



RF – Rogalandforskning. <http://www.rf.no>

Jonny Beyer

Vurdering av begroingshindrende tiltak for sjøvannsledningen ved SØRAL Husnes.

Rapport RF – 2001/243

Prosjektets tittel: Vurdering av begroingshindrende tiltak for
sjøvannsledningen ved SØRAL
Oppdragsgiver: Sør-Norge Aluminium A/S (SØRAL) Husnes

ISBN: 82-490-0153-2
Gradering: Åpen

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001

Forord

Resymé.

Denne rapporten omhandler problematikk knyttet til biologisk begroing i rørsystemer som transporterer sjøvann i forbindelse med landbasert industri. Hvordan arter dette problemet seg og hvordan kan det begrenses, kontrolleres og elimineres? Undersøkelsen baserer seg på informasjon samlet fra litteraturen, fra fagmiljøer og forvaltning og fra en rekke industribedrifter i Norge som har store sjøvannsinntak. Hovedfokus for undersøkelsen har vært situasjonen ved Sør-Norge Aluminium (SØRAL) på Husnes, som også har finansiert arbeidet.

Takk til bidragsyttere.

Takk til alle representanter fra aluminiumsindustrien som har bidratt med informasjon til denne undersøkelsen. En spesiell takk til SØRAL, representert ved Jørn Skaar, Kenneth Blom og Atle Sætrevik, for finansiering av undersøkelsen. For ulike bilder og illustrasjoner som er brukt i rapporten rettes det takk til Ove Herman Romslo (SØRAL), ITAS (Stavanger), EPCOR (Canada) og Vattenkikaren (Sverige). Takk til Jan Aure (Havforskningsinstituttet) og Christian Dons (SFT) for grunnlagsmateriale om begroingshindrende biocider brukt i Norge. Harald Berland og Arnfinn Skadsheim (RF) takkes for bidrag til prosjektet og under skrivingen av rapporten.

Stavanger, 25. oktober 2001



Jonny Beyer, prosjektleder

Innhold

1	INNLEDNING	6
1.1	Innledende problembeskrivelse	6
1.2	Husnesvågen og sjøvannsledningen til SØRAL	7
1.3	Målsetning	8
2	BEGROING OG SJØVANNsledNINGER	9
2.1	De uheldige effektene ved begroing	9
2.2	Begroingsorganismer	9
2.3	Begroingshindrende biocider	11
2.3.1	Typer biocider	11
2.3.2	Doseringsprosedyrer	11
2.3.3	Regulativ for bruk av biocider	12
2.3.4	HMS og ytre miljø forhold	12
2.4	Begroingshindring uten bruk av biocider	13
2.4.1	Inntaksdybde	13
2.4.2	Strømningshastighet	13
2.4.3	Rørets indre overflate	14
2.4.4	Rensking vha spyling	14
2.4.5	Rensking vha pigging	14
3	INDUSTRIENS HÅNDTERING AV BEGROINGSPROBLEMET	16
3.1	Prosedyrer og erfaringer i Al industrien	16
3.1.1	Sør-Norge Aluminium Husnes	16
3.1.2	Hydro Aluminium Sunndal	16
3.1.3	Hydro Aluminium Høyanger	17
3.1.4	Hydro Aluminium Karmøy (HAK)	17
3.1.5	Elkem Mosjøen	18
3.1.6	Elkem Lista	18
3.1.7	Hydro Aluminium Årdal	18
3.2	Erfaringer fra annen industri	18
3.2.1	Tinfos Jernverk A/S	18
3.2.2	Statoil Tjeldbergodden	19
3.2.3	Statoil Kårstø	19
3.2.4	Falconbridge Nikkelverk A/S	19

4	DRØFTING AV TILTAKSFORSLAG MOT BEGROING I INNTAKSLEDNINGEN VED SØRAL	20
4.1	Dypere sjøvannsinntak	20
4.2	Pigging	22
4.3	Ulike biocid alternativer og justeringer av doseringsprosedyrer.....	23
4.4	Kostnader i forhold til nytte	24
4.5	HMS og ytre miljø.....	24
5	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON	25
6	VEDLEGG (ADRESSELISTE)	26

Sammendrag

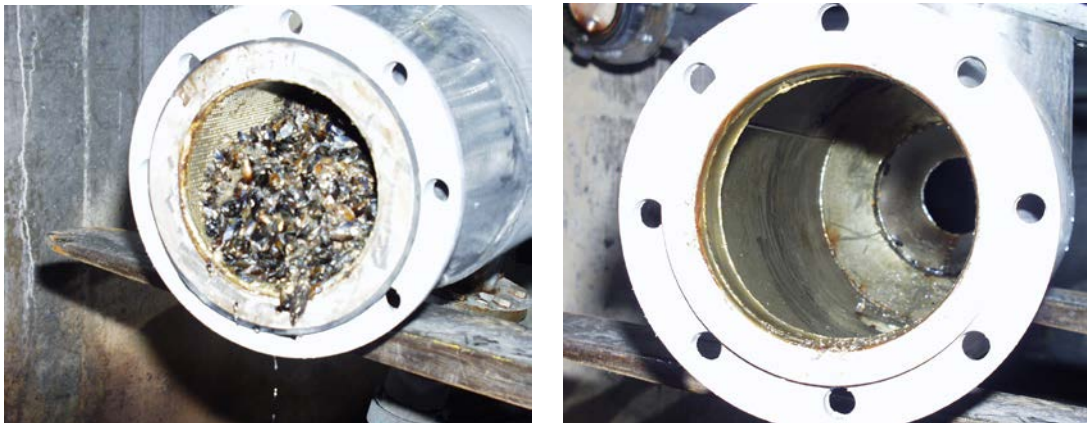
I sjøvannsledningen ved Sør-Norge Aluminium (SØRAL) er vekst av blåskjell og andre begroingsarter et problem. Denne begroingen har ikke latt seg kontrollere med bruk av biocider og forbedrende tiltak er nødvendig. På sjøvannsledningen fra pumpehuset til fabrikkens blir det derfor montert sluser for bruk av renskepigg. Dette vil sannsynligvis avhjelpe det mest akutte problemet på kort sikt. Basert på erfaringer gjort ved flere smelteverk, og annen industri, anbefaler denne rapporten å vurdere flytting av sjøvannsinntaket til dypere vann. Inntaket ble i 1998 flyttet fra 3 m dyp til 22 m dyp, men dette er sannsynligvis ikke tilstrekkelig for å unngå begroing. Ved en eventuell ytterligere forlengelse av inntaksledningen bør vanninntaket legges dypere enn blandingssonen for kystvann/overflatevann. Denne dybden kan finnes ved hjelp av vannmålinger i Husnesvågen. Et dypere inntak vil ha positive sider med tanke på HMS og ytre miljø ettersom behovet for å bruke biocider i beste fall elimineres helt. Foreløpige vurderinger av bunntopografien i Husnesvågen indikerer at forholdene ligger til rette et dypere sjøvannsinntak, men det må ved en eventuell forlengelse av inntaksledningen tas nødvendige hensyn til ankringsmuligheter for skip som anløper fabrikkaien.

1 Innledning

1.1 Innledende problembeskrivelse

Ved aluminiumsverk brukes store mengder sjøvann for rensing (scrubbing) av prosessrelaterte avgasser. Sør-Norge Aluminium (SØRAL) på Husnes og de andre aluminiumsverk i Norge (utenom Hydro Årdal) er således storforbrukere av sjøvann. Ved SØRAL tas sjøvannet inn kontinuerlig gjennom en ledning fra 22 m dyp i Husnesvågen. Vannforbruket i 2001 er beregnet til 2,200,000 liter per time. En kontinuerlig vannstrøm er en forutsetning for funksjonen av gassrenseanlegget.

Både SØRAL og andre smelteverk har lenge vært kjent med problemer knyttet til begroing i sjøvannsledninger og anlegg som inneholder eller transporterer sjøvann. Særlig blåskjell utgjør et problem (Figur 1). Begroingen varierer i intensitet gjennom året men utgjør et vedvarende driftsmessig problem som må holdes under kontroll. SØRAL har erfart spesielt mye begroing av blåskjell i den nesten en km lange sjøvannsledningen som går fra pumpehuset og inn til fabrikk. Dette ledningstrekket skal nå (høst 2001) renskes mekanisk.



Figur 1. Bildet viser blåskjell i silingsystemet for sjøvannstilførslen ved SØRAL. Foto Geir Berntsen (SØRAL).

Som begroingshindrende prosedyre har SØRAL hittil benyttet en periodevis tilsetning av en gift (biocid) til vannet i sjøvannsledningen. Biocidet blir dosert ut i en konsentrasjon som er akutt giftig for begroingsorganismene slik at disse dør og løsner fra rørveggen. De følger så med vannstrømmen og kan siles fra i spesielle siler (se bildet over). Biocid tilsetning benyttes også av en rekke andre smelteverk og industrielle storforbrukere av sjøvann i Norge (se kapittel 3). Effekten av biocidbruken ved SØRAL har imidlertid ikke vært tilstrekkelig god. Det har blant annet vist seg ved at et stadig tykkere lag av blåskjell har dannet seg i det problematiske rørstrekket mellom pumpehuset og fabrikk.

Bunntopografien viser en jevn og relativt rask dybdeøkning fra 5-20 m dyp i de indre deler av vågen og ned til ca 100 m dyp i ytre deler av vågen. Tilførsel av ferskvann til vågen er avgrenset til en del bekker som har sitt utløp i området.

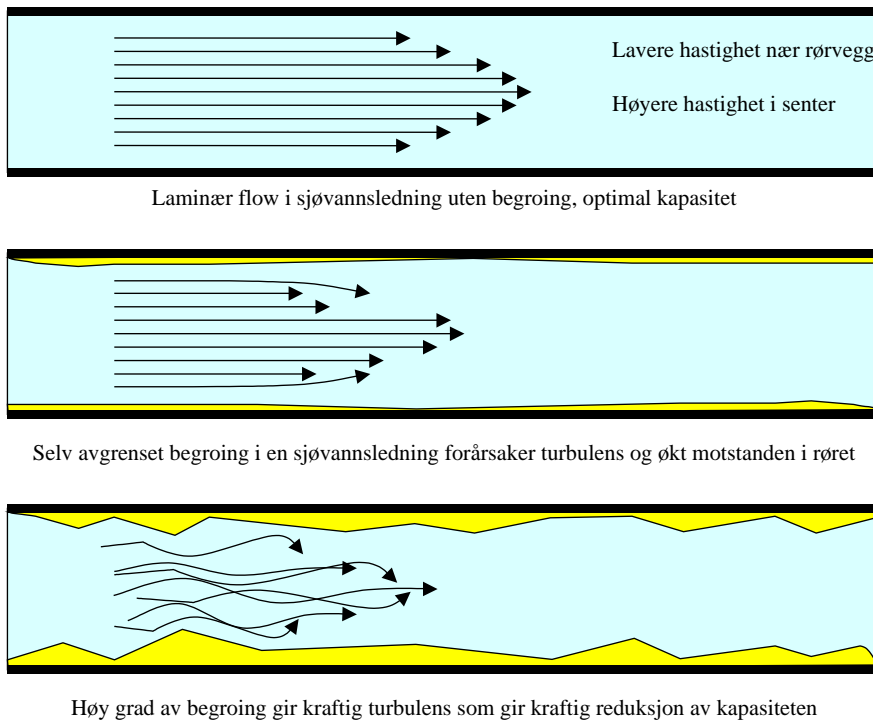
1.3 Målsetning

I dette prosjektet er det samlet erfaringer fra industribedrifter i Norge om begroing i sjøvannsledninger. Ved de ulike bedriftene blir forskjellige tiltak benyttet for å kontrollere, minimalisere og eliminere dette problemet. På basis av denne informasjonen har det vært en målsetning med prosjektet å drøfte frem ulike mulige tiltak for en forbedret bekjempelse av begroingsproblemet i sjøvannsledningen til Sør-Norge Aluminium a.s. (SØRAL) på Husnes. Prosjektrapporten gir også en innføring i relevante sider av temaet marin begroing og problematikken knyttet til dette.

2 Begroing og sjøvannsledninger

2.1 De uheldige effektene ved begroing

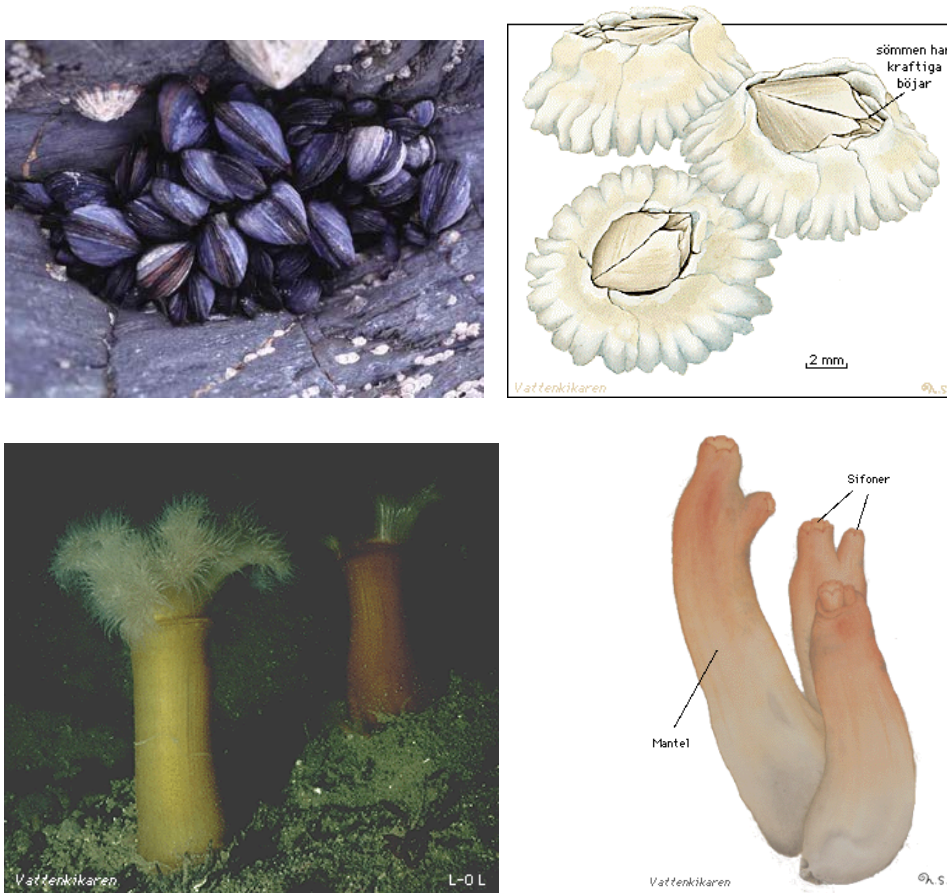
Alle harde materialoverflater som er i kontakt med sjøvann vil over tid bli begrodd av forskjellige typer fastsittende organismer. I rørsystemer som transporterer sjøvann er slik biologisk begroing et problem. Påveksten forårsaker økt motstand i rørledningen ved at det dannes turbulens (Figur 3). Dette kan drastisk redusere rørledningens kapasitet. Et annet typisk problem knyttet til begroing er at sårbare systemer som varmevekslere og ventiler klogges til av organismer eller av løsnet begroingsmateriale (for eksempel av skall fra blåskjell).



Figur 3. Prinsippiell skisse av hvordan begroing i en sjøvannsledning nedsetter ledningens transportkapasitet ved at graden av turbulens i vannstrømmen øker.

2.2 Begroingsorganismer

En begroingsprosess kan deles inn i ulike faser avhengig av hvilke organismer som til enhver tid dominerer i påveksten. Typisk vil bakterier og opportunistiske mikroorganismer og alger være tidlig ute. Etterhvert følges disse av større fastsittende arter som blåskjell, rur, hydroider, anemoner, svamper og sekkedyr (figur 4) avhengig av på hvilket dyp begroingen skjer.



Figur 4. Blåskjell, rur, sjønellik og ulike typer sjøpung er typiske representanter for begroingsorganismer. Foto og illustrasjoner: Vattenkikaren, Tjärnö marinbiologiska laboratorium, Strömstad, Sverige (<http://130.241.163.21/Vattenkikaren>).

I sjøvannsledninger er som oftest blåskjell det dominerende problemet, spesielt der vannet tas inn fra relativt grunne lokaliteter (0-30 m). Som andre større begroingsarter, kommer blåskjell inn i sjøvannsledningen som planktoniske larver. Disse larvene er svært små og kan passere filtersystemer før de slår seg ned (setling) og vokser seg større. Blåskjell fester seg til underlaget ved hjelp av tallrike sterke og seige byssustråder som blir utskilt fra en kjertel i foten. Disse gir blåskjell et svært godt feste også på svært strømningsutsatte steder, som for eksempel i en sjøvannsledning. Blåskjell er generelt vanskelige å bekjempe med kjemiske midler ettersom de ved ugunstige miljøbetingelser kan lukke seg tett igjen og greie seg atskillige timer (opptil 3 døgn) uten å ta inn nytt vann.

Gyteperioden for blåskjell avhenger av ytre faktorer som temperatur, næringstilgang, salinitet, lysintensitet. Vanligvis gyter blåskjell i perioder (partiell gyting) mellom tidlig vår og ut september. Det finnes store lokale forskjeller. Larvene er fritt svømmende (planktonisk stadie) og kan spres over store avstander. Larvene spres hovedsakelig i overflatevann og kystvann ned til 50-60 m dyp. Det er vesentlig mindre larver og partikulært organisk materiale (og skjellmat) i overgangslaget mellom kystvann og

atlantisk vann: 80-100 m dyp (Jan Aure, Havforskningsinstituttet, pers. medl.). Det er også erfaringer med at forekomsten av skjell i rør med vanninntak på 80-100 meter dyp er langt mindre enn i rør som tar inn vann høyere opp i vannsøylen.

2.3 Begroingshindrende biocider

2.3.1 Typer biocider

En lang rekke kjemikalier (biocider) har vært og blir benyttet for bekjempelse av marin begroing. Kobber er sannsynligvis det aller tidligste begroingshindrende stoff som ble brukt, og ble mye benyttet på båtskrog. Kobberimpregnering av nøter innen fiske og oppdrett benyttes mye fortsatt. I sjøvannsledninger var det tidligere relativt vanlig å benytte kontinuerlig tilsetning av klorgass som begroingshindrende tiltak, ettersom lave og subletale nivåer av klorgass (3 ppm) viste seg å hindre påslag (setling) av larver, f.eks av blåskjell. Dessuten ble sjøvannsledninger tidvis behandlet med høyere doser av klorgass for å drepe fastsittende organismer. Miljøregulativet for bruk av klor er nå strengere og klorgass er for tiden lite brukt. En del andre mindre farlige klorforbindelser, for eksempel natriumhypokloritt, benyttes imidlertid fortsatt. I den senere tid har ulike typer kvartære ammoniumsalter vært mye brukt for å bekjempe begroing i sjøvannsledninger.

Det finnes en rekke biocidprodukter på markedet. Innenfor smelteverksindustrien er det spesielt biocidproduktene C-TREAT 6 og IKM50 som er mye brukt.

2.3.2 Doseringsprosedyrer

Den kanskje største ulempen med periodevis bruk av biocider for begroingshindring i sjøvannsledninger er at prosedyren ikke løser problemet permanent, men i beste fall gir en tidsavgrenset og ofte relativt kortvarig effekt før ny behandling er nødvendig. Vanlig prosedyre innen aluminiumsindustrien i Norge er å biocidbehandle sjøvannsledningen relativt hyppig, gjerne hver uke eller hver 14. dag i de perioder av året der begroingen er mest intens.

Varigheten av hver enkelt biocidbehandling varierer gjerne fra sted til sted, men er typisk fra 6 til 24 timer. Varigheten bestemmes både ut fra hvilket biocid og hvilken biocidkonsentrasjon som benyttes, årstiden, hvilke begroingsarter som dominerer og ut fra forskjellige lokale tilpasninger. Effekten av behandlingen kan noen ganger forbedres dersom den utføres med ujevn frekvens, og eventuelt i form av høydose pulser.

Ofte har industrielle storforbrukere av sjøvann doble ledninger for deler av sjøvannsledningstrekket. Dersom transportkapasiteten tillater det vil det være svært gunstig å benytte kun det ene løpet, mens det andre gis kronisk biocidbehandling. Effekten av biocidbehandlingen blir med denne teknikken langt mer effektiv. På denne måten kan en også benytte høyere biocidkonsentrasjon under selve behandlingen, men likevel komme ut med et langt mindre årlig totalforbruk av biocider.

2.3.3 Regulativ for bruk av biocider

Bruken av de ulike typer biocider som tilsettes periodevis for begroingshindrende formål i sjøvannsledninger i Norge omfattes av det internasjonale biociddirektivet (98/8/EC). Dette ble vedtatt av EU 16. februar 1998. Direktivet er en godkjenningsordning som skal forhindre utilsiktede og uakseptable virkninger på mennesker og miljø ved bruk av biocider, samt sikre et felles marked for biocidprodukter innen EU/EØS. I henhold til EØS-avtalen skal Norge implementere direktivet i eget regelverk. Ifølge SFT er godkjenningsordningen nå under oppbygging. Norge har derfor ikke ennå noen dekkende godkjenningsordning for de produkter direktivet omfatter. Imidlertid vil de fleste biocidprodukter i det norske markedet dekket av regelverket for produkter og kjemikalier generelt (produktkontrollloven og forskriften for klassifisering og merking).

I biociddirektivet er det krav til dokumentasjon når det gjelder helse- og miljøfarlige egenskaper til virkestoffene i et biocidprodukt. Dokumentasjonen skal benyttes i evalueringen av helse og miljørisiko av virkestoffene, samt ved vurdering av behov, effektivitet, bruk og merking. EU/EØS har utarbeidet en liste over eksisterende virkestoffer basert på innmeldinger fra industrien. Stoffer som er meldt inn til EU/EØS innen våren 2000 behandles som eksisterende virkestoffer. Stoffer som ikke er registrert innen dette tidspunktet skal behandles som nye virkestoffer og vil i prinsippet være forbudt inntil de har blitt evaluert i henhold til biociddirektivet. Det vil imidlertid ta tid før alle de eksisterende virkestoffene er inkludert på listen over godkjente virkestoffer. I en overgangsperiode skal eksisterende stoffer og produkter kunne omsettes og brukes som tidligere i henhold til eksisterende nasjonale regelverk.

Det er i Norge ikke utarbeidet regler spesifikt for bruken av begroingshindrende biocider i industrielle sjøvannsledninger. Dersom bedriften ønsker å benytte biocider til dette formål forutsettes det imidlertid at bedriften benytter/implementerer det biocidprodukt som kommer miljømessig best ut i en vurdering av flere alternativer. Dette betyr at det biocid (og/eller prosedyre) som antas å ha de minst uheldige miljøeffekter skal benyttes (substitusjonsprinsippet).

2.3.4 HMS og ytre miljø forhold

Periodevis bruk av biocider til begroingsbekjempelse innebærer forhold knyttet til helse, miljø og sikkerhet (HMS) for arbeiderne som håndterer disse kjemikaliene. Biocidprodukter forhandles i konsentrert form og skal gjerne fortynnes til en bestemt konsentrasjon før doseringen. Foruten å være giftige kan konsentrerte biocidløsninger ha andre farlige sider, som for eksempel at de er kraftig etsende.

I forhold til ytemiljø-betraktninger kan en jevnlig bruk av biocider ha betenkelige aspekter. Hele poenget med prosedyren er at biocidkjemikaliene over en periode blandes inn i inntaksvannet slik at vannet i ledningen blir giftig (toksisk) for organismene der. Behandlingen foretas som oftest samtidig med regulær drift av anlegget og doseringen varer et visst antall timer (6 - 24 timer). Ettersom det gjerne er svært store vannvolumer som under normal drift tas inn i slike anlegg vil det akkumulerte vannvolumet som har toksiske biocidkonsentrasjoner bli tilsvarende stort. Dette vannet slippes ut igjen i sjøen

ved bedriften. Fra SFT har det imidlertid hittil ikke vært krevd undersøkelser av eventuelle skadelige effekter av slike utslipp i resipienten.

2.4 Begroingshindring uten bruk av biocider

For sjøvannsledninger av den dimensjon som benyttes av aluminiumsindustrien er det flere fysiske faktorer som influerer på begroingsintensiteten. Ved å optimalisere sjøvannsledningen i forhold til disse, kan behovet for stadig tilsetning av begroingshindrende biocider minimaliseres og i beste fall helt elimineres.

De vesentligste faktorene er:

- 1) Dybden som sjøvannet tas fra
- 2) Strømningshastighet av vannet i ledningen
- 3) Røroverflatens beskaffenhet
- 4) Hyppighet (og type) av eventuell mekanisk rensing

2.4.1 Inntaksdybde

Konsentrasjonen av og livsbetingelsene for planktoniske larver av gruntlevende begroingsorganismer som blåskjell og rur avtar med økende dyp. Dette gjelder i mindre grad for andre begroingsarter som sekkedyr, svamper og ulike nesledyr. Dype vanninntak vil derfor i forhold til grunne vanninntak bety et skifte i retning av færre og ”mykere” begroingsorganismer.

Vann tatt inn fra dypere vannlag (eksempelvis 60-80 m og dypere) inneholder mindre av næringsorganismer (alger) som blåskjell og andre filtreringsorganismer kan spise. For blåskjell vil knapphet på mat hemme vekstmulighetene. Intensiteten (veksthastigheten) av blåskjell vil derfor være langsommere i vann fra et dypt inntak i forhold til et grunt inntak.

Ved senking av inntaket til en sjøvannsledning til dypt vann med lite eller ingen larver (for eksempel >80 m) vil de blåskjell som finnes i ledningen fra før etter hvert tynnes ut og forsvinne, selv uten mekanisk rensing. Dette henger sammen med at det tar relativt lang tid (2-10 uker) fra gytetidspunktet til de frittsvømmende blåskjellarvene er klare til å slå seg ned. Med andre ord så vil ikke skjell som gyter i en sjøvannsledning gi opphav til nye generasjoner av skjell i samme ledning.

2.4.2 Strømningshastighet

Tendensen til at larver av begroingsorganismer kan feste seg til rørveggen avhenger av vannets hastighet. Generelt synker tendensen for begroing med hastigheten til vannet. Sjøvannsledninger som tar inn vann fra grunne dyp vil være sårbare for en tidsavgrenset nedgang av strømningshastigheten. Dersom begroingsorganismene først har festet seg, vil de ofte bli sittende selv om hastigheten øker igjen. Et annet problem er at ledningssystemet kan inneholde soner der hastigheten er lavere enn ellers. I slike

lavhastighetsoner vil en kunne få kraftig begroing selv om problemet unngås i andre deler av anlegget der strømningshastigheten er høy.

2.4.3 Rørets indre overflate

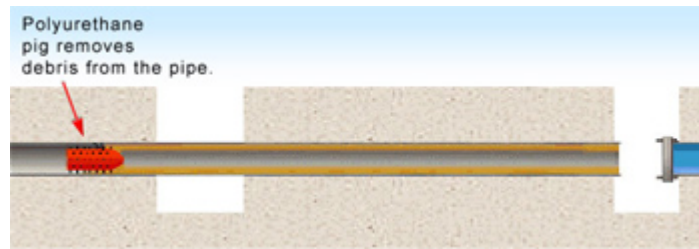
Rørledninger for transport av sjøvann finnes i en rekke materialer, f.eks betong, polyethylene (PE), polyvinyl chloride (PVC), chlorinated polyvinyl chloride (CPVC), polypropylene (PP), polyvinylidene fluoride (PVDF), fibreglass and dual laminate (DL). Den indre overflaten i en sjøvannsledning har stor betydning både for hvilke typer organismer som slår seg ned og for intensiteten av begroingen. Generelt gjelder at jo glattere overflaten er desto vanskeligere er det for begroingsorganismer å feste seg. Noen rørledninger har en innerkledning av glatte epoxymaterialer. Disse kan ofte være mer kostbare enn enklere rørløsninger, for eksempel rør kun av hardplast. Det har dessuten vist seg, blant annet ved SØRAL, at blåskjell lett fester seg også til epoxyoverflater. Det er også utviklet rørtyper hvor innerkledningen består helt eller delvis av et begroingshindrende materiale med biocidvirkning (for eksempel tributyltin, TBT, og ulike kopper/nikkel legeringer). Effekten av en slik innerkledning er imidlertid tidsavgrenset. Internasjonalt pågår det atskillig forskning og utvikling innenfor dette området.

2.4.4 Rensking vha spyling

For fysisk rensking av sjøvannsledninger blir ulike teknikker benyttet, for eksempel høytrykksspyling, spyling med varmtvann og bruk av ulike typer renseskrape metoder (pigging). Hyppigheten av den mekaniske rensingen avhenger gjerne av graden av problemet. Høytrykksspyling kan kun benyttes i den grad overflaten til ledningen tåler dette. Dersom spylingen skader overflaten vil begroingsorganismer lettere kunne feste seg etter rensingen. Behandlingen får da den motsatte effekt av det som er ønsket. Bruk av varmt vann (>40°C) for spyling av overflaten eller fylling av hele ledningsvolumet er en effektiv teknikk som også er mer skånsom mot røroverflaten. Slik termisk behandling egner seg best i rørsystemer med relativt begrensede volumer, og særlig dersom en kan resirkulere det varme vannet under prosedyren. Teknikken er naturlig nok mindre egnet for rør av de store dimensjoner (og lengder) som benyttes til sjøvannsledninger innen aluminiumsindustrien.

2.4.5 Rensking vha pigging

Mekanisk rengjøring av den indre røroverflaten ved hjelp av en renske-pig (eller renskeplugg) er en velkjent teknikk. Rensking av rørledninger ved hjelp av pigging (figur 5) brukes mye både på land og i rørledninger i oljeindustrien offshore. Ulike pig-typer benyttes avhengig av hva som skal fjernes fra røroverflaten, lengden på rørstrekket og andre forhold knyttet til det aktuelle rørsystemet. Mange pig-typer består helt eller delvis av et skumplastmateriale og er skånsomme mot røroverflaten (se figur 6). Skumplastpigger kan eventuelt ha påmontert stive børster og lignende. Det finnes skumplastpigger som er konstruert for rørdiametere på over 2000 mm. En typisk sjøvannsledning hos aluminiumsindustrien med dimensjoner rundt 1000 mm utgjør med andre ord ikke noe større teknisk problem.



Figur 5. Prinsippskisse av pigging av en rørledning. Illustrasjon: EPCOR, Richmond, Canada.

Renske-pigger av skumplast drives gjerne gjennom røret ved hjelp av trykk i bakkant av piggen. Trykket genereres av vann, gass eller olje avhengig av hva rørledningen transporterer. I smelteverksindustrien går vanligvis vannstrømmen gjennom inntaksledningen passivt inn til en pumpekum hvorfra vannet pumpes videre inn mot fabrikkbygget. Dette betyr at det som oftest ikke lar seg gjøre å presse en pig gjennom inntaksledningen ved hjelp av vanntrykk. Noen pig-typer er imidlertid konstruert for å fysisk dras gjennom røret (se figur 6). Disse er best egnet for korte rørstrekk.



Figur 6. Ulike typer pigger for rensing av rørledninger. Foto: ITAS, Stavanger.

Pigging kan om nødvendig utføres på rørledninger der det i utgangspunktet ikke er lagt opp til det, men dette innebærer gjerne større tekniske inngrep. Kostnadmessig vil det være langt gunstigere at røranlegget fra starten av (eller i løpet av moderniseringsarbeid) blir tilrettelagt for bruk av pig-rensing. Det vil for eksempel si at det monteres pig-sluser hvorgjennom piggen enkelt kan settes inn i og tas ut av røret under renseprosedyren. Ved pigging av en inntaksledning for sjøvann (ledningstrekket fra inntakspunktet og inn til pumpekummen) må piggen presses utover, dvs fra inntakskummen og mot starten av ledningen. For at dette skal la seg gjøre må røranlegget ved pumpekummen være konstruert for dette. Eventuelle rister ved inntakspunktet må være fjernet for at piggen skal komme ut av røret. Noen inntaksledninger er utstyrt med hengslete rister som vipper opp når piggen presses ut av røret. Dette er spesielt fordelaktig ved dype inntak.

3 Industriens håndtering av begroingsproblemet

3.1 Prosedyrer og erfaringer i Al industrien

3.1.1 Sør-Norge Aluminium Husnes

SØRAL Aluminium Husnes tar inn sjøvann (2200 m³/h) fra 22 m dyp i Husnesvågen. Dagens inntaksledning består av to rør i sort plast (dimensjon 900 mm, lengde 210 m) som går inn til en inntakskum i pumpehuset (se kap. 1.2, figur 2). Fra inntakskummen går så sjøvannet inn i en pumpestokk (tre pumper i serie) og pumpes videre inn i en epoxyledning som har en dimensjon på 700 mm og lengde ca 950 m. Ledningen endrer så dimensjon til 600 mm og videre til 350 mm (lengde ca 400 m). Selve inntaksledningen ute i sjøen er i plast og av nyere dato (1998). Før de to nye inntaksrørene ble tatt i bruk besto inntaksledningen av to epoxyrør (600 mm lengde ca 50 m) som tok inn vann fra ca 3 m dyp. I denne perioden (før 1998) var det svært mye begroing (blåskjell) i inntaksledningen. I den nye inntaksledningen (etter 1998) er det ved inspeksjon observert lite begroing (noe sjøanemoner). Ved pumpehuset, pumpestokken og i epoxyledningen er det imidlertid fortsatt kraftig begroing med blåskjell, men det er uklart om dette for det meste er eldre skjell (fra før 98). Prosedyren for begroingsbekjempelse baseres i dag hovedsakelig på bruk av biocidproduktet IKM 50 (internasjonal betegnelse BAC 50, Benzalkonium Chloride). Tidligere ble C-TREAT 6 benyttet. Normal biocidbehandling foretas en gang hver uke mellom uke 12 - uke 44. Doseringen er 1 ppm kontinuerlig over 10 timer (dvs 1 liter IKM 50 per 1000 m³ sjøvann). Konsentrert IKM 50 blir blandet 10x med sjøvann og pumpet ut i 2 doseringsslanger som går til hver sin inntakssil ytterst på sjøvannsledningene. Forbruket av konsentrert IKM 50 per ukentlig dosering er 22 liter. I 2001 er det blitt forsøkt med doble doser av biocid (4 behandlinger). Det årlige forbruket er ca 704 liter IKM 50 konsentrat. Sjøvannet passerer siler som hindrer begroing i vasketårnene. I de minste tilførselsledningene før vasketårnene er vannstrømningshastigheten så høy at begroing unngås. Effekten av biocidbehandling har hittil ikke vært tilfredstillende. Begroingen, spesielt i epoxyledningen, synliggjør behovet for bedre prosedyrer. Mekanisk rensing (pigging) av blåskjellbelegget i epoxyledningen er nå under utføring. Det er også besluttet å montere utstyr (pig-sluser) på epoxyledningen for lettere å kunne utføre pigging senere. Spesialistfirmaet IKM Testing AS er involvert i denne prosessen. Informasjonen er fått fra Jørn Skaar, Kenneth Blom og Atle Sætrevik (SØRAL).

Se også senere i rapporten for drøfting av andre tiltaksforslag ved SØRAL.

3.1.2 Hydro Aluminium Sunndal

Hydro Aluminium Sunndal tar inn sjøvann fra 30 m dyp gjennom to plastrør (dimensjon 1 m hver). Vannmengden er 1600 m³/h i hvert av rørene. Den doble inntaksledningen ble tatt i bruk i 1989 og en så da en markant nedgang av begroingen i forhold til den eldre inntaksledningen som tok vann fra 10 m dyp. I den eldre ledningen var begroingen med blåskjell et problem. Vannstrømningshastigheten i den nye ledningen er lavere enn i den eldre ledningen. Begroingshindrende midler

(natriumhypokloritt) tilsettes sjøvannet ved pumpehuset ca 4 ganger i året. Doseringen skjer ved at konsentrert natriumhypokloritt blandes med sjøvann (400 liter natriumhypokloritt i 600 liter sjøvann) og dette tilføres passivt til sjøvannsledningen. Årlig forbruk av natriumhypokloritt er 1600 liter konsentrert løsning. Strekket fra ytterst på inntaksledningen til pumpehuset blir ikke biocidbehandlet. Før 1989 var det nødvendig å rense sjøvannsledningen ved hjelp av pigging. Dette har hittil ikke vært nødvendig etter at den nye ledningen ble tatt i bruk. Dersom anlegget får behov for det vil det være mulig å behandle hvert av de to inntaksrørene separat. Informasjon er fått fra Stein Inge Ødegård (Hydro Sunndal).

3.1.3 Hydro Aluminium Høyanger

Hydro Aluminium Høyanger tar inn sjøvann (2000 m³/h) fra 12 m dyp. Anlegget benytter en kombinasjon av biocid behandling (C-TREAT 6) og tekniske løsninger for begroingsbekjempelse. Pumpeasjonen står ute ved vanninntaket, og to parallelle rør (600 mm) går videre opp i anlegget. Kun ett av de to 600 mm rørene benyttes til enhver tid. Røret som ikke er i bruk står med sjøvann tilsatt biocid for kontinuerlig behandling. Denne behandlingen fungerer erfaringsvis svært bra. Begroingsproblemet (rur og blåskjell hovedsakelig) er i dag lokalisert til de deler av ledningen som er utenom dobbeltstrekket, spesielt i røranlegget ved vasketårnet og dessuten i de deler som er vanskelig tilgjengelig for rengjøring (for eksempel første delen ved pumpene). Kontinuerlig antibegroingsbehandling av inntaksvannet utføres fire ganger i året (uke nr. 20, 24, 40 og 44). Anlegget kjøres da med redusert sjøvannsmengde for å bedre effekten av biocidet. Doseringen er 10 ppm (blanding: 50/50% C-Treat 6 og vann, dvs. tot. 1500 liter) i 24 timer. Årlig forbruk av C-TREAT 6 er 3000 liter. Dysene ved vasketårnene spyles gjennom 7-8 ganger pr. år, oftest i vekstsesongen, for å hindre klogging. Pigging av sjøvannsledningen er ikke mulig pga tilstedeværelse av flere butterfly ventiler i rørene. Forbedringer av prosedyren er under vurdering. Spesielt gjelder dette (1) om et annet biocid enn C-TREAT 6 vil være bedre, (2) optimalisering av tidspunktet for biocidbehandlingen (når larvene er mest sårbare for det aktuelle biocidet), (3) øking av behandlingstiden fra 24 til 48 timer. (4) behandling av rørsystemet ved vasketårnet med varmt vann for å fjerne vanskelig tilgjengelig begroing. Informasjon fra Roar Takvam (Hydro Al Høyanger).

3.1.4 Hydro Aluminium Karmøy (HAK)

Hydro Aluminium Karmøy (HAK) tar inn vann fra 17 m dyp ved Austvik i Karmsundet (10.000 m³/h). HAK har to pumpeasjoner, hver med to inntaksrør. Diameter på inntaksrørene er henholdsvis 1000 og 800 mm i pumpeasjon 1 og 1200 mm for begge i pumpeasjon 2. HAK erfarer begroing hovedsakelig med blåskjell. Antibegroingsprosedyren baserer seg hovedsakelig på bruk av biocidet C-TREAT 6. Behandlingen utføres fire ganger i året (uke nr. 16, 23, 32 og 41). Doseringen er 10 ppm i 48 timer. Ved hver behandling benyttes 4800 liter C-TREAT 6 (0,010 x 48 x 10000 = 4800 liter). Det årlige forbruket er 19.000 liter C-TREAT 6. I tillegg til biocidbehandling blir det foretatt rengjøring av sjøvannsinntaket med spesiallaget "trål" og rensedig (utført av John Skarholm Dykkerservice, Haugesund). Denne operasjon ble sist utført i 1998. Kortere intervall for denne typen operasjon er under vurdering. HAK har tidligere vurdert å føre sjøvannsledningen ned til dypere vann for å begrense begroingsproblemet, men på grunn av de grunne dybdeforholdene i Austvik området er kostnadene knyttet til en slik løsning for høye. Informasjonen er fått fra Knut Erik Bjørseth (HAK).

3.1.5 Elkem Mosjøen

Elkem Mosjøen tar inn sjøvann (6500 m³/h) fra 13 m dyp. Prosedyren for begroingshindring involverer bruk av biocidbehandling 4-6 ganger i året (type biocid, dosering, frekvens av behandling, tidspunkt for behandling, og årlig forbruk ikke oppgitt). Anlegget benyttet inntil nylig (juli 2001) et eldre inntaksrør laget av tre (tønneprinsipp) og i dette tre-røret var begroing et stort problem, hovedsakelig av blåskjell. Den nåværende rørgaten består av to plastrør (dimensjon ikke oppgitt) som har en total lengde på ca 500 m (400 m fra pumpestasjonen). Det er hittil ikke høstet erfaringer om hvorvidt overgangen til plastrør har bidratt til redusert begroing i inntaksledningen. Anlegget erfarer også begroing i tilknytning til vasketårnene og her blir blåskjell ved behov (2-3 ganger i året) fysisk fjernet fra en sump i hvert tårn. Informasjon er fått fra Helge Nes (Elkem Mosjøen).

3.1.6 Elkem Lista

Elkem Lista tar inn sjøvann (5000 m³/h) fra et svært grunt inntak nær land på 1.5 m dyp. Det finnes to 500 m lange inntaksrør (av eternitt), hver med dimensjon 1100 mm utvendig. Kun det ene røret benyttes til enhver tid. Anlegget har begroing med blåskjell og problemet håndteres med en kombinasjon av pigging og tekniske løsninger. Bedriften benyttet tidligere (før 1992) C-TREAT 6 biocidbehandling av sjøvannet, men denne prosedyren ble forlatt ettersom effekten av C-Treat 6 ble vurdert til å være for dårlig i forhold til kostnadene. Begroingen i inntaksledningen renses nå vekk en gang pr år ved hjelp av en såkalt polly-pig (skumplastmateriale). Inntaksledningen er lett tilgjengelig ettersom vanninntaket er så grunt, og piggeprosedyren utføres av internt personell. Sjøvannsforsyningen til vasketårnene skjer gjennom vannfordelingsrenner der bruk av dyser kun benyttes i ett av 12 tårn. Ved behov blir blåskjell rensket ut fra vannfordelingsrennene. Sumpen under vasketårnene renses ca. hvert 2. år. I tårnet med dyser benyttes sil for å forhindre blåskjellvekst. Bedriften vurderer dessuten å innføre resirkulering av deler av scrubbevannet. I den sammenheng vil det eventuelt være mulig å innføre periodevis oppvarming av scrubbevannet og på den måten få en ekstra gevinst med hensyn til begroingshindring. Informasjon er fått fra Svein-Harry Samuelsen (Elkem Lista).

3.1.7 Hydro Aluminium Årdal

Hydro Aluminium Årdal tar ikke inn sjøvann ettersom bedriften benytter lutvasking i stedet for sjøvannsvasking i sine gass scrubbinganlegg.

3.2 Erfaringer fra annen industri

3.2.1 Tinfos Jernverk A/S

Tinfos Jernverk A/S i Kvinesdal tar inn sjøvann (totalt ca 3500 m³/h) som fordeles til flere brukere. Nåværende vanninntak ligger på 33 m dyp og sjøvannsledningen består av to parallelle PEH-plastrør, hver med dimensjon på 1000 mm. Vannet går passivt inn i en kum hvorfra vannet pumpes videre. Tidligere (før 1984) ble vannet tatt inn fra 18 m

dyp, og begroingsproblemet (hovedsakelig blåskjell) var da svært stort. Blåskjellbegroingen opphørte helt da vanninntaket ble flyttet til 33 m, men i stedet vokser det nå mye sjøanemoner i røret. Dette er dokumentert med videoinspeksjon. Denne begroingen utgjør et problem for kapasiteten til sjøvannsinntaket. Anlegget benytter ikke biocider av noe slag ettersom en av de andre brukerne er et oppdrettsanlegg. For å begrense sjøanemone-begroingen planlegger bedriften å tidvis holde stagnerende vann i ett rør om gangen. Dette har erfaringsvis vist seg å fungere godt mot sjøanemoner. Pigging av sjøvannsledningen har vært vurdert som uaktuelt pga kostnadene og ettersom det regnes med at overnevnte prosedyre vil være tilstrekkelig effektiv. Informasjon er fått fra Johnny Anker Strømmand (Tinfos Jernverk).

3.2.2 Statoil Tjeldbergodden

Statoil Tjeldbergodden tar inn sjøvann (19-27 000 m³/h) gjennom en tunnel (diameter 2 m) fra 70 m dyp. Anlegget har ikke benyttet grunnere sjøvannsinntak tidligere. Det blir ikke tilsatt begroingshindrende kjemikalier til kjølevannet under normal drift. Anlegget har erfart en viss grad av begroing i varmevekslere og disse blir derfor vasket annenhvert år. Vaskingen av varmevekslerne foregår i et lukket system og denne prosedyren gir dermed ikke utslipp av kjemikalier. Informasjon fra Ragnhild Elise Næss (Statoil Tjeldbergodden).

3.2.3 Statoil Kårstø

Statoil Kårstø hadde tidligere sjøvannsinntak fra 30 m dyp. Begroing med blåskjell utgjorde da et stort problem, spesielt for varmevekslerne. Biocidbehandling (klorering) ble forsøkt benyttet, også i form av sjokkdosering, uten at dette løste problemet. Et nytt sjøvannsinntak ble derfor bygd (tunnell med kapasitet på 107,000 m³/h), og dette har innslagspunkt på 75 m dyp. Da det dype vanninntaket ble tatt i bruk opphørte blåskjellbegroingen og også problemene for varmevekslerene. Inspeksjon av tunnellen har imidlertid påvist en viss begroing i inntakstunnellen fortsatt, fortrinnsvis med hydroider og sekkedyr. I inntaksbassenget er det dessuten en del algebegroing. Den nåværende begroingen medfører ikke operative problemer for varmeveksleren, og anlegget benytter i dag ikke biocider for begroingsbekjempelse. Informasjon fra Terje Kleppe og informasjonsavdelingen (Statoil Kårstø).

3.2.4 Falconbridge Nikkelverk A/S

Falconbridge Nikkelverk A/S i Kristiansand tar inn sjøvann (2500 m³/h) fra 25 m dyp gjennom to 80-90 m lange inntaksrør (800 mm, svart polyetylen plast, montert 1997). Sjøvannet går inn til en pumpekum og en pumpestokk med to pumper montert. Herfra pumpes vannet videre gjennom tre polyester rør (300 mm dimensjon). Anlegget har en viss begroing (blåskjell) i røranlegget etter pumpekummen men problemet holdes nede ved bruk av biocid (IKM50). Biocidet doseres ut rett forut for pumpekummen en gang ukentlig (doseringstid 6-7 timer) i perioden september-april og 2 ganger ukentlig i perioden mai-august. Doseringstidspunktet varieres noe mellom hver gang ettersom dette anses å gi bedre effekt. 30 liter IKM konsentrat benyttes hver gang. Årlig forbruk er ca 2000 liter. Etter hver dosering observeres det en del mindre blåskjell som har

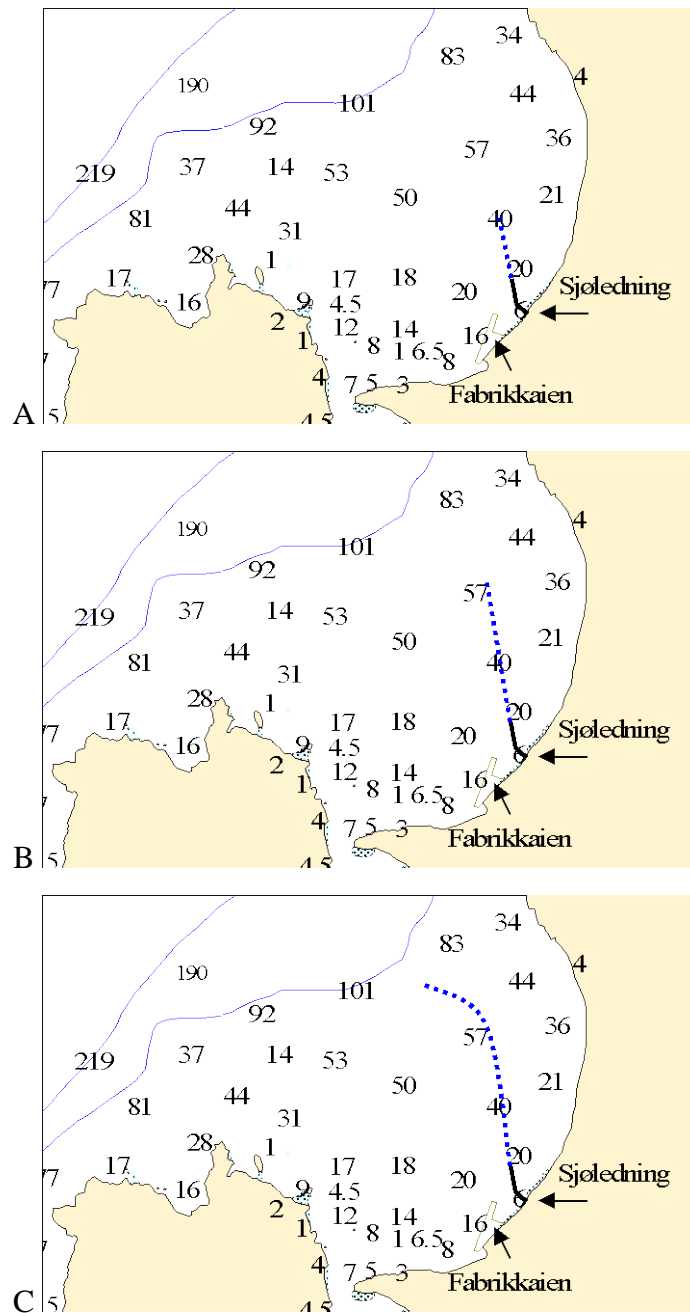
løsnet. Disse blir rensset ut før varmeveksleren. Overflatevannet i området har normal sjøvannsalinitet. Før den nye inntaksledningen ble tatt i bruk i 1997 var begroingsproblemet markant større. Da ble sjøvannet tatt inn gjennom to 500 mm polyesterrør fra 20 m dyp og dessuten ble biocidet C-Treat 6 benyttet (daglig lavdose dosering, årlig forbruk ca 5000 liter). Bedriften har generelt bedre erfaring med IKM50 enn med C-Treat 6, men doseringsprosedyrene var forskjellig. Røranlegget inspiseres nå en gang årlig. Kun mindre begroing (noe blåskjell og en del anemoner) observeres i de to inntaksrørene før pumpekummen. Pigging av sjøvannsledningene foretas ikke, både fordi behovet vurderes som lavt, men viktigst fordi en rekke ventiler (butterfly) i rørene vil være til hinder for denne prosedyren. Dypere inntakspunkt enn dagens er ikke mulig pga dybdeforholdene ved inntakspunktet. Informasjon er fått fra Terje Andersson (Falconbridge).

4 Drøfting av tiltaksforslag mot begroing i inntaksledningen ved SØRAL

4.1 Dypere sjøvannsinntak

Ut fra vanddyppet og bunntopografien i Husnesvågen synes forholdene ved SØRAL å ligge vel til rette for et dypere inntakspunkt for inntaksledningen. Det nåværende inntakspunktet er på 22 m dyp. Et dypere inntakspunkt vil sannsynligvis være det mest effektive enkelttiltaket for å eliminere begroingen med blåskjell, som utgjør det vesentligste begroingsproblemet ved SØRAL. Den eksisterende inntaksledningen er utstyrt med en flens ytterst som gjør det teknisk uproblematisk å skjøte på ledningen (Atle Sætrevik, SØRAL, pers. med.). Det vil imidlertid være viktig at en eventuell forlengelse av inntaksledningen ikke kommer i konflikt med ankringsbehovet for skip som skal inn til fabrikkaien til SØRAL. Dette kan oppnås ved å legge en eventuell forlengelse i en nordlig retning (figur 7).

Det er usikkert hvor mye dypere vanninntaket til SØRAL bør ligge for å eliminere blåskjellbegroingen. Sjøvannsinntaket ble i 1998 flyttet fra 3 m til 22 m dyp. Dette har nok redusert veksten av blåskjell noe ettersom tettheten av planktonalger i vann fra 22 m er generelt lavere enn i vann fra 3 m. Det er likevel lite sannsynlig at denne senkingen ned til 22 m er tilstrekkelig for å eliminere innførsel av nye blåskjell (som larver) under drift av ledningen. For å oppnå best mulig resultat bør inntaket legges så dypt at inntaksvannet består hovedsakelig av atlantisk vann og minst mulig av kystvann/overflatevann. Spesielt er dette viktig for de tider av året da blåskjell gyter og larvene utvikler seg. Dypet for overgangsgrensen atlantisk vann og kystvann varierer mye avhengig av årstid og ulike faktorer knyttet til den aktuelle lokalitet (ferskvannstilførsel, strømforhold, vindeksponering, bunntopografi, etc). Dybden for overgangsgrensen bør derfor måles i Husnesvågen ved ulike årstider, og resultatet av disse målingene legges så til grunn for vurderingen av hvilket dyp vanninntaket eventuelt bør senkes til. I figur 7A-C er ulike alternativer til forlengelse av inntaksledningen skissert i forhold til vanddybden i området.



Figur 7. Skisse av inntaksledningen ved SØRAL, med ulike alternative forlengelser i nordlig retning angitt som prikkete linjer. A: ca 200 m (40 m dyp), B: ca 500 m (60 m dyp), C: ca 900 m (80-90 m dyp).

Ved Hydro Sunndal ble blåskjellbegrøingen så godt som eliminert da inntaket ble senket fra 10 m til 30 m dyp, dette på tross av at strømningshastigheten i den nye sjøvannsledningen var mindre enn i den eldre. Lavere strømningshastighet gir normalt mer begroing. Tilsvarende gode erfaringer ble gjort ved Tinfos Jernverk da inntakspunktet ble flyttet fra 18 m til 33 m dyp. Ved Statoil Kårstø erfarte de imidlertid relativt mye blåskjellbegrøing ved det tidligere vanninntaket som lå på 30 m. Kårstø ble kvitt begroingen da de senket inntaket til 75 m. Dette indikerer at de hydrografiske forholdene ved Kårstø gjør at blåskjellarver spres i dypere vannlag enn ved Sunndal og

ved Tinfos. Mest sannsynlig skyldes det at lokaliteten ved Kårstø er mer eksponert i forhold til vind og strøm, noe som gir større omrøringen av fjordvannet og dypere spredning av blåskjell larvene ned enn for eksempel ved Hydro Sunndal. Overflatevannet innerst i Sunndalsfjorden blir tilført store mengder ferskvann, og dette vil stabilisere vannsøylen. Overgangslaget mellom kystvann og atlantisk vann vil da ligge grunnere enn på lokaliteter med mer omrøring, som for eksempel Kårstø. Ved SØRAL er betingelsene sannsynligvis mer sammenlignbare med Kårstø enn med Sunndal. Følgelig må et eventuelt dypere inntakspunkt ved SØRAL ligge dypere enn ved Hydro Sunndal for å oppnå den samme nedgang i blåskjellbegroingen, men eksakt hvor mye dypere kan ikke angis uten først å foreta målinger (av temperatur og saltholdighet) på ulike dyp i Husnesvågen. Inntaksdypet på Statoil Kårstø (75 m) kan gi en antydning, men det er imidlertid ikke sikkert inntaksdypet trenger å være så dypt.

Fra bedriftene med dype sjøvannsinntak observeres det begroing av ulike sjøanemoner, hydroider og sekkedyr. Det at disse organismene ikke har skall betyr som oftest at slik begroing sjeldnere medfører vesentlig prosessmessige problemer for bedriftene, for eksempel i form av tiltetting av sårbare deler av systemet (ventiler, varmevekslere, etc). Imidlertid, vil slik begroing kunne medføre redusert kapasitet i sjøvannsledningen, for eksempel ved Tinfos Jernverk anses anemonebegroing som et signifikant problem på grunn av markant kapasitetsnedgang i inntaksledningen. I tilfelle av et eventuelt dypere vanninntak bør det derfor vurderes å legge opp til mulighet for pigging av inntaksledningen. Anemoner er ikke alltid lette å fjerne helt med mekanisk utstyr og de kan regenerere seg (vokse ut igjen) fra rester av foten.

4.2 Pigging

Der forholdene legges til rette for det er pigging av sjøvannsledninger en effektiv prosedyre for å holde begroingsproblemet nede. Ekstra effektivt blir det gjerne der denne renskeprosedyren er kombinert med et inntakspunkt for sjøvann som er såpass dypt at veksten av blåskjell er begrenset eller fraværende. Ved Elkem Lista er det tilstrekkelig med pigging av sjøvannsledningen en gang årlig for å holde begroingen på et uproblematisk nivå. Ved SØRAL er det besluttet å montere pig-sluser på epoxyledningen som ligger mellom pumpehuset og fabrikken. Det er på dette strekket at veksten av blåskjell er særlig stor. Det er stor sannsynlighet for at en kombinasjon av dypere vanninntak og periodevis pigging vil utgjøre en effektiv strategi for å minimere begroingsproblematikken i sjøvannsledningen ved SØRAL.

Rørventiler av butterfly typen er benyttet hos en rekke av de bedriftene som er med i denne undersøkelsen. Denne typen ventiler gjør pigging umulig. Dessuten kan de deler av ventilen som stikker inn i røret utgjøre gunstige groflater for begroingsorganismer. Ved Hydro Aluminium Høyanger ble det signalisert at de svært gjerne skulle ha valgt en annen ventilløsning enn butterfly for å få en lettere tilgjengelighet og mer effektiv mekanisk rensking av begrodde sjøvannsrør. Ved nye røranlegg og ved modernisering av eksisterende anlegg bør derfor muligheten av å bruke alternative ventiltyper (som tillater pigging) vurderes nøye.

En ulempe med pigging er at også denne prosedyren krever gjentatt behandlinger, og dette er selvsagt kostnadsdrivende. Særlig dersom sjøvannsledningen ikke har montert pig-sluser og andre nødvendige foranstaltninger vil den tekniske vanskelighetsgrad og også kostnadene for å utføre piggeprosedyren øke. I eksisterende røranlegg er det derfor viktig i forbindelse med ombygging og fornyelser å vurdere mulig fremtidig nytte av pigging slik at de nødvendige foranstaltninger eventuelt blir montert.

4.3 Ulike biocid alternativer og justeringer av doseringsprosedyrer

Biocidproduktene C-TREAT 6 og IKM50 som ser ut til å gå igjen hos bedriftene som er kontaktet i denne undersøkelsen. Det blir i denne rapporten ikke gitt noen utfyllende vurdering av effektiviteten av ulike biocidprodukter. I en slik vurdering er det nødvendig med mye mer spesifikk vurdering av et større utvalg av alternative biocider. Likevel er kommentarer fra ulike brukere tatt med i den grad det er relevant for å oppsummere erfaringen med biocidbruk ved de enkelte verk. For eksempel, ved Falconbridge erfarte de at IKM50 ga bedre effekt enn C-TREAT selv om kostnadene var mindre. Det presiseres likevel at eventuelle negative erfaringene med en biocid type kan henge sammen med flere faktorer knyttet til doseringsprosedyre (behandlingstidspunkt, konsentrasjoner, frekvens av behandling, etc). For eksempel, ved Falconbridge var doseringsprosedyrene ulike. C-TREAT ble dosert ut daglig i svært lave doser, mens i den nåværende prosedyren blir IKM50 dosert ukentlig og i høyere doser. IKM50 blir benyttet ved SØRAL, og effekten her regnes for å ikke å være tilstrekkelig god.

Dosering av biocider bør settes i sammenheng med årstid, med høyest/hyppigere dosering i vekstsesongen (vår, sommer, tidlig høst). Dette ser ut til være gjort hos brukerne i denne undersøkelsen. Å variere doseringsprosedyren (mtp biocidkonsentrasjon, doseringslengde, intervall mellom behandlinger, etc) er nevnt som en mulig strategi for å bedre effekten av biocider, men det synes ikke å være utført noen systematisk undersøkelse på dette. Generelt er blåskjell relativt motstandsdyktig mot biocider mye fordi skjellene kan overleve lenge i lukket tilstand. Varigheten av en typisk biocidbehandling av en sjøvannsledning er gjerne fra 6 til 24 timer. Dersom skjellene forut for biocidbehandlingen blir tilført en forbindelse som hemmer eller motvirker skall lukking vil effekten av biocidet bli langt større, men det er ikke kjent om slike produkter finnes på markedet.

Inntaksledninger for sjøvann i aluminiumsindustrien består gjerne av to rørløp, så også hos SØRAL. For å oppnå den nødvendig kapasitet blir som oftest begge rørløpene benyttet samtidig. Imidlertid, i perioder med redusert vannbehov vil kronisk biocidbehandling (i stagnerende vann) være svært fordelaktig for å oppnå maksimal effekt av biocidet. Hydro Aluminium Høyanger har hatt svært gode erfaringer med å benytte akkurat denne teknikken. Ved SØRAL er det nåværende begroingsproblemet størst i den lange epoxyledningen (fra pumpehuset og videre). Denne delen av ledningen har kun ett rørløp, og behandling i stagnerende vann er således ikke en aktuell mulighet ved normal drift av anlegget.

4.4 Kostnader i forhold til nytte

Kostnadsspørsmålet er naturlig nok en vesentlig faktor når bedrifter skal velge strategi for å begrense, kontrollere eller eliminere begroingsproblematikk i sjøvannsledninger. Teknologisk gjennomførbarhet må ses i sammenheng med faktiske kostnader. De lokale forhold ved en bedrift kan legge klare føringer og begrensninger for hvilken begroingshindrende strategi som er (økonomisk) mulig å benytte. For eksempel kan bedriften ha vanninntak fra et sjøområde som er veldig grunt (slik som Hydro Aluminium Karmøy). En inntaksledning ned til dypt vann kan i slike sammenhenger lett bli svært lang og således for kostbar.

Kostnadene for tiltak bør imidlertid beregnes på grunnlag av anleggets forventede totale levetid. På kort sikt vil biocider (når de fungerer tilstrekkelig effektivt) kunne fremstå som en egnet løsning for å holde nede begroingen. Men effekten av biocider er alltid tidsavgrenset, og anlegg som benytter biocider må behandle sjøvannsledningene relativt ofte (gjerne ukentlig), særlig i de deler av året da begroingen er mest intens. Ved SØRAL, og flere andre bedrifter, erfarer en dessuten at biocidbehandlingen ikke har den ønskede effekt. Tekniske løsninger som dypere vanninntak og tilretteleggelse for pigging kan, sett i et lengre tidsperspektiv, være mer økonomiske enn biocidbruk selv om slike løsninger gjerne representerer større utgifter i etableringsfasen.

Det er å forvente at blåskjellbegrøingen i anlegget til SØRAL ble redusert en del da sjøvannsinntaket i 1998 ble flyttet fra 3 m til 22 m dyp. Hvor mye forbedring som eventuelt har skjedd er imidlertid uklart ettersom det eksisterende lag av begroing (for eksempel i epoxyledningen) ikke ble fjernet samtidig. Imidlertid kan den rapporterte observasjonen av lite begroing i den nåværende inntaksledningen i beste fall tyde på at problemet er en god del mindre nå enn da vanninntaket lå på 3 m. For SØRAL vil det derfor kunne være en fornuftig og kostnadseffektiv strategi å vurdere behovet for en ytterligere eliminering av blåskjellbegrøingen (dypere vanninntak) etter at opprensningen (og monteringen av pig-sluser) i epoxyledningen er gjennomført. For å spare tid kan/bør en likevel benytte dette tidsvinduet til å innhente de nødvendige hydrografiske grunnlagsdata i Husnesvågen. Dette datagrunnlaget vil gi klarere indikasjoner for hvilket vanninntaksdyp som er nødvendig for å oppnå eliminering av blåskjellbegrøingen i sjøvannsledningen.

4.5 HMS og ytre miljø

Forhold knyttet til personell-HMS og til ytre miljø bør også tillegges vekt ved valg av antibegroingsstrategi. Effektive biocider kan være svært giftige, etsende eller på annen måte helseskadelige. Håndtering av slike produkter vil derfor være forbundet med en viss risiko for personellet. Vedvarende miljøutslipp av giftige begroingshindrende kjemikalier til sjøresipienten ved bedriften må dessuten anses, generelt betraktet, som en lite miljøoptimal løsning. Fra SFT har det hittil ikke vært rettet spesifikke krav til aluminiumsindustrien om dokumentasjon av null-effekt av biocidutslipp til sjømiljøet. Hva fremtidige miljøregulativer vil kunne kreve er imidlertid mer usikkert. Det synes imidlertid å være en trend at industrien i økende grad blir tilrådd/avkrevd å legge til grunn prinsippene for beste tilgjengelige teknologi (BAT) og beste miljøpraksis (BEP)

ved valg av prosedyrer som har betydning for miljøet. Alt dette tatt i betraktning vil det kunne være en fremtidsrettet strategi for SØRAL å gjøre seg uavhengig av biocidbruk i sammenheng med vedlikehold av sjøvannsledningen. Et tilstrekkelig dypt inntakspunkt er sannsynligvis nøkkelen for å få dette til.

5 Oppsummering og konklusjon

SØRAL ønsker å redusere problemene knyttet til begroing i sjøvannsledningen. Blåskjell er den mest problematiske begroingsorganismen. Blåskjellveksten i sjøvannsledningen har ikke latt seg kontrollere med bruk av biocider og på det mest problematiske rørstrekket blir det nå montert sluser for bruk av renskepigg. Dette vil sannsynligvis avhjelpe det mest akutte problemet på kort sikt.

Det blir i denne rapporten ikke konkludert rundt muligheten av å gå over til en andre typer biocid ved SØRAL. Men en mer effektiv biocidbasert bekjempelse av begroingen kan sannsynligvis oppnås ved visse justering av doseringsprosedyrene. Spesielt gjelder dette dersom biocid brukes i stagnerende vann i de deler av sjøvannsanlegget som har doble rør.

Basert på erfaringer gjort av andre smelteverk, og annen industri, vil et dypere vanninntak utgjøre det mest effektive tiltaket for å begrense vekst av blåskjell i SØRALs sjøvannsledning. Nedgangen i tilvekst av nye blåskjell vil da henge sammen med redusert tilførsel av blåskjellarver og dårligere vekstbetingelser (mindre næring) for skjell som måtte finnes i ledningen fra før. Dybdeforholdene og bunntopografien i Husnesvågen synes dessuten å ligge til rette for et dypere vanninntak, men det må tas hensyn ankringsmuligheter for skip som anløper fabrikkaien.

Det anbefales at SØRAL vurderer nødvendighet, kostnad og nytte av et eventuelt dypere sjøvannsinntak etter at den nåværende begroingen i epoxyledningen er rensket ut. Målinger av hydrografiske forhold (temperatur og saltholdighet) i ulike vanddyp i Husnesvågen ved ulike årstider vil være nødvendig for å bestemme den egnede dybden for vanninntaket ved en eventuell forlengelse av inntaksledningen. Et dypere vanninntak vil ha klare positive sider med tanke på HMS og ytre miljø ettersom behovet for å bruke (og slippe ut) biocider vil kunne elimineres.

6 Vedlegg (adresseliste)

Firma	Adr./e-mail	Tlf.	kontaktperson
SØRAL Husnes	Jorn.Skaar@soral.no	53475114	Jørn Skaar
	Atle.Satrevik@soral.no	53475261	Atle sætrevik
	Kb@soral.no	53475221	Kenneth Blom
Hydro Aluminium Sunndal	Stein.inge.odegard@hydro.com	71693000	Stein Inge Ødegård
Hydro Al Karmøy	knut.erik.bjorseth@hak.hal.hydro.com	52854947	Knut Erik Bjørseth
Elkem Mosjøen	helge.nes@elkem.no	75179181	Helge Nes
Elkem Lista	Svein-harry.samuelson@elkem.no	90790431	Svein Harry Samuelsen
Hydro Aluminium Høyanger	Roar.Takvam@hydro.com	47577150	Roar Takvam
Tinfos Jernverk A/S Kvinesdal		38357234	Johnny Anker Strømmland
Falconbridge Nikkelverk A/S Kristiansand	Tea@Falconbridge.no	38101250	Terje Andersson
Statoil Kårstø		52772293	Terje Kleppe
Statoil Tjeldbergodden	rena@statoil.com	71649000	Ragnhild Elise Næss
Simex		51578616 92623312	Helge Knudsen
ITAS (pigging)	http://www.itas-no.com	51552104	Einar Christensen
IKM Testing AS	Trond.Saegrov@IKM.no	51649017	Trond Sægrov
Havforskningsinstituttet	Jan.aure@imr.no	55238485	Jan Aure
SFT	christian.dons@sft.no	22573434 22573679	Christian Dons, biocider Tor Ferden - Al verk utslipp