining sound practices in collecting and storing waste.

Staff at ports and ship crews need to be adequately trained in the protection of the environment, safe operation and relevant legislation. People involved in the collection, handling and disposal of wastes need to be trained in the relevant legislation and the risks posed by wastes.

6.2.1 Guideline 6.1: Sewage and greywater management

Guideline 6.1—Sewage and greywater are safely treated and disposed of.

Indicators for Guideline 6.1

1. The sanitary system adequately contains the liquid waste, and sewage and greywater are disposed of safely within permitted bounds.
2. Grease traps are used to manage greasy liquid wastes.
3. Appropriate treatment is applied, where required, before storage or discharge of sewage and greywater.

Guidance notes for Guideline 6.1

1. Disposal of sewage and liquid wastes

Ships are not generally permitted to discharge sewage or any other liquid containing contaminating or toxic wastes within an area from which a water supply is drawn or in any area restricted for the discharge of wastes by any national or local authority. Overboard discharge in harbours, ports and coastal waters is subject to the regulations of the governing authorities in these areas. Sewage, food particles, putrescible matter and toxic substances must not be discharged to the bilge.

Any country may provide special barges for the receipt of these wastes or shore connections that input to the sewer system. Where the shore servicing area or barge does not provide a hose or connections to receive these wastes, the ship must provide a special hose and connections large enough to allow rapid discharge of wastes. This hose must be durable and impervious, have a smooth interior surface, be of a size different from that of the potable water hose or other water-filling hoses and be labelled "FOR WASTE DISCHARGE ONLY". After use, the hose must be cleaned by thorough flushing with clear water and stored in a convenient place labelled "WASTE DISCHARGE HOSE".

The prohibition against discharge of wastes near a water supply intake or in any body of water where measures for the prevention and control of pollution are in force will require the provision of retention tanks or sewage-treatment equipment on board.

Systems need to be designed and constructed so as not to leak wastes and need to be amenable to ready inspection to check for leaks or bursts. Approved backflow preventers (vacuum breakers) or acceptable air gaps must be installed in the water supply lines to the grinders. All piping should be colour coded and labelled (e.g. according to ISO 14726:2006) at least every 5 m to avoid confusion and possible cross-connection to potable water. Drain, soil and waste pipes need to be maintained frequently to prevent clogging and the backflow of sewage, greywater or contaminated wastes into the fixtures and spaces served by the collection system.

2. Grease traps

All galley wastes, exclusive of ground refuse, that may contain grease must be made to flow through grease interceptors (grease traps) to a retaining box before discharge or treatment on board ship. The design of the interceptors may need to be approved by the appropriate authority of the country of registration. The grease collected may be disposed of by incineration, by storage for shore disposal or by overboard discharge on the high seas. Overboard discharge may occur after a suitable separation distance with the closest line of land, such as 3 nautical miles (12 nautical miles in territorial sea), in compliance with other national rules.

3. Treatment

All ships must be equipped with facilities for managing wastes from toilets and urinals, hospital facilities and medical-care areas, and food refuse grinders. These facilities include treatment systems and/or safe holding tanks, properly equipped with pumps and piping. Wastes from safe holding tanks may be discharged to port connections or to

special barges or trucks. The design of treatment systems and waste-holding tanks needs to be based on a suitable volume (e.g. 114 litres of liquid waste per capita per day) and may need to be approved by the appropriate authority of the country of registration.

For ships where the normal wastewater flow to be treated is quite large, exceeding 4750 litres per day, treatment must be designed to produce effluent of a suitable quality, such as biochemical oxygen demand of 50 mg/l or less, a suspended solids content of 150 mg/l or less and a coliform count of 1000 or less per 100 ml.

Excess sludge must be stored for appropriate disposal to land-based facilities or when on the high seas. For ships with a daily flow of wastewater to be treated that is quite small, less than 4750 litres, treatment may be limited to passing the wastes through grinders, followed by disinfection to produce an effluent with a coliform count of 1000 or less per 100 ml.

Chlorination, or an equally effective method of disinfection, may need to be installed, as recommended by the manufacturer, to produce an effluent meeting the coliform requirements set by the relevant authorities.

6.2.2 Guideline 6.2: Solid waste management

Guideline 6.2—Solid waste is safely treated and disposed of.

Indicators for Guideline 6.2

1. Garbage is safely stored in appropriately designed facilities.
2. Excess sludge is stored safely prior to appropriate disposal.

Guidance notes for Guideline 6.2

1. Facilities for waste storage

To prevent corrosion, the interiors of food and garbage lifts may need to be constructed of stainless steel and meet the same standards required for the storage, preparation and service of food. Decks need to be constructed of a durable, non-absorbent, non-corroding material and have a suitable internal cove, at least 10 mm along all sides. Bulkhead-mounted air vents must be positioned in the upper portion of the panels or in the deckhead. To help with cleaning and removal of spills, a drain at the bottom of all lift shafts must be provided, including the provision of platform lifts and dumbwaiters.

If used to transport waste, the interiors of dumbwaiters must be readily cleanable and constructed of stainless steel or similar and meet the same standards as other food service areas. The bottom of the dumbwaiter should include a suitable cover.

Garbage chutes, if installed, need to be constructed of stainless steel or similar and have an automatic cleaning system.

In waste-management equipment wash rooms, bulkheads, deckheads and decks need to be constructed to meet the same standards required for the storage, preparation and service of food. A bulkhead-mounted pressure washing system could be provided with a deck sink and drain. An enclosed automatic equipment washing machine or room may be used in place of the pressure washing system and deck sink. Adequate ventilation is required for extraction of steam and heat.

The garbage storage room should be well ventilated, and the temperature and humidity controlled. A sealed, refrigerated space must be used for storing wet garbage. The space needs to meet the same criteria for cold storage facilities for food. The room must be of adequate size to hold unprocessed waste for the longest expected period when off-loading of waste is not possible and must be separated from all food preparation and storage areas.

In all the garbage holding and processing facilities, there need to be easily accessible hand-washing stations with potable hot and cold water, hose connections and a sufficient number of deck drains to prevent any pooling of water. The sorting tables in garbage processing areas must be constructed from stainless steel or similar and have coved corners and rounded edges. Deck coaming, if provided, needs to be adequate, at least 8 cm, and coved. If the tables have drains, they should be directed to the deck drain, which requires a strainer. A storage locker must be provided for cleaning materials to keep them away from foods. Adequate lighting, at least 220 lux, is required at work-surface levels, and light fixtures need to be recessed or fitted with stainless-steel or similar guards to prevent breakage.

To facilitate storage, tops and bottoms must be removed from all empty metal containers or containers with metal ends, and the remaining parts flattened. Containers of paper, wood, plastic and similar materials should also be flattened for convenient space-saving storage. Dry refuse must be stored in tightly covered bins or in closed compartments, protected against weather, wash and the entry of rodents and vermin. The containers must be thoroughly cleaned after emptying and treated with insecticides or pesticides, if necessary, to discourage harbourage of rodents and vermin.

2. Excess sludge

Excess sludge is typically stored appropriately for appropriate disposal to land-based facilities or when on the high seas.

6.2.3 Guideline 6.3: Health-care and pharmaceutical waste management

Guideline 6.3—Health-care and pharmaceutical waste is safely treated and disposed of.

Indicator for Guideline 6.3

1. Health-care and pharmaceutical waste is safely treated and disposed of.

Guidance notes for Guideline 6.3

Pharmaceutical wastes produced on board must be managed appropriately in order to prevent harm to the environment and human health. Specific considerations for pharmaceutical wastes include avoiding disposal of non-biodegradable products or products that might harm bacteria involved in wastewater treatment into the sewage system and avoiding burning pharmaceuticals at low temperatures or in open containers.

Health-care waste is any waste generated during patient diagnosis, treatment or immunization. Health-care waste is of two categories: infectious and non-infectious. Infectious health-care waste is liquid or solid waste that contains pathogens in sufficient numbers and with sufficient virulence to cause infectious disease in susceptible hosts exposed to the waste. Non-infectious health-care waste includes disposable health-care supplies and materials that do not fall into the category of infectious health-care waste.

All ships should be equipped with facilities for treating and/or safely storing health-care wastes. Infectious waste must be safely stored or sterilized (e.g. by steam) and suitably packaged for ultimate disposal ashore. Health-care waste should be clearly labelled. Ships properly equipped may incinerate paper- and cloth-based health-care waste, but not plastic and wet materials. Sharps must be collected in plastic autoclavable sharps containers and retained on board for ultimate disposal ashore. Unused sharps must be disposed of ashore in the same manner as health-care waste.

Liquid health-care wastes may be disposed of by discharging them into the sewage system. Non-infectious health-care waste may be disposed of as garbage if it does not require steam sterilizing or special handling. Staff dealing with health-care wastes must be immunized against hepatitis B virus.

Note the WHO *International medical guide for ships* (WHO, 2007), and note that some country medical guides are also available.

7 Vector and reservoir control

7.1 Background

This chapter deals with the management of disease vectors and their reservoirs on board ship.

The IHR 2005 state that conveyance operators should "permanently keep conveyances for which they are responsible free of sources of infection or contamination, including vectors and reservoirs". Every conveyance leaving an area where vector control is recommended by WHO should be disinfected and kept free from vectors. When there are methods and materials recommended by WHO, these should be employed. States should accept disinfection, deratting and other control measures applied by other States if methods and materials recommended by WHO have been applied. The presence of vectors on board conveyances and the control methods used to eradicate them shall be included on the Ship Sanitation Control Certificate (Articles 22 and 24, and Annexes 3, 4 and 5).

Vector control in and around ports is also part of the IHR 2005. State Parties should ensure that port facilities are kept in a safe and sanitary condition and free from sources of infection and contamination, including vectors and reservoirs. The vector control measures should be extended to a minimum distance of 400 m from passenger terminals and operational areas (or more if vectors with a greater range are present, as documented in specific guidelines).

7.1.1 Health risks associated with vectors on ships

Control of disease vectors such as insects and rodents is necessary for the maintenance of health on board ships. Mosquitoes, rats, mice, cockroaches, flies, lice and rat fleas are all capable of transmitting disease.

Rodents are well established at port areas and are considered vectors for many diseases. Plague, murine typhus, salmonellosis, trichinosis, leptospirosis and rat bite fever are known to be spread by rodents.

Malaria is transmitted to humans by mosquito vectors. If not properly controlled, such vectors could breed and be carried by ships. Ships affected by malaria infection during a voyage represent a serious risk to health and life of crew and passengers. On board, the chances for early diagnosis and proper treatment are limited. Persons and vectors on board can, in turn, spread disease to ports (e.g. Delmont et al., 1994).

7.1.2 Standards

Article 20 of the IHR 2005 directs health authorities to ensure that ports have the "capacity" to inspect ships and then to issue either Ship Sanitation Control Certificates to direct disinfection or decontamination of the ship, including the control of vectors, or Ship Sanitation Control Exemption Certificates if contamination is not found.

Annex 1 of the IHR 2005 describes what constitutes this "capacity" and notes that this includes the capacity to derat, disinfect, disinsect and decontaminate ships.

Annex 4 of the IHR 2005 describes the process of issuance of such "certificates" and states that the presence of vectors, not necessarily evidence of disease per se, is sufficient basis for the issuance of the Ship Sanitation Control Certificate to decontaminate the ship of those vectors.

Annex 5 of the IHR 2005 describes the controls for vector-borne disease and provides health authorities with the right to control vectors found.

7.2 Guidelines

This section provides user-targeted information and guidance, identifying responsibilities and providing examples of practices that can control risks. Two specific *guidelines* (situations to aim for and maintain) are presented, each of which is accompanied by a set of *indicators* (measures for whether the guidelines are met) and *guidance notes* (advice on applying the guidelines and indicators in practice, highlighting the most important aspects that need to be considered when setting priorities for action).

Ports receive and manage goods and people from all over the world. Therefore, ports are exposed to the risk of vectors from any part of their country or any other port in the world. In addition, the activities undertaken at ports, such as handling foodstuffs, attract many species of vermin. On board ship, the relative isolation of passengers and crew from medical facilities makes diagnosis and treatment of disease more difficult and potentially increases the risk of serious harm. The relatively crowded nature of ships facilitates the spread of disease and ensures a concentration of foodstuffs and hosts for vectors.

Outbreaks associated with the presence of vectors on board are usually linked both to inadequate control and sanitation on board and to insufficient attention to preventing contamination in the first place. The failure of initial prevention leads to contamination, which is then exacerbated by failed ongoing control.

A preventive approach using good design that minimizes the opportunity for vector penetration, hiding and proliferation is the foundation of any good vector control strategy. Multiple barriers should be actively maintained, including:

- screening out vectors using all reasonable means;
- controlling vectors on board;
- eliminating habitats suitable for vector survival and breeding, where practicable;
- reducing the opportunity for exposure of passengers and crew to vector-related infectious agents.

One or more of the following control measures may be employed:

- regular inspection of ship spaces, particularly where infestation is most likely to occur, such as food storage, food handling and refuse disposal spaces;
- elimination of pest hiding places and point of accumulation in which trash, food particles or dirt may accumulate;
- frequent cleaning of living quarters and spaces where food is stored, prepared or served or in which dishes and utensils are washed and stored;
- proper storage and disposal of food refuse and rubbish (see chapter 3);
- elimination of habitat for insect larvae, ideally through design, or, if unavoidable, though maintenance, such as preventing the formation of standing water in lifeboats;
- use of screens on all structural openings to the outer air during seasons when insects are prevalent;
- application of suitable insecticides.

As vectors may have access to ships when in port, control measures for the suppression of vermin infestation are necessary. These control measures must be carried out under the direction of a ship's officer charged with this responsibility and must be frequently inspected.

7.2.1 Guideline 7.1: Insect vector control

Guideline 7.1—Insect vectors are controlled.

Indicators for Guideline 7.1

1. Insect-proof screens are used to prevent insect penetration.
2. Insecticides are used to control vector densities in air spaces and on surfaces.

Guidance notes for Guideline 7.1

1. Screens

Sleeping quarters, mess rooms and dining-rooms, indoor recreational areas and all food spaces must be effectively screened when ships are in areas where flies and mosquitoes are prevalent. Screening of sufficient hole tightness, no more than 1.6 mm spacing, is recommended, with screens on all outside openings. Screen doors should open outwards and be self-closing, and the screening must be protected from damage by heavy wire netting or other means, which may include the use of metal kick plates.

Ship holding water must be screened from insects and inspected frequently to check for, and eliminate, mosquito breeding. Refuse stores must be screened and inspected frequently to check for, and eliminate, the breeding of flies or other vermin.

Screens need to be kept in good repair. Bed nets, in good repair and properly placed, need to be used in sleeping quarters not provided with screens.

2. Insecticides

When leaving an area in which vectors are prevalent, and at regular intervals, residual and space sprays must be used for the control of flying insects that have entered the ship. Space sprays are released as a fog or fine mist and kill on contact. Residual sprays leave a deposit on surfaces where flying insects rest and where other insects crawl, and will remain active for a considerable period of time. Crawling insects and other vermin are best controlled by specific insecticides, properly applied to crawling, resting and hiding places.

As spray insecticides may contain substances toxic to humans, all surfaces that come in contact with food, all dishes and utensils and all food and drink need to be covered or removed during spraying operations.

Insecticides, rodenticides, any other poisonous substances and all equipment for their use must not be stored in or immediately adjacent to spaces used for storage, handling, preparation or serving of food or drink. Further, such poisonous substances should not be stored near dishes and utensils or tableware, linen and other equipment used for handling or serving food and drink. To prevent the accidental use of these poisons in foodstuffs, such hazards must be kept in coloured containers clearly marked as “POISON”.

7.2.2 Guideline 7.2: Rodent vector control

Guideline 7.2—Rodent vectors are controlled.

Indicators for Guideline 7.2

1. Rodent proofing is installed and maintained.
2. Traps are used to control vector densities.
3. Poisoned baits are used to control vector densities.
4. Regular pest inspections are undertaken.
5. Hygienic practices are used to minimize rodent attractors.

Guidance notes for Guideline 7.2

1. Rodent proofing

Rats gain access to ships by various means, including direct access by hawsers (cables for mooring or towing the ship) and gangways. Others may be concealed in cargo, ships' stores and other materials taken onto the ship. However, the prevention of rat harbourage through appropriate construction and rat proofing will ensure almost complete control of rodents on board.

Some ships may be difficult to rat proof without major alterations. However, there are many rat-proofing measures that can be readily undertaken. These will materially reduce rat harbourage and will keep rat populations to a minimum after the ship has been deratted, provided that appropriate operational control measures on board ship are regularly followed.

Concealed spaces, structural pockets, openings that are too large (greater than 1.25 cm), leading to voids, food spaces and gaps around penetrating fixtures (e.g. pipes or ducts passing through bulkheads or decks), regardless of location, need to be obstructed with rat-proofing materials. The insulation layer around pipes, where over a certain thickness, 1.25 cm, needs to be protected against rat gnawing.

Rat-proofing materials should be robust and damage resistant. Such materials include sheet metal or alloy of suitable hardness and strength, wire mesh and hardware cloth.

Metal wire or sheet metal gauges must be of adequate strength and corrosion resistant. For example, aluminium should have a thickness by the Brown & Sharp gauge greater than the thickness specified by the United States standard for sheet iron, because aluminium is not

as strong. For example, 16-gauge aluminium (Brown & Sharpe) might replace 18-gauge sheet iron (United States Standard). For grades of wire and hardware cloth, Washburn & Moen gauges are also used.

Certain non-rat-proof materials are satisfactory in rat-proof areas provided that the boundaries and various gnawing edges are flashed. Wood and asbestos composition materials are acceptable under conditions such as the following:

- Wood must be dry or seasoned and free of warps, splits and knots.
- Inorganic composition sheets and panels must be relatively strong and hard, with surfaces that are smooth and resistant to the gnawing of rats. A list of acceptable non-rat-proof materials may be obtained from national health administrations. If a new material is intended for use, the national health administration must be consulted in order to initiate approval procedures.
- Certain composition sheets and panels that do not meet the requirements in the bullet point above may be made acceptable by laminating with metal or facing on one side using suitable materials. All materials in this category are likely to be subject to health administration approval for inclusion in an acceptable non-rat-proof materials list.

Cements, putties, plastic sealing compounds, lead and other soft materials or materials subject to breaking loose are not advised in place of rat-proofing materials to close small openings. Firm, hard-setting materials used to close openings around cables within ferrules might need to be approved by the ship inspection officer. Fibreboards and plaster boards are generally not acceptable non-rat-proof materials. For approval, the relevant health administration should be consulted.

Non-rat-proof sheathing need not be rat proofed when placed flush against, or within 2 cm of, steel plate or when placed flush against rat-proofing material over insulation. Overlapping joints are not necessary for sheathing.

Effective rat-proofing collars at suitable distances from the ship and able to withstand wind action should be fitted to any hawsers that connect the ship to the shore.

2. Trapping

The master of the ship can delegate one person to be responsible for the vector control programme. Traps must be set after leaving any port where rats might have come on board either directly from the dock or with cargo or stores. If all traps are still empty after a period of two days,

they can be taken up. If rats are caught, the traps in that area must be reset until no more rats are caught. A record of where the traps were set, the dates and results must be entered in the ship's log and a copy made available for the port health inspector.

3. Baiting

Most rodenticides may be very toxic and poisonous to humans. Caution must be used in their application, with instructions for their use carefully followed. The containers must be marked "POISON" and stored away from food preparation and storage areas; they must be coloured to prevent accidental use in food preparation. It should be checked that the baits have been correctly placed and whether they have been consumed.

4. Inspections

Rats leave droppings, gnawing damage and grease marks, which provide a ready indicator of infestation. Regular inspection of the ship to look for such evidence will show whether rats have gained access to the ship. Inspection should focus particularly on spaces where food is stored and prepared and where refuse is collected and disposed of, as well as the cargo hold while in port.

All rat proofing needs to be kept in good repair, inspected and maintained regularly. Pest infestations must be dealt with immediately and without adversely affecting food safety or suitability. Treatment with chemical, physical or biological agents must be carried out without posing a threat to the safety or suitability of food.

5. Hygiene

Rats pose a major threat to the safety and suitability of food. Rodent infestations can occur where there are breeding sites and a supply of food. Good hygiene practices should be employed to avoid creating an environment conducive to rodents. Good sanitation, inspection of incoming materials and good monitoring should minimize the likelihood of infestation and thereby limit the need for rodenticides.

ภาคผนวก

8 Controlling infectious diseases in the environment

8.1 Background

This chapter deals with the management of persistent infectious agents on board ship.

8.1.1 Health risks associated with persistent infectious agents on ships

There have been a number of outbreaks of acute infectious gastrointestinal illnesses (AGI), such as those caused by norovirus (e.g. United States Centers for Disease Control and Prevention, 2002), and acute respiratory illnesses (ARI), such as influenza (e.g. Brotherton et al., 2003), on ships caused by communicable infectious agents. For example, in 2002, the United States Centers for Disease Control and Prevention detected 21 outbreaks (in this case, defined as "probable Norovirus infections causing illness in >3% of the ship population") on board ships arriving at ports in the United States (United States Centers for Disease Control and Prevention, 2002). In general, diseases arising from communicable infectious agents result from infection of the gastrointestinal system (digestive tract, intestines, stomach) and cause acute symptoms such as nausea, vomiting and diarrhoea. Respiratory infections can also arise and can cause acute symptoms such as fever, myalgia, weakness, sore throat, cold and cough. Although these diseases are often self-limiting or even asymptomatic, deaths can arise, particularly in sensitive populations. In the confines of a ship environment, these diseases can spread rapidly to affect significant proportions of the total ship population. These same diseases are highly prevalent on land, making it difficult to avoid some infected persons coming aboard.

The subject of this chapter is the infectious agents that have the ability to persist in air, water, vomitus and sputum and on surfaces for long enough that indirect transfer from one person to another can readily occur and result in an outbreak.

Many infectious agents can be spread via environmental surfaces and even via the air, including some protozoa, bacteria and viruses. However, to cause a detectable and significant outbreak on board, the agents need to be highly infectious and able to rapidly complete their incubation and begin replicating in their new infected host. For this reason, the environmentally persistent agents that cause AGI and ARI outbreaks on

board ships are generally viruses. Our knowledge of these viruses and their taxonomy is rapidly evolving. However, in general, the risk factors and control measures to be applied on board are the same, regardless of the taxonomic classification of the infectious agent.

An infected person might, for example, be shedding an infectious agent via his or her faeces or vomitus. After bottom-wiping, nappy-changing or cleaning, the infected person or his or her caregiver might carry some of this material on their hands, unless thoroughly washed, leaving it on surfaces or in food or water that they touch around the ship. When another person touches those surfaces or consumes the food or water, he or she might pick up the infectious agent, which can then be ingested when putting fingers in the mouth or through ingestion of contaminated food or water.

Infectious agents can also be spread via the air, such as via coughing and sneezing, leading to exhaling of pathogens from the respiratory tract.

Waterborne and foodborne transmission of agents may also occur. This is considered in chapters 2 and 3, respectively, with particular discussion of the risks associated with *Legionella* spp.

This chapter considers two types of pathogens. Those infectious agents that cause AGI typically spread via environmental surfaces, such as door handles. Those infectious agents that cause ARI are more typically spread via the air.

Acute infectious gastrointestinal illnesses

Persistent infectious agents causing AGI are typically viruses belonging to the Calicivirus, Astrovirus and Reovirus families. These viruses are commonly associated with diarrhoea, with the Calicivirus family including the genus most commonly associated with ship-borne outbreaks: *Norovirus* (which has also been known as Norwalk-like virus and small round structured virus).

Because of the similarity between symptoms and control measures, and to illustrate the risk factors and control measures to be applied on board, norovirus will be used as a typical cause of AGI and influenza viruses as a typical cause of ARI. In general, norovirus is the more infectious, more resistant to disinfection and more difficult to control of these two types of virus and will form the primary focus of this chapter. For the most part, the controls in place to prevent norovirus spread on board will help reduce the spread of other, less robust pathogens among the persistent infectious agents.

Norovirus is considered to be the leading cause of adult gastroenteritis outbreaks worldwide and is thought to be second only to rotavirus in terms of all causes of gastroenteritis. Recent improvements in diagnostics and surveillance are likely to reveal more outbreaks on board ships. The probable role of international travellers as vectors was revealed by the similarity of strains between outbreaks across the world (White et al., 2002).

Norovirus can be transmitted by the aerosols liberated by projectile vomiting and therefore by airborne transmission (Marks et al., 2000) as well as by ingestion (both directly or indirectly via a surface) of infected vomit and faeces. Environmental surfaces can readily become contaminated and remain contaminated for some time (Cheesbrough et al., 2000).

An outbreak can spread rapidly throughout a ship, because norovirus has an incubation period of just 12–48 hours, and the proportion of those exposed that fall ill can be high (often above 50%) in all age groups (United States Centers for Disease Control and Prevention, 2002). Symptoms often start with sudden onset of projectile vomiting and/or diarrhoea. There may be fever, myalgia, abdominal cramps and malaise. Recovery occurs in 12–60 hours in most cases, and severe illness or mortality is rare, particularly if oral rehydration treatment is applied.

Because the infectious agents are persistent, outbreaks may continue and attack passengers and crew on successive voyages. Cohorts of new crew and passengers are introduced to the ship on a regular basis, so it is important to sanitize the ship after an outbreak.

Shedding rates for norovirus have been found to peak at above 10^6 virions per gram of faeces, dropping to around 1000 virions per gram of faeces three weeks from the cessation of symptoms in around 50% of cases and remaining detectable for up to seven weeks following the peak of infection (Tu et al., 2008). Therefore, even if ships are disinfected, bridging between groups may occur via a reservoir within infected persons. Another important implication of this prolonged shedding period, noting that it is often asymptomatic, is that some passengers and crew are likely to bring these persistent infectious agents on board with them regardless of what the crew does. It should be assumed that there are unrecognized infected individuals on board even in the absence of a detectable outbreak, and infection control precautions should be implemented continuously, not just after the outbreak has taken hold.

Acute respiratory illnesses

Persistent infectious agents causing ARI are typically viruses belonging to the Rhinovirus, Adenovirus, influenza virus and Coronavirus families. These viruses are commonly associated with symptoms such as cold and cough, and some cause broader symptoms resulting in greater morbidity, such as fever. Influenza viruses typically cause the most severe symptoms among the more commonly identified causes of outbreaks. Influenza viruses are an ongoing and common problem for ships due to the difficulty in containing their spread, even among partially vaccinated populations (Brotherton et al., 2003).

Severe acute respiratory syndrome (SARS) (WHO, 2004) has been noted as a disease that might be spread by travellers. This disease, caused by a coronavirus, has symptoms that are typically different from those of the gastrointestinal viruses described above and is associated with respiratory tract infection and flu-like symptoms. However, although initially presenting rather like influenza, complications can include severe pneumonia and respiratory system failure, which can be fatal. The risks from the person-to-person spread of SARS appear to be reduced by the same types of control measures applied for norovirus, influenza virus and similar agents.

In accordance with Article 37 of the IHR 2005, ships entering port may be required to report to health authorities on the health conditions on board during the voyage and the health status of passengers and crew. For this purpose, a Maritime Declaration of Health must be completed by the ship's master and countersigned by the ship's surgeon, if one is carried, and delivered to health officials after arrival.

8.2 Guidelines

This section provides user-targeted information and guidance, identifying responsibilities and providing examples of practices that should control risks. Three specific *guidelines* (situations to aim for and maintain) are presented, each of which is accompanied by a set of *indicators* (measures for whether the guidelines are met) and *guidance notes* (advice on applying the guidelines and indicators in practice, highlighting the most important aspects that need to be considered when setting priorities for action).

Risk factors for infection from communicable infectious agents are generally those that involve being in close proximity to an infected person, including (based on de Wit, Koopmans & van Duynhoven, 2003):

- having another infected person in the same family or group;
- coming into contact with an infected person;
- poor food and water handling hygiene;
- contact with both faeces and vomitus, which appear to be equally important;
- being in close proximity to a person who is infected and coughing or sneezing.

The significance of contact with other infected persons increases where the infected person is a young child.

Ships present a particularly high risk for extensive outbreaks, for several reasons. Many outbreaks on land have been associated with situations in which many people are in close proximity to other infected persons for a period of time, such as at parties, restaurants, schools and dormitories. These high-risk situations can all be present on a ship. Cabins often include people living in close proximity, often with children, who might otherwise be more separated.

The previous chapters in this guide emphasize prevention at source above all other control strategies. However, persistent infectious agents are typically so prevalent in the population, often without symptoms being evident, that it is not realistic to try to exclude infected individuals from coming on board. The focus of the control strategy for persistent infectious agents should be on taking all reasonable precautions to prevent transmission at all times; the working assumption should be that persons are infected. It is worth noting, however, that symptomatic individuals are typically far more infectious than those who are asymptomatic, and there is value in taking extra precautions relating to such individuals, seeking to minimize the possibility of patients contaminating others on board. Extended outbreaks may occur when there is inadequate control of possible infection pathways on board.

Reliance should not be placed on any single control strategy, and multiple barriers should be actively maintained.

8.2.1 Guideline 8.1: Transmission routes

Guideline 8.1—Transmission routes on board ship are minimized.

Indicators for Guideline 8.1

1. Good personal hygiene practices are promoted on board and required by crew and staff.
2. Stringent food and water hygiene is maintained on board.
3. Stringent hygiene practices with regard to cleaning and waste management on board are maintained.

Guidance notes for Guideline 8.1

1. Personal hygiene

Promoting and adopting good personal hygiene on board can significantly reduce the spread of persistent infectious agents. Examples of activities that should be promoted include:

- providing sufficient and ready access to hand-washing and sanitizing facilities at eateries, toilets, child-care facilities, health-care facilities and entry points, and keeping these facilities highly visible, including through the use of signage;
- providing non-contact facilities for hand washing, drying and sanitizing (e.g. taps and soap- and sanitizer-delivery systems that do not require hand contact to operate);
- avoiding putting fingers in or near the mouth unless first washed;
- avoiding placing objects that may have been touched into the mouth;
- providing guidance on proper hand washing and sanitizing;
- covering the nose and mouth with tissues when coughing or sneezing, which are then discarded.

2. Food and water hygiene

Promoting and adopting good food and water hygiene on board can significantly reduce the spread of persistent infectious agents. Examples of activities that should be promoted include:

- maintaining stringent food and water handling hygiene, as discussed in chapters 2 and 3 of this guide;
- designing self-service facilities to minimize infectious agent transmission, supervising these facilities closely and preventing children from using them; consider eliminating self-serve eating facilities during large outbreaks;

- limiting the need for indirect contact with others, such as the sharing of drink containers and eating utensils;
- providing separate serving utensils if dishes are to be shared, to avoid people serving themselves by hand or using utensils that have been placed in their mouths;
- providing cutlery and appropriate seating facilities to minimize the need to handle food while eating, and serving food of a type and packaged to minimize the need for handling;
- if food handling is inevitable as part of food consumption, providing hand sanitizers along with the food.

3. Good general hygiene practices

Adopting good hygiene practices should help to reduce the spread of persistent infectious agents on board. Examples of activities that should be promoted include:

- cleaning and sanitizing items both between and during voyages; this should include any environmental surface that might be touched by one infected person and lead to indirect transmission to another (toilet and tap operating handles; eating and drinking utensils; door handles; remote-control devices; switches on lights, radios and air-conditioning units; chair, table and bedding surfaces; and carpets);
- providing good ventilation;
- constructing surfaces from non-absorbent materials that are easily cleaned and sanitized;
- providing separate areas for children and adults to reduce the risk of cross-transmission;
- requiring the use of underwear or towels in saunas and other communal areas where clothing can otherwise be removed;
- rapidly cleaning up and sanitizing any faecal or vomitus spills on ship.

8.2.2 Guideline 8.2: Air quality

Guideline 8.2—Good air quality is maintained to reduce the risk of airborne disease transmission.

Indicator for Guideline 8.2

1. Good air quality is maintained to prevent airborne disease transmission.

Guidance notes for Guideline 8.2

To help protect air quality on board, it is important to keep air circulating and, as far as practicable, free from hazardous agents. Intake air openings should be maintained in clean and operational condition. Air filters should be kept in sanitary condition. Non-disposable (permanent) filters should be cleaned as recommended by the manufacturer, typically monthly. Disposable filters should be changed in accordance with the manufacturer's specification, typically every three months.

Air-conditioning rooms must be maintained in clean condition. Objects, chemicals, products and utensils should not be stocked or stored in these rooms, to avoid dispersion of biological or chemical hazards. Air-conditioning rooms should not present any leakage on condensing and cooling systems. Cleaning and disinfection procedures in the air-conditioning system should be made only with specific chemicals indicated for the specific system (non-toxic, biodegradable, etc.). Ship operators should monitor and record the cleaning and maintenance procedures for air-conditioning systems.

8.2.3 Guideline 8.3: Cases and outbreaks

Guideline 8.3—Cases and outbreaks are responded to effectively.

Indicators for Guideline 8.3

1. Procedures, equipment and facilities are in place to manage symptomatic individuals to minimize further disease spread.
2. Procedures, equipment and facilities are in place to respond to outbreaks with enhanced control measures.

Guidance notes for Guideline 8.3

1. Manage symptomatic individuals

The scope of this guide is as a "sanitation" guide. Refer to the WHO *International medical guide for ships* (WHO, 2007) and seek medical advice from the next port for case-by-case management for individuals.

Adopting targeted and additional controls around symptomatic individuals is justified given that they are likely to be highly infectious. Examples of activities that should be included in procedures include:

- putting in place systems to provide the earliest possible detection of disease symptoms;
- advising, or even requiring, symptomatic individuals to minimize contact with others;

- requesting that symptomatic individuals do not board the ship;
- wearing suitable masks and gloves while in close contact with symptomatic individuals;
- providing patients with advice on minimizing the risk of spreading their infection to others where they cannot be isolated, such as limiting any direct contact with others, even during greetings (e.g. shaking hands and kissing), remaining in cabins as much as possible to minimize contact with others and not taking part in food handling duties or other duties that may readily lead to transmission of infection;
- vaccinating crew that may come into contact with infected individuals, where practicable;
- using antiviral therapies, where available, to help suppress infection and shedding rates.

2. Respond to outbreaks

Enhanced responses to outbreaks should reduce their severity and duration and help to prevent outbreaks affecting subsequent travellers. Examples of activities that should be included in procedures include:

- seeking to identify the source of the outbreak. If the characteristic of an outbreak suggests a point source, the relevant control measures need to be rechecked and rigorously enforced, and epidemiological investigations should be undertaken to identify or exclude a food or water source. As foodborne and waterborne outbreaks have occurred on ships, kitchen hygiene practices and water safety management need to be reviewed and monitored;
- advising symptomatic passengers or crew to stay in cabins. Excretion and exhalation of viruses can begin shortly before the onset of symptoms and can continue for up to several weeks, although the maximum shedding typically occurs 24–72 hours after symptoms begin. The appropriate duration of confinement should be based on specific medical advice in accordance with the probable cause of disease;
- requiring cleaning staff and crew to undertake hand washing after contact with affected passengers or crew and objects, before handling food or drink and on leaving an affected area or cabin;
- requiring the wearing of suitable masks by crew and caregivers to protect those who come into contact with infected individuals;
- prompt cleaning and disinfection in areas contaminated by vomitus and faeces. Cleaning staff must wear gloves and aprons. Although there is evidence that airborne transmission is possible, the wearing of masks is generally not essential unless spattering or aerosolization is anticipated;

- separating embarking and disembarking passengers, if possible. If an outbreak has occurred on board, embarkation of new passengers should be delayed until the ship has been thoroughly cleaned and disinfected. The appropriate duration of separation should be based on specific medical advice in accordance with the specific nature of the disease.

Prolonged outbreaks on ships suggest that some infectious agents, such as norovirus, can be harboured in the ship environment. During an outbreak, there is a need for a comprehensive and responsive cleaning and disinfection programme during and at the end of an outbreak.

Particular attention must be given to cleaning objects that are frequently handled, such as taps, door handles, toilets or bath rails. For infectious agents causing AGI, the timing of the terminal cleaning process should be at least 72 hours after resolution of the last case. This takes into account the period of maximal infectivity (48 hours) plus the typical incubation period (24 hours) for the newly infected individuals. Affected areas should be cleaned and disinfected.

Contaminated linens and bed curtains must be placed carefully into laundry bags appropriate to guidelines for infected linens (e.g. soluble alginate bags with a colour-coded outer bag) without generating further aerosols. Contaminated pillows should be laundered as infected linen unless they are covered with an impermeable cover, in which case they must be disinfected.

Carpets and soft furnishings are particularly difficult to disinfect. Hypochlorite is not generally recommended, as prolonged contact is required, and many items requiring disinfection are not bleach resistant. Steam cleaning may be used for carpets and soft furnishings, provided that they are heat tolerant (some carpets are “bonded” to the underlying floor with heat-sensitive materials). However, this needs to be undertaken thoroughly, as a temperature of at least 60 °C is needed to achieve disinfection, and, in practice, tests have shown that such high temperatures are often not reached in carpets during steam cleaning. Vacuum cleaning carpets and buffing floors have the potential to recirculate viruses and are not recommended.

Contaminated hard surfaces should be washed with detergent and hot water, using a disposable cloth, then disinfected with a suitable disinfecting solution. Disposable cloths must be disposed of safely by handling so as not to contaminate other persons. Non-disposable mop heads and cleaning cloths must be laundered as contaminated linen using hot water.

Annex Examples of hazards, control measures, monitoring procedures and corrective actions for the ship water supply system

Source water

Hazard/ hazardous event	Control measure	Monitoring procedures	Corrective action
Contaminated source water	Routine checks on source water quality	Monitor turbidity and microbial indicators	Filter and disinfect, or use alternative source
Defective filters	Routine inspections and maintenance Regular backwashing and cleaning of filters	Monitor filter performance using turbidity	Repair or replace defective filters
Contaminated hoses	Regular cleaning and disinfection Regular repair and maintenance Proper storage and labelling	Routine inspections	Repair or replace Clean and disinfect
Contaminated hydrants	Regular cleaning and disinfection Regular repair and maintenance	Routine inspections	Repair or replace Clean and disinfect
Cross-connections with non-potable water at bunkering	Correct design and plumbing Correct labelling No connection with non-potable water	Routine inspections	Install new plumbing Isolate part of system Rechlorinate, flush
Defective backflow preventers at bunkering	No defects that allow ingress of contaminated water	Routine inspections, repair and maintenance	Repair or replace

Storage

Hazard/ hazardous event	Control measure	Monitoring procedures	Corrective action
Sediment at bottom of storage tanks	Routine cleaning (e.g. every 6 months)	Routine inspections, documentation	Procedure for cleaning storage tanks
Damage to wire mesh in overflow or vent pipe	Routine inspection, repair and maintenance	Routine sanitary inspections	Replace or repair
Cross-connections between potable water storage tank and non-potable water storage tank or pipe	Cross-connection control programme	Routine inspections, repair and maintenance	Repair or replace
Defects in potable water storage tanks	Routine sanitary inspection	Routine inspections, repair and maintenance	Repair or replace

Distribution system

Hazard/ hazardous event	Control measure	Monitoring procedures	Corrective action
Cross-connections with non-potable water	Prevent cross-connections Procedures for inspection, repair and maintenance Correct identification of pipes and tanks	Routine inspections	Break cross-connection
Defective pipes, leaks	Procedures for inspection, repair and maintenance	Routine inspections	Repair pipes
Defective backflow preventers at outlets throughout distribution system	No defects that would allow ingress of contaminated water	Routine inspections Testing of preventers	Repair or replace

Distribution system *continued*

Hazard/ hazardous event	Control measure	Monitoring procedures	Corrective action
Contamination during repair and maintenance of tanks and pipes	No defects that would allow ingress into potable water tanks or pipes Procedures for hygienic repair and maintenance Procedures for cleaning and disinfection	Inspection of job Water sampling (microbiological analysis)	Train staff Written procedures Disinfect fracture area and fitting
Leaking pipes or tanks	Prevention of leakage System maintenance and renewal	Routine inspections Pressure and flow monitoring	Repair
Toxic substances in pipe materials	No toxic substances Specifications for pipe materials	Check specifications for pipes and materials Check specification certificates	Replace pipes if specification is not correct
Insufficient residual disinfection	Adequate to prevent regrowth (e.g. maintaining free chlorine residual above 0.2 mg/l)	Online monitoring of residual, pH and temperature Routine sampling	Investigate cause and rectify

Glossary

Acceptable non-rat-proof material	A material whose surface is resistant to gnawing by rats when exposed edges are flashed, but which can be subject to penetration by rats if the gnawing edges are not so protected.
Accessible	Capable of being exposed for cleaning and inspection with the use of simple tools such as a screwdriver, pliers or an open-end wrench.
Air gap	The unobstructed vertical distance through the free atmosphere between the lowest opening from any pipe or faucet supplying water to a tank, plumbing fixture or other device and the flood-level rim of the receptacle or receiving fixture. The air gap must be at least twice the diameter of the supply pipe or faucet or at least 2.5 cm.
Backflow	The flow of water or other liquids, mixtures or substances into the distribution pipes of a potable supply of water from any source or sources other than the potable water supply. Back-siphonage is one form of backflow.
Backflow preventer	An approved backflow-prevention plumbing device that must be used on potable water distribution lines where there is a direct connection or a potential connection between the potable water distribution system and other liquids, mixtures or substances from any source other than the potable water supply. Some devices are designed for use under continuous water pressure, whereas others are non-pressure types.
Corrosion resistant	Able to resist corrosive deterioration so that the surface maintains its original surface characteristics even under prolonged influence of the intended use environment.
Coved	A concave surface, moulding or other design that eliminates the usual angles of 90 degrees or less so as to prevent the accumulation of dirt and debris and facilitate cleaning.
Crew	Persons on board a conveyance who are not passengers.
Cross-connection	Any unprotected actual or potential connection or structural arrangement between a public or a consumer's potable water system and any other source or system through which it is possible to introduce into any part of the potable system any used water, industrial fluid, gas or substance other than the intended potable water with which the system is supplied. Bypass arrangements, jumper connections, removable sections, swivel or change-over devices and other temporary or permanent devices that can allow backflow are considered to be cross-connections.
Deck sink	A sink recessed into the deck, usually located at tilting kettles and pans.

Easily cleanable	Fabricated with a material, finish and design that allow for easy and thorough cleaning with normal cleaning methods and materials.
Flashing	The capping or covering of corners, boundaries and other exposed edges of acceptable non-rat-proof material in rat-proof areas. The flashing strip must be of rat-proof material, wide enough to cover the gnawing edges adequately and firmly fastened.
Floor sink	*See* Deck sink.
Food contact surfaces	Surfaces of equipment and utensils with which food normally comes in contact and surfaces from which food may drain, drip or splash back onto surfaces normally in contact with food; this includes the areas of ice machines over the ice chute to the ice bins. (*See also* Non-food contact surfaces.)
Food handling areas	Any area where food is stored, processed, prepared or served.
Food preparation areas	Any area where food is processed, cooked or prepared for service.
Food service areas	Any area where food is presented to passengers or crew members (excluding individual cabin service).
Food storage areas	Any area where food or food products are stored.
Greywater	Drainage water from galleys, dishwashers, showers, laundries, baths and washbasins. It does not include sewage, medical wastewater or bilge water from the machinery spaces.
Health-based target	A benchmark to guide progress towards a predetermined health or water safety goal. There are four types of health-based targets: health outcome targets, water quality targets, performance targets and specified technology targets.
Maximum opening	The largest opening through which a rat cannot pass, applicable to both rat-proof and rat-tight areas. Regardless of the shape of the opening, it would normally be 1.25 cm or less in the minimum dimension.
Non-absorbent materials	Those materials whose surface is resistant to the absorption of moisture.
Non-food contact surfaces	All exposed surfaces, other than food contact or splash contact surfaces, of equipment located in food storage, preparation and service areas.
Portable	A description of equipment that is readily removable or mounted on casters, gliders or rollers; provided with a mechanical means so that it can be tilted safely for cleaning; or readily movable by one person.

Potable water	Fresh water that is intended for human consumption, such as drinking, washing, teeth brushing, bathing or showering; for use in freshwater recreational water environments; for use in the ship's hospital; for handling, preparing or cooking food; and for cleaning food storage and preparation areas, utensils and equipment. Potable water, as defined by the WHO Guidelines for drinking-water quality, does not represent any significant risk to health over a lifetime of consumption, including different sensitivities that may occur between life stages.
Potable water tanks	All tanks in which potable water is stored from bunkering and production for distribution and use as potable water.
Rat-proof area	An area that is completely isolated from other areas by means of rat-proof material or by design.
Rat-proof material	A material whose surface and edges are resistant to the gnawing of rats.
Readily removable	Capable of being detached from the main unit without the use of tools.
Removable	Capable of being detached from the main unit with the use of simple tools such as a screwdriver, pliers or an open-end wrench.
Scupper	A conduit or collection basin that channels water runoff to a drain.
Sealant	Material used to fill seams to prevent the entry or leakage of liquid or moisture.
Seam	An open juncture between two similar or dissimilar materials. Continuously welded junctures, ground and polished smooth, are not considered seams.
Sewage	Any liquid waste that contains human, animal or vegetable matter in suspension or solution, including liquids that contain chemicals in solution.
Ship	A seagoing or inland navigation vessel on an international or national voyage.
Utility sink	Any sink located in a food service area not used for hand washing and/or dishwashing.

References

Bartram J et al., eds (2007). *Legionella and the prevention of legionellosis.* Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf, accessed 30 January 2011).

Bartram J et al. (2009). *Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers.* Geneva, World Health Organization (http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241562638_eng.pdf, accessed 30 January 2011).

Brotherton JML et al. (2003). A large outbreak of influenza A and B on a cruise ship causing widespread morbidity. *Epidemiology and Infection*, 130(2):263–271.

Cheesbrough JS et al. (2000). Widespread environmental contamination with Norwalk-like viruses (NLV) detected in a prolonged hotel outbreak of gastroenteritis. *Epidemiology and Infection*, 125(1):93–98.

Cruise Lines International Association (2010). *The contribution of the North American cruise industry to the U.S. economy in 2009.* Prepared by Business Research and Economic Advisors for the Cruise Lines International Association.

Delmont J et al. (1994). Harbour-acquired *Plasmodium falciparum* malaria. *The Lancet*, 344(8918):330–331.

de Wit MAS, Koopmans MPG, van Duynhoven YTHP (2003). Risk factors for norovirus, Sapporo-like virus, and group A rotavirus gastroenteritis. *Emerging Infectious Diseases* [serial online], December 2003 (http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol9no12/02-0076.htm, accessed 30 January 2011).

Falkinham JO III (2003). Mycobacterial aerosols and respiratory disease. *Emerging Infectious Diseases* [serial online], July 2003 (http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol9no7/02-0415.htm, accessed 30 January 2011).

FAO/WHO (1995). *Codex Alimentarius: Vol. 1B—General requirements (food hygiene).* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (1997a). *Codex Alimentarius: Supplement to volume 1B—General requirements (food hygiene)*, 2nd ed. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (1997b). *Codex Alimentarius: Food hygiene—Basic texts—General principles of food hygiene, HACCP guidelines, and guidelines for the establishment of microbiological criteria for foods.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (1999). *Codex Alimentarius: Vol. 1A—General requirements*, 2nd ed., revised. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission.

FAO/WHO (2001). *General standard for bottled/packaged drinking waters (other than natural mineral waters)*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission (Codex Standard 227-2001; http://www.codexalimentarius.net/download/standards/369/CXS_227e.pdf, accessed 30 January 2011).

FAO/WHO (2003). *Recommended international code of practice—General principles of food hygiene.* Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission (CAC/RCP1-1969, Rev. 4-2003; http://www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cxp_001e.pdf, accessed 30 January 2011).

Gustafson TL et al. (1983). *Pseudomonas* folliculitis: an outbreak and review. *Reviews of Infectious Diseases*, 5:1–8.

IHS Fairplay (2010). *World fleet statistics 2009*. IHS Global Ltd.

IMO (1998). *Guidelines for the control and management of ships' ballast water to minimize the transfer of harmful aquatic organisms and pathogens*. London, International Maritime Organization.

IMO (2009). *International shipping and world trade facts and figures, October 2009.* International Maritime Organization, Maritime Knowledge Centre (http://www.imo.org/KnowledgeCentre/ShippingFactsAndNews/TheRoleandImportanceofInternationalShipping/Documents/International%20Shipping%20and%20World%20Trade%20-%20facts%20and%20figures%20oct%202009%20rev1__tmp65768b41.pdf, accessed 30 January 2011).

IMO (2010). Life-Saving Appliance Code. In: *Life-saving appliances*, 2010 ed. London, International Maritime Organization.

Lemmon JM, McAnulty JM, Bawden-Smith J (1996). Outbreak of cryptosporidiosis linked to an indoor swimming pool. *Medical Journal of Australia*, 165:613.

Lew JF et al. (1991). An outbreak of shigellosis aboard a cruise ship caused by a multiple-antibiotic-resistant strain of *Shigella flexneri. American Journal of Epidemiology*, 134(4):413–420.

Marks PJ et al. (2000). Evidence for airborne transmission of Norwalk-like virus (NLV) in a hotel restaurant. *Epidemiology and Infection*, 124:481–487.

National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (1997). *Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines*. Washington, DC, United States Department of Health and Human Services (http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/HazardAnalysisCriticalControlPointsHACCP/ucm114868.htm, accessed 30 January 2011).

Ratnam S et al. (1986). Whirlpool associated folliculitis caused by *Pseudomonas aeruginosa*: report of an outbreak and review. *Journal of Clinical Microbiology*, 23:655–659.

Rooney RM et al. (2004). A review of outbreaks of waterborne disease associated with ships: evidence for risk management. *Public Health Reports*, 119:435–442.

Temeshnikova ND et al. (1996). The presence of *Legionella* spp. in the water system of ships. In: Berdal B, ed. *Legionella infections and atypical pneumonias. Proceedings of the 11th meeting of the European Working Group on Legionella Infections, Oslo, Norway, June 1996.* Oslo, Norwegian Defence Microbiological Laboratory.

Tu ETV et al. (2008). Norovirus excretion in an aged-care setting. *Journal of Clinical Microbiology*, 46:2119–2121.

United Kingdom Food Standards Agency (2009). *Food handlers: fitness to work. Regulatory guidance and best practice advice for food business operators.* London, Food Standards Agency (http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/publication/fitnesstoworkguide09v3.pdf, accessed 30 January 2011).

United Nations (2008). *Review of maritime transport*. Geneva, United Nations Conference on Trade and Development (Publication UNCTAD/RMT/2008).

United States Centers for Disease Control and Prevention (1996). Lake-associated outbreak of *Escherichia coli* O157:H7—Illinois, 1995. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 45(21):437–439.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2000). *Pseudomonas* dermatitis/folliculitis associated with pools and hot tubs—Colorado and Maine, 1999–2000. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 49(48):1087–1091.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2001a). Protracted outbreaks of cryptosporidiosis associated with swimming pool use—Ohio and Nebraska, 2000. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 50(20):406–410.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2001b). Shigellosis outbreak associated with an unchlorinated fill-and-drain wading pool—Iowa, 2001. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 50(37):797–800.

United States Centers for Disease Control and Prevention (2002). Outbreaks of gastroenteritis associated with noroviruses on cruise ships—United States. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 51:1112.

White P et al. (2002). Norwalk-like virus 95/96-US strain is a major cause of gastroenteritis outbreaks in Australia. *Journal of Medical Virology*, 68(1):113–118.

WHO (1997). *Guidelines for drinking-water quality*, 2nd ed. *Vol. 3. Surveillance and control of community supplies.* Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwqvol32ed.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (1999). *Guidelines for safe disposal of unwanted pharmaceuticals in and after emergencies: interagency guidelines.* Geneva,

World Health Organization (WHO/EDM/PAR/99.2; http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/unwantpharm.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2001). *Sanitation on ships. Compendium of outbreaks of foodborne and waterborne disease and Legionnaires' disease associated with ships 1970–2000*. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/01.4; http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/ships/en/shipsancomp.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2004). *WHO guidelines for the global surveillance of severe acute respiratory syndrome (SARS). Updated recommendations. October 2004*. Geneva, World Health Organization (WHO/CDS/CSR/ARO/2004.1; http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_CSR_ARO_2004_1.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2005). *Revision of the International Health Regulations*. Geneva, World Health Organization, Fifty-eighth World Health Assembly (WHA58.3, Agenda item 13.1, 23 May 2005; http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241580410_eng.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2006). *Guidelines for safe recreational water environments. Vol. 2. Swimming pools and similar environments*. Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2full.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2007). *International medical guide for ships*, 3rd ed. Geneva, World Health Organization.

WHO (2009). *Guide to hygiene and sanitation in aviation*, 3rd ed. *Module 1: Water; Module 2: Cleaning and disinfection of facilities*. Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/ships/guide_hygiene_sanitation_aviation_3_edition.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2010). *International Health Regulations (2005). Recommended procedures for inspection of ships and issuance of Ship Sanitation Certificates.* Draft document. Geneva, World Health Organization (http://www.who.int/ihr/ports_airports/ssc_guide_draft_27_may_2010.pdf, accessed 30 January 2011).

WHO (2011). *Guidelines for drinking-water quality*, 4th ed. Geneva, World Health Organization (in press).

The third edition of the Guide to Ship Sanitation presents the public health significance of ships in terms of disease and highlights the importance of applying appropriate control measures. It is intended to be a basis for the development of national approaches to controlling the hazards, providing a framework for policy-making and local decision-making. It may also be used as a reference for regulators, ship operators and ship builders as well as for assessing the potential health impact of projects involving the design of ships.

World Health Organization

9 789241 546690

World Health Organization

กรมควบคุมโรค
Department of Disease Control