

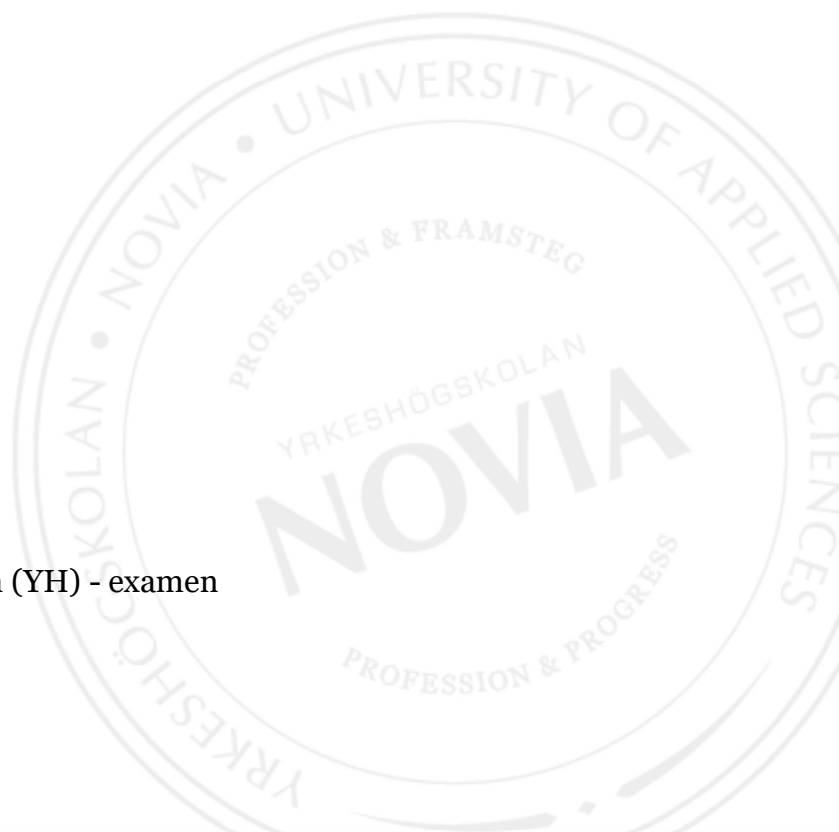
Färskvatten Ombord

Andrej Svensson

Examensarbete för Sjökapten (YH) - examen

Utbildning i sjöfart

Åbo, 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Andrej Svensson

Utbildningsprogram och ort: Novia Sjöfart Åbo

Inriktningsalternativ/Fördjupning:

Handledare: Peter Björkroth

Titel: Färskvatten Ombord

Datum 07.11.2016 Sidantal 29 Bilagor

Abstrakt

Arbetet Färskvatten ombord behandlar i huvudsak dricksvatten ombord på fartyg. I och med att man globalt både bunkrar vatten men även producerar vatten ombord är kvaliteten på dricksvattnet mycket varierande. Vilka problem och risker finns i färskvatten försörjningen? Normala smak och luktproblem som även finns iland och därmed följer med till fartygen. Bakterier kan så klart förekomma men även akut förgiftande icke levande ämnen kan förekomma i vattnet ombord. Arbetet baserar sig på litteraturstudier och till viss del på praktisk genomgång på plats på fartyget M/S Finlandia. Finlandia anses i arbetet som en typisk passagerarfärja på norra österjön.

Språk: Svenska Nyckelord:

BACHELOR'S THESIS

Author: Andrej Svensson

Degree Programme:

Specialization:

Supervisors: Peter Björkroth

Title: Färskvatten Ombord

Date: 7.11.2016 Number of pages 29 Appendices

Summary

This work "färskvatten ombord" (Fresh water onboard) deals mainly with drinking water aboard ships. As ships globally, both bunkers water but also produces water on board, the quality of drinking water is highly variable. What problems and risks are in the fresh water supply? Normal taste and odor problems of course, as ashore and thereby comply with the vessels. Bacteria can occur but also acute poisoning non-living substances may be present in the water on board. The work is based on literature studies and to some extent practical examination in place on the ship M / S Finlandia. Finlandia considered in the work as a typical passenger ferry on the northern Baltic Sea.

Language: Swedish Key words:

Innehållsförteckning

1	Vatten ombord.....	1
2	Färskvatten.....	2
3	Sanitets och dricksvatten system.....	4
3.1	Tekniskt vatten.....	4
3.2	Dricksvatten.....	5
4	Internationell lagstiftning angående sanitet ombord	7
4.1	WHO guide to ship sanitation	7
5	Sjukdomar och förgiftningar relaterade till Mat och vattenhantering ombord....	10
5.1	Definition.....	10
5.1.1	Legionella	11
5.2	Saneringsmetoder	13
6	Shit in Shit out, En översikt över färskvatten produktionen på Åbo vattenverk .	14
6.1	Bismaker i vatten.....	14
6.1.1	Förekomsten och betydelsen av bismaker i naturliga vatten	14
6.1.2	Bismaker i dricksvatten	15
6.1.3	Jordluft.....	16
6.1.4	Andra lukter i vattnet.....	17
7	Praktiskt Exempel.....	19
7.1	Färskvattensystemet.....	19
7.2	Färskvatten bunkring.....	20
7.3	Provtagning	22
7.4	Analys	23
8	Diskussion.....	26
9	Källföreckning	28
10	Figurförteckning	29

1 Vatten ombord

Varje år passerar cirka 350 miljoner passagerare Europeiska hamnar. Detta representerar omkring 70 % av den europeiska populationen. Vatten och livsmedelsförsörjningen är viktiga ombord, speciellt på passagerarfartyg. Dagens kryssningsfartyg, färjor och fraktfartyg ger matservice och dricksvatten till ett stort antal människor. Dessa fartyg vilka sträcker sig från små fraktfartyg med ett fåtal besättningsmedlemmar till kryssningsfartyg med tusentals passagerare. Livsmedelshanteringen, utrymmen de hanteras i samt vattenförsörjningen ombord på fartyg skiljer sig kraftigt från deras landbaserade motsvarigheter. Eftersom mat och vatten flyttas förvaras och förtärs ombord finns det alltid risker för kontamination och förorening av dessa. Även det att dessa tas ombord vid olika tillfällen och på olika ställen med olika kultur och syn på kvalitetskontroll gör att försörjningen blir ytterst utmanande.

Färskvatten är avgörande ombord, att se till att fartyget har ett tillräckligt utbud av vatten av god kvalitet är en av de många viktiga jobb den tekniska avdelningen har hand om. De flesta havsgående fartyg använder antingen en Evaporator, som bygger på destillation, eller ett system som kallas omvänd osmos för att omvandla havsvatten till dricksvatten. I ett evaporator system värms havsvattnet upp så att det förångas varefter det låts kondensera och kondensatet samlas upp och används som färskvatten. I omvänd osmos pressas vattnet successivt genom finare filter då saltet avlägsnas och färskvatten åstadkoms. Dessa två förfaranden har använts i decennier, men båda metoderna har bestämda nackdelar och begränsningar. Till exempel, lyckas man med ingendera metoden med att avlägsna flyktiga organiska föreningar, såsom bensen eller trikloretylen.

2 Färskvatten

2.1 Producerat färskvatten

För att producera färskvatten kan en evaporator användas, evaporatorn är en sorts destillator som enkelt beskrivet förångar vatten där ångan då tas till vara och då kan användas som dricksvatten eller annat där det behövs färskvatten. Även omvänd osmos används som metod för att åstadkomma färskvatten från saltvatten, vatten är skrymmande, blir dåligt under längre förvaring och är mycket nödvändigt på egentligen alla fartyg. Och därför är möjligheten att producera mera mycket viktigt på de flesta fartyg, framförallt oceangående fartyg.

2.2 Evaporering

Redan segelfartygen använde evaporatorer eller destillatorer för att producera färskvatten, då främst som dricksvatten. Detta gällde främst örlogsfartyg, fartyg i militärt bruk som hade en mycket stor besättning. Fraktfartyg hade i regel de förnödenheter de behövde med sig i tunnor etc. T.ex. kapten Cooks fartyg HMS Resolution byggd 1771 hade en sorts destillerings apparat ombord. (Ministry of Defence, 1971)

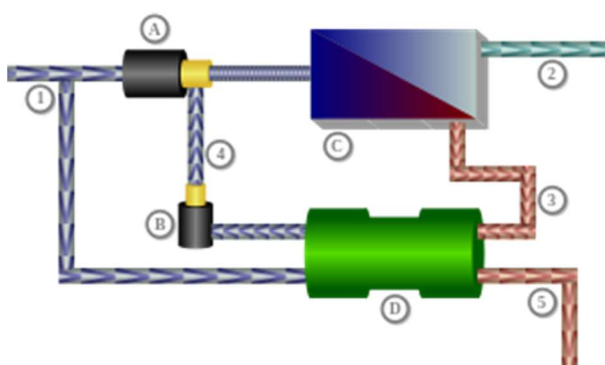
I dagens läge används moderna trycksatta evaporatorer vilket gör att man kan förånga vattnet redan vid lägre temperaturer än 100 Celsius grader. Förångnings temperaturen av vatten sjunker vid förhöjda tryck detta möjliggör användning av t.ex. maskinernas avloppsvatten som värmekälla till evaporatorn. Normalt används ändå ånga från en ånggenerator som värmekälla till evaporeringsprocessen.

2.3 Omvänd Osmos

Även en annan metod för att producera färskvatten används ombord på fartyg. **Omvänd osmos** är en sorts motsats till osmos. Den går ut på att man med hjälp av ett yttre tryck låter vattenmolekyler vandra genom ett semipermeabelt membran; med andra ord ett halvgenomsläppligt membran. Följden blir att jonerna, i detta fall salt

molekylerna, stannar kvar på ena sidan av membranet, medan vattenmolekylerna passerar genom det. Man övervinner alltså det osmotiska trycket.

Metoden lämpar sig därför ypperligt till att rena havsvatten till dricksvatten ombord på fartyg. För havsvatten behövs ett tryck på 40–80 bar. Det krävs dock energi för att åstadkomma det yttre trycket, och det blir därför en energikrävande metod för framställning av dricksvatten – dock bättre än andra metoder om inget annat än havsvatten finns i tillräcklig mängd. På den Arabiska halvön används denna metod i stor skala i och med att naturligt förekommande färskvatten är en bristvara.



Figur 1 Schematisk figur som visar omvänd osmos med tryckväxlare. (Wikipedia 2016)

- 1: Havsvatteninflöde,
- 2: Färskvattenflöde (40%),
- 3: Koncentrerat flöde (60%),
- 4: Havsvattenflöde (60%),
- 5: Koncentrerat utflöde,
- A: Pumpflöde (40%),
- B: Cirkulationspump,
- C: Osmosenhet med membran,
- D: Tryckväxlare

3 Sanitets och dricksvatten system

Det kanske vanligaste sättet att förse ett fartygs olika tappställen med färskvatten är med hjälp av ett så kallat hydroforsystem. Ett hydrofor system betyder att vattnet från de primära tankarna, förvaringstankarna pumpas till en mindre tank som är trycksatt med luft. Vattnet i sig kan ju inte trycksättas på samma sätt eftersom vätskor inte kan komprimeras till en mindre volym vilket gaser kan. Alltså trycksätter man hydrofortanken med luft och det skapas en luftkudde ovanför vattenytan i tanken. En pump, oftast belägen under färskvattentanken, pumpar upp vatten i en mindre tank som är trycksatt med luft. Den luftkudde som bildas över vattennivån pressar vattnet ut i fartygets rörsystem och ut genom vattenkranarna etc. Detta tryck kallas för systemtryck och krävs för att förse hela fartyget med färskvatten. Pumpen arbetar automatiskt med hjälp av tryckgivare som ser till att trycket i tanken hålls inom ett tryckintervall medan vattnet förbrukas ombord.

I kombination med detta system kan det också finnas olika metoder för att rena vattnet. T.ex. är det vanligt att vattnet som skall gå ut i rörsystemet går genom en UV-ljus källa som skall oskadliggöra möjligen förekommande bakterier i vattnet. Även olika sorters filter kan förekomma. Vissa fartyg har även ett s.k. upphärdningsfilter som ser till att vattnet får de mineraler som ett normalt kranvatten iland har och även justerar PH-värdet till det normala alltså ca. 7.5

Efter denna behandling leds det kalla vattnet direkt ut till tapp ställena och det vatten som skall värmas går genom en varmvattenberedare och vidare till tappställena. Varmvattnet brukar ha en cirkulationspump för att hålla temperaturen något så när konstant i varmvattensystemet. Detta skiljer sig alltså inte nämnvärt från ett vattensystem iland.

3.1 Tekniskt vatten

Man skiljer på det färskvatten som används till sanitets och dricksvatten och det tekniska vattnet. Tekniskt vatten används till kylning av maskinerier, separatorstyrning, matarvatten till pannor mm. Det tekniska vattnet behöver inte uppfylla de krav som ställs på sanitets och dricksvattnet. I vissa fall är dock kraven på tekniskt vatten till och med högre än på dricksvatten, i och med att den apparatur

vattnet används i kan kräva en högre renlighet och till exempel att vattnet är gasfritt, vilket inte krävs av dricksvatten.

3.2 Dricksvatten

Den finska flottan består i dagsläget inte av oceangående fartyg men som exempel på fartyg där det iland bunkrade färskvatten reserverna kan ta slut är forskningsfartyg, fartyg involverade i offshore aktivitet etc.

Kapten Kelly Sweeney berättar i en artikel i Professional Mariner januari 2010 om ett oceanografiskt forskningsfartyg som opererade utanför den Kaliforniska kusten. Fartyget bunkrade färskvatten iland men efter ca tre veckor till havs med ca. 50 forskare ombord hamnade man börja använda det vatten som produceras genom omvänd osmos som dricksvatten. En natt, efter en hård regnstorm iland meddelade de Kaliforniska myndigheterna att på grund av regnvatten avrinningarna, och de miljögifter de sköljt med sig, förklarades kustvattnet olämpligt som badvatten. Ingen vet i detta läge hur mycket miljögifter som tog sig genom den omvända osmos processen och sedan hamnade i dricksvattnet, men antagligen en hel del, anmärkningsvärt är ju att man av det vatten som klassificeras som olämpligt som badvatten, efter en relativt simpel behandling använder som dricksvatten.

Som en del av Coast Guard and Maritime Transportation Act från 2004 (Public Law 2004) fastställde USA:s regering att kvaliteten på dricksvatten produceras ombord handelsfartyg måste uppfylla US Centers for Disease Control (CDC) riktlinjer. Riktlinjerna handlar huvudsakligen om filtrering och tillsats av ett desinfektionsmedel, som klor, för att förhindra magsjuka orsakade av bakterier och virus i vattnet. Dessa riktlinjer behandlar inte problematiken med mängderna av kemiska föreningar som förekommer i det vatten som används som råvatten i dessa reningsprocesser. Dessa föreningar kan bestå av petro kemikalier, industri utsläpp, jordbruks avrinning, råolja eller dispergeringsmedel som används vid oljeutsläpp.

Denna problematik var på tapeten när Deepwater Horizon Katastrofen var aktuell år 2010. Flera fartyg och plattformar arbetade dygnet runt i och i närheten av katastrofområdet. De flesta av dessa fartyg använde saltvatten som råvara för färskvattenproduktionen, detta havsvatten som naturligtvis hade stora mängder råolja i sig var också kontaminerat av dispergeringsmedlet Corexit. Råolja innehåller flera farliga och karcinogena komponenter, såsom bensen och toluen, medan Corexit har en stor andel av petroleumdestillat, propylen glykol och sulfonsyra. Enligt säkerhetsdatabladet (SDB) för både råolja och Corexit är dessa så klart inte lämpliga för förtäring. Senare rapporter har ändå påpekat att komponenter av dessa aldrig testats i dricksvattnen ombord på fartygen som opererade i området. Ryktet bland sjömän i området var att när det fanns risk för kontroller hämtades snabbt färskvatten från hamnar längs den mexikanska gulfen ut till fartygen.

När man bunkrar vatten i en hamn, t.ex. finsk hamn kan man i regel vara säker på att vattenkvaliteten uppfyller de normer som är satta för t.ex. kemiska föreningar som bensen. Detta gäller inte vid användning av vatten från fartygets egen vattenproduktionsanläggning. Normerna är inte de samma och helt tekniskt sett är vattnet inte heller på långt när det samma. Testerna är inte de samma och därmed är kvaliteten inte heller den samma.

4 Internationell lagstiftning angående sanitet ombord

Det första landet att införa karantäns lagar var den Venetianska Republiken år 1377, detta var en reaktion mot utbrytandet av en pestepidemi under medeltiden. Resenärer hölls därmed i karantän i 40 dagar före de kunde fortsätta till sin slutdestination.

Fullsatta skepp och avsaknad av möjlighet att sköta sin personliga hygien orsakade ofta epidemier av tyfus. Förebyggande åtgärder som karantän, avlusning, hälsoundersökningar och upprätthållande av den personliga hygien genom att tvätta sig med tvål, anammades och tyfus epidemierna minskade. (WHO, 2001)

The International Sanitary Regulations framarbetades år 1951 för att förhindra spridningen av sex smittosamma sjukdomar, kolera, pest, gula febern, smittkoppor, tyfus och återfallsfebern. Dessa regler och föreskrifter omarbetades och bytte namn till International Health Regulations (IHR) år 1969.

Iden med IHR är att minimera risken för spridning av sjukdomar med minsta möjliga effekt på världstrafiken. Föreskrifterna har så klart blivit uppdaterade och ändrade genom åren i och med utvecklingen av vacciner och utrotningen av vissa sjukdomar.

4.1 WHO guide to ship sanitation

År 1969 publicerade World Health Organization (WHO) Guide to ship sanitation vissa förändringar har gjort genom åren. Denna guide är direkt refererad i IHR och har som mål att standardisera sanitets åtgärder ombord fartyg, minimera smittorisken för sjöfarare och resenärer och förebygga spridning av sjukdomar från ett land till ett annat. Guiden behandlar bunkrat vatten ombord fartyg, dricksvatten tillverkat ombord, simbassänger, avfallshantering, livsmedels hantering och ohyra. Guiden är än idag internationellt den officiella referensen för hälsokrav ombord fartyg. (WHO, 2001)

Ett flertal förgiftningar relaterat till mat och framför allt dricksvatten har förekommit ombord fartyg.

Kända epidemier orsakade av vatten och livsmedel spridda sjukdomar ombord på fartyg

I ett kompendium som utkom 2001 av WHO Sanitation on Ships Compendium of outbreaks of foodborne and waterborne disease and Legionnaires disease associated with ships 1970-2000 beskrivs olika utbrott av epidemier runtom i världen dess effekter på passagerarna och besättningen mm.

I en rapport som denna måste tilläggas att det tydligt finns ett mycket stort mörkertal, mindre epidemier ombord på mindre fartyg som egentligen aldrig återfinns i någon som helst statistik. Rapporten baserar sig på en datasökning av registrerade fall och handlar därför i regel om kända fall på mestadels passagerarfartyg. Oberoende av detta kan den mycket väl tas som en fingervisning om vilka riskfaktorerna är och vilka bakterier/virus som effektivast orsakar förgiftningar och katastrofer ombord. I kompendiet beskrivs och listas också ett stort antal fall av förgiftningssymptom och sjukdomar av okänt slag och ursprung. I dessa fall har ingen provtagning gjord eller så har den gjorts för sent, många fall av förgiftningar sker till havs och rids ut utan hjälp från land och bara rapporteras som magsjuka av okänt slag.

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

Source: Rooney et al. (2004).

Figur 2 Sammanställning av vattenburna epidemier ombord på fartyg och den patogen som funnits som orsak

I kompendiet har man sammanställt en tabell över bidragande orsaker till att dessa livsmedelsburna sjukdomar har haft möjlighet att bryta ut och smitta i så stor utsträckning.

Pathogen/toxin	Number of outbreaks	Number of passengers and crew members affected
Enterotoxigenic <i>Escherichia coli</i>	8	2670
Invasive <i>Escherichia coli</i>	1	153
Norovirus	4	866
<i>Vibrio</i> spp.	6	1259
<i>Salmonella</i> spp. (non-typhi)	15	1849
<i>Shigella</i> spp.	8	2076
<i>Staphylococcus aureus</i>	2	380
<i>Clostridium perfringens</i>	1	18
<i>Cyclospora</i> spp.	1	220
<i>Trichinella spiralis</i>	1	13
Unknown agent	3	360

Source: Rooney et al. (2004).

Figur 3 Antalet insjuknade i livsmedelsburna smittofall i WHO:s rapport

Från början av året 1970 till slutet av år 2000 finns över 100 utbrott av vatten och livsmedels relaterade sjukdomar rapporterade och dokumenterade. Dessa beskrivs i tabellerna ovan. Lista nummer 1 beskriver antalet utbrott av enskilda patogener och huvudorsaken till spridningen. Här kan man se att över en tredjedel är av livsmedelsrelaterade orsaker och en femtedel är dricksvattenrelaterat. Märkbart är att 36 % är av okänd orsak eller så är orsaken inte rapporterad

5 Sjukdomar och förgiftningar relaterade till Mat och vattenhantering ombord

Som tidigare konstaterat är färskvattnet, dess bunkring, förvaring och produktion av de viktigaste funktionerna ombord. Alla fartyg har dedikerade tankar för förvaring av färskvattnet, men det finns alltid ändå en viss risk för kontamination av färskvattnet.

Utbrott av mat och vattenburna sjukdomar har inträffat på fartyg. Utbrott av Legionärssjuka har också satts i samband med fartyg. Dessa sjukdomar är av särskilt betydelse ombord i och med att som fartyg typiskt är som något sånär slutna system, i vissa fall med trångt boende, delade sanitära anläggningar och gemensam mat och vatten. Dessa förhållanden skulle kunna underlätta spridningen av infektionssjukdomar. Då majoriteten av de allmänna lastfartygen även saknar sjukvårdspersonal ombord kan passagerare och besättning löpa större risker än folk iland.

5.1 Definition

Mat och vattenburna sjukdomar är infektionssjukdomar eller sjukdomar av toxisk natur som orsakas av eller tros ha orsakats av konsumtion av livsmedel eller vatten. (Anon, 1994).

Dessa sjukdomar inkluderar alla livsmedels och vattenburna sjukdomar oavsett symtom: de omfattar alltså inte bara akuta sjukdomar som kännetecknas av diarré och/eller kräkningar, men också sjukdomar som inte direkt är relaterade till det gastrointestinala området, såsom Scombroid fisk förgiftning, alltså icke typiska matförgiftningssymptom, kan t.ex. mera likna allergiska reaktioner etc. De omfattar även sjukdomar som orsakas av giftiga kemikalier.

Inverkan på den personliga hälsan, välmående, kan så klart vara drastisk men även de ekonomiska konsekvenserna av vissa av dessa sjukdomar kan vara allvarliga. Kolera kan leda till snabb dehydrering och njursvikt, vid utebliven behandling till fall döden. Allvarliga former av tyfoidfieber har beskrivits med

cerebral dysfunktion (Benenson, 1995). Vissa stammar av salmonella är särskilt oro på grund av multipel läkemedelsresistens (Threlfall, 1997). Infektion med *Escherichia coli* O157: H7 kan resultera i hemolytiskt uremiskt syndrom (HUS). Denna sjukdom är den vanligaste orsaken till akut njursvikt hos barn (Bunning, 1997).

Parasiter som *Cryptosporidium parvum* är ett allvarligt hot mot hälsan för personer nedsatt immunförsvar, särskilt AIDS-patienter. Människor med immunbrist, kan ha mycket svårt att bryta ner och bli av med dessa parasiter.

Det finns växande bevis för att livsmedelsburna eller vattenburna infektioner kan leda till kronisk följsjukdomar såsom reumatoida sjukdomar. Man har t.ex. konstaterat att vissa *Salmonella* stammar har orsakat ett s.k. reaktiv artrit, en akut inflammation i lederna efter att själva salmonella utbrottet. Det uppskattas att kronisk, sekundära sjukdomar kan förekomma i 2-3% av fallen av gastrointestinala infektioner. Alltså kan de långsiktiga konsekvenserna för människors hälsa och ekonomin kan vara mer skadligt än den akuta sjukdomen. (Bunning, 1997).

Utbrott av dessa sjukdomar, särskilt Norwalk -liknande virus (NLV), kan resultera i betydande ekonomiska kostnader för rese- och turistnäringen. Om utbrott sker på ett passagerarfartyg är skadeståndskostnaderna vanligtvis höga. Turistnäringen investerar stort i paketresor. Sådana investeringar skulle lätt kunna äventyras om passagerare återvänder hem med magsjuka symptom och än värre följsjukdomar.

5.1.1 Legionella

1977 insjuknade 182 krigsveteraner i en okänd sjukdom som senare benämndes som legionärssjukan, en sorts lunginflammation med en dödlighet på ca. 6 – 21 %. Sjukdomen visade sig senare bero på en fäskvattenbakterie som numera kallas legionellabakterien. Legionellabakterien finns naturligt i våra sjöar och vattendrag. Efter rening och annan behandlingen i vattenverk är legionella nivåerna minimala dock inte totalt ofarliga.

Bakterien har under senare år uppmärksammats en hel del i diskussioner angående vattendistribution och vattensystem. I Sverige gav Smittskyddsinstitutet i samarbete med några andra aktörer ut en publikation Legionella i Vatteninstallationer. Arbetet behandlar möjliga problem med legionellabakterien med fokus på själva vattensystemet, och legionellabakteriens förmåga att föröka sig i där. Den viktigaste faktorn som möjliggör legionellabakteriens möjlighet att överleva, förökas eller vara latent är vattentemperaturen.

Bakteriens gynnsammaste temperaturområde är 20-42 Celsius grader med en optimal tillväxt vid 35 grader. 50 grader är kritisk för bakterien och den börjar då sakta förgöras och vid temperaturer över 70 grader efter bara några sekunder. Varmvattensystemen är det där legionella oftast påträffas. Kallvattensystemet håller vanligtvis en så låg temperatur att det faller under det gynnsamma området för tillväxt, bakterien kan dock vara latent ända ner till 0 grader. (Johansson och Hansson, 2012)

Legionella är kanske inte så uppmärksammas ombord på fartyg men riskerna för potentiell legionella bakterie tillväxt i vattensystemet är teoretiskt påtagliga.

Risikfaktorer:

- Varmvattenberedningen håller för låg temperatur
- Kallvattenrör utsätts för värme i och med att de ofta är dragna genom maskinrummet
- Fartyget opererar i olika temperaturzoner, vilket möjligen ger gynnsamma temperaturer för legionella bakterien.
- Långa komplicerade rörsystem ger ofta stillastående vatten, som till exempel rörledningar till oanvända hytter, ger potentiell tillväxtpotential för legionella bakterien.

5.2 Saneringsmetoder

Om man av någon orsak påträffar legionella bakterie i färskvattensystemet är det av ytterst vikt att hela systemet saneras. Man bör så klart också utreda orsaken av bakterieförekomsten och möjliga orsaker till bakterietillväxt.

Hetvattenspolning anses enligt berörda myndigheter vara det effektivaste sättet i och med att bakterien dör inom några sekunder i temperatur över 70 grader. Alla tappställen bör öppnas, flödet hållas konstant för att undvika aerosoler och spolningen bör fortgå under minst 10 minuter.

Behandling med UV-ljus anses också effektivt mot legionellabakterien men denna metod är inte effektiv i en totalsanering i och med att ljuset inte kan tränga in i förssystem och komma åt bakteriehårdar som har lagt sig på t.ex. innerväggen av ett rör.

Även andra metoder förekommer som t.ex. Ozonering eller klordioxinering av hela vattensystemet men dessa förespråkas främst av de företag som säljer och tillhandahåller och utför systemsanering.

6 **Shit in Shit out, En översikt över färskvatten produktionen på Åbo vattenverk**

6.1 **Bismaker i vatten**

6.1.1 **Förekomsten och betydelsen av bismaker i naturliga vatten**

Det finns ett flertal olika artiklar som diskuterar bismaker i naturliga vattendrag (Persson, 1983). Dessa artiklar innehåller information om bekämpningsprocesser av lukt och smak. En rapport av Nichols och medhjälpare 1876 (Persson, 1996) var den första som hade en referens i den tekniska litteraturen till cyanobakteria som en orsak till odörer i vattendrag.

Offensiva lukter och smaker kan dyka upp i dricksvattnet pga. råvattnets kvalitet, under reningsprocessen (ex. klorering), eller från mikrobiell växtlighet i distributionssystemet. Bismaker i fisk härstammar ofta från samma orsaker och ämnen som de som ger smak och lukt åt vatten.

Bismaker i vatten och fisk kan ha sitt ursprung från utsläpp från olika industrier, så som cellulosa-, pappers-, petroleum- och petrokemindustrin, oljespill och motorutsläpp. Nämnvärt är att en stor naturgasfyndighet hittades i Sibirien för att fiskar långt från all industri var behäftade med en bismak av petroleum (Anonymous 1974). Industriella orsaker till bismakerna har minskat avsevärt på senare år tack vare pappersindustrins effektiverade av reningen av avfallsvatten och återvinning av kemikalier samt industriernas större miljömedvetenhet i allmänhet. Bismaker är ofta också orsakade av mikrober, som alger och bakterier, belägna i ekosystem, i vattendrag eller i dess närhet. Dessa biogena bismaker är mycket vanliga runtom i världen.

Konsumentstudier från olika länder visar att på 1970 och -80 talen var upp till 20 % av dricksvattenkonsumenterna i både Amerika och Europa missnöjda med kvaliteten på dricksvattnet Persson, 1983). De kanske mest kända fallen av dricksvattenkontamination med bismaker och lukter i norra Europa är i sjön Mjösa i slutet av -70 talet. Sjön blev angripen av en stor blomning av *Oscillatoria bornetii*

som orsakade en stark lukt av gyttja. Detta påverkade vattendistributionen till ca 200 000 människor (Holtan, 1979).

Här i Finland kontaminerade en stor blomning av *Anabaena circinalis* i slutet av sommaren 1959 Tusbysjö och störde därmed vattendistributionen i Helsingfors (Persson, 1983).

6.1.2 Bismaker i dricksvatten

Bismak i dricksvatten har studerats vetenskapligt sedan 1850-talet. Redan i de tidiga studierna riktades uppmärksamhet mot cyanobakteria som källa till flera smaker och lukter. Kemisk identifiering av dessa ämnen har varit möjligt sedan 1960-talet. Cirka 50 olika sorters bakterier, värda att nämna *Oscillatoria* spp, *Lyngbya* spp, och några *Anabaena* spp, har visats producera de jordlukande ämnena geosmin och/eller MIB (Persson, 1983). Dessa har identifierats i vatten överallt i världen. I senare studier har man koncentrerat sig på geosmin och metylisoborneols miljöaspekter, luktproblemen de medför och den biologiska bildningskedjan av dessa två metaboliter.

För att bestämma om en viss lukt i vatten är orsakad av en specifikt förekommande mikroorganism måste vissa regler följas för ett hållbart bevis. Proceduren som bör användas är en applikation av Kochs postulat för att bestämma den mikrobiologiska härkomsten av en sjukdom.

Det måste finnas konkurrens för organismen och lukten i omgivningen, ekologiskt bevis.

Organismen, isolerad i en ren kultur, måste kunna inducera lukt till vatten, som bestäms i en luktanalys, luktbevis.

Det luktgivande ämnet måste isoleras från organismen och identifieras med kemiska metoder, kemiskt bevis. (Persson, 1996)

Många studier av alger vilka producerar illaluktande metaboliter inklusive cyanobakteria, i litteraturen och speciellt i äldre artiklar, baserar sig enbart på det ekologiska beviset och kan därmed inte anses vetenskapligt trovärdigt.

6.1.3 Jordluft

Komplex av jordluftande materia innehåller många olika ämnen varav bara vissa har hittats i naturliga vattendrag. De viktigaste är geosmin och 2-metylisoborneol (MIB), den förra har en jord, mull liknande medan den senare har en mera "mustig" lukt. (Persson, 1992).

Geosmin och 2-metylisoborneol är starkt luktande föreningar vilka kan förnimmas i koncentrationer över 15 ng/l (geosmin) respektive 42 ng/l (MIB) (Persson, 1980).

Sedan Safferman som identifierade geosmin i en kultur av *Symploca muskorum* (Gomond, 1967), har det visat sig att geosmin och MIB produceras av många cyanobakterier. Produktionen är mycket beroende av omgivande förhållanden.

Exempel på cyanobakterier som producerar dessa ämnen är sammanställda i tabellen nedan.

Namn	Geosmin	MIB
Anabaena spp.	6	-
Aphanizomenon spp.	2	-
Fischerella sp.	1	-
Hyella sp.	1	1
Lyngbya spp.	2	1
Oscillatoria spp	15	10
Phormidium spp.	2	3
Schizothrix sp.	1	-
Symploca sp.	1	-
Synechococcus sp.	-	1

Figur 4 Arter av cyanobakterier som producerar geosmin och/eller MIB. Nr. indikerar antalet arter.

6.1.4 Andra lukter i vattnet

Det finns otaliga studier av de gyttjeluktande komponenter i vatten som produceras av blågröna alger, men dessa är inte de enda lukt- och smakproblemen i vattendrag och dricksvatten. Många andra biogeniska föreningar bidrar också till luktproblemen. Även om de inte orsakar problem i lika låga koncentrationer som geosmin och MIB, kan en kombination av dessa tillsammans skapa mycket starkt luktande blandningar. Några exempel presenterade Per-Edvin Persson och Fredrich Jüttner (Persson, 1983) i en rapport 1983. I denna studie undersökte man ett antal föreningar med biogent ursprung ex. β -cyklisitraal, trimetylcyklohexenon, trimetylcyklohexanon, m.fl.

Dessa föreningar hade lukttröskelvärden från 19.3 $\mu\text{g/l}$ till 7100 $\mu\text{g/l}$. β -cyklisitraal som hade det lägsta lukttröskelvärdet påträffades i koncentrationer kring 15 $\mu\text{g/l}$ i naturliga vattendrag och ansågs redan då av en betydande del av vattenkonsumenterna vara märkbar. Föreningen har en lukt av tobak eller svartvinbärsblad. De andra föreningarna ansågs tillsammans med *okta-1,3-dien* ha

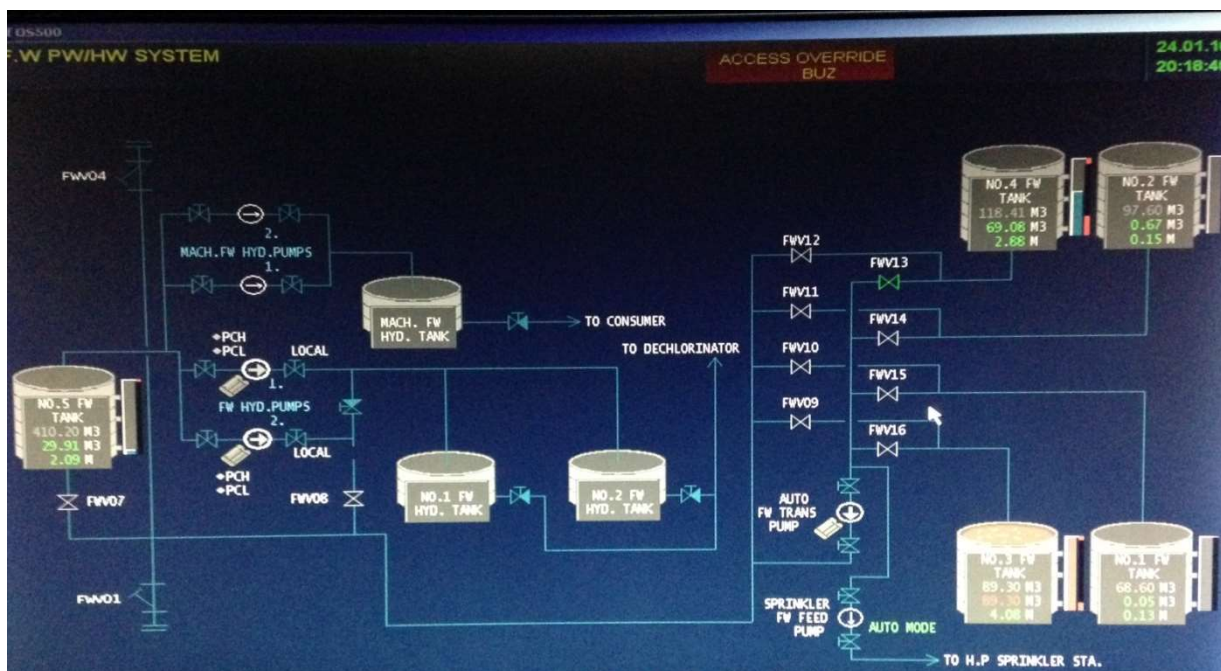
en pelargonlik lukt. En mycket vanlig lukt i vatten är gräslukten som vanligtvis antas komma från många olika slag av blågröna alger (Persson, 1988).

7 Praktiskt Exempel

7.1 Färskvattensystemet

Färskvatten systemet ombord på M/S Finlandia är ett mycket typiskt sådant och kan anses representera merparten av passagerarfartyg som trafikerar på Östersjön och varför inte även globalt.

Allt vatten som används av passagerare och besättning, kranvatten, toaletter och duschar etc. är bunkrat vatten, och kommer direkt från Helsingfors stads vattensystem. Det tekniskt vatten produceras ombord enligt tidigare beskrivna metoder.



Figur 5 Skärmkopia av M/S Finlandias vattensystem

Finlandia har 5 st. färskvattentankar varav 4 är i användning, bunkringen sker varje natt och det görs så att det vatten man bunkrar används inte följande dag utan först dagen därpå, alltså man fyller turvist och använder turvist.

Tankarna är normal bottentankar, målade med godkänd färg på insidan, (Hempels Hempadur). Vissa fartyg har slammade tankar men detta är inte fallet på Finlandia.

Tankarna är delade i två par och rymmer ca 200 m³ var. Dagsförbrukningen rör sig i storleksordningen 40 – 100 m³ i dygnet beroende på passagerarantal och säsong.

7.2 Färskvatten bunkring

På M/S Finlandia har man gjort en kort och enkel färskvatten tagnings instruktion, tyvärr finns instruktionen endast på finska, se bild.

Makeanveden bunkrausohjeet, Bb. bunkeriasema:

- PUE PAUKKULIIVI
- VARMISTA, että SB. puolen bunkeriaseman makeavesiventtiili on kiinni.
- VARMISTA, brygän/perämiehen kautta että makeavesitankin venttiili on auki.
- VARMISTA, että letku on kunnolla kytketty laivan makeavesiputkeen.
- Kirjaa laiturin vesipostin mittarin alkulukemaa.
- Huuhtelee laiturin vesipostia ennen kuin kytket. ODOTA ETTÄ LETKUSTA TULEE KYLMÄÄ VETTÄ!
- Kytke letku vesipostiin ja avaa varovaisesti venttiiliä, tarkkaile letkun kuntoa ja liittimien tiiveys ennen kuin paineistat täysillä.
- Vedenoton lopetettua, kirjaa loppulukema ja merkkää lukemat sataman vedenotto vihkoon.
- Ilmoita totaalimäärä Yliperämiehelle/perämiehelle.
- Sulje kaikki avaamasi venttiilit ja kerää letku takaisin paikalleen.

PIDÄ MAKEAVESI LETKU SIISTINÄ, ÄLÄ TURHAAN RAAHAA SITÄ BUNKERIASEMAN TURKILLA!

Figur 6. Vattentagnings instruktion (M/S Finlandia 2015)

I praktiken tas vatten på följande sätt.

Bunkerstationen, alltså där fartygets bränsle bunkras sammanfaller med vattenbunkringsposten, detta kan kanske anses aningen konstigt med tanke på att HFO olja som fartyg i allmänhet drivs med inte är den mest rena oljan och stationerna normalt har en tendens att vara aningen svarta av olika oljespill från t.ex. slangar. Det

som egentligen är mera iögonfallande är att även sanitetsavfallet pumpas ut från samma station. Alltså ligger kopplingarna till färskvatten, bränsle och sanitetsavfall inom en radie av ca. en meter från varandra.

Nattvakten utför varje natt färskvattenbunkringen. Lotsporten öppnas och en slang, som är speciellt avsedd för färskvatten, kopplas till färskvatten röret som i normaltillståndet är skyddat med ett skyddslock för att inget smuts skall söka sig in i rörmynningen. Färskvattenslangen förvaras i samma utrymme, alltså bunkerstationen, i en låda täckt med en skydds huva, gjord av pressenning. Den andra ändan av slangen kastas iland och kopplas till Helsingfors stads vattenpost vid kajen. Enligt beskrivningen skall man låta vattnet flöda någon minut fritt ut på kajen för att skölja ur det vatten som har blivit stående i röret före man kopplar vattenslangen.

Före man öppnar ventilen iland skall en automatventil öppnas endera från maskinrummets kontrollpanel eller från kommandobryggan. Denna ventil både öppnar upp linjen och styr till vilken färskvattentank vattenflödet styrs. Efter att man försäkrat sig om att automatventilen är öppen öppnar man upp en handventil i bunkerstationen varefter "kranen" ventilen iland öppnas upp och färskvattnet strömmar från stadens vattenlinje ombord till fartygets färskvatten tankar.

7.3 Provtagning

För att säkerställa att vattnet är av prima kvalitet görs egenkontroll av tappvattnet var tredje månad. Detta är inget som krävs av myndigheterna eller klassningsförbunden men företagspolicyn kräver det.

Proverna tas och analyseras på ett ackrediterat labb. Prover tas från olika kranar i fartyget typiskt från 3 olika ställen men också direkt från någon av vattentankarnas provtagnings ställen. Denna metod används för att ifall något tappställe skulle ha avvikande resultat kan man möjligen lokalisera orsaken till kontamineringen.

Finlandias provtagning har vanligen skötts av Metropoli Lab som är FINAS ackrediterat. Även provtagningen sköts av professionella i och med att provtagning är en viktig del i strävan att få representativa provresultat.

Proverna har till dags dato inte visat på några föroreningar förutom en liten luktstörning som anmärks nästan varje gång.

Tankarna inspekteras också regelbundet, vilket är fallet med alla tankar ombord. Inspektionerna görs egentligen inte endast av den orsaken att det är färskvattentankar. Övriga tankar inspekteras också regelbundet och då så klart för att kolla dess mekaniska skick, alltså korrosion sprickor i materialen osv.

Färskvatten tankarna rengörs med jämna mellanrum, till det beställs ett företag specialiserat på tankrengöring. Dessa tvättar i normal ordning med trycktvätt tvättmedel etc. tankarna, målar där det behövs och spolar av tankarna så att de är i bruksskick efter utfört arbete. Efter dessa rengörings tillfällen fylls tankarna med färskvatten. Vattnet låts stå i två dygn varefter man tar vattenprover enligt senare beskriven metod. Om provsvaren är normala tas då tanken i bruk.

Provtagningspunkterna är typiskt följande:

1. Kalla, alltså en av kranarna i kallskänken i köksavdelningen, i mitten av fartyget.
2. Cafeteria Satama, en tappkran i caféet i aktere delen av fartyget.

3. Bar Nosturi, en kran i den förliga baren.
4. FW4 (fresh water tank 4) prov taget direkt från tankens provtagningsställe.

Genom att ta prover från punkter utspritt på hela fartyget har man åtminstone försökt få proverna att representera den totala vatten kvaliteten ombord och försäkra sig om att motsvarande vatten kommer från alla fartygets kranar.

7.4 Analys

Vattenanalyserna görs så klart enligt standardiserade metoder och följande substanser analyseras.

1. Heterotrofa bakterier, alltså bakterier som behöver konsumera organiskt material för att få energi och överleva. Dessa fungerar normalt som nedbrytare, alltså bryter ner dött organiskt material.
2. Koliforma bakterier, är bakterier som inte egentligen alltid är farliga i sig men dessa är lätta att analysera och indikerar om vissa farliga organismer finns i vattnet. Dessa är så kallade indikatororganismer. Eftersom det finns en mängd olika mikroorganismer i vatten är av praktiska och ekonomiska skäl inte är möjligt att analysera samtliga. Därför har man i de internationella standardiseringarna valt att analysera ett antal indikatororganismer. Dessa är vanligen inte orsaken till en eventuell sjukdom, utan de används för att de bland annat är relativt enkla att analysera och för att de kan påvisa någon mer farlig mikroorganism i dricksvattnet.
3. Fritt Klor, har en stark bakteriedödande effekt och används därför i vatten för att förebygga och hämma bakterietillväxt. Klor är dock som allmänt känt ohälsosamt, rentav giftigt, för människan, men används ändå som renande ämne i dricksvatten både iland och som sanerande ämne vid systemsanering.

4. Totalt Klor, Kloret kan vara bundet till olika andra grundämnen och då ingå i föreningar vilket gör att den totala mängden klor kan vara högre än den fria mängden klor i vattnet.
5. Grumlighet, berättar egentligen inte om vattnet är drickbart eller inte, men visar hur mycket främmande ämnen som flyter omkring, vilka i sin tur kan ge upphov till tillväxt av bakterier, om bakterien kan utnyttja dessa ämnen som energikälla. Förhöjd grumlighet kan även ge upphov till avlagringar i tankar och rörledningar.
6. Konduktivitet, eller ledningsförmåga är en indikation på salthalt i vattnet.
7. pH, anger surheten i vattnet
8. Lukt, Dålig lukt i vattnet orsakas ofta av gaser, till exempel svavelväte (H_2S), även kallad berggas. Svavelväte är en mycket lättflyktig och illaluktande gas som påminner om ruttna ägg. Det behövs väldigt små mängder av svavelväte för att vattnet ska lukta. Vattnet bedöms som tjänligt med estetisk anmärkning. Bedömningen av stark lukt görs när lukten gör vattnet uppenbart motbjudande. Vattnet bedöms då som otjänligt av estetiska skäl.

Beställare
 0967682-4
 Eckerö Line Oy Ab

 PL 158
 22101 MAARIHAMINA

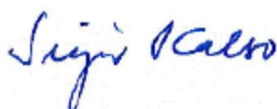
Uppgifter om provet	Prov	Vattenprov		
	Provtagning	24.09.2015	Klockslag	07.20
	Ankomstdag	24.09.2015	Klockslag	08.50
	Undersökningen inletts	24.09.2015	Orsak till undersökningen	Egen kontroll
	Provtagare	näytteenottaja Mari Haikarainen		

Analys	Metod	20825-1 Vattenprov M/S Finlandia, Kalla	20825-2 Vattenprov M/S Finlandia, Cafeteria	20825-3 Vattenprov M/S Finlandia, Bar Nosturi	Enhet	Osäkerhet-%
Heterotrofa bakterier 22 C	* SFS-EN ISO 6222:1999	80	100	66	kbe/ml	
Koliforma bakterier	* ISO 9308-2:2012	0	0	0	mpn/ 100 ml	
Fritt klor	* SFS-EN ISO 739	< 0,03	< 0,03	< 0,03	Cl ₂ mg/l	10
Totalt klor	* SFS-EN ISO 739	< 0,03	< 0,03	< 0,03	Cl ₂ mg/l	10
Grumlighet	* SFS-EN ISO 702	0,60	0,61	0,46	FTU	15
pH	* SFS 3021 1979	8,0	8,1	8,0		3
Konduktivitet	* SFS-EN 27888	149	148	149	µS/cm	5
Lukt	JTTM-1969	unken	lite unken	unken		
Temperatur		21,2	21,0	20,0	°C	

*=Ackrediterad analysmetod

Utlåtande Enligt vattenprovets undersökningsresultat uppfyller motsvarande vatten de kvalitetsfordringar för hushållsvatten på ett fartyg, som förutsätts i SHM:s förordning nr 601/85.

Kontaktperson Nikkola Kirsti, 010 3913 421, kemisti



Kalso Seija

Figur 7 En typisk analysrapport av färskvattenprov tagna på M/S Finlandia. (M/S Finlandia 2015)

8 Diskussion

Som många gånger konstaterats, både i detta arbete och egentligen genom hela mänsklighetens historia är vatten livsviktigt. Att ha tillgång till drickbart vatten ombord på ett fartyg är förutsättningen för att sjöfart överhuvudtaget skall kunna utövas. Vattenförsörjningen är en av de funktioner ombord man skulle kunna tänka sig lägga stor vikt vid. Så är dock inte fallet.

På våra breddgrader är vatten försörjningen mycket välorganiserad och välfungerande i och med att vi naturligt har tillgång till vatten av hög kvalitet. Detta avspeglar sig då så klart i att vattenkvaliteten ombord på de finska fartygen, eftersom man här bunkrar vatten direkt från hamnarna vilket kommer färskt direkt från hamnstädernas kommunala vatten nät.

Fartyg som trafikerar globalt eller de fartyg som rör sig i farvatten där tillgången på färskvatten inte är lika bra, producerar, till viss del, dricksvattnet ombord. I dessa fall är den höga kvaliteten på dricksvattnet inte lika självklar.

All vattenrening är i mycket hög grad beroende av den råvara man har att tillgå. Detta gäller, som beskrivs i kapitlet 6 "Shit in Shit out", iland producerat vatten men också ombord producerat.

Vattenverken i Finland, som egentligen bara renar, endera grundvatten eller ytvatten, från sjöar eller åar har inga direkta problem att få vattnet renat från bakterier eller akut giftiga ämnen. Utmaningarna man utsätts för är mera relaterade till olika, i sig ofarliga, ämnen som skapar oönskade lukter och smaker i vattnet. Exemplet från Åbo vattenverk beskrivet en typ av luktstörning, jordluk. Jordlukten är inget problem specifikt för vattenverket i Åbo, utan finns dokumenterat även annorstädes. Fartygen upplever, som beskrivs i kapittlet om M/S Finlandia, så klart precis samma lukt störningar som man upplever iland dock kan de möjligen förstärkas i och men att vattnet förvaras i tankar i vissa fall flera veckor i sträck.

De "riktiga" problemen som till exempel bakterier eller ämnen som orsakar akut förgiftning är inte direkt vanligt förekommande speciellt inte i vattnet ombord på fartyg. De är, som tydligt utgår från WHO's rapporter, mycket vanligare förekommande i födoämnen. De stora epidemierna orsakade av t.ex. norovirus eller salmonella är liksom iland följer av dålig hygien eller skämda råvaror.

Som beskrivet är det inga större problem att producera saltfritt vatten ombord det kräver så klart en hel del energi men det är marginellt i jämförelse med framdriften av fartyget. Utmaningen ligger i att man inte känner till vilka främmande ämnen råvaran innehåller och inte har några tillförlitliga metoder att rena vattnet från dessa ämnen, tyvärr har man inte ens den utrustning ombord som krävs för att göra analyser av vattnet för att konstatera förekomsten av dessa ämnen.

Dock måste konstateras att orent dricksvatten ombord på fartyg inte är något stort problem. Sjukdomsfall har förekommit och kommer säkert att göra det i fortsättningen också. Man skulle också kunna tänka sig att vissa ämnen som t.ex. förekommer i ombord producerat vatten möjligen kan ackumuleras i vävnader i människokroppen vilket i senare skeden kan leda till komplikationer.

Legionella bakterien kan i sig vara en riskfaktor om vattensystemet ombord är dåligt planerat eller nånting falerar men risken är mycket liten och inga direkta fall har egentligen rapporterats där folk har insjuknat.

9 Källföreckning

1. Kelly Sweeney 2010, Professional Mariner, Onboard Systems Don't Always Provide Clean and Safe Water, December/January
2. Ministry of Defence, 1971 Great Britain Naval Marine Engineering Practice, 225-226)
3. Crossar JH 1989, Health Hazards of International travel, World Healt Stat.
4. WHO, Sanitation on Ships 2001
5. Anon. 1994. Submission to JMPR on the proposed changes to the ERL for DDT. Information on monitoring DDT residue data for meat by the Ministry of Agriculture, New Zealand, Unpublished.
6. H. Holtan 1979, The lake Mjösa story Arch. Hydrobiol. Beith. Ergebn. Limnol. 13, 242 – 258
7. Anonymous 1974, Spoiled fish indicated gas deposit A.P.N. Press Bureau, press release 25.09.
8. P-E. Persson 1996, Cyanobacteria and off-flavours Phycologia Vol. 35 (6 supplement), 168-170
9. Abram S. Benenson 1995 Control of Communicable Diseases in Man (Control of Communicable Diseases Manual) American Public Health Association
10. Johansson och Hansson 2012 Legionella: En risk som bör beaktas ombord? Independent thesis Linnaeus University, Faculty of Science and Engineering, Kalmar Maritime Academy
- 11 Public Law USA 2004
12. Wikipedia 2016 www.wikipedia.com

10 **Figurförteckning**

- 1 Schematisk figur som visar omvänd osmos med tryckväxlare. Wikipedia 2016
www.wikipedia.com
- 2 Sammanställning av vattenburna epidemier ombord på fartyg och den patogen som funnits som orsak WHO, Sanitation on Ships 2001
- 3 Antalet insjuknade i livsmedelsburna smittofall i WHO:s rapport WHO, Sanitation on Ships 2001
- 4 Arter av cyanobakterier som producerar geosmin och/eller MIB. Nr. indikerar antalet arter A. Svensson 2001
- 5 Skärmkopia av M/S Finlandias vattensystem M/S Finlandia
- 6 Vattentagnings instruktion M/S Finlandia
- 7 En typisk analysrapport av färskvattenprov tagna på M/S Finlandia