



Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

RECIRKULATION

av rens från kylvattenintag 3 och 4
vid Ringhals kärnkraftverk

av

Susanna Stensdotter och
Anna-Jeanette Larnelius

Examensarbete
nr 1988:3

Göteborg 1988

Adress: Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg

Telefon: 031/72 10 00

INNEHALLSFÖRTECKNING

FÖRORD

KAP 1

1.1	FRAGESTALLNING	1
1.2	RESULTAT	2
1.3	SAMMANFATTNING AV MÄTMETODER	3

KAP 2

2.1	BAKGRUND	6
.11	Strömbilden	6
.12	Rensprocessen	7
.13	Nuvarande problem	11
2.2	IDEER	13
.21	Idéer ang. tångåterföring	13
.22	Idéer ang. åtgärder	17

KAP 3

3.1	DYKRAPPORT	28
3.2	RODAMINFÖRSÖK	33
3.3	MÄRKNING AV TANG MED RADIOAKTIVA ISOTOPER	41
3.4	UTSLÄPP AV PAPPERSREMSOR	50

BILAGOR

1	Intervjuer med renshuspersonal
2	Alger
3	Tidsintervall för körning av rens till rensgruppen
4	Provresultat från isotopmärkning

FÖRORD

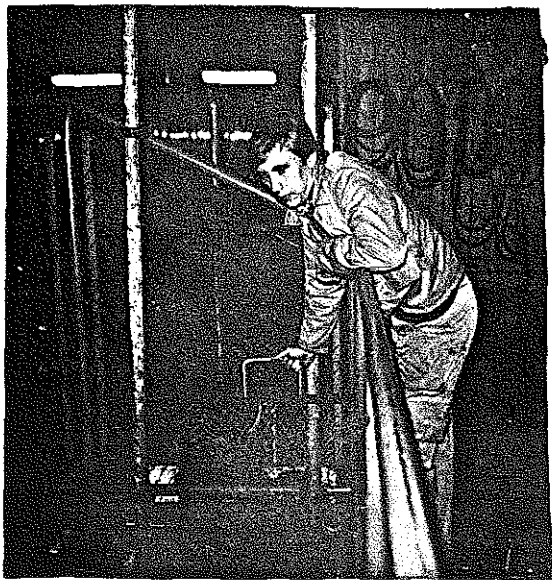
Följande examensarbete har utförts för Statens Vattenfallsverk, på uppdrag av Ringhals Kärnkraftverk.

Projektet genomfördes under hösten 1987.

Handledare var Bengt Vasseur på Älvkarlebylaboratoriet, samt Steffen Häggström på institutionen för Vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola.

För sin ousinliga uppfinningsrikedom och sin förmåga att alltid stå oss bi (förutom den fredagseftermiddagen han lämnade oss i sticket!), riktar vi ett särskilt tack till...

BENGT-AKE PERSSON!!!



...samt övriga på avdelning RUBB på Ringhals med Lennart Höberg i spetsen!

Ett stort tack även till P-O Aronsson och Mats Eriksson, som möjliggjort isotopmärkning av tång, samt all personal på renshus 3 o 4 som bistod med att återfinna densamma.

Göteborg den 22 oktober 1987

Anna-Jeanette Larnelius
Susanna Stensdotter

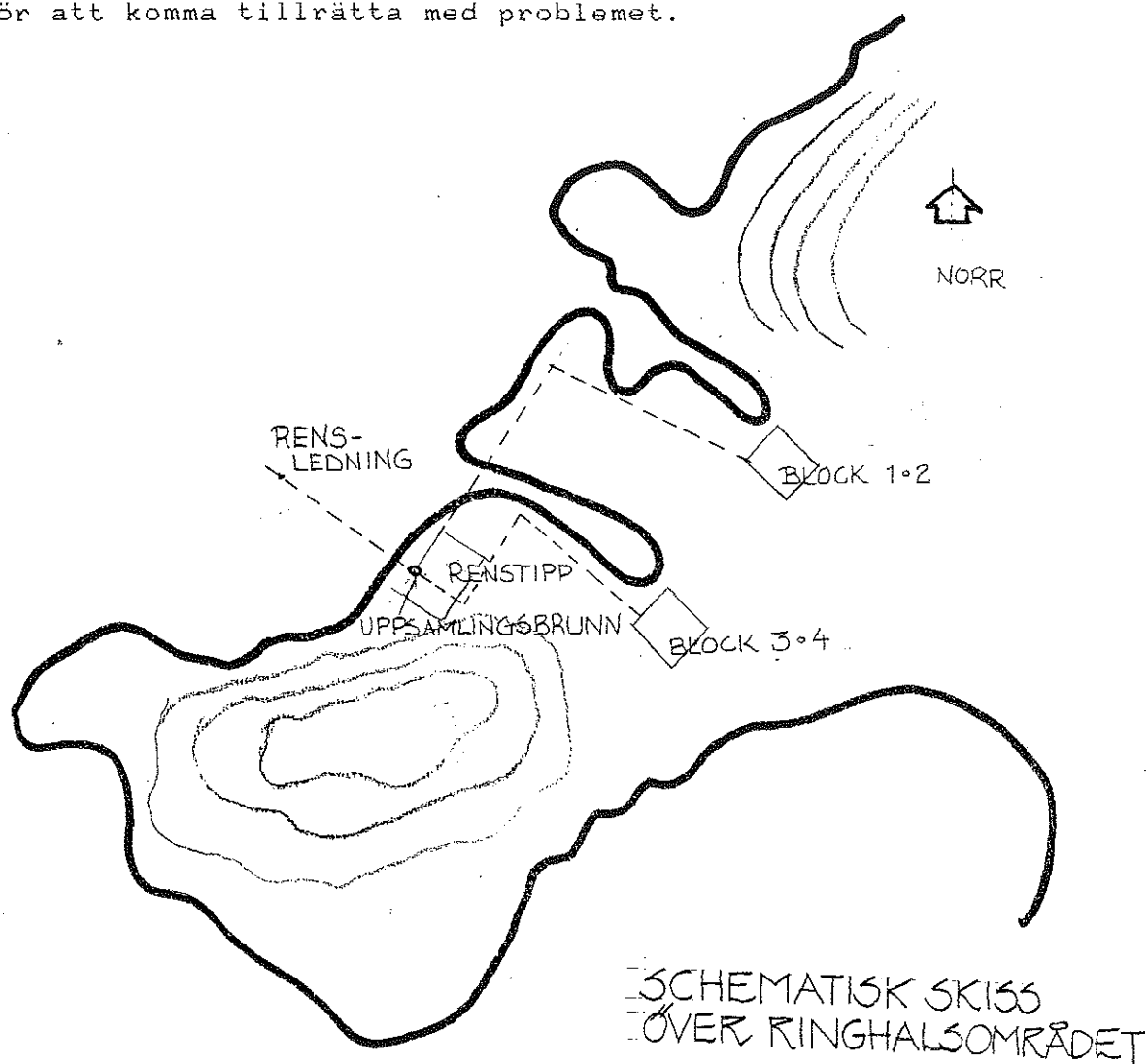
1.1 FRAGESTÄLLNING

Ringhalsverkets kylvattenintag kan under sensommaren och hösten igensättas av tång.

Kylvattnet rensas mha galler och korgbandsilar och rensmassor förs sedan tillbaka till havet via en 320 m lång ledning.

Vid hård vind hävdar driftpersonalen att rensset recirkulerar.

Vår uppgift var att undersöka OM rensset recirkulerar och i så fall i hur stora mängder, samt att föreslå eventuella åtgärder för att komma tillrätta med problemet.



1.2 RESULTAT

Recirkulation

Efter utförda mätningar med radioaktiva isotoper visade det sig att rensat med säkerhet recirkulerar, vid de vindförhållanden som rådde vid försöksperioden: måttlig västlig till nordlig vind. Se vidare kapitel 3.3.

Försök som genomfördes med hjälp av utsläpp av spårämnet Rodamin visade att vattenströmmarna, vid rådande vindförhållanden, går från rensutsläppet och in i kylvattenkanalen

Förslag till åtgärder

Alt. 1:

*Rensstipp och ledningar byggs om för permanent bruk och rensledningarna förses med automatiskt regleringssystem för ändring av utsläpp till havet via befintlig utloppsledning alternativt till renstippen

Alt. 2:

*Rensledningarna dras till tunnel för kylvattenutsläpp. Nuvarande renstipp med ledningssystem behålles i nuvarande skick som s.k. säkerhetstipp.

Åtgärderna är närmare beskrivna i Kap 2.22 "Ideér angående åtgärder".

För att avgöra vilket förslag som är ekonomiskt och miljötekniskt bäst på lång sikt, bör en utförligare undersökning genomföras.

1.3 SAMMANFATTNING AV MATMETODER

Hur angriper man då ett sådant här förutsättningslöst problem, med enda direktiv; "lös det!"?

Vi började helt enkelt med att kläcka idéer, som vi sedan bearbetat kontinuerligt sedan projektstarten i juli 1987.

Otaliga timmar har spenderats att via personkontakter och litteratursökning försöka reda ut den oändliga härvan av frågetecken, få grepp om problemet, samt lägga upp en strategi för att lösa det.



Helst av allt ville vi naturligtvis kunna följa själva tången på dess vandring i de stora vilda djupen.

Detta visade sig, efter omfattande efterforskningar rörande färgmärkning, radiosändare, isotoper mm (se kap 2.2 "Idéer"), dock vara stört omöjligt.

Vi inledde då istället försök med att få fram en "tångattrapp", dvs något material som uppförde sig som tång i vattenströmmar. Då havsvattenlaboratorium icke stod att uppbringa, så var det inget annat att göra än att bege sig ut in situ och testa våra tilltänkta "attrapper".

Sagt och gjort. Den 22 juli drog vi på dykardräkten och begav oss till rensledningens utlopp för att på 10 m djup studera diverse materials beteenden under verkliga förhållanden. Resultatet blev tyvärr något nedslående (se kap 3.1 "Dykrapport"), men vi fick åtminstone en bottenkartering gjord.

Så, hur långt hade vi nu kommit?

Vi kunde inte följa själva tången och fick inte heller tag på något lämpligt ersättningsmaterial.

Vi hade alltså egentligen inte kommit någonstans!

Det var inget annat att göra än att ta till traditionella mätningar av vattenströmmar, med hjälp av spårämnet Rodamin. Visserligen kunde vi inte få fram uppgifter huruvida tång följer ovannämnda strömmar eller ej (därom tvista de lärde!), men det kunde åtminstone ge en vink åt vilket håll det bar.

Så i augusti for vi iväg för två bofasta veckor på Ringhals och en mätperiod efter mönstret "trial and error". Syftet var alltså att lära oss metod och utrustning inför den "verkliga" mätperioden i blåsiga september.

Sammanfattningsvis kan sägas att både apparatur och leveranser krånglade i osedvanligt hög grad, samtidigt som det inte kändes riktigt meningsfullt att bara mäta vattenströmmar i detta sammanhang.

Så glädjen stod högt i tak när vi kom i kontakt med Mats Eriksson på kemiavdelningen, som hävdade att isotopmärkning på intet sätt var en omöjlighet. Vi hade nämligen på detta stadium och från flera olika håll, fått uppgifter om att det var omöjligt.

Efter diverse efterforskningar, beräkningar, tillståndsansökningar och med hjälp av Ringhalspersonal kunde vi till slut inrikta andra mätperioden på märkning av själva tången.

Som komplement till detta gjorde vi kontinuerliga utsläpp av Rodamin, samt ett större punktutsläpp av pappersremsor.

Försöket fungerade, till stor del tack vare personalen på Ringhals, mycket bra och vi är glada att här kunna presentera resultatet av ett mycket spännande och roligt projekt.

2.1 BAKGRUND

2.11 STRÖMBILDEN

Omfattande ström-vindmätningar har utförts i området utanför Ringhals främst under hösten -77 samt sommaren -78. Vad som då i huvudsak framkom var att "strömbilden utanför Ringhals udde är komplex och svår att förutsäga". Enligt Bengt Vasseur, Vattenfalls Alvkarlebylaboratorium, så är dock strömbilden högst normal för ett havsområde.

Vissa karakteristiska drag går dock att urskilja:

- *Baltiska strömmen (mellan Göteborg-Fredrikshamn) flyter norr-över i praktiskt taget hela ytskiktet, de djupare strömmarna rör sig dock söderut.
- *SMHI:s mätningar sedan -68 visar att i området utanför Ringhals medför vind från sektorn ost till sydväst ofta en nordgående ström. Vind från sektorn väst till nordost, i kombination med lågt lufttryck ger en sydgående ström.
- *Dessa mätningar visar även på en nettotransport i sydlig riktning, vilket kan tyda på en virvel i det kustnära området, eftersom nettotransporten ett stycke från kusten är nordlig.
- *Under hösten är strömmarna förmodligen tidvattendominerade, med en period på ca 12 timmar.

2.12 RENSPROCESSEN

Befintlig anläggning

Syftet med detta kapitel är att ge insikt i hur rensprocessen för renshus 3 o 4 fungerar. Principiellt kan den sägas gälla även för intag 1 o 2.

Kylvattnet utgör ytvatten från havet som strömmar in till kylvattenpumparna via en 650 m lång kanal, gemensam för aggregat 3 o 4. Dess bredd är 30 m och arean 70-100 m², beroende på vilket vattenstånd som råder. Då båda blocken är i drift är flödet i kanalen 89 m³/s, och vattenhastigheten ligger runt 1 m/s. Vid intaget är en skumbalk placerad för att hindra drivis och flytande gods från att komma in i renshusen.

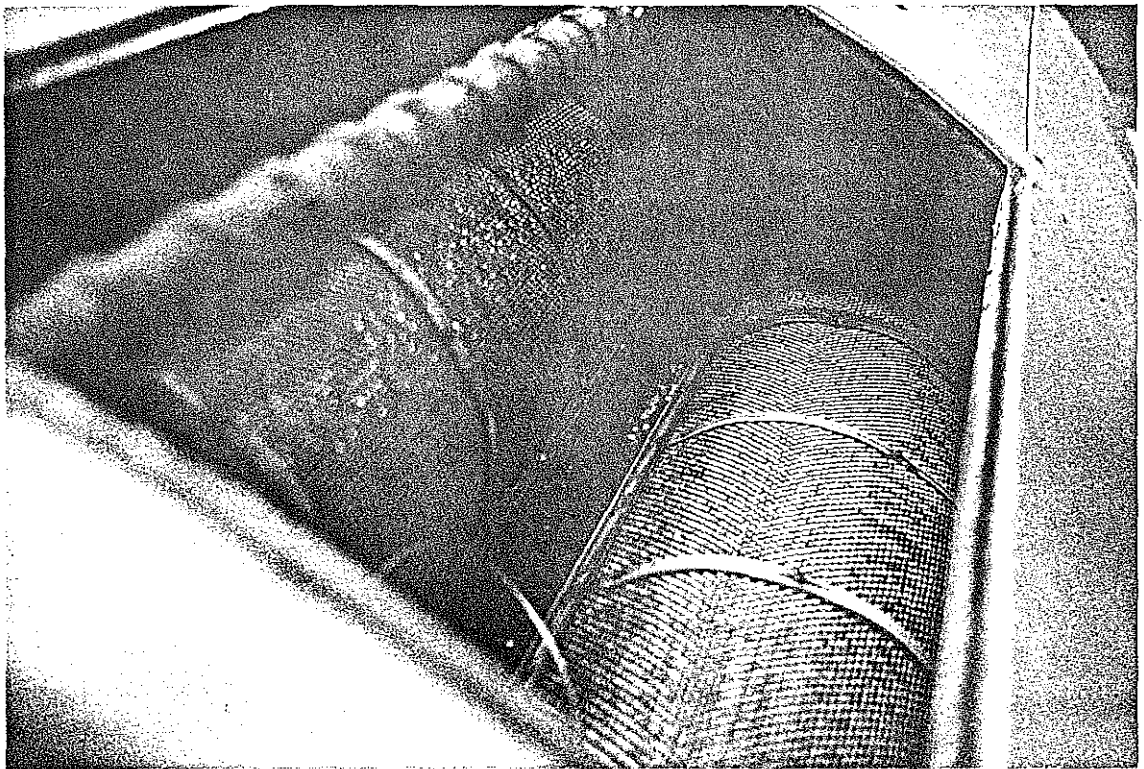
I renshus 3 o 4 skall huvudkylvattnet resp hjälpkylvattnet rensas mekaniskt från föroreningar, som kan skapa igensättningar i kylvattensystemen.

Från intagskanalen leds vattnet in i renshusen genom rensfack; sex stycken i renshus 3 och tre stycken i renshus 4. Varje fack innehåller efter varandra stående avstängningsluckor, grovgaller, fingaller och korgbandsilar.

Luckorna används då man rengör rensfacken eller då det uppstått en nödsituation, t.ex. att rens orsakat igensättning av gallren. Grovgallren består av kantställda plattjärn, med en spaltvidd på 35 mm, som vilar på horisontella stödbalkar. Gallren rensas med en skrapa, försedd med tänder och uppsamlingsskopa. Skrapans omloppstid är ca 3 min och skopan kan ta 0.5 m³ rens. Man räknar med att gallret kan rensas från 4.8 m³ rens/h. Renset faller ner i en ränsränna som leder till en pumpgrop.

Klorutsläpp görs framför grovgallret, i första hand för att förhindra havstulpantillväxt. Renshus 4 kloreras året runt, medan renshus 3 endast kloreras under tiden maj-december, två galler i taget.

Fingallren är utförda på i princip samma sätt som grovgallren. Spaltvidden är här 25 mm. De kan rensas från 11.2 m³ rens/h, medan skrapans omloppstid samt skopans volym i det närmaste överensstämmer med grovgallren.



Korgbandsilar vid renshus 3

Korgbandsilarna består av ett antal böjda roterande silar med en maskvidd på 5*5 mm. Silarna är fastsatta tätt intill varandra i en lång rad på en ändlös kedja. Vattnet passerar silen inifrån och ut och rensat i vattnet fastnar på silens inre sida. När en silkorg passerar sitt övre läge spolas den ren med spritsvatten

och rensset faller ned i ett tråg inuti silen. Trågets ena ände mynnar i en mindre rensränna, som leder till en större rensränna gemensam för fingallren och korgbandsilarna.

Till renshanteringen hör fem stycken spolvattenpumpar, varav två är placerade i 3:an och tre stycken i 4:an. Pumparnas start och stopp är samordnade med driften av rensupptagningsanordningarna. Från pumparna är draget ett spolvattensystem som för rensset från de båda rensrännorna ner i pumpgruppen. Härifrån förs rensset vidare mha fyra pumpar (lika många i varje renshus) ut genom rensledningen.

Rensset kan nu föras till rensgruppen eller direkt ut i havet via en 320 m lång ledning. Anordningen för att föra rensset till rensgruppen är provisorisk, då det ännu ej är klart vad som ska hända med denna rensgrup i framtiden. (se kap 2.13 "nuvarande problem")

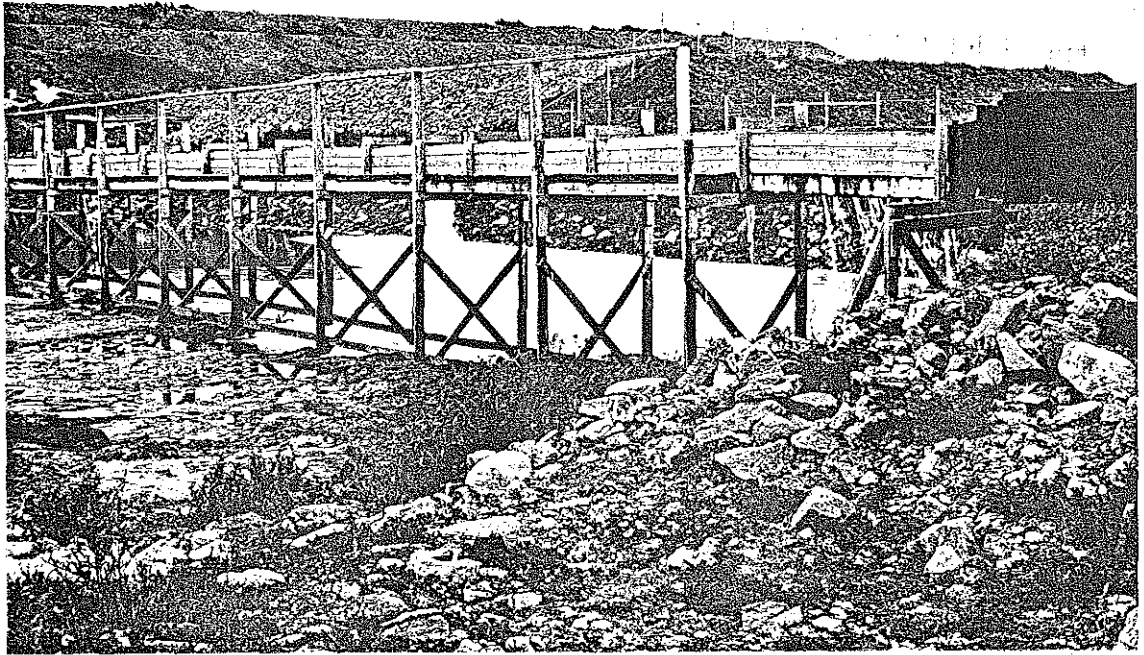
Tidigare anläggning

Rensset fördes tidigare till en avvattningsanläggning, där vattnet dränerades bort och rensset placerades i containers. Dessa kördes sedan iväg till rensgruppen. Anläggningen fungerade ej tillfredsställande, på grund av att dräneringen ej fungerade och orsakade översvämningar, samt att transporten till rensgruppen var kostsam.

1980 leddes istället ledningar från alla fyra renshusen direkt till rensgruppen och en utloppsledning till havet anlades strax därefter.

Denna visade sig vara helt oanvändbar, då den efter en kort tid flöt in till stranden. Den nuvarande långa ledningen lades vid

samma plats eftersom den skulle utgå från rensgruppen och samlingsbrunnen därintill. Man lade ut den på 10 m djup och ansåg detta vara tillräckligt för att rensset inte skulle recirkulera.



För att föra rensset till rensgruppen byggdes dessa provisoriska träledningar. De används dock ännu idag.

2.13 NUVARANDE PROBLEM

Rensanläggningen:

Under sensommaren och hösten, då mycket stormar härjar i området utanför Ringhals, utgör den då stora mängden inkommande tång ett problem vid renshusen.

Den algart som förorsakar störst problem är en rödalga typ rödslick. Den fastnar på grovgallrens horisontella stödbalkar och orsakar ingen vattenståndsförhöjning, vilket är nödvändigt för att gallren automatiskt skall rensas (se föregående kap. "rensprocessen"). De valkar rödslicken bildar måste avlägsnas mha dykare, vilket blir mycket kostsamt.

Då stora mängder tång strömmar in händer det att gallren inte hinner rensas tillräckligt fort och det är risk för att de sätts igen. Renshuspersonalen drar då ner avstängningsluckor för att hindra att sprängluckorna öppnas och rensat flyter in i reaktorn. Då flera luckor dras ner minskas kylvattenflödet och effekten måste sättas ner.

Vid ett tillfälle, den 1 juli 1985, övervägde man att stänga av aggregaten pga att korgbandsilarna i renshus 1 o 2 blivit helt igensatta av tobis. Detta kunde dock avhjälpas i tid eftersom man hann spola silarna med högtrycksslangar.

Renshuspersonalen har tolkat det stora tillflödet av tång under stormar som att rens recirkulerar. Därför cyklar de ner till rensgruppen och ändrar rensflödet från utsläppsledningen till rensgruppen då de hör att storm är på väg. Detta medför naturligtvis att det finns tillfällena då rensgruppen används i onödan.

Anledningen är just att personalen vill stanna i renshuset under själva stormen, för att kontrollera att gallren ej sätts igen

Fiskdöden

Naturvårdsverket har motsatt sig utsläpp i rensgruppen, då stora mängder fiskyngel på så vis dör. En del arter slås sönder och dör redan i rensprocessen.

Följande fakta är hämtade ur "Havets liv och miljö" av Rutger Rosenberg.

"När Ringhals haft ett aggregat i drift (40 m³ kylvatten per sekund), har under mars-april mellan en kvarts miljon och en miljon ca 10 cm långa glasålar passerat genom verket. Denna ål tycks klara passagen genom rensanläggningen utan synliga skador, medan däremot de 15-30 cm långa gulålarna fastnar i silarna och omkommer.

Gulål och blankål (30-100 cm lång) lockas till kylvattenutsläppen där vattentemperaturen är förhöjd."

Det är ej troligt att någon fiskart, utom glasål, överlever rensprocessen. Kloreringen som görs vid grovgallren torde också vara skadlig. Enligt de anställda på renshuset (se bilaga 1) klarar förmodligen ålen kloreringen.

2.2 IDEER

Syftet med detta kapitel är att visa vilka olika idéer som har övervägts, samt att redovisa den huvudsakliga utvärderingen av dessa.

2.21 IDEER ANGAENDE TANGATERFÖRING

Indirekta metoder

Strömmätningar:

- *Strömkors
- *Haamerpendlar
- *Registrerande mätare (typ Aanderaa)
- *Spårämnesutsläpp; Rodamin
Natriumfluorid

Utvärdering:

Då omfattande strömmätningar upprepade gånger gjorts på ett stort område utanför Ringhals, kunde vi ej se någon anledning att upprepa dessa.

Man kan tänka sig i princip 3 varianter på hur tången transporteras:

- *Flytande i ytan, den följer då ytströmmen samtidigt som den påverkas av vågor och vind.
- *Svavar fritt i vattnet och följer vattenströmmen.
- *Håller kontakt med botten och följer bottenströmmen.

Då det är troligt att tången, åtminstone vid höga strömhastigheter, följer vattenströmmen, koncentrerade vi oss på att försöka följa strömmarna på något vis. För detta ändamål krävs spårämnesutsläpp.

Vi valde Rodamin då detta, mha en fluorometer, kan mätas i mycket små koncentrationer. Denna metod är dessutom väl inarbetad och dokumenterad.

Förutom detta användes strömkors som en indikator på Rodaminmolnens initiella riktning.

Direkta metoder

Tångmärkning

- *infärgning
- *radiosändare
- *magneter
- *material som attraheras av magneter
- *material med fluorescerande färg
- *radioaktiva isotoper

Märkning av tång förutsätter naturligtvis någon form av tångfällor för att överhuvudtaget vara meningsfull.

Typer av tångfällor: nät, radiomottagare, magneter, okulärbesiktning.

Placerade vid: skumbalken vid kylvattenintaget, rensrännor eller pumpgrop i renshuset, utsläppet till rensgropen, uppsamlingsbrunnen.

Utvärdering

Infärgning framstod snart som omöjligt då vi, trots idoga ansträngningar, inte lyckades uppbringa någon typ av färgpigment som både fastnar på tång och sitter kvar när denna förflyttar sig i vattnet.

Radiosändare blev för kostsamt plus att tyngden av densamma skulle ändra tångens beteende.

Detsamma gällde för magneter, för material som attraheras av magneter och för märkning med material i fluoroscerande färg. Dessa metoder skulle dessutom bli alltför tidskrävande och tillförlitliga tångfällor skulle vara svåra att arrangera.

Märkning med radioaktiva isotoper framstod redan på ett tidigt stadium som ett mycket bra alternativ. Men vid konsultation av bl.a. Chalmers inst. för biokemi bedömdes detta som ogenomförbart.

Som framgår av kap 3.3 "Märkning av tång med radioaktiva isotoper" visade det sig dock senare att denna bedömning var felaktig, varför vi då valde att märka tången på detta sätt.

Tångfällor utgjordes av nät, som placerades i rännorna i rens-
hus 3, samt "handdriven provtagning", dvs uppsamling av tång med
kratta!

Tångattrapper

När vi inledningsvis inte kunde hitta något bra alternativ för tångmärkning, letade vi istället efter ett material som uppträdde som tång i vatten.

Material som testades var:

- *plastband
- *tygremсор
- *hyvelspån
- *garn
- *frigolitchips
- *träbitar
- *pappersremсор

Utvärdering

Alla material, utom pappersremсор, testades vid ett in situ-försök den 22 juli 1987. Dessvärre uppträdde ingen "attrapp" på fullt tillfredsställande sätt (se kap 3.1 "Dykrapport").

Som ett extra komplement till isotopmärkningen släpptes fredagen den 25/9 ut 15 säckar pappersremсор med en sammanlagd vikt på 30 kg. Vid detta projekts färdigställande (nov -87) har inga pappersremсор observerats i renshus 3 o 4.

2.22 IDEER ANG ATGARDER

Flyttbar tank

Förslaget innebär att allt rens släpps i någon form av flyttbar behållare som sedan borttransporteras för tömning på lämplig plats.

Utvärdering

Detta system har tidigare använts vid Ringhals, men har nu ersatts med renstipp och rensledning.

Detta dels för att det fungerade otillfredsställande, dels för att det effektivt tog död på all fisk som följde med rensmassorna in.

Ändring av befintlig renslednings läge och/eller sträckning

Idén är här att förlänga och/eller ändra riktning av nuvarande ledning.

Utvärdering

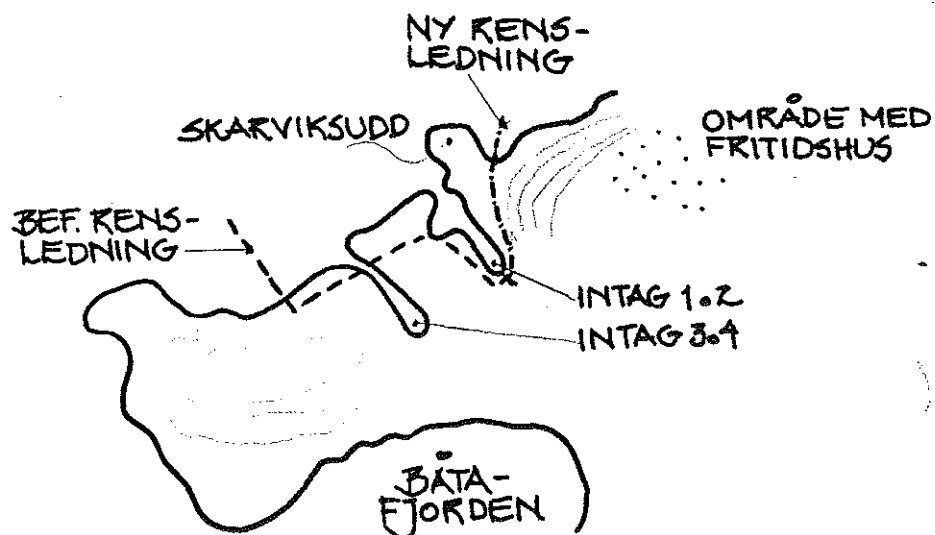
Vi bedömer detta alternativ som meningslöst.

De strömmar som återför rensmassor verkar på alltför stora områden och botten är dessutom relativt jämn och flack.

För att denna åtgärd skulle ge önskvärd effekt så skulle därför ledningen få dras så långt ut att detta skulle bli ekonomiskt oförsvarbart. (Enligt Jan Gustavsson, avd. RUBB, Ringhals, så kostar en förlängning av ledningen approximativt 4000 kr/m) Dessutom skulle förmodligen kostnader tillkomma för effekt-höjande åtgärder map pumparna, som i bef. skick troligtvis inte skulle klara den tryckförhöjning som en rejäl lednings-förlängning skulle medföra.

Nytt utlopp norr om kraftverket

Ny avloppsledning för rens från båda renshusen dras norrut, förbi första udden i nordlig riktning, Skarviksudd.



Utvärdering

Detta alternativ medför att all fisk som överlevt klorutsläpp och pumpar (se kap 2.12 "rensprocessen"), kan ta sig tillbaka till havet. Men att återföring ej inträffar och då särskilt i intagskanal 1 o 2, kan inte garanteras då Skarviksudd är relativt liten och strömbilden komplex.

Förslaget är även, främst pga ledningslängden, orimligt kostsamt och kan eventuellt medföra olägenheter för det närbelägna fritidshusområdet. Dessutom måste man söka speciellt tillstånd då denna ledningsdragnings görs utanför inhägnat område.

Nytt utlopp söder om kraftverket.

Ny avloppsledning för rens från båda renshusen dras söderut, för att slutligen mynna i Båtafjorden (se skiss föregående sida).

Utvärdering

Även här förs fisk tillbaka till havet och dessutom är det mycket troligt att all recirkulation av rens förhindras. Detta alternativ är dock inte aktuellt då kostnaderna för en ca 2 km lång ledning bedöms vara orimligt höga, inte minst med tanke på de bergsmassor som skiljer Ringhalsverket från fjorden. Dessutom finns idag en båthamn och en badplats i Båtafjorden vilket gör platsen mycket olämplig för utsläpp av rensmassor.

Rensutsläpp i befintliga avloppstunnlar för kylvatten

Detta förslag går ut på att samtliga rensmassor släpps med kylvattnet sydväst om Ringhalsverket.

Var rensledningarna skall anslutas till tunnlarna finns det för närvarande 4 förslag på:

(Se figur 1 på sid 24)

Alt.1: Via befintlig uppsamlingsbrunn dras ledning till kylvattentunnel.

Alt.2: Rensledning från renshus 1 o 2 dras till renshus 3 o 4. Här ansluts rensavlopp 3 o 4 och ledningen dras vidare till kylvattentunnel från block 3 o 4.

Alt.3: I princip samma som alternativ 2, men här släpps allt rens i kylvattentunnel från block 1 o 2.

Alt.4: Rensmassor från block 1 o 2 släpps i kylvattentunnel 1 o 2 och rensmassor från 3 o 4 släpps på motsvarande sätt i tunnel 3 o 4.

Dessutom behålles befintlig rensgröp som s.k. säkerhetstipp att användas vid eventuella nödsituationer. (Av typen oljeklumpar i intagskanalerna för kylvatten)

Utvärdering

Vi anser detta vara den tekniskt bästa lösningen.

Risken för rensåterföring är i princip eliminerad och all fisk som klarat rensprocessen (se kap 2.12 "rensprocessen"), kan åter-

vända till havet.

Kylvattnet har en förhöjd temperatur på cirka 10 grader, men enl. Rutger Rosenberg (i "Havets liv och miljö") dras ål till varmare vatten. Även övriga fiskexperter som vi varit i kontakt med tror att detta torde passa ålen alldeles utmärkt. Det är den enda fiskart som är intressant i sammanhanget, då de flesta övriga arter ej klarar av att passera pumparna i rensprocessen.

Dessutom vållar klorutsläppen mindre skada då kloret, på grund av den ökade ledningslängden, förbrukas i högre grad innan det når havet. (Angående klorutsläppen se närmare kap 2.12 "renspröcessen")

Vid samtal med Stefan Odhammer (konstr.avd. Ringhals) framkom rörande kylvattentunnel 3 o 4, att rensset måste släppas efter den anslutande tunneln 172 L8 som leder till svallbassäng T2 (se figur 2 sid 25). Under vintern öppnas dessa luckor för att få en temperaturhöjning på hjälpkylvattnet. Av denna anledning vill man inte få rens till kanalerna, då dessa inte passerar genom silmaskiner.

Vidare hävdade Odhammer att rensset troligtvis inte skulle påverka nödsituationen "havet in" nämnvärt.

("Havet in" innebär att kylvattnet, vid stopp i intagskanalerna, leds i motsatt riktning, dvs tas in direkt via utloppet, utan föregående reningsprocess)

Delar av personalen på Ringhals hyser farhågor rörande ökad beväxning på tunnelväggarna om rensset släpps denna väg.

Vid rengöring av ledning 4-170 L2 (se figur 2) i somras bortfördes hela 300 m³ rensmassor, huvudsakligen havstulpaner och musslor. Detta väckte viss oro rörande kylvattentunnelarna då man inte har

någon möjlighet att rengöra, eller ens inspektera dessa på liknande sätt.

Vi kan dock inte se någon grund för dessa farhågor då rensmassorna, huvudsakligen tång och maneter, inte kan växa fast och dessutom är klorerade. Tunnelväggarna är skrotade och besprutade med betong vilket även detta torde hindra fastsättning i någon större skala.

Under större delen av året är flödet i kylvattenavloppen 87 respektive 81 m³/s, att jämföra med det totala rensflödet 0-0.16 m³/s. Under korta perioder under revideringarna är flödet som lägst 20 m³/s i vardera tunneln.

Vi tror att detta flöde, som ju större delen av året är mycket stort, är tillräckligt för att föra rensmassorna ut i havet.

Detta förslag är dock relativt dyrt att genomföra, bl.a. för att kylvattentunnlarna befinner sig på ett djup på 24 resp 15 m i anslutningspunkterna. Å andra sidan blir systemet i princip underhållsfritt.

Beträffande de olika ledningsdragningsarna kan nämnas följande:
(Se figur 1, sid 24)

Alt.1: En större mängd upplagda schaktmassor (sprängsten) befinner sig mitt i dess tänkta sträckning. Dessa måste alltså förflyttas eller ledningen dras förbi (600-650 m) i kuperad bergsterräng. Detta blir naturligtvis orimligt dyrt och besvärligt.

Alt.2: Den nya ledningsdragningen blir här betydligt lättare, då det huvudsakligen rör sig om plana ytor inom Ringhals-

området. Den blir även kortare, ca 450 m.

För att föra rens från renshus 1 o 2 till anslutningen vid renshus 3 o 4, kan befintlig ledning från renstippen användas. Nuvarande pumpkapacitet bör härvid kontrolleras; byte av pumphjul och/eller elmotor kan bli aktuellt.

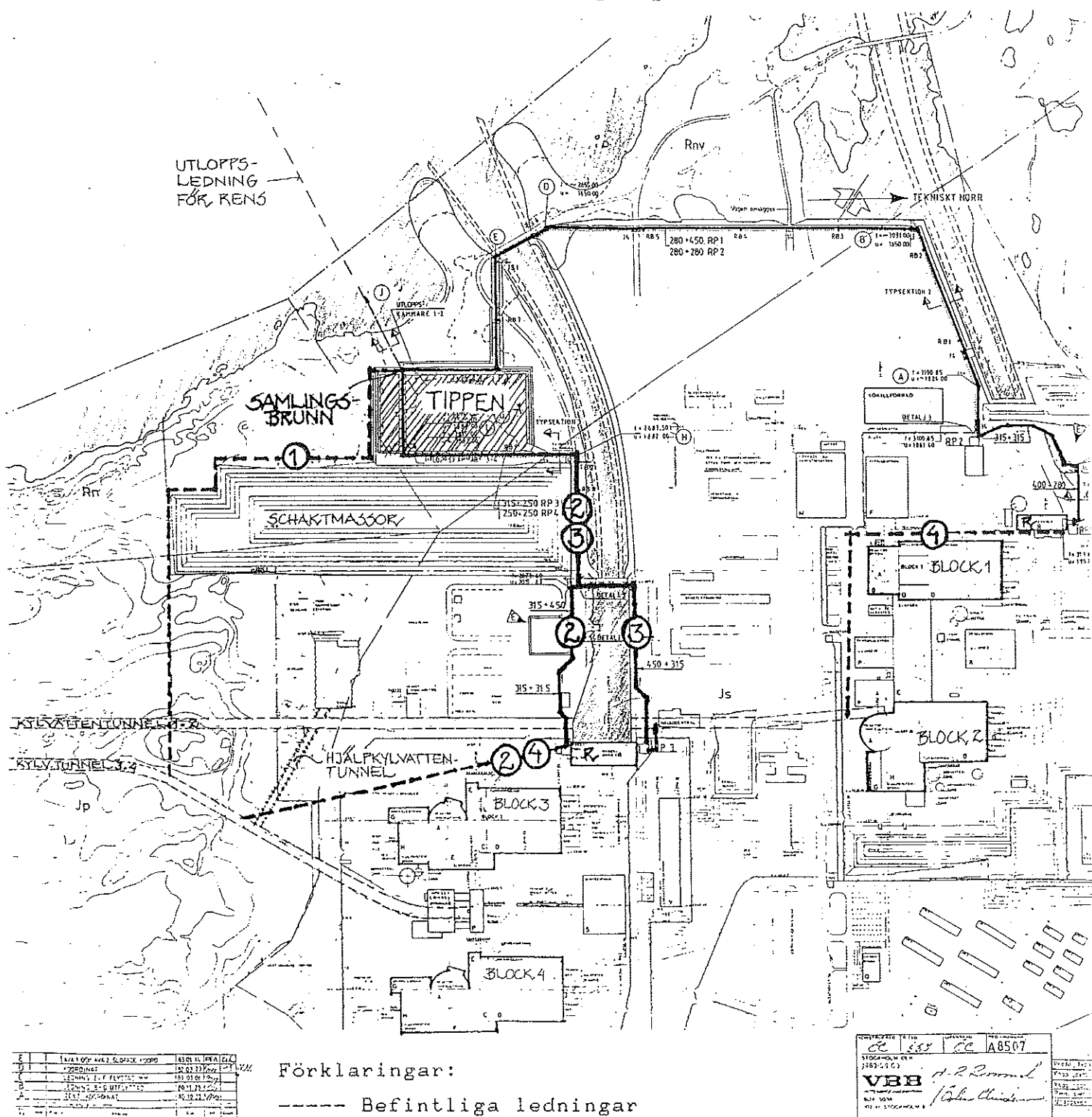
Anslutningspunkten till kylvattentunneln, strax efter tunnel 172 L8 (se figur 2 sid 25), är relativt ofördelaktig då detta är en relativt djupt belägen punkt, ca 24 m under markplanet.

Alt.3: Enda skillnaden mot alt.2 är att ny ledning blir mycket kort, i princip bara en anslutning till kylvattentunnel 1 o 2, från renshus 3 o 4, på ca 50 m. Denna tunnel befinner sig dessutom på ett mindre djup, ca 15 m under markplanet. (50 m nordöst om intagskanalen)

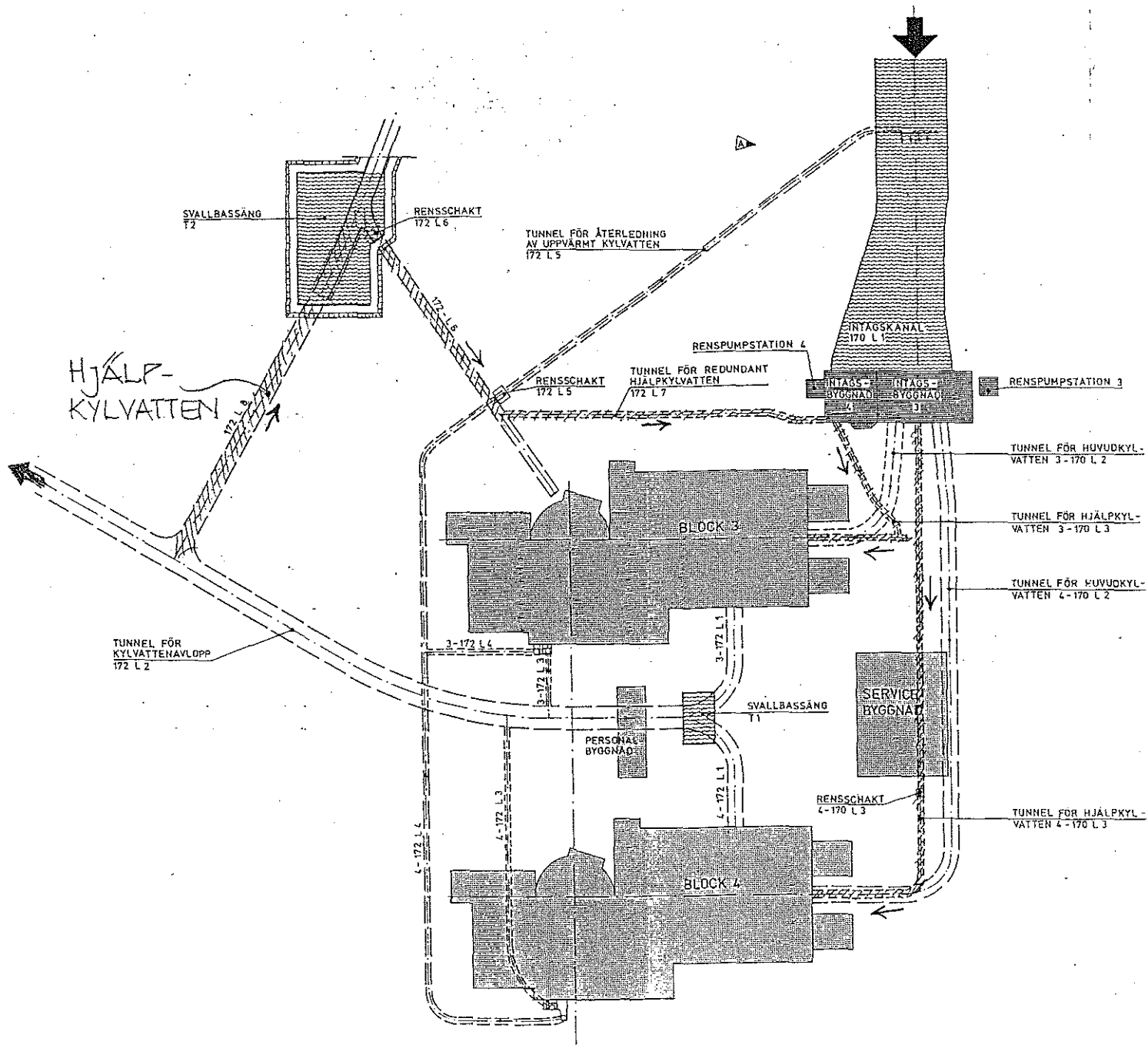
Vi bedömer därför detta vara den klart billigaste och dessutom den rent tekniskt bästa lösningen, men vi vill samtidigt betona att denna utredning på intet sätt utger sig för att vara uttömmande.

Alt.4: Detta alternativ, att föra ned renmassorna i sina respektive blocks kylvattentunnlar, blir naturligtvis kostsamt men kan visa sig nödvändigt på grund av säkerhetstekniska orsaker. Vi föreslår en närmare utredning.

Figur 1. Alternativa ledningsdragningar



Figur 2. Hjälpkylvatten vid nödsituation



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

TEKNIK- och BYGGNAD STOCKHOLM 6 1956-06-01	OHÄ 12-2	OHÄ 30759
VBB		
Förklarad av: <i>[Signature]</i>		
100 47 STOCKHOLM 6		

Behålla nuvarande system men med modifiering av rensgruppen

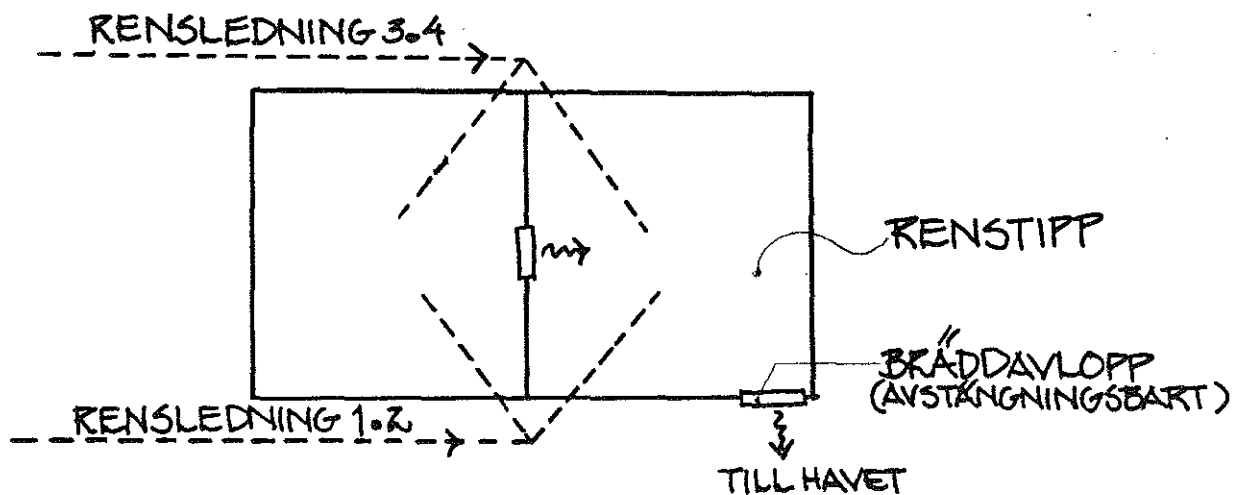
Nuvarande rensgrupps uppfördes 1980 som ett provisorium och uppvisar idag tendenser till förfall.

Skall nuvarande renssystem (se kap 2.12 "rensprocessen") behållas så anser vi att rensgrupps och ledningar måste byggas om för att kunna tas i permanent bruk.

Rensledningarna bör dessutom förses med ett automatiskt regleringssystem för ändring av flöde till havs respektive rensgrupps. Detta bör kunna regleras från renshuset för att på så sätt minimera utsläpp till rensgruppen. (Se bilaga 1)

Kostnaden för ett sådant system är, enligt Stefan Odhammer, omkring en miljon.

Den nya rensgruppen utförs förslagsvis i två sektioner (se figur nedan), vilket möjliggör avstängning av flöde till en sektion och därigenom underlättar borttransport av rensmassor.



Avrinning ordnas med bräddavlopp och dräneringlager.

Utvärdering

Detta förslag medför framförallt, förutom anläggningskostnaden, höga underhållskostnader då massorna regelbundet måste schaktas bort samt dräneringslagret bytas då det blir igensatt av slam.

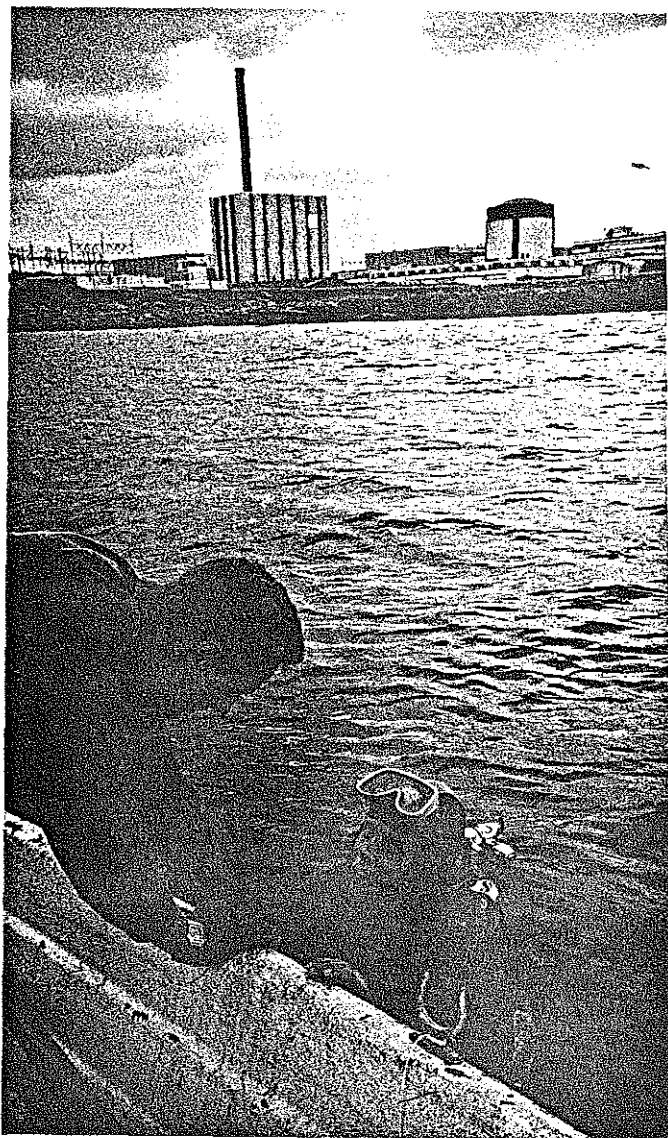
Systemet fungerar relativt bra idag, med undantag av bl.a. fiskdöd, recirkulation och manuella regleringsluckor. (Se kap 2.13 "nuvarande problem")

Vi tror dock att, med ovan nämnda modifieringar, systemet skulle fungera bra, men vill än en gång framhålla behovet av en ytterligare utredning. Frågan som man framförallt behöver få svar på är vilket alternativ som är ekonomiskt och miljötekniskt bäst längre sikt.

3.1 DYKRAPPOR

En dykning genomfördes onsdagen den 22 juli 1987.

Avsikten var dels att göra en bottenkartering, dels att undersöka hur vissa material (tångattrapper) betedde sig vid utsläpp i rensledningen.



Vid tiden för undersökningen var flödet i kylvattenintag 3 o 4 20 m³/s mot normalt 90 m³/s. Detta medförde att suget utanför intaget var mindre än vanligt och det faktum att endast ett fåtal attrapper senare återfanns i renshuset säger sålunda ingenting. Störst transport av tång har man dessutom vid höststormarna. Uppför sig attrapperna som tång skulle endast en liten del av dessa komma till renshuset eftersom vädret var fint vid dessa försök. (Lördagen den 25/7, 5-7 m/s, NV-riktn, gjordes det första och största fyndet, då ett antal tyg- och plastremsor återfanns i korgbandsilarna.) Vädret var ganska fint och vinden obefintlig, 5 m/s, NV riktn.

Med vid dyket var "Bosse på Verket", som har lång erfarenhet av sportdykning.

Bottenkartering

En boj lades ut ca 400 m från land, i närheten av rensledningens utlopp, varpå dyket, mha kompass, genomfördes i en rät linje från land mot densamma. Resultatet av algbestämningen framgår av figur 3 sid 32.

Sammanfattningsvis kan sägas:

- 0-1 m djup; grönalger dominerar.
- 3-5 m djup; brunalger dominerar.
- 5-6 m djup; rödslicken blir allt mer dominerande.
- 6-10 m djup; rödslicken dominerar fullständigt.

Bottenstruktur

Närmast land var klipporna fortfarande synliga, men ca 50 m från land övergick de i grusbotten med en flack och jämn lutning. Inga fickor e. dyl. observerades.

Övriga observationer

Cirka 5 m innan själva utsläppet föreföll plötsligt botten vara död. Döda fiskar och sjöstjärnor låg överallt och endast små tussar av rödslick återstod av den tidigare så täta vegetationen. En trolig orsak till detta är de klorutsläpp som görs för att förhindra havstulpanutväxt på galler och i kanaler och ledningar. (Beträffande klorutsläpp se kap 2.12 "Rensprocessen")

2-3 m utanför utsläppet hade en ca 2 m hög grusvall rivits upp av strömmen, som föreföll vara svagt avvikande i nordlig riktning.

Ingen lös tång kunde upptäckas, vare sig på botten eller liggande i drivbankar.

Detta bevisar dock inget, då det var längesedan tångutsläpp gjordes.

Försök med tångattrapper

Diverse material släpptes ut i uppsamlingsbrunnen för att deras beteende skulle kunna observeras vid utloppet.

Materialen var följande:

- *träbitar
- *frigolitchips
- *tygbitar
- *plastband
- *garnbitar
- *sågspån

Mängden "en matkasse" av varje material släpptes ut i uppsamlingsbrunnen och gick därefter ut i rensledningen.

Följande observationer gjordes:

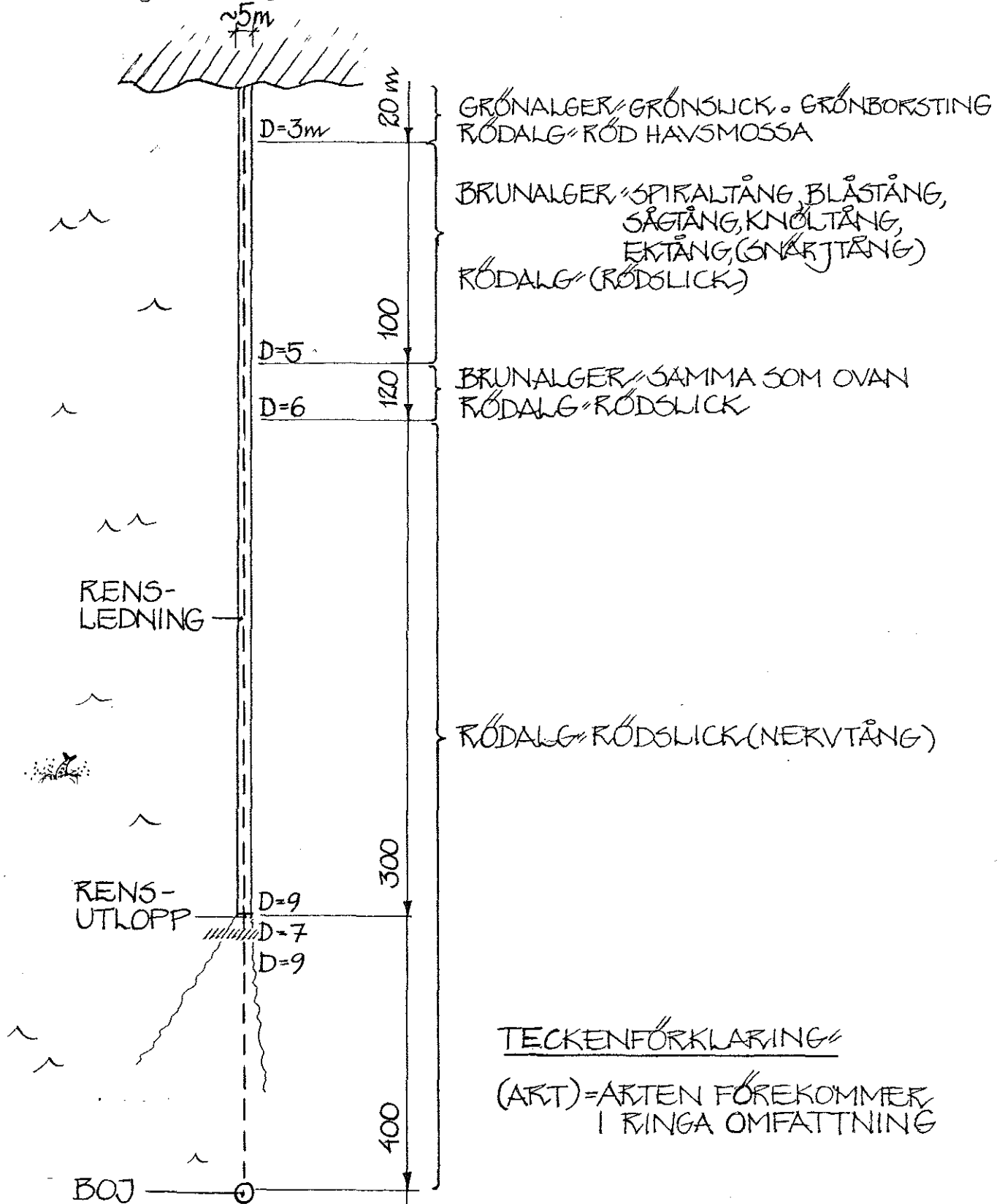
- Träbitarna (ca 100*20*10 mm) och frigolitchipsen flöt direkt upp till ytan.
- Tygbitarna och plastbanden föreföll vara för tunga; huvudparten föll till botten inom 10 m från avloppet.
- Garnbitarna föll till botten i en stor härva...

-Sågspånen (eg. hyvelspån + sågspån) virvlade omkring och verkade följa med strömmen.

Bland de prövade materialen verkade alltså hyvelspånen vara mest lämpade för uppgiften att agera tångattrapper. De är dock för små för att kunna upptäckas bland övrigt rens i renshuset.

Vi fann sålunda inget material som fungerade riktigt tillfredsställande.

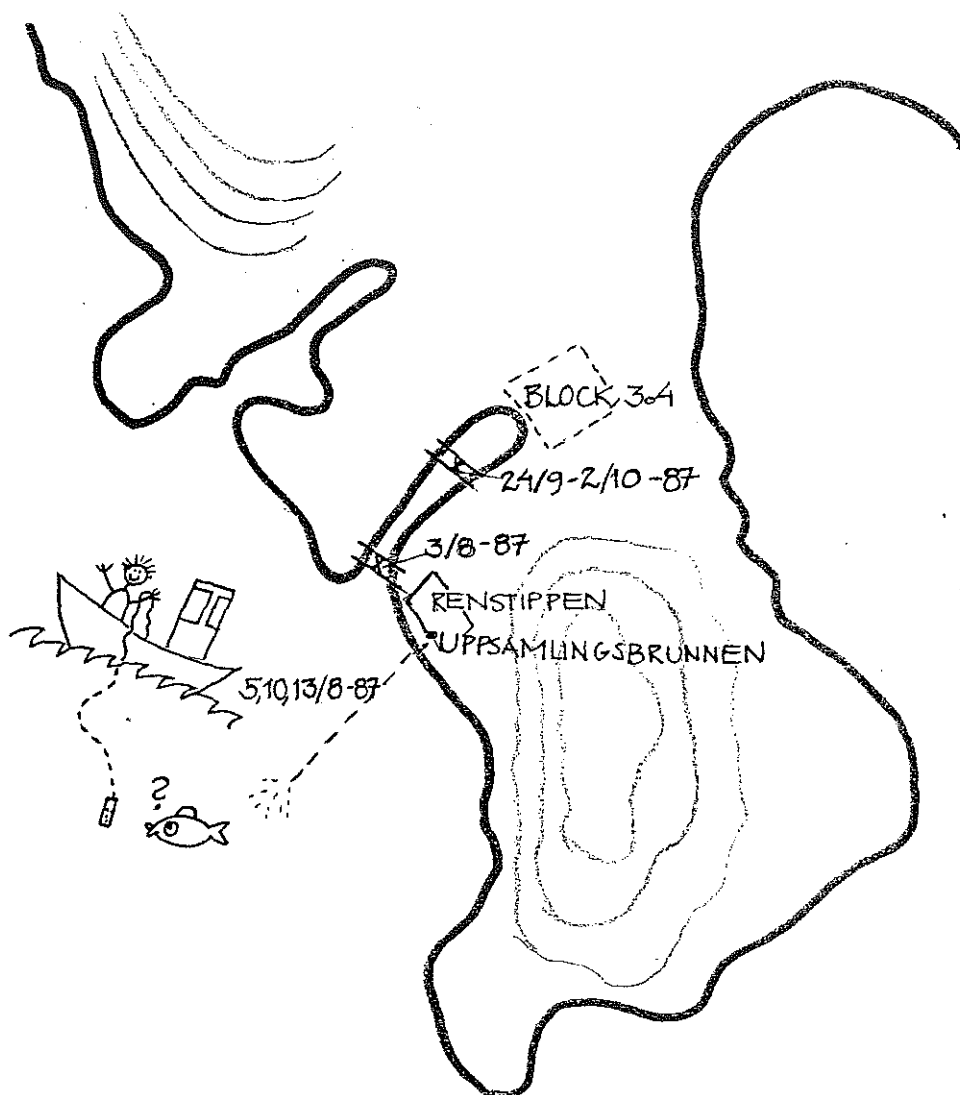
Figur 3. Algbestämning

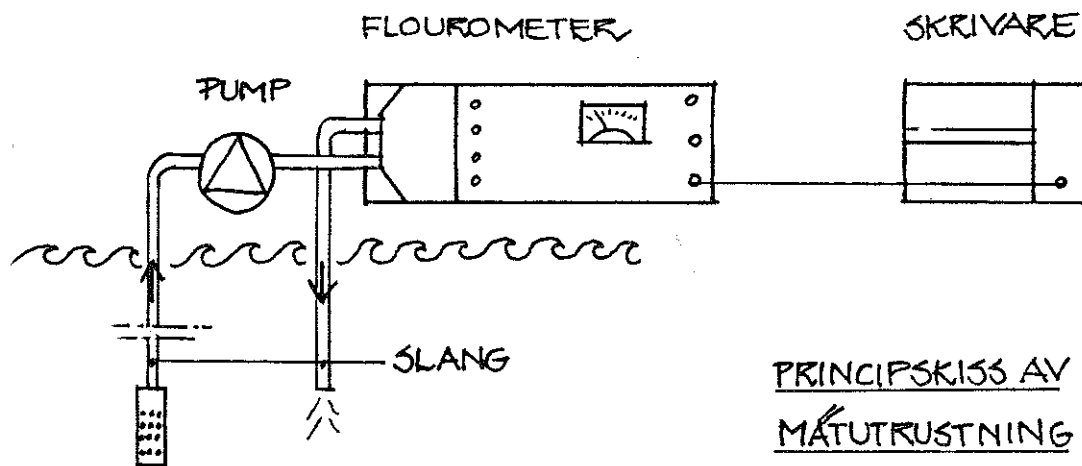


3.2 RODAMINFÖRSÖK

Avsikten med dessa försök var att kontrollera strömbilden utanför rensledningens utlopp. Frågan vi ville ha svar på var huruvida utsläppt vatten strömmade tillbaka till intagskanalen. Detta skulle då kunna ge en fingervisning om vart tången i sin tur tar vägen.

Strömmätningarna gjordes m.h.a. utsläpp i uppsamlingsbrunnen av spårämnet Rodamin. Koncentrationerna uppmättes sedan i en flourometeranläggning, dels ute till havs och dels i intagskanal 3 o 4.





Mätutrustning

Vatten suggs upp av en centrifugalpump från det aktuella mät-djupet till flourometern, som är av typen Turner 10-005 R. Detta instrument utgörs i princip av en självbalanserad optisk brygga, där det från vattenprovet emitterade ljuset mäts. Dess effekt jämföres sedan med en referensstråles effekt på en fotomultiplikator.

Provets flourescens, vilken är i direkt proportion mot koncentrationen Rodamin i vattnet, avläses m.h.a. en visare och lampor för olika tiopotenser på flourometern.

Man har möjlighet att mäta koncentrationer ner till 5×10^{-11} .

Till pumpen kopplades en ca 20 m lång plastslang, vilken var försedd med en stålwire och blyvikter för att hålla den i vertikalläge.

Plastslangen var dessutom försedd med metermarkeringar och längst ned ett munstycke för att förhindra att större partiklar tog sig in i systemet.

Mätperiod 1

3-14 augusti 1987

På detta stadium hade vi ännu inte kommit på något sätt att märka tången, varför vi inriktade oss helt på denna indirekta metod.

Tanken med denna första period var främst att vi skulle lära oss utrustning och metoder till den "verkliga" mätperioden i september. Det var alltså här fråga om en inläring av typen "trial and error". Sammanfattningsvis kan det sägas att det blev övervägande "error"!



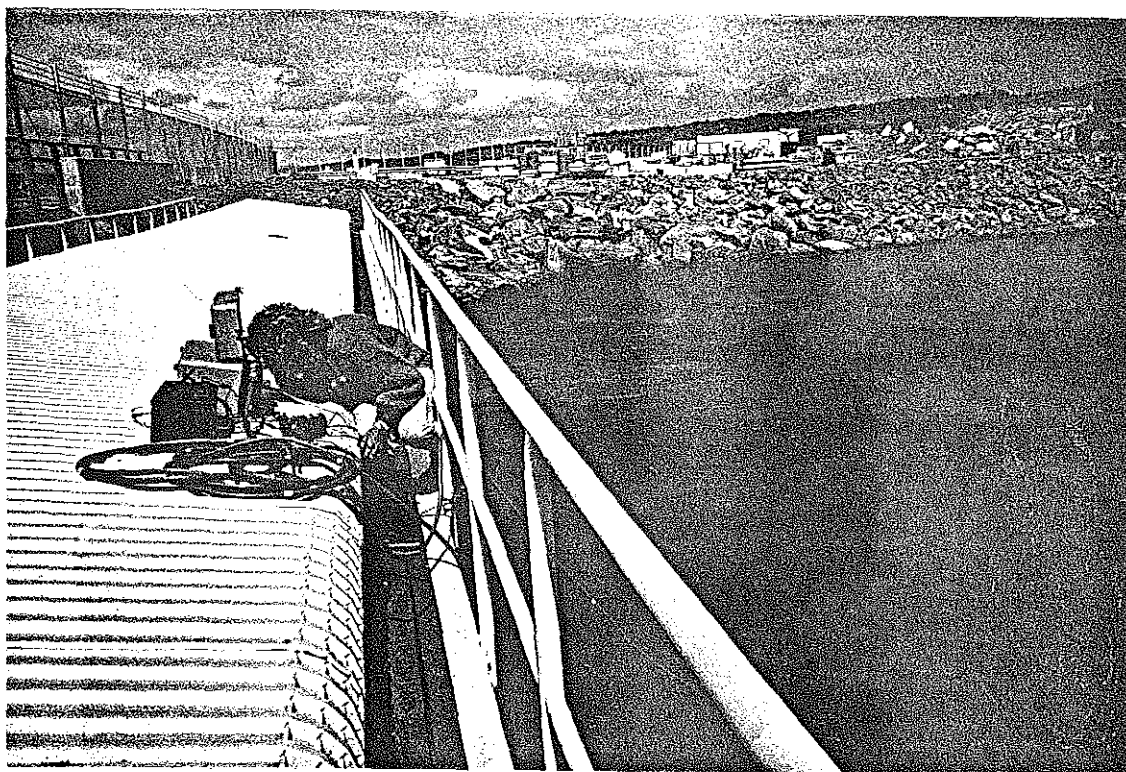
Doseringspumpen för rodaminutsläppen krånglar, igen...

Metoden gick ut på att vi, med hjälp av en doseringspump, skulle släppa en viss mängd Rodamin i uppsamlingsbrunnen.

Med flourometerutrustningen och oss själva placerade i en båt skulle vi därefter följa Rodaminmolnets vandring och därigenom få reda på åt vilket håll rensmassorna strömmade.

Detta fungerade dock aldrig!

Första dagen på Ringhals möttes vi av ett rejält oväder och fick ställa in båtfärden. Vi gjorde istället liknande försök, fast med flourometeranläggningen placerad på skumbalken:



Detta gav dock inget utslag.

Några dagar senare klarnade det upp, varpå vi begav oss ut i en liten eka. Efter diverse problem med att lämna bryggan, som vi klarade på ett mindre elegant sätt, möttes vi på den öppna redan av ett skummande hav kombinerat med ösregn.

Utrustningen kastades omkring i båten, mätningen var totalt omöjlig att genomföra och delar av gruppen fick prova på ett fräscht, iskallt augustidopp med kläderna på.

Efter detta övergav vi idén med ekan.

Vi lyckades värva en charmig Ringhals-pojke och en större båt och så var det dags igen. Denna gången var t.o.m. vädrets makter på vår sida men inget Rodaminmoln stod att finna.

Vi hade nu förbrukat våra sista droppar Rodamin och leverans av nytt d:o hade blivit försenad.

Ytterligare några dagar senare befann vi oss i alla fall till havs igen och denna gång fick vi våldsamma utslag på flourometern!

Äntligen! Vi sjöng och strålade ikapp med solen.

Ända tills vi kom ut ca 2 km från land, slängde i slangen och fick PRECIS lika höga mätvärden...

Det visade sig senare att doseringspumpen hade hängt sig, släppt ut 12 l Rodamin och troligtvis färgat hela havet rött ända över till Danmark. Så det var knappast något litet "moln" som vi hade hittat!

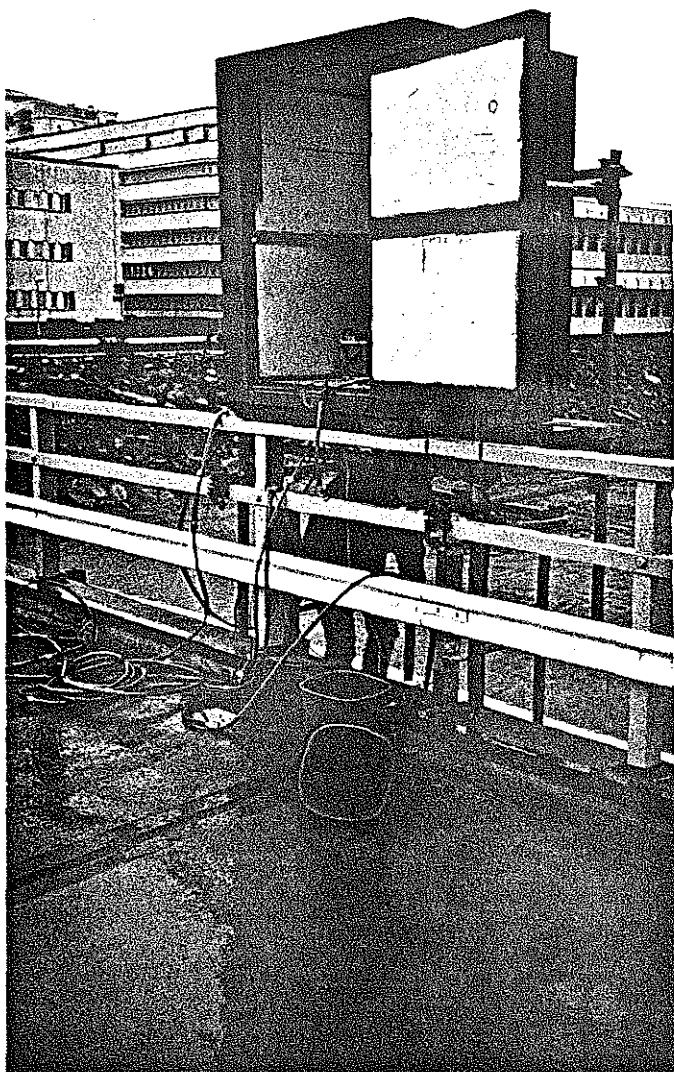
Vi återvände hem från Ringhals, fast beslutna att med alla medel försöka hitta någon metod att märka själva tången.

Mätperiod 2

21 september-2 oktober 1987

Vi hade nu slutligen kommit på ett sätt att märka tång och detta fick naturligtvis prioritet. Så bl.a. på grund av tidsbrist beslutade vi att vi nu skulle göra kontinuerliga utsläpp av Rodamin och mäta koncentrationen m.h.a. stationär registrering i intagskanalen.

På så vis skulle vi kunna kontrollera huruvida tången följer med vattenströmmarna eller ej.



Sammanfattningsvis kan sägas att utrustningen har krånglat mer än vad vi trodde var möjligt. Tack vare hjälpsam personal på Ringhals, som har ställt upp med att laga och modifiera i all oändlighet, så kan vi här presentera åtminstone vissa resultat.

Utförande

Utgående ifrån att 5 procents återföring av vatten från rensledningen skulle kunna registreras, räknade vi fram ett erforderligt Rodaminflöde på 0.29 l/h. (7.2 l/h av lösning 1:25) En anordning med fyra parallellkopplade dunkar Rodaminlösning riggades upp vid uppsamlingsbrunnen, för att därigenom begränsa byten av dunkar till 3 ggr/dygn.

Flourometeranläggningen placerades på bron över intagskanal 3o4 (se bild sid 38) för att dygnet runt mäta koncentrationen av spårämne i kanalen. Till fluorometern kopplades en skrivare för kontinuerlig registrering av mätvärdena.

Detta system hade säkert fungerat utmärkt om inte instrument och övrig utrustning ständigt upphört att fungera.

Doseringspumpen utgör bara den ett kapitel för sig.

Efter dagar av kalibrering och ständig konsultation av Lennart Svensson på Älvkarlebylaboratoriet, kom vi fram till att inlopps- och utloppsledningar måste placeras på vissa bestämda höjder för att pumpen skulle dosera rätt mängd.

När vi slutligen lyckades arrangera detta, m.h.a. diverse innovationer (som tex en trätt i ett trähjul!), gick strömmen ute vid rensgruppen. Detta inträffade under helgen, när ingen personal fanns tillgänglig för reparation.

Det visade sig senare att då rensgruppen idag är ett provisorium så var installationerna utförda med inomhusdon...

Till slut upphörde vi med de kontinuerliga utsläppen, huvudsakligen p.g.a. att alla våra fem (5) doseringspumpar gav ett otroligt ojämnt flöde samt att inga mätutslag registrerats i flourometeranläggningen.

Även flourometeranläggningen har varit till mera sorg än glädje. Vi hade oerhörda problem med att få upp vatten till flourometern

tills vår "trogne hjälpare i nöden", Bengt-Ake, monterade en genomskinlig slang med backventil samt utrustade oss med en särskild kanna för vattenpåfyllning av slangen.

Förutom detta fann vi upprepade gånger, vid kontroll på morgonen, att systemet gick på tomgång, dvs inget vatten cirkulerade.

Detta medförde naturligtvis att pumpen fick repareras ett antal gånger.

Utifrån detta sluter vi oss till att pumpen ej var dimensionerad för den uppfodringshöjd som det här rörde sig om, ca 3 m, och/eller 24 driftstimmar per dygn.

Resultat

På grund av ovan nämnda problem med utrustningen blev inte resultatet fullständigt uttömmade.

De kontinuerliga utsläppen gav inga mätutslag.

Punktutsläppen gav utslag efter 1-2 tim.

Dessa varade sedan i mellan 10 och 12 timmar efter det att punktutsläppen gjorts.

Detta är även en indikation på att utsläppt rens skulle recirkulera.

3.3 MÄRKNING AV TANG MED RADIOAKTIVA ISOTOPER

Avsikten med att märka tången med radioaktiva isotoper var att direkt, och tillförlitligt, kunna mäta hur stor andel rens som recirkulerade.

Förundersökning

Idén med isotopmärkning var påkommen redan till den första mätperioden i augusti, men vi ansåg den då som omöjlig efter att ha rådfrågat bl.a. institutionen för biokemi på Chalmers. De trodde att tången måste odlas i radioaktivt vatten under ett par år för att bli kontaminerad. På grund den korta tidsperiod vi hade till vårt förfogande var detta alltså inte aktuellt.

I slutet av vår första mätperiod kom vi i kontakt med Mats Eriksson på kemiavdelningen på Ringhals och han trodde att det säkert skulle gå att genomföra försöket inom den korta tidsperiod vi var hänvisade till. Hans förslag då var att använda isotopen teknesium, men han gav oss telefonnumret till Henning Dahlgård på Risö i Danmark för att vi skulle kunna inhämta mer detaljerade uppgifter på området.

Ett krav var att isotopen skulle ha kort avklingningstid, eftersom vi skulle släppa ut den kontaminerade tången i havet. Henning föreslog då krom-51 och jod-131 med avklingningstider på 27 resp 8 dygn. Han trodde att även cobolt-58 skulle fungera, men då denna isotop redan finns i området utanför Ringhals, befanns den ej vara tillförlitlig.

Henning har redan utfört försök med att kontaminera tång, men då bottenfast sådan, och han fann att 50% av radioaktiviteten fastnade.

Om vi nu förstått det danska språket rätt, kunde vi alltså försöka märka vår tång med krom och jod.

Ringhals åtog sig att utföra ett förförsök i liten skala, för att se om tången tog upp radioaktiviteten.

Isotopmärkning i liten skala:

Försöket påbörjades den 7 september då 1 kg rens, taget ur pumpgropen, märktes med Krom-51 och Jod-131. Renset bestod mestadels av maneter, musslor, samt lite finfördelad tång och utgjorde tyvärr därför ej ett representativt prov.

Blandningen fick ligga i en vecka, varefter den sköljdes varje dag samt mättes för att kontrollera hur mycket av isotoperna som urlakats. Urlakningen var störst under de två första dagarna, sedan blev den mindre och mindre, tills mätningen avslutades då man ej ansåg att mer skulle lakas ur inom aktuella tidsperspektiv.

Resultatet blev att 80% av Krom-51 fastnade, samt 20% av Jod-131. Detta ansågs tillräckligt för att nu utföra försöket i "full skala".

Genomförande

Beräkningar utfördes, och i samråd med inblandade personer på Ringhals bestämdes sedan en initieell koncentration på 0.7 GBq av vardera isotop. Beräkningarna var baserade på att lägsta mätbara aktivitet för aktuella instrument var 1 Bq/kg, samt att man

räknade med en stor urlakning ute i havet.

Mätningen utfördes mha en mångkanalsanalysator, som mätte specifikt för krom och jod.

Nu var allt klart för att försöket skulle kunna påbörjas.

Måndagen den 21 september åkte vi ner till Bua fyr och samlade ihop 15 säckar tång (mycket tungt!).



Tånguppsamling vid Bua fyr

Då tillströmningen av tång till renshuset vid detta tillfället var liten, var Bua vår enda utväg. Den tångblandning vi plockat uppskattade vi bestå till 60% brunalger, 35% rödalger och 5% grönalger.

På tisdagen var det dags för själva kontamineringen. Vi fyllde 10 tunnor (218 l) med 120 l havsvatten i varje, samt hällde i vår isotoplösning (aktiverad natriumjodid resp -klorid). Därefter fyllde vi 25 l tång i varje tunna. Tunnorna tillslöts och skulle nu stå till fredagen för att "suga åt sig" radioaktiviteten.



Märkning av tången med radioaktiva isotoper

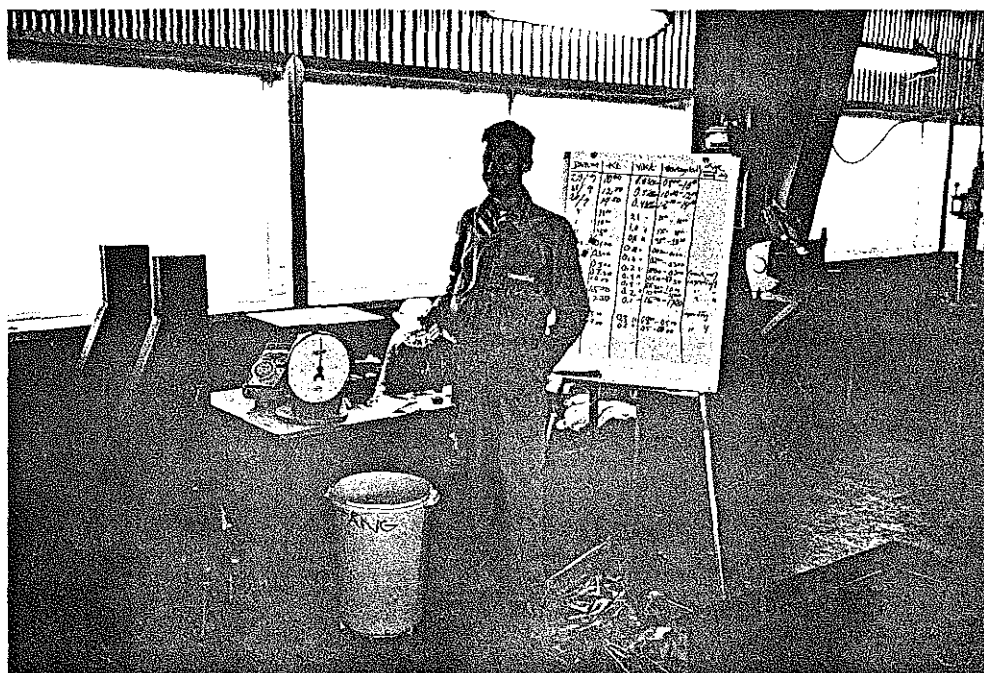
Under "mellandagarna" förberedde vi för provtagningen i rens-
huset. Då det under dessa dagar rådde ostlig vind, var vi osäkra
på om vi verkligen skulle släppa ut tången på fredag.

Men, hör och häpna!!

Natten till fredagen vände vinden till VSV-riktning, och tilltog
i styrka till 8 m/s! I det närmaste perfekt med andra ord.

Vi hade planerat att släppa tången under en 5-timmars period,

detta för att öka spridningen. Klockan 08.50 fredag 25/9, släppte vi så ut 2 tunnor i uppsamlingsbrunnen vid rensgruppen. Samtidigt släpptes några säckar pappersremsor ut och vi gjorde ett punktutsläpp av rodamin. Vi upprepade sedan denna procedur med en timmes intervall.



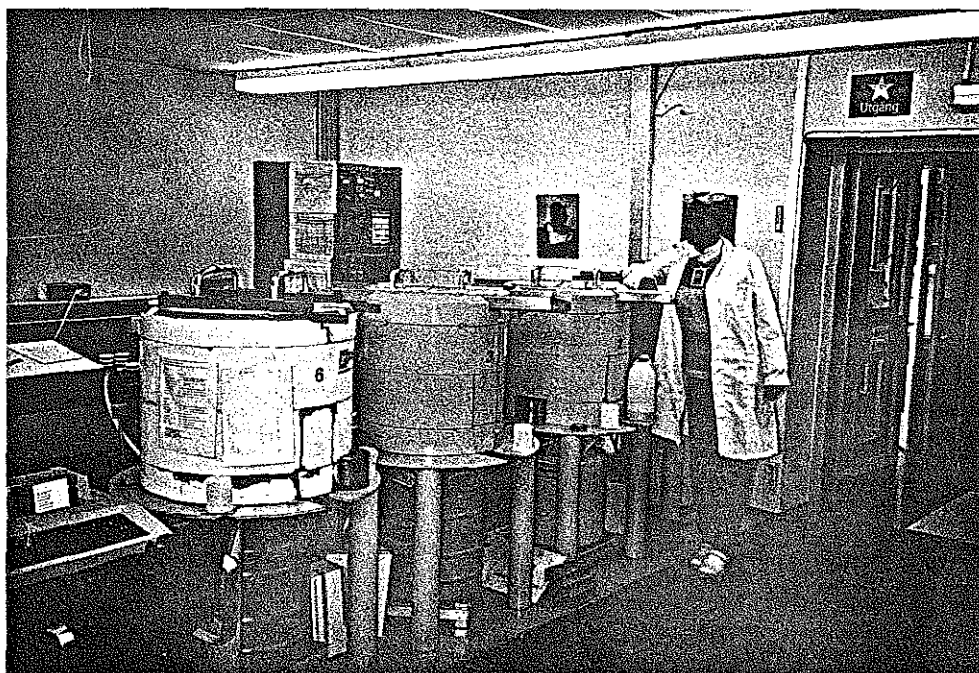
Provtagning i renshus 3

Vid renshuset var allt färdigt för provtagningen. Då det endast kom in en liten volym rens, fick vi kratta upp det lilla som kom i rensrännorna.

Proven lades i påsar, märktes, vägdes och skickades upp till kemi för att mätas. Eftersom tångtillströmningen var så pass liten kördes gallren i tvåtimmars-intervall, och därmed ockdå provtagningen.

Resultat

Vi tog sammanlagt 59 prover varav 46 stycken mättes. Mätinstrumentets kapacitet gjorde att endast ett visst antal prover kunde mätas varje dag. Av de mätta proverna visade sig samtliga innehålla krom eller jod i olika stora mängder. Härav drog vi slutsatsen att även övriga prov var mer eller mindre kontaminerade.



Proverna mättes i en mångkanalsanalysator

Naturligtvis var vi väldigt glada över att vårt arbete äntligen gett resultat och nu återstod frågan hur stor andel av utsläppt tång som recirkulerat.

Det finns tre olika möjligheter till varför vi fått utslag på våra prover:

1) En av våra aktiva tångruskor har kontaminerat en annan ruska ute havet och det är denna vi fått in i renshuset.

*Denna möjlighet uteslöt vi då det skulle ta flera dagar för tångruskan att kontamineras, samt att de stora vattenmassor tången rör sig i är för stora för att kontaminering skulle ske.

2) En liten flaga från en av våra tångruskor har fastnat på en annan, som vi har fått in.

*Denna möjlighet uteslöts också på grund av att flagan ej skulle sitta kvar när tången virvlar runt, samt att den förmodligen ej skulle ha tillräckligt hög radioaktivitet för att det skulle ge utslag.

3) Vi har fått tillbaka hela ruskor från vår aktiva tång.

*Detta är den återstående möjligheten och den mest troliga. Det är denna vi utgått från då vi sammanställt resultatet.

Vad vi direkt kan utläsa ur våra provresultat (se diagram 1, sid 49) är att en del av tången säkert har recirkulerat.

De tre topparna i diagram 1 kan bero på att vi fått in en stor del av vår utsläppta tång just då. Vindförhållandena var ju vid den tidpunkten gynnsamma.

Det kan också bero på att en viss tångart lättare suger upp en av isotoperna än vad andra arter gör.

En annan upptäckt man gör vid utläsandet av diagrammet är att vi får utslag ca 3 timmar efter vårt första utsläpp.

Under försöksperioden släpptes allt rens på tippen för att undvika att vår tång kom tillbaka ännu en gång efter att ha recirkulerat.

Eftersom urlakningsförsöket ej lyckades (se nedan under "osäkerhetsbedömning") är det omöjligt för oss att ange en exakt procentsiffra på recirkulationen.

Vi kan alltså endast bevisa att rensen recirkulerar.

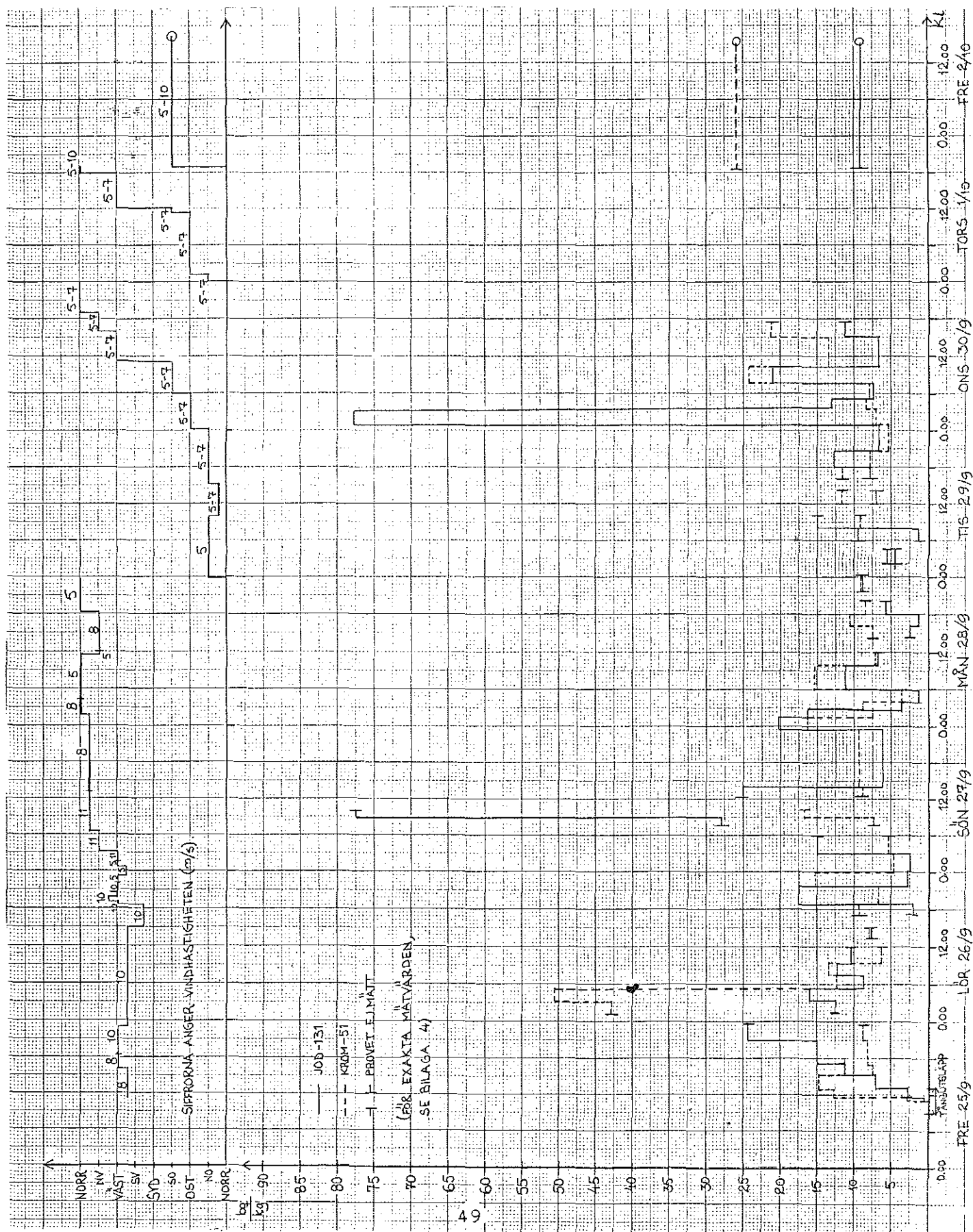
En annan indikation på recirkulation är den döda fisk man observerat framför gallerna i rens hus 3 (se bilaga 1 "Intervjuer") Denna kommer med största sannolikhet från rensutsläppet.

Osäkerhetsbedömning

För att kontrollera hur stor procent aktivitet som urlakades, lades ett tiotal ruskor av vår kontaminerade tång i en tunna. På grund av missförstånd hölls ej vatten på förrän tre dagar efter det att vi släppt ut vår tång. Tunnan skakades ej heller om, vilket annars hade gett oss säkrare värden. På grund av de misslyckade urlakningsförsöken kan vi inte ange exakt mängd recirkulerad tång. Man kan dock anta att en mycket stor del aktivitet lakats ut då tången virvlat runt i havet. Enligt Mats Eriksson, kemiavd. Ringhals, är minst 50 % på två dagar trolig.

Ett bättre förslag för att mäta urlakningen är att lägga den kontaminerade tången i ett stort nät, som fästes vid skumbalken, så att vattnet kontinuerligt strömmar genom tången. Detta framkom tyvärr ej förrän i slutet av mätperioden, då detta var för sent att genomföra.

Diagram 1. Samband mellan inkommen kontaminerad tång
och vindriktning/vindhastighet.



3.4 UTSLÄPP AV PAPPERSREMSOR

Avsikten med detta försök var att pappersremsorna skulle fungera ungefär som tången och därmed, vid inkommande i renshuset, indikera att även den kontaminerade tången kommit in.

Utförande

30 kg papper, huvudsakligen datalistor, kördes genom dokumentförstörare på Ringhalsverket. Sålunda lyckades vi åstadkomma 15 säckar pappersremsor. Dessa släpptes sedan fredagen den 25 september i uppsamlingsbrunnen, samtidigt som den kontaminerade tången. Liksom tången släpptes pappersremsorna under en 5-timmarsperiod i entimmesintervaller, 6 kg åt gången.

Resultat

Då detta skrevs har inga pappersremsor observerats i renshuset. Troligtvis ligger de någonstans i lugn och ro och ruttar på havets botten.

Bilaga 1. Intervjuer med renshuspersonal

Avsikten med dessa intervjuer var att få direkt källinformation och därmed förhoppningsvis få mer klarhet i problemen och dess lösningar. Vi samtalade med följande personer, samtliga anställda som skiftpersonal vid renshus 3;

Sivert Möller, Kenneth Jansson, Stig Berg, Henry Skoglund och Björn Arnesson.

Vi har på följande sidor sammanställt deras synpunkter.

Tångtillströmning

Påverkan av årstiderna

Under perioden januari t.o.m. maj är tångtillströmningen obetydlig pga att hård vind sällan förekommer. Under vintern bildas det ofta is, vilket förhindrar vågor och strömmar att riva upp tången. Det är under höstens stormar som problemen blir stora. Maneter, som ibland också förorsakar problem, förekommer under tiden juni-augusti.

Påverkan av vind

Alla var ense om att det är nordvästlig vind som skapar de största problemen, några ansåg att det rör sig om sydvästlig till nordvästlig vind.

När vinden blåser upp dröjer det några timmar innan tillströmningen av tång ökar markant, sedan fortsätter den högst ett dygn efter det att vinden mojnar. Då stormen varar flera dagar avtar tångtillströmningen efter en tid. Personalen märker att till-

strömningen ökar om det varit lugnt under en lång period innan, och detta tolkar de som att tång som släppts ut i havet under den lugna perioden lägger sig vid utsläppet och rivs sedan upp av stormen. De har även märkt en minskning av inkommande rensmassor då de släpper rensen på tippen.

Inkommande algar

Den algart som förorsakar störst problem är en rödalga, typ rödslick, som förekommer rikligt utanför intaget, samt bandtång ("sjögräs"), fast i mindre omfattning (se "igensättning" nedan).

Bandtång växer EJ på bottenområdet utanför Ringhals.

Förutom dessa arter så förekommer en del större brunalger, men dessa stoppas redan vid grovgallret, rensas bort och utgör därför inget större problem.

Under storm inkommer gammalt finfördelat rens och fiskkadaver, vilket enligt personalen är ännu ett bevis på recirkulation.

Nuvarande problem

Rensgropen ("tippen")

Tidigare fanns en s.k. avvattningsanläggning där man släppte rensen i containers. Detta fungerade ej, då behållaren svämmade över, samt att en del andra missöden inträffade.

När den nya rensgropen anlades gjordes en provisorisk utsläppsanordning. Denna har nu stått där i ett antal år och förorsakar vissa problem för personalen.

När utsläppet ändras från havet till tippen, eller vice versa,

får de cykla ner till rensgruppen och manuellt sköta ändringen.
(se vidare bilaga 3)

Personalen får även sköta detta för renshus 1, och det är riskabelt att gå ifrån renshuset när mycket tång kommer in, eftersom gallren då kan igensättas av rens.

Det händer även att utsläppsanordningen blåser sönder.

Igensättning

Rensanordningar till de två gallren kan regleras antingen automatiskt mha vattennivåavläsare eller med manuell inställning i vissa bestämda tidsintervall. När tillströmningen av tång är som störst körs rensanordningarna till grovgallret kontinuerligt, medan fingaller och korgbandsilar rensas i 5-minuters intervall. Rännorna är vid dessa tillfällen helt fulla.

Vid starka vindar förs stora mängder av algarten rödslick, och i viss mån sjögräs, in i intaget. De fastnar i grovgallret, men orsakar ingen vattenståndshöjning, vilket leder till att rensmaskineriet ej startar. De valkar algerna bildar på gallrets horisontella stödbalkar är mycket svåra att avlägsna, oftast måste detta göras mha dykare, vilket blir mycket kostsamt. En stor del av den inkommande tången är dessutom finfördelad, vilket gör den ännu farligare.

Då tillströmningen av tång är stor körs alltså rensmaskineriet kontinuerligt, men problemet uppstår ändå.

Om personalen ej kör rensen till tippen är de rädda för att gallerna ska bli fullständigt igensatta. De uppskattar att fingallerna sätts igen 2 ggr/år, och detta medför att luckorna måste stängas. I värsta fall får effekten på reaktorerna dras ner. Detta har dock ännu aldrig inträffat, bl.a. beroende på att kylvattenbehovet vid dessa tillfällen varit lågt.

Fiskyngel

Stora mängder fiskyngel följer med kylvattnet in i renshuset. På grund av rensanordningarna och pumparna är det nästan bara glasålen ("ålyngel") som klarar sig oskadd ut i havet. Glasålen går till under maj-augusti, och personalen försöker då så sällan som möjligt släppa rens till rensgruppen. De är osäkra på om glasålen klarar rensprocessen mer än en gång (troligtvis recirkulerar även ålen).

Klorutsläpp görs framför grovgallerna i första hand för att förhindra havstulpantillväxt. Renshus 4 kloreras året runt, medan renshus 3 endast kloreras under tiden maj-december, två galler i taget. Personalen tror inte att någon fisk klarar kloreringen, utom glasålen. Dessutom följer klor med i utsläppet, vilket förklarar det döda området runt detsamma (se kap "Dykrapport").

Förslag på lösning

Ett förslag är att förlänga den befintliga utsläppsledningen med 50 m, vilket ingen i renshuset tror fungerar.

De vill ha automatiska luckor vid tippen, som kan regleras från renshuset. På detta sätt förenklas arbetet, och rensen kan köras till tippen i kortare tidsintervaller. Nu är det större risk att man använder tippen i onödan, eftersom personalen cyklar ner och ändrar flödet när de hör att storm kan vara på väg.

Några andra förslag var att rensen skulle köras ut i kylvatten-tunneln, så att det inte släpps för nära intaget. Eller att man bygger en ny ledning med dragning mera söderut än den nuvarande,

alternativt att den mynnar norr o kylvattenintaget till block 1 o 2.

För att rädda fisken föreslogs det att ordna med bra avrinning i rensgruppen med något slags galler, så att fisken skulle ha möjlighet att ta sig ut. Allt rens dumpas då i rensgruppen.

Bilaga 2. Alger

Kort översikt över på västkusten förekommande arter.

Det finns ca 30000 arter av alger i storlekar från 0.5 m till 230 m. De är havets primärproducenter och utgör en bas för allt annat marint liv.

Algerna saknar differentiering, varje cell livnär sig själv genom fotosyntes och direkt näringsupptagning från vattnet. De har alltså inte någon intern transportmekanism.

Algerna har en mängd olika reproduktionssätt och livscyklar, från enkel celledelning till avancerade generationsväxlingar (en individ i olika livsstadier uppträder i olika skepnad) med upp till tre generationer.

De marina växternas liv styrs av en rad samverkande faktorer som ljusstillgång, ljusets spektrala sammansättning, salthalt, temperatur, pH, tillgång till olika näringsämnen, förekomst av giftiga substanser, vattenrörelser, bottentyp och sedimentationsförhållanden.

Växterna i havet indelas huvudsakligen i rödalger, brunalger, grönalger, fanerogamer, blågrönalger och kiselalger. Vi kommer endast att ta upp de fyra förstnämnda, då övriga, pga sin storlek och utbredning, ej är intressanta i detta sammanhang.

*Rödalger

De tar upp blått, grönt och rött ljus och finns därför från en nivå något över vattenytan och ända ned till den nedersta gränsen. De dominerar i regel helt florán på större djup och fortplantas genom generationsväxling. De anses gynnade av strömmande vatten. På västkusten finns ca 250 arter, varav hälften är mindre än 5 mm långa.

Några vanliga arter:

- Gaffeltång. Blir upp till 25 cm hög. Vanlig längs västkusten på hårt underlag på 1-20 m djup. Flerårig.
- Rödslick. Bildar upp till 20 cm höga, täta, mycket fint förgrenade buskar. Vanlig på sten och större alger på stort djup.
- Röd havsmossa. Liknar rödslick. Vanlig på stenar och alger på 0.5-20 m djup. Flerårig.

*Brunalger

Genom dess pigmentsammansättning kan dessa tillgodogöra sig ljus inom alla våglängder, vilket gör att de är mer jämnt fördelade över olika djup än övriga alger. De anses mer anpassade till låga temperaturer, varför de flesta arterna återfinns i kalla hav. Fortplantar sig genom generationsväxling.

Några vanliga arter:

- Blåstång. Blir upp till 1.5 m hög. Vanlig ner till 10 m djup. Flerårig.
- Sågtång. Blir upp till 50 cm hög. Vanlig på klippor ner till 5 m djup. Flerårig.
- Knöltång. Blir upp till 60 cm. Vanlig på klippor och stenar grundare än 1 m. Flerårig.
- Ektång. Blir upp till 1 m. Vanlig på klippor och stenar på 1-10 m djup. Flerårig.

- Spiraltång. Som blåstång, men saknar flytblåsor, samt finns på grundare vatten.
- Snärjtång. Blir upp till 4 m hög. Förekommer på klippor grundare än 1.5 m. Ettårig.
- Fingertång. Kan bli 2 m lång och 1 m bred. Finns på klippbotten ned till 3 m.

*Grönalger:

Det finns ca 7000 arter och de har varierande livscyklar. Finns ned till 2 meters djup, då de utnyttjar det röda ljuset som snabbt avtar med ökat djup. Den gröna färgen orsakas av klorofyllinnehåll.

Några vanliga arter:

- Grönborsting. Blir upp till 10 cm höga. Växer på klippor på 0.5-2 m djup. Ettårig.
- Havssallat. Blir upp till 15 cm hög. Växer på klippor, stenar och andra alger grundare än 1 m. Ettårig.
- Gaffelgrenad svamptång. Upp till 30 cm hög. Växer på klippor på 0.5-2 m djup. Ettårig.
- Gallertång. Växer på grunt vatten. Endast ett par mm i diam.
- Grönglick. Upp till 30 cm hög och är vanlig på klippor och stenar grundare än 0.5 m. Ettårig.
- Tarmtång. Upp till 30 cm, 1-2 cm i diameter. På klippor och stenar grundare än 1 m. Ettårig.

*Fanerogamer

Är egentligen inte en alg, utan en blomväxt som lever helt nedsänkt i vatten. De bildar ofta stora ängar som hyser en speciell djur- och växtvärld.

-Bandtång, sjögräs. Blir upp till 2 m, med 5-6 mm breda blad.

Vanlig på mjukbotten ner till 10 m djup. Växer ut från en jordstam, bladen tillväxer succesivt och fälls efter en viss tid.

Procentuell fördelning av algerna på olika djup:

(Ur "Marina alger..." Edler, von Wachenfeldt)

Djup	Rödalger(%)	Brunalger(%)	Grönalger(%)
0-5 m	32	36	32
5-15 m	63	20	17
15-27 m	80	14	6

Enligt von Braun (SNV PM 1348, 1349 -85) kan biomassan utanför Ringhals uppskattas till ca 10 kg/m på 1-2 m djup, samt 8 kg/m på 2-3 m djup. Han kom även fram till att det förmodligen finns 2 arter grönalger, 6 arter rödalger, samt 3 arter brunalger.

Beträffande förekommande arter i området närmast utanför Ringhals, se kap 3.1 "Dykrapport".

Bilaga 3. Tidsintervaller för körning av rens till rensgruppen

15/4 1986: Den nya ledningen (300 m) klar!

1986:		1987:	
15/4	havet	17/6	tippen
12/5	tippen	18/6	havet
21/5	havet	9/7	tippen
9/6	tippen	13/7	havet
10/6	havet	15/7	tippen
9/7	tippen	16/7	havet
10/7	havet	1/8	tippen
15/7	tippen	2/8	havet
16/7	havet	8/9	tippen
25/7	tippen	16/9	havet
26/7	havet		
5/8	tippen		
6/8	havet		
9/8	tippen		
11/8	havet		
1/9	tippen		
3/9	havet		
5/9	tippen		
6/9	havet		
9/9	tippen		
12/9	havet		
15/9	tippen		
16/9	havet		
20/9	tippen		
23/9	havet		
28/9	tippen		
30/9	havet		
31/10	tippen		
6/11	havet		
10/11	tippen		
12/11	havet		
13/11	tippen		
1/12	havet		
2/12	havet		

Utvärdering: 1986 släpptes 9% av inkommet rens ut i rensgruppen under tidsperioden april-december.

1987 släpptes 6% ut om man räknar över hela året. Under perioden juni-september släpptes 29%.

Dessa procentsiffrorna är baserade på tiden. Om man kunnat räkna på volymen hade siffran med största sannolikhet blivit större.

Bilaga 4. Provresultat från isotopmärkning

Datum	Kl.	I-131 (Bq/kg)	σ (I)	Cr-51 (Bq/kg)	σ (Cr)	Vind (m/s)
25/9	10.20					VSV 8
..	11.40	<0.4	-	<2.7	-	..
..	13.45	2.7	13.2	12.7	14.0	..
..	16.00	(vindändring)				V 8
..	16.50	6.7	5.6	14.7	15.9	..
..	18.30	(vindändring)				V 10
..	19.00	12.2	4.0	<7.4	-	..
..	21.00	15.0	2.8	8.1	20.5	..
..	23.00	(vindändring)				VSV 10
..	23.25	24.3	3.0	8.3	36.2	..
26/9	01.15	(provet ej mätt)				..
..	03.15	12.7	3.3	42.9	5.8	..
..	05.15	16.1	3.8	50.9	6.5	..
..	07.25	8.6	2.6	12.3	9.7	..
..	09.20	12.2	3.9	13.5	17.9	..
..	12.00	10.1	4.0	6.1	28.7	..
..	13.30	(provet ej mätt)				..
..	15.00	7.4	5.3	7.8	23.9	SSV 10
..	17.00	(provet ej mätt)				..
..	19.10	1.9	24.5	<9.6	-	V 10
..	19.30	(vindändring)				VNV 10
..	20.00	(..)				V 10
..	21.45	17.5	2.5	6.7	25.7	..
..	22.00	(vindändring)				V 5
..	23.00	(..)				VSV 5
27/9	00.15	2.9	56.8	<15.8	-	..
..	00.30	(vindändring)				V 5

Datum	Kl.	I-131 (Bq/kg)	σ (I)	Cr-51 (Bq/kg)	σ (Cr)	Vind (m/s)
27/9	01.00	(vindändring)				V 11
"	03.00	2.6	16.9	<4.7	-	NV 11
"	06.00	14.9	3.0	<5.3	-	"
"	06.30	(vindändring)				NNV 11
"	07.45	(provet ej mätt)				"
"	09.00	28.1	2.6	<7.1	-	"
"	10.00	77.4	2.2	<16.8	-	"
"	12.30	(provet ej mätt)				"
"	13.00	(vindändring)				NNV 8
"	14.15	24.5	2.7	<8.8	-	"
"	23.15	6.0	9.7	<9.5	-	"
28/9	01.15	20.30	5.4	<16.2	-	"
"	02.00	(vindändring)				N 8
"	03.00	16.20	5.1	<7.4	-	"
"	04.00	5.8	10.2	<8.8	-	N 5
"	06.00	1.1	26.9	<3.9	-	"
"	10.00	11.4	8.9	<15.3	-	"
"	11.30	(vindändring)				NV 5
"	12.00	6.7	8.4	<7.3	-	NV 8
"	14.00	(provet ej mätt)				"
"	16.10	2.5	20.9	<7.5	-	"
"	18.00	1.4	89.3	<10.6	-	"
"	18.30	(vindändring)				N 5
"	20.00	5.6	14.2	<8.3	-	"
"	22.00	(provet ej mätt)				"
"	23.30	(vindändring)				NO 5
29/9	00.10	8.7	9.0	<8.9	-	"
"	02.00	(provet ej mätt)				"
"	04.15	4.4	11.8	<5.5	-	"
"	06.00	(provet ej mätt)				"