



Høgskulen
på Vestlandet

PROSJEKTOPPGAVE

Bekjemping av groe på elektriske ferger
med riktig type bunnstoff

Avoiding biofouling on electric ferries by
choosing the correct marine coating

Kristina Storegjerde Skogen

Kandidatnummer: 225

Kurs: MOM252 - Materialer for undervannsteknologi

30.11.2019

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Forord

Denne semesteroppgaven er skrevet i forbindelse med mitt masterprogram i Innovasjon og entreprenørskap ved Høgskulen på Vestlandet, campus Bergen. Semesteroppgaven inngår i valgfaget «Materialer for undervannsteknologi» for høsten 2019. Jeg har gått i dybden i et tema hvor min bachelorutdanning i Marinteknikk kommer til nytte. Temaet jeg har valgt er interessant og dagsaktuelt, hvor det fortsatt er mye som er under utvikling. Dette har resultert i en svært lærerik oppgave som jeg har hatt et godt læringsutbytte av.

Jeg ønsker å rette en takk til Fredrik Baade, Senior Technical Supervisor i Westing AS, som har vært svært behjelpelig til å bidra med relevant informasjon for bruk i denne oppgaven.

Jeg ønsker også å takke min faglærer i dette emnet, Ragnar Gjengedal, som har bidratt til veiledning gjennom hele skriveprosessen, og gitt gode og konstruktive tilbakemeldinger.

Sammendrag

Begroing på fartøy har alltid vært til stede, men dette er likevel et svært dagsaktuelt tema. I 2008 ble bruk av det skadelige stoffet TBT ulovlig i bunnstoffer, noe som bidratt til økning i både forskning og innovasjon innenfor dette feltet. Dette har videre ført til en utvikling av helt nye typer miljøvennlige bunnstoffer som baseres på fluorpolymerer, noe som skal drøftes videre i denne oppgaven.

I denne rapporten gjøres det et forsøk på å finne årsakene til at den elektriske fergen MF Ampere fikk store begroingsproblemer, og det diskuteres og drøftes rundt løsningen på dette problemet. Løsningen ble å bruke et bunnstoff kallet Intersleek 1100SR som er basert på en helt ny type fluorpolymerteknologi. Informasjon til bruk i denne oppgaven er hentet fra intervju med en ansatt i Westing AS som er leverandør av dette bunnstoffet, og ved hjelp av litteratursøk i ulike databaser. Problemstillingen stiller spørsmål om hvordan valg av riktig type bunnstoff kan redusere energiforbruket og driftskostnader, og det gjøres en økonomibetraktning ved bruk av Intersleek 1100SR sammenlignet med konvensjonelle bunnstoffer. I teorikapittelet ses det på ulike standarder for utvikling og bruk av bunnstoffer, og i resultatkapittelet blir det videre presentert ulike typer som finnes i markedet. Senere blir de konvensjonelle bunnstoffene som finnes, sammenlignet med Intersleek 1100SR. Det drøftes så rundt hvorfor man sparer både drivstoff, kostnader og miljøet ved bruk av Intersleek 1100SR sammenlignet med de konvensjonelle bunnstoffene.

Rapporten presenterer også hvordan skadelige kjemikalier, spesielt TBT, i bunnstoffer kan skade det marine miljøet. Delproblemstillingen stiller derfor spørsmål om effekten av bunnstoffet må gå på bekostningen av det miljøvennlige aspektet. På bakgrunn av resultatene kan det konkluderes med at effekten av bunnstoffet trenger *ikke* å gå på bekostning av miljøet ved bruk av Intersleek 1100SR.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	1
Sammendrag.....	2
1. Innledning.....	4
1.1 Bakgrunn.....	5
1.2 Problemstilling.....	6
2. Teori.....	6
2.1 DNV GL STANDARD – «Anti-fouling» systemer.....	6
Dokumentasjon.....	7
Designkrav.....	8
2.2 NORSOK STANDARD – Overflateforberelser og bunnstoff.....	9
3. Metode.....	10
3.1 Introduksjon.....	10
3.2 Litteraturstudier.....	10
3.3 Intervju med bedrift.....	12
4. Resultat.....	12
4.1 Om begroing.....	13
4.2 Om bunnstoff.....	15
4.3 TBT i bunnstoff, og dets skade i marint miljø.....	16
4.4 Selvpolerende og harde bunnstoffer.....	17
4.5 Overflatekjemi i bunnstoffer.....	18
Hydrofile bunnstoffer.....	19
Hydrofobiske bunnstoffer.....	20
Amfifile bunnstoffer og omnifobiske bunnstoffer.....	20
4.6 Fluorpolymerbaserte bunnstoffer.....	21
4.7 Intersleek 1100SR.....	23
Teknologien bak Intersleek 1100SR.....	24
4.8 Økonomibetraktning.....	28
4.9 Intersleek 1100SR til bruk på fiskebåter.....	29
5. Diskusjon.....	30
5.1 Begroingsproblemet på MF Ampere.....	30
5.2 Forskjellen mellom Intersleek 1100SR og Seatrade 10.....	31
6. Konklusjon.....	32
Referanser.....	34

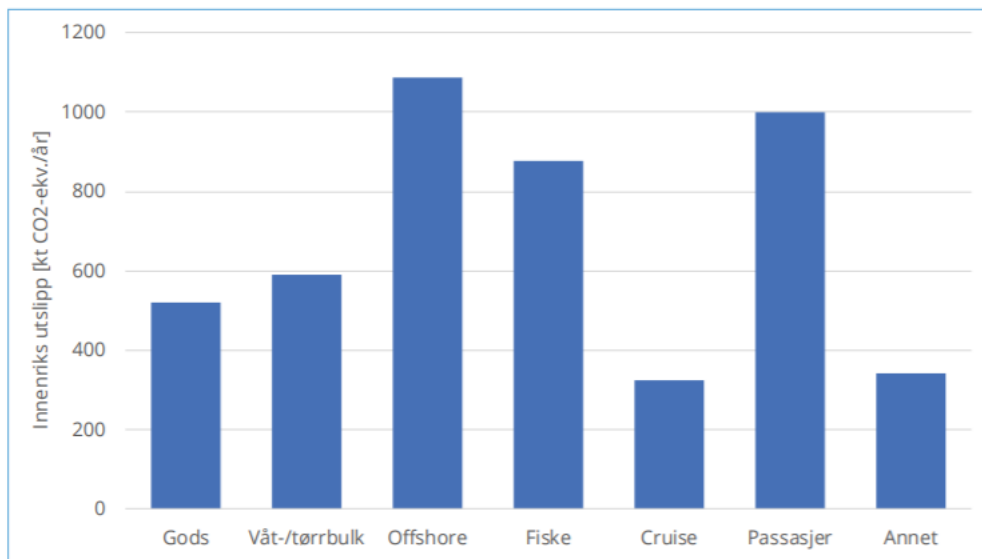
1. Innledning

I denne oppgaven skal det ses på bunnstoffer til bruk på elektriske ferger. Begroing på både havgående skip, plattformer og ferger er noe som alltid har vært til stede, men forskning innen dette feltet er likevel relevant i dag. Tidligere har det blitt brukt svært miljøskadelige stoffer i bunnstoffene for å drepe de marine organismene som vokser på skrogene, men dette har vist seg og også skade de andre marine organismene i havet. Dette gjør at utviklingen av bunnstoffer er noe som er høyt aktuelt i dag, og det blir stadig utviklet nye typer bunnstoffer for å bekjempe begroingsproblemet på en bedre måte.

En case som viser hvor viktig det er å holde groe borte fra skrog, er den elektriske fergen Ampere. Senere i denne oppgaven skal det diskuteres rundt Ampere og problemene fergen fikk som følge av groen, og rundt en ny type bunnstoff som det ble bestemt å påføre Ampere. Før påføring av dette nye bunnstoffet, ble skroget vasket og propellene polert hvert halvår, men dette var likevel ikke tilstrekkelig for å holde groen borte. Samtidig ble dette også svært lite gunstig for kostnader og ruteproduksjonen. Problemene som Ampere har hatt med å holde ruteproduksjonen har vært mye omtalt i media, siden dette problemet har vært en kombinasjon av både ladeproblemer og groe. I denne oppgaven rettes det en oppmerksomhet mot selve begroingsproblematikken.

1.1 Bakgrunn

MF Ampere vart i 2015 satt i drift av Norled på sambandet Lavik-Oppedal. Dette var da verdens første helelektriske ferge, og i tiden fremover vil flere følge etter [1]. Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart ble lagt frem sommeren 2019. Ifølge denne handlingsplanen har regjeringen som målsetting at hele fergesektoren skal elektrifiseres innen 2025.



Figur 1 – Innenriks utslipp fra sjøfart og fiske fordelt på fartøyskategori. Estimert i CO₂-ekvivalenter, basert på AIS-data fra 2017

Figur 1 som er hentet fra Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart [2] viser CO₂-utslipp innenriks fordelt på fartøyskategori. Figur 1 viser at offshorefartøy har høyest utslipp av CO₂, men at utslippsmengdene fra passasjerfartøy ikke er langt ifra. Ved å elektrifisere alle bilferger innen 2025, vil fergenäringen ta en ledende posisjon i det grønne skiftet.

Et problem som vil bli mer relevant fremover i årene som kommer, vil dermed være groe på elektriske ferger. Groe som vokser på skroget fører til at fergene får mer motstand som følge av friksjon, og må derfor bruke mer motorkraft for å få samme fremdrift som ved et rent skrog. Dermed fører dette til et høyere energiforbruk, og behov for hurtigere og oftere lading.

Ved MF Ampere ble det oppdaget at energibruken økte med hele 20 prosent på grunn av groe. «Et rent og glatt skrog skal ikke undervurderes. Det så vi på den stadig økende energibruken. Det blir veldig tydelig på en el-ferge» forteller teknisk direktør Sigvald Breivik i Norled til pressen [3]. Dette viser at behovet for et effektivt og miljøvennlig bunnstoff vil øke i takt med økningen av antall elektrifiserte ferger.

1.2 Problemstilling

Hvordan kan valg av riktig type bunnstoff på elektriske ferger redusere energiforbruket og driftskostnader? Her vil det ses nærmere på ulike typer bunnstoffer som finnes i markedet.

Et delproblemstilling i denne oppgaven går ut på å finne ut om effekten av bunnstoffet må gå på bekostning av det miljøvennlige aspektet. Her vil det også være relevant å se nærmere på hvilke typer kjemikalier som ikke er ønsket i bunnstoffer og grunnen(e) til dette.

2. Teori

Alle ingeniørstrukturer i havet som skip, plattformer og brygger er under konstant angrep av det marine miljøet. Dette gjør at disse strukturene trenger å beskyttes fra både sjøvann, biologiske angrep og temperatursvingninger. I denne oppgaven er det biologiske angrep elektriske ferger som er hovedfokuset [4]. I teorikapittelet ses det på ulike standarder for utvikling og bruk av bunnstoffer.

2.1 DNV GL STANDARD – «Anti-fouling» systemer

Her skal det ses på klasseprogram fra DNV GL for «anti-fouling» systemer. Klasseprogrammer inneholder prosessuelle og tekniske krav inkludert akseptkriterier for å skaffe og beholde sertifikater for objekter og organisasjoner relatert til klassifisering. Målet med klasseprogrammet fra DNV GL som diskuteres i dette delkapittelet, er å beskrive typegodkjenningsordningen (Type Approval, TA) for «anti-fouling» systemer. Dette klasseprogrammet gir en beskrivelse av prosedyrene og kravene som er relatert til dokumentasjon, design og typetesting som gjelder for typegodkjennelse av «anti-fouling» systemer.

Dokumentasjon

Dokumentasjon skal nummereres slik:

1. Typebetegnelse, for eksempel produktnavn (grade) med en liste over varianter som skal inkluderes og oppgis på TA-sertifikat
2. Produktbeskrivelse (produktet ID-nummer, nummer og type komponenter (farge, konsistens etc.)
3. Bruksområde og spesielle begrensninger for produktet
4. Produktspesifikasjon eller teknisk datablad, materialsikkerhetsdatablad, med relevant informasjon slik som:
 - Handelsnavn for «anti-fouling» systemet
 - Type «anti-fouling» system, for eksempel selvpolerende, ablativ, konvensjonell, «non-stick» (silikon) etc.
 - Om det er organisk tinnforbindelse i bunnstoffet så må man legge ved dokumentasjon på at denne forbindelsen er ufarlig for organisk liv, det vil si at det ikke fungerer som biocid.
 - Bindemiddeltype
 - Aktive ingredienser med CAS-nummer
 - Emballasje, lagring
 - Faststoffinnhold, tynnere
 - Viskositet
 - Flammepunkt
 - Servicetemperatur
 - Eventuelle andre driftsmessige begrensninger
 - Sikkerhets- og helsedata
 - Krav til overflatebehandling
 - Temperaturområde for påføring
 - Luftfuktighetsbegrensninger
 - Påføringsmetoder, utstyr
 - Herdetider kontra temperaturer
 - Tørr filmtykkelse per strøk, og totalt antall strøk
 - Reparasjon eller instruksjoner for påføring av nytt belegg
5. Beskrivelse av fabrikasjon

6. Beskrivelse av kvalitetskontrollordning inkludert kopier av de aktuelle sertifikatene med utgavenummer og/eller dato (for eksempel sertifisering av kvalitetsstyringssystem)
7. Testresultater med referanser til standarder, metoder, etc. og relevante kalibreringssertifikater for utstyr som brukes i typetester (hvis aktuelt)
8. Informasjon angående merking av produktet eller pakken.
9. In-service experience, hvis tilgjengelig
10. Typeprøvningsresultater og innledende vurderingsrapport fra foreningens lokalkontor, skal legges fram når fullført.

Designkrav

Som designkrav til utvikling/bruk av «anti-fouling» systemer står det oppført at disse «anti-fouling» systemene skal oppfylle de relevante kravene i dette klasseprogrammet til DNV GL, i tillegg til kravene i publiseringen «International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling Systems on Ships [5]». Denne publiseringen ble til ved en konferanse hvor representanter fra 75 land deltok. Hensikten med denne konferansen/publiseringen er å hindre bruk av skadelige forbindelser i «anti-fouling» systemer. Figur 2 er hentet ut fra denne publiseringen, og viser at fra 1 januar 2003 ble det forbudt å påføre bunnstoffer som inneholder skadelige tinnforbindelser på alle skip. Fra 1 januar 2008 ble det forbudt at skip hadde noe som helst form for skadelige tinnforbindelser på skroget eller andre overflater. Det ble også et krav at alle skip hadde et belegg på skroget som oppførte seg som en barriere mot skadelige tinnforbindelser som kunne lekke ut fra underliggende «anti-fouling» systemer [5].

CONTROLS ON ANTI-FOULING SYSTEMS

Anti-fouling system	Control measures	Application	Effective date
Organotin compounds which act as biocides in anti-fouling systems	Ships shall not apply or re-apply such compounds	All ships	1 January 2003
Organotin compounds which act as biocides in anti-fouling systems	Ships either: (1) shall not bear such compounds on their hulls or external parts or surfaces; or (2) shall bear a coating that forms a barrier to such compounds leaching from the underlying noncompliant antifouling systems	All ships (except fixed and floating platforms, FSUs, and FPSOs that have been constructed prior to 1 January 2003 and that have not been in dry-dock on or after 1 January 2003)	1 January 2008

Figur 2 - Forbud mot tinnforbindelser i bunnstoff [5].

2.2 NORSOK STANDARD – Overflateforberelser og bunnstoff

NORSOK standardene er utviklet av den norske petroleumsindustrien. Dette vil si at det er totalt førti år med petroleumserfaring fra norsk kontinentalsokkel bak NORSOK standardene. NORSOK er en forkortelse for Norsk sokkels konkurranseposisjon, og ble blant annet utviklet for å sikre konkurranseevnen på norsk sokkel. Disse standardene ble også utviklet for å sikre tilstrekkelig sikkerhet, verdiøkning og kostnadseffektivitet for driften og utviklingen i petroleumsindustrien. Det er i dag totalt 79 nasjonale NORSOK standarder som brukes aktivt. For denne oppgaven er standarden for overflateforberedelser og bunnstoff aktuelt, og denne standarden kalles «M-501 Surface preparation and protective coating» [6].

M-501 standarden gir kravene til valg av belegningsmaterialer, overflatebehandling, påføringsprosedyrer og inspeksjon for «anti-fouling» bunnstoffer som påføres under konstruksjonen og installasjonen av offshoreinstallasjoner og tilhørende anlegg [7]. Dette trenger ikke bety at denne standarden kun kan brukes på offshoreinstallasjoner, men man kan også ta utgangspunkt i denne standarden for bunnstoff til for eksempel elektriske ferger.

Målet med denne standarden er å skaffe et «anti-fouling» system som sikrer:

- Optimal beskyttelse med et minimum av vedlikeholdsbehov.
- Et «anti-fouling» system som er vedlikeholdsvennlig.
- Et «anti-fouling» system som er applikasjonsvennlig.
- At helse-, sikkerhets- og miljøpåvirkninger blir evaluert og dokumentert.

Ifølge punkt 4.5 i denne standarden om «Coating materials», skal materialene i «anti-fouling» systemet være egnet for tiltenkt bruk, og velges etter en evaluering av alle relevante aspekter som:

- Korrosjonsbeskyttende egenskaper.
- Krav til helse, sikkerhet og miljø.
- Egenskaper relatert til bruksbetingelser, utstyr og personell.
- Tilgjengelighet og kostnader av materialene.

Det spesifiseres også under dette punktet i standarden, at alle «coating materials» og løsningsmidler skal oppbevares i den originale beholderen som inneholder produsentens etikett og instruksjoner. Hvert produkt skal ha et batchnummer som viser år og produksjonsmåned, og som gir full sporbarhet i produksjonen. Holdbarhet skal inkluderes i teknisk dataark [7].

3. Metode

3.1 Introduksjon

Dette kapittelet viser hvordan informasjon til oppgaven er hentet, og samtidig gjøre det mulig for andre å hente inn den samme informasjonen. De metodene som er brukt for å produsere denne rapporten er litteraturstudie og intervju med bedrift.

3.2 Litteraturstudier

I denne oppgaven har det blitt brukt en del generelle googlesøk, nyhetsartikler om Ampere og leksikon på nettet. Søkeord som typisk har gitt gode treff på google har vært: Elektrisk ferge Ampere, Anti-fouling Systems, Anti-fouling, Fouling Release, Fluoropolymer Coating, TBT skade, selvpolerende bunnstoff, hardt bunnstoff, Intersleek 1100SR, Westing.

For den vitenskapelige delen av oppgaven har det blitt brukt flere forskningsartikler hentet fra ulike databaser. Tabell 1 viser oversikten over disse de ulike databasene som ble brukt i denne vitenskapelige delen. Tabellen viser hvilket søkeord som har blitt brukt og antall treff. Det ble ved alle vitenskapelige litteratursøkene satt som krav at søkeordet skal være en del av overskriften i artikkelen. Grunnen til denne avgrensingen i søket er for å begrense antall treff, og for å finne artikler som handler spesifikt om søkeordet som ble brukt. Somme tider kan man få opp ganske mange treff, og da har artiklene blitt valgt ut ved å enten sortere de etter «relevanse» eller å lese kort om de ulike artiklene for å se om de er relevante eller ikke. Det er også flere artikler som ligger bak betalingsmur, og som følge av dette så har disse artiklene blitt valgt bort til fordel for de som var gratis.

Bekjemping av groe på elektriske ferger med riktig type bunnstoff

Tabell 1 - Referanser, vitenskapelige artikler

Søkeord	Overskrift artikkel	Hvor i teksten	Database	Antall treff	Dato	Kriterium for valg
Marine antifouling	Modern approaches to marine antifouling coatings	Overskrift	Science Direct	218	10.10.19	Relevant artikkel
Antifouling protection	Antifouling Protection of Surfaces Immersed in Marine Environment by Natural Surfactants as Bioactive Contained in Coating Based on Natural Resin	Overskrift	Google Scholar	54	15.10.19	Relevant artikkel
Antifouling copper based aluminium hull	The use of copper-based antifouling on aluminium ship hulls	Overskrift	Google Scholar	3140	15.10.19	Relevant artikkel
TBT Norwegian coast	Levels and trends of tributyltin (TBT) and imposex in dogwhelk (<i>Nucella lapillus</i>) along the Norwegian coastline from 1991 to 2017	Overskrift	Science Direct	3	19.10.19	Relevant artikkel
Extracellular polymeric substance biofilm	Extracellular polymeric substances of biofilms: Suffering from an identity crisis	Overskrift	Science Direct	613	22.10.19	Relevant artikkel
Foul release polymer coating	Recent progress in marine foul-release polymeric nanocomposite coatings	Overskrift	Science Direct	2	15.11.19	Relevant artikkel

3.3 Intervju med bedrift

Som følge av kontakter innad Westing AS, åpnet dette for muligheten til å hente informasjon direkte fra bedriften. Allerede i september ble det opprettet kontakt med Westing AS, og de sa seg villig til å bidra med informasjon til denne oppgaven. Det har vært noen mails frem og tilbake siden denne tiden, og 4. november 2019 ble det offentlig gjort et intervju med en ansatt i Westing AS. Fredrik Baade som arbeider som Senior Technical Supervisor svarte på 10 relevante spørsmål som har blitt dradd inn i denne oppgaven flere steder. Spørsmålene og svarene har blitt skrevet ned, og er vedlagt i rapporten som «Vedlegg 1».

4. Resultat

At groe påvirker friksjonen til ferger gjennom vannet er ikke noe nytt, men det vil som tidligere nevnt bli tydeligere på en el-ferge. Grunnen til dette er at ved en dieseldrevet ferge vil man ved groe oppdage at dieselforbruket øker, men fergen fortsatt vil kunne gå. Det vil merkes økonomiske tap ved forhøyet dieselforbruk, men ikke stort mer enn det vil skje. Ved en batteridrevet ferge derimot, vil den til slutt få problemer med å gå den strekningen den skal på det batteriet den har, om det blir for mye groe. Batteriet vil altså ikke ha nok ladekapasitet til den bestemte strekningen, slik som hendte med MF Ampere. Tiltak som ble gjort i dette tilfellet var å skifte bunnstoff, sette inn mer ladekapasitet og øke ladeeffekten fra land [3].

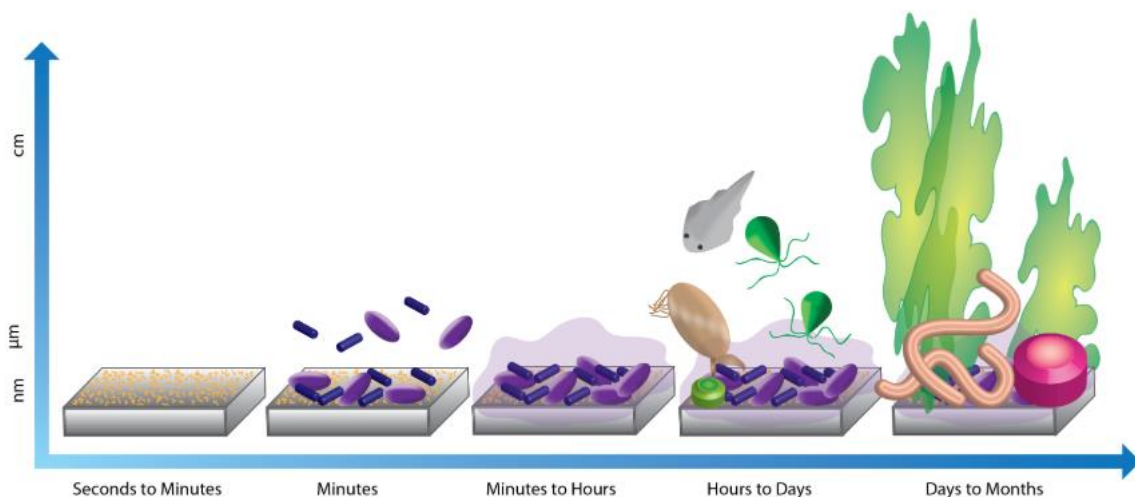
Etter Norled bestemte seg for å skifte bunnstoff, kom de i kontakt med Westing AS. Westing presenterte et fluorpolymerbasert bunnstoff kallet Intersleek 1100SR. John Knutsen i Westing forteller at dette er deres premiumvariant, og det eneste bunnstoffet som ikke inneholder noen form for biocider eller kobber, og dermed ingen forurensing. Intersleek 1100SR gir en ultraglatt overflate, og det frigjøres slim ved seiling. Denne bunnsømningen trenger normalt ikke nytt toppstrøk før etter fem år, noe som er positivt både for ytelsen og miljøet [8].

4.1 Om begroing

Begroing utvikles i fire faser [9]:

1. Den første fasen til marin begroing kalles mikrobegroing. Dette er generering av et lag med organiske molekyler. Dette skjer etter sekunder og minutter på marine strukturer/båter i sjøvann.
2. I den andre fasen er det primær kolonisering av biofilmer (virus, bakterier, sopp og kiselalger) Det dannes altså en biofilm (slim) rundt samfunnet som gjør den svært motstandsdyktig mot kjemiske og biologiske angrep. Dette skjer minutter til timer etter eksponering av sjøvann, og figur 3 illustrerer denne biofilmen som et «lyselilla sjikt».
3. Kolonisering av encellede organismer (av algal spores). Dette skjer fra timer til dager.
4. Til slutt skjer den flercellede makrobegroingen, som vil si begroing av større organismer som for eksempel østers, blåskjell, muslinger og rur. Makrobegroing er altså veletablerte marine samfunn med godt livsgrunnlag og næringstilgang. Dette er et biologisk mangfold som har fått etablert seg godt og over lengre tid, og dette skjer over flere dager til måneder [10].

Marin begroing deles altså inn i to hovedkategorier: mikrobegroing og makrobegroing. Figur 3 illustrerer disse begroingsfasene.



Figur 3 – Begroing i faser [11].

Ifølge Sjøfartsdirektoratet [11], er det disse faktorene som påvirker begroing på skip:

- Skrogets design og konstruksjon, spesielt av skjulte nisjeområder
- Skipets operasjonsprofil:
 - Hastighet
 - Tid underveis sammenlignet med tid oppankret
 - Tid i havn eller oppankret
 - Lokasjon der skipet er ankret opp når det ikke er i drift
- Hvilke ruter som benyttes
- Havner skiper anløper
- Vedlikehold; type, alder og tilstand til skipets AFS-system, altså bunnstoffet
- Frekvens og rutiner for tørrdokking/skrogrengjøring

Selv om dette gjelder større sjøgående fartøy, er likevel disse faktorene viktig når det gjelder begroing på el-ferger. Som disse faktorene viser, har lokasjon mye å si for begroing på skip og da også for el-ferger. Skip som går mye i Nordsjøen har et mindre problem med begroing enn skip som går i sørligere områder. Dette viser hvordan el-ferger er spesielt utsatt for begroing på grunn av dens lokasjon. El-fergene går i fjorder hvor det spesielt om sommeren er relativt høye vanntemperaturer, noe som gjør at begroingen skjer raskere og i en større grad enn ved lavere vanntemperaturer.

Forskjellen mellom el-ferger/hydrogenferger sammenlignet med konvensjonelle/dieseldrevne ferger og hurtigbåter er at de har skrog av aluminium. De konvensjonelle dieseldrevne fergene har stålskrog, og kan derfor bruke kobberholdige bunnstoff. Kobber er globalt brukt i de fleste av bunnstoffene, men mange bedriftene som er leverandør av bunnstoffer, anbefaler ikke å bruke disse kobberholdige bunnstoffene på aluminiumsskrog. Grunnen til dette er fordi aluminium er mer anodisk enn kobber i den galvaniske spenningsrekken. Dette gjør slik at hvis både kobber og aluminium er i kontakt med sjøvann, så vil aluminiumet som er mest uedelt, gi fra seg noen elektroner og dermed korroderes bort [12].

Det var altså aluminiumsskroget til Ampere som gjorde at det kom så mye groe, siden det ikke fantes erfaringer med aluminiumsskrog i dette farvannet fra tidligere. Det bunnstoffet som var brukt tidligere på den konvensjonelle fergen i dette farvannet, var ikke mulig å bruke siden dette var et stålskrog. Dermed måtte det prøves en ny type bunnsmørning i dette farvannet som ikke var prøvd tidligere, noe som viste seg og ikke være bra nok. Dette bunnstoffet som ikke fungerte særlig bra på Ampere er kallet Seatrade 10, og det vil senere i oppgaven gjøres en sammenligning av Seatrade 10 og Intersleek 1100SR.

Grunnen til at man valgte aluminiumsskrog på Ampere, er fordi ved design av el-ferger så en av den viktigste faktoren å ha et skrog med lav motstand og vekt. En ferge som er bygget i aluminium har halvparten av vekten av en tradisjonell dieseldrevet ferge bygget i stål. Aluminiumsskrog trenger i tillegg mindre vedlikeholdsarbeid enn ett stålskrog, og varer gjerne dobbelt så lenge [Vedlegg 2].

4.2 Om bunnstoff

Hensikten med bunnstoff er å:

1. Forhindre eller begrense begroing
2. Sikre lav friksjon og dermed maksimal fart
3. Senke energiforbruk ved å redusere vannmotstanden
4. Unngå skade på malingsystemet og beskytte skroget [13].

Bunnstoffer kan deles i to hoveddeler: «anti-fouling» bunnstoffer og «fouling release» bunnstoffer. De konvensjonelle bunnstoffene er såkalte «anti-fouling» bunnstoffer, og den primære strategien for å bekjempe begroing i disse typer bunnstoffer er ved bruk biocider. Biocider er en fellesbetegnelse for kjemiske stoffer som dreper levende organismer [14]. Eksempler på slike biocider kan for eksempel være tributyltinn (TBT) eller kobber.

Tidligere var TBT det mest brukte begroingshemmede kjemikalie i bunnstoffer, og dette er et av de sterkeste giftstoffene som er kjent. Skadene som dette stoffet gjorde på det marine miljøet skal straks ses nærmere på [9]. Etter TBT ble ulovlig for bruk i bunnstoffer, ble kobberbaserte bunnstoffer dominerende. Kobber til bruk i bunnstoffer har nå blitt ulovlig i noen land, og det vil mest sannsynlig i nær fremtid også komme et globalt forbud mot bruk av kobber i bunnstoff slik som ved TBT.

Denne økte lovgivningen, økologiske bevisstheten og høye kostnader av registrering av bunnstoffmaling som inneholder giftige biocider har ført til en fornyelse av interesse for utvikling av ikke-giftige alternativer, slik som for eksempel «fouling release» bunnstoffer [15]. «Fouling release» bunnstoffer er enten fluorpolymer eller en silikonbasert polymer, og i denne oppgaven ses det på fluorpolymerbaserte «fouling release» bunnstoffer [16].

Et eksempel på et bunnstoff som er utviklet ved bruk av «fouling release» teknologi og som er fluorpolymerbasert, er Intersleek 1100SR. Intersleek 1100SR hører dermed ikke til «anti-fouling» bunnstoffer, altså de konvensjonelle bunnstoffene [Vedlegg 1]. Forskjellen mellom «anti-fouling» bunnstoffer og «fouling release» bunnstoffer, er at man ved «fouling release» bunnstoffer bruker fysiske midler mot begroing i staden for biocider. Slike fysiske midler mot begroing kan for eksempel være at en overflate er for glatt til at marine organismer kan festes. Under delkapittel 4.5 vil fluorpolymerbaserte bunnstoffer drøftes nærmere, og under delkapittel 4.7 vil det belyses rundt selve teknologien til Intersleek 1100SR.

4.3 TBT i bunnstoff, og dets skade i marint miljø

Tidligere var tributyltinn (TBT) det mest brukte begroingshemmede stoffet i maling, og dette er et av de sterkeste giftstoffene som er kjent. Dette stoffet ble globalt forbudt i 2008 for bruk i bunnstoff, på grunn av dets skader på det marine miljøet [9].

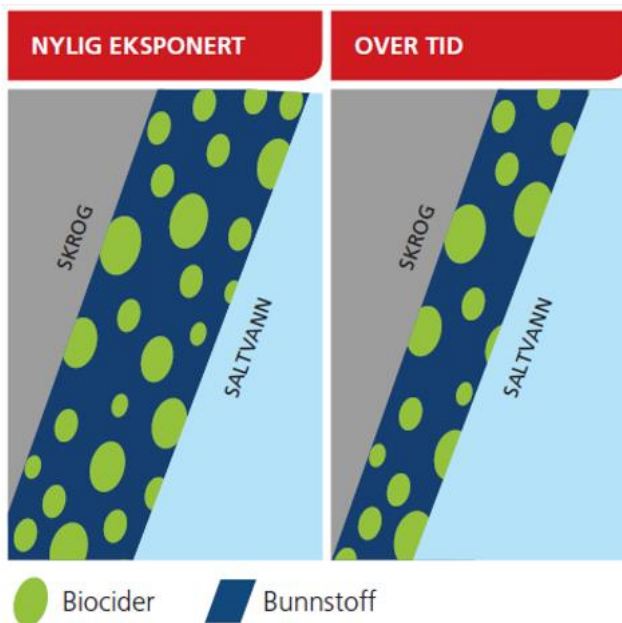
Utslipp av TBT fra bunnstoff har vist seg å ha innvirkning på flere marine organismer. Noe som har blitt dokumentert er de skadelige effektene av TBT på purpursneglen og andre nært beslektede arter. TBT er ett stoff som etterligner effekten av hormoner i kroppen, og fører dermed til forstyrrelser i produksjonen av kjønnshormoner, såkalt imposex. Dette er tydelig observert hos purpursnegler ved at hunnene begynte å utvikle penis og sædledere som følge av utslipp av dette skadelige stoffet. Egglederne til disse hunnsneglene blir blokkert, noe som fører til sterilitet og at sneglene blir utrydningstruet. Sterile purpursnegler kunne man så sent som i 2016 finne langs hele norskekysten med unntak av Finnmark [11]. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har overvåket, forsket og målt TBT-konsentrasjonen hos disse sneglene siden 1991. Først i 2017 fant man ingen tegn til imposex hos purpursneglene, og sneglene utenfor norskekysten kunne da friskmeldes [17]. Marinbiolog og forsker Merete Schøyen ved NIVA, forklarer dette som et strålende eksempel på at forbud mot miljøgifter virker [18].

Etter det globale forbudet i 2008 mot bruk av TBT i bunnstoffer, har det blitt forsket på og utviklet mange andre typer bunnstoffer som er mindre/ikke miljøskadelige. I de siste årene har det blitt en trend å gjøre overflater mer hydrofobiske, og dermed hindre at groe fester seg på nedsenkede overflater [9].

4.4 Selvpolerende og harde bunnstoffer

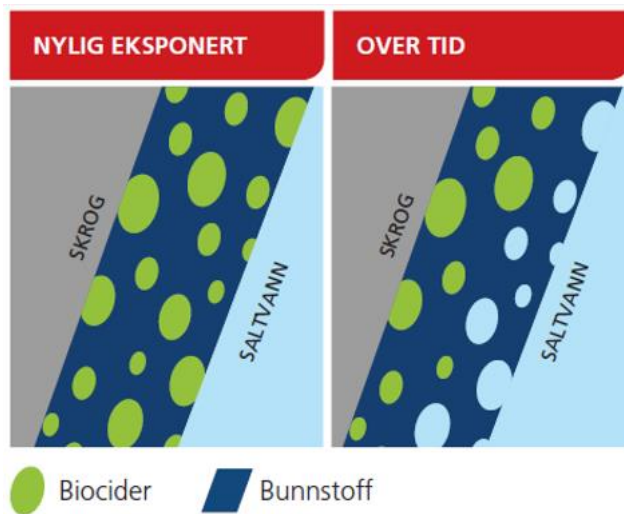
Det finnes mange ulike typer bunnstoffer og de konvensjonelle bunnstoffene kan deles inn i to hovedgrupper som er: selvpolerende bunnstoff og hardt bunnstoff. Dette er såkalte «anti-fouling» bunnstoffer hvor den aktive ingrediensen er biocider. Figur 4 og 5 viser illustrasjoner på hvordan disse to konvensjonelle bunnstoffene fungerer. Figurene viser hvordan bunnstoffet er smørt på skroget, og biocidene som er i bunnstoffet er vist som grønne sirkler.

Figur 4 viser hvordan et selvpolerende grunnstoff vil se ut når det er nylagt, og når det har blitt eksponert over tid. Det viser at bindemiddelet løser seg opp i kontrollert hastighet, slik at det alltid er et nytt aktivt bunnstoff i kontakt med sjøvannet. Poleringshastigheten sikrer en jevn utlekking av biocider gjennom produktets levetid, og holder skroget fritt for groe. Selvpolerende bunnstoffer kan brukes på de fleste båttyper, og holder vanligvis inntil 2 sesonger [13].



Figur 4 - Selvpolerende bunnstoff

Figur 5 viser en illustrasjon på hvordan harde bunnstoff virker. Dette er et hardt og uopløselig bindemiddel i vann. Som denne figuren illustrerer, så vil ikke filmtykkelsen til harde bunnstoffer bli redusert over tid slik som med selvpolerende bunnstoffer. At dette bunnstoffet ikke slites over tid, gjør at bunnstoffet får redusert effekt etter en viss tid. Det ytterste laget vil etter en viss tid bli inaktivt og porøst, og som vi ser på figuren vil biocidene i dette ytterste laget bli redusert. Dette gjør at det er nødvendig å slippe lett over skroget før ny påføring. Harde bunnstoffer passer til de fleste båter, men er mer robust mot mekanisk slitasje enn selvpolerende bunnstoffer [13].



Figur 5 - Hardt bunnstoff

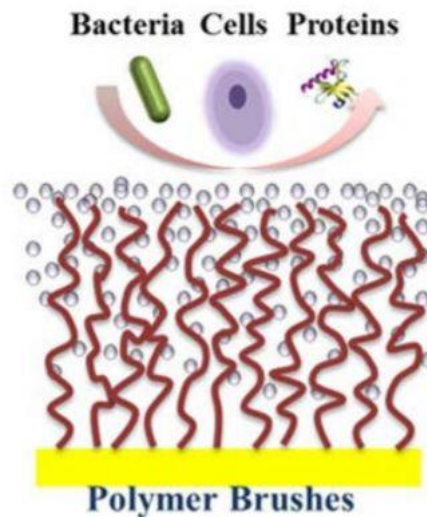
4.5 Overflatekjemi i bunnstoffer

For bunnstoffer er det to grunnleggende typer overflatekjemi: hydrofilt og hydrofobt. Bunnstoffer med enten hydrofil eller hydrofob overflatekjemi klarer ikke å forhindre alle begroingsorganismer, fordi ulike typer organismer har forskjellige festemekanismer. En løsning på dette problemet er å utvikle bunnstoffer med både hydrofile og hydrofobe komponenter (amfile bunnstoffer), eller utvikle bunnstoffer som er i stand til å frastøte både hydrofile og hydrofobe væsker samtidig (omnifobiske bunnstoffer). Det er imidlertid ikke bare overflatekjemien som påvirker begroing, men også overflatetopografien har noe å si.

Det vil nå bli drøftet videre om hydrofile, hydrofobe, amfile og omnifobiske bunnstoffer. All informasjonen om disse type bunnstoffene har blitt hentet fra en rapport kallet «Structured antifouling coatings for the marine environment» skrevet av Alexander Sebastiaan Kommeren, for Eindhoven University of Technology i Nederland [15].

Hydrofile bunnstoffer

Det har lenge vært kjent at hydrofile overflater, inkludert polymerbørster eller hydrogeler, kan hindre at proteiner setter seg fast i en overflate. Figur 6 viser en fremstilling av en polymerbørste. En polymerbørste er et overflatebelegg som består av polymerer bundet til en overflate.



Figur 6 - Polymerbørste

Hydrofile polymerbørster kan være laget av et stort utvalg av forskjellige hydrofile polymerer, som for eksempel poly (etylengykol), poly (akrylsyre) eller polysakkarider²¹⁻²⁴. Disse hydrofile bunnstoffene viser en sterk reduksjon i begroing, men de har likevel begrenset praktisk bruk på grunn av deres skjøre natur. Polymerbørster blir lett skadet, og eventuelle skader reduserer funksjonaliteten til hele polymerbørstebelegget. På bakgrunn av dette så er det selvinnlýsende at bruk av et hydrofilt bunnstoff på eksempel en ferge med mekanisk slitasje når den legger til kai, ikke er det mest gunstige.

På den andre siden så er et hydrogelbelegg mer praktisk enn en polymerbørste. Et hydrogelbelegg består generelt av et tverrbundet polymernetverk som sveller i vann. Akkurat slik som med polymerbørster, så har også hydrogellbelegg sterke hydratiserte overflater og er et godt fungerende bunnstoff mot festing av en rekke marine organismer. I tillegg til overflatekjemien til hydrogelen, så hjelper også den lave elastitesmodulen og at den ikke er like skjør som polymerbørster med på å hindre begroing av marine organismer [15].

Hydrofobiske bunnstoffer

Den lave overflateenergien i for eksempel silikonelastomerer og fluorpolymerer resulterer i at polare molekyler, som inkluderer klebende proteiner, bare blir svakt festet på overflaten. Dette vil si at ved akkumulert begroing så kan dette fjernes ved seiling i høye hastigheter. Bunnstoffer som er basert på silikonelastomerer har også typisk en lav elastitetsmodul. Denne lave elastisitesmodulen kombinert med den lave overflateenergien, gjør silikonelastomerer til et populært valg til bruk i mange «fouling release» bunnstoffer. Selv om silikonelastomerer har blitt forsket på helt siden 70-tallet, for deres «fouling release» adferd, så tok likevel ikke denne teknologien av før på 90-tallet. Grunnen til at denne teknologien ble særlig populær på 90-tallet, var at da tredje forskjellige lover og restriksjoner i kraft til bruk av skadelige biocider, spesielt TBT. Disse lovene og restriksjonene gjorde at man var nødt til å finne miljøvennlige materialer til bruk mot begroing, og dette var noe som silikonelastomerene passet godt til. Ofte blir hydrofobiske væsker slik som for eksempel silikonolje, paraffin og mineralolje, tilsatt i silikonelastomerene for å øke ytelsen. Det har blitt bevisst at ved å tilføye hydrofobiske væsker til silikonelastomerene, så øker «fouling release» egenskapene mot flere marine organismer.

På den andre siden så kan dette har motsatt virkning på bakterier og kiselalger, og dette belyser problemet med å utvikle bunnstoffer. Som tidligere nevnt i oppgaven, så har ulike typer organismer forskjellige festemekanismer, noe som gjør det svært krevende å utvikle en type bunnsmørning som tar knekken på alle disse ulike festemekanismene. Denne utfordringen fører oss videre til utviklingen av amfifile og omnifobiske bunnstoffer [15].

Amfifile bunnstoffer og omnifobiske bunnstoffer

Som diskutert tidligere, har det nå vist seg at ved å utvikle et bunnstoff som enten bare har hydrofile eller hydrofobe egenskaper, vil man mest sannsynlig ikke få et bunnstoff med et bredt spekter for bekjempelse av ulike typer marine organismer. Det er her at amfifile bunnstoffer blir relevant, siden disse kan i større grad bekjempe mange ulike typer marine organismer. Grunnen til at amfifile bunnstoffer har et bredere spekter i bekjemping av ulike typer groe, er at disse bunnstoffene inneholder en blanding av både hydrofile og hydrofobe egenskaper.

Såkalte omnifobiske bunnstoffer ligner på amfifile bunnstoffer, og disse bunnstoffene er i stand til å frastøte både hydrofile og hydrofobe væsker samtidig.

Et fellestrekk ved de beste «fouling release» bunnstoffene som er basert på silikonelastomerer og blokk-kopolymerer, er at de har benyttet seg av en dynamisk komponent. Som diskutert under «hydrofobiske bunnstoffer», så presterer silikonelastomerer bedre ved tilsetning av hydrofobiske væsker. Disse hydrofobiske væskene vil fungere som en dynamisk komponent, siden de vil vandre opp til overflaten. Denne væsken på overflaten vil da skape et tynt, men mobilt belegg utenpå bunnstoffet som gjør det vanskelig for groe å festes.

Det finnes også amfifilske blokk-kopolymerer som kan endres under sjøvann. Dette vil videre påvirke overflatekjemien og ruheten. Den dynamiske overflatekomponenten i slike bunnstoffer vil bidra til både reduksjon i begroing og bedre «fouling release» egenskaper, siden disse har mulighet å endre seg etter hvilke type sjøvann det befinner seg i og hvilke typer marine organismer som finnes i dette sjøvannet [15].

I denne oppgaven ses det på et bunnstoff som er kallet Intersleek 1100SR. Dette er et bunnstoff som bygger på prinsippet med å ha både hydrofile og hydrofobe egenskaper, dermed kan dette sies å være et amfifilsk bunnstoff. Dette bunnstoffet er derimot basert på fluorpolymerer i stedet for silikonelastomerer, og derfor skal fluorpolymerbaserte bunnstoffer drøftes nærmere nå.

4.6 Fluorpolymerbaserte bunnstoffer

I dette delkapittelet skal det forklares rundt fluorpolymerbaserte bunnstoffer. For å få en bedre forståelse av denne type bunnstoff, må det først forklares hva en fluorpolymer *egentlig* er: En polymer er en kjemisk forbindelse som er laget av mange molekyler som har lav masse, og det kan sies at en fluorpolymer er en spesifikk type av en polymer som har spesielle egenskaper. En fluorpolymer er en fluorkarbonbasert polymer som har sterke karbon-fluorbindinger. Fluoren i en fluorpolymer er elektrisk negativ, noe som gjør at den ikke bindes lett til andre materialer. Dette er grunnen til at fluorpolymer er non-stick. Fluorpolymer er i grunnen et paraplybegrep som inkluderer mange produkter med handelsnavn som blant annet Teflon, Excalibur, Algofon, Xylan, Solef og Fluon. Det er stor etterspørsel etter fluorpolymerer til bruk i ulike industrielle belegg siden de har noen kvaliteter som er høyt ønsket. For det første så har fluorpolymerer utmerkede non-stick egenskaper, noe som gjør at de er svært populære til bruk i panner og gryter, i dagligtalen kjent som teflonpanner og teflongryter.

I tillegg så reduserer fluorpolymerer friksjon, motstår korrosjon og tåler svært høye temperaturer. Fluorpolymerer er isolatorer som vil si at de ikke leder strøm, og de absorberer heller ikke vann. Denne kombinasjonen av ulike faktorer gjør fluorpolymerer svært ideelle til bruk i både elektronikk, biler og mange andre bruksområder [19]. Fluorpolymerer er også svært ideelle til bruk i bunnstoff på grunn av alle disse egenskapene.

På grunn av miljøskadene ved bruk av «anti-fouling» bunnstoffer, altså bunnstoffer med biocider, har moderne forskning fokusert mye på miljøvennlige alternativer, som for eksempel «fouling release» teknologien. Som tidligere forklart så hører de fluorpolymerbaserte bunnstoffene til de såkalte «foul-releasing» bunnstoffene. Non-stick «foul-releasing» belegg som inneholder fluorpolymerer og silikonforbindelser er et miljøvennlig bunnstoff som kan brukes i lengre perioder. «Fouling release» teknologien forhindrer begroing ved å gi ekstremt glatte selvrensende overflater.

Fluorpolymerer i fluorbaserte «fouling release» bunnstoffer, danner ikke-porøse og glatte overflater med minimert overflatespenning og god anti-vedheftsevne mot begroingsorganismer. Fluorpolymerene danner også et svakt grensesnitt med begroing på skroget, og groen fjernes da enkelt av skjærspenningen som opptrer mens fartøyet glir gjennom vannet.

Fluorpolymerer er harde, glassholdige materialer med en glassovergangstemperatur (T_g) som er større enn romtemperatur (RT) [20]. Glassovergangstemperaturen er den temperaturen hvor polymeren vil gå fra elastisk tilstand til glassaktig tilstand. Hvis T_g er høy, slik som ved fluorpolymerer, så vil materialet være glasslignende og hardheten til filmen være høy, stiv og god [21]. Disse polymerene påføres i tynne lag ($75\mu\text{m}$) for å danne et non-stick «fouling release» belegg. Men disse materialene har begrenset mobilitet fordi fluoratomer danner en stiv molekylstruktur. I tillegg er en høy kritisk belastning nødvendig at begroingen skal løsnes fra skroget, siden fluorpolymerer har en høyere bulkmodul enn elastomerer. Dette gjør at begroingen som er festet på skroget ikke løsnes veldig lett. Dette er ikke tilfellet med Intersleek 1100SR siden dette bunnstoffet inneholder en helt ny type patentert fluorpolymer. Denne fluorpolymeren er patentert av Akzo Nobel, og gjør at groe løsnes mye lettere fra skroget enn ved de originale fluorpolymerene.

4.7 Intersleek 1100SR

Som nevnt i delkapittel 1.2 oppdaget man at energibruken til den helelektriske fergen MF Ampere økte med hele 20 prosent som følge av groe. Rederiet vasket både skroget og propellene hvert halvår, men aluminiumsskroget ble likevel så begrodd at energibruken gikk drastisk opp. Både vaskingen av skrog og propeller og den økte energibruken, førte til store økonomiske tap og det ble nødvendig å finne en bedre løsning [8].

Norled kom i kontakt med leverandørfirmaet Westing AS, for å teste ut et nytt bunnstoff som kunne fungere bedre. Det ble bestemt å ta i bruk et grunnstoff kallet Intersleek 1100SR, og i Norge er det er Westing AS som er leverandør av dette bunnstoffet. Intersleek er utviklet av Akzo Nobel coatings og har eksistert siden 1980-tallet, men det var først i tiåret etter at bunnstoffet fikk kommersiell suksess. I de siste årene har dette bunnstoffet blitt stadig mer populært og utbredt, trolig grunnet «det grønne skiftet» [22].

Intersleek 1100SR er et fluorpolymerbasert bunnstoff som ikke inneholder noen giftstoffer. Det er det eneste bunnstoffet på markedet som ikke inneholder noen form for biocider eller kobber, og vil derfor ikke føre til noe forurensing [8]. Dette bunnstoffet skiller seg altså ut fra de mer konvensjonelle bunnstoffene som er basert på en konstant poleringseffekt og frigjøring av giftstoffer til sjøen, som for eksempel kobber. Intersleek polerer ikke, men har en mye lavere overflateprofil/ruhet, og skaper på denne måten en mindre motstand i sjøen. Bokstavene SR i navnet Intersleek 1100SR står for «slime release» [22]. Bunnsmørningen gir en ultraglatt overflate og det frigjøres slim ved seiling [8].

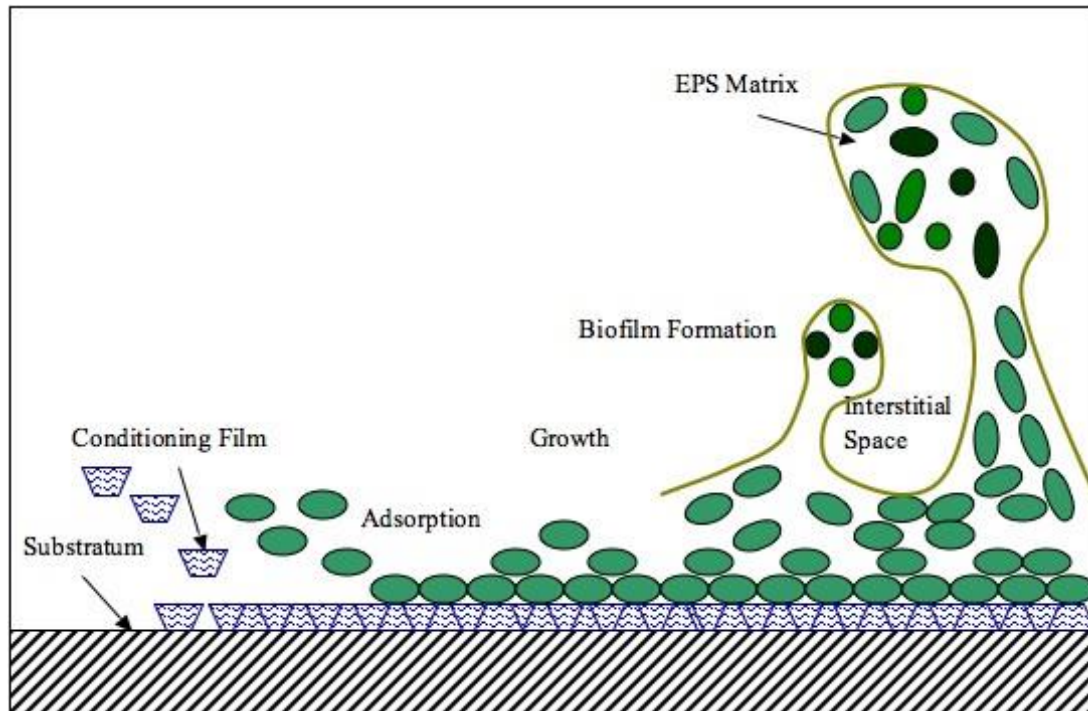
Teknologien bak Intersleek 1100SR

Intersleek 1100SR er den nyeste innovasjonen innenfor Intersleek bunnsmørningene. Slim som bygger seg opp på skroget under statiske perioder, blir frigjort når fartøyet går gjennom vannet. Intersleek 1100SR frigjør slim ved enda lavere hastigheter enn de tidligere Intersleek bunnsmørningene [23].

Slim blir bygget opp av bakterier og kiselalger som finnes i havet og er en kompleks, variert og dynamisk organisme. Allerede første sekundet fartøyet entrer vannet vil slim begynne å bli dyrket på skroget. Det finnes tusenvis av forskjellige arter som vil påvirke hvordan slimet på skroget blir bygd opp. Disse artene påvirker for eksempel slimtykkelsen, slimtekstur, slimsammensetninger og overflateruhet på skipsskrogene. Dette betyr at slim som blir bygget opp på skipsskrog vil variere etter hvor fartøyet befinner seg geografisk. Oppbyggingen av marint slim og biofilmer er så komplekst at det kan være forskjellige biofilmer mellom to fartøy som ligger bare få meter fra hverandre [23].

Intersleek 1100SR inneholder en ny patentert fluorpolymer som er en forbedret og styrket versjon av en slimresistant polymergruppe fra tidligere generasjoner av Intersleek. Denne nye patenterte fluorpolymeren er bedre til å påvirke og motstå vedheft, og bosetting av organismer som utgjør slimkolonisering.

«Biofilm er et strukturert samfunn av bakterier som er festet til en overflate og til hverandre. Bakteriene er innkapslet i en egenprodusert slimaktig matriks. Bakterier foretrekker å vokse i en biofilm, da biofilmen gir bakteriene økt overlevelsesmulighet og mulighet til å bli værende i et spesielt miljø» [24]. Det er ekstra cellulære polymeriske substanser (EPS) som danner denne selvproduserende matrisen som bakteriene er innkapslet i. EPS'ene sitt formål i mikrokoloniene, er å opprettholde vedheft til underlaget og holde cellene i kolonien sammen [25]. EPS står for funksjonen av biofilmen, og er det som gjør at overflaten føles «slimete» å ta borti [23]. Figur 7 viser hvordan EPS'ene omringer og innebygger bakteriene.

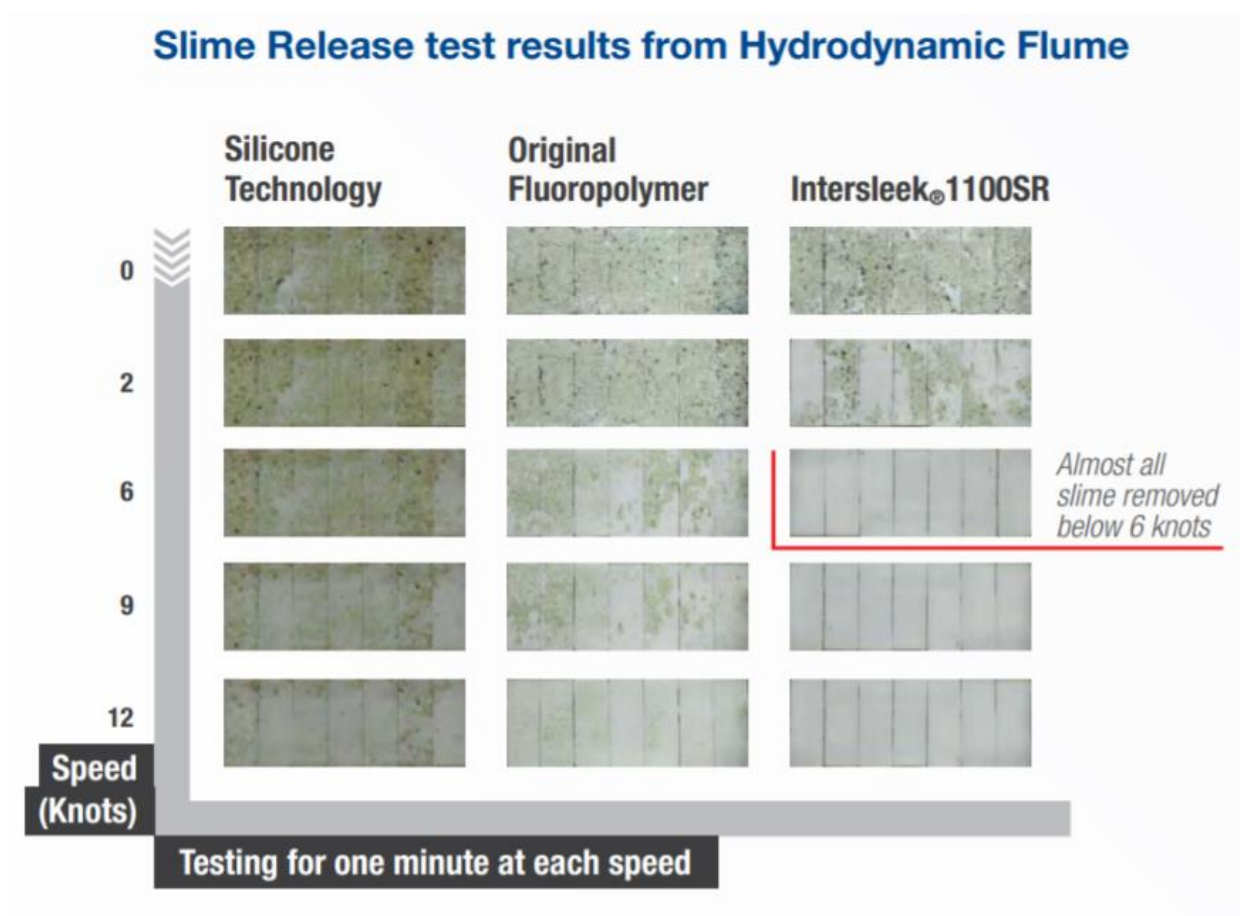


Figur 7 - EPS-matrise

På bakgrunn av hva man vet om biofilmer og EPS'er ser man at det er viktig med en overflate som begrenser evnen til at de ekstra cellulære polymeriske substanser (EPS) festes og spres på skroget. Dette kan man oppnå ved å gjøre overflaten til bunnstoffer mer hydrofilt slik at slimet løsnes i vann ved hastighet, men å likevel opprettholde en grad av hydrofobe egenskaper. Kort forklart har hydrofile stoffer små molekyler og er polare, noe som gjør at de er lettløselige i vann. De hydrofile stoffene kan også binde og absorbere vann veldig lett, noe som kan føre til svelling og dannelse av geleer [26]. Hydrofobe stoffer er upolare og er uløselige i vann [27].

Intersleek 1100SR fungerer bra mot at EPS festes og spres på skroget, siden dette bunnstoffet inneholder amfifile molekyler. Amfifile molekyler består av en polar del (hydrofil) på ene siden av molekylet, og en upolar del (hydrofob) på den andre siden [23]. Den polare delen er vannløselig, og gjør slik at slimet løses i vann når fartøyet er i drift. Den upolare delen er ikke løselig i vann noe som er bra for levetiden av bunnsmørningen. Denne upolare delen i bunnsmørningen gjør slik at den vil vare lenge på skroget uten å bli «polert bort» av vannet. Kombinasjonen av disse hydrofile og hydrofobe egenskapene er det som gjør Intersleek så ulikt fra de tradisjonelle bunnsmørningene, siden man kan på denne måten holde groe og slim borte uten bruk av skadelige kjemikalier.

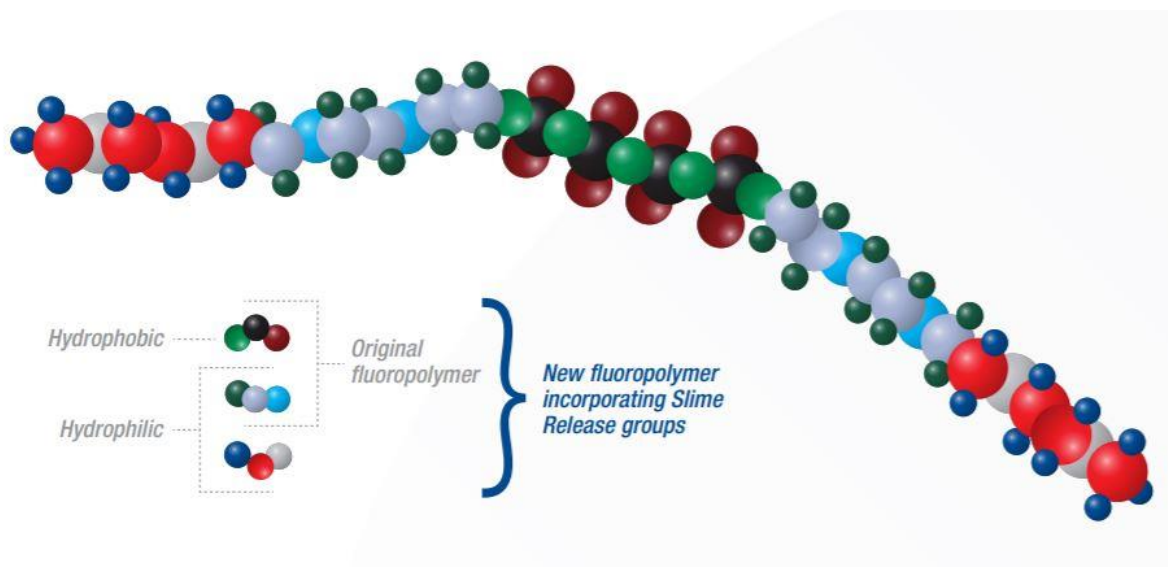
Under utvikling av Intersleek 1100SR har det blitt kjørt flere ulike tester i prøvetanker for å sammenligne Intersleek 1100SR med andre silikonbaserte bunnsmørninger og originale fluoropolymerbaserte bunnstoffer. Under disse testene ble det observert at Intersleek 1100SR var betydelig bedre til å frigjøre slim ved lavere hastigheter. Figur 8 viser forskjellen av frigjøring av slim ved bruk av Intersleek 1100SR sammenlignet med silikonteknologi og original fluoropolymer. At slimet frigjøres ved lavere hastigheter er positivt for dieselforbruk og dermed også miljøet.



Figur 8 - Test av Intersleek 1100SR [23]

Bekjemping av groe på elektriske ferger med riktig type bunnstoff

Som nevnt tidligere så finnes det mange ulike typer fluorpolymerer, og at Intersleek 1100SR inneholder en ny type fluorpolymer. Figur 9 viser en illustrasjon av denne nye type fluorpolymeren, og hvordan den er bygd opp av både hydrofobe og hydrofile egenskaper. Som både diskutert i delkapittel 4.6 om fluorpolymerbaserte bunnstoffer, og som figur 8 viser, så løsner ikke begroingen like lett ved de originale fluorpolymerbaserte bunnstoffene. Som tidligere diskutert er dette på grunn av at det er nødvendig med høy kritisk belastning for at begroingen skal løsnes fra skroget ved bruk av disse fluorpolymerene. Dette gjør at begroingen som er festet på skroget ikke løsnes veldig lett, og at man må kjøre med høyere hastigheter. Dette er ikke tilfellet med Intersleek 1100SR, og på grunn av den nye type fluorpolymeren så løsnes groe mye lettere og ved lavere hastigheter [23].



Figur 9 - Ny patentert fluorpolymer

4.8 Økonomibetraktning

Noe som gjør at ulike aktører kan være skeptisk til å gå over til Intersleek 1100SR er at dette bunnstoffet er omtrent dobbelt så dyrt som konvensjonelle bunnstoffer. Det er i hovedsak selve påføringen av Intersleek 1100SR som gjør det dyrere enn konvensjonelle bunnstoffer. Men i motsetning til de konvensjonelle bunnstoffene som polerer og dermed blir mindre og mindre igjen av, så har ikke Intersleek 1100SR en slik forhåndsbestemt begrenset levetid. Siden Intersleek 1100SR ikke poleres vekk så vil dette si at den tykkelsen man påfører, vil også være på ved neste dokking. Bunnstoffet frigir altså ingenting til sjøen [Vedlegg 1].

Det er båter som har blitt driftet i både sju og ti år uten å påføre nytt stoff, noe som er stor forskjell fra konvensjonelle bunnstoffer som legges med to eller fem års intervall. Selv om Intersleek 1100SR vil være dyrere å påføre enn konvensjonelle bunnstoffer kan man likevel se at det vil føre til besparelser i det lange løp, både for økonomien og miljøet i form av nullutslipp [22].

Fredrik Baade fra Westing forteller at hvor mye som spares i drivstoffkostnader er avhengig av distansen båten tilbakelegger, og at jo lengre den går dess større blir besparelsen. Baade forklarer videre at for en båt som går cirka 50.000 nautiske mil i året så kan det antas at merkostnaden ved påføring av Intersleek 1100SR er inntjent i løpet av det første halvannet året. Ved 5 års dokkingsintervall har man da et fremtidig besparelsepotensiale i drivstoff/energi det neste 3,5 året på rundt 6%.

Siden Intersleek 1100SR er dyrere å påføre enn konvensjonelle bunnstoffer, i tillegg til at merkostnaden ikke er inntjent før etter omtrent 1,5 år, så innebærer det en viss risiko å bytte over til Intersleek 1100SR. Om båten/fergen går mindre enn 50.000 nautiske mil i året, vil det i tillegg ta enda lenger tid før denne merkostnaden er inntjent. Det er altså lurt å vite hvor langt båten/fergen går i året hvis det er ønskelig å regne ut lang tid det tar før merkostnaden er inntjent. Siden det kan være store forskjeller i hvor mange nautiske mil ulike fartøyer legger bak seg, kan det derfor tenkes at det har vært store forskjeller i hvor mye de ulike kundene har spart på å gå over til Intersleek 1100SR. Risikoen ved å skifte over til Intersleek 1100SR bør derfor veies opp mot hvor langt fartøyet går, og hvor raskt man forventer at merkostnaden er inntjent, og her er det relevant å se på praktisk erfaring fra ulike kunder som har gått over til Intersleek 1100SR.

Et av hovedtemaene i denne oppgaven er MF Ampere som skiftet over til Intersleek 1100SR grunnet groe. Derfor ble det mandag 18.november og tirsdag 19.november 2019, forsøkt å ta kontakt med Norled per telefon for å høre deres praktiske erfaring ved bruk av Intersleek 1100SR. Det var også interessant å få vite om risikoen knyttet merkostnaden ved dette bunnstoffet, og hvor lang tid det tok før MF Ampere hadde tjent inn igjen merkostnaden ved påføring. Det var ikke mulig å komme i kontakt med Norled, så Norled har derfor ingen kommentar til denne saken.

4.9 Intersleek 1100SR til bruk på fiskebåter

Fiskeflåten har lenge holdt seg til de konvensjonelle bunnstoffene, men i nyere tid har fiskerederne også fått øynene opp for Intersleek 1100SR. Westing AS har opplevd en større etterspørsel av Intersleek 1100SR og nå også fra fiskerederne. Skipper Mats Lundberg i Lundberg-rederiet forteller at ved å skåne miljøet så er ikke batteri og den type tiltak veien å gå for fiskerederiet med nåværende teknologi. De har heller gjort en del andre tiltak for miljøet, og det å skifte bunnstoff til Intersleek 1100SR var en av disse tiltakene [22].

Det som skiller fiskebåter fra ferger, er at de har mye mer mekanisk slitasje på skroget. Intersleek 1100SR er mer sensitiv mot slik mekanisk slitasje enn de konvensjonelle bunnstoffene, og det kan derfor tenkes at dette bunnstoffet må påføres ved hyppigere intervaller på fiskebåter. På grunn av dette er det vanskelig å si hvor mye fiskerederier vil få av økonomiske besparelser ved å gå over til Intersleek 1100SR. Testing av Intersleek1100SR på fiskebåter er ved nåværende tidspunkt på et tidlig stadium, så det er fortsatt ingen som vet nøyaktig hvor godt dette bunnstoffet er egnet til bruk på fiskebåter. Men noe man vet sikkert er at Intersleek 1100SR er mye mer miljøvennlig enn de konvensjonelle bunnstoffene, og det kan tenkes at i en tid hvor alle er så opptatt av det grønne skiftet, at dette er nok til å få fiskerederne til å gå over til dette bunnstoffet. Denne hypotesen støttes ved en epost som Mats Lundberg skriver til Tekfisk. I denne eposten skriver Lundberg at selv om Intersleek 1100SR er mer ømfintlig mot mekanisk slitasje som det finnes mye av på fiskebåter, så syntes de likevel at Intersleek 1100SR hadde så mange fordeler at det var verdt å ta sjansen [22].

Etter jeg har vært i kontakt med Fredrik Baade, Senior Technical Supervisor i Westing, kunne han fortelle at de tallene de hittil har fått fra fiskerederier er mellom 4-10% på drivstoffbesparelse. Generelt er han veldig positiv til bruk av Intersleek 1100SR på fiskebåter, noe som er selvsagt siden han jobber i firmaet som selger Intersleek 1100SR. Baade forteller at den mekaniske slitasjen på styrbord side som ringnotbåter har, vil ha liten betydning for energiforbruket til båter. Han forteller også at fiskebåter trenger ikke oftere dokkingintervall til påføring av Intersleek 1100SR siden alle fartøy som påføres Intersleek 1100SR har en mulighet for 5 år dokkingintervall. Baade forklarer videre at hvis fartøyet dokkes utenom dette 5 års intervallet så er det ikke på grunn av bunnstoffet, men andre ting som klassing av propell, bunnutstyr og lignende [Vedlegg 1].

Her ser vi at det er litt ulike fakta som kommer på bordet om hvordan bruk av Intersleek 1100SR på fiskebåter vil fungere. Westing AS, selgeren av bunnstoffet, mener at den mekaniske slitasjen ikke vil ha noe å si for virkningen til bunnstoffet, mens fra andre kilder kommer det frem at Intersleek 1100SR er mer ømfintlig mot slik mekanisk slitasje enn andre bunnstoffer. Hva som egentlig stemmer, er ikke mulig å vite før Intersleek 1100SR blir tatt i bruk på flere fiskebåter over en lengre periode.

5. Diskusjon

5.1 Begroingsproblemet på MF Ampere

Det var flere faktorer som spilte inn på at Ampere fikk så store problemer med groe, men hovedfaktoren var typen bunnstoff som ble brukt. En annen faktor var at vedlikeholdsmetodene for å fjerne groen som hadde dukket opp, slik som børsting, videre skadet bunnsmørningen og gjorde den enda dårligere til å bekjempe groe.

Før Ampere skiftet til Intersleek 1100SR, ble et selvpolerende konvensjonelt bunnstoff fra Carboline kallet Seatrade 10 brukt. Fredrik Baade fra Westing AS forklarer at grunnen til at dette bunnstoffet ikke fungerte på Ampere, var at det ble påført for lite bunnstoff i forhold til seilingstiden, i tillegg til at Seatrade 10 polerer sakte. Det ble etter hvert også bygget opp en sikt på skroget som gjorde at biocidene ikke lenger slapp ut, og dermed ble det mulig for groe å festes og vokses på skroget.

Når det begynte komme groe på skroget ble det reagert med å børste dette bort flere ganger, og dette førte da videre til en ond sirkel hvor man etter hver børsting fjernet mer og mer av bunnstoffet. Dette resulterte videre i at det ble enda bedre gromuligheter for marine organismer etter hver børsting [Vedlegg 1].

5.2 Forskjellen mellom Intersleek 1100SR og Seatrade 10

Som tidligere diskutert var det flere grunner til at Seatrade 10 fungerte så dårlig på Ampere. Sett fra et miljøperspektiv er Intersleek 1100SR er mye bedre alternativ enn Seatrade 10 siden Seatrade 10 inneholder både kobber, biocider og diverse andre godkjente tilsetninger. Og ettersom Seatrade 10 er selvpolerende, så blir disse tilsetningene etter hvert sluppet ut i havet.

Ampere har i motsetning til de tradisjonelle dieselfergene, et skrog laget av aluminium. Dette gjør at man bør være ekstra påpasselig på hvilken type bunnstoff man velger å bruke. Det er ikke ønsket å legge et bunnstoff som inneholder kobber, direkte på et skrog av aluminium. Grunnen til dette er at aluminium er lenger oppe i spenningsrekken enn kobber, og dette gjør at dette metallet oksideres lettere enn kobber. Dette vil si at om det påføres et bunnstoff som inneholder kobber direkte på et aluminiumsskrog, så vil aluminiumsskroget oksideres noe som ikke er ønskelig.

Siden Intersleek 1100SR ikke inneholder noen form for kobber, trenger man heller ikke tenke på å ha et primersystem mellom skroget og bunnsmørningen som hindrer at disse kommer i direkte kontakt. Ved bruk av Seatrade 10 på Ampere, var man avhengig av å bygge malingsystemet riktig opp fra bunnen av, slik at bunnstoffet ikke kom i direkte kontakt med aluminiumet [Vedlegg 1].

En annen forskjell mellom disse bunnstoffene er at siden Seatrade 10 er selvpolerende vil det derfor vil forsvinne mer og mer etter hvert som tiden går, noe som ikke er tilfellet med Intersleek 1100SR. Intersleek 1100SR er basert på fluoropolymerer, så det laget med bunnstoff som man påfører vil ikke forsvinne/bli polert bort over tid.

6. Konklusjon

I grove trekk er det tre åpenbare ting som skiller Intersleek 1100SR fra konvensjonelle bunnstoffer [Vedlegg 1]:

1. Intersleek 1100SR poleres ikke vekk. Den tykkelsen som påføres er også på ved neste dokking. Dette gjør at ingenting frigis til sjøen, og det inneholder heller ikke biocider eller kobber.
2. Intersleek 1100SR er superglatt og gir mindre friksjon, og dette er med på å gi en energibesparelse.
3. Intersleek 1100SR fungerer som den skal. Dette betyr den forblir glatt hele seilingsperioden, og ikke «mister virkning» etter hvert som tiden går.

Det har også blitt undersøkt hvordan Intersleek 1100SR skiller seg fra andre silikonbaserte bunnsmørninger og originale fluorpolymerbunnsmørninger. Dette gjordes ved at det under utviklingen av Intersleek 1100SR, ble kjørt flere ulike tester i prøvetanker for å sammenligne Intersleek 1100SR med disse type bunnsmørningene som nevnt. Under disse testene ble det observert at Intersleek 1100SR var betydelig bedre til å frigjøre slim ved lavere hastigheter enn de andre typene for bunnsmørning. Dette er svært positivt med tanke på energibesparelse, siden man kan spare mye drivstoff ved å holde hastigheten nede. Dette besvarer problemstillingen som stiller spørsmål om hvordan valg av riktig type bunnstoff på elektriske ferger kan redusere energiforbruket og driftskostnader.

Under delkapittel 4.9 om Intersleek 1100SR er egnet til bruk på fiskebåter, så ser man at det er litt ulike fakta som kommer på bordet. Westing AS, selgeren av bunnstoffet, mener at den mekaniske slitasjen ikke vil ha noe å si for virkningen til bunnstoffet, mens fra andre kilder kommer det frem at Intersleek 1100SR er mer ømfintlig mot slik mekanisk slitasje enn andre bunnstoffer. Det har likevel kommet frem at fuelbesparelsen til fiskebåter er rundt 4-10%, og at Intersleek SR er mye bedre mot miljøet enn konvensjonelle bunnstoffer, så det kan tenkes at når man setter de ulike faktorene opp mot hverandre, så vil det samlet sett være positivt for fiskebåter å gå over til dette bunnstoffet.

Et delproblemstilling i denne oppgaven går ut på å finne ut om effekten av bunnstoffet må gå på bekostning av det miljøvennlige aspektet. Som tidligere drøftet under teorikapittelet så er Intersleek 1100SR et fluorpolymerbasert bunnstoff som ikke inneholder noen giftstoffer.

Bekjemping av groe på elektriske ferger med riktig type bunnstoff

Det er det eneste bunnstoffet på markedet som ikke inneholder noen form for biocider eller kobber, og vil derfor ikke føre til noe forurensing [8]. Dette bunnstoffet skiller seg altså ut fra de mer konvensjonelle bunnstoffene som er basert på en konstant poleringseffekt og frigjøring av giftstoffer til sjøen. Under observering ved bruk av Intersleek 1100SR på MF Ampere, ble også Intersleeks gode egenskaper til å bekjempe groe bekreftet. I tillegg vet man at ved et 5 års dokkingsintervall har man et fremtidig bespareelsepotensiale i drivstoff/energi de neste 3,5 året på rundt 6% ved bruk av Intersleek 1100SR [Vedlegg 2]. På bakgrunn av disse resultatene kan det konkluderes med at effekten av bunnstoffet trenger *ikke* å gå på bekostning av miljøet ved bruk av Intersleek 1100SR.

Referanser

- [1] «Regjeringa: Alle bilferjer skal gå på straum innan 2025,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: https://www.nrk.no/sognogfjordane/regjeringa_-alle-bilferjer-skal-ga-pa-straum-innan-2025-1.14408153, Hentet: 11. september.
- [2] «Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.regjeringen.no/contentassets/2ccd2f4e14d44bc88c93ac4effe78b2f/handlingsplan-for-gronn-skipsfart.pdf>, Hentet: 11. september.
- [3] «Energibruken på el-fergen økte med 20 prosent på grunn av groe,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.tu.no/artikler/energibruken-pa-el-fergen-okte-med-20-prosent-pa-grunn-av-groe/398661>, Hentet: 11. september.
- [4] L. D. Chambers, K. R. Stokes, F. C. Walsh og R. J. K. Wood, «Modern approaches to marine antifouling coatings,» *Surface and Coatings Technology*, vol. 201, nr. 6, s. 3642-3652, 2006.
- [5] «International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling Systems on Ships,» 2001. [Online]. Tilgjengelig: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/236102/8284.pdf, Hentet: 05. november.
- [6] «NORSOK standards,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.standard.no/en/sectors/energi-og-klima/petroleum/norsok-standards/#.XcFQMuhKg2w>, Hentet: 05. november.
- [7] *Surface preparation and protective coating*, 1999. Tilgjengelig: <https://www.standard.no/pagefiles/1167/m-501.pdf>, Hentet: 05. november 2019.
- [8] «Batterifergen Ampere byttet bunnstoff etter problemer med groe,» [Online]. Tilgjengelig: https://www.westing.no/post/batterifergen-ampere-byttet-bunnstoff-etter-problemer-med-groe?fbclid=IwAR1jGFMt0Jnwn-Wu_iVwzFZcho_5UewSPYMJcqKOuPqSB8cU1Iz6pVh34Ic, Hentet: 09. oktober.
- [9] M. Silva *et al.*, «Antifouling Protection of Surfaces Immersed in Marine Environment by Natural Surfactants as Bioactive Contained in Coating Based on Natural Resin,» *Chemical Engineering Transactions*, vol. 74, s. 1507-1512, 2019.
- [10] «Macrofouling Control,» [Online]. Tilgjengelig: <https://www.suezwatertechnologies.com/handbook/chapter-28-macrofouling-control>, Hentet: 15. oktober.
- [11] «Utslipp til sjø,» 2016. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.sdir.no/sjofart/fartoy/miljo/forebygging-av-forurensning-fra-skip/utslipp-til-sjo/>, Hentet: 15. oktober.
- [12] F. Bagley, M. Atlar, A. Charles og C. Anderson, «The use of copper-based antifouling on aluminium ship hulls,» *Ocean Engineering*, vol. 109, s. 595-602, 2015.
- [13] «Alt om båten, over og under vannlinjen,» [Online]. Tilgjengelig: https://jotunimages.azureedge.net/images/images/Jotun%20Yachting%20Brosjyre_tcm21-143215.pdf, Hentet: 10. oktober.
- [14] T. Hofsvang, «Biocider,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://snl.no/biocider>, Hentet: 10. oktober.
- [15] A. S. Kommeren, «Structured antifouling coatings for the marine environment,» Eindhoven University of Technology, 2017. Tilgjengelig: https://pure.tue.nl/ws/files/78236331/20171019_CO_Kommeren.pdf, Hentet: 09. november 2019.
- [16] L. A. Austreid, A. M. Torgersen og T. Buberg, «Forhindring og fjerning av marin begroing på tidevannskraftverk,» Bachelor's Degree, Høgskolen Stord/Haugesund, 2011.
- [17] M. Schøyen *et al.*, «Levels and trends of tributyltin (TBT) and imposex in dogwhelk (*Nucella lapillus*) along the Norwegian coastline from 1991 to 2017,» *Marine Environmental Research*, vol. 144, s. 1-8, 2019/02/01/ 2019.

- [18] NIVA, «Miljøgiftforbud virker: Kjønnforstyrrende purpursnegler er friskmeldte,» [Online]. Tilgjengelig: <https://www.niva.no/nyheter/miljogiftforbud-virker-kjonnforstyrrede-purpursnegler-er-friskmeldte>, Hentet: 19. oktober.
- [19] «What is Fluoropolymer Coating?,» [Online]. Tilgjengelig: <https://toefco.com/what-is-fluoropolymer-coating/>, Hentet: 15. November.
- [20] M. S. Selim *et al.*, «Recent progress in marine foul-release polymeric nanocomposite coatings,» *Progress in Materials Science*, vol. 87, s. 1-32, 2017/06/01/ 2017.
- [21] «Hva er glassovergangstemperaturen (Tg) av Redisperature Polymer Powder?,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <http://no.botaichemie.com/news/what-is-the-glass-transition-temperature-tg-o-11687940.html>, Hentet: 15. november.
- [22] K. Kvile, «Flere båter får dyrere maling. Nye "Odd Lundberg" er en av dem.,» i *Tekfisk*, 2019. Tilgjengelig: <https://fiskeribladet.no/tekfisk/nyheter/?artikkel=65930>, Hentet: 21. oktober 2019.
- [23] «Intersleek 1100SR,» 2013. [Online]. Tilgjengelig: <http://www.norbase.no/files/nbPaint/productSheet/Intersleek-1100-SR-brochure.pdf>, Hentet: 22. oktober.
- [24] J. Lönn-Stensrud, «Biofilm,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://sml.snl.no/biofilm>, Hentet: 22. oktober.
- [25] T. Seviour *et al.*, «Extracellular polymeric substances of biofilms: Suffering from an identity crisis,» *Water Research*, vol. 151, s. 1-7, 2019/03/15/ 2019.
- [26] B. Pedersen, «Hydrofil,» i *Store norske leksikon*, 2019. Tilgjengelig: https://snl.no/hydrofil_-_kjemi, Hentet: 22. oktober 2019.
- [27] B. Pedersen, «Hydrofob,» i *Store norske leksikon*, 2019. Tilgjengelig: <https://snl.no/hydrofob>, Hentet: 22. oktober 2019.

Vedlegg 1:

Mandag 4.november 2019 ble det foretatt et intervju med Fredrik Baade, Senior Technical Supervisor i Westing AS.

1. Hva skiller intersleek 1100SR fra de mer «tradisjonelle» typer bunnstoffene?

Svar: Bunnstoff brukes for at båter skal ha minst mulig friksjon i vann. Desto mindre friksjon skroget skaper i vann, desto mindre kraft trenger du til fremdrift og da sparer du også drivstoff. Bunnstoffet primær oppgave er dermed å skape minst mulig friksjon og det er da hovedsakelig vært å ha egenskaper som forhindrer groe og skjell fra å feste seg til skroget. De siste årene har det også vært bunnstoff på markedet som gir mindre friksjon i vann enn tidligere/billigere bunnstoff.

Alle disse virker ved at de gradvis poleres vekk, dvs at når båten er i bevegelse så sliter friksjonen i vannet vekk bunnstoffet. Så eksempelvis når en båt påføres nytt bunnstoff så påføres bunnstoffet i en viss tykkelse avhengig av tiden til neste dokking og hvor fort båten går og hvor mange sjømil den skal gå. Så, i tiden frem til neste dokking så forsvinner mesteparten av det som er blitt påført. Bunnstoff generelt inneholder miljøgift som biocider og kobber. Dette er stoffer som forhindrer groe og skjell fra å ville feste seg. Etter hvert som bunnstoffet poleres vekk så frigis nye lag av biocider og holder dermed bunnen ren. Denne prosessen avgir dermed disse miljøgiftene rett i havet etter hvert som de poleres vekk

Så kommer vi til ditt spørsmål: I grove trekk er det tre åpenbare ting som skiller; 1.Intersleek 1100SR poleres ikke vekk. Den tykkelsen du påfører er også på ved neste dokking. Altså frigir den ingenting til sjøen Den inneholder heller ikke biocider eller kobber. 2. Intersleek 1100SR er superglatt og gir mindre friksjon og gir dermed en energibesparelse. 3. Intersleek 1100SR fungerer som den skal, dvs den forblir glatt i seilingsperioden

2. Hva «inneholder» intersleek 1100SR? Inneholder ikke dette bunnstoffet noen miljøskadelige stoffer?

Svar: Ingen miljøgifter, ingen kobber, ingen biocider.

3. Hva er grunnen til at man ikke trenger påføre nytt strøk med Intersleek 1100SR like ofte som de tradisjonelle bunnstoffene? Sparer man mye ved bruk av Intersleek selv om det koster mer å påføre denne bunnsømningen enn de mer tradisjonelle?

Svar: Normalt anbefaler man 1 nytt toppstrøk hvert 5 år, men erfaringen vi har nå så påføres det et nytt strøk mellom 7-10år. Hvor mye som spares i drivstoffkostnad er avhengig av distansen båten tilbakelegger, jo lengre den går dess større blir besparelsen. For en båt som går ca 50.000 nautiske mil i året så kan en anta at merkostnaden ved påføring av Intersleek 1100SR er inntjent i løpet av første halvannet året. Ved 5 års dokkingsintervall har du da et fremtidig besparelsepotensiale i drivstoff/energi de neste 3,5 året på rundt 6%

- 4. Jeg har lest litt om at Intersleek 1100SR har nå begynt å bli testet på fiskebåter/ringnotbåter: <https://fiskeribladet.no/tekfisk/nyheter/?artikkel=65930> Kan man forvente seg at dette bunnstoffet er like økonomisk gunstig for slike båter som har mye mer mekanisk slitasje enn for eksempel ferger? Ringnotbåter må vel kanskje forvente å påføre denne bunnsmørningen oftere enn ferger?**

Svar: Tall vi har fått fra rederier er at besparelsen er mellom 4-10% på fuel. Pr dags dato så har vi 2 ringnotbåter, Odd Lundberg og Strand Senior. 2 linebåter Seir og Veidar samt at Nye Geir som blir levert i 2020. Ringnotbåter vil ha noe mekanisk slitasje på styrbord side, men det har liten betydning for energiforbruket til båten. Det behøver ikke å være noen forskjell på dokkingintervall mellom ferger og fiskebåter. Fartøy som påføres Intersleek 1100SR har alle en mulighet for 5 år dokkintervall. Som oftest er det da andre ting som klassing av propell, bunnststyr og slikt som gjør at båten må dokkes utenom 5 års intervallet til Intersleeken.

- 5. Kan ikke Intersleek 1100SR klassifiseres i de typiske hovedkategoriene for bunnstoff, såkalte selvpolerende eller harde bunnstoff?**

Svar: Intersleek hører ikke til selvpolerende/harde bunnstoff, dette er en helt annen teknologi basert på fluoropolymer

- 6. Vet dere noe om hvilket bunnstoff Ampere brukte før de gikk over til Intersleek 1100SR, da de hadde så mye problem med groe?**

Svar: Ja de brukte Seatrade 10 fra Carboline

- 7. Oppfølgerspørsmål: hva skiller så dette bunnstoffet de brukte før, med Intersleek 1100SR?**

Svar: Seatrade inneholder kobber, biocider og diverse andre godkjente tilsetninger.

- 8. Hva er grunnen til at denne elektriske fergen fikk så mye problemer med groe? Den gamle fergen som gikk denne strekningen før hadde jo ikke slikt problem. Var det som følge av aluminiumsskroget som typisk brukes på elektriske ferger?**

Svar: De hadde forlite bunnstoff i forhold til seilingstiden, samt at Seatrade polerer sakte, og den bygget opp sikt med oppbrukt bunnstoff slik at biocider ikke lengre slapp ut. De børstet også fergen flere ganger at da fjernet man en god del av bunnstoffet hver gang.

9. Hva gjør at groe er så mye mer kritisk på elektriske ferger enn de tradisjonelle dieseldrevne fergene?

Svar: Se denne linken om Ampere: <https://www.westing.no/post/batterifergen-ampere-byttet-bunnstoff-etter-problemer-med-groe>

10. Er det noe forskjell på bunnstoffer som typisk brukes på stålskrog og aluminiumsskrog?

Svar: Det behøver det ikke å være, avhengig av hvordan en bygger opp malingsystemet for bunnen. Men kobberbasert bunnstoff kan ikke legges direkte på aluminium, en må ha riktig primersystem imellom slik at kobber og aluminium ikke kommer i direkte kontakt.

Det er også bunnstoff som ikke inneholder kobber som er beregnet for aluminium.

Vedlegg 2:

Hentet 19. Oktober 2019. Fra bladarkiv <https://www.samferdselinfra.no/bladarkiv/samferdselinfrastruktur-11-utgave-2015/>



– VI KONKLUDERTE MED AT SAMLEDE INVESTERINGER I STRØMNETT UTGJØR I UNDERKANT AV NOK 1 MILLIARD FOR Å FÅ FRAM TILSTREKkelig MED KAPASITET TIL 52 FERGESTREKNINGER.

Med denne satsingen støtter vi selve anlegget i land, og gjennom transportprogrammene våre støtter vi tiltak om bord i skipene, sier Enovas markedssjef for transport, Petter Hersleth i en pressemelding.

LANGSIKTIG SATSING

Støtten til anleggene organiseres som en konkurranse, hvor de beste søknadene i hver runde vil få støtte.

– Vi legger vekt på støttebehovet og potensialet for bruk av anlegget. Slik får vi hjulpet i gang de beste og mest kostnadseffektive prosjektene først, sier Hersleth.

Enova tror at økt tilgjengelighet til landstrøm i norske havner vil bidra til at flere skip blir tilpasset landstrøm, men presiserer at dette er en endringsprosess som vil gå gradvis.

– Det vil kunne ta tid å få mobilisert bransjen til å bygge ut anlegg og tilpasse skip. Enova tar sikte på å komme med utlysninger for bygging av landstrøm

hver sjette måned fremover – men justerer gjerne opp takten dersom responsen skulle tilsi det, forklarer Hersleth.

USIKKERT MED FINANSIERING AV FERGEKAIER

Det vil fortsatt være en utfordring hvordan man skal sikre finansiering av strømforsyningen inkludert ladeinfrastrukturen på fergekaiene.

– Enova og NOx-fondet kan begge bidra med midler. Etter hva vi forstår kan NOx-fondet bidra på ferge og Enova på nett. Enova signaliserer nå at de kan støtte landstrøm med opp til 100 %. Dersom det gjøres gjeldende for strøm til fergekaiene, vil dette ta bort denne usikkerheten ved finansiering av nettkostnadene for elektrifisering av bilfergene, påpeker Christensen i Energi Norge.

– Det er uansett ikke aktuelt å velte kostnadene for nettførsterkningen over på andre nettbrukere i det aktuelle området, understreker Møller.

FAKTABOKS

AMPERE

• Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet utlyste en konkurranse i 2010, der vinneren av konkurransen om å utvikle en løsning for elektriske ferge drift ville få konsesjon på drift i minst fem år.

• Det viktigste har vært å designe et skrog med lav motstand og vekt bygget i aluminium. En ferge i aluminium har halvparten av vekten av en ferge bygget i stål, og et aluminiumsskrog varer gjerne det dobbelte.

• Batteripakken ombord benytter de nye litium-ion-batteriene som kan vise til en energitetthet på omlag 100Wh/kg, mens de tradisjonelle blybatteriene har en energitetthet på 24Wh/kg.

• Fergen vil bare bruke 200 kWh per tur. Det tilsvarer bare fire dagers strømforbruk i en vanlig norsk husholdning.

• En elektrisk ferge vil bruke omlag 2 millioner kWh i året, mens en vanlig ferge som går på diesel vil bruke 1 million diesel i året. Ved å bruke elektrisitet reduserer man altså "drivstoffkostnadene" med 80 prosent.

DNV GL Group AS

Et norsk-tysk klassifiseringsselskap stiftet 12. september 2013 gjennom en fusjon mellom Det Norske Veritas og Germanischer Lloyd. Selskapet eies av Stiftelsen Det Norske Veritas og Mayfair Vermögensverwaltungs SE.