

Miljöeffekt	Resultat av viss (påtaglig) miljöpåverkan.
Miljökonsekvens	Resultat av en viss miljöeffekt.
Miljöledningssystem	Del av en organisations ledningssystem som används för att utveckla och införa organisationens miljöpolicy och för att hantera dess miljöaspekter.
Miljöpolicy	Övergripande intentioner och riktlinjer relaterade till en organisations miljöprestanda, formellt uttalade av högsta ledningen.
Miljöprestanda	Mätbara resultat av en organisations hantering av sina miljöaspekter.
Miljöpåverkan	Varje gynnsam eller ogynnsam förändring i miljön som helt eller delvis orsakas av organisations miljöaspekter.
Miljöutredning	Nulägesanalys av en organisations miljöstatus.
Resultatenhet	En organisatorisk del inom ett företag, t.ex. division eller serviceenhet, med resultatansvar.
Suspendera	Uppslamning av fasta partiklar i en vätska.
Toxicitet	Giftighet

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	SYFTE	2
1.2	AVGRÄNSNING	2
2	BAKGRUND	3
2.1	MILJÖLEDNINGSSYSTEM	3
2.2	MILJÖUTREDNING	5
2.3	MILJÖHOT	5
2.3.1	Global uppvärmning	5
2.3.2	Övergödning	6
2.3.3	Förurning	6
2.3.4	Bildning av fotokemiska oxidanter	6
2.3.5	Metallspridning	7
2.3.6	Spridning av organiska miljögifter	7
2.3.7	Spridning av oljeprodukter	7
2.3.8	Grumling	8
2.3.9	Förbrukning av ändliga naturresurser	8
2.3.10	Exploatering av naturmiljöer	8
2.3.11	Hälsoskadliga luftföroreningar	8
2.3.12	Buller	9
2.4	SVERIGES MILJÖKVALITETSMÅL	9
3	TRAFIKVERKET FÄRJEREDERIET	11
3.1	ORGANISATION	11
3.2	LOKALISERING	12
3.3	VERKSAMHETSBEKRIIVNING	12
3.4	STRATEGISK INRIKTNING	13
3.5	MILJÖARBETE	14
3.6	MILJÖROUTINER	15
3.6.1	Uppföljning	15
3.6.2	Kommunikation	16
3.6.3	Dokumentstyrning	16
3.6.4	Olyckor och tillbud	16

3.6.5	Bevakning av lagar och krav	17
3.7	OLYCKOR OCH TILLBUD.....	17
3.7.1	Inträffade olyckor och tillbud	17
3.7.2	Olycksrisker.....	17
3.8	MILJÖLAGSTIFTNING OCH KRAV	18
3.8.1	Miljöbalken.....	18
3.8.2	Föreskrifter	20
3.8.3	Andra krav	20
4	METOD.....	21
4.1	IDENTIFIERING AV MILJÖASPEKTER.....	21
4.2	VÄRDERING AV MILJÖASPEKTER	23
4.3	MÄTNINGAR	26
5	RESULTAT	27
5.1	MILJÖASPEKTER	27
5.1.1	Färjedriftsverksamhet	27
5.1.2	Isvägsverksamhet	36
5.1.3	Kontorsverksamhet.....	38
5.1.4	Varvsverksamhet	43
5.2	BETYDANDE MILJÖASPEKTER.....	45
5.2.1	Föreslagna målsättningar.....	45
5.3	MÄTNINGAR.....	50
6	DISKUSSION	51
7	SLUTSATSER.....	53
8	REFERENSER.....	55
APPENDIX A.....	61	
LAGAR OCH KRAV	61	
APPENDIX B.....	64	
MILJÖASPEKTSLISTA	64	
APPENDIX C.....	65	
VÄRDERINGSLISTA	65	
APPENDIX D.....	67	
MÄTRAPPORT.....	67	

1 INLEDNING

Miljökonsekvenser till följd av mänskliga aktiviteter gör sig tydligt påmind i dagens moderna samhälle. Att hantera klimatförändringen har lyfts fram som vår tids största utmaning, och i den utmaningen har transportsektorn en betydande roll. Användningen av fossila bränslen till transporter resulterar i stora utsläpp av växthusgaser. Övergödning och försurning är exempel på andra miljöhot som utsläppen från bränsleförbränningen bidrar till.

Miljöproblematiken har lett till att det blivit vanligare att kunder ställer krav på att företag ska integrera miljöhänsyn i sin verksamhet. Att kunna uppvisa ett miljömässigt engagemang har blivit ett sätt att stärka sitt varumärke och ger också företagsmässiga vinster i form av en minskad förbrukning av resurser och material.

Ett sätt för en organisation att uppvisa ett miljöengagemang är att effektivisera och systematisera sitt miljöarbete genom att införa ett miljöledningssystem. Det finns en mängd olika arbetssätt för att införa ett miljöledningssystem. För att skapa en enighet kring miljöledningssystem har ett antal standarder utarbetats, som innehåller krav på systemen. De två dominerande standarderna för miljöledningssystem är den internationella standarden ISO 14001 och EU:s förordning EMAS (Eco-Management and Audit Scheme). ISO 14001 är ofta den standard som föredras eftersom att den gäller även utanför Europa. En övervägande majoritet av de organisationer som använder sig av standardiserade miljöledningssystem är certifierade enligt ISO 14001 (Ammenberg, 2004).

Trafikverket Färjerederiet är en enhet i myndigheten Trafikverket och ansvarar för att driva Sveriges vägfärjetrafik. Färjerederiets miljöledningssystem är sedan år 2005 certifierat enligt ISO 14001. I samband med en miljöutredning som genomfördes år 2000 identifierades verksamhetens miljöaspekter. Enligt standarden ISO 14001 ska miljöaspekterna med tillhörande målsättningar revideras årligen. För att verksamheten ska vara fortsatt miljöcertifierad och för att verka i linje med sina miljömässiga ambitioner vill Färjerederiet utarbeta en ny miljöutredning med uppdaterade miljöaspekter som i sin tur ska förbättra det befintliga miljöledningssystemet.

Den tidigare miljöutredningen för Färjerederiet resulterade i 62 miljöaspekter varav fem värderats som betydande:

- Motordrift
- Skydd av botten
- Diverse aktiviteter som kräver el
- Fleet management (förvaltning av färjekapaciteten)
- Förorening av vattendrag och dricksvattentäkter

Införande av rutiner för bevakning av lagar och krav, mätningar, miljöutbildningar samt intern och extern miljökommunikation rekommenderades i miljöutredningen (Lindh, 2000).

Andra offentliga miljöutredningar med anknytning till sjöfart finns för Kustbevakningens och Sjöfartsverkets verksamhet. Gemensamt för dessa är att motordriften av fartyg värderats som betydande miljöaspekter. Sjöfartsverket har även värderat hantering av avfalls- och restprodukthantering, regelutveckling samt tillsyn och opinionsbildning som betydande miljöaspekter. Kustbevakningen har värderat upphandling och sjöfartsbevakning som ytterligare betydande miljöaspekter (Sjöfartsverket, 2000; Kustbevakningen, 2000).

1.1 SYFTE

Examensarbetets syfte var att förbättra Färjerederiets befintliga miljöledningssystem och att bidra till att verksamheten är fortsatt miljöcertifierad i enlighet med ISO 14001. Målet med examensarbetet var att utarbeta en miljöutredning för Färjerederiet där verksamhetens miljöpåverkan kartläggs och de betydande miljöaspekterna klargörs. För dessa skulle förslag på målsättningar formuleras, där verksamhetens insatser riktas mot områden där behovet är störst.

1.2 AVGRÄNSNING

Miljöutredningen för Färjerederiet omfattade färjedriftsverksamhet, kontorsverksamhet, isvägsverksamhet och varvsverksamhet. Alla varvsaktiviteter förknippade med Färjerederiets färjor betraktades i denna miljöutredning som externa tjänster, vilket innebar att även Färjerederiets två egna varv behandlades som externa aktörer (se avsnitt om varvsverksamhet, 5.1.4).

2 BAKGRUND

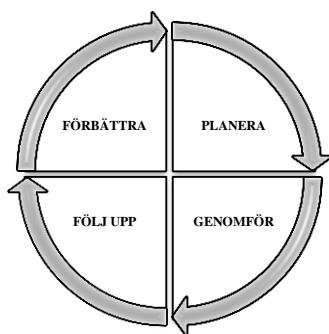
Bakgrundskapitlet förklarar begreppen miljöledningssystem och miljöutredning med fokus på hur dessa beskrivs enligt ISO 14001. I kapitlet presenteras även de miljöhot och nationella mål som bedömts beröra Färjerederiets verksamhet.

2.1 MILJÖLEDNINGSSYSTEM

Ett miljöledningssystem är en del av en organisations ledningssystem och används för att utveckla och införa en miljöpolicy samt för att hantera organisationens miljöaspekter (Swedish Standards Institute, 2004). Miljöledningssystem kan beskrivas som en arbetsmetod för att effektivisera och systematisera en organisations miljöarbete. Syftet med miljöledningssystemet är att styra miljöarbetet på ett sätt som innebär att åtgärder implementeras där de bäst behövs (Naturvårdsverket, 2008:a).

Miljöledning kan betraktas som en gemensam arbetsmetod i samhället och kan därför med fördel standardiseras. En standardiserad lösning möjliggör för organisationer att arbeta mot gemensamma mål och kommunicera sina ambitioner. Internationella Standardiseringsorganisationen (ISO) är ett standardiseringsorgan som är världsledande inom utveckling och publicering av internationella standarder. ISO 14001 är en internationellt accepterad standard för miljöledning som tillämpas av organisationer i hela världen (Almgren & Brorson, 2007).

Miljöledningssystem som utformas med ISO 14001 som mall baseras på en fyrastegsmetodik kallad *Plan – Do – Check – Act* (PDCA). De fyra stegen översatta till svenska blir *Planera – Genomför – Följ upp – Förbättra* (Fig. 1).

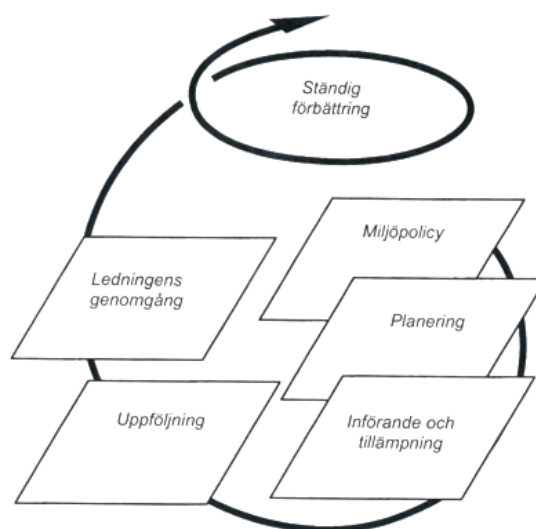


Figur 1 Illustration av metoden PDCA (Modifierad från Almgren & Brorson, 2007, s. 7).

Avsikten med PDCA är att uppnå ständig förbättring av både miljöledningssystemet och företagets miljöprestanda (Almgren & Brorson, 2007). Med den cykliska processen som utgångspunkt delar ISO 14001 in miljöledningsarbetet i en logisk ordning av olika moment. Momenten utgörs av fem grundelement som byggs upp av 17 systemelement, vilka i sin tur består av 55 skallkrav. Skallkraven måste följas för att organisationen ska leva upp till standardens krav och således ha möjlighet att införskaffa sig ett certifikat. Systemelementen beskriver planeringen och tillämpningen av miljöledningssystemet

(Henricson & Piper, 2004). De fem grundelementen (Fig. 2) är stegvis återkommande och beskrivs enligt Swedish Standard Institute (2004) som följer:

Upprätta en miljöpolicy	Miljöpolicy fastställer övergripande intentioner och riktlinjer relaterade till en organisations miljöprestanda och är ett formellt uttalande av högsta ledningen.
Planera	Planeringselementet innebär att organisationen ska fastställa vilka mål och processer som krävs för att prestera resultat som harmoniserar med organisationens miljöpolicy.
Införa och tillämpa	Organisationen inför de processer som fastställts i planeringsmomentet.
Följa upp	Organisationen övervakar och mäter processerna med utgångsläge från miljöpolicy, övergripande och detaljerade mål samt lagar och andra krav och redogör för resultaten.
Gå igenom	Ledningen i organisationen utför genomgångar av miljöledningssystemet med målsättningen att ständigt förbättra dess miljöprestanda (Almgren & Brorson, 2007).



Figur 2 Illustration av ISO 14001:s modell för miljöledningssystem med de fem grundelementen som gemensamt skapar en positiv spiral av ständig förbättring av organisationens miljöprestanda (Swedish Standards Institute, 2004).

Det är ett frivilligt beslut av en organisation att införa och tillämpa standarden. Syftet med standarden är att tillhandahålla ett effektivt miljöledningssystem, inte att skapa tekniska handelshinder och skärpta lagkrav (Swedish Standards Institute, 2004).

2.2 MILJÖUTREDNING

En miljöutredning syftar till att ge underlag för en nulägesanalys av en organisations miljöstatus. Miljöstatusen hjälper en organisation att identifiera och utvärdera de miljöaspekter som tillhör verksamheten och de produkter eller tjänster som organisationen tillhandahåller. Oftast utarbetas en miljöutredning av en organisation som inte har påbörjat arbetet med ett miljöledningssystem och har ambitionen att utarbeta och tillämpa arbetsmetoden i framtiden. En miljöutredning kan dock även utarbetas av en organisation som redan har ett etablerat miljöledningssystem med motivet att organisationen strävar efter att förbättra det (Almgren & Brorson, 2007). I ISO 14001 utgör en miljöutredning en del av grundelementet planering. Enligt ISO-standarderna bör utredningen täcka fyra nyckelområden:

- **Identifiering av miljöaspekter** kopplade till normala driftsförhållanden, onormala driftsförhållanden, nödlägen och olyckor.
- **Identifiering av lagar och andra krav** som organisationen berörs av.
- **Granskning** av befintligt tillvägagångssätt och rutiner inom miljöområdet.
- **Utvärdering** av erfarenheter från tidigare nödlägen och olyckor.

Lämpliga metoder och verktyg för att genomföra en miljöutredning kan vara checklistor, mätningar, besiktningar och resultat från tidigare revisioner och granskningar (Swedish Standards Institute, 2004).

2.3 MILJÖHOT

2.3.1 Global uppvärmning

Miljöhotet global uppvärmning innebär en stigande medeltemperatur på jorden orsakad av en förhöjd växthuseffekt. Ursprungligen är växthuseffekten en naturlig process som ger en uppvärmande inverkan genom att delar av värmeenergin från solen hindras från att lämna jorden. Detta sker genom att atmosfärens växthusgaser absorberar en del av värmestrålningen som jorden utstrålar. Mänskliga verksamheter har dock lett till att mängden växthusgaser i atmosfären hastigt ökat vilket ger en förstärkt växthuseffekt. (Ammenbergs, 2004).

De viktigaste växthusgaserna är vattenånga, koldioxid, metan, dikväveoxid, fluorföreningar och ozon. Bland de antropogena utsläppen är koldioxid den gas som står

för det allra största bidraget till den globala uppvärmningen. Koldioxid frigörs framförallt genom förbränning. Vid förbränning av förnybara bränslen som till exempel energiskog sker inget nettotillskott av koldioxid till atmosfären eftersom den koldioxid som avges har assimilerats i biomassan under trädens uppväxttid. Fossila bränslen, så som olja, kol och naturgas, återskapas inte inom överskådlig tid och därmed innebär förbränning av dessa ett nettotillskott av koldioxid till atmosfären (Ammenberg, 2004).

Den globala uppvärmningen ger miljökonsekvenser genom att den rubbar det befintliga klimatsystemet. Vindriktningar och nederbördsmonster ändras vilket förskjuter de befintliga klimatzonerna. Problematiken med detta är mycket komplicerad och effekterna svåra att förutsäga. Förväntade effekter är att nederbörden ökar i redan nederbördsrika områden medan den minskar i torra områden. Havsytan förväntas höjas dels som följd av glaciäravsmältningar och dels som en effekt av havsvattnets expansion då det värms upp (Ammenberg, 2004).

2.3.2 Övergödning

Övergödning av mark och vatten orsakas av en hög tillförsel av näringsämnen, särskilt kväve och fosfor. Nedfall av luftburet kväve från förbränningsprocesser och näringsläckage från skogsbruk och jordbruk är de största källorna till övergödning. Många växt- och djurarter skadas eller utrotas av de förändrade näringsförhållandena medan ett fåtal mer anpassningsbara arters utbredning drastiskt ökar. Det ger konsekvenser i form av kraftiga algbloomningar och igenväxta sjöar och vattendrag. Nedbrytningsprocessen av de ökade mängderna dött organiskt material kan orsaka syrebrist i vattnet, vilket leder till att bottenlevande arter utrotas (Ammenberg, 2004).

2.3.3 Försurning

Försurning av mark och vatten innebär en kemisk förändring av miljön till följd av att försurande ämnen tillförs i högre takt än de bortförs. Försurning orsakas främst av nedfall av svavel- och kväveföreningar, vilka frigörs vid förbränning av fossila bränslen och bildar svavelsyra och salpetersyra (Ammenberg, 2004). Koldioxidutsläppen från fossil förbränning ger försurande effekter på haven då koldioxid bildar kolsyra i havsvatten (SMHI, 2012).

Försurningen förändrar de naturliga förutsättningarna i ekosystemet vilket medför förändringar av den biologiska mångfalden. I många sjöar har artrikedomen minskat på grund av försurning. Metaller tillgänglighet ökar med surhetsgraden vilket leder till negativa miljöeffekter kopplade till metallernas toxicitet. Ytterligare en konsekvens av försurning är att material vittrar snabbare vilket ger skador på byggnader (Ammenberg, 2004).

2.3.4 Bildning av fotokemiska oxidanter

Fotokemiska oxidanter är sekundära föroreningar som bildas genom kemiska reaktioner mellan flyktiga organiska ämnen (VOC) och kväveoxider under inverkan av solljus. All typ av förbränning resulterar i utsläpp av kväveoxider. Flyktiga organiska ämnen emitteras främst från fordon, men även från användning av lösningsmedel. Ozon är den dominerande fotokemiska oxidanten. Ozon är långlivat i luften och kan därför

transporteras långa sträckor. Marknära ozon påverkar växligheten och kan ge stora skador på grödor och vegetation. Fotokemiska oxidanter påverkar människor och djur genom att orsaka andningssvårigheter och irritation i ögon och slemhinnor (Naturvårdsverket, 2011:a).

2.3.5 Metallspridning

Materialanvändningen inom industrier har medfört att metaller bryts från jordskorpan i snabb takt vilket leder till att de sprids och ansamlas i ekosystemet. Tungmetallerna, som har låg naturlig förekomsthalt, orsakar särskilt betydande problem i miljön. Exempel på tungmetaller är kadmium, koppar, zink, bly och kvicksilver. Metallhaltiga stoftpartiklar sprids i luften vid utvinning och bearbetning av metaller och avsätts sedan till mark och vatten. Från metallhaltiga produkter sker metallspridning genom korrosion. Metaller frigörs också vid förbränning av fossila bränslen, biobränslen och avfall (Ammenberg, 2004). Metaller ger toxiska effekter på människor och djur, exempelvis i form av reproduktions- och nervsystemsstörningar (Naturvårdsverket, 2008:b).

2.3.6 Spridning av organiska miljögifter

I samhället används ett mycket stort antal olika kemikalier varav de flesta är organiska. Ämnets toxicitet, stabilitet och förmåga att bioackumuleras är avgörande för vad konsekvenserna blir när det sprids i miljön. Toxiska ämnen kan vara akut giftiga, vilket betyder att de slår ut livsfunktioner eller vävnader tillfälligt eller permanent. Andra toxiska ämnen orsakar skador på längre sikt, redan i små koncentrationer. Exempel på skador som kan uppkomma från dessa är tumörer och störningar på reproduktionen och immunförsvaret. Definitionen av ett stabilt ämne är att det är svårnedbrytbart. Stabila ämnen kan ge långvariga effekter på omgivningen och kan spridas över stora områden innan det bryts ned. Definitionen av ett ämne som har bioackumulerande förmåga är att det kan upptas i levande organismers vävnader. Bioackumulerande ämnen är ofta fettlösliga vilket innebär att de kan ansamlas i höga halter i fettvävnader (Naturvårdsverket, 2012:a).

Användningen av kemikalier inom industriella processer leder till spridning av organiska miljögifter. Organiska miljögifter kan även oavsiktligt bildas vid olika tillverknings- eller förbränningsprocesser. Halogenerade och bromerade föreningar samt aromatiska kolväten är exempel på organiska föreningar som ofta medför negativa konsekvenser för miljön. Kunskapen om olika ämnens skadliga effekter på djur och människor är begränsad och kompliceras av att kombinationer av olika ämnen kan samverka och ge en annan giftverkan än de gör var för sig. Dessutom kan kemikaliernas nedbrytningsprocesser leda till bildning av nya, giftigare föroreningar (Ammenberg, 2004).

2.3.7 Spridning av oljeprodukter

Oljeprodukter används bland annat till drivmedel, smörjmedel och uppvärmning. Hantering av oljeprodukter medför en risk för spridning genom utsläpp, spill eller olyckor. Olika oljeprodukter har olika sammansättning och därmed skilda egenskaper

vilket medför att livslängden och skadeverkningarna i miljön varierar. När oljeprodukter sprids till mark eller vatten medför det skador antingen genom fysisk nedkletning eller genom oljans giftverkan. För fåglar och djur innebär oljan en akut risk eftersom redan små mängder gör att fjäderdräkt och päls förlorar sin vattenavvisande och isolerande förmåga. Växter skadas vid nedkletning genom att fotosyntesen förhindras. Oljeprodukternas giftverkan drabbar främst vattenlevande organismer och kan innebära en påverkan på fysiologi, beteendemönster och reproduktionsförmåga. Motståndskraften varierar för olika arter och organismer i tidiga levnadsstadier är extra känsliga (Midbøe & Persson, 2004).

2.3.8 Grumling

Grumling sker vid sedimentspridande ingrepp i vattenmiljön och innebär en förhöjd partikelkoncentration och ett minskat ljusinsläpp. Om förorenat bottenmaterial suspenderas vid ingreppet medför det att föroreningarna sprids i vattnet. Huvuddelen av det suspenderade materialet sedimenterar inom ett dygn men finpartikulärt material har längre uppehållstid i vattnet och kan transporteras långa sträckor med strömmar och vågor innan de sedimenterar. När partiklarna sedimenterar kan de täcka över och ge skador på fiskägg, vegetation och andra bottenlevande organismer. Grumling kan även påverka det marina djur- och växtlivet genom förändrade syrgas- och ljusförhållanden. Miljökonsekvenserna av grumling är störningar av vattenlevande organisms reproduktionsmöjligheter, tillväxt och överlevnadsmöjligheter (Rivinoja & Larsson, 2001).

2.3.9 Förbrukning av ändliga naturresurser

Mänskliga aktiviteter leder till en förbrukning av naturresurser som endast förekommer i begränsad mängd och inte återskapas inom överskådlig tid. Exempel på sådana ändliga naturresurser är fossila bränslen och naturgrus. Tillgångsbegränsningen medför att det är av stor vikt att hushålla med dessa resurser (Ammenberg, 2004).

2.3.10 Exploatering av naturmiljöer

Mänsklig exploatering av vatten- och markområden innebär att naturmiljöer förloras. Allt större delar av jordens yta utnyttjas för mänskliga aktiviteter i takt med att samhället expanderar och befolkningen ökar. Exploateringen medför en påverkan på ekosystem, biotoper, arter och naturtyper vilket leder till svårbedömda och oåterkalleliga miljökonsekvenser. En miljökonsekvens är att arter utrotas i en historiskt sett mycket snabb takt till följd av förlorade naturmiljöer (Ammenberg, 2004).

2.3.11 Hälsoskadliga luftföroreningar

Luftförorenande gaser och partiklar genererade av mänskliga aktiviteter orsakar hälsoskador. De gaser som orsakar störst problem är kväveoxider, svaveloxider och kolväten. Vad gäller partiklar anses mycket små partiklar vara mest skadliga, då de kan tränga långt in i luftvägarna (AirClim, 2007). Gas- och partikelemissioner genereras främst vid olika förbränningsprocesser och ger en påverkan på luftvägar och slemhinnor. Kolväten kan även vara cancerframkallande (Ammenberg, 2004).

2.3.12 Buller

Buller definieras som oönskat ljud. Vad som betraktas som buller varierar mellan olika personer och även med tiden på dygnet. Buller orsakas till exempel av mekaniska utrustningar eller vibrerande ytor. Människor påverkas av buller genom att det orsakar minskad koncentrationsförmåga, stress, trötthet samt högt blodtryck. Högt blodtryck kan orsaka hjärt- och kärlsjukdomar (Naturvårdsverket, 2011:b). Buller påverkar även djurlivet genom att undantränga arter från deras reproduktions- och jaktplatser vilket leder till försämrade fortplantningsförmåga och ökad dödlighet (Helldin, 2009).

2.4 SVERIGES MILJÖKVALITETSMÅL

Sveriges riksdag har fastställt 16 miljö kvalitetsmål som beskriver den kvalitet och miljöstatus som det svenska miljöarbetet ska leda till på lång sikt. Målen utgår från det övergripande målet för svensk miljöpolitik; generationsmålet. Generationsmålet innebär att nästkommande generation ska överlämnas ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att ge upphov till ökade hälso- och miljöproblem i andra delar av världen (Miljömålsportalen, 2012). Ett företag bör ta ansvar för sin verksamhet och bidra till att uppnå miljö kvalitetsmålen. De interna miljö målen bör därför utformas i linje med de nationella målen (Almgren & Brorson, 2007). Nedan beskrivs de av regeringen definierade nationella miljö mål som anses beröra Färjerederiets verksamhet (Miljömålsportalen, 2012).

Begränsad klimatpåverkan

Halten av växthusgaser i atmosfären ska stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Detta i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar.

Regeringen har tilldelat Trafikverket ansvaret att ta fram handlingsplaner för hur transportsektorn ska uppnå miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*. Huvudmålet för transportsektorn är att Sverige ska ha en fossilfri fordonsflotta år 2050. Ett delmål är att Sverige ska ha en fossiloberoende fordonsflotta år 2030. För färjetransporter, som klassas som arbetsmaskiner, innebär det en 40 procentig minskning av fossilanvändandet till år 2030 jämfört med år 2010 (Lindroth, 2012).

Frisk luft

Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Inriktningen är att detta miljö kvalitetsmål ska nås inom en generation.

Bara naturlig försurning

De försurande effekterna av nedfall och markanvändning ska underskrida gränsen för vad mark och vatten tål.

Giftfri miljö

Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.

Ingen övergödning

Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten.

Levande sjöar och vattendrag

Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras.

Grundvatten av god kvalitet

Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.

Hav i balans samt levande kust och skärgård

Västerhavet och Östersjön ska ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden ska bevaras. Kust och skärgård ska ha en hög grad av biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden.

God bebyggd miljö

Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas till vara och utvecklas.

Ett rikt växt- och djurliv

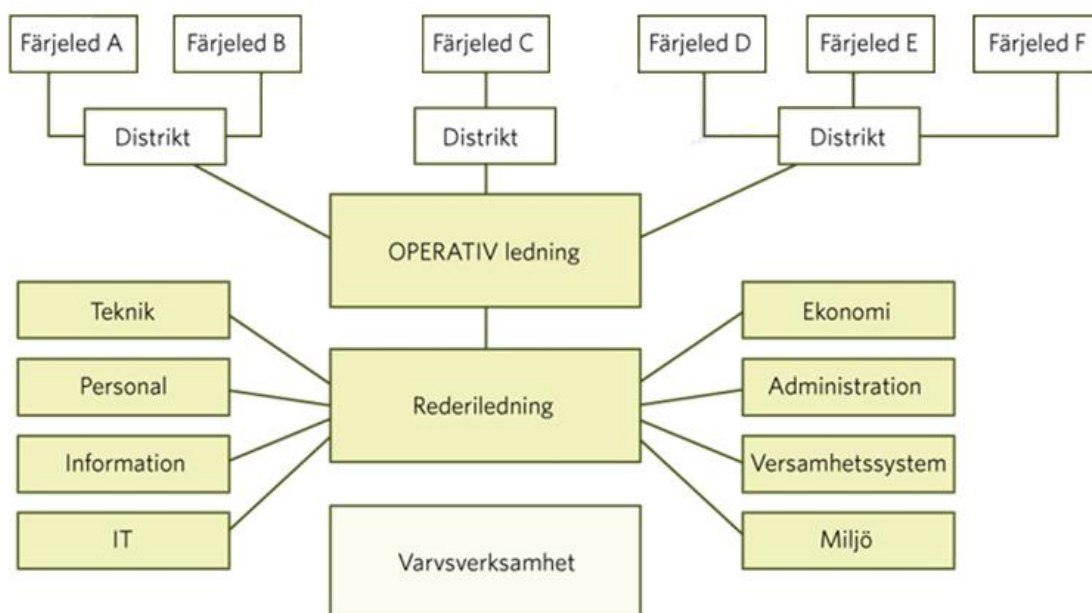
Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas.

3 TRAFIKVERKET FÄRJEREDERIET

3.1 ORGANISATION

Färjerederiet bildades när Vägverket år 1996 inrättade ett antal fristående resultatenheter. Tidigare var färjeverksamheten uppdelad över Vägverkets produktionsenheter. Färjerederiet drivs sedan år 2003 under bolagsliknande former med krav på egen lönsamhet. När Vägverket och Banverket slogs ihop till Trafikverket år 2010 fick rederiet namnet Trafikverket Färjerederiet. (Trafikverket, 2011:a).

Färjerederiet har cirka 650 medarbetare, varav cirka 200 är timanställda. Cirka 50 är anställda vid kontoret eller varven, och resterande är sjögående personal. År 2012 infördes en ny distriktsorienterad organisationsform för Färjerederiet (Fig. 3). Rederiledningen styr verksamheten från huvudkontoret, där arbetet bedrivs inom olika funktioner som till exempel teknik, ekonomi och miljö. I rederiledningen ingår den operativa chefen som tillsammans med sina underställda distriktschefer utgör den operativa ledningen. Distriktscheferna har det övergripande ansvaret för en eller flera färjeleder. Färjerederiets två varv ingår i verksamheten men har en fristående roll (Trafikverket, 2011:b).



Figur 3 Färjerederiets organisationsschema (Bild: Modifierad från Trafikverket, 2011:b).

3.2 LOKALISERING

Färjerederiets verksamhet leds från huvudkontoret i Vaxholm utanför Stockholm. Färjetrafiken bedrivs i hela landet och är uppdelad i 18 distriktsenheter (Fig. 4) (Trafikverket, 2011:b). Färjerederiets två varv är lokaliserade i Vaxholm respektive Lysekil (Trafikverket, 2011:c).



Figur 4 Färjerederiets distrikt med tillhörande leder (Bild: Trafikverket, 2011:b).

3.3 VERKSAMHETS BESKRIVNING

Färjerederiet är en av Trafikverkets enheter. Den huvudsakliga verksamheten utgörs av sjölinjetrafik med vägfärjor. Med sina 65 fartyg fördelade över 40 färjeleder transporterar Färjerederiet årligen cirka 21 miljoner passagerare och 12 miljoner fordon vilket gör dem till Sveriges största rederi (Trafikverket, 2012:b). Vintertid ansvarar Färjerederiet för drift och underhåll av sju isvägar på de nordligt belägna lederna (Trafikverket, 2011:d). Färjerederiet erbjuder uthyrning av vägfärjor till privatpersoner, företag och organisationer (Trafikverket Färjerederiet, 2011:a).

I verksamheten ingår två varv, Tenö varv utanför Vaxholm och Fridhems varv i Lysekil. Där tas både Färjerederiets egna och externa kunders fartyg emot för underhåll, bottenbesiktningar och ombyggnationer (Trafikverket Färjerederiet, 2011:b). De båda varven står i begrepp att säljas och beslut om detta förväntas under år 2012 (Trafikverket, 2011:c).

Trafikverket är beställare av trafiken på de allmänna färjelederna och betraktas som den största kunden. Två leder drivs på kommunuppdrag, Ekeröleden i Ekerö kommun och Visingsöleden i Jönköpings kommun (Trafikverket, 2011:b). Trafikanter och passagerare är de centrala intressenterna i arbetet med att utveckla och förbättra verksamheten (Trafikverket Färjerederiet, 2011:b).

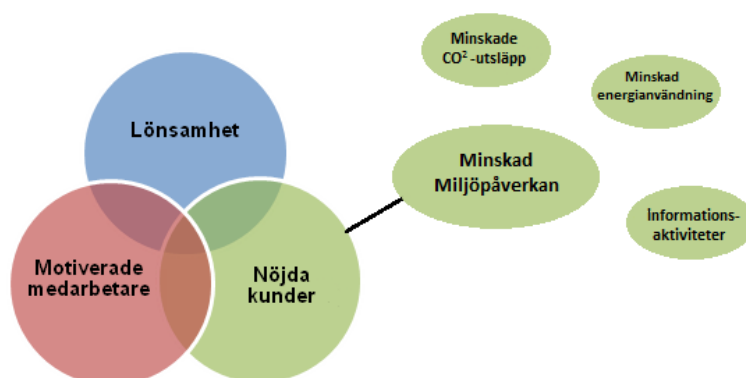
3.4 STRATEGISK INRIKTNING

Trafikverkets vision grundar sig i den långsiktiga viljeinriktningen och lyder: *”Alla kommer fram smidigt, grönt och tryggt”* (Trafikverket, 2011:e, s. 5). Visionen ska genomsyra verksamhetsplaneringen och resultera i ett säkert och energieffektivt transportsystem där passagerarna ges goda möjligheter att genomföra sina resor (Trafikverket, 2011:e).

Trafikverkets verksamhetsidé, *”Vi är samhällsutvecklare som varje dag utvecklar och förvaltar smart infrastruktur. Vi gör det i samverkan med andra aktörer för att underlätta livet i hela Sverige.”* (Trafikverket, 2011:e, s. 5), beskriver Trafikverkets uppgift.

De uttalade värderingar som ska styra agerandet i verksamheten är *”Lyhördhet, nyskapande och helhetsyn”* (Trafikverket, 2011:e, s. 6).

För att uppnå visionen har Färjerederiet identifierat tre strategiska mål (Fig. 5) i sin affärsplan. Målen är samverkande och inbegriper underliggande långsiktiga och kortsiktiga mål eller delmål.



Figur 5 Färjerederiets tre strategiska mål, med ”minskad miljöpåverkan” som ett exempel på underliggande långsiktigt mål med tillhörande delmål (Bild: Modifierad från Trafikverket Färjerederiet, 2011:a).

Målet om lönsamhet innefattar att Färjerederiet ska leverera sina tjänster med en effektiv resurs- och materialanvändning. Målet om nöjda kunder, som mäts i *Nöjd Kund Index* (NKI), ska uppnås genom att erbjuda en sjötransport med hög tillgänglighet och genom att arbeta för en minskad miljöpåverkan. Genom att ta tillvara på befintliga kompetenser och att vara en attraktiv arbetsgivare ska Färjerederiet säkerställa att medarbetarna är motiverade och levererar en högkvalitativ tjänst. Detta mål mäts i *Motiverad Medarbetar Index* (MMI) (Trafikverket Färjerederiet, 2011:a).

3.5 MILJÖARBETE

Färjerederiets miljöledningssystem är sedan år 2005 certifierat enligt ISO 14001 (Trafikverket Färjerederiet, 2011:a). Verksamhetssystemet är integrerat för säkerhet, kvalitet, miljö och arbetsmiljö och Färjerederiet har också en integrerad verksamhetspolicy för dessa områden. I verksamhetspolicyn framförs följande om företagets ambitioner gällande miljöarbetet:

Genom ett aktivt fleet management, där vi organiserar och planerar de materiella resurserna så att nuvarande och framtida behov bäst tillfredsställs, minskar vi vår miljöpåverkan. Vårt arbete baseras på engagerade medarbetare som förstår vikten av hushållning med naturresurser och energi och som ser det som sin uppgift att ständigt förbättra vårt miljöarbete för att uppnå en hållbar utveckling. Vi ser lagar och krav som ett minimum i vårt arbete, samtidigt som vi med rätt och säkert handhavande av material och utrustning undviker olyckor och begränsar varje slag av förorening. Vi ska minska eller om möjligt undvika varje negativ miljöpåverkan i verksamheten och i valet av produkter samt verka för utveckling av tekniska lösningar med låg miljöpåverkan. Det ska märkas utåt att vi har ett aktivt miljöarbete!
(Trafikverket Färjerederiet, 2011:c, VHS 1.2)

Utifrån sina långsiktiga målsättningar formulerar Färjerederiet i sitt styrkort mål för verksamhetsåret. Inom miljöområdet består dessa för närvarande i att minska energianvändningen, minska koldioxidutsläppen och att utföra aktiviteter för att kommunicera sitt miljöarbete (Trafikverket Färjerederiet, 2011:a).

Målet gällande minskad energianvändning innefattar både drivmedel och elektricitet. Färjerederiets arbete med att minska dieselförbrukningen sker i flera former. *Fri till Lin* kallas ett utvecklingsprojekt där möjligheterna att ersätta frigående färjeleder med lindragna kontinuerligt utreds. Ett utbyte av en frigående färja till förmån för en lindragen resulterar i kraftigt reducerad dieselförbrukning och såväl miljömässiga som ekonomiska vinster. Ett annat pågående projekt med bränslebesparande syfte utgörs av att sjögående personal utbildas i sparsam körteknik (Trafikverket, 2011:b). Genom att framföra färjorna utan kraftiga gaspådrag och inbromsningar kan stora bränslebesparingar uppnås. Miljöanpassade tidtabeller har införts på vissa leder vilket innebär att färjornas returresa ska kunna ske omedelbart efter lossning och lastning.

Detta minskar tomgångskörningstiden och därmed bränsleåtgången (Trafikverket Färjerederiet, 2012:b).

3.6 MILJÖROUTINER

Färjerederiet har ett webbaserat verksamhetssystem där rutinbeskrivningar är samlade. Verksamhetssystemet omfattar hela verksamheten och syftar till att förbättra säkerheten, minska miljöbelastningen, värna om god arbetsmiljö och öka kundtillfredställelsen för trafikanter och uppdragsgivare. Nedan följer en beskrivning av Färjerederiets befintliga rutiner som svarar mot kraven på miljöledningssystem enligt ISO 14001.

3.6.1 Uppföljning

Övergripande uppföljning av verksamheten sker genom ett system på Färjerederiets intranät. I systemet rapporteras ej åtgärdade händelseavvikelser, revisionsavvikelser och brister identifierade under skydds- och miljöronder i syfte att påminna om att nödvändiga åtgärder ska vidtas. Skydds- och miljöronder genomförs årligen på samtliga leder. Distriktschefen ansvarar för att ronderna genomförs och att åtgärder vidtas för de brister som observeras. (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

Rederichefen ansvarar för att interna revisioner genomförs för att granska verksamhetssystemet minst en gång per år inom 18 månader från föregående revision. De interna revisionerna syftar till att analysera verksamhetssystemets tillstånd och möjliggöra förbättringsåtgärder. Intern revision utförs av en eller flera revisorer från Färjerederiet som inte är anställda på den aktuella arbetsplatsen. Resultatet av den interna revisionen ska förmedlas till medarbetarna av respektive chef och användas som förbättringsunderlag (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

Ledningens genomgång sker en gång per år för att följa upp verksamhetssystemets effektivitet, tillräcklighet och aktualitet, vilket inkluderar en uppföljning och utvärdering av miljöarbetet (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

Nedan följer rutiner för uppföljning av enskilda delar i verksamheten.

Energi

Samtliga färjeleder redovisar färjedriftens bränsleförbrukning i verksamhetssystemet. Detta görs genom att tidpunkt och kvantitet noteras vid varje bunkringstillfälle för varje enskild färja (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c). Färjerederiets totala förbrukning sammanställs årsvis från ekonomisystemet. Förbrukning av drivmedel för arbetsfordon och tjänstebilar följs upp genom att varje fordon har en körjournal där mätarställning före och efter nyttjandet förs in. Vid varje tankningstillfälle registreras antal tankade liter (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c). Elanvändningen hämtas och sammanställs också från ekonomisystemet.

Kemiska produkter

Färjerederiet använder en kemikaliedatabas, *Chemsoft*, där kemiska produkter som hanteras inom verksamheten ska registreras och kvantifieras. Alla arbetsplatser har en egen webbplats i systemet där information om de produkter som återfinns på aktuell arbetsplats inhämtas, till exempel rörande miljöpåverkan och arbetsmiljörisker (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

Underhåll

Färjerederiet använder ett datorbaserat underhållssystem, *AMOS*. Här ska alla underhållsmässiga arbeten dokumenteras, såväl rutinmässiga (till exempel oljebyte, filterbyte, smörjrundor och säkerhetstillsyn) som åtgärder relaterade till avvikelser (till exempel haverier, byte av utslitna delar, åtgärder vid läckage och renoveringar) (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

3.6.2 Kommunikation

Intern kommunikation gällande miljöfrågor ska ges utrymme under olika former av arbetsgruppmöten, till exempel arbetsplatsträffar, distriktschefsmöten och årsinformationsmöten (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c). En annan intern kommunikationsväg är den tidning som ges ut till alla medarbetare som behandlar aktualiteter och uppföljning av mål för verksamheten. Alla medarbetare kan också inhämta information på intranätssystemet.

Inga fastställda rutiner finns för extern kommunikation av miljöarbetet. Extern kommunikation finns dock med bland styrkortsmålen för år 2012, i form av målsättningen att genomföra minst tre aktiviteter för att kommunicera Färjerederiets miljöarbete. Dessa aktiviteter består av olika framföranden med tillhörande tryckt material där det bland annat informeras om Färjerederiets lösningar för att minska fossilberoendet. Färjerederiets miljöarbete kommuniceras också externt på den offentliga hemsidan.

3.6.3 Dokumentstyrning

Det webbaserade verksamhetssystemet ska främja att publicerat material hålls aktuellt. Samtliga rutinbeskrivningar är datummärkta, samt innefattar namn på personen som skapat eller ändrat dokumentet. Färjerederiets gemensamma resultat- och redovisande dokument arkiveras av behöriga personer i verksamhetssystemet (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

Varje arbetsplats har ett eget webbaserat arbetsrum för styrande och redovisande dokument. Icke digitala dokument förvaras i en pärm. Berörd chef ansvarar för att arbetsplatsen innehar endast gällande versioner av digitala och icke digitala dokument (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

3.6.4 Olyckor och tillbud

Inträffade olyckor och tillbud inom Färjerederiets verksamhet rapporteras in i avvikelserapporter som publiceras på Färjerederiets intranät. Om en händelse har inträffat ombord på en färja ska även en rapport om sjöolycka skickas in till

Transportstyrelsen. Vid olyckor eller tillbud som genererar utsläpp som påverkar mark, luft eller vatten ska anmälan skickas till relevanta myndigheter, till exempel Räddningstjänsten eller Kustbevakningen (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

Rutinbeskrivningar finns i verksamhetssystemet för agerande vid möjliga specifika olycksscenario som kan resultera i till exempel brand, giftspridning eller oljeutsläpp. Det finns också allmänna rutiner som beskriver handlingsförfaranden och ansvarsfördelning vid inträffad olycka. För att förhindra olyckor finns rutiner för allmänna förebyggande åtgärder. Där ingår att identifiera viktiga system och funktionskontrollera dem regelbundet. Möjliga olycksscenario ska också identifieras och övningar för dessa ska genomföras. Det ska också finnas utskrivna nödkort med instruktioner för nödlägen som ska fungera som stöd vid uppkomna situationer. Dessa nödkort ska finnas lättåtkomliga på fartyget (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

3.6.5 Bevakning av lagar och krav

För bevakning av uppdateringar och förändringar av lagar och krav används internetverktyget *Regelbanken* till vilken varje distriktschef har användarnamn och lösenord (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c). Verktyget är en sökfunktion med uppdaterade lagar och förordningar. Ansvarig för bevakningen är distriktschefen vid respektive distrikt. Färjerederiet har även en egen korsreferenslista över berörda lagar och krav (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

3.7 OLYCKOR OCH TILLBUD

3.7.1 Inträffade olyckor och tillbud

Färjeverksamheten har inte drabbats av några större olyckor där människor mist livet under de senaste decennierna. Den svåraste dokumenterade olyckan inträffade år 1940 då en vägfärja belägen i Armasjärvi sjönk efter att ha tagit ombord två plutoner. 46 personer omkom och orsaken till olyckan fastställdes vara att underhållet grovt försumrats och att färjan överlastats. Armasjärviolyckan blev starten för arbetet med säkerheten i färjetrafiken. Riktlinjer, skyddsanordningar och inspektioner infördes för att öka säkerheten (Häggström & Westin, 2010).

Miljörelaterade tillbud är ofta kopplade till mindre oljeläckage med varierande ursprung. Större oljeläckage orsakas oftast av överbunkring eller driftstekniska problem. Bränder ombord på färjorna är ovanligt, dock har mindre brand i maskinrum, bilbrand och rökutveckling rapporterats under år 2011 (Trafikverket Färjerederiet, 2012:a).

3.7.2 Olycksrisker

Brand

Olyckor i Färjerederiets verksamhet som kan ge upphov till brand kan både ha internt och externt ursprung. Exempel på internt ursprung är när brandfarliga arbeten utförs eller när tekniska fel uppstår. Exempel på brandolyckor med externt ursprung kan vara bränder relaterad till last eller sabotage.

Brand ger upphov till utsläpp koldioxid, kväveoxider och kolmonoxid. Omfattning av emissionerna är dock beroende av brandförloppet. Ämnena kan vara akut toxiska vid inandning och kan orsaka negativa effekter i både lokal och regional skala vid luftspredning (Lönnermark et al., 2007).

Giftspredning

Olyckor i Färjerederiets verksamhet som kan ge upphov till giftspredning kan vara olyckor relaterade till transport av farligt gods med färja eller på isväg. Olyckan kan orsakas av till exempel trafikincidenter ombord, svag is eller sabotage.

Farligt gods är ett samlingsnamn för föremål eller ämnen som vid felaktig hantering under transport utgör en fara för människa, egendom och miljö. Farligt gods kan till exempel ha brandfarliga, explosiva, radioaktiva, frätande eller giftiga egenskaper. (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011). Omfattningen av en olycka som leder till giftspredning beror på typ och mängd av farligt gods.

Utsläpp av olja

Olyckor i Färjerederiets verksamhet som kan orsaka utsläpp av olja är exempelvis kollision eller grundstötning då färjans propellrar skadas vilket kan leda till oljeläckage. Vid en kraftigare kollision eller grundstötning finns risk för att det går hål på bunkertanken med ett större oljeutsläpp som följd. Den mänskliga faktorn spelar in vid bunkring eftersom överbunkring kan leda till utsläpp i varierande omfattning. Oljeutsläpp kan ske om ett fordon eller arbetsverktyg hamnar i vattnet, till exempel om ett fordon går igenom isen på någon av isvägarna. Oljeolycka kan även orsakas av sabotage.

3.8 MILJÖLAGSTIFTNING OCH KRAV

Färjerederiets verksamhetssystem styrs av en mängd lagar, föreskrifter och krav. Att uppfylla dessa utgör en miniminivå för verksamheten. Nedan redogörs för bestämmelser som är av betydelse för miljöarbetet.

3.8.1 Miljöbalken

Miljöbalken (SFS 1998:808) innehåller Sveriges samlade miljölagstiftning för hållbar utveckling. Med stöd av miljöbalken har ett stort antal förordningar och föreskrifter meddelats av myndigheter inom olika ansvarsområden (Naturvårdsverket, 2011:c). Färjerederiet lyder under de allmänna lagarna, förordningarna och föreskrifterna som beskrivs i miljöbalken. Hänsynsreglerna, MB, 2 kap, utgör kärnan i miljöbalken och de gäller för alla, både privatpersoner och verksamhetsutövare, som bedriver eller planerar bedriva en aktivitet som kan få inverkan på miljön eller på människors hälsa. Hänsynsreglerna innefattar miljömässiga principer så som försiktighetsprincipen, produktvalsprincipen, hushållnings- och kretsloppsprinciperna och principen för användandet av bästa möjliga teknik (MB SFS 1998:808).

Försiktighetsprincipen innebär att redan risken för att orsaka en skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljö medför en skyldighet att vidta skyddsåtgärder för att förebygga, förhindra eller motverka en skada.

Produktvalsprincipen innebär att produkter som befaras medföra risker för människors hälsa eller miljön ska undvika att säljas eller användas, om produkterna kan ersättas med andra, mindre farliga produkter. Motsvarande krav gäller för varor som innehåller eller har behandlats med en produkt.

Principen för bästa möjliga teknik innebär att bästa möjliga teknik ska användas för att förebygga skador och olägenheter för människors hälsa eller miljö. Tekniken måste dock vara både tekniskt och ekonomiskt möjlig.

Hushållnings- och kretsloppsprinciperna innebär att hushållning ska ske vid nyttjandet av råvaror och energi samt att möjligheterna till återanvändning och återvinning ska utnyttjas. I första hand ska förnybara energikällor användas. Ansvarig för verksamheten är skyldig att visa att hänsynsreglernas krav är uppfyllda.

Miljöbalkens 16:e kapitel reglerar tillsammans med farledslagen (SFS 1983:293) inrättade och utvidgning av hamnar och farleder. Prövningen sker av Sjöfartsverket som gör en bedömning med utgångspunkt från hushållningsbestämmelser, hänsynsregler och miljökvalitetsnormer i miljöbalken. Prövningen ska föregås av en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som ska följa de genomförandekrav som regleras i miljöbalkens 6:e kapitel (Michanek & Zetterberg, 2007).

Miljöbalkens lagstiftning om miljöfarlig verksamhet, MB, 9 kap, berör delar av Färjerederiets verksamhet. Miljöfarlig verksamhet avser fasta störningskällor som markanvändning, anläggningar eller byggnader. Lagstiftningen aktualiseras för Färjerederiet vid anläggning eller ombyggnad av landanläggningar där användningen kan komma att påverka människors hälsa eller omgivningen på ett negativt sätt (Michanek & Zetterberg, 2007).

Lagstiftning om vattenverksamhet, MB, 11 kap, berör Färjerederiets verksamhet om ett ingrepp i vattenmiljön blir aktuellt, till exempel vid nyanläggning eller utbyggnad av färjelägen. Tillstånd krävs alltid för vattenverksamhet om det inte är uppenbart att allmänna eller enskilda intressen inte skadas (Almgren & Brorson, 2007).

Lagstiftning om avfall och producentansvar, MB, 15 kap, berör Färjerederiets verksamhet då de genererar både hushållsavfall och farligt avfall. Lagstiftning om kemikalier och biotekniska organismer, MB, 14 kap, berör Färjerederiets verksamhet då kemikalier används vid underhåll av färjor och färjelägen (Michanek & Zetterberg, 2007).

En punktlista över andra viktiga svenska lagar som berör miljöområdet och har betydelse för Färjerederiets verksamhet återfinns i appendix A.

3.8.2 Föreskrifter

Färjerederiet lyder under Transportstyrelsens, Sjöfartsverkets och tidigare Vägverkets föreskrifter. Transportstyrelsen verkar för säkra och miljövänliga transporter inom väg, sjöfart, luftfart och järnväg (Transportstyrelsen, 2011). Föreskrifter gällande sjöfart finns beskriva på Transportstyrelsens hemsida. Sjöfartsverkets uppdrag är att verka för att de transportpolitiska målen inom sjöfartsområdet uppfylls på ett kostnadseffektivt sätt (Sjöfartsverket, 2011). På Sjöfartsverkets hemsida finns gällande föreskrifter tillgängliga. Vägverkets föreskrifter om färjning vid allmänna färjeleder (VVFS 1986:1) är föreskrifter som fortfarande gäller och som Färjerederiet lyder under även om Vägverket numera ingår i Trafikverket (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

3.8.3 Andra krav

Förenta Nationerna (FN)

International Maritime Organization (IMO) är FN:s fackorgan som ansvarar för säkerhet och trygghet för sjöfarten och förhindrande av föroreningar till havs från fartyg. Den del i IMO-konventionen som reglerar föroreningar från fartyg kallas för *International Convention for the Prevention of Marine Pollution from Ships* (MARPOL). Där finns gränser för maximalt svavelinnehåll i bunkerolja, tillåtna utsläppsnivåer av kväveoxider och snart förväntas även nya krav för reglering av växthusgaser införas (International Maritime Organization, 2011:a). Nuvarande och förväntade framtida miljökrav vad gäller svavel, kväveoxider och koldioxid återfinns i appendix A

IMO reglerar även fartygssäkerheten genom *International Safety Management Code* (ISM-koden). ISM är en internationell säkerhetsledningskod som rederiet lyder under. Safety Management System (SMS) är Färjerederiets eget säkerhetsledningssystem upprättat för att uppfylla kraven i ISM-koden (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c).

Europeiska unionen (EU)

EU:s förordningar och direktiv avseende miljö som berör Färjerederiets verksamhet gäller främst luftemissioner, kemikalier samt avfallshantering. EU har kompletterat IMO:s regler för luftemissioner från fartyg genom direktiv 1999/32/EG som anger tillåtna nivåer för svavelhalten i flytande bränslen. En mycket omfattande kemikalielagstiftning återfinns i förordning 2006/1907/EG om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (*Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals, REACH*). EU har även upprättat ett ramdirektiv för avfall (2008/98/EG) innehållande regler för hur avfall ska hanteras, klassas och förebyggas. EU:s krav beskrivs närmare i appendix A.

Kund- och koncernkrav

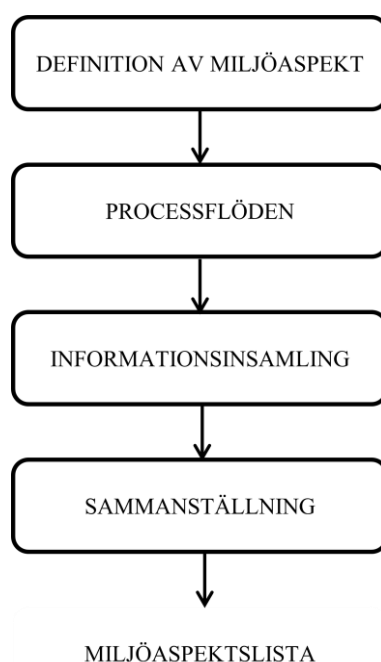
Ytterligare krav som Färjerederiet lyder under är kund- och koncernkrav. Kundkraven beskrivs i kontrakten mellan Färjerederiet och deras beställare (Trafikverket Färjerederiet, 2011:c). Koncernkraven utfärdas av Trafikverket centralt.

4 METOD

Metodens tre huvuddelar utgjordes av identifiering, värdering och mätningar. Identifieringsmetoden genomfördes för att ta fram en bruttolista över Färjerederiets miljöaspekter. Värderingsmetoden utgick från bruttolistan och genomfördes för att inbördes rangordna verksamhetens miljöaspekter och åskådliggöra de betydande miljöaspekterna. Mätningar av avgasemissioner från ett av Färjerederiets fartyg genomfördes för att utvärdera miljöpåverkan från motordriften. Dessa tre metoder utgjorde grunden för de föreslagna åtgärder och målsättningar som upprättades för Färjerederiets betydande miljöaspekter.

4.1 IDENTIFIERING AV MILJÖASPEKTER

Metoden för identifiering av miljöaspekter uppdelades i fyra steg (Fig. 6). Inledningsvis definierades begreppet miljöaspekt, då det förekommer skilda tolkningar av begreppet i praktiska tillämpningar. Därefter kartlades ingående och utgående flöden i verksamheten. Detta följdes upp av informationsinsamling via studiebesök, intervjuer och litteraturstudier. Avslutningsvis sammanställdes och kategoriserades informationen vilket resulterade i en bruttolista över verksamhetens miljöaspekter.



Figur 6 Illustration av identifieringsmetoden.

Definition av miljöaspekt

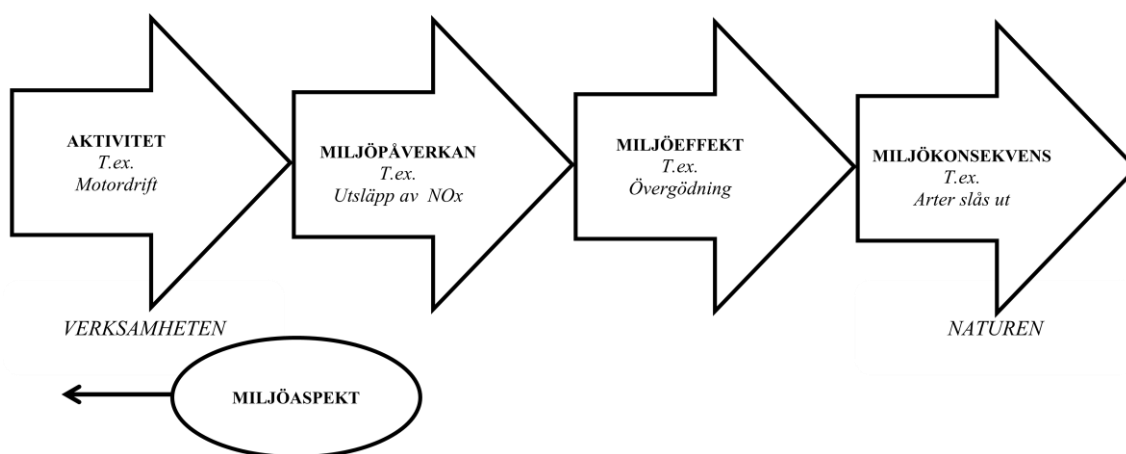
I det första steget i identifieringsprocessen fastställdes hur begreppet miljöaspekt ska definieras för verksamheten. ISO-standardens definition är följande:

”delar av en organisations aktiviteter, produkter eller tjänster som kan ha miljöpåverkan”

(Swedish Standards Institute, 2004, s. 8)

Definitionen tolkas på olika sätt i praktiken. En del organisationer förskjuter definitionen mot miljöpåverkan och andra mot fysiska aktiviteter. Båda definitionsalternativen är accepterade inom miljöledningsområdet (Ammenberg, pers. medd., 2012). Det viktigaste är det framgår vem som är ägare av miljöaspekten och att kedjan av orsak och verkan tydliggörs (Zackrisson, pers. medd., 2012).

Definitionen av miljöaspekt för Färjerederiets verksamhet förskjuts mot fysiska aktiviteter. Ett motiv till definitionsvalet är att begreppet då kommer att komplettera de begrepp som redan finns, vilka är miljöpåverkan, miljöeffekt och miljökonsekvens. Kedjan av orsak och verkan blir då tydlig (Fig. 7).



Figur 7 Illustration av kedjan av orsak och verkan med motordriften som ett förtydligande exempel. Begreppet miljöaspekt har kopplats till aktiviteter i Färjerederiets verksamhet (Modifierad från Ammenberg, 2012, s. 5).

Ett annat motiv är att Färjerederiets verksamhet i högre grad kan likställas med en industri än med en myndighet och då är miljöaspekter angivna som aktiviteter ofta ett pedagogiskt redovisningsätt.

Inventering utifrån processflöden

I det andra steget av processen inventerades verksamhetens möjliga miljöaspekter utifrån materialflöden, förbrukning och miljöpåverkan (Fig. 8). Utifrån verksamhetens genererade utsläpp till mark, luft och vatten, avfall, buller samt annan miljöpåverkan i form av till exempel grumling identifierades de aktiviteter som orsakar de olika typerna av miljöpåverkan.



Figur 8 Processchema som används vid det andra steget i identifieringsmetoden.

Informationsinhämtning

I det tredje steget inhämtades information. Här genomfördes intervjuer, studiebesök och litteraturstudier. Utifrån processflödena i steg två planerades intervjuer med fokus på identifiering och analys av miljöaspekter. Sex studiebesök genomfördes och innefattade leder med frigående färjor och leder med lindragna färjor både på väst- och östkusten samt ett varvsbesök. Ett trettiotal intervjuer genomfördes med personal i färjedrifts-, isvägs-, kontors- och varvsverksamheten samt med externa experter inom diverse miljöområden. Inhämtad information under studiebesök och intervjuer redovisas inte separat.

Sammanställning

I det fjärde steget sammanställdes information och en indelning i miljöaspekter uppdelade efter verksamhetskategori genomfördes. Kategorierna valdes till färjedrift, isvägar, kontor och varv, där varvet behandlades som en extern verksamhet som medför indirekta miljökonsekvenser. Miljöpåverkan för aspekterna analyserades genom att utgå från miljöhoten beskriva i avsnitt 2.3.

4.2 VÄRDERING AV MILJÖASPEKTER

En systematisk värdering av identifierade miljöaspekter är ett krav enligt ISO 14001, dock anges inga riktlinjer för hur värderingsmetoden ska vara utformad. Det är upp till varje enskild organisation att utarbeta en metod för värdering som lämpar sig för dess verksamhet (Ammenbergs, 2004).

Det finns olika typer av värderingsmetoder av varierande komplexitet. Enklare metoder baseras ofta på miljöpåverkan och omfattning av miljöaspekten. Mer komplexa modeller bygger på livscykeldata, vilka tar hänsyn till den samlade miljöpåverkan som en aktivitet, produkt eller tjänst orsakar under sin livstid. I enkla metoder sker ofta värderingen genom att miljöaspekten tilldelas ett värde på olika skalor till exempel för mängd, frekvens, uppehållstid och toxicitet. Dessa värden vägs sedan samman, vilket kan ske på många olika sätt. Vanligt är att värdena multipliceras samman och att en gräns sätts för när en miljöaspekt värderas som betydande. En vanlig komplex värderingsmetod baserad på livscykelanalys är EPS (Environmental Priority Strategies).

EPS-metoden är inriktad på samhällets betalningsvilja för att undvika olika grader av miljöpåverkan (Tivegård, 2006, m.fl.).

Trafikverket har centralt fastställt ett rutindokument där organisationens metod för att värdera miljöaspekter anges. Rutinen innefattar värderingsmatriser för positiva och negativa miljöaspekter vilka tillämpades för att värdera Färjerederiets miljöaspekter (Fig. 9 & Fig. 10).

Varje enskild miljöaspekt bedömdes och tilldelades ett värde mellan 1 och 5 vad gäller dels dess omfattning i verksamheten och dels dess resulterande miljöpåverkan alternativt förbättringspotential. Utifrån produkten av omfattnings- och påverkansvärdet sorterades aspekten in i värderingsmatrisen.

Matrisfälten för de negativa miljöaspekterna var *Låg*, *Måttlig*, *Allvarlig* eller *Mycket allvarlig* och fälten för de positiva miljöaspekterna var *Liten*, *Måttlig*, *Stor* eller *Mycket stor*. De aspekter som klassades som *Mycket allvarlig* respektive *Mycket stor* bedömdes vara de betydande miljöaspekterna. Vid bedömningen analyserades endast aspektens koppling till miljöpåverkan och inte organisationens möjlighet eller vilja att vidta åtgärder.

Miljöaspektens omfattning	Mycket hög omfattning	5	Måttlig	Allvarlig	Allvarlig	Mycket allvarlig	Mycket allvarlig
	Hög omfattning	4	Måttlig	Måttlig	Allvarlig	Allvarlig	Mycket allvarlig
	Måttlig omfattning	3	Låg	Måttlig	Måttlig	Allvarlig	Allvarlig
	Liten omfattning	2	Låg	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Allvarlig
	Mycket liten omfattning	1	Låg	Låg	Låg	Måttlig	Måttlig
			1	2	3	4	5
Påverkan			Försumbar miljö-påverkan	Måttlig eller övergående miljö-påverkan	Tydlig miljö-påverkan	Allvarlig miljö-påverkan	Mycket allvarlig miljö-påverkan

Figur 9 Matris för värdering av negativa miljöaspekter där de aspekter som enligt matrisen bedömts till *Mycket allvarlig* utgör betydande negativa aspekter (Modifierad från Trafikverket, 2011:f).

Miljöaspektens omfattning	Mycket hög omfattning	5	Måttlig	Stor	Stor	Mycket stor	Mycket stor
	Hög omfattning	4	Måttlig	Måttlig	Stor	Stor	Mycket stor
	Måttlig omfattning	3	Liten	Måttlig	Måttlig	Stor	Stor
	Liten omfattning	2	Liten	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Stor
	Mycket liten omfattning	1	Liten	Liten	Liten	Måttlig	Måttlig
			1	2	3	4	5
Förbättringspotential			Försumbar miljö-förbättring	Måttlig eller övergående miljö-	Tydlig miljö-förbättring	Stor miljö-förbättring	Mycket stor miljö-förbättring

Figur 10 Matris för värdering av positiva miljöaspekter där de aspekter som enligt matrisen bedömts till *Mycket stor* utgör betydande positiva aspekter (Modifierad från Trafikverket, 2011:f).

Bedömningen av miljöaspekternas miljöpåverkan utgick från deras resulterande bidrag till de miljöhot som presenteras i kap 2.3. I värderingsförfarandet bedömdes olika miljöfaktorer så som utsläppt ämnes bioackumulerbarhet, toxicitet, mängd, nedbrytbarhet och normalt förekommande koncentration. Varaktighet, utbredning och fysisk påverkan av miljöeffekten ingick också i bedömningsförfarandet. Vid bedömning av omfattning beaktades både mängd/år och frekvens/år. Högst omfattning tilldelades de miljöaspekter som förbrukar stora kvantiteter energi, kemikalier eller material och/eller sker varje dag i verksamheten, till exempel *Färjornas motordrift*. Lågst omfattning tilldelades de miljöaspekter som sker mycket sällan, till exempel *Olycka/tillbud*. Mellan minimal och maximal omfattning fördelades sedan de resterande miljöaspekterna in genom parvis jämförelse.

Värderingen resulterade i ett antal betydande miljöaspekter, vilka representerar de aktiviteter i verksamheten som har störst miljöpåverkan och de som bör prioriteras i verksamhetens miljöarbete. För de betydande miljöaspekterna genomfördes en utredning av olika åtgärdsalternativ och rimliga målsättningar. De föreslagna målsättningarna framtog tillsammans med Färjerederiets miljöchef.

4.3 MÄTNINGAR

För att utvärdera utsläppsnivåerna från framdriften av färjorna utfördes emissionsmätningar ombord på en av Färjerederiets frigående färjor, Göta på Hönöleden. Emissioner av gaser och partiklar uppmättes under olika körcykler för att utvärdera resulterande utsläpp vid olika förhållningssätt och på så sätt kunna ta fram rekommendationer för att minimera utsläppsnivåerna. Mätningar genomfördes både före och efter det avgasreningssystem som är installerat på den färja som studeras. Utifrån avskiljningsgraden utvärderades avgasreningssystemets effektivitet. En utförlig beskrivning av metoden gällande apparatur och upplägg samt en del preliminära resultat återfinns i appendix D.

Mätningarna utfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Trafikverket Färjerederiet. Vår medverkan bestod i delaktighet vid projektplaneringen och utformningen av projektspecifikationen samt närvaro under mätningarnas genomförande där vi avläste motorparametrar och yttre faktorer (till exempel temperatur och luftfuktighet) kontinuerligt. Vi har även valt ut och tolkat de preliminära resultat som återges i appendix D.

5 RESULTAT

5.1 MILJÖASPEKTER

Miljöaspekterna redovisas genom att först återge en beskrivning av verksamheten inom aktuell kategori och sedan presentera de tillhörande miljöaspekterna som identifierats. Aspekterna tilldelas ett ID-nummer som anger vilken verksamhetskategori den tillhör. För varje miljöaspekt beskrivs miljöpåverkan och vad det leder till för miljöeffekt i form av bidrag till de miljöhot som avhandlas i avsnitt 2.3. Förslag på hur miljöpåverkan kan minskas anges också. En sammanfattande bruttolista över miljöaspekterna återfinns i appendix B.

5.1.1 Färjedriftsverksamhet

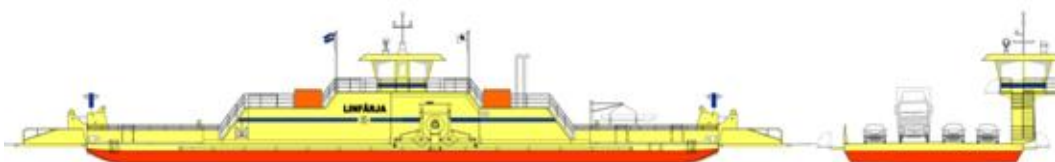
Färjeverksamheten består idag av 22 frigående och 18 lindragna färjeleder. Färjorna i fartygsflottan har stor variation vad gäller utformning och kapacitet, samtidigt som olika leder medger olika driftsförhållanden. Beskrivningen av verksamheten är generell då förutsättningar, rutiner och förhållningssätt varierar från led till led.

Färjekonstruktion

Färjorna är metallkonstruktioner av främst stål och aluminium som i stora drag består av ett bottenkrov, övervattenskrov, styrhytt och ramper. Konstruktionen skiljer sig i både storlek och utformning mellan olika färjor (Fig. 11 & Fig. 12). Skrovet kräver ytskiktsskydd för att inte rostskadas eller utsättas för bevaxning. Färjornas bottenkrov är därför försedda med zinkanoder som korrosionsskydd och bottenfärg som bevaxningsskydd. Övervattenskrov och styrhytt är försedda med korrosionsskyddande färg.



Figur 11 Illustration av en frigående färja, 340 Venus. Färjan har drivpropellrar och ramper i för och akter. Bottenskrovet (den röda nedre delen av färjan) är djupgående och rymmer färjans motorer. Färjans övervattenskrov är den delen av färjan som är över vattenytan (den gula övre delen av färjan). Styrhytten är belägen centralt över bildäck (Bild: FKAB/Trafikverket Färjerederiet).



Figur 12 Illustration av en lindragen färja, 342 Gerd. Färjan förflyttas mellan färjelägena med hjälp av en ställina. Linfärjornas bottenkrov är inte lika djupgående som de frigående färjornas och har oftast motorerna placerade ovan däck. Styrhytten är här belägen på färjans ena sida (Bild: FKAB/Trafikverket Färjerederiet).

Färjornas maskineri

De frigående färjorna drivs fram med propellrar i för och akter medan de lindragna drivs fram med ställinor som sträcker sig mellan färjelägena. Frigående färjor har oftast fyra dieseldrivna huvudmotorer för framdrift och två dieseldrivna hjälpmotorer för elproduktion. Lindragna färjor har dieselhydrauliskt eller dieselektriskt maskineri, där en dieseldriven huvudmotor via en elgenerator eller en hydrauloljepump driver en el- eller hydraulmotor. En av Färjerederiets lindragna färjor är försedd med laddningsbara batterier, som oftast kan ges tillräcklig laddning via det landbaserade elnätet och då ersätta dieselmotorns funktion.

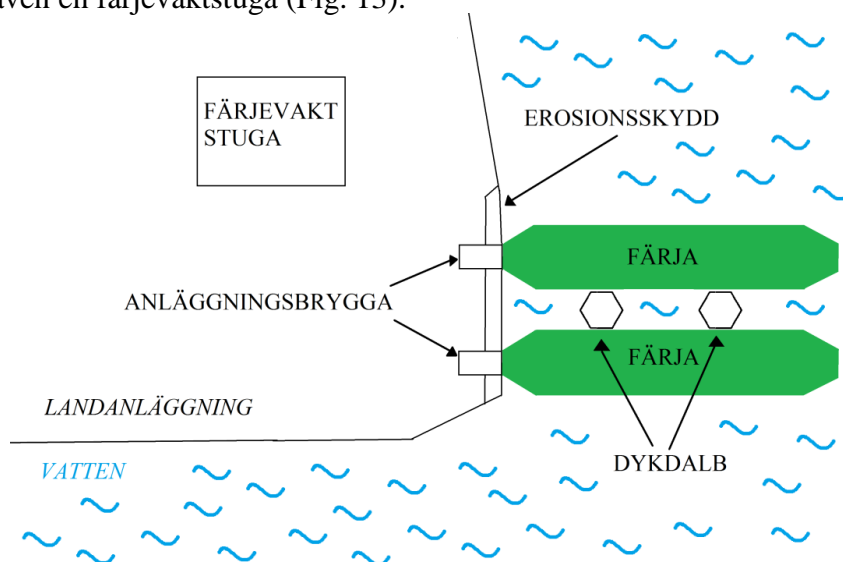
Uppvärmningssystemet på färjorna ser olika ut, men består ofta av en oljepanna kompletterat med elvärme. Vissa färjor är utrustade med ackumulatortank som utnyttjar motorernas kylvatten i uppvärmningssystemet.

Körcykel

Färjeverksamheten skiljer sig från konventionell fartygsverksamhet genom dess täta och relativt korta körturer. Principiellt består en färjas körcykel av lastningsfas, accelerationsfas, överfartsfas, retardationsfas och lossningsfas, dessa steg repeteras vid returresa och körcykeln avslutad med ett eventuellt stillestånd fram till nästa avgång. Överfartslängden på de olika färjelederna har stor variation, och turtätheten skiljer sig mellan olika leder och tider på dygnet för varje enskild led. Därför varierar de olika fasernas tidsutsträckning.

Landanläggningar

Varje led har ett färjeläge på vardera sida om överfartsleden. Lägena är förenklat beskrivet uppbyggda av anläggningsbryggor, erosionsskydd och dykdalber. Vid det ena läget finns även en färjevaktstuga (Fig. 13).



Figur 13 Schematisk bild över ett färjeläge. Ett läge har en eller flera anläggningsbryggor. För frigående färjor finns dykdalber, i denna figur två men det kan vara en eller flera beroende på varierande förutsättningar vid olika leder. Erosionsskydd finns längs med kajkanten. En färjevaktstuga är lokaliserad i anslutning till färjeläget.

Antalet anläggningsbryggor vid leden varierar beroende av dess belastning. Det förekommer olika konstruktionstyper för anläggningsbryggan beroende av fartygsskrovet och lokala förutsättningar som till exempel vattennivåskillnader. Vanligast är en betongkonstruktion med stålbygga.

Dykdalbernas funktion är att underlätta för färjan när den ska lägga till i färjeläget. På dykdalben sitter även förtöjningsanordningen. Färjan förtöjs ofta för hand av besättningsmännen men det förekommer även automatiska förtöjningssystem i form av stålmatrosor. Förenklat är en stålmatros en stålarmskonstruktion som gör att färjan kan förtöjas genom automatik från styrhytten. Färjelägen för lindragna färjor behöver normalt inte ha dykdalber då de styrs och fixeras med ställinan. En förtöjd färja kan anslutas till det landbaserade elnätet genom att en elkabel positionerad på färjan kopplas till ett eluttag vid färjeläget.

Erosionsskyddet är till för att skydda kajkanten mot urspolningar. Propellrarna på frigående färjor ger kraftiga svall- och sugeffekter, och såväl frigående som lindragna färjor ger vågsvall från skrovet. De erosionsskydd som används är bergkross, spontvägg och betongmatta.

Färjevaktstugans funktion är att ge personalen möjlighet att arbeta med administrativa uppgifter, vila och laga mat. Färjevaktstugorna, som är av varierande storlek, har ofta anlagts på 70-talet då det var vanligt med ett uppvärmningssystem bestående av direktverkande el. De senaste åren har ett flertal luftvärmepumpar installerats för att effektivisera energiförbrukningen i stugorna.

Underhåll av färja och landanläggning

Större underhållsmässiga åtgärder för färjorna är förlagda till varvsbesök. Det ledbaserade underhållet av färjorna innefattar rutinmässiga smörjrundor, påfyllning/byten av maskineriets oljor samt byten av oljefilter och påfyllning av glykol. Mindre omfattande svetsarbeten kan ibland förekomma, till exempel för att åtgärda sprickor i färjans ramp. Däcket spolas med sjövattnet vid enstaka tillfällen och ibland målas däcklinjer eller mindre delar av skrovet. Styrhytt, maskinrum och passagerarutrymmen städas av personalen på leden. Olja från oljeläckage i maskinrummet eller uttjänt olja från oljebyte ansamlas i en spilloljetank ombord eller i uppsamlingskärl vid läget. Bunkring av färjorna sker regelbundet genom att en bunkerbil kör ombord på färjan och fyller färjans bunkertank.

Underhåll av landanläggningen innefattar rutinmässiga smörjrundor, där färjelägets rörliga delar förses med smörjfett. Erosionsskyddet behöver emellanåt också underhållas, till exempel genom påfyllning av bergkross.

Vinterunderhållet består av isbekämpning i farleden samt snöröjning och halkbekämpning vid landanläggningen och på färjans däck. För frigående färjor hjälper oftast färjans propellerdrift mot isbildning och ibland körs en tom extratur för att hålla vattnet öppet. Vissa leder använder isbrytare för att hålla leden isfri. För leder där drivis innebär ett problem behöver isen ibland grävas bort. I extrema fall har det hänt att is

sprängts bort. På många lindragna färjeleder används strömbildare och luftslangar för isbekämpning. Strömbildarna verkar lokalt vid färjeläget för att hålla vattenytan närmast kajen isfri. Luftslangarna är anlagda längs med färjeledens botten. Med hjälp av en kompressor i land genereras luftbubblor som motverkar isbildning i överfartsleden. Snöröjning genomförs med plog och snöslunga. Till halkbekämpning används salt och sand.

Avfallshantering vid färja och landanläggning

Vid varje landanläggning finns en miljöstation som används för förvaring av kemikalier och farligt avfall. Det farliga avfallet hämtas upp av ett avfallshanteringsbolag.

Avloppsvatten från färjorna och från de färjevaktstugor som inte är kopplade till det kommunala avloppsnätet hämtas av en slambil. Källsortering sker ofta för papper.

Identifierade miljöaspekter

F1. Färjornas motordrift

Driften av motorerna leder till en stor förbrukning av diesel. Under år 2011 uppgick färjeledernas totala dieselförbrukning till 11 428 103 liter (Trafikverket Färjerederiet, 2012:c). Inkluderat i den totala dieselförbrukningen är även diesel som används i färjans uppvärmningssystem. Dieseln som nyttjas är av miljöklass 1, har 5 procent RME-inblandning och en svavelhalt på maximalt 10 ppm. Dieselförbränningen medför emissioner till luft bestående av främst koldioxid, kväveoxider, kolmonoxid, kolväten och partiklar. Emissionsfaktorererna för dessa ämnen gällande en färja i Färjerederiets flotta anges i appendix D. Färjedriften ger också upphov till förhöjda ljudnivåer. Miljöeffekterna från dieselförbränningen består främst i bidrag till den globala uppvärmningen, övergödning och spridning av hälsoskadliga luftföroreningar. Emissionerna bidrar också till försurning och bildning av fotokemiska oxidanter. Motordriften medför bulleremissioner och en stor förbrukning av ändliga naturresurser.

Långsiktigt bör arbetet för att minska motordriftens miljöpåverkan fokuseras kring att implementera alternativa driftsätt och drivmedel. Dieselförbrukningen kan i nuläget minskas genom uppgraderingar som att införa lindragna färjor på fler leder eller byta ut motorer till energieffektivare och renare alternativ. Bränslebesparingar kan också uppnås genom att återvinna restenergi från motorförbränningen för uppvärmning. Ett sparsamt körsätt och minskad tomgångskörning ger stora ekonomiska och miljömässiga vinster.

F2. Propellerdrift

Vid färjornas framfart i leden, speciellt vid anlöpandet och lämnandet av läget, uppkommer svall- och sugeffekter från propellrarna som orsakar erosion i strandlinjen. Omfattningen beror dels på strandlinjens uppbyggnad, avseende markens lutning och sammansättning, och dels på överfartens vattendjup och bredd. Virvlar från propellrarna kan också orsaka frigöring av bottensediment vid överfart i leden. Erosionsskydden vid läget lindrar effekterna på strandlinjen. Den främsta miljöeffekten från propellerdriften är grumling.

F3. Lindrift

Under år 2011 inhandlades 46 ton ställina inom Färjerederiet (Andreasson, pers. medd., 2012). Linfärjornas ställinor består typiskt av förzinkat stål, ibland med plastkärna. Ställinan är vid leverans infettad vilket vid drift resulterar i att smörjfett förorenar kringliggande vatten. Linhjulen kräver regelbunden smörjning och smörjfettet för detta sprids också ut i vattnet. Mekaniskt slitage på linhjulen och ställina ger miljöpåverkan i form av att zink frisätts i vattnet. På leder där ställinan når botten frigörs bottensediment. Miljöeffekterna består i spridning av oljeprodukter och metaller till vattnet samt grumling. Stora mängder stålavfall genereras vid byte av ställina, vilket diskuteras under aspekten om avfallshantering, F15.

Miljöpåverkan kan minskas genom att begränsa frisättning av fett och metaller genom att utreda alternativa lösningar för draglinan, exempelvis gällande material, infettningsmängd eller inkapslingsmöjligheter.

F4. Påverkan från skrov

Under färjans framfart i farleden sker slitage på bottenkrovet. Från bottenfärg och anoder frigörs koppar respektive zink till vattnet. Påverkan är störst under vinterhalvåret då is i farleden ger upphov till mekaniska friktionsskador. Skrovet orsakar också vågsvall som utsätter strandlinjen för erosion. Färjans hastighet, skrovform och displacement påverkar omfattningen. Erosionsskydden vid läget lindrar effekterna på strandlinjen.

Skrovet ger främst miljöeffekter i form av metallspridning till vatten. För att minska miljöpåverkan bör alternativ till kopparbaserad bottenfärg utvärderas. Zinkanoder är sällan befogade i sötvatten och bör när det är möjligt undvikas.

F5. Lastning/Lossning

När färjan lägger till mellan turerna hålls den i läget med krokarna som fäster i anläggningsbryggan. Störande ljud genereras från krokarna när de fälls ner. Slagljud orsakas också när bilarna passerar övergångarna mellan färjans ramp, stålbryggan och betongrampen. Miljöeffekten består i buller.

För att minska bullerproblematiken har i vissa fall polyetenplast ersatt rörliga ståldelar i anläggningskonstruktionen med gott resultat. Polyeten skulle också kunna användas till att bekläda lägeskrokarna. Olika typer av gummibeläggningar är möjliga åtgärdsalternativ för att minska de ljud som genereras av ojämnheter mellan färjans ramp och läget. Slitaget på plast- och gummimaterialet är dock stort vilket ger en begränsad livslängd.

F6. Användning av kemiska produkter

Till de underhållsmässiga arbeten som utförs på färjelederna används många olika typer av kemiska produkter, så som olika typer av oljor, fett och färger. Eftersom val av produkt och leverantör fattas individuellt vid varje led skiljer sig produktutbudet åt på de olika arbetsplatserna. Rutinerna för att följa upp förbrukningen av kemiska produkter

på färjelederna fungerar inte tillfredställande i dagsläget, vilket gör att förbrukningen inte är kvantifierbar.

Användningen av smörjfett ger fettspridning till omgivande vatten. Oljeläckage kan ske genom spill eller tillbud som till exempel ett slangbrott. Vid användandet av oljebaserade färger sker utsläpp av flyktiga organiska ämnen. Ibland används zinkfärger och det innebär en risk för att zink sprids till omgivningen.

De främsta miljöeffekterna från användandet av kemiska produkter består i spridning av oljeprodukter, metaller och organiska miljögifter samt bildning av fotokemiska oxidanter. Användningen innebär också en förbrukning av ändliga resurser. För att minska miljöpåverkan bör produktvalsregeln och försiktighetsprincipen tillämpas. För de flesta produkter finns alternativ med betydligt lägre miljöpåverkan.

F7. Spolning av däck

Vid spolning av färjans däck drar spolvattnet med sig föroreningar som ansamlats på däck ner i kringliggande vatten. Det innefattar till exempel oljespill, salt och avgasrester. Miljöeffekten från detta är främst spridning av oljeprodukter men även andra förorenande ämnen till vatten. För att minska miljöpåverkan bör oljespill alltid absorberas innan spolning. Alternativa metoder för att rengöra däck bör utredas, företrädesvis en metod där föroreningarna uppsamlas.

F8. Svetsning

Mindre svetsningsarbeten genomförs vid leden. Svetsningen orsakar olika typer av luftföroreningar. Vilken typ av föroreningar och i vilka mängder beror på svetsmetoden och tillsatsmaterialet. Något som också kan bidra är om grundmaterialet är ytbehandlat med något som kan avge skadliga ämnen (ESAB Sverige AB, 2012). Miljöeffekterna består ofta i metallspridning.

F9. Olycka/tillbud

Om en större olycka skulle inträffa som exempelvis brand, explosion eller haveri kan stora läckage och luftutsläpp förekomma. Vid en olycka innefattande transport av farligt gods beror miljöeffekterna av typ av gods. Aspekten har potential att bidra till samtliga miljöhot beskrivna i avsnitt 2.3.

F10. Elanvändning vid landanläggningar

Den sammanlagda elanvändningen för samtliga färjeleder uppgick under år 2011 till 3542 MWh (Trafikverket Färjerederiet, 2012:d). I den redovisade elanvändningen inkluderas både färjornas landbaserade elanvändning och färjevaktstugornas elförbrukning då de inte är enskilt specificerade. Även drift av strömbildare och luftslangar ingår, vilka när de är i bruk står för en betydande del av elförbrukningen.

Elanvändningen ger inte några direkta emissioner, men produktionen av el genererar stora utsläpp. Den nordiska elmixen som är upphandlad inom Trafikverket består av cirka 45 procent fossil energi, 25 procent förnybar energi och 30 procent kärnkraft. I framställningen av nordisk elmix emitteras cirka 100 kg koldioxid per producerad MWh

(Svensk energi, 2011) och mindre utsläpp av kväveoxider, svaveloxider, kolmonoxid, kolväten och partiklar. Elproduktionens miljöeffekter är främst bidrag till den globala uppvärmningen men även övergödning, försurning, bildande av fotokemiska oxidanter och spridning av hälsoskadliga luftföroreningar. Vid sidan av luftemissionernas miljöstörande effekter uppkommer andra konsekvenser kopplade till elproduktionen. Exempel på detta är förbrukningen av ändliga naturresurser och genererandet av kärnbränsleavfall.

För att minska miljöpåverkan från elproduktionen är det viktigt att byta ut den befintliga elmixen till en som baseras på förnybara källor. Det finns potential att minska elanvändningen genom att begränsa uppvärmningen av färjans utrymmen när de inte nyttjas och genom att minska drifttiden för strömbildare och luftslangar. Uppvärmningssystemen för färjor och landanläggningar bör också uppdateras exempelvis genom ett utökat införande av luftvärmepumpar.

F11. Anläggning av färjeläge

Anläggning av ett färjeläge sker mycket sällan på en helt ny plats. Det är vanligare att ett befintligt färjeläge rivs och ett nytt anläggs på samma plats. Betong och stål är de huvudsakliga materialen som används. Vid anläggningskedet behöver ofta hamnen muddras.

Miljöpåverkan från anläggningsfasen är platsspecifik men innebär framförallt ett ingrepp i vattenmiljön. Ingreppet medför bland annat att bottensediment frigörs. Anläggandet genererar tunga transporter av material till lägena samt drift av arbetsfordon. Miljöeffekterna från anläggning är främst exploatering av vattenmiljön, grumling och buller.

För att minska miljöpåverkan förknippad med anläggandet kan materialvalet övervägas. Många gånger är stål och betong utbytbara mot varandra. Betong är en fast konstruktion som medför mer arbete i vattnet. En stålkonstruktion ger underhållsmässiga fördelar eftersom den kan tas upp för underhållsarbete på varv och sättas tillbaka. Stål är också möjligt att återvinna när läget är uttjänt. Livscykelanalyser visar att stålkonstruktioner är att föredra framför betongkonstruktioner (Johnson, 2006).

F12. Anläggning av erosionsskydd

Val av erosionsskydd är beroende av strandkantens materialsammansättning. Ibland består strandkanten av berg och ibland av löst material, vilket ger skilda behov. Betongmatta är en effektiv och långlivad skydds metod. En annan metod är att tillföra bergkross intill strandkanten, vilket kräver påfyllning vart tredje till fjärde år. Ytterligare ett alternativ till erosionsskydd är att anlägga en spontvägg intill strandkanten. Erosionsskydden medför miljöpåverkan vid anläggningskedet genom att sediment frisätts. Miljöeffekten består främst i grumling.

För att minska miljöpåverkan från anläggning av erosionsskydd bör möjligheten att inför biologiska erosionsskydd utredas. Ett biologiskt erosionsskydd i form av en vegetationsmatta skulle öka kostnadseffektiviteten, miljövänligheten och estetiken för

strandskyddet. Ytterligare miljöfördelar skulle kunna uppnås genom att använda växter med sanerande förmåga, så kallad fytosanering.

F13. Halkbekämpning och snöröjning

Sand och salt används för halkbekämpning i olika hög grad vid de olika lederna. Användningen varierar både vad gäller omfattning och materialval. Vid vissa leder behandlas till exempel hela däckets med både sand och salt och vid andra sandas bara gångstråken. Saltning kan ge upphov till korrosionsskador vilket frigör metaller till mark och vatten. Sandning innebär en förbrukning av naturresurser (Wikström, 2006). Till snöröjning används plog och snöslunga. Snöröjning sker främst med dieseldrivna fordon. Miljöpåverkan från dieselförbränning är främst emissioner av koldioxid, kväveoxider, kolmonoxid, kolväten och partiklar (Gode et al., 2011).

De sammantagna miljöeffekterna av halkbekämpningen och snöröjningen är främst bidrag till den globala uppvärmningen, övergödning och spridning av hälsoskadliga luftföroreningar. Emissionerna bidrar också till försurning, spridning av metaller och bildning av fotokemiska oxidanter. Aspekten medför en förbrukning av ändliga naturresurser samt mindre bidrag till bullerproblematiken. För att minska miljöpåverkan bör manuell snöröjning i den mån det är rimligt genomföras. En utvärdering av halkbekämpningsbehovet bör alltid göras innan handling.

F14. Externa transporter till och från färjeläget

Externa transporter till och från färjeläget innefattar leveranser och upphämtning av material och varor. Till exempel sker transporter vid leverans av bunkerolja och reservdelar och vid upphämtning av avfall. Aspekten kategoriseras som indirekt eftersom transporterna i huvudsak sker i extern regi. För beskrivning av transporternas miljöpåverkan från dieselförbränning se aspekt F13.

De indirekta miljöeffekterna av aspekten består främst i bidrag till den globala uppvärmningen, övergödning och spridning av hälsoskadliga luftföroreningar. Emissionerna bidrar också till försurning och bildning av fotokemiska oxidanter. Aspekten medför en förbrukning av ändliga naturresurser samt mindre bidrag till bullerproblematiken. För att minska transporternas miljöpåverkan bör miljökrav ställas vid upphandling av transporttjänster.

F15. Avfallshantering vid färjeläget

Avfall som uppkommer från färjedriftverksamheten är främst hushållsavfall från färjevaktstugor och färjor, ställina från lindriften och farligt avfall från underhållsarbeten och septiktank. Farligt avfall som uppkommer i färjedriftverksamheten utgörs av till exempel oljefilter, spillolja, glykol, avloppsvatten, batterier och lysrör. Mängder av genererat avfall är inte kvantifierade.

Avfallet upphämtas och behandlas av externa aktörer och aspekten bedöms därför ha indirekt miljöpåverkan. Avfallsbehandling leder till miljöpåverkan genom utsläpp till luft från rökgaser samt utsläpp till mark och vatten genom lakvatten från deponi. Rökgaserna kan innehålla dioxiner och metaller så som kadmium, kvicksilver och bly.

Deponering genererar utsläpp av metan till luft samt utsläpp av tungmetaller och andra farliga ämnen till mark och vatten (Naturvårdsverket, 2005). Miljöeffekterna från avfallsbehandlingen är bidrag till global uppvärmning, övergödning, försurning, metallspridning, bildning av fotokemiska oxidanter samt emissioner av hälsoskadliga luftföroreningar.

För att minska miljöpåverkan från avfallshanteringen bör hushållnings- och kretsloppsprinciperna tillämpas. Det innebär att första förbättringsåtgärden är att minska uppkomsten av avfall. Sopsortering bör genomföras i högre grad och andelen avfall som återvinns bör utökas. Byte av ställina genererar stora mängder stålavfall vilket oftast deponeras trots möjligheterna till återvinning. Mängden farligt avfall kan begränsas genom att minska vattenhalten i spilloljetanken med ett oljeseparerande system. Vid ombyggnad av färjevaktstugor installeras ofta mindre reningsverk för att ta hand om avloppsvattnet vilket är en metod som med fördel kan installeras vid fler färjevaktstugor.

5.1.2 Isvägsverksamhet

Vintertid ersätts färjeförbindelserna i Norrbotten och Jämtland av sju isvägar. Sex av isvägarna sträckas parallellt med de befintliga färjelederna i distrikten, och den sjunde utgör en kompletterande förbindelse över Storsjön. Isvägssäsongens utsträckning varierar beroende av väderomständigheterna.

Anläggningsförfarandet och underhållsbehovet ser olika ut på de olika isvägarna, beroende av de geografiska och meteorologiska förhållandena samt om isvägen sträcker sig över älv eller sjö. Följande beskrivning anger aktiviteter som förekommer i isvägsverksamheten, men inte nödvändigtvis på varje enskild isväg.

Inför anläggandet av en isväg görs mätningar av isens tjocklek, vilket utförs med isborr och mätsticka. Isvägens sträckning markeras ut med snöstörrar. Drivis är ibland ett problem på isvägarna över älvarna i Norrbotten och leder till ett stort arbete med att jämna ut isen vid anläggandet av vägen. Detta görs genom att bevattna isen med hjälp av en bensindriven vattenpump där vatten tas från uppborrade hål i isen. Vattning genomförs också under anläggningsstadiet om snö lagt sig på isen för att ta bort dess isolerande verkan och på så sätt gynna istillväxten. Om det är mycket snö på isen packas denna med snöskoter och sladd för att kylan ska ledas ned till isen och generera istillväxt.

Inför öppnandet av isvägen plogas breda körfält upp. Isvägarnas nedfarter prepareras med krossgrus för att öka deras bärighet. När isvägen är i drift genomförs daglig tillsyn. Isens tjocklek och kvalitet kontrolleras och vid behov utförs snöröjning med plog eller snöslunga. Om det finns sprickor i isen packas dessa med snö och fylls med vatten för att påskynda ihopfrysning. Om sprickbildningen lett till hinder i form av vallbildningar eller vakar kan dessa i mycket sällsynta fall behöva avlägsnas genom sprängning. Ibland kan smältande snö ge vattenansamlingar på isen som då kan ledas bort genom att borra hål i isen. När isytans kvalitet försämrats så att gropbildning och spårbildning uppstår stängs isvägen.

Identifierade miljöaspekter

II. Användning av fordon och arbetsmaskiner

Till arbetet med isvägarna används olika motordrivna fordon och arbetsmaskiner så som skoter, pickup, traktor, isborr och vattenpump. Under år 2011 förbrukades sammanlagt 13100 liter diesel, 850 liter alkylatbensin, 60 liter motorolja och 14 liter glykol inom isvägsverksamheten (Eriksson, pers. medd., 2012; Olofsson, pers. medd., 2012).

Miljöpåverkan består främst i emissioner från dieselförbränning, se aspekt F13. Miljöeffekterna består främst i bidrag till den globala uppvärmningen, övergödning och spridning av hälsoskadliga luftföroreningar. Emissionerna bidrar också till försurning och bildning av fotokemiska oxidanter. Motordriften medför en förbrukning av ändliga naturresurser och användningen av arbetsmaskiner ger upphov till buller.

I2. Elanvändning i isvägsverksamheten

Elanvändningen relaterat till isvägsverksamheten består främst i uppvärmning av de lokaler som nyttjas på leden. Elanvändningen har dock inte kunnat specificeras för isvägsverksamheten eftersom de uppgifter som finns redovisade gäller för landanläggningarnas totala elanvändning. Vissa av isvägarna har eldriven belysning och skyltning. För beskrivning av miljöpåverkan från elanvändning, miljöeffekter och åtgärdsförslag, se aspekt F10.

I3. Olycka/tillbud

Olika olycksrelaterade incidenter i isvägsverksamheten kan leda till läckage av skadliga ämnen. Ett tydligt riskmoment är tankning av vattenpumpen då tankning ofta sker direkt från bensindunk ute på isen. Det har förekommit att arbetsmaskiner gått igenom isen vilket kan leda till att vattnet förorenas. Den främsta potentiella miljöeffekten av olyckor i isvägsverksamheten är spridning av oljeprodukter.

5.1.3 Kontorsverksamhet

Färjerederiets huvudkontor är 500 kvadratmeter stort och återfinns i Vaxholm. På kontoret arbetar 25 personer med administrativa uppgifter inom verksamheten. Kontorspersonalens uppgift är att styra, stödja och utveckla den operativa driften. Ledningen fattar de strategiska verksamhetsbesluten, till exempel om vilka projekt som ska genomföras och vilka drifrutiner som ska gälla. Som ledare av verksamheten bär de ansvaret för att verksamhetssystemet efterföljs och förbättras.

Kontorslokalens uppvärmningssystem består av fyra luftvärmepumpar som kompletteras med direktverkande elvärme. El förbrukas också till belysning och annan elektrisk apparatur, så som datorer, kopiatorer och vitvaror.

Materialåtgången består i typiska kontorsartiklar så som papper, pennor, mappar och dylikt. Kontorsverksamheten ger upphov till både hushållsavfall och farligt avfall. På kontoret källsorteras papper, kartong, glas, metall och farligt avfall. Det farliga avfallet som genereras på kontoret är lysrör, elektronikavfall, byggsopor och batterier.

Eftersom färjelederna är belägna över hela landet medför personalens platsbesök ofta tjänsteresor, vilka i de flesta fall sker med flyg. Merparten av de anställda på kontoret transporterar sig mellan bostad och arbete med egen bil, ett fåtal reser kommunalt eller promenerar.

Identifierade miljöaspekter

K1. Elanvändning i kontorsverksamheten

Kontorets elförbrukning uppgick till 67 MWh för år 2011 (Trafikverket Färjerederiet, 2012:d). För beskrivning av miljöpåverkan och miljöeffekter relaterade till elanvändning, se aspekt F10

För att minska miljöpåverkan från elproduktionen kan kontoret minska sin elanvändning genom att närvarostyrd belysning och uppvärmning installeras. På individnivå bör var och en se till att stänga av elektrisk apparatur innan hemgång. Enligt resonemanget i aspekt F10 bör också elavtalet ändras för att minska miljöpåverkan förknippad med den totala elanvändningen inom Färjerederiet. Beslut om denna åtgärd bör Färjerederiets ledning ansvara för.

K2. Förbrukning av kontorsmaterial

Förbrukningen av kontorsmaterial under år 2011 redovisas som inköpta kvantiteter i tabell 1.

Tabell 1 Redovisning av Färjerederiets inköp av kontorsmaterial under år 2011 (Staples Advantage, 2012). Tabellen visar de material som inhandlas i större mängder. Utskriftspapper är i antal räknat den i särklass största posten.

Kontorsmaterial	Antal inköpta
Arkivkartonger	200
Hängmappar	250
Kollegieblock	90
Plastfickor	150
Utskriftspapper	95000

Pappersförbrukningen är den viktigaste delen i konsumtionen av kontorsmaterial. Användningen ger indirekt miljöpåverkan från pappersframställningen. Miljöpåverkan från pappersproduktion är utsläpp till luft av koldioxid, kväveoxid och svaveloxider och utsläpp till vatten i form av kväve, fosfor och klorerade kolväten (Svanen, 2012). Pappersproduktionens miljöeffekter är bidrag till global uppvärmning, förorening, övergödning och spridning av organiska miljögifter.

Färjerederiet använder sig av miljömärkt papper och tillämpar pappersåtervinning. För att minska pappersförbrukningen bör dubbelsidiga utskriftsinställningar införas på samtliga skrivare och dokument läsas och arkiveras elektroniskt i högre utsträckning. Postförsänd reklam bör undanbedjas.

K3. Avfallshantering i kontorslokalen

Av kontorsverksamhetens uppkomna avfall transporteras papper, kartong, glas och plåt till återvinningsstation. Farligt avfall förs oftast via Tenö varv till destruktionsanläggning. Resterande avfall upphämtas i kommunal regi. Vaxholm kommun saknar system för särskilt omhändertagande av biologiskt nedbrytbart avfall vilket innebär att inget avfall återvinns i komposterings- eller rötningsprocesser.

Upphämtat avfall hanteras av externa aktörer och aspekten bedöms därför ha indirekt miljöpåverkan. För miljöpåverkan och miljöeffekter vid avfallsbehandling, se aspekt F15. Kontorets avfall består dock till största del av brännbart hushållsavfall vilket ger mindre miljöpåverkan än färjedriftverksamhetens avfall som i högre grad kräver destruktion eller deponering.

För att minska miljöpåverkan från avfallshanteringen bör hushållnings- och kretsloppsprinciperna tillämpas. Det innebär att första förbättringsåtgärden är att minska uppkomsten av avfall. Ett utökad sorteringssystem lokaliserat i köket skulle förenkla och förbättra sopsorteringen. Den verksamhetsledande funktion som kontoret utgör medför att det är viktigt att föregå med ett gott exempel.

K4. Tjänsteresor

De anställdas resor i tjänsten genomförda under år 2011 redovisas i tabell 2. Resorna sker nästan uteslutande inrikes och flyg är det vanligaste transportslaget.

Tabell 2 Färjerederiets redovisade resor för år 2011. Tabellen anger antal resor med ett visst transportsätt och hur många av dessa som skett inrikes. Övrig marktransport innefattar bussar eller dylikt (Trafikverket, 2011:g).

Transportslag	Antal resor	Antal inrikes
Bil	74	73
Båt	20	16
Flyg	334	313
Övrig marktransport	131	129
Tåg	44	44

De olika transportslagen har olika stor miljöpåverkan. Flygresor ger överlägset störst luftemissioner. Tåg- och bussresor ger jämförelsevis mycket små utsläpp.

Vid tjänsteresor ska personal i enighet med Trafikverkets övergripande bestämmelser företrädesvis resa med tåg, även om transportvalet skulle innebära en merkostnad. Vid tjänsteresor med bil ska tjänstebil premieras eftersom de ofta är av en modernare och mer energieffektiv modell än en privatägd bil. När en hyrbil uthämtas ska den enligt upphandlat avtal alltid vara klassad som miljöbil.

Tjänsteresornas miljöpåverkan består i luftemissioner i form av koldioxid, kväveoxider, kolmonoxid, kolväten, svaveloxider och partiklar (SAS, 2012; Gode et al., 2011). Miljöeffekterna utgörs av bidrag till den globala uppvärmningen, övergödning, försurning, bildning av fotokemiska oxidanter samt spridning av hälsoskadliga luftföroreningar. Ändliga naturresurser förbrukas.

För att minska miljöpåverkan bör inrikes tjänsteresor i högra utsträckning ske med tåg eller buss istället för flyg. Speciellt flygresor mellan Stockholm och Göteborg bör undvikas eftersom att tågförbindelserna mellan städerna är mycket goda.

K5. Bristande utbildningsrutiner för miljömedvetenhet

Enligt ISO 14001 ska organisationen identifiera och tillgodose utbildningsbehov som har samband med dess miljöaspekter och miljöledningssystem. Det ska finnas rutiner som säkerställer att personer som arbetar för eller på uppdrag av Färjerederiet görs medvetna om betydelsen av att följa rutiner och krav i miljöledningssystemet. De ska också upplysas om de betydande miljöaspekterna i verksamheten och den miljöpåverkan som kan kopplas till arbetet.

Rutiner för detta är idag bristfälliga. Utbildningsrutiner eller informationsmöten där miljö är i fokus saknas idag i verksamheten. Aspekten har därför potential att ge bidrag till samtliga miljöhot beskrivna i avsnitt 2.3 på grund av bristande kunskaper. För att minska miljöpåverkan kan satsningar likt det projekt där sjögående personal utbildas i sparsam körteknik ge mycket positiva resultat. Projekt av denna typ borde dock utgöra

ett delmoment i en långsiktigare plan för hur miljöfrågor ges regelbundet utrymme i den fortlöpande verksamheten. I handlingsplanen bör utbildning ingå för att säkerställa att personal känner till och tillämpar de lagar, krav och direktiv som omfattar verksamheten. Rutinmässiga utbildningar som behandlar miljörelaterade aspekter i verksamheten skulle öka medvetenheten och vaksamheten i arbetet och därmed minska miljöpåverkan.

K6. Bristande kommunikation mellan verksamhetsområden

Kommunikationen och samarbetet mellan den administrativa och den operativa verksamheten bör förbättras. Arbetsplatsernas geografiska avstånd gör att personliga möten är sällsynta. Ledningen bör i större utsträckning visa sig på lederna för att informera och samarbeta mer med personalen i den operativa verksamheten. Den operativa personalen bör få känna sig inkluderade i beslutsprocessen inför beslut som har betydelse för deras verksamhetsområde. På lederna finns också en lokalkännedom som borde tas till vara på i alla projekt.

Förbättrad kommunikation ger ökad förståelse och större genomslag för vidtagna åtgärder och ändrade rutiner. Acceptans för ett beslut är viktigt för att det ska efterföljas. För att miljöåtgärder ska ge verkan är det en förutsättning att de kommuniceras ut till lederna och sedan även följs upp.

Även kommunikation mellan lederna bör förbättras. Genom att ge större utrymme för erfarenhetsutbyte arbetsplatser emellan kan gemensamma lösningar finnas som effektiviserar och förbättrar verksamheten.

Aspekten har potential att ge bidrag till samtliga miljöhot beskrivna i 2.3 genom att risk finns att rutiner inte efterföljs och förbättringsåtgärder inte implementeras. För att minska miljöpåverkan bör utrymme för kommunikation prioriteras genom fler platsbesök och fler gränsöverskridande möten. Kommunikationsansvar bör utredas och tilldelas.

K7. Bristande uppföljning av verksamhetssystemet

Bristande uppföljning av Färjerederiets verksamhetssystem leder till att gällande rutiner inte alltid efterföljs. Detta tydliggörs särskilt vid granskning av hur Färjerederiets verktyg för registrering av kemikalieförbrukning (*Chemsoft*) och genomförda underhållsåtgärder (*AMOS*) tillämpas. En rutin förlorar sitt värde om det inte säkerställs att den realiserar. För att uppnå ett framgångsrikt miljöledningssystem krävs en god uppföljning av de rutiner som berör verksamhetens miljöaspekter så att brister kan identifieras och åtgärdas.

Aspekten har potential att ge bidrag till samtliga miljöhot beskrivna i 2.3. För att minska risken för negativ miljöpåverkan bör en rutin för uppföljning införas där en tydlig ansvarsfördelning finns. Det är också viktigt att ställa tydliga krav på vad för ansvar som följer med en tjänst och se till att det efterlevs.

K8. Projektering av ny färja

Färjerederiet arbetar efter en femstegsprincip för att möta ett investeringsbehov. De fem stegen avvägs i ordningsföljd och utgörs av:

1. Förändring av turlistor och turfrekvens
2. Rätt färja på rätt plats (Fleet Management)
3. Kapacitetsutbyggnad av befintlig färja
4. Köp av begagnad färja
5. Nybyggnad av färja

Innan beslut om nybyggnation prövas alltså möjligheterna att lösa det utökade kapacitetsbehovet med andra alternativ. Vid nyprojektering av färja anges direktiv för vilken typ av färja som skall projekteras samt vilka alternativa tekniska lösningar som ska utredas inom projektet. Därefter tas ritningar fram och krav formuleras för upphandling av varv där nybyggnationer sker. Miljöeffekterna från varvsaktiviteterna ses som indirekta för Färjerederiet, se aspekt V1 nedan. Färjerederiet har dock stor kapacitet att minska miljöpåverkan från färjedriften genom val som görs i projekteringsstadiet, till exempel gällande val av framdriftsmetod, ytskiktsskydd, skrovutformning, uppvärmningssystem, avgasreningsteknik med mera.

Bidrag till samtliga miljöhot beskriva i avsnitt 2.3. kan potentiellt minskas genom att tänka långsiktigt ur ett hållbarhetsperspektiv vid planering av nybyggnationer. Att använda sig av bästa möjliga teknik är ett lagkrav och bör ges stort utrymme i planeringen. Rutiner för hur åtgärder för minskad miljöbelastning ska införlivas vid nyprojektering bör fastställas.

K9. Fleet management

Arbetet med *Fleet management* utgår från trafikstatistik och syftar till att placera färjorna där de bäst behövs. Ofta förändras behovet säsongvis, till exempel i form av en utökad belastning på färjeleder i turistorter under sommaren.

Arbetet ger miljövinster relaterat till bränslebesparingar i och med en ökad effektivitet i rederiflottan. Ett väl fungerande *Fleet management* ger minskade bidrag till främst global uppvärmning, övergödning och spridning av hälsoskadliga luftföroreningar men även minskade bidrag till förurning och bildning av fotokemiska oxidanter. Förbrukningen av ändliga naturresurser minskas också.

5.1.4 Varvsverksamhet

Färjerederiets färjor gör schemalagda varvsbesök två gånger under en 5-årsperiod. Lagen om offentlig upphandling (SFS 2007:1091) styr vid upphandlingar av varvstjänster vilket innebär att Färjerederiets två egna varv konkurrerar om uppdragen på samma villkor som externa varv. Valet av varv beror på hur väl intressenterna möter upphandlingskraven.

På varven utförs underhållsarbeten såsom blästring och målning, stålbyggnationer, svetsning, el- och hydraulikarbeten, motorservice, service och reparationer av propelleraggregat och kraftöverföring samt även modifieringar eller ombyggnationer av fartyget.

Blästring är ett samlingsnamn för högtrycksrengöring som rymmer olika tekniker och blästermedel. Blästring av skrovet genomförs för att ta bort rost samt för att få en ren yta att applicera ett nytt färgsystem på. Bottenskrovet målas med angreppsskyddande färg innehållande kopparbiocider. Övervattensskrovet målas med färg innehållande en hög halt lösningsmedel. På vissa färjor har vattenbaserade färger används till övervattensskrovet. Appliceringen av en vattenbaserad färg ställer högre krav på väderförhållanden än vad en oljebaserad färg gör. Svetsnings- och slipningsarbeten sker vid reparation, modifieringar eller ombyggnationer av färjan.

Varven orsakar olika miljöbelastning beroende av vilka produkter och tekniker som används. Exempelvis har en del varv utrustning för att rena och återanvända olja vid underhåll av oljesystem medan andra byter ut den uttjänta oljan. Spolvatten som bildas vid tvättning av undervattensskrov är ett uppmärksammat miljöproblem inom branschen. Här skiljer sig också hanteringen åt mellan olika varv. Vissa nyttjar det kommunala avloppssystemet eller har egna reningsverk medan andra spolar ut det förorenade vattnet till närliggande vattendrag. Val av blästertechnik och färgsystem varierar mellan varven. Vissa varv använder återanvändbara blästermedel och har möjlighet att inkläda blästerobjektet. Målning utförs med olika appliceringstekniker och färtyper.

I enighet med Trafikverkets centrala policy ska ett gott miljöarbete gynna aktörerna vid en upphandling. De nuvarande upphandlingskraven för varvsunderhåll innefattar ingen miljörelaterad viktningbonus utan lägsta pris är det enda som premieras.

Identifierad miljöaspekt

V1. Upphandling av varvstjänster

Varvsarbeten, även de som sker på de egna varven, betraktas som externa aktiviteter där varven är leverantörer. Miljöpåverkan från enskilda aktiviteter i varvsverksamheten ses som indirekt. Färjerederiets möjligheter att minska dessa återfinns i upphandlingsförfarandet.

Varvsverksamheten ger miljöpåverkan genom dess arbetsmetoder och kemikalieanvändning. Blästring ger miljöpåverkan genom partikelemissioner och

frigörelse av tungmetaller. Farligt avfall uppkommer i form av förorenade blästerrester. Vid målningsarbeten släpps flyktiga organiska ämnen ut i luften och färgrester utgör farligt avfall (Carlsrud et al., 2006). Svetsningen orsakar olika typer av luftföroreningar beroende av svetsmetod, tillsatsmaterial och grundmaterialets ytbehandling. Arbetsmaskiner är energikrävande och orsakar höga ljudnivåer. Spolvattnet är förorenat med tungmetaller, framför allt koppar, vilka förorenar närliggande vattendrag om inga reningsåtgärder vidtas.

Varvsverksamheten orsakar miljöeffekter bestående av bidrag till global uppvärmning, spridning av metaller, bildning av fotokemiska oxidanter, övergödning, försurning samt spridning av hälsoskadliga luftföroreningar. Aktiviteterna på varvet ger upphov till buller.

För att minska miljöpåverkan från varvsverksamheten bör Färjerederiet som beställare se till att kravspecifikationer vid upphandlingar utvidgas. Att premiera varv som arbetat aktivt med miljöfrågor har potential att ge stor positiv effekt för Färjerederiets indirekta miljöpåverkan genom aktiviteter inom varvsverksamheten.

5.2 BETYDANDE MILJÖASPEKTER

Värderingen resulterade i fem betydande miljöaspekter:

- F1. Färjornas motordrift
- F6. Användning av kemiska produkter
- F10. Elanvändning vid landanläggningar
- K7. Bristande uppföljning av verksamhetssystemet
- V1. Upphandling av varvstjänster

Värderingslista finns i appendix C.

5.2.1 Föreslagna målsättningar

Enligt ISO-standarden ska målen för miljöarbetet vara tydliga och mätbara. Det är viktigt att utveckla och tillämpa handlingsplaner för att nå miljömålen och för att inneha ett framgångsrikt miljöledningssystem. Det är särskilt angeläget att Färjerederiets ledning upprättar en handlingsplan för det nationella målet om fossilfri fordonsflotta till år 2050. Handlingsplanen ska även innehålla en strategi för att nå delmålet om fossiloberoende fordonsflotta år 2030. För att uppnå dessa mål krävs drastiska förändringar av dagens fartygsflotta. En handlingsplan bör även upprättas för hur Färjerederiet ska klara de strängare lagkrav vad det gäller kväveoxidemissioner från fartyg som förväntas gälla från år 2016.

Nedan föreslagna målsättningar har inriktats på lösningar för verksamheten som den ser ut i nuläget. Det är dock av stor vikt att Färjerederiet arbetar med långsiktiga strategier för ovan nämnda nationella målsättningar.

F1. Färjornas motordrift

Det mest väsentliga i arbetet med att minska Färjerederiets miljöpåverkan är att hitta alternativ till dieselmotordrift av färjor. Projektet *Fri till Lin* är en metod som används för att minska dieselförbrukningen. För att ytterligare minska dieselåtgången riktas tekniken mot att kunna driva lindragna färjor med landbaserad el. Möjligheten att driva färjorna med alternativa bränslen som exempelvis gas har utretts men inte ansetts tillämpligt i dagsläget. Att kontinuerligt utvärdera framdriftsalternativ bör ges stort utrymme i verksamheten. Nedan diskuterade områden behandlar möjligheterna att minska påverkan från dieselmotordriften i den befintliga flottan.

Tomgångskörning

För att minska emissionerna från motordriften bör tiden när färjorna kör på tomgång minimeras. Vid mätningar på Hönöleden konstaterades en tydlig minskning av emissionerna under körcykler med avstängda motorer vid kajuppehåll jämfört med samma körcykel med motorerna på tomgång. Enligt rutinbestämmelser i Färjerederiets verksamhetssystem ska huvudmotorerna stängas av vid uppehåll överstigande 10 minuter och hjälpmotorerna vid uppehåll överstigande 30 minuter. Det är en bestämmelse som inte genomgående efterföljs, många gånger på grund av att processen att förtöja färjan anses bevärlig. För att underlätta för personalen kan en

stålarmskonstruktion monteras som möjliggör förtöjning via automatik från styrhytten. De bränslebesparingar som kan uppnås om tiden i tomgångskörning minskar kan i många fall motivera detta. Generellt krävs skarpare krav på att rutinbestämmelserna för tomgångskörning efterföljs.

Mål En handlingsplan för att säkerställa att befintlig rutin efterföljs ska inrättas senast år 2013

Avgasrening

Avgasreningssystem bör användas i större utsträckning för att minska motordriftens emissioner. Då färjornas motorer är dimensionerade för effektbehovet under accelerationsfasen är effektuttaget inte optimalt under övergångsfasen vilket resulterar i relativt låga avgastemperaturer. Perioderna med tomgångskörning mellan turerna kyler ned motorerna och leder till än lägre avgastemperaturer. Detta är problematiskt då partikelfilters regenerering såväl som tekniker för katalytisk rening av kväveoxider kräver relativt höga avgastemperaturer. Mätningar utförda på M/S Göta på Hönöleden visar att det passiva partikelfilter som nyttjas i Götas avgassystem har mycket hög reningseffektivitet. Dock krävs noggrann utvärdering av lämplig teknik inför installation av avgasreningssystem då förutsättningarna skiljer sig mycket mellan olika leder. Tekniker anpassade för tunga fordon med lätta arbetscykler finns på marknaden och består ofta i aktiva system med bränsleinjektioner i avgasströmmen vilket via exoterma reaktioner ger en ökad temperatur i partikelfiltret. I dagsläget används ingen teknik för rening av kväveoxider inom Färjerederiet. Kväverening är angeläget att införa med tanke på de nya emissionskrav som förväntas införas år 2016.

Mål Rutiner för användande av partikelfilter ska införas senast år 2013

Efterbehandlingssystem för kväveoxider ska testas och utvärderas senast år 2016

Sparsam körteknik

Minskningen i bränsleförbrukning är stor redan vid små förändringar i belastningen, vilket tydliggörs i de mätningar som genomförts på Hönöleden. Det påbörjade utbildningsprojekt där sjögående personal utbildas i sparsam körteknik har således potential att ge betydande minskning av färjeverksamhetens bränsleförbrukning och luftemissioner.

Mål All sjögående personal ska vara utbildad i sparsam körteknik senast år 2020

Uppvärmningssystem

För att minska bränsleåtgången för uppvärmning av färjan bör uppvärmningssystemen uppdateras. System för att ta till vara på motorernas kylvatten, liksom de ackumulatortankar som redan finns på vissa färjor, bör införas i högre utsträckning. Installation av luftvärmepumpar är en annan åtgärd som medför en minskning av bränsleåtgången relaterad till färjornas uppvärmning. Det är vanligt att färjans utrymmen hålls uppvärmda över behovsnivån, till exempel nattetid när färjan är upplagd. För att hindra denna onödiga energiåtgång kan automatiska system installeras för tidsstyrning av värmesystemet. Alternativt krävs skarpare rutiner för hur färjans värmesystem ska styras manuellt.

Mål Rutiner som standardiserar införandet av miljöeffektiva uppvärmningssystem vid nybyggnationer och ombyggnationer ska införas senast år 2013

Automatiska tidsstyrda värmesystem ska införas senast år 2015

F6. Användning av kemiska produkter

Miljövänliga produkter

De flesta produkter som nyttjas på lederna har miljövänligare alternativ. Till exempel kan biologiska eller syntetiska oljor användas istället för mineraliska oljor. Det är framförallt angeläget att använda biologiskt nedbrytbara alternativ till de system som är belägna ovan däck, till exempel hydrauliken. Där kan ett slangbrott medföra stora utsläpp till omkringliggande vatten. Smörjettet som används på färjans yttre delar sprids oundvikligen till vattnet och därför bör en produkt med minimal miljöpåverkan användas. Produktvalet görs på den enskilda leden, där ansvarig personal ofta saknar information om alternativa produkter. Rutiner bör införas för vilka produkter som får användas och i vilka syften.

Mål Rutiner för val av miljövänliga alternativ ska införas senast år 2013

Kvantifiering

Färjerederiets totala användning av kemiska produkter är inte kvantifierbar. Enligt det befintliga systemet ska Färjerederiet redovisa sin kemikalieförbrukning genom sina två

interna varv, vilket i dagsläget kompliceras av att systemet även gäller för varvets externa kunder. Varven ska dessutom enligt plan säljas. Det främsta problemet utgörs dock av att redovisningen i systemet inte är fullgod. För att kunna följa upp och identifiera förbättringspotentialen för kemikalieförbrukningen är det nödvändigt att kunna kvantifiera den. Det krävs tydliga direktiv och ansvarsfördelningar från Färjerederiets ledning för att uppnå ett fungerande system för inrapporteringen.

Mål Självtändigt redovisningssystem för kvantifiering av Färjerederiets totala kemikalieanvändning på årsbasis ska ha etablerats senast år 2014

F10. Elanvändning vid landanläggningar

Elmix

För att minimera miljöpåverkan från elproduktionen bör Färjerederiet förnya sitt elavtal till ett som gynnar förnybar energi. Det är fullt möjligt för Färjerederiet att göra ett tillägg i elavtalet som Trafikverket centralt har upphandlat så att Färjerederiets endast nyttjar förnybara energikällor till sin elförsörjning. Färjerederiet kan också välja att investera i nyetableringar av förnybara energislag för att driva energimarknadens utveckling från fossil till förnybar energi.

Mål Färjerederiet ska ha bytt till en elmix baserad på förnybara energikällor senast januari år 2013

Redovisning

För att kunna urskilja åtgången i olika elförsörjda system, identifiera förbättringspotentialer och se effekten av vidtagna åtgärder vore det lämpligt att på samtliga leder ha ett system som redovisar elförbrukningen separat för olika installationer så som färja, strömbildare, luftslangar och färjevaktstuga.

Mål Separata elmätare för olika elförsörjda system ska installeras på samtliga leder senast år 2015

Systemstyrning

För att minska elförbrukningen bör åtgärder vidtas för styrning av elkonsumerande system. Automatisk tidsstyrning för uppvärmningen av upplagda färjors utrymmen vore en effektiv metod för att minska den el som åtgår i onödan till detta. Driften av strömbildare och luftslangar konsumerar mycket el och borde behövsstyras i högre grad.

Detta kan göras antingen genom tydliga rutiner för manuell styrning eller genom att införa ett automatiskt regelsystem. Närvarostyrd belysning bör införas för att minska elförbrukningen i färjevaktstugorna.

Mål Styrssystem för elanvändning till färja och landanläggningar ska införas senast år 2015

K7. Bristande uppföljning av verksamhetssystemet

För att säkerställa att rutinbestämmelser i verksamhetssystemet efterföljs bör det tydliggöras vilka åtaganden som medföljer en viss tjänst och uppföljning av verksamhetssystemet bör implementeras i verksamheten. Ledningen bör utarbeta en strategi för hur uppföljningen ska genomföras och fördela ansvaret för denna.

Mål Ansvarsfördelning för uppföljning av verksamhetssystemet ska införas senast år 2013

V1. Upphandling av varvstjänster

Många av de mer miljöbelastande aktiviteterna kopplade till färjedriften sker på varven och därför är upphandlingen av varvstjänster en viktig del i Färjerederiets miljöarbete. Som en del i myndigheten Trafikverket bör Färjerederiet anta en aktiv roll i upphandlingsförfarandet för att driva utvecklingen av varvsbranschen mot miljövänligare arbetssätt, tekniker, kemikalier och material.

Miljökrav

Varvsaktiviteternas miljöpåverkan kan minskas genom att ställa krav i upphandlingen. Reningstekniker, produkturval och miljöledningssystem är exempel på områden där krav kan specificeras.

Kraven kan till exempel gälla blästermetod och blästermedel. En effektiv vattenblästringsmetod är att föredra framför torrblästring. Användandet av blästermedel bör styras mot ett recirkulerbart alternativ. För att reducera spridningen av blästermedel, färg och lösningsmedel bör blästerobjektet inkluderas.

Färgval är också en viktig post i varvsverksamheten. Vattenbaserad färg bör alltid användas invändigt. Vattenbaserad färg kan också användas utvändigt om väderomständigheterna vid målningstillfället tillåter, vilket det bör ges visst utrymme för i tidsplanen. När oljebaserade färger används bör de ha hög torrhalt och därmed mindre andel lösningsmedel. Inklädning under målning reducerar utsläpp av färg och lösningsmedel.

Mål Miljökrav vid upphandling ska införas senast år 2014

Viktningbonus

Viktningbonus till varv med bevis på miljöarbete, till exempel certifikat, kan tillämpas i upphandlingen för att gynna varv som aktivt arbetar med miljöfrågor och på så sätt stimulera en positiv utveckling inom varvsbranschen.

Mål Viktningbonus för att premiera miljö vid varvsupphandling ska införas senast år 2014

5.3 MÄTNINGAR

Delar av resultatet från mätningarna presenteras i en mätrapport i appendix D. Slutsatserna från mätprojektet bestod i att det undersökta avgasreningssystemet har hög reningseffektivitet vad gäller partiklar, kolväten och kolmonoxid. Det konstaterades också att kallstarter genererar en tydlig emissionstopp, dock på samma nivå som toppar vid normal manövrering av fartyget. Slutligen fastslogs att körcykler med avstängda motorer under kajuppehåll ger mindre emissioner än körcykler där tomgångskörning tillämpas, och ökar dessutom partikelfiltrets regenerationsförmåga.

6 DISKUSSION

Miljöaspektslistan i denna miljöutredning består av 28 miljöaspekter, vilket är betydligt färre än i den tidigare miljöaspektslistan grundad på miljöutredningen från år 2000.

Förklaringen till detta återfinns i miljöaspekternas upplösning. I denna miljöutredning har vissa aspekter som tidigare presenterats separat samlats under en aktivitet.

Indelningen har i den mån det varit möjligt skett så att aspekterna motsvarar aktiviteter som kan hanteras och styras gemensamt. De betydande miljöaspekterna i den tidigare utredningen berör delvis samma aktiviteter som de i denna miljöutredning. I likhet med andra miljöutredningar för sjöfartsidkande verksamheter har motordriften av fartygen bedömts som betydande.

Metod

Det finns ingen standardiserad identifieringsmetod. Den valda identifieringsmetoden har tagits fram med stöd av andra miljöutredningar och litteratur inom området. Identifieringsmetoden är mycket tidskrävande och har omfattat studiebesök kompletterat med ett stort antal intervjuer med personal inom olika funktioner i verksamheten. För att få en mer heltäckande bild över Färjerederiets miljöaspekter hade det varit önskvärt att besöka fler leder.

Det finns inte heller någon standardiserad metod för att värdera de betydande miljöaspekterna. Metoden som användes är fastställd av Trafikverket centralt och kan därmed förenkla införlivningen av Färjerederiets aspekter i en övergripande miljöaspektsvärdering för hela Trafikverkets verksamhet. En försvårande omständighet vid värderingen var att det saknades kvantifieringsdata för många aspekter vilket komplicerade bedömningen av aspektens omfattning. Istället har hänsyn tagits till hur ofta en aspekt förekommer i verksamheten samt uppskattningar av utsträckningen.

Den använda värderingsmetoden gör det svårt att lyfta fram positiva miljöaspekter då aktiviteter med positiv verkan på miljön ofta är av åtgärdskaraktär med mildrande effekt på de negativa miljöaspekterna. Vid värdering av dessa leder metoden till att positiva aktiviteter som inte sker i stor omfattning omöjligt kan bli betydande. Detta är problematiskt eftersom det är de åtgärder som sker i liten omfattning som är mest relevanta att prioritera och målsätta då en ökning av omfattningen av dessa åtgärder har potential att ge stora miljöförbättringar i verksamheten.

I all metodik för värdering av miljöaspekter ryms osäkerheter till följd av att det ovillkorligen uppstår situationer där utövaren tvingas göra egna avvägningar. En brist i metoden är att det saknas angivelser för hur olika typer av miljöeffekter ska vägas mot varandra. Det ges inga riktlinjer kring hur exempelvis ett visst bidrag till global uppvärmning ska värderas jämfört med ett visst bidrag till övergödning. Det anges heller inte hur lokala förutsättningar ska inbegripas i värderingen, vilket är relevant då samma storleksordning på en viss miljöpåverkande aktivitet kan ge olika stora effekter i olika geografiska områden. Något som ytterligare komplicerar värderingsprocessen är den idag bristande vetenskapen om hur det stora antalet kemikalier och ämnen som finns på marknaden påverkar hälsa och miljö.

Olyckor och tillbud

Dokumentationen gällande olyckor och tillbud är god inom Färjerederiets verksamhet. Inga större olyckor har inträffat sedan början av 2000-talet. Utredningen påvisar även att rutiner för att undersöka olycksrisker, förebygga samt åtgärda mindre tillbud fungerar väl.

Lagar och krav

Färjerederiets befintliga korsreferenslista för att bevaka gällande lagar och krav är inte fullständig. Miljöbalkens lagar finns exempelvis inte dokumenterade. Systemet för att följa upp gällande lagar och krav, *Regelbanken*, fungerar inte tillfredställande för verksamheten. Utbildningsbehov finns.

Fortsatt miljöarbete

Ett företags miljöutredning är ett levande dokument som ska uppdateras årligen genom översyn av miljöaspekternas giltighet. En viktig framtida uppdatering är att kvantifierbara data införs för att erhålla en mer tillförlitlig värdering samt för att tydligt se effekten av vidtagna åtgärder.

Ett företags miljöpolicy utgör en central del i miljöledningssystemet. En ny miljöpolicy bör upprättas av Färjerederiets ledning för att tydligt klargöra verksamhetens miljöambitioner och sätta upp mål därefter. Den nya miljöpolicyen bör utgå från verksamhetens betydande miljöaspekter. I dagsläget har Färjerederiet sin miljöpolicy integrerad i sin verksamhetspolicy. Att separera miljöpolicyen från verksamhetspolicyen gör att miljöambitioner enskilt tydliggörs, vilket kan förenkla den interna och externa kommunikationen av dessa.

7 SLUTSATSER

- Inom Färjerederiets verksamhet har 28 miljöaspekter identifierats. De miljöaspekter som värderats som betydande är:
 - Färjornas motordrift
 - Användning av kemiska produkter
 - Elanvändning vid landanläggningar
 - Bristande uppföljning av verksamhetssystemet
 - Upphandling av varvstjänster
- Den miljöaspekt som prioriterats högst av de betydande miljöaspekterna är *Färjornas motordrift*.
- Kvantifiering av miljöaspekterna behövs för att öka tillförlitligheten av värderingsmetoden samt för att kunna mäta effekten av åtgärdsförslag.
- Färjerederiet bör fastställa mål med tillhörande handlingsplaner för de betydande miljöaspekterna för att åstadkomma ett framgångsrikt miljöledningssystem.
- Färjerederiet har bra rutiner för att rapportera, förebygga och begränsa olyckor och tillbud.
- Färjerederiet bör uppdatera sitt system för att bevaka lagar och krav.
- En ny miljöpolicy bör upprättas av Färjerederiets ledning.

8 REFERENSER

Skriftliga referenser

AirClim, 2007. *Hälsoskadliga luftföroreningar*. [elektronisk] AirClim. Tillgänglig: <http://www.airclim.se/tema_airquality_pollutants.php> Hämtad: [2012-05-09]

Almgren. R. & Brorson. T., 2007. *ISO 14001 - För små och medelstora företag*, utgåva 3. SIS Förlag AB, Stockholm.

Ammenberg. J., 2004. *Miljömanagement*, utgåva 1:10. Studentlitteratur AB, Lund.

Ammenberg. J., 2012. *Miljömanagement – miljö- och hållbarhetsarbete i företag och andra organisationer*. [manuskript] (2012-01-26).

Carlsrud, S., Carlsson, B., Stridh, K., m.fl., 2006. *Miljöskyddsåtgärder vid rostskyddsmålning – Miljöaspekter, lagkrav, miljömälan samt omgivningsmätningar*. Högskolan i Kalmar, Kalmar.

ESAB Sverige AB, 2012. *Svetsning och skärning – risker och åtgärder*. [elektronisk] ESAB Sverige AB, Göteborg. Tillgänglig: <<http://www.esab.se/se/se/about/upload/XA00096110-2.pdf>> [Hämtad: 2012-04-18]

Gode. J., Martinsson. F., Hagberg. L., Öhman. A., Höglund. J., Palm. D., 2011. *Miljöfaktaboken 2011 – Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter*. Värmeforsk Service AB, Stockholm.

Helldin. J-O., 2009. *Riktvärden för bullerpåverkan på människor och djur*. [elektronisk] Mistra, Stockholm. Tillgänglig: <<http://www.mistra.org/download/18.75aa40e311fe8049dfc800014981/Rikt%C3%A4rden+f%C3%B6r+bullerp%C3%A5verkan+p%C3%A5+m%C3%A4nniskor+och+djur.pdf>> [Hämtad: 2012-06-06]

Henricson. C. & Piper. L., 2004. *Förändringar i nya ISO 14001*, utgåva 1. SIS Förlag AB, Stockholm.

Häggström. J. & Westin. B., 2007. *De gula vägfärjorna – Statens vägfärjor 1944-2010*. NRS Tryckeri, Jönköping.

International Maritime Organization, 2011:a. *About IMO*. [elektronisk] International Maritime Organization (IMO), London. Tillgänglig: <<http://www.imo.org/About/Pages/Default.aspx> > [Hämtad: 2012-01-24]

International Maritime Organization, 2011:b. *Sulphur oxides*. [elektronisk] International Maritime Organization (IMO), London. Tillgänglig: <[http://www.imo.org/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/sulphur-oxides-\(sox\)---regulation-14.aspx](http://www.imo.org/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/sulphur-oxides-(sox)---regulation-14.aspx)> [Hämtad: 2012-01-24]

International Maritime Organization, 2011:c. *Nitrogen oxides*. [elektronisk]
International Maritime Organization (IMO), London. Tillgänglig:
<[http://www.imo.org/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/nitrogen-oxides-\(nox\)-regulation-13.aspx](http://www.imo.org/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/nitrogen-oxides-(nox)-regulation-13.aspx)> [Hämtad: 2012-01-24]

International Maritime Organization, 2011:d. *Technical and Operational Measures*.
[elektronisk] International Maritime Organization (IMO), London. Tillgänglig:
<<http://www.imo.org/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/technical-and-operational-measures.aspx>> [Hämtad: 2012-01-25]

Johnson, T. W., 2006. *Comparison of Environmental Impacts of Steel and Concrete as Building Materials using the Life Cycle Assessment Method*. Masteruppsats,
Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.

Kustbevakningen, 2000. *Kustbevakningens årsredovisning för år 2000*. [elektronisk]
Kustbevakningen, Karlskrona. Tillgänglig:
<[http://www.kustbevakningen.se/Documents/Media/Trycksaker/%C3%85rsredovisning ar/%C3%85rsredovisning_2000.pdf](http://www.kustbevakningen.se/Documents/Media/Trycksaker/%C3%85rsredovisning%2000.pdf)> [Hämtad: 2012-03-18]

Lindh. T., 2000. *Vägverket Färjerederiets möjlighet att utveckla miljöarbetet*.
Examensarbete i miljöteknik. Nr: E 1815 Mi, Högskolan Dalarna, Borlänge.

Lindroth, P., 2012. *Miljökonsekvensbeskrivning av kapacitetsutredningens förslag - remissversion*. [elektronisk] Trafikverket, Borlänge. Tillgänglig:
<http://www.trafikverket.se/PageFiles/62311/miljokonsekvensbeskrivning_av_kapacitet_sutredningens_forslag.pdf> [Hämtad: 2012-05-17]

Lönnemark, A., Andersson-Sköld, Y., Axelsson, J., Haeger-Eugensson, M., Palm Cousins, A., Rosén, B., Stripple, H., 2007. *Emissioner från bränder – metoder, modeller och mätningar*. ISBN: 978-91-7253-323-3. Räddningsverket, Karlstad.

Michanek. G. & Zetterberg. C., 2007. *Den svenska miljörätten*, utgåva 2. Iustus Förlag AB, Uppsala.

Midbøe. F. & Persson. H., 2004. *Oljeutsläpp och dess konsekvenser i Östersjön*.
Projektarbete 5 p, Institutionen för geovetenskaper, luft- och vattenlära, Uppsala universitet, Uppsala.

Miljömålsportalen, 2012. *Miljömålsportalen*. [elektronisk] Naturvårdsverket, Stockholm. Tillgänglig: <<http://miljomal.nu/>> [Hämtad: 2012-01-26]

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011. *Om farligt gods*. [elektronisk]
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Karlstad. Tillgänglig:
<<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Om-farligt-gods/>> [Hämtad: 2012-02-06]

Naturvårdsverket, 2005. *Strategi för hållbar avfallsplanering*. ISBN: 91-620-1248-7.
Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket, 2008:a. *Miljöledningsguide för statliga myndigheter*. ISBN: 978-91-620-8309-0. Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket, 2008:b. *Effekter av miljögifter på däggdjur, fåglar och fiskar i akvatiska miljöer*. Rapport 5908, reviderad utgåva 2. Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket, 2011:a. *Marknära ozon i luft*. [elektronisk] Naturvårdsverket, Stockholm. Tillgänglig:
<<http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=104&pl=1>>
[Hämtad: 2012-05-07]

Naturvårdsverket, 2011:b. *Buller är oönskat ljud*. [elektronisk] Naturvårdsverket, Stockholm. Tillgänglig:
<<http://www.naturvardsverket.se/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Buller/Buller-ar-oonskat-ljud/>> [Hämtad 2012-05-07]

Naturvårdsverket, 2011:c. *Miljöbalken*. [elektronisk] Naturvårdsverket, Stockholm. Tillgänglig:
<<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Lagar-och-styrning/Lag-och-ratt/Miljobalken/>> [Hämtad: 2012-01-25]

Naturvårdsverket, 2012:a. *Organiska miljögifter*. [elektronisk] Naturvårdsverket, Stockholm. Tillgänglig:
<<http://www.naturvardsverket.se/Start/Tillstandet-i-miljon/Miljogifter/Organiska-miljogifter/>> [Hämtad: 2012-05-09]

Naturvårdsverket, 2012:b. *Olja och avfall i havet*. [elektronisk] Naturvårdsverket, Stockholm. Tillgänglig:
<<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Tillstandet-i-miljon/Hav/Olja-och-avfall-i-havet/>> [Hämtad: 2012-02-07]

Regeringskansliet, 2012. *EU:s kemikalförordning - Reach*. [elektronisk] Regeringskansliet, Miljödepartementet, Stockholm. Tillgänglig:
<<http://www.regeringen.se/sb/d/6043/a/31625>> [Hämtad: 2012-03-28]

Rivinoja, P., Larsson, S., 2001. *Effekter av grumling och sedimentation på fauna i strömmande vatten*. Rapport 31. Vattenbruksinstitutionen, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå.

SAS, 2012. *Utsläppskalkylator passagerare*. [elektronisk] Scandinavian Airlines (SAS), Stockholm. Tillgänglig:
<<http://sasems.port.se/emissioncalc.cfm?sid=advanced&lang=0&utbryt=0>> [Hämtad: 2012-05-15]

Sjöfartsverket, 2000. *Miljöutredning för Sjöfartsverket*. [elektronisk] Sjöfartsverket, Norrköping. Tillgänglig:

<http://www.sjofartsverket.se/upload/Listade-dokument/Rapporter_Remisser/SV/2000/0601-9905005.pdf> [Hämtad: 2012-01-20]

Sjöfartsverket, 2011. *Uppdrag och mål*. [elektronisk] Sjöfartsverket, Norrköping. Tillgänglig:

<<http://www.sjofartsverket.se/sv/Om-oss/Uppdrag--mal/>> [Hämtad: 2012-01-25]

SMHI, 2012. *Havets försurning*. [elektronisk] Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Norrköping. Tillgänglig:

<<http://www.smhi.se/havetsforsurning/Bakgrund>> [Hämtad: 2012-05-28]

Svanen, 2012. *Svanens nya krav på tryck- och kopieringspapper*. [elektronisk] Miljömärkning Sverige AB, Stockholm. Tillgänglig:

<<http://www.svanen.se/Svanens-nya-krav-pa-tryck--och-kopieringspapper/>> [Hämtad: 2012-04-19]

Svensk energi, 2011. *Vägledning angående ursprungsmärkning av el*. [elektronisk] Svensk Energi AB, Stockholm. Tillgänglig:

<http://www.svenskenergi.se/upload/Vi%20arbetar%20med/Handel&F%C3%B6rs%C3%A4ljning/Filer/Ursprungsm%C3%A4rkning/V%C3%A4gledning%20ursprungsm%C3%A4rkning%20%202011_0829_inkl%20bilagor.pdf> [Hämtad: 2012-04-19]

Sveriges riksdag, 2012. *Ändring direktiv om svavelhalten i marina bränslen*.

Faktaprememoria 2011/12:FPM48. [elektronisk] Sveriges riksdag, Stockholm.

Tillgänglig: <http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/EU/Fakta-PM-om-EU-forslag1/ndring-direktiv-om-svavelhalt_GZ06FPM48/> [Hämtad: 2012-03-30]

Swedish Standards Institute, 2004. *SS-EN ISO 14001:2004 Miljöledningssystem - Krav och vägledning*. SIS Förlag AB, Stockholm.

Tivegård, A-M., 2006. *Metodik för värdering av miljöaspekter*. Examensarbete i Miljö- och energisystem. ISRN: LUTFD2/TFEM--06/5015--SE, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Trafikverket, 2011:a. *Historia*. [elektronisk] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Tillgänglig: <<http://www.trafikverket.se/Farja/Om-Farjerederiet/Farjerederiet/Historia/>> [Hämtad: 2012-01-24]

Trafikverket, 2011:b. *Ett rederi i rörelse framåt!* [broschyr] Trafikverket, Borlänge.

Trafikverket, 2011:c. *Trafikverkets varv till salu*. [elektronisk] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm. Tillgänglig:

<<http://www.trafikverket.se/Farja/Aktuellt/Nyhetsarkiv-Farjerederiet/Nyheter/201110/Trafikverkets-varv-till-salu/>> [Hämtad: 2012-02-06]

Trafikverket, 2011:d. *Färjerederiet*. [elektronisk] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Tillgänglig: <<http://www.trafikverket.se/Farja/Om-Farjerederiet/Farjerederiet/>> [Hämtad: 2012-01-24]

Trafikverket, 2011:e. *Trafikverkets verksamhetsplan 2011-2013*. DokumentID: TDOK 2010:277 TRV 2010/81256A, Version 1.0, Trafikverket, Borlänge.

Trafikverket, 2011:f. *Miljöaspekter, identifiering, och värdering*. DokumentID: TDOK 2010:30. Trafikverket, Borlänge.

Trafikverket, 2011:g. *TRV inköp per avd 2011*. [internt dokument] Trafikverket, Borlänge.

Trafikverket, 2012. *Snabbfakta om Färjerederiet*. [elektronisk] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm. Tillgänglig: <<http://www.trafikverket.se/Farja/Om-Farjerederiet/Farjerederiet/Snabbfakta-om-Farjerederiet/>> [Hämtad: 2012-02-06]

Trafikverket Färjerederiet, 2011:a. *Affärsplan 2012-2014*. [internt dokument] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Trafikverket Färjerederiet, 2011:b. *Färjerederiet Årsrapport 2010*. ISBN: 978-91-7467-189-6. Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Trafikverket Färjerederiet, 2011:c. *Verksamhetssystem*. [internt dokument] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Trafikverket Färjerederiet, 2012:a. *Avvikelser*. [internt dokument] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Trafikverket Färjerederiet, 2012:b. *Färjerederiet Årsrapport 2011*. ISBN: 978-91-7467-241-1. Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Trafikverket Färjerederiet, 2012:c. *Bunkerförbrukning 2011* [internt dokument] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Trafikverket Färjerederiet, 2012:d. *Energiförbrukning Färjerederiet 2011* [internt dokument] Trafikverket Färjerederiet, Vaxholm.

Transportgruppen, 2011. *Luftföroreningar från fartyg*. [elektronisk] Transportgruppen, Stockholm. Tillgänglig: <<http://www.transportgruppen.se/templates/MultiMaster.aspx?id=31054>> [Hämtad: 2012-03-28]

Transportstyrelsen, 2011. *Om oss*. [elektronisk] Transportstyrelsen, Norrköping. Tillgänglig: <<http://www.transportstyrelsen.se/sv/Om-oss/>> [Hämtad: 2012-01-25]

Vattenfall, 2012. *Energi och miljö*. [elektronisk] Vattenfall, Stockholm. Tillgänglig: <<http://www.vattenfall.se/sv/energi-och-miljo.htm>> [Hämtad: 2012-04-19]

Wikström. A, 2006. *Saltning av vintervägar*. C-uppsats 2006:179, Institutionen för Industriell ekonomi och samhällsvetenskap, Luleå tekniska universitet, Luleå.

Personlig kommunikation

Ammenberg. J., Universitetslektor vid Linköpings Universitet, 2012. *Diskussion om begreppet miljöaspekt.*[telefonintervju] (Personlig kommunikation, My Broberg, 2012-01-26)

Andreasson. J., Rederiingenjör Trafikverket Färjerederiet, 2012. *Inköp av vajer.* [e-post] (Personlig kommunikation, My Broberg, 2012-03-22)

Eriksson. K., Distriktschef Trafikverket Färjerederiet, 2012. *Förbrukningsdata.* [e-post] (Personlig kommunikation, Magdalena Nilsson, 2012-03-28)

Olofsson. R., Distriktschef Trafikverket Färjerederiet, 2012. *Förbrukningsdata isvägar.* [E-post] (Personlig kommunikation, Magdalena Nilsson, 2012-03-26)

Zackrisson. M., Forskare IVF, 2012. *Diskussion om begreppet miljöaspekt.* [telefonintervju] (Personlig kommunikation, My Broberg, 2012-01-26)

APPENDIX A

LAGAR OCH KRAV

Svenska lagar

Nedan följer en punktlista över de viktigaste svenska lagarna inom miljöområdet som berör Färjerederiet.

- Plan- och bygglagen (PBL, SFS 2010:900) innefattar kommunal planering av vatten- och markområden, bygglov och marklov (Michanek & Zetterberg, 2007). Färjerederiet berörs av denna vid anläggning eller ombyggnad av färjeläge.
- Sjölagen (1994:1009) om ersättning för skada orsakad av oljeutsläpp från fartyg samt försäkringsplikt (Michanek & Zetterberg, 2007). Lagen aktualiseras för Färjerederiet vid oljeutsläppolycka.
- Lag (1983:293) om inrättande, utvidgning och avlysning av allmän farled och allmän hamn reglerar inrättning och utvidgande av allmänna farleder och allmänna hamnar med hänsyn till den allmänna samfärdseln (SFS 1983:293). Färjerederiet berörs av denna lag vid anläggning eller ombyggnad av färjeläge.
- Lag (1980:424) om åtgärder mot förorening från fartyg reglerar förbud mot föroreningar, mottagning av skadliga ämnen samt konstruktion av fartyg (SFS 1980:424). Färjerederiet berörs vid nyprojektering av färja.
- Lag (2005:253) om ersättning från de internationella oljeskadefonderna. I vissa fall då skadestånd inte kan betalas av fartygets ägare eller försäkring kan ersättning för oljeskada fås från fond (Michanek & Zetterberg, 2007). Lagen aktualiseras för Färjerederiet vid större oljeutsläppolycka .
- Lag (2006:263) om transport av farligt gods. Innehåller säkerhetskrav för att förhindra kemikalieolyckor i samband med transporter på land, till sjöss och i luften (Michanek & Zetterberg, 2007). Aktuellt för Färjerederiet vid transport av farligt gods.
- Lag (1998:1707) om åtgärder mot buller och avgaser från mobila maskiner. Omfattar buller och avgaskrav på traktorer och motorredskap (Michanek & Zetterberg, 2007). Gäller vid underhåll av färjeläge och isvägar och vid nyanläggning.
- Lag (1999:381) om åtgärder för att begränsa och förebygga följderna av allvarliga kemikalieolyckor. Omfattar krav på handlingsprogram,

säkerhetsrapporter och anmälan (Michanek & Zetterberg, 2007). Lagen aktualiseras för Färjerederiet vid förebyggande av kemikalieolycka samt om en sådan inträffar.

- Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor. Innehåller säkerhetskrav för att förhindra explosioner och brand vid hantering av kemikalier (SFS 2010:1011). Berör Färjerederiet vid underhållsarbetet i verksamheten.
- Lag (2003:778) om skydd mot olyckor. Innehåller åtgärder för att motverka skador när en olycka har inträffat (Michanek & Zetterberg, 2007). Färjerederiet berörs i det olycksförebyggande arbetet och om en olycka eller ett tillbud inträffar.

FN:s nuvarande och förväntade krav

Nedan redogörs för FN:s nuvarande och förväntade krav för svavelhalt i bränsle, kväveoxidemissioner och växthusgasemissioner.

Mängd svavel i bunkerolja får idag maximalt utgöra 1,5 viktprocent inom utsläppskontrollområdena, vilka är Östersjön och Nordsjön inklusive Engelska kanalen. Utanför utsläppskontrollområdena, alltså globalt, gäller 4,5 viktprocent. Från och med den 1 januari år 2015 införs en ny maximal gräns för svavelinnehåll på 0,1 viktprocent inom utsläppskontrollområdena. Utanför utsläppskontrollområdena införs också en ny gräns från och med den 1 januari år 2020 då svavelinnehållet maximalt får utgöra 0,5 viktprocent (International Maritime Organization, 2011:b).

Gällande emissionsgräns för kväveoxider varierar mellan 7,7 och 14,4 g/kWh. Intervallet beror på motorns varvtal där högre krav ställs på högre varvtal. För utsläppskontrollområdena införs ytterligare ett krav den 1 januari år 2016. Emissionsgränserna begränsas till mellan 2,0 och 3,4 g/kWh (International Maritime Organization, 2011:c).

År 2013 förväntas även krav tillkomma för utsläpp av växthusgaser från fartyg i MARPOL. De nya kraven innebär att alla nybyggda fartyg ska inneha ett energieffektivitetsindex (Energy Efficiency Design Index, EEDI). EEDI ska ge information om fartygets koldioxidutsläpp i relation till fartyget last.

Reglerna ska skärpas i takt med teknikens utveckling samt bero av fartygskategori. Fartyg byggda mellan år 2015 och 2019 ska förbättra sitt EEDI med 10 procent. Fartyg byggda mellan år 2020 och 2024 ska EEDI-förbättras med 15-20 procent och 30 procent EEDI-förbättring ska ske för fartyg byggda efter år 2024 (International Maritime Organization, 2011:d).

EU:s förordningar och direktiv

EU har kompletterat IMO:s regler för luftemissioner från fartyg genom *EG direktiv (1999/32/EG)* vilket anger nivåer svavelhalten i flytande bränslen. Direktivet ändrades och skärptes år 2005 genom *EG direktiv (2005/33/EG)*. Inom utsläppskontrollområdena

gäller maximalt 1,5 viktprocent för marina bränslen (Transportgruppen, 2011). Direktivet är nu på väg att ändras igen för att skapa samstämmighet mellan IMO:s och EU:s regelverk. Ändringen innebär dock en åtstramning av IMO:s regler genom att den maximala viktprocenten ändras från 1,5 till 0,1 från och med den 1 januari år 2020 (Sveriges riksdag, 2012).

Förordningen (2006/1907/EG) om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (*Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals, REACH*) är en mycket omfattande kemikalielagstiftning. REACH innehåller grundläggande regler för kemikalier. Där återfinns krav på riskbedömningar och åtgärder för att hantera risker av kemiska ämnen inom industrin, tillståndskrav för särskilt farliga kemikalier samt att säkrast möjliga alternativ ska väljas (Regeringskansliet, 2012).

Ramdirektivet för avfall (2008/98/EG) innehåller regler för hur avfall ska hanteras, klassas och förebyggas. I direktivet betonas vikten av att avfallslagstiftning bör styras efter en avfallshierarki. Det första steget i hierarkin är att förebygga uppkomst. Första prioritet är således att se till att producera så lite avfall som möjligt (Naturvårdsverket, 2012).

APPENDIX B

MILJÖASPEKTSLISTA

ID:nr	Miljöaspekt	Del av verksamheten	Miljöhot										Mängd/år			
			Global uppvärmning	Övergödning	Försurning	Bildning av fotokemiska oxidanter	Förbrukning av ändliga naturresurser	Metallspridning	Grumlning	Spridning av oljeprodukter	Spridning av organiska miljögifter	Exploatering av naturmiljö		Hälsoskadliga luftföroreningar och partiklar	Buller	
F1	Färjornas motordrift	Färjedrift	X	X	X	X	X							X	X	11 428 103 liter dieselojla
F2	Propellerdrift	Färjedrift							X							-
F3	Lindrif	Färjedrift						X	X	X						46 ton ställina
F4	Påverkan från skrov	Färjedrift						X								-
F5	Lastning/Losning	Färjedrift													X	-
F6	Användning av kemiska produkter	Färjedrift				X	X	X		X	X					-
F7	Spolning av däck	Färjedrift								X						-
F8	Svetsning	Färjedrift						X								-
F9	Olycka/tillbud	Färjedrift	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-
F10	Elanvändning vid landanläggningar	Färjedrift	X	X	X	X	X						X			3542 MWh
F11	Anläggning av färjeläge	Färjedrift							X				X	X		-
F12	Anläggning av erosionskydd	Färjedrift							X							-
F13	Halkbekämpning och snöröjning	Färjedrift	X	X	X	X	X	X					X	X		-
F14	Externa transporter till och från färjeläget	Färjedrift	X	X	X	X	X						X	X		-
F15	Avfallshantering vid färjeläget	Färjedrift	X	X	X	X	X						X			-
I1	Användning av fordon och arbetsmaskiner	Isväg	X	X	X	X	X						X	X		13100 liter diesel, 850 liter alkyktbensin, 60 liter motorolja, 14 liter glykol
I2	Elanvändning i isvägsverksamheten	Isväg	X	X	X	X							X			-
I3	Olycka/tillbud	Isväg							/							-
K1	Elanvändning i kontorsverksamheten	Kontor	X	X	X	X							X			67 MWh
K2	Förbrukning av kontorsmaterial	Kontor	X	X	X						X					95000 utskriftspapper
K3	Avfallshantering i kontorslokalen	Kontor	X	X	X	X	X	X					X			-
K4	Tjänsteresor	Kontor	X	X	X	X	X						X	X		603 st
K5	Bristande utbildningsrutiner för miljömedvetenhet	Kontor	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-
K6	Bristande kommunikation mellan verksamhetsområden	Kontor	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-
K7	Bristande uppföljning av verksamhetssystemet	Kontor	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-
K8	Projektering av ny färja	Kontor	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-
K9	Fleet management	Kontor	X	X	X	X	X						X			-
V1	Upphandling av varvstjänster	Varv	X	X	X	X	X						X	X		-

Färgkoder

Negativa miljöaspekter

Positiva miljöaspekter

Tecken

- X Påverkan
- / Potentiell påverkan
- Ej kvantifierat

APPENDIX C

VÄRDERINGSLISTA

ID:nr	Miljöaspekt	Omfattning	Påverkan	Bedömning	Betydande
F1	Färjornas motordrift	5	5	Mycket allvarlig	JA
F2	Propellerdrift	4	2	Måttlig	NEJ
F3	Lindrif	4	3	Allvarlig	NEJ
F4	Påverkan från skrov	5	3	Allvarlig	NEJ
F5	Lastning/Lossning	3	3	Måttlig	NEJ
F6	Användning av kemiska produkter	4	5	Mycket allvarlig	JA
F7	Spolning av däck	2	3	Måttlig	NEJ
F8	Svetsning	2	2	Måttlig	NEJ
F9	Olycka/tillbud	1	5	Måttlig	NEJ
F10	Elanvändning vid landanläggningar	5	4	Mycket allvarlig	JA
F11	Anläggning av färjeläge	1	5	Måttlig	NEJ
F12	Anläggning av erosionskydd	1	2	Låg	NEJ
F13	Halkbekämpning och snöröjning	3	5	Allvarlig	NEJ
F14	Externa transporter till och från färjeläget	3	5	Allvarlig	NEJ
F15	Avfallshantering vid färjeläget	4	4	Allvarlig	NEJ
I1	Användning av fordon och arbetsmaskiner	3	5	Allvarlig	NEJ
I2	Elanvändning i isvägsverksamheten	2	4	Måttlig	NEJ
I3	Olycka/tillbud	1	5	Måttlig	NEJ
K1	Elanvändning i kontorsverksamheten	2	4	Måttlig	NEJ
K2	Förbrukning av kontorsmaterial	2	3	Måttlig	NEJ
K3	Avfallshantering i kontorslokalen	2	3	Måttlig	NEJ
K4	Tjänsteresor	3	5	Allvarlig	NEJ
K5	Bristande utbildningsrutiner för miljömedvetenhet	3	4	Allvarlig	NEJ
K6	Bristande kommunikation mellan verksamhetsområden	4	4	Allvarlig	NEJ
K7	Bristande uppföljning av verksamhetssystemet	4	5	Mycket allvarlig	JA
K8	Projektering av ny färja	1	5	Måttlig	NEJ
K9	Fleet management	2	5	Stor	NEJ
V1	Upphandling av varvstjänster	4	5	Mycket allvarlig	JA

Färgkod

Betydande miljöaspekter

APPENDIX D

MÄTRAPPORT

MÄTRAPPORT

Avgasmätningar på vägfärjan Göta



My Broberg och Magdalena Nilsson
Trafikverket Färjerederiet
2012

FÖRORD

Mätningarna ombord på M/S Göta utfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Trafikverket Färjerederiet som ett delprojekt i arbetet med Färjerederiets miljöutredning. Den officiella mätrapporten levereras från IVL och redovisas inte inom ramarna för detta examensarbete. Denna rapport avhandlar mätmetodik, resultat och tolkningar baserade på vårt deltagande under mätningdagarna och analysförfarandet. Resultaten som redovisas är preliminära och bör användas med försiktighet. Vi riktar ett varmt tack till Hulda Winnes och Kjell Peterson på IVL som utförde mätningarna och inkluderade oss i processen på ett sätt som varit mycket givande.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	MÅL OCH SYFTE.....	1
1.2	BAKGRUND.....	2
2	METOD	3
2.1	PARTIKELMÄTNINGAR.....	3
2.2	GASMÄTNINGAR.....	4
2.3	KÖRSHEMA	6
3	RESULTAT OCH DISKUSSION	7
3.1	EMISSIONSFAKTORER	7
3.2	PARTIKELFILTRETS EFFEKTIVITET	8
3.3	KALLSTART	10
3.4	TOMGÅNGSKÖRNING	10
4	SLUTSATS	12
5	REFERENSER	13

1 INLEDNING

Emissioner av gaser och partiklar från fossil förbränning medför både miljö- och hälsoskador. Fartygs emissionsnivåer varierar stort beroende av framför allt faktorerna motortyp, bränsle och driftläge. Motortypen påverkar förbränningsförhållandena, avseende temperatur, tryck och uppehållstid, vilket ger en inverkan på utsläppsnivån av till exempel kväveoxider, kolväten och kolmonoxid. Det finns en mängd olika fartygsbränslen, främst klassade efter sin viskositet. Bränsleinnehållet är styrande för vissa förorenande utsläpp, till exempel utsläpp av koldioxid och svaveldioxid. Ofullständig förbränning ger högre utsläpp av kolväten, kolmonoxid och partiklar vilket sker till exempel när motorn körs på tomgång eller utsätts för snabba belastningsändringar (Cooper & Gustafsson, 2004).

Tidigare studier visar att partikelemissionerna från fartyg delvis beror av svavelinnehållet i bränslet, där lågsvavliga bränslen ger lägre emissionsfaktor för partiklar. Genomförda mätningar tyder på att emitterade partiklars storleksfördelning beror av driftläget, där emissioner av mindre partiklar är högre vid manövreringsfaser jämfört med när fartyget går i marschfart (Winnes, 2010).

Få mätningar har genomförts på marina motorer som drivs med destillatolja. I jämförande syfte visas emissionsfaktorer för fartyg som gäller Sveriges internationella rapporteringsändamål, framtagna av SMED (Swedish Methodology for Environmental Data). Redovisade emissionsfaktorer gäller svenska fartyg år 2002 utrustade med marina dieselmotorer med höga varvtal på vevaxeln, så kallade HSD (High Speed Diesel), vars bränsle utgörs av marina destillat. Emissionsfaktorerna gäller fartyg i marschfart.

Tabell 1 Emissionsfaktorer för svenska fartyg år 2002, där NO_x avser kväveoxider, CO kolmonoxid, NMVOC flyktiga organiska föreningar förutom metan, SO_x svaveloxider och PM massa fasta partiklar (Cooper & Gustafsson, 2004).

Förorening	NO _x	CO	NMVOC	SO _x	PM	CO ₂
[g/kWh]	12.0	1.1	0.2	1.6	0.2	652

1.1 MÅL OCH SYFTE

Mätningarna genomfördes med syftet att erhålla emissionsfaktorer för partiklar och gaser från förbränningen i dieselmotorn på en av Färjerederiets vägfärjor. Genom att genomföra mätningar under perioder med olika driftupplägg ämnades resultatet användas till en jämförande analys av de skilda förhållningssättens emissioner. Mätningar genomfördes både före och efter färjans partikelfilter i syfte att utvärdera dess renande effekt, också detta vid olika typer av körcykler.

Målet var att utifrån resultatet kunna ge generellt gällande rekommendationer för hur färjorna bör manövreras för att minimera utsläppen av luftföroreningar och dra slutsatser om avgasreningssystemets nytta.

1.2 BAKGRUND

Mätningarna genomfördes under fyra dagar i april ombord på vägfärjan M/S Göta som trafikerar Hönöleden i Bohusläns yttre skärgård. Hönöleden är 2500 meter lång och Sveriges mest trafikerade färjeled. Valet att utföra mätningarna ombord på Göta berodde delvis på att Göta är utrustad med ett avgasreningssystem, till skillnad från merparten av färjorna i Färjerederiets flotta. Det var av intresse att utreda effektiviteten hos reningssystemet för att klargöra dess nytta.

Mätningarna gjordes på avgaserna från en av fartygets fyra framdriftsmotorer, som drivs av lågsavlig diesel med fem procent RME inblandning. Motorerna är av fyrtaktstyp och har en cylindervolym på 15,6 dm³. Det maximala varvtalet är 1800 varv per minut. Motorn har en effekt på 368 kW.

Det dieselpartikelfilter som är installerat i anslutning till Götas huvudmotorer är av typen som regenereras enligt CRT-processen (Continuously Regenerating Trap) vilket innebär att en oxidationskatalysator placerats uppströms partikelfiltret. Katalysatorns funktion utgörs av att oxidera kvävemonoxid till kvävedioxid, varpå kvävedioxiden oxiderar sotpartiklarna som fångats upp i partikelfiltret. Kvävedioxid har oxiderande förmåga vid lägre temperaturer än det alternativa oxidationsmedlet syre och medger således regenerering av partikelfiltret vid lägre temperaturer än system utan katalysatorfunktion. Regenerationen är beroende av avgastemperaturen, då sotoxidationens effektivitet ökar med avgasernas temperatur. Filtermaterialet och filterstrukturen har också stor betydelse för partikelfiltrets regeneration, då denna gynnas av en jämn spridning av sotet i filtret (Hendberg & Lindström, 2004).

Enheten som är installerad på Göta anger följande typiska reduktionsnivåer då förutsättningskraven uppfylls (Eminox, 2006):

Partiklar (PM)	75-95 %
Kolväten (HC)	75-95 %
Kolmonoxid (CO)	75-95 %
Kväveoxider (NO _x)	upp till 10 %

2 METOD

Mätinstrument för avgasmätningar monterades upp i färjans maskinrum, vilket är beläget under färjans däck. Fyra hål borrades i motorns avgasrör, ett mätpar före partikelfiltret och ett mätpar efter partikelfiltret, till vilka apparatur för gasmätningar respektive partikelmätningar inkopplades (Fig. 1).



Figur 1 Inkopplad mätutrustning där slangen i förgrunden leder till gasapparaturen och slangen i bakgrunden leder till partikelapparaturen.

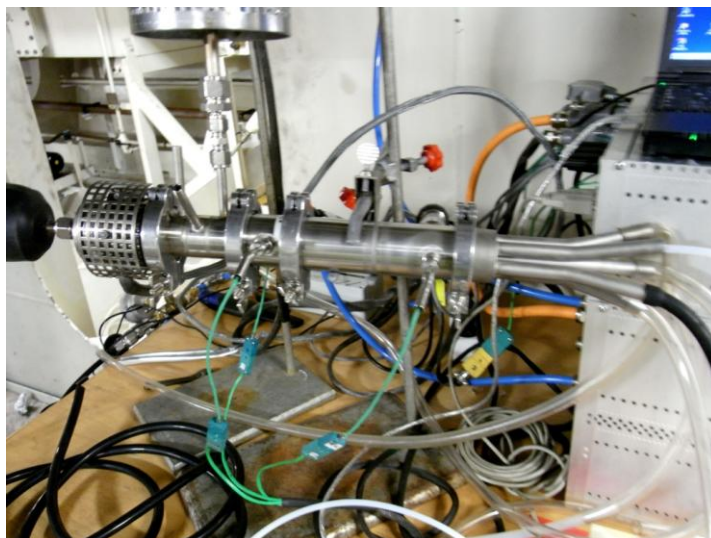
2.1 PARTIKELMÄTNINGAR

Det utspädda avgasprovet togs upp av en isokinetisk sond. Ett isokinetiskt upptag innebär att provet tas upp med samma hastighet som avgasflödet för att erhålla ett representativt prov innehållande avgasprovets alla partikelstorlekar.

Upptagningsmetoden kräver ett jämnt och ostört avgasflöde vid provtagningssonden. För att uppnå detta ska avgasröret vara fritt från krökar och diameterförändringar inom ett avstånd på tre gånger rördiametern bakom sonden och sex gånger rördiametern framför sonden (EurLex, 2003).

Avgasprovet leddes vidare genom en slang som var uppvärmd till 320 °C för att undvika sekundärproduktion av partiklar genom nukleering och kondensering av avgaserna. Slangen ledde till en utspädningstunnel. I utspädningstunnel skapades en tryckskillnad genom att varm tryckluft sprutades in i främre delen av tunneln och kall tryckluft i den bakre, detta för att suga upp provet med önskvärd hastighet.

Utspädningstunneln var sammankopplad med en kontroll- och ventilenhet. Enheten spädde avgasprovet för att uppnå atmosfärsliknande förhållanden. Från utspädningsevenheten delades provröret upp till fyra olika slangar med hjälp av en förgreningsenhet (Fig. 2).



Figur 2 Utspädningsenhet och förgreningsenhet.

Den första slangen ledde till instrumentet *GRIMM Model 1.108* som optiskt mätte partikelantal större än $0,3 \mu\text{m}$ uppdelat på 15 storleksklasser. Optisk partikelmätning sker med hjälp av ljusspridning. Partiklarna strömmar genom en väldefinierad mätvolym som är homogent belyst med laser. Partikelstorleken kan fastställas utifrån intensiteten av ljusspridningen (GRIMM Technologies, 2011).

Den andra slangen ledde provet till instrumentet *Engine Exhaust Particle Sizer (EEPS)* som mätte partikelantal genom laddning, mellan 5,6- 560 nm. Mätprincipen bygger på att partiklarna laddas med en given laddning. Sedan transporteras de genom ett elektriskt fält där elektroder detekterar partikelstorleken (TSI Incorporated, 2003).

Den tredje slangen ledde provet till ett filter som mekaniskt samlade upp partiklarna. Filtret skickades därefter till laboratorium för analys där partikelmassan fastställdes. Filtret var kopplat till en flödesmätare med en tillhörande pump som sög avgasprovet genom filtret.

Den fjärde slangen ledde avgasprovet till en gasmätningsskåp för mätning av koldioxidkoncentrationen. Mätningen var nödvändig för att kontrollera att spädfaktorn som angivits i spädningsenheten stämde.

2.2 GASMÄTNINGAR

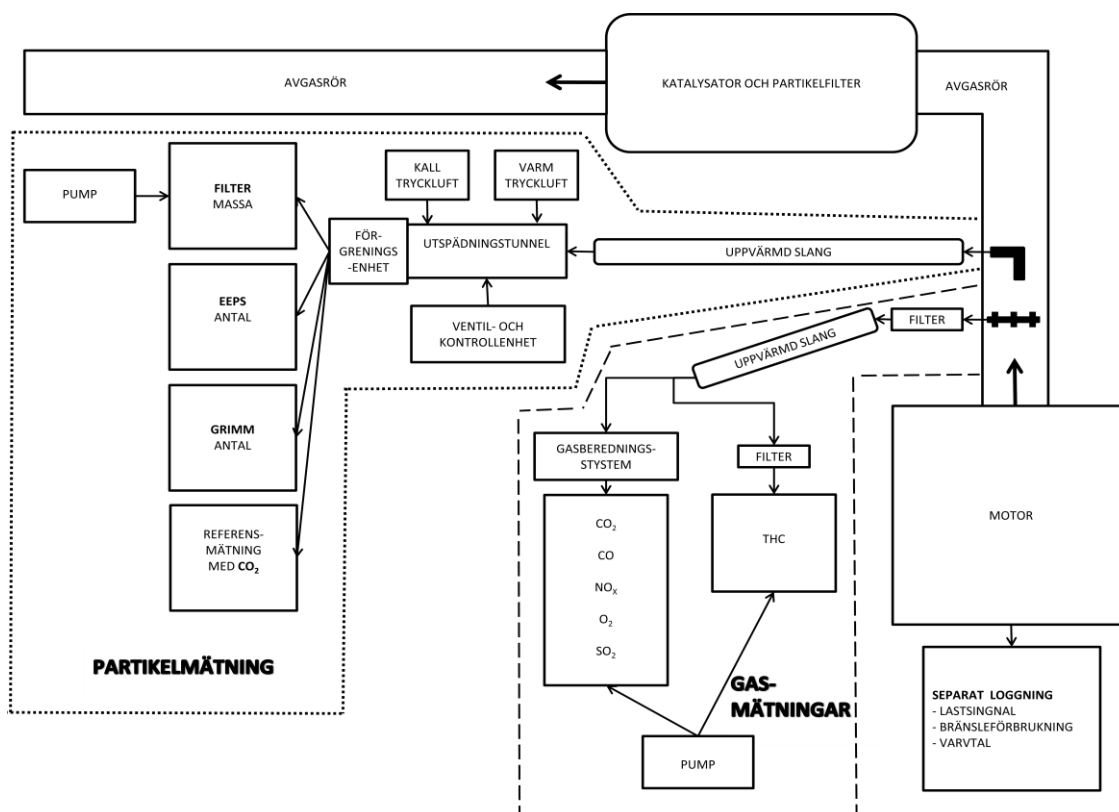
Avgasprovet togs upp med en sond som täckte hela avgasrörssnittet för att ett representativt avgasprov skulle erhållas. Provet fördes först genom ett keramiskt filter för att avleda grövre partiklar. Gasen leddes därefter genom en slang uppvärmd till $180 \text{ }^\circ\text{C}$, som vidare delades upp i två slangar. Den ena slangen leddes först till ett gasberedningssystem där partiklar och vatten avlägsnades och sedan till gasmätningsskåpet för CO_2 , CO , NO_x , SO_2 och O_2 . Instrumentet är uppbyggt av mätceller där olika mätprinciper används för att avgöra gassammansättningen.

CO_2 , SO_2 , CO uppmättes med en infraröd spektroskopcell. Mätprincipen innebär att gaser mäts genom att identifiera dess molekylspecifika vibrationspektra som skapas

med hjälp av infraröd strålning (Nationalencyklopedin, 2012:a). NO_x uppmättes med en kemiluminiscenscell vilken utnyttjar fenomenet att ljus sänds ut till följd av kemiska reaktioner. Ljuset detekteras av apparaturen och konverteras till gaskoncentration (Nationalencyklopedin, 2012:b). O₂ mättes med en zirkoniumcell. Zirkoniumoxid blir vid höga temperaturer en ledare av syrejoner. Genom att leda provgasen genom ett zirkoniumoxidrör och mäta spänningen med hjälp av elektroder kan O₂-koncentrationen bestämmas (Hitech instruments, 2012).

Den andra slangen leddes först till ytterligare ett partikelfilter och sedan vidare till ett gasmättningsinstrument för den totala kolvätekoncentrationen (THC). THC mättes med flamjonisation. Mätprincipen innebär att en vätgaslåga används för att sönderdela kolföreningarna till joner i provgasen. Jonerna registreras med hjälp av ett elektrodpar vilka anses vara proportionella mot provgasens koncentration av THC (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2005).

Separat loggades lastsignal, bränsleförbrukning och varvtal (RPM). Ett bränsleprov togs och skickades på analys. Manuella mätningar av luftfuktighet och lufttemperatur genomfördes kontinuerligt och motorparametrar i form av till exempel avgastemperaturer registrerades fortlöpande. Mätapparaturuppställningen är illustrerad nedan (Fig. 3).



Figur 3 Uppställning av mätapparatur. Uppställningen för gasmätningar är illustrerad inom den streckade linjen. Uppställningen för partikelmätningar är illustrerad inom den punktade linjen. Apparaturen är i figuren inkopplad till ett mätåhl före partikelfiltret.

2.3 KÖRSHEMA

För att undersöka kallstartspåverkan genomfördes kallstartsmätningar vid fyra tillfällen. Undersökning av miljöpåverkan från motorer på tomgång kontra avstängda motorer vid kajuppehåll mellan turerna genomfördes genom mätningar under fyra körcykler med tomgångskörning och fyra körcykler med avstängd motor. För att bestämma emissionsfaktorer genomfördes två mätsessioner med jämn belastning av motorn. För att undersöka partikelfiltrets effektivitet genomfördes samma mätningsserier dels innan partikelfilter, dels efter partikelfiltret (Tab. 1).

Tabell 1 Körschema där gråmarkerade fält representerar mätningar utförda före partikelfilter medan de vita fälten representerar mätningar utförda efter partikelfiltret.

Mätplats	Före partikelfilter		Efter partikelfilter	
Datum	2012-04-02	2012-04-03	2012-04-04	2012-04-05
Kl 05.00	Kallstart	Kallstart	Kallstart	Kallstart
Kl 9.00 - 11.00	2 körcykler med motorstopp 10 min	Referensmätningar: 1 körcykel med motorstopp 10 min, 1 körcykel med tomgång 10 min	2 körcykler med motorstopp 10 min	
Kl 11.00 - 12.00	Jämn last, 80 %, 49 min		Jämn last, 80 %, 50 min	
Kl 13.00 - 15.00	2 körcykler med tomgång 10 min		2 körcykler med tomgång 10 min	

3 RESULTAT OCH DISKUSSION

3.1 EMISSIONSFAKTORER

Vid en jämförelse av emissionsfaktorerna för jämn last (82 %) före och efter partikelfiltret (Tab. 2) kan det utläsas att avgasreningssystemet uppfyller leverantörens angivna nivåer, se avsnitt 1.2. Reduktionen av kolmonoxid är dock i det angivna intervallets underkant medan reduktionen av partiklar motsvarar vad som maximalt kan uppnås enligt specifikationen.

I jämförelse med de emissionsfaktorer som angetts för svenska fartyg år 2002 kan ses att Götas emissionsfaktorer, bortsett från den för koldioxid, är betydligt lägre. Detta förklaras delvis av den mycket låga svavelhalten i bränslet och delvis av motorns egenskaper.

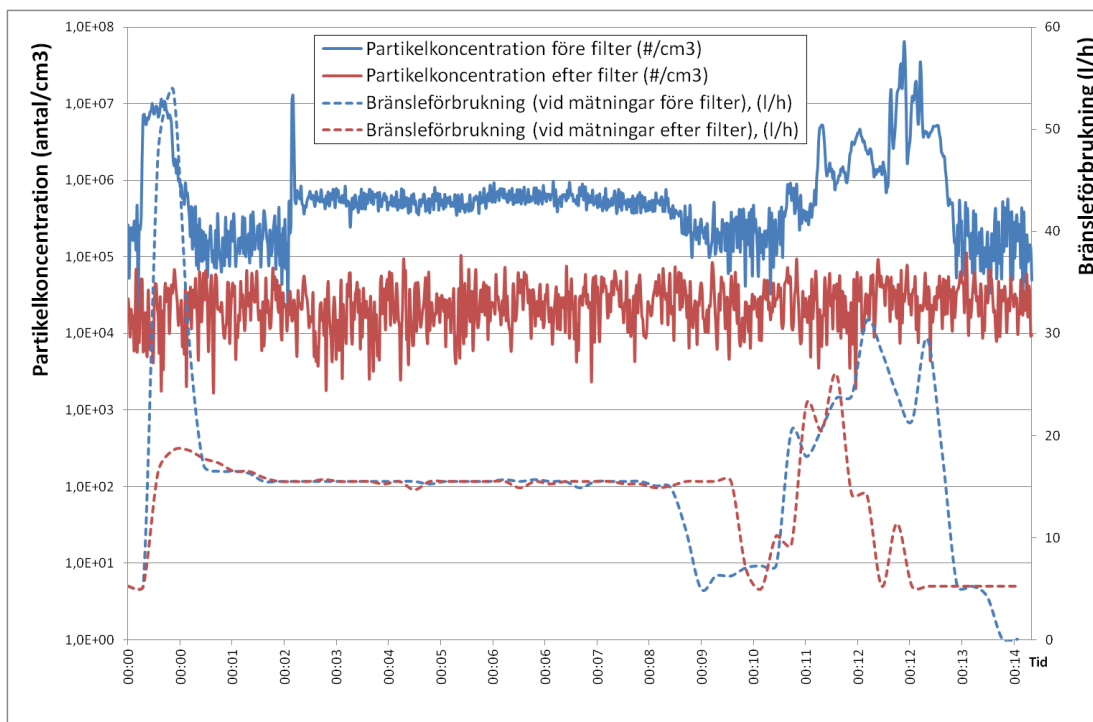
Emissionerna av kväveoxider är på en nivå som understiger gällande lagkrav, även i mätningar före avgasreningssystemet. Emissionsnivån är dock tydligt över de strängare krav som förväntas införas år 2016.

Tabell 2 Emissionsfaktorer före och efter partikelfiltret under jämn last (82 %).

	Före partikelfilter (g/kWh)	Efter partikelfilter (g/kWh)	Minskning (%)
CO ₂	626	622	0,6
NO _x	7,1	6,8	4
SO ₂	0,0004	0,0004	0
HC	0,10	0,013	87
CO	0,50	0,13	74
PM	0,082	0,0042	95

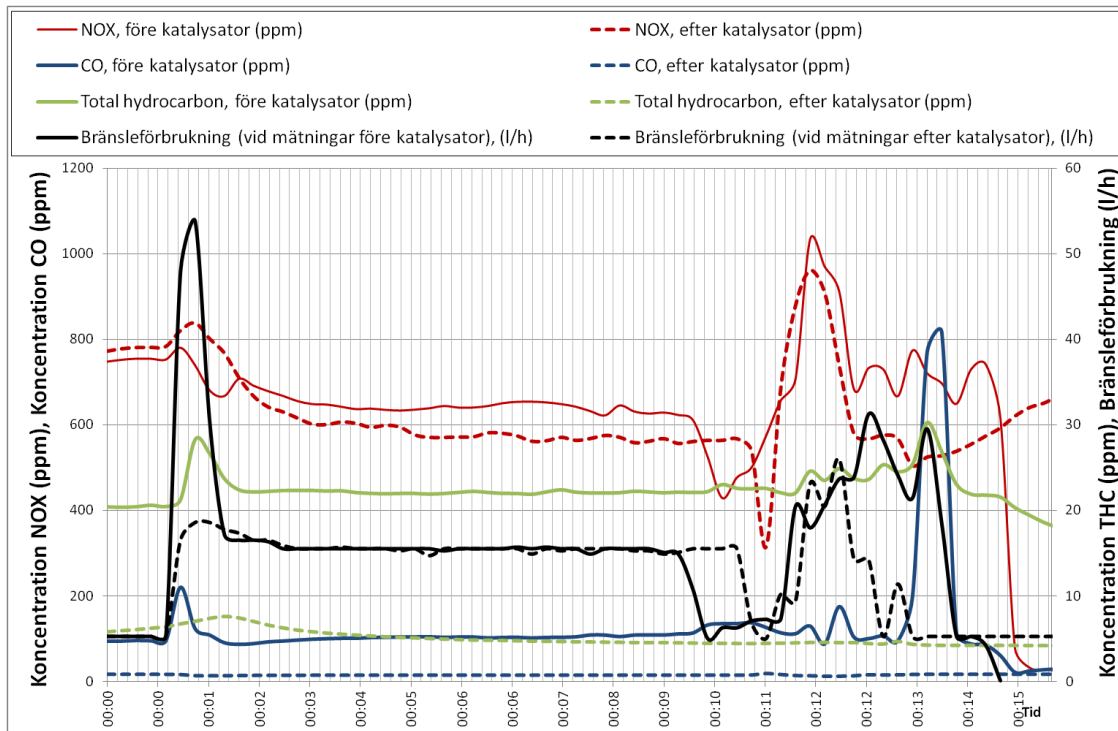
3.2 PARTIKELFILTRETS EFFEKTIVITET

Partikelkoncentrationerna när färjan är i drift är betydligt lägre i mätningar efter partikelfiltret jämfört med mätningar före partikelfiltret (Fig. 4). Under överfarten är antalet partiklar cirka tio gånger så hög före partikelfiltret. Vid gaspådrag och inbromsning erhålls kraftiga emissionstoppar, vilka elimineras av partikelfiltret. Partikelfiltrets reningseffektivitet är tydlig under hela körcykeln.



Figur 4 Partikelkoncentrationer före och efter partikelfiltret. X-axeln visar tidsutsträckningen för mätforsöken i minuter, den vänstra y-axeln visar partikelkoncentrationerna i logaritmisk skala och den högra y-axeln visar bränsleförbrukningen. Mätserien inleds med ett gaspådrag när färjan lämnar läget, vilket syns tydligt på bränslekurvorna. Gaspådragets storlek skiljer sig mellan de båda mätforsöken beroende på skilda körsätt. Efter gaspådraget sker överfarten i jämn hastighet fram till manövreringsfasen när färjan ska anlägga vid läget. (Winnes & Peterson, 2012)

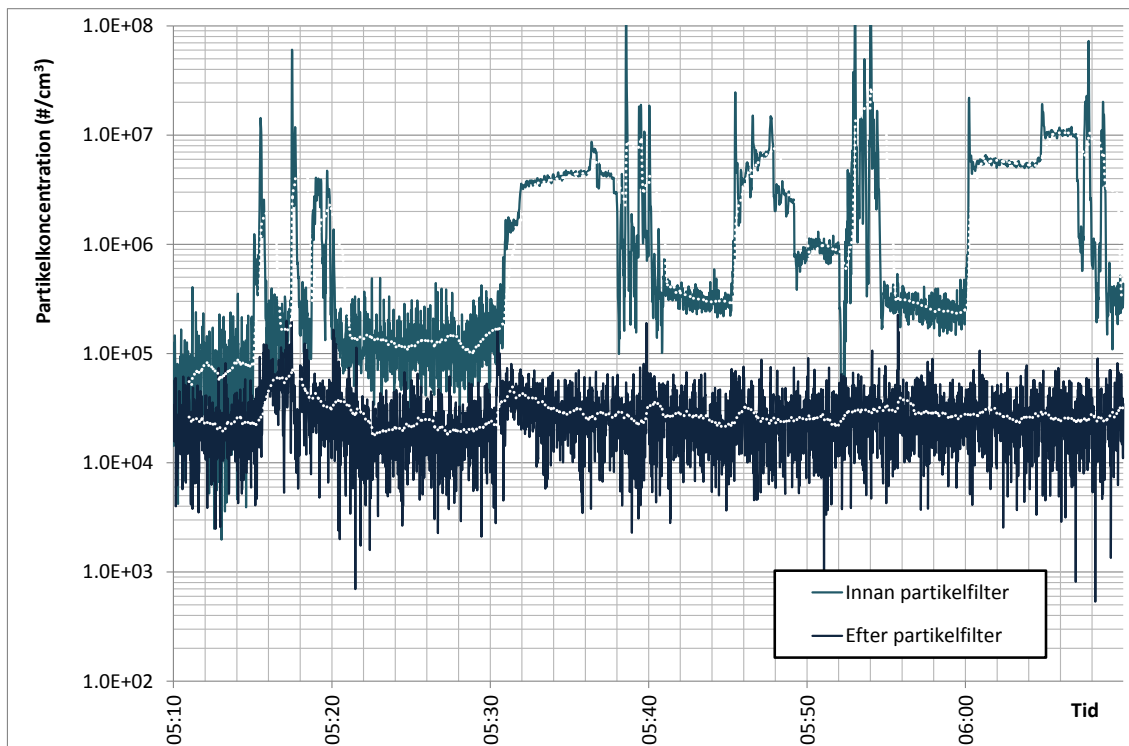
Mätresultaten för gaskoncentrationer före och efter partikelfiltret visar en tydlig reduktion av kolväten och kolmonoxid och en mindre reduktion av kväveoxider efter partikelfiltret (Fig. 5). Reduktionen av gaserna sker i oxidationskatalysatorn som är inkluderad i avgasreningseenheten innan partikelfiltret.



Figur 5 Koncentration av kväveoxider, kolmonoxid och kolväten före och efter partikelfiltret. X-axeln visar tidsutsträckningen för mät försöken i minuter, den vänstra y-axeln visar gaskoncentrationerna av NOx och CO och den högra y-axeln visar bränsleförbrukningen samt gaskoncentrationen av HC. Mätserien följer samma körfaser som i figur 4. (Winnes & Peterson, 2012)

3.3 KALLSTART

Partikelkoncentrationerna vid kallstart före och efter partikelfiltret visar en tydlig emissionstopp vid kallstart, dock är den av samma storleksordning som de toppar som observeras vid normal manövrering (Fig. 6).



Figur 6 Partikelkoncentrationer vid kallstart före och efter partikelfiltret. Figuren visar också variationer av partikelkoncentrationen under flera köracykler med tomgångskörning emellan avgångarna. X-axeln visar tidpunkterna för mät försöket och y-axeln partikelkoncentration i logaritmisk skala. Motorn startas 05.15 och färjan körs till färjeläget. Motorn körs sedan på tomgång fram till avgång klockan 05.30. Ytterligare avgångar sker 05.45 och 06.00 (Winnes & Peterson, 2012).

3.4 TOMGÅNGSKÖRNING

Emissionsfaktorer för gaser när färjan körs på tomgång visar miljöpåverkan vid tomgångskörning (Tab. 3). Resultatet visar att emissionsreduktioner kan uppnås om motorn stängs av vid kajuppehåll mellan turerna. Uppskattningar av partikelemissionernas storlek under olika köracykler har gjorts genom beräkningar av partikelmassa i gram per cykel. Dessa beräkningar innefattar stora osäkerheter då medelvärden har använts för last och bränsleförbrukning under tidsperioder när dessa i verkligheten har stor variation. Beräkningarna tyder på minskade partikelemissioner vid köracykler där motorerna stängs av jämfört med köracykler där motorerna körs på tomgång. Avgasreningssystemet har god effektivitet även vid tomgångskörning. Det är dock viktigt att betona att avgasreningssystemet missgynnas av tomgångskörning eftersom motorerna kyls ner mer av detta än om de stängs av, vilket försämrar partikelfiltrets kapacitet att regenereras. Detta leder till ett större servicebehov för partikelfiltret. Ett viktigt argument för att minimera tiden i tomgångskörning, vid sidan

av de emissionsminskningar som uppnås, är således att möjligheterna att erhålla ett väl fungerande system för avgasrening ökas.

Tabell 3 Emissionsfaktorer före och efter partikelfilter vid tomgångskörning (ca 20 % belastning).

	Före partikelfilter (g/kg bränsle)	Efter partikelfilter (g/kg bränsle)
CO ₂	3123	3121
NO _x	53	47
THC	0,58	0,12
CO	5,2	1,3

4 SLUTSATS

- Avgasreningssystemet på Göta har hög reningseffektivitet vad gäller partiklar, kolväten och kolmonoxid samt en viss reduktion av kväveoxider.
- Kallstarter genererar en tydlig emissionstopp som dock är på samma nivå som toppar vid normal manövrering av fartyget.
- Körcykler med avstängda motorer under kajuppehåll ger mindre emissioner än körcykler där tomgångskörning tillämpas, och ökar dessutom partikelfiltrets regenerationsförmåga.

5 REFERENSER

Cooper. D., Gustavsson. T., 2004. *Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors*. Rapport nr 4, SMED (Svenska MiljöEmissionsData). ISSN: 1652-4179. Tryckt av SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut), Norrköping.

Eminox, 2006. *Handhavande- och servicemanual för CRT-system*. Publikation 002.0506. Eminox, Västra Frölunda.

EurLex, 2003. *Analys- och provtagningssystem*. Europeiska unionens officiella tidning, C 82 s. 239-264.

GRIMM Technologies, 2011. *Model 1.108 Aerosol Spectrometer*. [elektronisk] GRIMM Technologies Inc, Douglasville, Georgia; USA. Tillgänglig: <<http://www.dustmonitor.com/Occupational/1108.htm>> [Hämtad: 2012-04-11]

Hendberg. L. & Lindström. D., 2004. *Dieselpartikelfilter och parametrar som inverkar vis sotoxidation med kvävedioxid*. Examensarbete i kemiteknik. Nr 2004:279, Luleå Tekniska Universitet, Luleå.

Hitech instruments, 2012. *Oxygen sensors*. [elektronisk] Technical note TN01, 520-1000 Rev2 280711. Hitech Instruments, UK. Tillgänglig: <http://www.hitech-inst.co.uk/pdfs/technical/oxygen_sensors.pdf> [Hämtad: 2012-04-11]

Nationalencyklopedin, 2012:a. *Infrarödspektroskopi*. [elektronisk] NE (Nationalencyklopedin). Tillgänglig: <<http://www.ne.se/infrar%C3%B6dspektroskopi>> [Hämtad: 2012-04-11]

Nationalencyklopedin, 2012:b. *Kemiluminiscens*. [elektronisk] NE (Nationalencyklopedin). Tillgänglig: <<http://www.ne.se/lang/kemiluminiscens>> [Hämtad: 2012-04-11]

Svenska Renhållningsverksföreningen, 2005. *Metoder att mäta och reducera emissioner från system med rötning och uppgradering av biogas*. RVF Utveckling 2005:07. RVF (Svenska Renhållningsföreningen) Service AB, Malmö.

TSI Incorporated, 2003. *Model 3090 Engine Exhaust Particle Sizer Spectrometer*. [elektronisk] TSI Incorporated, USA. Tillgänglig: <<http://www.kenelec.com.au/pdf/3090EEPSprelimbroWeb.pdf>> [Hämtad: 2012-04-11]

Winnnes. H., 2010. *Air Pollutions from Ships – Emission Measurements and Impact Assessments*. Doktorsavhandling, Institutionen för Sjöfart och marin teknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg. ISBN: 978-91-7385-420-7.

Winnnes. H. & Peterson. K., 2012. *Emissionsmätningar på Göta för Trafikverket*. [opublicerad]