Recipientundersøgelse af kromudledningen fra Grønlandsgarveriet, Qaqortoq

Grønlands Miljøundersøgelser, april 1990

Recipientundersøgelse af kromudledningen fra Grønlandsgarveriet, Qaqortoq

Rapporten er udarbejdet af Christian Glahder, Trine Jensen og Palle Bo Nielsen.

Forside: Et udspændt skind af ring-sæl. (Tegning: Christian Glahder)

Grønlands Miljøundersøgelser, april 1990

Indholdsfortegnelse

1. Indledning og formål

Grønlands Miljøundersøgelser (GM) modtog i september 1989 en henvendelse fra Grønlands Hjemmestyre, hvor GM blev spurgt, om man ville foretage en undersøgelse af spildevandsudledningen fra Grønlandsgraveriet, KNA (Kalaallit Nunaata Ammerivia) i Qaqortoq/ Julianehåb. Endvidere ønskede Hjemmestyret en bedømmelse af recipientkvaliteten, specielt som følge af tungmetaludledningen, samt en bedømmelse af den tidligere og fremtidige spildevandsudledning. Undersøgelsen skulle danne baggrund for et eventuelt krav om etablering af et rensningsanlæg.

GM udfører lignende opgaver i forbindelse med nogle af de råstofopgaver institutionen er pålagt at udføre. Det drejer sig om opgaver i tilknytning til minedrift i Grønland, hvor GM undersøger og vurderer tungmetalpåvirkningen af marine recipienter. GM har således den fornødne ekspertise og erfaring på området, hvorfor man var indforstået med at udføre opgaven.

Den 25. september sendte GM Hjemmestyret et forslag til program og budget for en recipientundersøgelse ved Qaqortoq. GM vurderede i denne forbindelse kromudledningen fra Grønlandsgarveriet som det væsentligste miljøproblem. Formålet med recipientundersøgelsen er derfor at belyse og vurdere, i hvor stort et område der kan spores forhøjede kromværdier, og hvad kromkoncentrationen er i sedimentet og havvandet, samt i dyre- og plantelivet i dette område. Ud fra et nøjere kendskab til produktionsforhold og spildevandsudledningen vil størrelsen af den nuværende kromudledning endvidere blive estimeret. Derimod vil en vurdering af størrelsen af den tidligere udledning af krom være vanskelig at foretage bl.a. på grund af en sandsynlig borttransport af kromholdigt sediment fra området. Ud fra sedimentanalyser, primært i havnebassinet, vil en minimumskrommængde muligvis kunne anslås. Udledning af eventuelle andre forureninger fra garveriprocessen vil endvidere blive gennemgået.

I perioden fra den 3. til den 12. oktober 1989 foretog GM et indsamlingstogt i og omkring Qaqortoq, hvor der blev indsamlet prøver af fisk, musling, tang, sediment og havvand. Ved samme lejlighed blev der afholdt møder med Grønlandsgarveriet og kommunen for bl.a. at drøfte spildevandsudledninger. Indsamlingstogtet er nærmere beskrevet i afsnit 3.

I perioden fra den 26. januar til den 14. februar 1990 blev der startet et prøvetagningsprogram for spildevand fra de forskellige produktionslinier på Grønlandsgarveriet. Prøvetagningsprogrammet blev udarbejdet af GM, og den praktiske gennemførelse er udført af Qaqortoq kommune i samarbejde med Grønlandsgarveriet. Der

blev således udtaget prøver af alle garve-, farve- og skyllebade, og prøverne er herefter sendt til GM for videre kromanalyse. Dette prøvetagningsprogram er nærmere beskrevet i afsnit 4. Størrelsen af den nuværende udledning af krom baseret på analyser af spildevand, vil blive beskrevet i et senere tillæg.

I slutningen af december 1989, samt i januar-marts 1990, er udvalgte prøver fra indsamlingsmaterialet blevet analyseret. De anvendte analysemetoder er beskrevet i afsnit 5 og analyseprogrammet er nærmere beskrevet i afsnit 6. I afsnit 7 er resultaterne vurderet for hver enkelt prøvetype, og i afsnit 8 er der givet en samlet vurdering af påvirkningen i recipienten af kromudledningen. En gennemgang af andre forureninger er beskrevet i afsnit 9 og konklusionen i afsnit 10.

2. Grønlandsgarveriet, KNA

I forbindelse med en vurdering af Grønlandsgarveriets spildevandspåvirkning af havmiljøet omkring Qaqortoq kan det være nyttigt med en kortfattet oversigt over Grønlandsgarveriets historiske udvikling og produktion. Gennemgangen er primært basert på oplysninger indhentet på Grønlandsgarveriet ved indsamlingstogtet i oktober 1989, samt efterfølgende oplysninger fra garveriet.

I begyndelsen af 1970´erne lå der en lille produktionsvirksomhed i Qaqortoq, hvor de forskellige skind blev vasket og skrabet. Disse skind blev sendt videre til auktioner i København. Henimod slutningen af 1970´erne byggedes en produktionshal, hvor skindene gennemgik en egentlig garvning. Skindene blev vasket først i salt og syre, derpå alungravedes de, og endelig blegedes skindene. I midten af 1980´erne brændte hallen og den iøvrigt konkursramte produktionsvirksomhed blev overtaget af Grønlands Hjemmestyre. Hjemmestyrets mål for virksomheden var, at skindene skulle forædles så meget som muligt, inden de forlader Grønland. Virksomheden blev genopbygget, og produktionen omlagt til en kromgarvemetode, der muliggør en senere farvning og en mere smidig forarbejdning. Garveri-forsøgsstationen på Teknologisk Institut i Tåstrup var indvolveret i beregning og vurdering af spildevandsmængder og -karakter. Der blev således projekteret et rensningsanlæg, som dog aldrig blev opført. Virksomheden blev indviet i 1988 og i slutningen af 1988 startede kromgarvningen med en mindre forsøgsgarvning af et par tusind skind. Den egentlige kromgarvning startede først i begyndelsen af 1989. På garveriet bearbejdes skindene helt igennem til færdige pelse.

Der regnes på garveriet med en indhandling på ca. 100.000 skind pr. år. Skindene kommer

hovedsalig fra Øst- og Nordvestgrønland, hvor de to gange om året, ved juletid og hen på foråret, ankommer til Qaqortoq. De tørrede skind oplagres til videre produktion. Hovedparten, ca. 65.000 af skindene, er sælskind, der fordeler sig på 45.000 ringsæl og 20.000 grønlandssæl. Derudover indgår der relativ få skind af remmesæl og klapsmyds. Der indhandles 20 - 25.000 fåre- og lammeskind, 1.500 polarrævskind, samt et mindre antal skind af isbjørn, moskusokse og grønlandshund, de såkaldte dekorationsskind.

Alle 65.000 sælskind vaskes i salt og syre (pickling), og 20 - 25.000 af disse skind bliver herefter kromgarvet. Af fåre- og lammeskindene er det ca. 5.000 skind, der kromgarves. Der regnes således med ca. 30.000 kromgarvede skind pr. år. De skind, der ikke kromgarves, sælges ud af Grønland uden yderligere forarbejdning end den ovennævnte pickling. Dekorationsskind, samt ca. 2.000 sælskind pr. år, alungarves.

Udaf de ca. 25.000 kromgarvede sælskind farves ca. 15.000 ved en natural lædergarvning (blænding), ca. 5.000 ved en hårfarvning (killing) og ca. 5.000 ved en hår- og læderfarvning.

Kromgarveprocessen kan kort beskrives således: Først gennemgår skindene en udblødning og en vask, hvorefter de forvaskes -pickles- i salt og syre. Derpå forgarves de i et krombad og skylles, tørres og renses. Efterfølgende fingraves skindene i krombad og skylles. Herefter kan skindene farves. På Grønlandsgarveriet foregår dette ved en af tre forskellige farvemetoder. Til slut tørforarbejdes skindene. Alungarvning foregår ved samme bearbejdningsmetode som krom, blot garves med aluminium istedet for krom og disse skind farves ikke bagefter.

Som nævnt anvendes kromgarvning i processen, da skindene herved bliver egnede til en senere farvning. Farvningen af skindene foregår ved ret høje temperaturer, 60-80° C, hvilket de kromgarvede skind kan tåle med en minimal krympning. Alungarvede skind derimod kan kun tåle temperaturer på 30-40° C, mens de ved højere temperaturer krymper og bliver som stive brædder.

På grønlandsgarveriet foregår de ovenstående processer i fem "kar". To af karrene -haspler- kan rumme 2.000 liter og 200-250 skind, og to haspler kan rumme 3.000 liter og 300-350 skind. Det sidste "kar" er en stor såkaldt vercotromle , der kan rumme 500-3.000 liter og 150-900 skind. Hasplerne kan sammenlignes med store badekar, hvor skindene ligger i en vis tid, mens vercotromlen kan sammelignes med en vaskemaskine, med mulighed for forskellige vaskeprogrammer.

En nærmere gennemgang af spildevandsforholdene på garveriet fremgår af afsnit 4, spildevandprogram.

3. Indsamlingstogt

Indsamlingstogtet ved Qaqortoq blev udført fra undersøgelsesskibet Misiliisoq i perioden fra den 3. til den 12. oktober 1989 af biolog Christian Glahder og laborant Grethe Hasager Petersen. Fra den 3. til den 8. oktober blev der indsamlet prøver ved Qaqortoq og fra den 9. til den 10. oktober ved Narsaq.

Narsaq havn er valgt som referenceområde i en havn, hvor der ikke udledes kromholdigt garverispildevand. På indsamlingstogtet var strategien den, at indsamle betydelig flere prøver, end det antal der forventedes analyseret, således at der senere kunne gennemføres mere detaillerede undersøgelser, hvis det under analysearbejdet skulle vise sig ønskeligt.

På 47 stationer blev der indsamlet ialt 435 prøver. De enkelte stationers placering fremgår af fig. 1 og 2. På 12 littorale stationer blev der indsamlet Blæretang (Fucus vesiculosus) med ialt 34 prøver. Blåmusling (Mytilus edulis) blev indsamlet på 10 af de littorale stationer med ialt 29 prøver. På 6 stationer er der fisket ialt 99 fisk. De fordeler sig på Torsk (Gadus morhua): 5, Uvak (Gadus ogac): 45, Ulk (Myoxocephalus scorpius): 44 og Hellefisk (Reinhardtius hippoglossoides): 5. På 25 stationer er der udtaget ialt 211 sedimentprøver og endelig er der på 4 hydrografiske stationer taget 47 vandprøver til kromanalyse og 15 vandprøver til salinitetsbestemmelse.

Ved prøveindsamlingen og den efterfølgende prøveudskæring er det vigtigt at være opmærksom på de materialer og metoder der anvendes, for at undgå forurening fra kromholdige redskaber. Ved indsamling af blåmuslinger anvendes hvide plastskåle og udskæringen sker i hvide plastbakker. Muslingebløddele udskæres med skalpeller, der ifølge leverandøroplysninger er kromfrie. Skudspidser af blæretang afklippes med en hvid plastiksaks, og fiskene skæres op med en kromfri titankniv. Udtagning af sediment udføres med et rør af rustfrit stål indeholdende krom. Derfor bortskæres periferien af sedimentsøjlen med en hvid plastkniv.

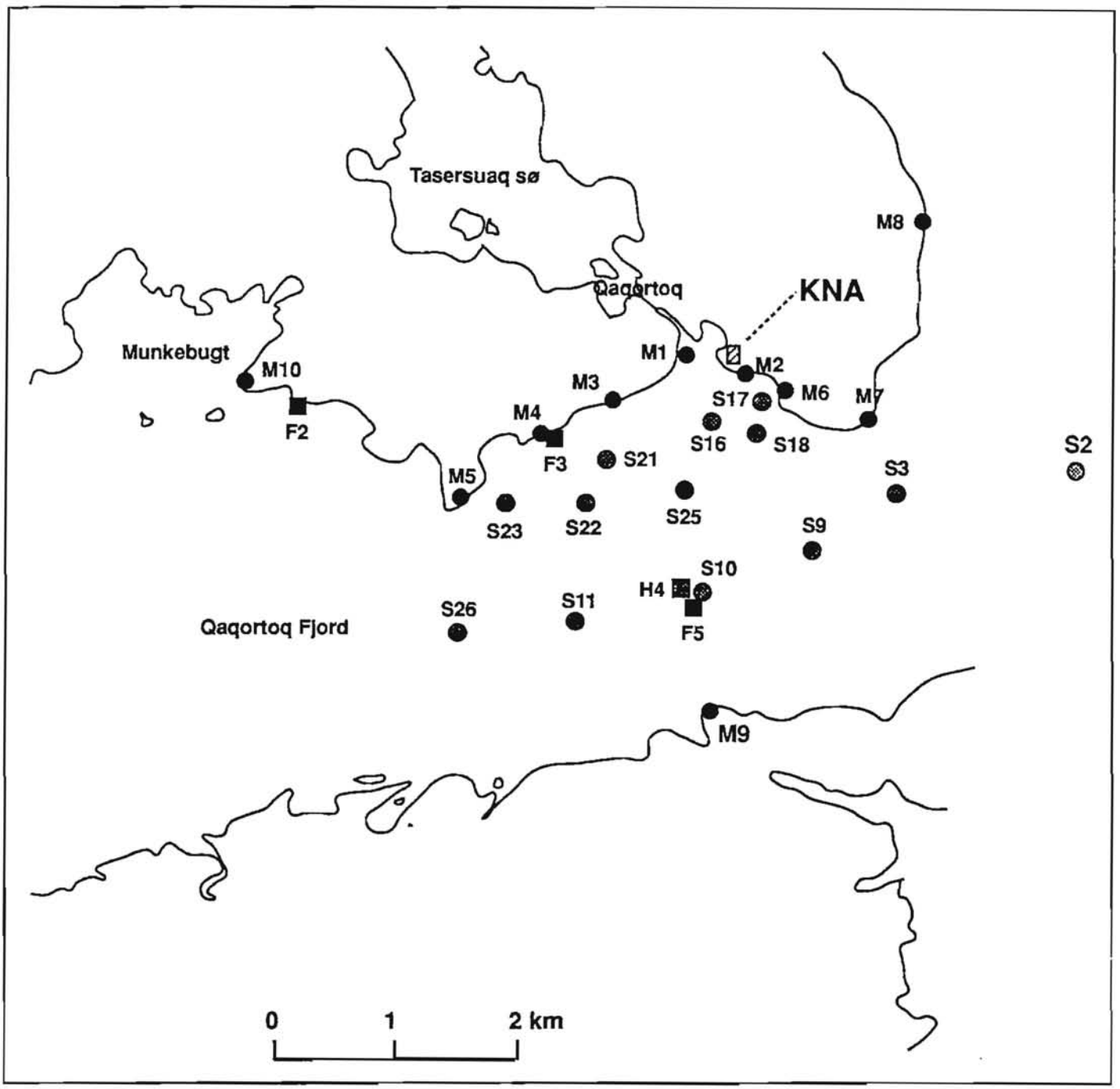


Fig. 1. Oversigtskort over Qaqortoq området. Tal angiver de enkelte stationsplaceringer benævnt som: S = sedimentstationer, M = litorale stationer, F = fiskestationer og H = vand og hydrografiske stationer.

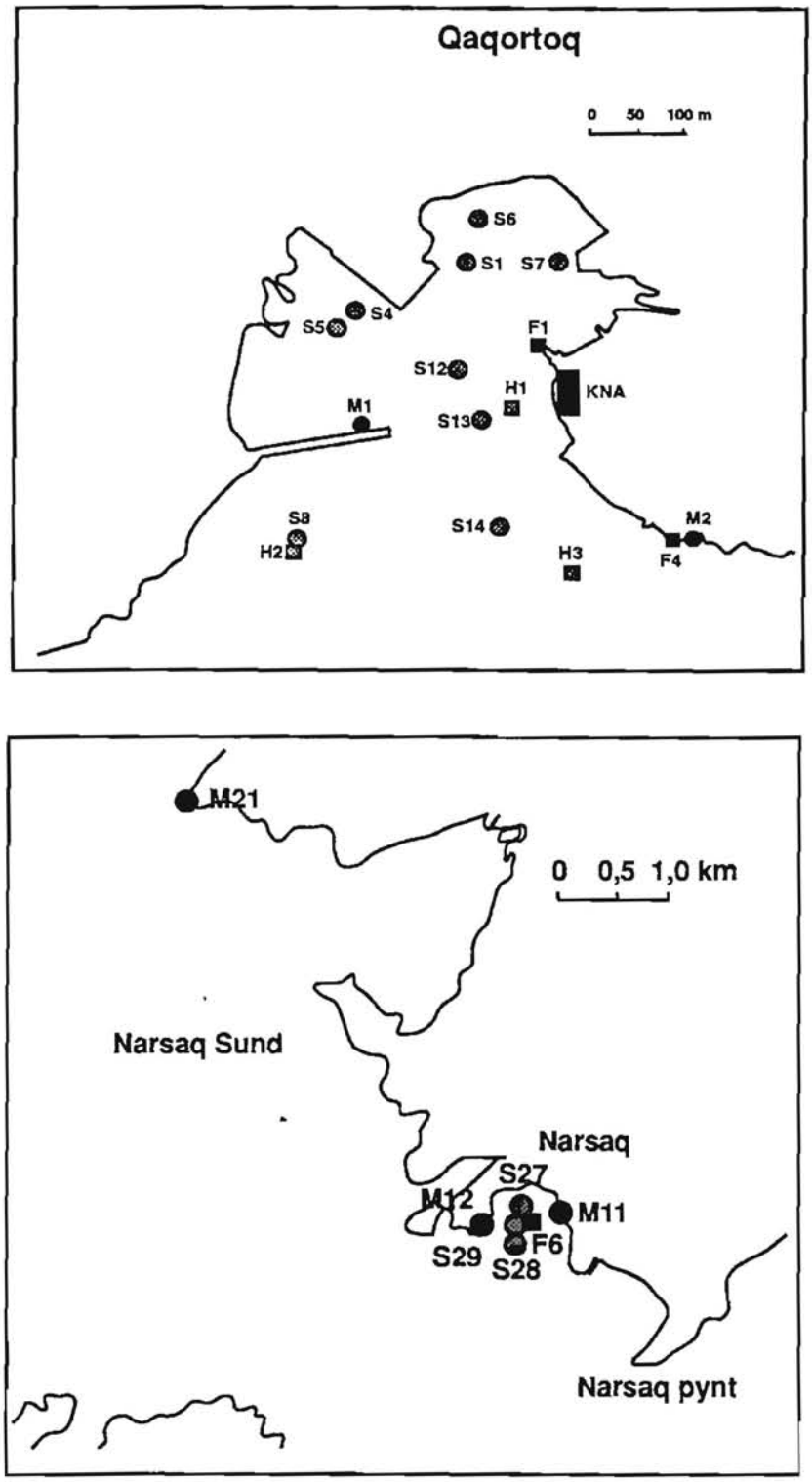


Fig. 2. Oversigtskort over Qaqortoq- og Narsaq havn. Tal angiver stationsplaceringer med samme benævnelse som i fig. 1.

3.1 Blåmuslinger og blæretang

Disse to organismer er fastsiddende, hvorfor de er særdeles velegnede til at vurdere optagelsen og udbredelsen af forurenende stoffer. Da blåmusling endvidere anvendes til konsum, er det vigtigt at fastlægge kromkoncentrationen i blåmusling.

Ved Qaqortoq er der udlagt ialt 10 stationer, således at der mod øst langs kysten er lagt 4 stationer, hvor den yderste ligger 3 1/2 km fra Grønlandsgarveriet KNA, og mod vest langs kysten ligeledes er lagt 4 stationer, med den yderste placeret knap 5 km fra KNA. I havnen ved vestmolen er der placeret en station, og umiddelbart overfor havnen i en afstand af 3 km er den sidste station placeret. Endelig er der i Narsaq havn udlagt to referencestationer, samt inddraget en station M 21 fra en indsamling i 1988, se figur 1 og 2 og bilag 1.1.

Blåmuslinger og blæretang er indsamlet ved lavvande fra gummibåd. I indsamlingsperioden, hvor dagene er korte grundet årstiden, var det muligt at udnytte ét lavvande pr. dag til prøveindsamlingen. Den sidste prøveindsamlingsdag ved Qaqortoq var det dog kun muligt at udnytte halvdelen af denne lavvandsperiode inden mørkets frembrud, hvilket betød at der ikke blev indsamlet blåmuslinger ved station M 10. Den nærmeste muslingestation er placeret 250 meter fra spildevandsudløbet i vestlig retning langs kysten, umiddelbart udenfor havnen. En nærmere placering var ikke mulig, da der kun voksede få muslinger inde i havnen.

I perioder var lavvandet relativt dårligt og lå den første dag 0,4 meter over middelspringtidslavvande og steg til 0,8 meter den sidste prøveindsamlingsdag. Det relativt dårlige lavvande betød, at det på flere stationer var vanskeligt at finde store blåmuslinger, der ofte sidder relativt dybt.

Blåmuslingerne er i princippet indsamlet i størrelsesgrupperne 2-3 cm, 4-5 cm og 6-7 cm (skallængde), og således, at der af den første gruppe er indsamlet minimum 40 muslinger og af de to øvrige grupper minimum 20 muslinger. Af bilag 1.3 fremgår de aktuelle indsamlingsantal og størrelsesgrupper.

Blåmuslingernes bløddele blev udskåret og nedfrosset i laboratoriet ombord på Misiliisoq i de anførte størrelsesgrupper.

Blæretang er indsamlet på alle 12 stationer, og der er ved de fleste stationer indsamlet tre tangprøver pr. station. Af bilag 1.2 fremgår de aktuelle indsamlingstal.

Skudspidser af tangprøver blev afklippet ved tangplanternes farveskift mellem mørkere og lysere grøn. Prøver af skudspidser blev herefter nedfrosset til senere analyse.

3.2 Fisk

Fisk kan optage krom dels fra vandfasen og dels gennem føden. Normalt vil der være meget lidt krom i fiskekød, mens der i leveren kan findes forhøjede kromværdier. De fisk, der er fanget, er dels valgt ud fra, om de er stedfaste som ulk og til en vis grad uvak, og derfor som blåmusling og blæretang kan sige noget om spredningen og optagelsen af krom i omgivelserne omkring spildevandsudledningen, og dels ud fra om de anvendes til konsum, som torsk, uvak og hellefisk. Havkat blev søgt fanget, men uden held. Også fjeldørred er en vigtig konsumfisk, som vi gerne ville have med i indsamlingen, men da den i oktober måned er vandret op i søen Tasersuaq, var det ikke muligt at fange den ved opgangen til søen. På grund af tidsnød blev der ikke fisket efter fjeldørreder i selve søen.

På tre stationer langs kysten ved Qaqortoq, samt i Qaqortoq og Narsaq havn, blev der sat bundgarn, og midt i Qaqortoq fjord ud for Qaqortoq blev der fisket med langline.

På langlinestationen midt i Qaqortoq fjord blev der to dage sat rejeruser uden resultat.

Som tidligere nævnt blev der på de 6 stationer fanget ialt 99 fisk fordelt på arterne Torsk: 5, Uvak: 45, Ulk: 44 og Hellefisk: 5. Alle fisk er målt og vejet, og de fleste er herefter frosset hele ned. Hellefiskene er skåret op, leveren vejet og frosset ned, og prøver af muskel og rygsøjle er udtaget og nedfrosset. Uvak og torsk fra station F 5 midt i Qaqortoq fjord er alle behandlet på samme måde som hellefisk. De nærmere data fremgår af bilag 1.4 og 1.5.

3.3 Sediment

Udledt krom, ved KNA krom(III), vil normalt bundfælde relativt hurtigt, specielt når det udledes i forbindelse med organisk materiale. En krombelastning vil derfor sandsynligvis kunne findes i det nærmest omgivende bundsediment. Da udledningen har fundet sted i en kortere periode, se afsnit 2, vil de højeste koncentrationer kunne forventes i de øverste centimeter af sedimentet. I Qaqortoq havn kan sedimentet dog forventes at blive omlejret en del på grund af havneaktiviteter.

Der er udtaget sedimentprøver på ialt 25 stationer fordelt på 9 i Qaqortoq havn, 13 i Qaqortoq fjord og 3 i Narsaq havn. På 15 af stationerne er prøverne udtaget med en HAPS, der udtager en sedimentsøjle på maximalt ca. 30 cm's højde. Denne søjle skæres op i 1 cm tykke skiver, der nedfryses hver for sig. På 10 stationer var det ikke muligt at bruge HAPS, idet prøvetagningsrøret ikke kunne trænge igennem bunden, fordi denne var for stenet. Det drejer sig om alle stationer, der lå fra indløbet til Qaqortoq havn og i en vifte ud i bugten til ca. 100 meter kurven. Desuden drejer det sig om én station i Narsaq havn. Her blev istedet brugt en Van Veen grab, der udtager 1/10 m^2 af bunden ned til 5-10 cm´s dybde. En enkelt prøve af de øverste 2-3 cm blev udtaget på disse stationer og frosset ned. Udtagningen af sedimentprøver med HAPS i Qaqortoq havn var den ene dag meget vanskeligt på grund af et tykt tangtæppe, der dækkede meget af bunden. Tangen var sandsynligvis skyllet ind med en storm om natten. Næste dag var meget af tangen med tidevandet ført ud af havnen, så det efter flere forsøg med HAPS lykkedes at få en sedimentsøjle op. De nærmere data fremgår af bilag 1.6 og 1.7.

3.4 Vandprøver

Da en krom(III) udledning som nævnt relativt hurtigt vil bundfælde sig, vil koncentrationen i vandfasen hurtigt falde til lave værdier. Kromkoncentrationen i vandsøjlen af opløst og partikulært bundet krom, vil kunne give oplysninger om kroms spredning i miljøet, men dels vil dette kræve udtagning af et stort antal vandprøver og dels vil en viden om en række hydrografiske forhold være nødvendig. For dog at få et indtryk af kromkoncentrationen i vandfasen er der udlagt 4 stationer, én ud for KNA´s udløb, 2 stationer på hver side af havneudløbet og én station midt i fjorden. På stationen ud for KNA er der blevet udtaget vandprøver hver dag, på de øvrige stationer kun en dag. Prøverne er udtaget 2 og 5 meter under havoverfladen og 2 meter over bunden. Vandprøverne er filtreret og opdelt i suspenderet materiale og filtreret havvand. Havvandsprøverne blev alle konserveret med syre. Desuden er der i de tre dybder målt temperatur og salinitet. De nærmere data fremgår af bilag 4.2 og 4.3. På KNA er der endvidere udtaget 4 spildevandsprøver, se bilag 1.8 og 1.9.

4. Spildevandsprogram

Spildevand fra garveprocessen udledes urenset til Qaqortoq havn. Som beskrevet i afsnit 2 - Grønlandsgarveriet - foregår produktionsprocessen i store kar, haspler eller vercotromle, der kan rumme mellem 500 - 3000 liter vand svarende til 150-900 antal skind.

Spildevandet udledes diskontinuert, det vil sige, når en delproces f.eks. en forgarvning er afsluttet, udledes spildevandet direkte ud i havnen. Mængde og art af spildevand på et givet tidspunkt er således afhængig af den igangværende produktion, det vil sige, om der vaskes, garves eller garves.

Det blev planlagt at gennemføre et prøvetagningsprogram for spildevandet fra produktionsprocessen, for ud fra analyser af krom i spildevandet at vurdere den årlige krommængde, der udledes til Qaqortoq havn. Hidtil er udledningerne vurderet på basis af skøn over de udledte krommængder, ud fra forskellige optagelsesprocenter i de garvede skind.

Procesdiagram for kromgarvningsprocessen er vist på figur 3. De skraverede felter angiver, at der er udtaget prøver af disse delprocesser. I de 3 uger prøveudtagningen blev udført, blev der udtaget ialt 74 spildevandsprøver. Der er således udtaget 7 prøver af henholdsvis forgarvningsprocessen og den efterfølgende skyllning. Fra fingarvningprocessen samt efterfølgende skylning er der udtaget prøver 5 gange. Af den første farvemetode, hvor skindene gennemgår en natural farvning, er der udtaget prøver én gang af hvert farve- og skyllebad. Af den anden farvemetode, hvor skindene gennemgår en hårfarvning, er der udtaget prøver 4 gange af hvert farve- og skyllebad. Af den sidste farvemetode, læder + hårfarvning, vil der blive udtaget én prøve fra hvert kar i proceslinien. Denne farvemetode er en ny procesgang. Prøvetagning af spildevand fra den sidste farvemetode er endnu ikke foretaget, da denne farvningsmetode ikke er anvendt i prøvetagningsperioden.

Kopi af prøvetagningsprogrammet, der er udarbejdet af GM til brug for Qaqortoq kommune ved prøveudtagningen, er vedlagt i appendix 2.

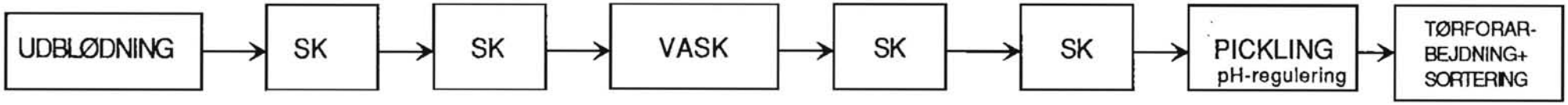
Prøveudtagninger af spildevand er hvad man kalder en stikprøveudtagning, det vil sige prøvevolummet er udtaget på en gang. Analyseresultater fra stikprøver giver kun et øjebliksbillede, nemlig prøvens indhold netop på prøvetagningstidspunktet. I denne undersøgelse er der derfor udtaget flere stikprøver af samme type spildevand i en periode på 3 uger, således at prøverne kan antages at give et repræsentativt billede af de naturlige fluktuationer af kromkoncentrationen i det udledte spildevand.

Det er vigtigt at være omhyggelig med valg af prøvetagningssted, således at dette er repræsentativt for hele spildevandsbadet, samt at udtage prøven samme sted hver gang. Prøver bør eksempelvis ikke udtages i nærheden af eventuelle begroninger, da dette kan medføre forkert prøveudtagning.

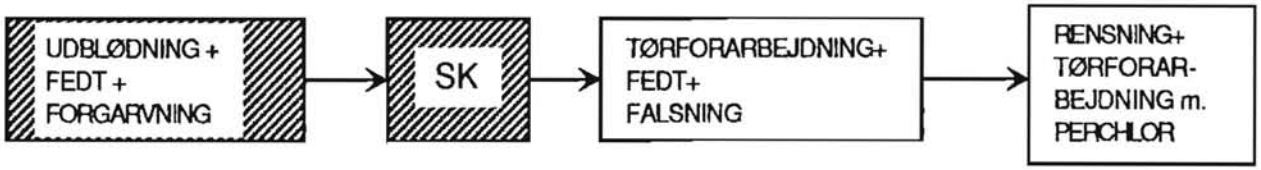
I forbindelse med udtagning af de enkelte spildevandsprøver er der endvidere målt pH og temperatur.

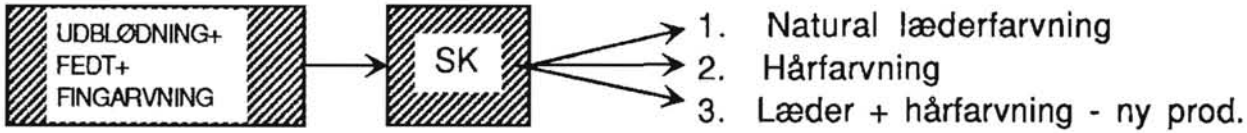
PROCES-DIAGRAM

SK=SKYLNING



GARVNING





FARVNING

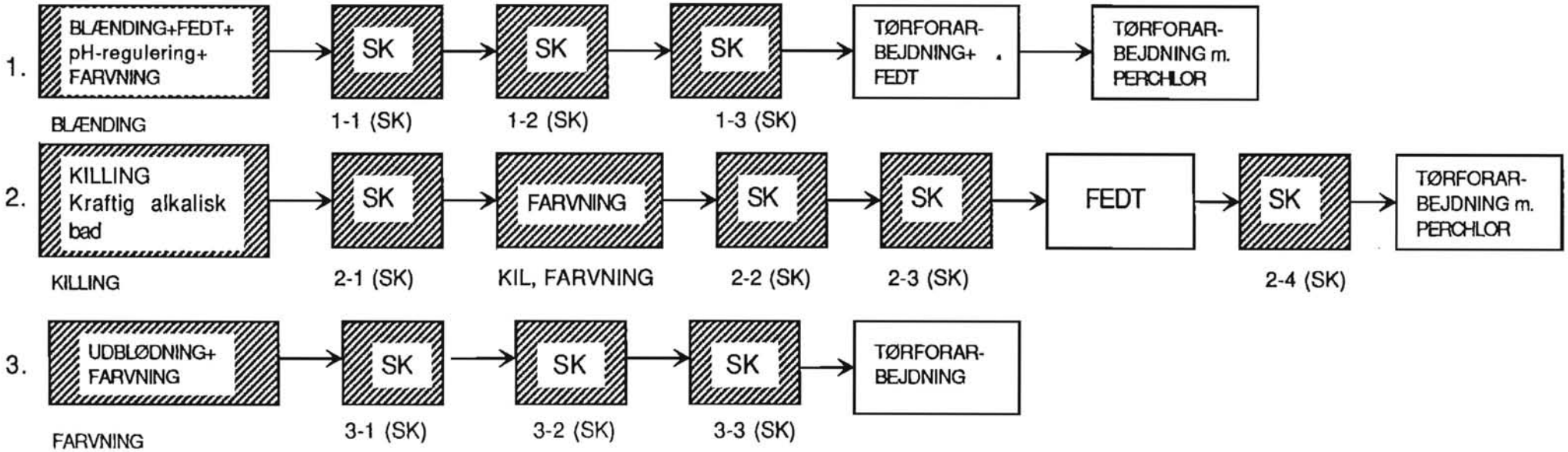


Fig 3. Procesdiagram for kromgarvning af sælskin ved KNA.

Prøver der udtages til måling af pH skal udføres med det samme eller indenfor 2 timer fra prøvetagningen. Prøverne konserveres med syre straks efter prøveudtagningen inden forsendelse til GM.

5. Analysemetoder

5.1 Prøvedestruktion og analyse

Prøver af fisk, musling, tang, sedimenter og spildevand oplukkes ved en våd foraskning med saltpetersyre under tryk. Prøver af biologisk materiale, samt sediment og spildevandsprøver analyseres ved atomabsorptionsspektrofotometri (AAS) ved anvendelse af flamme- eller grafitovnsteknik, med standardadditionsmetoden. Havvandsprøver analyseres med katodisk stripping differentialpuls voltammetri, med standardadditionsmetoden. Principperne for analysemetoderne samt anvendt apparatur og kemikalier er beskrevet i appendix 3.

5.2 Biologisk materiale

Muslinge- og tangprøver frysetørres og homogeniseres, og tørvægtprocenten bestemmes. Der afvejes mellem 0,25 - 0,5 g tørt materiale til analyse.

Fiskeprøverne optøes, og prøver af muskel og lever udskæres med titankniv. Der afvejes ca. 2,0 g materiale til analyse.

Prøvematerialet afvejes direkte i destruktionsbeholdere og tilsættes 4 ml koncentreret saltpetersyre. Prøverne nedbrydes ved 120° C i 5 timer. Efter endt destruktion overføres prøverne til polyethylenflasker med dobbeltionbyttet vand, og målingerne udføres direkte på denne opløsning.

Tørvægt af fiskeprøver bestemmes ved afvejning af 2-3 g materiale i porcelænsdigler, der tørres i varmeskab ved 105° C i ca. 20 timer, efter DS nr. 204 /1/.

5.3 Sediment

Sedimentprøver frysetørres og homogeniseres, og tørvægtprocenten bestemmes. Der

afvejes ca. 1,0 g materiale til analyse og tilsættes 10 ml halvkoncentreret saltpetersyre. Prøverne nedbrydes i 4 timer ved 120° C. Proceduren er som beskrevet i DS nr. 259 /2/, blot er nedbrydningstiden forlænget ved disse analyser.

Der udføres endvidere enkelte analyser af en total oplukning med flussyre. Der afvejes ca. 0,5 g tørt sediment til analyse og tilsættes 1 ml salpetersyre og 4 ml flussyre. Opløsningen afryges langsomt, hvorefter syretilsætningen gentages, til alt sediment er opløst. Prøverne overføres til polyethylenflasker med dobbeltionbyttet vand og tilsættes 0,5 g borsyre. Målingerne udføres direkte på denne opløsning

Der bestemmes endvidere glødetab på sedimentprøverne. Der afvejes ca. 0,5 g tørt materiale i porcelænsdigler, som glødes ved 550° C i 2 timer i glødeovn, efter DS nr. 204 /1/.

5.4 Havvand

Der afvejes 20 g havvand, direkte i glaskuvetter i en automatisk prøveskifter. Inden analyse bindes krom til et komplex af dimetylen - triaminpentaeddikesyre (DTPA), der tilsættes sammen med en opløsning af ammoniumnitrat. pH indstilles til 5,2 med en ammoniakvand - acetatopløsning og målingen udføres på denne opløsning. Ved analysen bestemmes den totale mængde af Cr (III) og Cr (VI) i havvandet. Metoden er udviklet af J. Golimowski et al /3/.

5.5 Detektionsgrænse og kvalitetskontrol

Detektionsgrænsen for analyser af fisk, musling, tang og sedimentprøver er 0,1 µg/g tørvægt. Detektionsgrænsen er defineret som 3 gange spredningen af blindværdien i måleperioden. For havvand er detektionsgrænsen defineret som 3 gange spredningen af analyser af uforurenet havvand og beregnet til 70 ng/l.

Som led i kvalitetskontrollen ved GM´s laboratorium, udføres dobbeltbestemmelser for hver 7. prøve til kontrol af analysemetodens reproducerbarhed. For tang og muslinger er der udført en del flere dobbeltbestemmelser; for enkelte prøver en firdobbeltbestemmelse. Kromindholdet i disse prøver ligger tæt på detektionsgrænsen, hvorfor det er skønnet nødvendigt at udvide rutinekontrolprogrammet.

Sideløbende med analyse af prøverne, destrueres og analyseres endvidere certificeret standardmateriale, det vil sige, prøvemateriale med et kendt indhold af krom og fremstillet af materiale, hvor det har været muligt at fremskaffe et sådant sammenligneligt med prøverne.Resultater af disse analyser er vedlagt i bilag 4.7.

6. Analyseprogram og resultater

6.1 Analyseprogram, blåmuslinger

Analyser af muslinger er udført i to trin. I første omgang blev der udvalgt prøver fra et repræsentativt antal af indsamlingsstationerne, for at kortlægge udbredelsen af kromforureningen. Muslinger fra station M 2, M 5, M 6 og M 9 ved Qaqortoq samt station M 11 og M 12 ved Narsaq blev analyseret i alle de indsamlede størrelsesgrupper.

Da analyserne viste, at de højeste kromkoncentrationer fandtes tættest på Qaqortoq havn blev analyseprogrammet udvidet. Der blev således yderligere udvalgt prøver fra station M 3, M 7 og M 8 til analyse, samt prøver fra station M 21 ved Narsaq, der er placeret udenfor havnen. Muslingeprøverne fra station M 4 er ikke analyseret, da det er skønnet, at station M 3 og M 5 er dækkende for området. Ialt er der analyseret 28 muslingeprøver.

6.2 Resultater, blåmuslinger

Analyseresultater af kromindholdet i muslinger ved de forskellige indsamlingsstationer er vedlagt i bilag 4.1. De anvendte statistiske metoder er nærmere beskrevet i appendix 5.

Resultaterne er bearbejdet således, at det først er undersøgt, om kromkoncentrationen i muslinger afhænger af henholdsvis bløddelsvægten, skalvægten og skallængden. Det viste sig ikke at være tilfældet, hvorfor der ikke opnåes mere sammenlignelige resultater ved at korrigere for forskelle i prøvematerialet fra de forskellige indsamlingsstationer med hensyn til de analyserede muslingers vægt og længde. Hvor analyseresultatet er mindre end detektionsgrænsen, er kromkoncentrationen ved beregningerne sat lig med denne.

De geometriske middelværdier af kromkoncentrationen i muslinger fra de enkelte indsamlingsstationer er herefter beregnet, og resultaterne er anført i tabel 1, hvor også intervallet

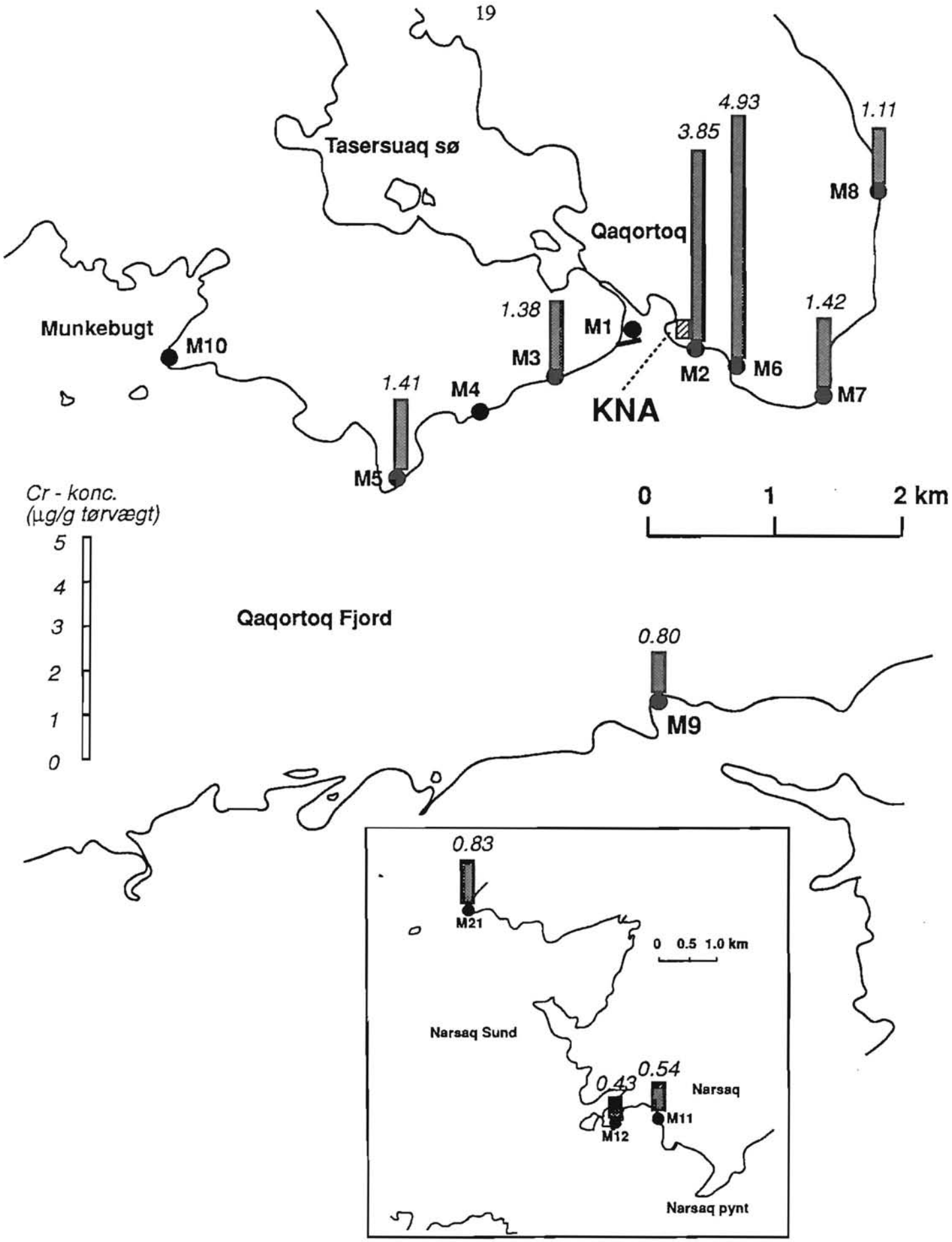


Fig. 4. Kromkoncentration (µg/g tørvægt) i muslinger indsamlet ved Qaqortoq og Narsaq i 1989.

for ÷/x spredningen er anført. De geometriske middelværdier er afbildet på kortskitse over Qaqortoq- og Narsaqområderne, se figur 4. Af figur 4 og tabel 1 ses, at der er stor forskel på kromkoncentrationen ved flere indsamlingsstationer.

Stations nr.	Cr	S.d.
Qaqortoq		
M 2	3,85	3,52 - 4,21
M 3	1,38	1,28 - 1,49
M 5	1,41	1,22 - 1,63
M 6	4,93	4,87 - 4,99
M 7	1,41	1,29 - 1,54
M 8	1,11	1,02 - 1,20
M 9	0,79	0,75 - 0,83
Narsaq		
M 11	0,54	0,45 - 0,65
M 12	0,43	0,34 - 0,55
M 21	0,79	0,60 - 1,05

Tabel 1. Geometriske middelværdier af kromkoncentrationen (µg/g tørvægt) i muslinger, indsamlet ved Qaqortoq og Narsaq. Sd. = relativ standardafvigelse, udregnet som ÷/x den geometriske middelværdi.

Det er således undersøgt, hvorvidt kromkoncentrationerne ved de forskellige stationer er signifikant forskellige. Det er de fundet at være. Herefter er det undersøgt, hvilke stationer der er signifikant forskellige. De statistiske analyser er udført med en såkaldt Tukey-test.

De højeste koncentrationer er målt i muslinger fra station M 2 og M 6, som er de stationer, der ligger tættest ved spildevandsudledningen fra garveriet. Den statistiske analyse viser, at der er signifikant forskel i kromkoncentrationen ved de to stationer, og samtidig at disse to stationer er signifikant forskellige fra samtlige andre stationer.

Ved sammenligning af kromkoncentrationen i muslinger fra Qaqortoq med muslinger fra Narsaq havn, er der signifikant forskel bortset fra station M 9, som ligger på den modsatte side af Qaqortoq fjord i en afstand af ca. 3 km fra garveriet.

Kromkoncentrationen i muslinger på stationer placeret ved kystlinien øst for garveriet, M 7 og M 8, er ikke signifikant forskellige fra stationerne placeret ved kystlinien vest for garveriet. Station M 9, der som nævnt ligger på den modsatte side af Qaqortoq havn, er signifikant forskellig fra de andre kyststationer ved Qaqortoq, M 3, M 5 og M 7, men ikke fra den østlige yderstation M 8.

Station M 21 udenfor Narsaq havn er ikke signifikant forskellig fra hverken de to stationer i Narsaq havn, eller fra stationerne M 8 og M 9.

Sammenfattende kan siges, at forskellen i kromkoncentrationen ved alle stationer, undtagen station M 2 og M 6, falder i flere grupperinger med overlab i de enkelte grupper, se endvidere appendix 5, hvor de forskellige signifikanser er skematisk vist.

Af resultaterne af muslingeanalyserne fremgår det, at der er tale om tre forskellige koncentrationsniveauer. Et højt niveau tæt ved garveriets spildevandsudledning. Herefter er kromkoncentrationen ret konstant i en afstand af henholdsvis 2,5 km vest for spildevandsudløbet, 3,5 km øst for udløbet og 3,0 km syd for udløbet, hvilket er de yderst placerede indsamlingsstationer ved Qaqortoq. Det tredie niveau er målt i referenceområdet i Narsaq havn, som gennemsnitlig er 2,5 gange lavere end stationerne M 3, M 5, M 7, M 8 og M 9, og henholdsvis ca. 8 og 10 gange lavere end station M 2 og M 6.

6.3 Analyseprogram, blæretang

Som for blåmuslinger er blæretangprøverne analyseret i to trin. I første omgang blev 2 ud af 3 indsamlede skudsspidsprøver analyseret ved de samme indsamlingsstationer som for muslinger, det vil sige M 2, M 5, M 6 og M 9 fra Qaqortoq, og M 11 og M 12 fra Narsaq havn. For tang er der yderligere indsamlet prøver ved station M 1 og M 10, og prøverne fra station M 1, der ligger tæt ved spildevandsudløbet fra garveriet, er analyseret. På denne station fandtes der meget få muslinger.

I anden omgang blev to prøver fra henholdsvis station M 3, M 7 og M 8 analyseret og tre prøver fra station M 21. Den tredie tangprøve fra station M 9 blev tillige analyseret. Udvidelsen er identisk med det udvidede analyseprogram for blåmuslingerne. Ialt er der analyseret 24 blæretangprøver.

6.4 Resultater, blæretang

Analyseresultaterne af blæretang ved de forskellige indsamlingsstationer er vedlagt i bilag 4.2. De anvendte statistiske metoder er beskrevet i appendix 5. De geometriske middelværdier er beregnet for hver indsamlingsstation for de to til tre analyserede skudsspidsprøver, og anført i tabel 2. Desuden er kromkoncentrationen i hver af de to til tre blæretangprøver anført. Resultater mindre end detektionsgrænsen er ved beregninger sat lig med denne.

Resultaterne er afbildet i fig. 5. Som det ses af figuren, er kromkoncentrationen højest i prøver udtaget tæt ved spildevandsudløbet fra garveriet.

En nærmere undersøgelse af forskellen i kromkoncentrationen ved de forskellige indsamlingsstationer er udført med en såkaldt Tukey-test. Det blev fundet, at der er signifikant forskel i kromkoncentrationerne ved de tre tættest placerede stationer, M 1, M 2 og M 6. Kromkoncentrationen ved disse stationer er endvidere signifikant højere end ved alle andre stationer inklusiv stationerne i Narsaq. Kromkoncentrationen ved de tre stationer, M 1, M 2 og M 6, der er placeret tættest ved spildevandsudløbet, er således henholdsvis 7, 55 og 20 gange så høje som gennemsnittet af de andre stationer.

Stations nr.	Cr geometrisk middelværdi	Cr i de enkelte prøver
Qaqortoq		
M 1	1,22	0,776; 1,62
M 2	8,87	8,57; 9,19
M 3	0,300	0,321; 0,280
M 5	0,234	0,213; 0,257
M 6	3,41	3,62; 3,21
M 7	0,123	0,151; <0,1
M 8	<0,1	<0,1; <0,1
M 9	<0,1	<0,1; <0,1; <0,1
Narsaq		
M 11	0,228	0,263; 0,197
M 12	0,129	0,167; <0,1
M 21	0,115	0,151; <0,1; <0,1

Tabel 2. Geometriske middelværdier af kromkoncentrationen (µg/g tørvægt) i tang samt kromkoncentrationen i de enkelte tangprøver, indsamlet ved Qaqortoq og Narsaq.

6.5 Analyseprogram, fisk

Der er udtaget prøver af alle de indsamlede fiskearter, det vil sige uvak, torsk, hellefisk og ulk. Der blev fanget få hellefisk og torsk, og alle prøver af disse fisk er analyseret. Der er udvalgt 6 prøver fra hver station af uvak og ulk, hvor der er indsamlet et tilstrækkeligt antal fisk, ellers er det indsamlede antal analyseret. For fisk er udtaget prøver af muskel og lever til analyse i første omgang, og det er ikke skønnet nødvendigt at udvide analyseprogrammet. Ialt er der analyseret 111 fiskeprøver.

6.6 Resultater, fisk

Analyseresultater af kromkoncentrationer i fiskemuskel og -lever ved de forskellige indsamlingsstationer er anført i bilag 4.3.

Placeringen af fiskestationerne fremgår af figur 1 og 2, forrest i rapporten.

Analyserne viser, at kromkoncentrationen i samtlige fisk og organer er under detektionsgrænsen, det vil sige under 0,1 µg/g tørvægt.

6.7 Analyseprogram, sediment

Der er udvalgt prøver af sediment fra ialt 12 ud af 25 prøvetagningsstationer.

Fra 4 stationer er prøver af hele sedimentsøjlen analyseret og fra 3 stationer er der analyseret prøver af de øverste centimeterskiver ned til 5 cm samt den nederste sedimentprøve i søjlen. Ved flere sedimentstationer er der udtaget overfladeprøver, og 5 af disse er analyseret.

Der er således analyseret prøver fra 6 stationer i Qaqortoq havn, 5 stationer i Qaqortoq fjord og én station i Narsaq havn. Ialt er der analyseret 67 sedimentprøver.

6.8 Resultater, sediment

Analyseresultater af sedimentprøver er vedlagt i bilag 4.4. Kromkoncentrationen er anført dels på tørvægtsbasis, dels på glødetabsbasis.

Den anvendte analysemetode kaldes en syreekstraktion, hvorved det ikke er givet, at alt krom i sedimentprøverne opløses. Således vil krom, der er hårdt bundet til mineraler f.eks. silikater, ikke opløses ved en syreekstraktion.

Til beregning af den procentuelle syreekstraherbare krommængde er der udført analyser af en totaloplukning af sedimentprøver med flussyre fra station S 13. Analyseresultater af disse prøver er ligeledes anført i bilag 4.4, sammen med resultater af gentagne analyser af prøver ligeledes fra station S 13 ved anvendelse af syreekstraktionsmetoden. Middelværdierne er anført i tabel 3.

	Syreekstraktion	Totaloplukning med flussyre
Station 13	12,52 ± 2,25 (n=7)	15,99 ± 2,01 (n=8)

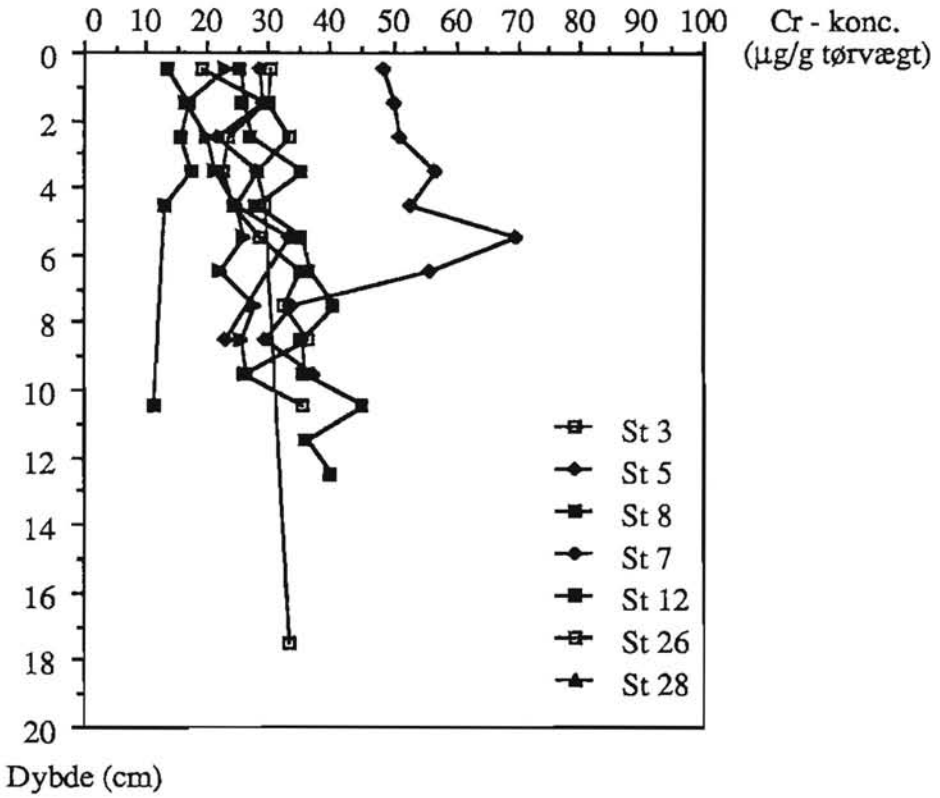
Tabel 3. Kromkoncentrationer (µg/g tørvægt) i sedimentprøver fra station S 13 angivet som x ± s (middelværdi ± spredning), n = antal oplukninger.

Det er undersøgt med en student-F-test, se bilag 5, hvorvidt kromkoncentrationen målt ved de to forskellige oplukningsmetoder er ens. Resultatet viste, at der er 99% sandsynlighed for, at kromkoncentrationen er ens, uanset den anvendte metode. Det vil sige, at alt krom bliver bestemt i sedimentprøverne også ved anvendelse af syreekstrationsmetoden.

Tørvægtprocenterne viser, at der er meget tørt materiale i sedimentprøverne, mellem 40-80 g/100 g vådt sediment.

Glødetabsværdierne viser endvidere, at der er meget lidt organisk materiale i sedimentprøverne fra Qaqortoq-fjord og Narsaq havn, mellem 2-4 g/100 g tørt sediment, medens der er mellem 2-6 g/100 g i overfladesedimenterne. I sedimentprøverne fra Qaqortoq havn er der mellem 2-4 gange så meget organisk materiale i sedimentet, specielt ved station S 7 og S 12.

Kromkoncentrationen målt i sedimentprøver fra de forskellige indsamlingsstationer som funktion af dybden i sedimentet, er vist i figur 6. Kromkoncentrationen i overfladeprøver er anført i tabel 4.



Figur 6. Kromkoncentration (µg/g tørvægt) i sedimentkerner fra Qaqortoq og Narsaq.

Station	Cr	Lokalitet
S 13	12,52	Qaqortoq havn
S 14	10,68	"
S 18	21,86	Qaqortoq fjord
S 23	16,36	"
S 25	19,55	"

Tabel 4. Kromkoncentrationer (µg/g tørvægt) i overfladeprøver fra sedimentstationer i Qaqortoqområdet.

Af figur 6 ses, at kromkoncentrationen målt i sedimentprøver, hvor hele sedimentsøjlen er analyseret, varierer tilfældigt ned gennem sedimentsøjlen og varierer mellem 16-45 µg/g tørvægt, pånær ved et par enkelte sedimentdybder. Samme resultat ses ved de stationer, hvor der er udtaget prøver til analyse ned til 5 centimeter i søjlen plus bundsedimentprøven. En

undtagelse er station S 7, placeret ud for Reparationskajen inderst i Qaqortoq havn. Her er der målt et højere kromindhold i sedimentsøjlen ned til 6-7 centimeters dybde, hvor kromkoncentrationen varierer mellem 48-69 µg/g tørvægt. Kromkoncentrationen i sedimentsøjlen fra Narsaq havn er ikke forskellig fra prøver fra Qaqortoqområdet undtagen fra station S 7.

De forskellige sedimentstationers placering er anført i figur 1 og 2, forrest i rapporten.

6.9 Analyseprogram, havvand

Alle 24 indsamlede havvandsprøver er blevet analyseret. Ved station H 1 er der indsamlet prøver tæt ved spildevandsudløbet 5 dage i træk. Ved de øvrige tre indsamlingsstationer er der indsamlet prøver én dag. Der er ikke analyseret prøver af suspenderet materiale.

6.10 Resultater, havvand

Analyseresultater af kromkoncentrationen i havvand ved de forskellige indsamlingsstationer er vedlagt i bilag 4.5.

Prøvetagningsstationerne fremgår af figur 1 og 2.

I tabel 5 er middelværdien af de enkelte målinger af kromkoncentrationen i havvandsprøverne anført. Af tabellen fremgår, at der er indsamlet havvandsprøver ved station H 1 i fem på hinanden følgende dage. Station H 1 er placeret ca. 50 m fra spildevandsudløbet. Der blev således indsamlet prøver fra onsdag til søndag i uge 40. I tabel 6 er prøvetagningstidspunktet samt tidspunkt for spildevandsudledning på prøvetagningsdagen anført. I prøvetagningsugen blev der udledt spildevand fra onsdag til fredag, det vil sige fra d. 4 - 6.10.89.

Dybde (m)		2	5	10	19	20	250
Station	dato						
H 1	4.10.89	163	189	138			
	5.10.89	126	311	342			
	6.10.89	193	156	127			
	7.10.89	182	153	159			
	8.10.89	137	207	123			
H 2	8.10.89	105	174			190	
H 3	8.10.89	148	180		114		
H 4	7.10.89	155	220				130

Tabel 5 Aritmetriske middelværdier af kromkoncentration i havvand indsamlet ved Qaqortoq, 1989. Værdier i ng/l.

Station	dato	prøvetagningstidspunkt	spildevandsudledningsstart
H 1	4.10.89	13.45 - 14.15	13.35 - forgarvning
	5.10.89	17.30 - 18.00	11.45 - fingarvning
	6.10.89	12.00 - 12.30	11.55 - fingarvning + farvning
	7.10.89	14.15 - 14.45.	ingen
	8.10.89	12.30 - 13.00	"
H 2	8.10.89		"
H 3	8.10.89		"
H 4	7.10.89		"

Tabel 6. Prøvetagningstidspunktet for havvandsprøver, samt tidspunktet for spildevandsudledning og spildevandstype på prøvetagningsdagen.

7. Vurdering

I det følgende er der foretaget en vurdering af kromkoncentrationen i de enkelte dyr, planter, sedimenter og havvand, mens der i afsnit 8 er foretaget en samlet vurdering af kromudledningen.

7.1 Vurdering, blåmusling

Det generelle billede af kromkoncentrationen i blåmuslinger er, at koncentrationen falder med stigende afstand fra Grønlandsgarveriet. Kromkoncentrationen i blåmuslinger kan groft deles i tre niveauer, et relativt højt niveau på 4-5 µg/g tørvægt 250 til 700 meter fra KNA, et middelniveau på ca. 1,5 µg/g tørvægt 1 til 3 km fra KNA og endelig et lavt niveau eller baggrundsniveauet på ca. 0,5 µg/g tørvægt ved Narsaq. Kromkoncentrationen langs kysten vest for Qaqortoq ligger konstant på ca. 1,5 µg/g tørvægt, mens der langs kysten øst for Qaqortoq ses et fald til 1,1 µg/g tørvægt. Ligeledes ses et fald i kromkoncentration ved stationen tværs over Qaqortoq fjord 3 km syd for byen. Koncentrationen på 0,8 µg/g tørvægt ligger tæt på baggrundsniveauet ved Narsaq.

For at vurdere disse forskelle i kromkoncentration er det af interesse at følge spildevandets videre udbredelse efter udledningen fra KNA. Udledningen sker gennem rør, der er placeret øverst på molen ud for virksomheden. Spildevandets udbredelse bygger dels på iagttagelser gjort under indsamlingerne i oktober 1989 og dels på strømmålinger udført af GTO i 1970 /4/. Efter udledningen vil spildevandet bevæge sig tæt langs kysten enten ind mod havnen eller ud af havnen. Det kromholdige spildevand vil i starten holde sig i overfladen, da vandets temperatur på udledningstidspunktet oftest er 7-20° C, men for enkelte procesbade op til 50° C. Da krom(III) udledes sammen med organisk materiale, vil det meste krom være bundet til disse partikler. Afhængig af partikelstørrelsen vil noget krom relativt hurtigt bundfældes, mens resten føres videre med strømmen. Da der i picklings-processen tilsættes relativt store mængder salt, vil der hurtigt ske en opblanding af spildevandet i havvandet. Udenfor havnen vil spildevandet bevæge sig tæt langs kysten enten mod øst eller vest afhængig af tidevand og vindretning. Ved stigende vandstand og vind fra SV bevæger strømmen i 3 til 5,6 meters dybde sig mod øst i en bue parallelt og tæt på kysten. Ved faldende vandstand og vind fra SV går strømmen mod VSV parallelt og tæt på kysten. De fremherskende vinde kommer fra SV i sommerhalvåret og fra NV i vinterhalvåret.

Spildevandets udbredelse, som beskrevet ovenfor, synes at være i rimelig god overensstemmelse med de fundne kromkoncentrationer i blåmuslinger. Blåmuslinger nærmest

udledningen har således signifikant højere koncentrationer end muslinger på de øvrige stationer, hvilket tyder på, at spildevandet i starten holder sig i overfladen tæt langs kysten (måske især kysten øst for havnen) for relativt hurtigt at bundfældes. De muslinger der sidder fjernere fra udledningen passeres derfor af en lavere koncentration, og da strømmen lige ofte bevæger sig langs kysten i både østlig og vestlig retning, vil kromkoncentrationerne i blåmuslingerne være omtrent ens. Endvidere synes strømmen i højere grad at gå på langs end på tværs af fjorden, hvilket kan forklare koncentrationerne tæt på baggrundsniveauet på muslingestation M 9 på den modsatte side af fjorden.

Blåmuslinger optager især krom(III) via føden. Desuden adsorberes krom(III) let til overflader som f.eks. gæller. Fra mave-tarmkanalen, gællerne samt andre overflader kan krom via komplexforbindelser med mindre organiske molekyler optages i kropsvævene. Flere undersøgelser tyder imidlertid på, at optagelsen i vævene er langsom. I en undersøgelse med en anden muslingeart (Tapes) kunne der ikke konstateres optagelse af krom(III) i kropsvævene, mens der fandtes høje kromindhold på muslingernes overflade, i gællerne og i mave-tarmkanalen /5/. I en undersøgelse i Fåborg fjord ud for et garveri /6/ blev muslinger analyseret for indhold af krom i maven alene, musling ÷ mave samt i hele muslingen. I maven fandtes 44-335 µg krom pr. g tørvægt, mens der i musling ÷ mave fandtes 4-21 µg krom pr. g tørvægt. Indholdet i sedimentet var omkring 1200 µg krom pr. g tørvægt. Kromkoncentrationen i maven er således betydeligt højere end koncentrationen i muslinger ÷ mave, hvilket tyder på en langsom kromoptagelse.

Krom kan også udskilles fra organismen, ofte ved en hurtig udskillelse, der formodes at bestå af krom(VI), der findes i opløst form i kropsvæsker, og en langsom udskillelse, der udgøres af krom(III), som er fastere bundet til proteiner m.m. i vævene /5/.

I nogenlunde uforurenede områder er der fundet kromkoncentrationer i blåmuslinger på mellem 1 og 7 µg pr. g tørvægt. I muslinger fra Limfjorden er der ved en interkalibrering i 1978 fundet ca. 1 µg pr. g tørvægt /6/. I Sverige er der ved vestkysten fundet 3 µg pr. g tørvægt og ved østkysten 7 µg pr. g tørvægt. I muslinger fra East Looe området i det sydvestligste England er der fundet 2,5 µg pr. g tørvægt /5/. Det nævnes i /5/, at der er en tendens til noget lavere kromindhold i saltvand end i brakt vand og ferskvand, men at det ud fra de fundne data er vanskeligt at afgøre, om denne forskel er af generel gyldighed. Den højeste kromkoncentration på 7 µg pr. g tørvægt er fundet på den svenske østkyst, hvor saltholdigheden er ganske lav. De baggrundsværdier, der vil være mest relevante af sammenligne de grønlandske referenceværdier med, er værdierne mellem 1 og 3 µg pr. g tørvægt, idet saltholdigheden er over 25 ‰, og områderne er opgivet som "nogenlunde uforurenende". På grund af større kromudledninger i de vesteuropæiske lande, hvor

spildevandsudledningen i Sverige alene i 1977/78 er opgjort til 260 ton pr. år /5/, må kromkoncentrationen i blåmuslinger herfra forventes at være højere end de grønlandske værdier. Referenceværdierne fra Narsaq ligger da også på omkring 0,6 µg krom pr. g tørvægt, altså 2 til 5 gange lavere end de vesteuropæiske baggrundsværdier.

I muslinger nær ved større forureningskilder er der fundet ganske høje kromkoncentrationer. Fra et skib, der forliste på 20 meter vand ved Øland, Sverige, lækkede der ca. 1 ton krom (III). Blåmuslinger 20 meter fra vraget indeholdt 1.300 - 5.000 µg pr. g vådvægt, svarende til ca. 5 gange så høje værdier regnet som tørvægt. Et år efter måltes værdier på 10-60 µg/g tørvægt i en afstand af op til 100 meter fra vraget /5/. I forbindelse med en stor udledning af krom (III) fra et kommunalt spildevandsafløb nær Los Angeles, USA, var kromkoncentrationen i kammuslinger 4 km fra udslippet forhøjet ca. 10 gange i forhold til et referenceområde.

Fra garveriet i Fåborg, Danmark, hvor der i en årrække frem til 1978 er udledt ca. 22 ton krom(III) pr. år, findes der i muslinger ca. 400 meter fra udledningen 4-21 µg pr. g tørvægt i musling ÷ mave, og 44-335 µg pr. g tørvægt i i maver som ovenfor nævnt /6/. De højeste kromkoncentrationer i blåmuslinger fra Qaqortoq ligger altså i den lave ende af den her refererede gruppe: musling ÷ mave.

På baggrund af ovenstående kan det konkluderes, at en reference- eller baggrundsværdi på 0,5 - 0,6 µg krom pr. g tørvægt i Grønland ser rimelig ud sammenlignet med vesteuropæiske baggrundsværdier omkring 1-3 µg krom pr. g tørvægt. En udledning på under 325 kg krom pr. år , hvilket KNA oplyser er den forbrugte krommængde i 1989, har altså i løbet af ca. 1 år givet anledning til kromkoncentrationer i blåmuslinger 250 til 700 meter fra udledningen, der er 8-10 gange over referenceværdien. I blåmuslingerne fra kyststationer op til 2,5 km fra udledningen ses kromkoncentrationer, der er ca. 2,5 gange referenceværdien.

Undersøgelserne i nærheden af betydelige kromkilder viser, at muslinger er i stand til at opbygge ganske høje kromkoncentrationer. Det kan derfor ikke udelukkes, at blåmuslingerne nærmest garveriet i løbet af en årrække kan opbygge højere koncentrationer, selv om kromudledningen fra Grønlandsgarveriet er mindre end ovennævnte kilder. Vedrørende sundhedsskadelige effekter af de fundne kromkoncentrationer skal der henvises til afsnit 8, samlet vurdering af kromudledningen.

7.2 Vurdering, blæretang

Kromkoncentrationerne i blæretang viser omtrent samme billede, som det blev set for blåmusling, blot mere markant. Koncentrationerne i blæretang på de tre stationer, der ligger indenfor 700 meter fra garveriet, ligger mellem 1,3 og 8,9 µg krom pr. g tørvægt, et niveau der er signifikant højere end samtlige øvrige stationer incl. stationerne ved Narsaq. De øvrige stationer er ikke signifikant forskellige og har i gennemsnit en kromkoncentration på 0,17 µg pr. g tørvægt.

Spildevandets udbredelse er beskrevet under 7.1 og også her kan de fundne kromkoncentrationer rimelig godt forklares ud fra spildevandets udbredelse. Da spildevandet i starten holder sig i overfladen og derpå føres tæt langs kysten, måske især østkysten, vil de højeste koncentrationer være at finde på den nærmeste station, M 2, på østkysten med et fald til næste station, M 6. Lidt overraskende er det dog, at station M 1 indenfor havnemolen kun ligger ca. 7 gange over baggrundsniveauet, mens M 2 i nogenlunde samme afstand, ca. 200 meter fra garveriet men på samme side som garveriet, ligger ca. 55 gange over baggrundsniveauet. Resultatet støtter dog tanken om, at spildevandet især følger østkysten ud af havnen for så senere at spredes langs begge kyststrækninger.

Meget tyder på, at krom(III) let adsorberes til blæretangs overflade enten direkte eller ved at blive optaget i bakterier, der lever på tangens overflade /5/.

På vandplanters overflade finder man også højere kromkoncentrationer i helt nedsænkede vandplanter end i planter med flydeblade, hvilket taler for at overfladeadsorption spiller en stor rolle.

I nogenlunde uforurenede områder er der fundet kromkoncentrationer i blæretang på mellem 1,9 og 4 µg pr. g tørvægt /5/. Værdien på 1,9 µg pr. g tørvægt er fundet i East Looe-området i det sydvestligste England og på Sveriges vest- og østkyst er der fundet kromkoncentrationer i blæretang på 3-4 µg pr. g tørvægt. Disse baggrundsværdier er 10 til 25 gange højere end den fundne baggrundsværdi ved Qaqortoq og Narsaq med en gennemsnitsværdi på knap 0,2 µg pr. g tørvægt. Som omtalt under afsnit 7.1 kan der på grund af større kromforurening i de vesteuropæiske områder forventes et højere niveau end i Grønland.

I omtalen af større kromforureningskilder, som nævnt i vurderingsafsnittet om blåmuslinger, er der ikke fundet oplysninger om kromindhold i blæretang eller andre planter.

Det kan konkluderes, at det fundne baggrundsniveau i Grønland på knap 0,2 µg krom pr. g tørvægt er lavt sammenlignet med baggrundsværdier for Vesteuropa på 2-4 µg pr. g tørvægt. Indenfor 700 meter fra Grønlandsgarveriet er der altså i løbet af ca. 1 år opbygget kromkoncentrationer i blæretang på op til 55 gange over baggrundsniveauet. Én km fra garveriet er kromkoncentrationen nede på baggrundsniveauet.

7.3 Vurdering, fisk

Der er ikke fundet krom i fisk, hverken i muskel eller i lever. De analyserede fiskearter er torsk, uvak, ulk og hellefisk. Alle analyserede værdier ligger således under detektionsgrænsen på 0,1 µg/g tørvægt. Fiskestationerne nærmest garveriet er F 1 ca. 40 meter fra spildevandsudledningen og F 4, 250 meter fra udledningen. F 4 ligger tæt på station M 2, hvor der er fundet de højeste kromkoncentrationer i blæretang og de næsthøjeste i blåmuslinger. De to arter, der er analyseret på disse stationer, er den stedfaste ulk og den nogenlunde stedfaste uvak.

Fisk optager især krom gennem føden, men også fra vandfasen via gællerne. Krom kommer ind i kropsvævene ved at komplexbindes til mindre organiske molekyler. I nogenlunde uforurenede områder er de største kromkoncentrationer fundet i gællelåg og nyre (regnbueørred) /5/. I kromforurenede områder er der i karper fra Donau fundet højere kromindhold i lever end i nyre, henholdsvis 0,2 og 0,1 µg pr. g tørvægt, hvilket er relativt lave værdier. Derimod var indholdet i gællerne helt oppe på 53 µg pr. g tørvægt. Ud for et kommunalt spildevandsafløb nær Los Angeles, USA, fandtes der ikke forhøjede kromkoncentrationer i fem fiskearter, til trods for, at der fandtes værdier i muslinger som var 10 gange højere end referenceniveauet /5/.

Kromkoncentrationen i 3 forskellige fiskearter fra nogenlunde uforurenede områder ved den svenske østkyst ligger på 0,1 til 0,2 µg pr. g tørvægt. I en amerikansk undersøgelse af ferskvandsfisk, er der i fem forskellige arter fundet koncentrationer på 0,09 til 0,28 µg pr. g tørvægt /5/.

Krom kan udskilles fra fisk, og som det blev set hos blåmuslingen, er der i regnbueørred fundet en hurtig udskillelsesmekanisme, efterfulgt af en langsom udskillelsesmekanisme. Den hurtige har en halveringstid på ca. 1 døgn, og det menes især at være krom(VI) der udskilles. Den langsomme har en halveringstid på 26 døgn, og denne udskillelse menes at bestå af krom(III). Regnbueørred, der blev flyttet fra kromforurenet vand til rent vand, viste trods stor udskillelse en øget kromkoncentration i nyre, gæller, lever og galde. Den øgede

koncentration menes at hænge sammen med, at disse organer er aktive ved kromudskillelsen /5/.

Det kan konkluderes, at der ikke kan konstateres krom i de analyserede fisk, hverken i muskel eller lever, og at disse resultater er i overensstemmelse med andre undersøgelser. I visse kromforurenede områder er der konstateret forhøjede kromkoncentrationer i bl.a. gællelåg, mens der i andre områder trods forhøjede værdier i muslinger på ca. 10 gange ikke kunne konstateres forhøjede værdier i fisk. Sidstnævnte undersøgelse er helt i overensstemmelse med undersøgelserne ved Qaqortoq. Noget tyder på, at der skal en stor kromforurening til, for at give forhøjede kromkoncentration i fisk, og her er det i organer som nyre, lever, milt, galde og gælle, der konstateres forhøjede koncentrationer i og ikke i muskel. Der synes således ikke at være fare for en opbygning af kromkoncentrationer i fisk i området ud for Qaqortoq og derfor heller ikke nogen sundhedsskadelige koncentrationer i fiskekød.

7.4 Vurdering, sediment

I sedimentprøver der er analyseret fra Qaqortoq havn, Qaqortoq fjord og fra Narsaq havn, er der fundet kromkoncentrationer mellem 11 og 45 µg pr. g tørvægt. I de prøver, hvor sedimentsøjlen er analyseret, er der ikke fundet forhøjede kromværdier i de øverste par cm, men et nogenlunde ensartet niveau ned gennem sedimentsøjlen. Kun på én station, S 7, der ligger inderst i havnen, er der fundet kromkoncentrationer, der er signifikant højere end på de øvrige stationer. Indholdet ligger på 48-69 µg pr. g tørvægt. I de øverste 7 cm af denne sedimentsøjle er koncentrationen højere end i de nederste tre cm, hvor koncentrationen er omkring 33 µg pr. g tørvægt.

De fundne kromkoncentrationer kan sættes i relation til niveauer i svenske vandområder /5/. I søer, der ikke modtager krom fra kendte spildevandskilder, er indholdet fra 10-35 µg pr. g tørvægt med et gennemsnit på omkring 20 µg pr. g tørvægt. Langs den svenske øst- og vestkyst finder man et noget højere indhold på mellem 20-40 µg pr. g tørvægt i områder, der ligger et stykke fra tætbebyggede områder og industrier. I nærheden af større byer findes væsentligt højere niveauer på 50-240 µg pr. g tørvægt og i nærheden af industrier, der udleder spildevand, er koncentrationen mellem 400 og 3.000 µg pr. g tørvægt i overfladesedimentet. I Danmark i Fåborg fjord er der 400 meter fra et garveri fundet omkring 1.200 µg pr. g tørvægt og 9 km fra garveriet ca. 100 µg pr. g tørvægt /6/.

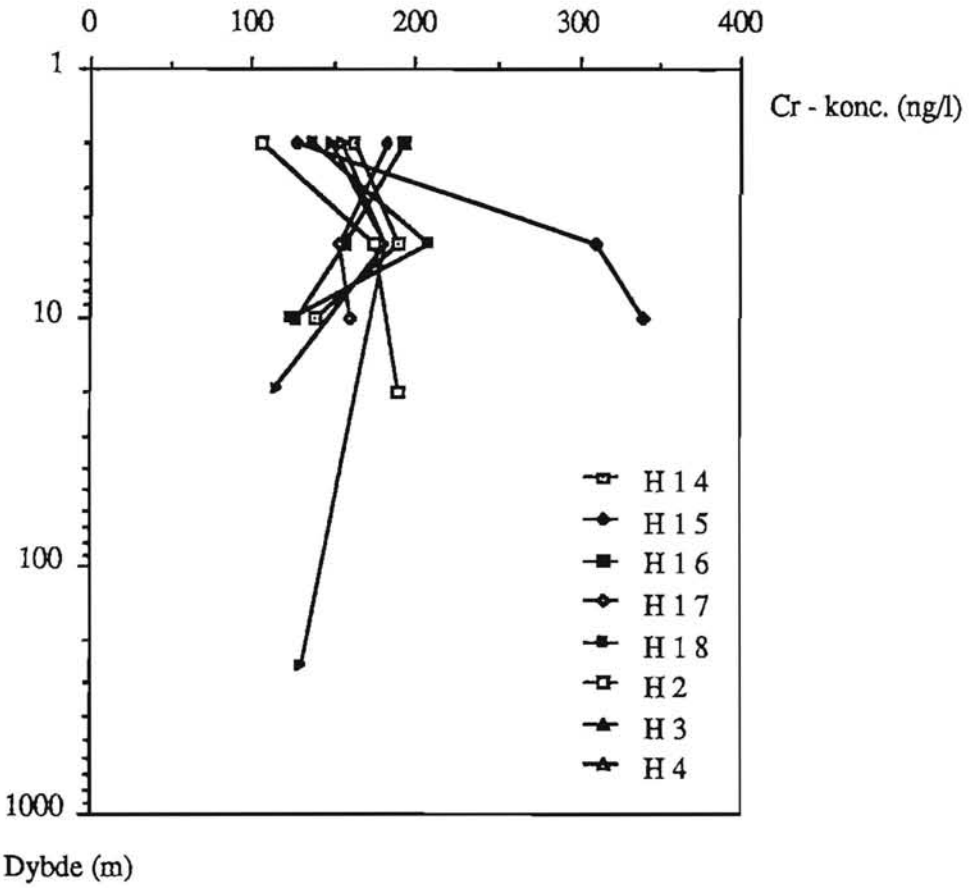
Da de fleste overfladesedimenter ved Qaqortoq viser kromkoncentrationer mellem 10 og 35 µg pr. g tørvægt svarer dette meget godt til det svenske niveau for nogenlunde uforurende kystsedimenter.

Det var forventet, at der i Qaqortoq havn kunne findes kromkoncentrationer i overfladesedimentet, der var forhøjede dels i forhold til det dybereliggende sediment og dels i forhold til overfladesedimenterne udenfor havnen. Det er ikke tilfældet og må derfor betyde, at der er en ringe sedimentation af krom i havnen. En forklaring herpå er sandsynligvis det kraftige tidevand, der giver en stor og jævnlig vandudskiftning i havnen. På grund af havneaktiviteter vil sedimentet endvidere rodes op og føres bort med strømmen. Kun på station S 7 findes forhøjdede kromkoncentrationer i de øverste 7 cm af sedimentsøjlen. Denne station ligger på ret dybt vand, ca. 9 meter, og på jævn bund tilbagetrukket fra Atlantkajen. En sedimentstation af partikulært materiale indeholdende krom er altså sandsynlig her. Kromkoncentrationen her kan skyldes Grønlandsgarveriet, men andre kilder som f.eks. afskrabet kromholdigt maling fra Reparationskajen er også sandsynlige.

Det kan konkluderes, at kromkoncentration i sedimenterne i Narsaq havn, i Qaqortoq fjord og i Qaqortoq havn er lave og svarer til koncentrationer i nogenlunde uforurenede svenske kystområder. Kun på én station i Qaqortoq havn ses kromværdier, der er forhøjet omkring en faktor 2 i forhold til de øvrige sedimentkoncentrationer. Denne forhøjelse kan skyldes Grønlandsgarveriet men også kromholdigt maling fra Reparationskajen er en mulig kilde.

7.5 Vurdering, havvand

Der er indsamlet relativt få havvandsprøver, og materialet er således for lille til en egentlig statistisk bearbejdning. Resultaterne er i stedet afbildet i figur 7, hvor kromkoncentrationen som funktion af dybden er indtegnet. De højeste kromkoncentrationer er målt i prøver udtaget på station H 1, d. 5.10.89 i dybderne 5 og 10 m. Ud over disse havvandsprøver er der ikke nogen systematisk forskel i kromkoncentrationen, hverken ved de øvrige to havnestationer H 2 og H 3 eller ved station H 4, som er placeret ude midt i Qaqortoq fjord. Prøver fra station H 1 er udtaget lige efter starten af en spildevandsudledning, både onsdag og fredag. I disse prøver er der som nævnt ikke nogen forskelle at spore i kromkoncentra tionen. Om torsdagen er prøverne udtaget ca. 5 timer efter spildevandsudledningen, hvilket kunne forklare den højere kromkoncentration i dybderne 5 og 10 meter, hvilket dog er et spinkelt vurderingsgrundlag.



Figur 7. Kromkoncentration (ng/l) i havvand fra Qaqortoq. Ved station H 1 er udtaget prøve i fem på hinanden følgende dage, 4.-8.10.89, benævnt som H 1 4 - H 1 8.

Såfremt det antages, at kromkoncentrationen i havvandsprøver indsamlet ved station H 1 d. 5.10.89 er forskellig fra de andre prøver, kan gennemsnittet af de resterende havvandsprøver beregnes til 151 ± 31 ng/l havvand. Sammenlignes resultatet af havvandsprøver fra Qaqortoq med uforurenet Atlanterhavsvand med et kendt kromindhold (NASS-1, certificeret værdi) på 184 ± 16 ng/l ses, at havvandet ved Qaqortoq ikke kan betragtes som forurenet sammenlignet med kromkoncentrationen i det uforurenede Atlanterhavsvand.

8. Samlet vurdering af kromudledningen

Krom i formen krom(III) udledes fra KNA i spildevandsbade på 2.-3.000 liter med en mængde, der ligger under 325 kg pr. år, hvilket KNA oplyser er den forbrugte krommængde i 1989. Afhængig af tidevand og vind vil spildevandet enten blive ført indad i havnen eller udad langs den østlige del af havnen for derefter at spredes langs kysten enten mod øst eller vest. På grund af roligere vand i havnebassinet, vil krom bundet til partikler begynde at

sedimentere. Det meste krom vil dog relativt hurtigt føres ud af havnen på grund af oprodning fra skibstrafikken og tidevandsstrømmen. Havnebassinets noget tragtformede facon gør også, at der ikke findes egentlige sedimentationsområder. I havnens nordøstlige del findes dog et lavt, fladt område, hvor nogen sedimentation kan finde sted, og her findes da også forhøjede kromkoncentrationer, der dog kun svarer til en fordobling i forhold til kromkoncentrationen i sedimenterne i resten af havnen, samt i Qaqortoq fjord og i Narsaq havn. Sammenlignet med svenske undersøgelser ligger niveauet lidt over indholdet i nogenlunde uforurenede områder og i den lave ende af områder i nærheden af større byer. Et bidrag fra kromholdige malingsrester fra Reparationskajen kan også være medvirkende til det lidt forhøjede kromniveau inderst i havnen.

Når spildevandet føres udad i Qaqortoq fjord, vil det ved stigende vandstand og vind fra sydvest blive ført tæt langs kysten mod øst. I starten vil det kromholdige spildevand holder sig i overfladen, men da det indeholder en relativ stor mængde salt, vil det hurtigt opblandes i havvandet, blive fortyndet og brede sig nedad mod bunden. Spildevandets indhold af partikler, hvortil det meste krom er bundet, vil også begynde at bundfældes, og derfor også medvirke til at spildevandsfanen breder sig mod bunden. Omkring 1 km fra udløbet vil spildevandet være så fortyndet i overfladen, at der kun spores kromkoncentrationer i blåmuslinger, der er 2 til 3 gange over baggrundsniveauet ved Narsaq. Derimod indeholder blåmuslinger nærmere spildevandsudledningen 8-10 gange højere kromværdier i forhold til baggrundsværdierne. På lignende måde ses det med blæretang, der vokser tættere på spildevandsudledningen end 1 km, at kromkoncentrationerne er henholdsvis 55 og 20 gange over de niveauer, der findes i blæretang, der vokser længere væk fra udledningen. Med faldende vandstand og vind fra sydvest vil spildevandsstrømmen fra østkysten bevæge sig mod vestsydvest langs kysten og her blive fortyndet på lignende måde som beskrevet ovenfor. På vestkysten af havnen ses ikke de høje kromkoncentrationer i blåmusling og blæretang, som det blev set på østkysten, men da den nærmeste station her ligger lige omkring én km fra spildevandsudledningen, svarer dette megt godt til iagttagelserne på østkysten. 2 til 3 km fra spildevandsudledningen kan der stadig spores forhøjede kromkoncentrationer i blåmuslinger, mens der 3 1/2 km rundt langs østkysten og 3 km syd for KNA på den modsatte side af Qaqortoq fjorden ikke kan spores forhøjede kromkoncentrationer.

I relativt stedfaste fisk som ulk og uvak, der bevæger sig inde i havnen ganske tæt ved spildevandsudløbet og 250 meter herfra, har der ikke kunnet påvises krom hverken i lever eller i muskel. Heller ikke på de øvrige stationer er der påvist krom i fiskene. Dette er i god overensstemmelse med andre undersøgelser, der viser, at fisk i meget ringe grad optager krom i kropsvævene. Kun i forbindelse med kromudledninger, der er større end udledningen fra KNA, er der fundet krom i fisk, og her er det i de indre organer som nyre, lever og

galdeblære, eller i gællelåg og gæller, og ikke i fiskemuskel. Det er under indsamlingsprogrammet i kapitel 3 nævnt, at det ikke var muligt at fange fjeldørreder, men på baggrund af de her analyserede fisk, samt fiskedata fra litteraturen, forventes det ikke, at der i fjeldørreder kan findes krom. Det har heller ikke været muligt at indsamle rejer til kromanalyse, og data for rejer har ikke kunnet findes. Fra nogenlunde uforurenede områder i Middelhavet findes kromdata for et mindre krebsdyr, Acartia, der har en koncentration på 1,5 µg pr. g tørvægt, hvilket svarer til baggrundsniveau for blåmuslinger på 1-3 µg pr. g tørvægt /5/. En undersøgelse fra Columbia floden viser, at flodkrebs havde et noget lavere kromindhold end muslinger /5/. Begge disse undersøgelser tyder på, at et krebsdyr som rejen har lavere koncentrationer end blåmuslinger. Da rejerne befinder sig på blød bund med et kromindhold, der svarer til baggrundsniveauet og i en afstand fra spildevandsudledningen på minimum 2 km, en afstand, hvor kromkoncentrationen i blåmuslinger er ca. 2,5 gange over baggrundsniveauet på omkring 0,5 µg pr. g tørvægt, er der ikke noget der tyder på, at rejer indeholder større kromkoncentrationer.

Der er i det foregående set på krom(III) indholdet i dyr, planter, sediment og havvand. Spørgsmålet er, om den udledte krom(III) koncentration i garvebadene på 1 - 1,5 g pr. liter /10/ kan give anledning til akutte eller kroniske giftvirkninger. Den nævnte koncentration findes i selve krombadene, mens der i mange af skylle- og farvebadene er betydelig lavere kromkoncentrationer. Disse krombade på 2.-3.000 liter pr. bad udledes meget uensartet og med højst et til to bade om dagen. Et sådant bad sendes altså ud som en afgrænset mængde, der enten kan feje hen over et dyr eller en plante i en relativ begrænset periode med en koncentration på 1 - 1,5 g pr. liter inden fortynding i recipienten, eller også bevæge sig helt ved siden af dyret eller planten. Sådanne meget variable kromkoncentrationer over et variabelt tidsrum er meget vanskeligt at sammenholde med toxicitetsforsøg med præcise kromkoncentrationer i en given tidsperiode. Ydermere vanskeliggøres en vurdering af krom(III)´s giftighed, da der kun findes meget få toxicitetsdata. Nedennævnte vurdering kan derfor kun give et skøn over krom(III)´s mulige giftvirkning ved Qaqortoq.

Krom (III) er ved høje koncentrationer stærkt vævsskadende ved at koagulere proteinerne, et forhold der netop anvendes ved kromgarvning. Den akutte giftvirkning af krom(III) ligger for bunddyr som krabbelarver og børsteorme i saltvand på mellem 10 og 56 mg/l / 5/. De angivne værdier er LC 50 - værdier, hvilket angiver den koncentration, hvor 50% af forsøgsdyrene dør eller inaktiveres. Værdierne er generelt lidt lavere i ferskvand. Øget saltholdighed og lavere temperaturer mindsker giftigheden, således at LC 50 - værdierne øges. I forhold til de angivne værdier, vil dette forhold betyde højere LC 50 - værdier i de grønlandske farvande. For at få en ide om kromudledningen fra KNA har akut giftvirkning, antages det derfor, at LC 50 - værdien ligger lidt over de ovennævnte LC 50 - værdier, f.eks.

100 mg/l. Hvis der to gange i døgnet udledes et bad med en kromkoncentration på 1 g/l, og denne spildevandsmængde påvirker dyrene i to timer ud af døgnets 24 timer, kan en gennemsnitsspildevandskoncentration ved udløbet sættes til 1/10 eller 100 mg/l, altså af samme størrelsesorden som ovennævnte antagne LC 50 - værdi. Med disse antagelser, vil der helt tæt på spildevandsudledningen være en mulighed for akutte giftvirkninger af krom(III).

Vedrørende langtidseffekter af krom(III), er disse så dårligt undersøgt, at der ikke skal gives nogen vurdering, men blot et kort referat af undersøgelserne.

Hos dafnien, Daphnia magna, er kroniske effekter fundet ved koncentrationer mellem 47 og 93 µg pr. liter ferskvand. En udfældning af krom(III) som kromhydroxid fandtes ikke at have nogen målelig effekt på børsteorme og fisk i saltvand.

Til slut skal det vurderes, om der er nogen sundhedsmæssige risici ved at spise dyr fra Qaqortoq-området. Ud fra de foretagne undersøgelser og analyser, ser det ud til, at det kun er blåmuslinger indenfor ca. 1 km fra spildevandsudledningen fra garveriet, der har forhøjede kromværdier. Lad os antage, at en person kan spise 50 muslinger fra dette område. Med en skallængde på 5 cm er bløddelsvægten ca. 5 g og tørvægten 0,7 g. I de mest krombelastede blåmuslinger er kromkoncentrationen ca. 5 µg pr. g tørvægt, hvilket betyder, at én musling indeholder 3,5 µg krom, og at den totale indtagelse af krom med muslingerne er 175 µg pr. døgn.

I forskellige undersøgelser er menneskets døgnoptagelse af krom angivet til mellem 5 og 110 µg, men større værdier er opgivet /5/. Disse krommængder optages fra fødevarer som kød, lever, nyre, smør, krydderier, øl, gær og uraffineret sukker, der er relativt kromrige produkter, mens fødevarer som skummetmælk, fisk, frugt, grøntsager, kartofler og mel er relativt kromfattige. Dagsbehovet er angivet til 50 µg krom. Krom (III) indgår som en kofaktor i insulin, og krommangel minder om sukkersygesymptomer.

Den krommængde, der således kan indtages med de mest belastede blåmuslinger, ligger altså i overkanten af, hvad der indtages af krom fra de øvrige fødevarer. Ifølge undersøgelser fra USA kan den totale krommængde i et menneske udgøre ca. 6 mg krom(III). For pattedyr, hvortil mennesket hører, er det angivet, at de kan tåle 100-200 gange kroppens normale kromindhold uden symptomer på forgiftning. Det svarer til omkring 1 g krom /5/. Det er endvidere vist, at katte kan tolerere 1 g krom(III) pr. kg i føden uden synlige forgiftningssymptomer /5/. I forhold til 1 g krom, ligger den tidligere beregnede kromindtagelse via blåmuslinger på ca. 0,2°/oo af dette indhold. Krom udskilles både via urin og fæces og angives i urin til op til ca. 10 µg pr. døgn. Ikke absorberet krom, ofte krom (III), udskilles

især gennem fæces, således at udskillelsen kan variere betydeligt afhængig af kroms kemiske form i føden.

Der findes ikke danske værdier for kroms acceptable daglige indtagelse (ADI) og heller ikke foreløbige tolerable indtag af krom pr. uge pr. kg legemsvægt, som de opgives af WHO /9/. Alt i alt synes der således ikke at være nogen sundhedsmæssige risici ved at spise relativt store mængder blåmuslinger med forhøjede kromværdier.

9. Vurdering af andre forureninger

Udover krom udledes der fra Grønlandsgarveriet en lang række stoffer, der kan give anledning til forurening i og omkring Qaqortoq. Det drejer sig om organiske stoffer som fedt, olie, kødrester m.v., organiske syrer som eddikesyre og myresyre, uorganiske salte som f.eks. klorid og sulfat samt forskellige farvestoffer og diverse organiske og uorganiske tilsætningsstoffer.

For at vurdere den samlede mængde af mulige forurenende stoffer fra Grønlandsgarveriet, er der i det følgende afsnit anvendt tidligere skønnede udledningsmængder foretaget af Teknologisk Institut. Værdierne er opstillet i tabellerne 7 og 8, der angiver henholdsvis en forventet maksimal udledning ved en behandling af 150.000 skind (2.8.1988) og en minimumsudledning svarende til en behandling af 38.000 skind (2.6.1987).

	sælpels (aluminium)	sælpels (krom)	rulam	ialt	koncentrationsgennemsnit
Vandforbrug (m^3)	10.600	13.100	2.700	26.400	
Krom	0	560	220	770	29 mg/l
Aluminium (kg)	450	560	40	1.050	40 mg/l
BOD 5 (ton)	3,6	4,6	0,8	0,9	340 mg/l
COD (ton)	11	14	2,2	27,2	1.030 mg/l
Total nitrogen (kg)	580	740	120	1.440	55 mg/l
Fosfor (kg)	7	9	2	18	0,7 mg/l

Tabel 7. Beregnede værdier for det maximale årlige vandforbrug og forureningsmængder i spildevandet fra KNA. Beregningen er udarbejdet af Teknologiske Institut for KNA i 1988, /11/ og er baseret på 120.000 sælskind, 20.000 lammeskind og 10.000 diverse skind. Den har bragte tabel er et uddrag.

	sælpels m.v.	rulam	dekorationsfår	ialt	koncentrationsgennemsnit
Vandforbrug (m^3)	4.250	1.350	1.600	7.200	
Krom (kg)	0	110	0	110	15 mg/l
Aluminium (kg)	165	20	65	250	35 mg/l
BOD 5 (ton)	1,3	0,4	0,3	2	280 mg/l
COD (ton)	4	1,1	0,9	6	830 mg/l
Total nitrogen (kg)	210	60	50	320	44 mg/l
Fosfor (kg)	2,7	0,7	0,6	4	0,6 mg/l

Tabel 8. Beregnede værdier for det årlige vandforbrug og forureningsmængder i spildevandet fra KNA. Beregningerne er udarbejdet af Teknologisk Institut for KNA i 1987, /11/ og er baseret på 20.000 sælskind samt 3.500 ren-, ræve- og hundeskind, 12.000 rulam og 6.000 dekorationsfår. Den her bragte tabel er et uddrag.

9.1 Indhold af iltforbrugende stoffer, kvælstof og fosfor i spildevandet.

For Grønlandsgarveriets spildevand er det skønnet, at den maximale mængde ilt der skal anvendes til nedbrydning af organisk nedbrydeligt stof er 9 ton pr. år målt som BOD 5 eller BI_5 (Biologisk Iltforbrug på 5 døgn). Minimumsmængden er skønnet til 2 ton pr. år. Ved anvendelse af kaliumdichromat (COD) fåes en kraftigere oxidation, og de skønnede værdier for maximum og minimum er henholdsvis 27 ton pr. år og 6 ton pr. år.

Iltforbruget i spildevandet fra KNA er sammenholdt med det tilsvarende iltforbrug i byspildevandet fra Qaqortoq. Ifølge Grønland-Atlas /7/ er indbyggerantallet 2.875 i Qaqortoq by. Der er kloakeret for ca. 2.000 beboere, og spildevandet løber urenset ud i Qaqortoq fjorden umiddelbart vest for den lange vestmole; her udledes endvidere spildevandet fra fiskerifabrikken. Ca. 50 boliger er kloakeret i den østlige del af byen, og udløbet i fjorden ligger nedenfor heliporten. De øvrige beboere får hentet natrenovation, der hældes i fjorden øst for heliporten. Her aflæsses endvidere fiskeriaffald. Placeringen af disse udledninger fremgår af figur 8.

Da mængden af fiskeriaffald og -spildevand ikke er kendt, er der ved beregning af spildevandets iltforbrug, kun regnet med spildevand fra de knap 3.000 indbyggere i byen. Ifølge erfaringstal fra Danmark /8/ svarer den daglige spildevandsmængde fra en person til

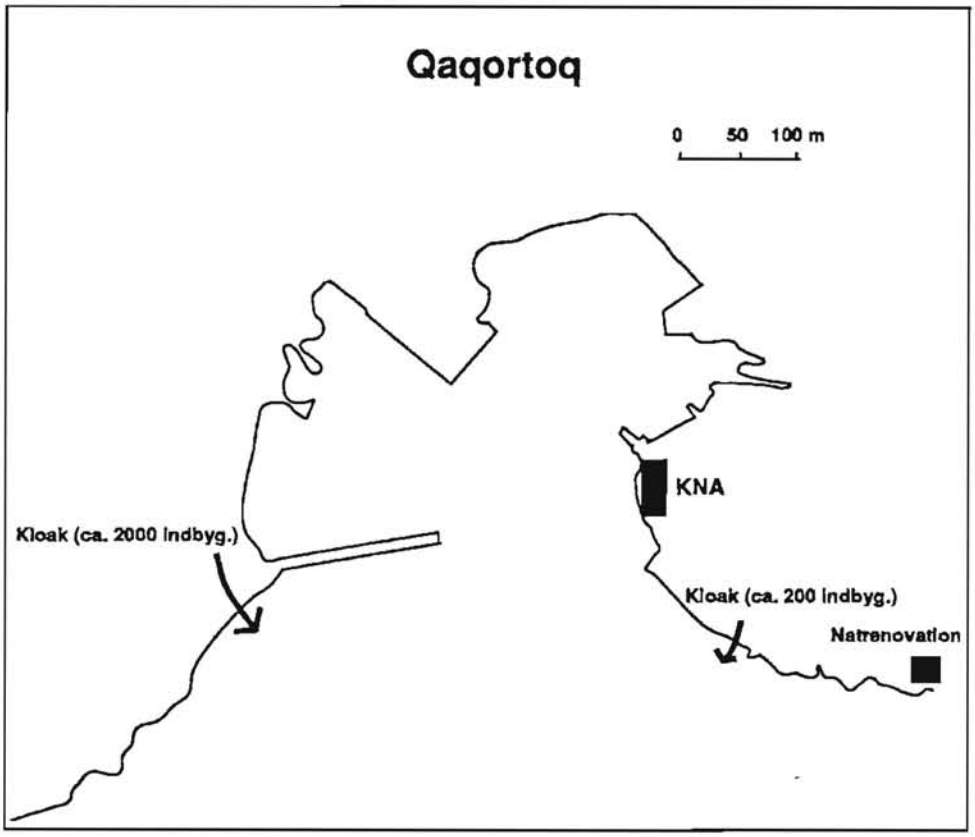


Fig. 8. Oversigtskort over Qaqortoq havn, med angivelse af placering af udledning af kloakspildevand og deponering af renovation.

et iltforbrug på 60 g ilt (BI_5). Dette giver et årligt iltforbrug på 63 ton fra Qaqortoq. Hertil skal lægges et sikkert ikke helt uvæsentligt bidrag fra fiskerifabrikken.

Iltforbruget i byspildevandet, udregnet som BI_5, er således fra 7 til 30 gange større end iltforbruget i KNA´s spildevand. Anvendes iltforbruget udregnet som COD, er iltforbruget i byspildevandet 3 til 10 gange større end iltforbruget i KNA´s spildevand.

Fra Garveriet er der regnet med en maximal udledning af kvælstof på 1,4 ton pr. år og en minimumsudledning på 0,3 ton pr. år. Ifølge erfaringstal fra Danmark /8/ regnes der i husspildevandet med 40 mg kvælstof pr. liter spildevand og en spildevandsmængde på 300 liter pr. person pr. dag. Dette giver ialt 12,6 ton kvælstof pr. år, hvilket er 10 til 40 gange udledningen fra KNA.

Tilsvarende for fosfor er der regnet med en maximal udledning på 18 kg pr. år og en minimumsudledning på 4 kg pr. år. Da der i husspildevand regnes med 10 mg fosfor pr. liter spildevand /8/, bliver de udledte mængder fra Qaqortoq 3,2 ton pr. år. Dette er flere hundrede gange mere end udledningen fra KNA.

En udledning af større mængder letnedbrydelige organiske stoffer, samt af næringsstofferne kvælstof og fosfor kan give anledning til en såkaldt eutrofiering - overgødskning - af et vandområde. Nogle af konsekvenserne ved en eutrofiering er et øget iltforbrug, hvilket kan føre til iltfattige bundområder med et meget begrænset liv og en større algeproduktion i vandet.

På indsamlingstogtet ved Qaqortoq i oktober 1989 blev der i forbindelse med indsamlingen af blåmuslinger og blæretang samt udtagning af sedimentkerner, gjort iagttagelser af den almene tilstand i recipienten. I Qaqortoq havn blev der på flere steder konstateret sort sediment i overfladen. Derimod blev der ikke set hvide bakteriebelægninger og fedtaflejringer på overfladen af sedimentet. Det sorte sediment skyldes iltfattige forhold ved bunden og i overfladesedimentet, på grund af en større nedbrydning af organisk stof fra bl.a. fiskerifabrikken, KNA og fra indskyllede havalger. Endvidere kan der være tale om en vis indstrømning af kloakspildevand i havnen. I Narsaq havn konstateredes meget og dårligt nedbrudt sort slam, især på sedimentstation S 27 længst inde i havnen.

På de fire littorale stationer M 1, M 2, M 3 og M 6, der ligger indenfor ca. 1 km fra havnen, blev der konstateret hvidlige, slimede bevoksninger af trådede alger på blæretangen. Belægninger gjorde det meget vanskeligt at gå rundt og indsamle blæretang på stationerne. Sådanne bevoksninger sås ikke på de øvrige littorale stationer. Bevoksningerne skyldes sandsynligvis en øget næringstilførsel fra byområdet.

For at vurdere om udledningen af organiske stoffer har en effekt på blåmuslinger, er der set på forholdet mellem blåmuslingernes skallængde og tørvægt på de enkelte stationer. Baggrunden for at se på dette forhold, er en formodning om, at blåmuslinger tæt på den organiske udledning får mere næring end blåmuslinger, der sidder fjernere fra udledningen. Værdier for skallængde og tørvægt er anvendt fra muslingestationerne M 2, M 3, M 5, M 6, M 7, M 8 og M 9 ved Qaqortoq og M 11 og M 12 ved Narsaq.

En statistisk analyse viste, at indholdet af tørvægt i muslinger stiger lineær med størrelsen, det vil sige skallængden, på samme måde ved hver indsamlingsstation. Testen er udført med en såkaldt Ancova-test, se bilag 5 for en nærmere beskrivelse af metoden.

Til sammenligning af tørvægtindholdet i muslinger fra de forskellige indsamlingsstationer, er der beregnet en estimeret værdi for tørvægt i en 4 cm musling. Værdierne er anført i tabel 9.

Station	sted	normal tørvægt g
M 6	Qaqortoq	0,34
M 2	-	0,32
M 5	-	0,28
M 3	-	0,28
M 9	-	0,27
M 7	-	0,23
M 8	-	0,19
M 12	Narsaq havn	0,40
M 11	-	0,37

Tabel 9. Beregnede tørvægtsværdier (g) for en 4 cm lang blåmusling fra de enkelte littorale stationer.

Det fremgår af tabellen, at der på Qaqortoqstationerne M 2 og M 6 tættest ved havnen er det højeste tørvægtindhold for en blåmusling på 4 cm´s længde. Med et noget lavere tørvægtindhold følger dernæst stationerne M 3, M 5 og M 9, og lavest M 7 og M 8. Stationerne M 3 og M 5 ligger vest for havnen i en afstand af 1 og 2,5 km, og M 7 og M 8 ligger øst for havnen i en afstand af 1,5 og 3,5 km. Station M 9 er placeret på den modsatte side af fjorden ca. 3 km fra havneindløbet. Det havde således været at forvente, at station M 7 havde haft en tørvægtindhold på niveau med station M 3 og M 5, og at tørvægtindholdet ved station M 9 var lavere. Men tendensen til en lavere tørvægt med stigende afstand fra havnen og dermed den organiske udledning synes klar. Muslingerne fra de to havnestationer i Narsaq ses at have de største tørstofindhold.

Sammenfattende kan det siges, at udledningen af organiske stoffer og næringsstoffer fra Qaqortoq synes at kunne spores i havnen og i en omkreds på omkring 1 km fra havnen, ud fra de iagttagne begroninger på blæretang og det lidt højere tørvægtsindhold i blåmuslinger. Med en produktion i 1989 på 30. - 40.000 skind bidrager KNA med hensyn til organisk stof med ca. 1/10 af den udledte mængde i kloakspildevandet. Som tidligere nævnt er fiskeriaffaldet ikke medtaget her, men bidraget herfra skønnes til at være betydeligt. Med hensyn til kvælstof og fosfor er KNA´s bidrag mere end 30 gange lavere end bidraget fra kloakspildevandet.

9.2. Indhold af organiske og uorganiske tilsætningsstoffer

Ved garveprocessen tilsættes foruden garvestofferne krom(III)-oxid eller aluminiumsulfat, en mængde hjælpestoffer i forskellige koncentrationer, samt ved kromgarvning endvidere forskellige farvestoffer.

Efterfølgende gennemgåes garveprocessen med beskrivelse af de forskellige typer tilsætningsstoffer og de potientielt mest toksiske stoffer vurderes nærmere, se figur 3, procesdiagram, forrest i rapporten.

Ved udblødningsprocessen opløses konserveringssalt og vand og saltopløselige proteinstoffer. Der tilsættes således ekstra salt, et blødgøringsmiddel, der endvidere har baktericid og fungicid virkning samt et egentligt baktericid i små mængder. Endvidere tilsættes pelssæber og enzymer.

I vaskeprocessen tilsættes yderligere pelssæber. Herefter udføres en pickling, der er en proces hvor pH reguleres således, at skindene bliver forberedt til den efterfølgende garvning. pH reguleres med myresyre og eddikkesyre og der tilsættes endvidere optisk hvidt og fedtstoffer.

Garvningen udføres hovedsaglig med krom, der ,som nævnt , tilsættes som Cr(III)-oxid, eller for dekorationsskind og nogle sælskind, aluminiumsulfat. Der tilsættes endvidere natriumbicarbonat til processen.

Skal skindene bleges udføres dette med natriumdithionit.

Farvningen foregår med såkaldte azofarvestoffer, nitrofarvestoffer eller anthraquinonefarvestoffer. Ved farveprocessen tilsættes desuden fedtmiddel og et kunstigt garvestof i små mængder.

Det er i første omgang vurderet at farvestofferne er de potentielt mest toksiske stoffer. Fra leverandøren er der udleveret resultater fra toksisitetsforsøg med farvestofferne. Forsøgene er udført på regnbueørred og resultaterne er opgivet som koncentrationer hvor 50 % af fiskene er døde (LC-50 værdier) i løbet af en 48 timers testperiode. For azofarvestoffer er koncentrationen opgivet at være større end 500 mg/l. For nitrofarvestoffer er LC-50 værdien opgivet at ligge mellem 100-500 mg/l og for anthraquinonefarvestoffer at ligge mellem 10-100 mg/l.

De koncentrationer farvebadene fremstilles i er mellem 100-200 gange højere end LC-50 værdierne. Leverandøren af farvestofferne lover 90 %'s optagelse i skindene, hvorved et spildevandsbad vil indeholde 10-20 gange højere koncentrationer end LC-50 værdier.

Nedbrydeligheden af azofarvestofferne er ca. 25% målt som BI_5 og 10-25 %, målt som COD, for nitrofarvestofferne. For anthroquinone er der ingen værdier for bionedbrydeligheden. Farvestofferne er således at betragte som langsomt nedbrydelige.

Der er endvidere udvalgt det fedtmiddel der anvendes som hjælpestof ved farvningen, da dette stof tilsættes i en ikke ubetydelig mængde. LC-50 værdien er af leverandøren opgivet at være ca. 1 mg/l ligeledes for regnbueørred i en testperiode på 48 timer. Bionedbrydeligheden er ikke anført for dette stof.

Opløsninger af tilsætningsstoffet i farvebadene fremstilles med en koncentration der er ca. 2500 gange LC-50 værdien.

Udfra ovennævnte oplysninger er der således grund til at udpege udledningen af farvestoffer og det anvendte hjælpemiddel, som potentielle kilder til påvirkning af miljøet omkring spildevandsudledningen. Det vil således være rimeligt at undersøge toksisiteten af den samlede spildevandsudledning, da det ikke her kan udelukkes at andre af de anvendte hjælpestoffer ligeledes bidrager til toksisiteten af spildevandsblandingen. Endvidere må man vurdere spildevandet, som den samlede blanding af kemiske stoffer det er, da den toksiske effekt af spildevandsblandingen kan være forskellig fra effekten af de enkelte stoffers toksisitet sammenlagt. Der kan således være tale om enten en forøget eller en formindsket effekt i stofblandinger.

Når toksisiteten af et stof skal vurderes, er det endvidere rimeligt at undersøge toksisiteten på flere forskellige trofiske niveauer, da kemiske stoffer ofte er toksiske i forskellige koncentrationer over for eksempelvis fisk , krebsdyr eller alger.

For uden udledning af organiske og uorganiske stoffer er der også en effekt af spildevandets surhedsgrad og temperatur i nærområdet for udledningen. pH i spildevandet fra samtlige udledninger, undtagen spildevand fra hårfarvningsprocessen (killing og det efterfølgende skyllevand SK 2-1) er lav og ligger mellem 3-4. Temperaturen i spildevandet varierer betydeligt og ligger fra 7-20° C i spildevandet fra garve- og skyllebade og fra farvebade op til 50° C.

Æstetiske gener af spildevandsudledningen er endvidere farven af det udledte spildevand fra farveprocessen.

10. Konklusion

Grønlandsgarveriet, KNA, havde i 1989 et kromforbrug på ca. 325 kg, hvilket betyder, at kromudledningen vil ligge noget lavere end denne mængde. En mere præcis angivelse af den udledte krommængde pr. år vil fremgå af spildevandsprogrammets analyser og beregninger, der vil foreligge som tillæg til denne rapport. Krom udledes i formen krom(III). Udover krom udledes der aluminium, organiske stoffer, salte, syrer, farvestoffer og diverse andre tilsætningsstoffer.

Krom kan indenfor 1 km fra Grønlandsgarveriet findes i blåmuslinger i koncentrationer på 4-5 µg/g tørvægt og i blæretang i koncentrationer på op til 8,9 µg/g tørvægt. For blåmuslinger er der tale om koncentrationer, der ligger 8-10 gange over referenceværdien ved Narsaq og for blæretang ligger koncentrationerne op til 55 gange over referenceværdierne ved Narsaq. Blæretang, der vokser længere væk fra KNA end 1 km, har ikke forhøjede kromværdier, mens der 2,5 til 3 km fra KNA stadig findes kromkoncentrationer, der i blåmusling er 2,5 gange over referenceværdien. De højeste kromkoncentrationer i blåmusling og blæretang fra Qaqortoq ligger en faktor 2 over kromkoncentrationen i blåmusling og blæretang fra nogenlunde uforurenede områder i Vesteuropa.

Med en kromudledning af den nuværende størrelsesorden kan det ikke udelukkes, at kromkoncentrationerne i blåmusling og blæretang vil øges.

Der er ikke fundet krom over detektionsgrænsen på 0,1 µg/g tørvægt i fisk, hverken i muskel eller i lever. De undersøgte fiskearter er ulk, uvak, torsk og hellefisk. Udfra den gennemgåede litteratur vurderes det, at det ikke er sandsynligt, at der findes krom i fjeldørred samt i rejer, dyr der ikke er indsamlet ved denne undersøgelse. Med en kromudledning af den nuværende størrelse, kan der ikke forventes en opkoncentrering af krom i fiskemuskel.

Kromkoncentrationen i sedimenterne i Narsaq havn, Qaqortoq fjord og Qaqortoq havn ligger mellem 10 og 35 µg/g tørvægt, og svarer til koncentrationen i nogenlunde uforurenede svenske kystområder. Kun på én station inderst i Qaqortoq havn ses kromkoncentrationer, der er forhøjet omkring en faktor 2 i forhold til de øvrige sedimentkoncentrationer. Kromkoncentrationen her kan skyldes udledning fra KNA, men andre kilder som f.eks. afskrabet kromholdigt maling fra Reparationskajen er også sandsynlige.

Kromkoncentrationen i filtreret havvand ved Qaqortoq er i gennemsnit på 151 mg/l og kan derfor ikke betragtes som forurenet sammenlignet med uforurenet Atlanterhavsvand.

Der synes ikke at være nogen sundhedsmæssige risici ved at spise relativt store mængder blåmuslinger med forhøjede kromkoncentrationer, som de er fundet indenfor 1 km fra KNA. Blåmusling er den eneste fødevare, hvor der er fundet forhøjede kromkoncentrationer.

Ud fra litteraturdata kan det ikke udelukkes, at krom(III), samt diverse farvestoffer, og et udvalgt fedtmiddel anvendt ved farveprocessen, kan have en akut giftvirkning for visse marine organismer i et område omkring udledningen.

Udledningen af organisk stof og næringssalte fra KNA er i forhold til kloakspildevandet fra Qaqortoq by 1/10 eller lavere.På grundlag af begroninger på blæretang og et lidt højere tørvægtsindhold i blåmuslinger indenfor en radius af ca. 1 km fra Qaqortoq havn, synes udledt organisk stof og næringssalte at kunne spores i omgivelserne.

Det skal understreges, at de fundne kromkoncentrationer i recipienten skyldes en kromudledning, der kun har fundet sted i omtrent 1 år. Udsættes de marine organismer for en krompåvirkning over et længere tidsrum end ét år, kan det ikke udelukkes, at der kan findes højere kromkoncentrationer i blåmuslinger og blæretang, og at forskellige kroniske effekter på marine organismer kan begynde at optræde. Det er derfor nedenfor anbefalet at følge kromkoncentrationen i recipienten.

I forbindelse med den fremtidige spildevandsudledning anbefales det, at der udføres et kontrolprogram, samt gennemføres en akut toksicitetstest på den samlede spildevandsudledning.

I recipienten anbefales det, at der for at følge kromkoncentrationen i recipienten udføres en monitering, der f.eks.hvert 2. eller 3. år følger kromkoncentrationen i blåmusling og blæretang, samt evt. i ulk.

Hvis der bygges et rensningsanlæg, anbefales det, at ovenstående monitering udføres umiddelbart før igangsætningen af rensningsanlægget, samt årene efter, som skitseret ovenfor, for at følge spildevandsrensningens effekt i recipienten.

Referenceliste

1. Vandundersøgelse. Tørstof og gløderest, DS 204, 1 udg. 1980.

2. Vandundersøgelse. Metal ved atomabsorptionsspektrofotometri i flamme. Almene principper og retningslinier. DS 259, 1 udg. 1982

3. Golimowski, J. , P. Valenta og H.W. Nürnberg, Fresenius Z. Anal. Chem. 332: pp 315-322, 1985

4. Grønlands Tekniske Organisation, Opgave 7: Renoanlæg, pp 27-30, juli 1970

5. Statens Naturvårdsverk, PM 1570, Meddelande, Krom i Miljöen, 1982

6. Mogensen, B.B., Spredning og ophobning af Chrom(III) i det marine miljø belyst ved hjælp af undersøgelser fra Fåborg fjord. Danmarks Farmaceutiske Højskole, Kemisk Institut, AD, 1978

7. Kalaallit Nunaat - Grønland - Atlas, Pilersuiffik 1989

8. Petersen, A.L. og A.H. Olsen, Spildevandsrensning - anvendt mikrobiologi, 1978

9. Alsing, Gitte, Levnedsmiddelstyrelsen, pers. komm., 14.3.1990

10. Ljungdal, Helge, KNA, pers. komm., 27.3.1990

11. Teknologisk Institut, beregninger for KNA, henholdsvis i brev af 2.8.1988 fra KNA til Qaqortoq kommune og i rapport til KNA 25.2.1987

Appendix 1. Indsamlingsdata, Qaqortoq 1989

Bilag 1.1 Littorale stationers position

Station		Bredde	Længde
M 1	Qaqortoq	60°43'05"	46°02'48"
M 2	"	60°42'98"	46°02'12"
M 3	"	60°42'85"	46°03'23"
M 4	"	60°42'68"	46°03'84"
M 5	"	60°42'40"	46°04'54"
M 6	"	60°42'92"	46°01'66"
M 7	"	60°42'79"	46°00'86"
M 8	"	60°43'70"	46°00'40"
M 9	"	60°41'92"	46°02'22"
M 10	"	60°42'93"	46°06'53"
M 11	Narsaq	60°54'49"	46°02'57"
M 12	"	60°54'43"	46°03'30"
M 21	"	60°56'31"	46°06'03"

Bilag 1.2 Littorale stationer - Blæretang (Fucus vesiculosus)

Station	løbenr.	prøvetype	projekt	dato	ini.
M 1	19903	Fuc. Ves.	KNA	4/10/89	GHP
M 1	19905	Fuc. Ves.	KNA	4/10/89	GHP
M 1	19906	Fuc. Ves.	KNA	4/10/89	GHP
M 2	19907	Fuc. Ves.	KNA	4/10/89	GHP
M 2	19908	Fuc. Ves.	KNA	4/10/89	GHP
M 3	19923	Fuc. Ves.	KNA	5/10/89	GHP
M 3	19924	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 3	19925	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 4	19920	Fuc. Ves.	KNA	5/10/89	GHP
M 4	19921	Fuc. Ves.	KNA	5/10/89	GHP
M 4	19922	Fuc. Ves.	KNA	5/10/89	GHP
M 5	19918	Fuc. Ves.	KNA	5/10/89	GHP
M 5	19919	Fuc. Ves.	KNA	5/10/89	GHP
M 6	19934	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 6	19935	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 6	19936	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 7	19937	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 7	19938	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 7	19939	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 8	19940	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 8	19941	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG
M 8	19942	Fuc. Ves.	KNA	6/10/89	CMG

M 9	19943	Fuc. Ves.	KNA	7/10/89	CMG
M 9	19944	Fuc. Ves.	KNA	7/10/89	CMG
M 9	19945	Fuc. Ves.	KNA	7/10/89	CMG
M 10	19946	Fuc. Ves.	KNA	7/10/89	CMG
M 10	19947	Fuc. Ves.	KNA	7/10/89	CMG
M 10	19948	Fuc. Ves.	KNA	7/10/89	CMG
M 11	19954	Fuc. Ves.	KNA	9/10/89	GHP
M 11	19955	Fuc. Ves.	KNA	9/10/89	GHP
M 11	19956	Fuc. Ves.	KNA	9/10/89	GHP
M 12	19961	Fuc. Ves.	KNA	9/10/89	GHP
M 12	19962	Fuc. Ves.	KNA	9/10/89	GHP
M 12	19963	Fuc. Ves.	KNA	9/10/89	GHP
M 21	10852	Fuc. Ves.	Highwood	4/8/88	KIM
M 21	10853	Fuc. Ves.	Highwood	4/8/88	KIM
M 21	10854	Fuc. Ves.	Highwood	4/8/88	KIM

Bilag 1.3 Littorale stationer- Blåmusling (Mytilus edulis)

ant: antal; blv: bløddelsvægt (g); skv: skalvægt (g); st.gr.: størrelsesgruppe; skl: gennemsnitlig skallængde (cm)

Station	løbenr.	prøve-type	projekt	dato	ini	ant	blv	skv	st.gr.	skl	komm
M 2	19901	Myt. edu.	KNA	4/10/89	CMG	40	0.70	0.89	2 - 3	2.55	Flere åbnede sig lidt (4 t efter inds.)
M 2	19902	Myt. edu.	KNA	4/10/89	CMG	20	3.35	5.21	4 - 5	4.47	Flere åbnede sig lidt (4 t efter inds.)
M 2	19904	Myt. edu.	KNA	4/10/89	CMG	8	7.58	14.14	5,5 - 7,5	6.18	
M 3	19909	Myt. edu.	KNA	5/10/89	GHP	40	0.65	0.86	2 - 3	2.48	
M 3	19911	Myt. edu.	KNA	5/10/89	GHP	11	1.27	1.43	3 - 4	3.51	
M 3	19912	Myt. edu.	KNA	5/10/89	GHP	3	6.37	11.00	5,2 - 6,2	5.73	
M 4	19910	Myt. edu.	KNA	5/10/89	CMG	40	0.55	0.85	2 - 3	2.48	Flere åbnede sig lidt 5-6 t efter inds.
M 4	19914	Myt. edu.	KNA	5/10/89	CMG	20	2.50	4.92	4 - 5	4.35	
M 4	19915	Myt. edu.	KNA	5/10/89	CMG	12	4.88	7.74	5 - 6	5.32	
M 5	19913	Myt. edu.	KNA	5/10/89	GHP	40	0.49	0.67	2 - 3	2.48	
M 5	19916	Myt. edu.	KNA	5/10/89	GHP	20	2.65	4.32	4 - 5	4.49	
M 5	19917	Myt. edu.	KNA	5/10/89	CMG	5	4.66	7.96	5 - 6	5.25	
M 6	19927	Myt. edu.	KNA	6/10/89	CMG	40	0.65	0.78	2 - 3	2.51	Enkelte åbne 4 t efter inds.
M 6	19929	Myt. edu.	KNA	6/10/89	GHP	19	3.05	4.15	4 - 5	4.37	
M 6	19949	Myt. edu.	KNA	7/10/89	GHP	11	5.79	8.24	5 - 6	5.50	
M 7	19931	Myt. edu.	KNA	6/10/89	GHP	25	0.43	0.57	2 - 3	2.37	
M 7	19932	Myt. edu.	KNA	6/10/89	GHP	16	2.64	4.95	4 - 5	4.60	
M 7	19933	Myt. edu.	KNA	6/10/89	GHP	16	5.12	12.05	5,2 - 6,9	5.74	
M 8	19926	Myt. edu.	KNA	6/10/89	GHP	40	0.53	1.15	2 - 3	2.60	
M 8	19928	Myt. edu.	KNA	6/10/89	GHP	26	1.16	2.72	3 - 4	3.52	

M 8	19930	Myt. edu.	KNA	6/10/89	GHP	10	2.31	5.36	4 - 5	4.41
M 9	19950	Myt. edu.	KNA	7/10/89	GHP	33	0.58	0.88	2 - 3	2.53
M 9	19951	Myt. edu.	KNA	7/10/89	CMG	20	1.41	2.53	3 - 4	3.50
M 9	19952	Myt. edu.	KNA	7/10/89	CMG	12	2.85	4.47	4 - 5	4.36
M 11	19953	Myt. edu.	KNA	9/10/89	CMG	20	1.69	2.21	3 - 4	3.51
M 11	19957	Myt. edu.	KNA	9/10/89	CMG	20	3.50	4.69	4 - 5	4.50
M 11	19958	Myt. edu.	KNA	9/10/89	CMG	13	5.72	8.44	5 - 6	5.49
M 12	19959	Myt. edu.	KNA	9/10/89	GHP	20	1.80	2.85	3 - 4	3.46
M 12	19960	Myt. edu.	KNA	9/10/89	CMG	22	3.16	4.81	4 - 5	4.52
M 21	10790					40	0.80	1.00	2-3	2.52
M 21	10796					40	8.9	13.2	6-7	6.35
M 21	10849					20	3.6	4.7	4-5	4.50

Bilag 1.4 Fiskestationers position

Station	Bredde	Længde
F 1	60°43'10"	46°02'28"
F 2	60°42'83"	46°06'10"
F 3	60°42'70"	46°03'75"
F 4	60°42'98"	46°02'13"
F 5	60°41'97"	46°02'67"
F 6	60°54'48"	46°02'82"

Bilag 1.5 Fiskestationer - Torsk (Gadus morhua), uvak (Gadus ogac), Ulk (Myoxocephalus scorpius) og hellefisk (Reinhardtius hippoglossoides)

Station	løbenr.	prøve-type	projekt	dato	ini	længde (cm)	vægt (g)	leverv (g)	komm
F 1	19702	Uvak	KNA	4/10/89	CMG	37,30	716,00		
F 1	19703	Uvak	KNA	4/10/89	CMG	34,60	550,00		
F 1	19732	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	48,50	1460,00		
F 1	19733	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	52,10	1230,00		
F 1	19701	Ulk	KNA	4/10/89	CMG	29,00	248,00		
F 1	19731	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	34,80	590,00		
F 2	19722	Torsk	KNA	6/10/89	GHP	40,10	640,00		
F 2	19723	Torsk	KNA	6/10/89	GHP	48,00	1040,00		
F 2	19724	Torsk	KNA	6/10/89	GHP	43,30	760,00		
F 2	19720	Uvak	KNA	6/10/89	GHP	41,20	790,00		
F 2	19721	Uvak	KNA	6/10/89	GHP	46,20	820,00		
F 2	19725	Ulk	KNA	6/10/89	GHP	39,50	950,00		
F 2	19726	Ulk	KNA	6/10/89	GHP	37,00	830,00		
F 2	19727	Ulk	KNA	6/10/89	GHP	35,20	680,00		
F 2	19728	Ulk	KNA	6/10/89	GHP	29,20	320,00		
F 2	19729	Ulk	KNA	6/10/89	GHP	31,00	310,00		
F 2	19730	Ulk	KNA	6/10/89	GHP	25,40	180,00		
F 3	19706	Torsk	KNA	4/10/89	GHP	29,70	246,00		
F 3	19704	Uvak	KNA	4/10/89	GHP	43,70	1250,00		
F 3	19705	Uvak	KNA	4/10/89	GHP	43,10	830,00		
F 3	19736	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	46,50	1010,00		
F 3	19737	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	42,80	940,00		
F 3	19738	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	41,50	910,00		
F 3	19739	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	49,40	1550,00		
F 3	19707	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	33,30	404,00		
F 3	19708	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	29,30	378,00		
F 3	19709	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	28,70	238,00		
F 3	19710	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	26,20	206,00		
F 3	19711	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	26,40	262,00		
F 3	19712	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	27,90	250,00		
F 3	19713	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	25,10	204,00		
F 3	19714	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	25,70	208,00		
F 3	19715	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	26,20	212,00		

F 3	19716	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	31,80	336,00		
F 3	19717	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	25,30	192,00		
F 3	19718	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	27,10	248,00		
F 3	19719	Ulk	KNA	4/10/89	GHP	23,80	154,00		
F 3	19734	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	22,00	175,00		
F 3	19735	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	30,20	320,00		
F 3	19740	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	35,10	530,00		
F 3	19740	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	35,10	530,00		
F 4	19746	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	52,00	1910,00		- hale
F 4	19747	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	43,50	890,00		
F 4	19748	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	48,20	1110,00		
F 4	19749	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	42,00	920,00		
F 4	19750	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	40,90	750,00		
F 4	19751	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	34,80	540,00		
F 4	19752	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	38,60	770,00		
F 4	19753	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	36,50	570,00		
F 4	19786	Uvak	KNA	8/10/89	CMG	40,40	730,00		
F 4	19741	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	36,20	730,00		
F 4	19742	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	30,20	340,00		
F 4	19743	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	27,00	240,00		
F 4	19744	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	30,10	240,00		
F 4	19745	Ulk	KNA	7/10/89	GHP	25,30	185,00		
F 4	19773	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	28,90	275,00		
F 4	19774	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	35,80	800,00		
F 4	19775	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	26,20	215,00		
F 4	19776	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	26,70	255,00		
F 4	19777	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	26,50	245,00		
F 4	19778	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	28,80	330,00		
F 4	19779	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	25,50	160,00		
F 4	19780	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	28,20	220,00		
F 4	19781	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	25,40	160,00		
F 4	19782	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	24,30	255,00		
F 4	19783	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	28,00	305,00		
F 4	19784	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	26,40	230,00		
F 4	19785	Ulk	KNA	8/10/89	CMG	31,20	350,00		
F 5	19770	Torsk	KNA	7/10/89	CMG	69,50	2770,00	105	muskel + ben
F 5	19754	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	50,00	1450,00	60	beskadigt galdeblære
F 5	19755	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	55,70	1680,00	65	beskadiget galdeblære

F 5	19756	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	45,60	1080,00	25	
F 5	19757	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	43,50	1010,00	40	
F 5	19758	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	47,00	1350,00	50	
F 5	19759	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	47,20	1040,00	30	
F 5	19760	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	42,10	940,00	35	
F 5	19761	Uvak	KNA	7/10/89	GHP	48,00	1260,00	50	
F 5	19766	Uvak	KNA	7/10/89	CMG	60,00	2330,00	85	muskel +ben
F 5	19767	Uvak	KNA	7/10/89	CMG	56,90	2100,00	185	muskel +ben
F 5	19768	Uvak	KNA	7/10/89	CMG	61,70	3220,00	165	muskel +ben
F 5	19769	Uvak	KNA	7/10/89	CMG	67,00	3100,00	200	muskel +ben
F 5	19771	Uvak	KNA	7/10/89	CMG	54,20	1980,00	90	muskel +ben
F 5	19762	Hellefisk	KNA	7/10/89	GHP	49,30	930,00	10	
F 5	19763	Hellefisk	KNA	7/10/89	GHP	48,60	940,00	15	
F 5	19764	Hellefisk	KNA	7/10/89	GHP	46,10	660,00	5	
F 5	19765	Hellefisk	KNA	7/10/89	GHP	49,20	920,00	10	
F 5	19772	Hellefisk	KNA	7/10/89	GHP	58,00	1430,00		indvoldende er væk
F 6	19787	Uvak	KNA	9/10/89	CMG	39,70	940,00		
F 6	19788	Uvak	KNA	9/10/89	CMG	39,10	710,00		
F 6	19789	Uvak	KNA	9/10/89	CMG	47,60	1070,00		
F 6	19790	Uvak	KNA	9/10/89	CMG	29,80	285,00		
F 6	19791	Uvak	KNA	9/10/89	CMG	38,00	660,00		
F 6	19793	Uvak	KNA	10/10/89	CMG	48,00	1520,00		
F 6	19794	Uvak	KNA	10/10/89	CMG	39,50	940,00		
F 6	19795	Uvak	KNA	10/10/89	GHP	36,70	580,00		
F 6	19796	Uvak	KNA	10/10/89	GHP	33,00	390,00		
F 6	19797	Uvak	KNA	10/10/89	GHP	38,70	490,00		
F 6	19799	Uvak	KNA	10/10/89	GHP	43,50	1010,00		
F 6	19792	Ulk	KNA	9/10/89	CMG	32,80	460,00		
F 6	19798	Ulk	KNA	10/10/89	GHP	19,00	65,00		

Bilag 1.6 Sedimentstationers position

Station	Bredde	Længde
S 1	60°43'15"	46°02'37"
S 2	60°42'51"	45°58'11"
S 3	60°42'22"	46°00'64"
S 4	60°43'13"	46°02'50"
S 5	60°43'12"	46°02'52"
S 6	60°43'18"	46°02'35"
S 7	60°43'15"	46°02'27"
S 8	60°42'98"	46°02'56"
S 9	60°42'17"	46°01'37"
S 10	60°41'97"	46°02'67"
S 11	60°41'79"	46°03'51"
S 12	60°43'08"	46°02'37"
S 13	60°43'06"	46°02'35"
S 14	60°43'99"	46°02'33"
S 16	60°42'77"	46°02'30"
S 17	60°42'88"	46°01'82"
S 18	60°42'72"	46°01'87"
S 21	60°42'60"	46°03'24"
S 22	60°42'38"	46°03'42"
S 23	60°42'40"	46°04'15"
S 25	60°42'46"	46°02'54"
S 26	60°41'80"	46°04'80"
S 27	60°54'50"	46°02'90"
S 28	60°54'20"	46°02'90"
S 29	60°54'40"	46°02'90"

Bilag 1.7 Sedimentstationer og sedimentsnit

Station	løbenr.	prøvetype	projekt	dato	ini	sedimentsnit (cm)
S 1	8601	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	0 - 1
S 1	8602	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	1 - 2
S 1	8603	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	2 - 3
S 1	8604	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	3 - 4
S 1	8605	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	4 - 5
S 1	8606	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	5 - 6
S 1	8607	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	6 - 7
S 1	8608	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	7 - 8
S 1	8609	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	8 - 9
S 1	8610	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	9 - 10
S 1	8611	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	10 - 11
S 1	8612	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	11 - 12
S 1	8613	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	12 - 13
S 1	8614	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	13 - 14
S 1	8615	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	14 - 15
S 1	8616	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	15 - 16
S 1	8617	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	16 - 17
S 1	8618	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	17 - 18
S 1	8619	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	18 - 19
S 2	8621	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	0 - 1
S 2	8622	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	1 - 2
S 2	8623	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	2 - 3
S 2	8624	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	3 - 4
S 2	8625	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	4 - 5
S 2	8626	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	5 - 6
S 2	8627	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	6 - 7
S 2	8628	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	7 - 8
S 2	8629	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	8 - 9
S 2	8630	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	9 - 10
S 2	8631	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	10 - 11
S 2	8632	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	11 - 12
S 2	8633	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	12 - 13
S 2	8634	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	13 - 14
S 2	8635	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	14 - 15

S 2	8636	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	15 - 16
S 2	8637	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	16 - 17
S 2	8638	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	17 - 18
S 3	8641	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	0 - 1
S 3	8642	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	1 - 2
S 3	8643	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	2 - 3
S 3	8644	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	3 - 4
S 3	8645	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	4 - 5
S 3	8646	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	5 - 6
S 3	8647	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	6 - 7
S 3 8	8648	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	
S 3	8649	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	8 - 9
S 3	8650	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	9 - 10
S 3	8651	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	10 - 11
S 3	8652	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	11 - 12
S 3	8653	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	12 - 13
S 3	8654	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	13 - 14
S 3	8655	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	14 - 15
S 3	8656	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	15 - 16
S 3	8657	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	16 - 17
S 3	8658	Sediment	KNA	5/10/89	CMG	17 - 18
S 4	8661	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 4	8662	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 4	8663	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 4	8664	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 4
S 4	8665	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	4 - 5
S 4	8666	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 4	8667	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 5	8668	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 5	8669	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 5	8670	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 5	8671	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 4
S 5	8672	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	4 - 5
S 5	8673	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 5	8674	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 5	8675	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	7 - 8
S 5	8676	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	8 - 9

S 6	8677	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 6	8678	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 6	8679	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 6	8680	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 4
S 6	8681	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	4 - 5
S 6	8682	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 6	8683	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 6	8684	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	7 - 8
S 6	8685	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	8 - 9
S 6	8686	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	9 - 10
S 6	8687	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	10 - 12
S 7	8698	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 7	8699	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 7	8700	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 7	8701	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 4
S 7	8702	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	4 - 5
S 7	8703	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 7	8704	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 7	8705	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	7 - 8
S 7	8706	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	8 - 9
S 7	8707	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	9 - 11
S 8	8688	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 8	8689	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 8	8690	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 8	8691	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 5
S 8	8692	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 8	8693	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 8	8694	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	7 - 8
S 8	8695	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	8 - 9
S 8	8696	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	9 - 10
S 8	8697	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	10 - 12
S 9	8709	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 9	8710	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 9	8711	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 9	8712	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 4
S 9	8713	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	4 - 5

S 9	8714	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 9	8715	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 9	8716	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	7 - 8
S 9	8717	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	8 - 9
S 9	8718	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	9 - 10
S 9	8719	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	10 - 12
S 9	8806	Sediment	KNA	8/1089	CMG	12 - 13
S 9	8807	Sediment	KNA	8/1089	CMG	13 - 14
S 9	8808	Sediment	KNA	8/1089	CMG	14 - 15
S 10	8720	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 10	8721	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 10	8722	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 10	8723	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 4
S 10	8724	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	4 - 5
S 10	8725	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 10	8726	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 10	8727	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	7 - 8
S 10	8728	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	8 - 9
S 10	8729	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	9 - 10
S 10	8730	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	10 - 12
S 10	8809	Sediment	KNA	8/1089	CMG	12 - 13
S 10	8810	Sediment	KNA	8/1089	CMG	13 - 14
S 10	8811	Sediment	KNA	8/1089	CMG	14 - 15
S 10	8812	Sediment	KNA	8/1089	CMG	15 - 16
S 10	8813	Sediment	KNA	8/1089	CMG	16 - 17
S 10	8814	Sediment	KNA	8/1089	CMG	17 - 18
S 10	8815	Sediment	KNA	8/1089	CMG	18 - 19
S 10	8816	Sediment	KNA	8/1089	CMG	19 - 20
S 11	8731	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	0 - 1
S 11	8732	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	1 - 2
S 11	8733	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	2 - 3
S 11	8734	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	3 - 4
S 11	8735	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	4 - 5
S 11	8736	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	5 - 6
S 11	8737	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	6 - 7
S 11	8738	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	7 - 8
S 11	8739	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	8 - 9
S 11	8740	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	9 - 10

S 11	8741	Sediment	KNA	5/10/89	GHP	10 - 12
S 11	8817	Sediment	KNA	8/1089	CMG	12 - 13
S 11	8818	Sediment	KNA	8/1089	CMG	13 - 14
S 11	8819	Sediment	KNA	8/1089	CMG	14 - 15
S 11	8820	Sediment	KNA	8/1089	CMG	15 - 16
S 11	8821	Sediment	KNA	8/1089	CMG	16 - 17
S 11	8822	Sediment	KNA	8/1089	CMG	17 - 18
S 11	8823	Sediment	KNA	8/1089	CMG	18 - 19
S 11	8824	Sediment	KNA	8/1089	CMG	19 - 20
S 12	8743	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	0 - 1
S 12	8744	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	1 - 2
S 12	8745	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	2 - 3
S 12	8746	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	3 - 4
S 12	8747	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	4 - 5
S 12	8748	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	5 - 6
S 12	8749	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	6 - 7
S 12	8750	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	7 - 8
S 12	8751	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	8 - 9
S 12	8752	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	9 - 10
S 12	8753	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	10 - 11
S 12	8754	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	11 - 12
S 12	8755	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	12 - 13
S 13	8756	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	Overflade
S 14	8757	Sediment	KNA	6/10/89	GHP	Overflade
S 16	8758	Sediment	KNA	7/10/89	CMG	Overflade
S 17	8759	Sediment	KNA	7/10/89	CMG	Overflade
S 18	8760	Sediment	KNA	7/10/89	CMG	Overflade
S 21	8761	Sediment	KNA	7/10/89	CMG	Overflade
S 22	8762	Sediment	KNA	7/10/89	CMG	Overflade
S 23	8763	Sediment	KNA	7/10/89	CMG	Overflade

S 25	8764	Sediment	KNA	7/10/89	CMG	Overflade
S 26	8765	Sediment	KNA	8/1089	GHP	0 - 1
S 26	8766	Sediment	KNA	8/1089	GHP	1 - 2
S 26	8767	Sediment	KNA	8/1089	GHP	2 - 3
S 26	8768	Sediment	KNA	8/1089	GHP	3 - 4
S 26	8769	Sediment	KNA	8/1089	GHP	4 - 5
S 26	8770	Sediment	KNA	8/1089	GHP	5 - 6
S 26	8771	Sediment	KNA	8/1089	GHP	6 - 7
S 26	8772	Sediment	KNA	8/1089	GHP	7 - 8
S 26	8773	Sediment	KNA	8/1089	GHP	8 - 9
S 26	8774	Sediment	KNA	8/1089	GHP	9 - 10
S 26	8775	Sediment	KNA	8/1089	GHP	10 - 11
S 27	8786	Sediment	KNA	8/1089	GHP	0 - 1
S 27	8787	Sediment	KNA	8/1089	GHP	1 - 2
S 27	8788	Sediment	KNA	8/1089	GHP	2 - 3
S 27	8789	Sediment	KNA	8/1089	GHP	3 - 4
S 27	8790	Sediment	KNA	8/1089	GHP	4 - 5
S 27	8791	Sediment	KNA	8/1089	GHP	5 - 6
S 27	8792	Sediment	KNA	8/1089	GHP	6 - 7
S 27	8793	Sediment	KNA	8/1089	GHP	7 - 8
S 27	8794	Sediment	KNA	8/1089	GHP	8 - 9
S 27	8795	Sediment	KNA	8/1089	GHP	9 - 10
S 27	8796	Sediment	KNA	8/1089	GHP	10 - 11
S 27	8797	Sediment	KNA	8/1089	GHP	11 - 12
S 28	8825	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	0 - 1
S 28	8826	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	1 - 2
S 28	8827	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	2 - 3
S 28	8828	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	3 - 4
S 28	8829	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	4 - 5
S 28	8830	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	5 - 6
S 28	8831	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	6 - 7
S 28	8832	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	7 - 8
S 28	8833	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	8 - 9
S 28	8834	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	9 - 10
S 29	8835	Sediment	KNA	9/10/89	CMG	Overflade

Bilag 1.8 Hydrografiske stationers position

Station	Bredde	Længde
H 1	60°43'04"	46°02'19"
H 2	60°42'59"	46°02'34"
H 3	60°42'58"	46°02'15"
H 4	60°42'00"	46°02'55"

Bilag 1.9 Hydrografiske stationer

Havvandsprøver opdelt i suspenderet materiale (sus mat) og havvand, samt tilhørende blindprøverhenholdsvis sus mat blind og milliq vand. Desuden enkelte spildevandsprøver udtaget på KNA.

Station	løbenr.	prøvetype	projekt	dato	ini	dybde (m)	filtervægt (g)	komm
H 1	6803	Sus mat	KNA	4/10/89	GHP	2	0,01457	
H 1	6804	Sus mat	KNA	4/10/89	GHP	5	0,01432	
H 1	6807	Sus mat	KNA	5/10/89	GHP	2	0,01493	
H 1	6808	Sus mat	KNA	5/10/89	GHP	5	0,01505	
H 1	6809	Sus mat	KNA	5/10/89	GHP	10	0,01443	
H 1	6810	Sus mat	KNA	6/10/89	GHP	2	0,01443	
H 1	6811	Sus mat	KNA	6/10/89	GHP	5	0,01412	
H 1	6812	Sus mat	KNA	6/10/89	GHP	10	0,01455	
H 1	6816	Sus mat	KNA	7/10/89	GHP	2	0,01437	
H 1	6817	Sus mat	KNA	7/10/89	GHP	5	0,01419	
H 1	6818	Sus mat	KNA	7/10/89	GHP	10	0,01472	
H 1	6825	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	2	0,01517	
H 1	6826	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	5	0,01521	
H 1	6827	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	10	0,01462	
H 1	6851	Havvand	KNA	4/10/89	GHP	2		
H 1	6852	Havvand	KNA	4/10/89	GHP	5		
H 1	6853	Havvand	KNA	4/10/89	GHP	10		
H 1	6857	Havvand	KNA	5/10/89	GHP	2		
H 1	6858	Havvand	KNA	5/10/89	GHP	5		
H 1	6859	Havvand	KNA	5/10/89	GHP	10		
H 1	6861	Havvand	KNA	6/10/89	GHP	2		
H 1	6862	Havvand	KNA	6/10/89	GHP	5		
H 1	6863	Havvand	KNA	6/10/89	GHP	10		
H 1	6868	Havvand	KNA	7/10/89	GHP	2		
H 1	6869	Havvand	KNA	7/10/89	GHP	5		
H 1	6870	Havvand	KNA	7/10/89	GHP	10		
H 1	6877	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	2		
H 1	6878	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	5		
H 1	6879	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	10		

H 2	6819	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	2	0,01516	
H 2	6820	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	5	0,01501	
H 2	6821	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	20	0,01463	
H 2	6871	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	2		
H 2	6872	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	5		
H 2	6873	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	20		
H 3	6822	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	2	0,01396	
H 3	6823	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	5	0,01440	
H 3	6824	Sus mat	KNA	8/10/89	GHP	19	0,01471	
H 3	6874	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	2		
H 3	6875	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	5		
H 3	6876	Havvand	KNA	8/10/89	GHP	19		
H 4	6813	Sus mat	KNA	7/10/89	GHP	2	0,01496	
H 4	6814	Sus mat	KNA	7/10/89	GHP	5	0,01499	
H 4	6815	Sus mat	KNA	7/10/89	GHP	250	0,01454	
H 4	6865	Havvand	KNA	7/10/89	GHP	2		
H 4	6866	Havvand	KNA	7/10/89	GHP	5		
H 4	6867	Havvand	KNA	7/10/89	GHP	250		
	6801	Sus mat blind	KNA	4/10/89	GHP		0.01495	
	6802	Sus mat blind	KNA	4/10/89	GHP		0,01498	
	6805	Sus mat blind	KNA	4/10/89	GHP			
	6806	Sus mat blind	KNA	4/10/89	GHP		0,01455	
	6828	Sus mat blind	KNA	8/10/89	GHP		0,01419	efter sidste filtrering
	6829	Sus mat blind	KNA	8/10/89	GHP		0,01448	efter sidste filtrering
	6830	Sus mat blind	KNA	8/10/89	GHP		0,01533	efter sidste filtrering
	6854	Milliq vand	KNA	4/10/89	GHP			
	6855	Spildevand	KNA	4/10/89	GHP			
	6856	Spildevand	KNA	4/10/89	GHP			
	6860	Spildevand	KNA	6/10/89	GHP			
	6864	Spildevand	KNA	6/10/89	GHP			
	6880	Milliq vand	KNA	8/10/89	GHP			
	6881	Milliq vand	KNA	8/10/89	GHP			

Bilag 1.10 Spildevandsdata

Løbenr. skind	dato	klokken	prøvetype	vand-mængde	prod. kar	skindtype	antal
12601	26/1/90	8.00	fingarv	3000 l	has 1	ringsæl	300
12602	26/1/90	8.00	fingarv	3000 l	has blå	ringsæl	300
12603	26/1/90	8.00	fingarv	3000 l	has 2	sælspæk, forsøg	200
12604	26/1/90	8.30	fingarv/sk	3000 l	has 1	ringsæl	300
12605	26/1/90	9.00	forgarv	3000 l	verco	ringsæl	900
12606	26/1/90	9.00	fingarv/sk	3000 l	has blå	ringsæl	300
12607	26/1/90	9.00	forgarv/sk	2000 l	has 2	ringsæl	200
12608	26/1/90	9.00	forgarv/sk	3000 l	verco	ringsæl	900
12609	26/1/90	13.00	blænding	3000 l	has blå	ringsæl	300
12610	26/1/90	13.15	blænd./sk1-1	3000 l	has blå	ringsæl	300
12611	26/1/90	13.30	blænd./sk1-2	3000 l	has blå	ringsæl	300
12612	26/1/90	13.45	blænd./sk1-3	3000 l	has blå	ringsæl	300
12613	29/1/90	8.30	killing	3000 l	has 1	ringsæl	300
12614	29/1/90	8.45	kill./sk2-1	3000 l	has 1	ringsæl	300
12615	29/1/90	10.00	kill. farv.	3000 l	has 1	ringsæl	300
12616	29/1/90	10.20	kill./sk2-2	3000 l	has 1	ringsæl	300
12617	29/1/90	10.40	kill./sk2-3	3000 l	has 1	ringsæl	300
12618	29/1/90	12.45	fedt 2	3000 l	has 1	ringsæl	300
12619	29/1/90	13.00	kill./sk2-4	3000 l	has 1	ringsæl	300
12620	31/1/90	8.00	fingarv	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12621	31/1/90	8.20	fingarv/sk	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12622	31/1/90	9.10	killing	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12623	31/1/90	9.20	kill./sk2-1	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12624	31/1/90	11.00	kill.farv.	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12625	31/1/90	11.00	forgarv	3000 l	has blå	ringsæl	300
12626	31/1/90	11.00	forgarv	2000 l	has 2	ringsæl	200
12627	31/1/90	11.15	kill./sk2-2	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12628	31/1/90	11.30	forgarv/sk	3000 l	has blå	ringsæl	300
12629	31/1/90	11.30	forgarv/sk	2000 l	has 2	ringsæl	200
12630	31/1/90	11.45	kill./sk2-3	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12631	31/1/90	13.00	fedt	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12632	31/1/90	13.20	kill./sk2-4	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12633	2/2/90	8.00	forgarv	3000 l	verco	ringsæl	950
12634	2/2/90	8.15	fingarv	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12635	2/2/90	8.30	fingarv/sk	3000 l	has 1	grønl.sæl	200

12636	5/2/90	8.00	forgarv	3000 l	has blå	ringsæl	300
12637	5/2/90	8.00	forgarv	2000 l	has 2	ringsæl	200
12638	5/2/90	8.00	forgarv/sk	3000 l	verco	ringsæl	950
12639	5/2/90	9.00	forgarv/sk	3000 l	has blå	ringsæl	300
12640	5/2/90	9.00	forgarv/sk	2000 l	has 2	ringsæl	200
12641	5/2/90	9.15	killing	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12642	5/2/90	9.30	kill./sk2-1	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12643	5/2/90	11.00	kill.farv.	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12644	5/2/90	11.20	kill./sk2-2	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12645	5/2/90	11.40	kill./sk2-3	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12646	5/2/90	14.00	fedt	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12647	25/2/90	14.15	kill./sk2-4	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12648	7/2/90	8.00	fingarv	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12649	7/2/90	8.15	fingarv/sk	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12650	7/2/90	9.30	killing	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12651	7/2/90	10.00	kill./sk2-1	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12652	7/2/90	11.40	kill.farv.	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12653	7/2/90	12.30	kill./sk2-2	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12654	7/2/90	12.50	kill./sk2-3	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12655	7/2/90	-	fedt	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12656	7/2/90	-	kill./sk2-4	3000 l	has 1	grønl.sæl	200
12657	8/2/90	8.00	forgarv	3000 l	has blå	ringsæl	300

Appendix 2. Prøvetagningsprogram for spildevand

Garveriprocessen er som beskrevet på vedlagte diagram. Der udtages prøver af alle de garve-, farve- og skyllebade, der er markeret med skravering på procesdiagrammet. Procesdiagrammet er vist i rapportens afsnit 4, figur 3. Prøver udtages i en periode på 3 uger.

Der udtages 1/2 l spildevandsprøve, som udtages i de medsendte prøveflasker.

Prøverne udtages således:

Prøveflasken fyldes med ca. 1 dl spildevandsprøve og flasken rystes, hvorefter prøven smides væk. Herefter udtages spildevandsprøven. Det vurderes på stedet, hvor det er hensigtsmæssigt at udtage spildevandsprøven i de enkelte bade, således at disse er repræsentative for hele spildevandsbadet. Prøven udtages samme sted hver gang.

Der tilsættes 1,5 ml koncentreret superrent saltpetersyre (HNO_3) med en finpipette. Saltpetersyre og finpipette er medsendt.

Der gøres opmærksom på at HNO_3 er en stærk oxiderende syre som ætser huden og det anbefales derfor at arbejde med vedlagte handsker ved syretilsætning og endvidere anbefales at der også anvendes handsker ved prøveudtagningen. Handsker er også medsendt.

Ved garve- og farvebade samt første hold skyllebade måles endvidere pH. pH-målingen udføres enten direkte i spildevandskarrene eller måles i en udtaget prøve , senest 2 timer efter prøveudtagningen.

I alle bade, hvor der udtages spildevandsprøver, måles temperatur. John Kofoed Jespersen fra garveriet har givet tilsagn om at stille pH-meter og termometer til rådighed.

Prøvetagningsdata registreres på medsendte identifikationsblok som vist i eksemplet. Bemærk, at antal og type af skin skal noteres både ved prøvtagning af farve-, garve- og skyllebade. Desuden skal mængden af spildevand i prøvetagningskarret noteres.

Eventuelle uregelmæssigheder eller andre bemærkninger kan skrives på bagsiden af ID-nummereringssedlerne, således at hele rapporteringen er at finde i den udfyldte ID-blok. Det er naturligvis også i orden at føre en slags logbog og sende den retur til GM sammen med spildevandsprøverne.

Eks:

Grønlands Fiskeri- og Miljøundersøgelser
Miljøafdelingen
Tagensvej 135
2200 København N
Telefon 01 85 44 44
Telex 19405 GFKBH

12689 —— ID nr.

kl. 10.35

Prøvetype: Spildevand/ringsæl, 300
Projekt: Qaqortoq / Julianehåb
Stednavn: Forgarvning, 3000 l
Position:
Dato: 18. 1 1990 Indsamlers initialer: TJJ
Kommentarer: pH = 7,2
Temp = 16,7 °C
konserveret med 1,5 ml HNO_3

På prøveindsamlingsflasken skrives ID nr. og dato samt spildevandstype (eks. forgarvning).

Prøverne opbevares i de medfølgende kasser indtil forsendelse til Grønlands Miljøundersøgelser

Materialeliste

80 stk 1/2 l polyethylenflasker

1/2 l teflonbeholder indeholdende koncentreret superrent saltpetersyre (HNO_3), (NB: teflon-beholderen sendes retur til GM uden syre!)

Finpipette + ekstra pipettespidser

Vandfast tusch

Identifikationsblok

Handsker

Appendix 3. Analysemetodernes princip samt anvendt apparatur og kemikalier

Analysemetode princip

Atomabsorptionsspektrofotometri (AAS):

Princippet i AAS er, at prøveopløsningen, hvori krom er bragt i opløsning under vådforvaskningen, udsættes for høj temperatur (enten flamme eller grafitovn), hvorved metallerne atomiserer. Samtidig sendes lys med en karakteristisk bølgelængde gennem prøveopløsningen, der selektivt absorberes, af de atomiserede kromatomer, proportionalt med mængden af kromatomer.

Forskellen mellem intensiteten af det udsendte lys, inden passage af prøveopløsningen, og intensiteten af det udsendte lys efter passage af prøveopløsningen, anvendes som et mål for kromkoncentrationen i prøveopløsningen og sammenlignes med signaler fra opløsninger med kendt indhold af krom.

Katode stripping differentialpuls voltammetri:

Princippet i metoden beror på dannelse af et krom (III) komplex med diethylen triaminpentaeddikesyre (DTPA), der opkoncentreres ved adsorption af komplexet på en hængende kviksølvdråbeelektrode. Det absorberede komplex bliver derefter ved differentialpuls metoden reduceret og tophøjden i strøm/spændingsdiagrammet måles og sammenlignes med signaler fra opløsninger med kendt indhold af krom. Der skal være nitrationer tilstede ved målingen, da de udøver en katalytisk virkning ved reducering af krom (III) - komplexet, og pH skal indstilles.

Anvendt apparatur og kemikalier

Apparatur

- To atomabsorptionsspektrofotometre. Perkin Elmer 3030 til flammeteknik og Perkin Elmer 3030 Zeeman til grafitovnsteknik

- Frysetørrer HETO model CD 13-1

- Kuglemølle, model Retch, centrifugal Ball Mill S1, med agat indsatser

- Berghoff pressure digestion system med teflon indsatser

- Metrohm VA-processor 646

- Metrohm VA-stand 647

- 2 stk. Metrohm dosimat

Standarder

- Standardopløsning, Cr (III) Cl_3, 1000 ppm Titrisol standarder fortyndes til de anvendte koncentrationsintervaller, hvor målingerne udføres, med dobbeltionbyttet vand og samme syrestyrke som prøverne

Syrer

- Saltpetersyre, HNO_3 - suprapur, anvendes til destruktion af prøverne

- Saltpetersyre, HNO_3 - pro analyse, anvendes til rengøring af udstyr

- Flussyre, HF - suprapur

Vand

- Der anvendes dobbeltionbyttet (H_2O-millepore) til analyse og rengøring af udstyr

Andre kemikalier

- Til grafitovnsmålinger (AAS) anvendes matrixmodifier ved selve analysen for at opnå bedre resultater. Denne er en opløsning af ammoniumdihydrogenphosphat-$NH_4H_2PO_4$-pro analyse, magnesiumnitrat - Mg $(NO_3)_2$ - pro analyse og HNO_3 - suprapur

- 0,2 M ammoniumacetat - en opløsning fremstillet af 25% ammoniakvand, analyserent og eddikesyre, suprapur

- 2,5 M ammoniumnitrat - en opløsning fremstillet af 25% ammoniakvand, analyserent og saltpetersyre, suprapur

- 0,05 M dimethylen - triaminpentaeddikesyre (DTPA), analyserent

- Borsyre, H_3BO_4 - analyserent

Rengøring af udstyr

Alt glasudstyr og teflonindsatser vaskes med laboratorievaskemidlet RBS-25, der er tilsat en komplexdanner for at binde tungmetaller, og skylles to gange med HNO_3 (1:3) med mellemliggende skylninger i H_2O-millipore. Nye polyethylenflasker og grafitovnskopper renses i syre og vand.

Appendix 4. Analyseresultater af krom i biologisk materiale, sediment, havvand og spildevand

Bilag 4.1

Kromkoncentration i blåmusling, indsamlet ved Qaqortoq i 1989 og Narsaq 1988 og 1989. Værdier i µg/g tørvægt . Cr-genm. = den gennemsnitlige kromkoncentration, hvor den samme prøve er analyseret flere gange.

Station	løbenr.	st. gr	Cr	Cr-genm.	% tørstof
M 2	19901	2-3	3,740		17,12
M 2	19902	4-5	3,584		14,51
M 2	19904	5,5-7,5	4,501	4,258	13,17
M 2	19904	5,5-7,5	4,014		13,17
M 3	19909	2-3	1,220	1,354	16,73
M 3	19909	2-3	1,487		16,73
M 3	19911	3-4	1,329	1,498	13,86
M 3	19911	3-4	1,667		13,86
M 3	19912	5,2-6,2	1,355		12,41
M 3	19912	5,2-6,2	1,183	1,292	12,41
M 3	19912	5,2-6,2	1,338		12,41
M 5	19913	2-3	1,604		14,77
M 5	19916	4-5	1,201	1,195	15,53
M 5	19916	4-5	1,189		15,53
M 5	19917	5-6	1,478	1,463	12,41
M 5	19917	5-6	1,448		12,41
M 6	19927	2-3	4,975		15,73
M 6	19929	4-5	5,108	4,889	15,72
M 6	19929	4-5	4,670		15,72
M 7	19931	2-3	1,513	1,530	13,46
M 7	19931	2-3	1,547		13,46
M 7	19932	4-5	1,366	1,441	13,19
M 7	19932	4-5	1,516		13,19
M 7	19933	5,2-6,9	1,152		14,64
M 7	19933	5,2-6,9	1,020		14,64
M 7	19933	5,2-6,9	1,318	1,283	14,64
M 7	19933	5,2-6,9	1,471		14,64
M 7	19933	5,2-6,9	1,453		14,64
M 8	19926	2-3	1,117	1,185	12,71

M 8	19926	2-3	1,252		12,71
M 8	19928	3-4	0,884	1,017	12,79
M 8	19928	3-4	1,150		12,79
M 8	19930	4-5	1,137		11,61
M 8	19930	4-5	1,133	1,142	11,61
M 8	19930	4-5	1,155		11,61
M 9	19950	2-3	0,781		15,00
M 9	19951	3-4	0,766		14,59
M 9	19952	4-5	0,838		12,87
M 11	19953	3-4	0,697		16,09
M 11	19953	3-4	0,516	0,623	16,09
M 11	19953	3-4	0,657		16,09
M 11	19957	4-5	0,441		16,29
M 11	19958	5-6	0,579		17,09
M 12	19959	3-4	0,367		18,91
M 12	19960	4-5	0,512	0,514	17,49
M 12	19960	4-5	0,515		17,49
M 21	10790	2-3	0,546	0,577	14,58
M 21	10790	2-3	0,607		14,58
M 21	10796	6-7	1,149		10,12
M 21	10796	6-7	0,827	0,992	10,12
M 21	10796	6-7	0,832		10,12
M 21	10796	6-7	1,158		10,12
M 21	10849	4-5	0,944		12,73
M 21	10849	4-5	0,791	0,868	12,73
M 21	10849	4-5	0,870		12,73

Bilag 4.2

Kromkoncentration i blæretang, indsamlet ved Qaqortoq i 1989 og Narsaq 1988 og 1989. Værdier i µg/g tørvægt .Cr-genm. = den gennemsnitlige kromkoncentration, hvor den samme prøve er analyseret flere gange.

Station	løbenr.	Cr	Cr-genm.	% tørstof
T 1	19906	1,597	1,624	100
T 1	19906	1,651		100
T 1	19905	0,776		100
T 2	19908	9,041	9,115	100
T 2	19908	9,189		100
T 2	19907	8,573		100
T 3	19924	0,297	0,299	100
T 3	19924	0,300		100
T 3	19923	0,305	0,292	100
T 3	19923	0,279		100
T 5	19919	0,228	0,237	100
T 5	19919	0,246		100
T 5	19918	0,213		100
T 6	19935	3,207		100
T 6	19934	3,624		100
T 7	19938	<0,1		100
T 7	19937	0,129	0,151	100
T 7	19937	0,172		100
T 8	19941	<0,1		100
T 8	19940	<0,1		100
T 8	19940	<0,1		100
T 9	19945	<0,1		100
T 9	19944	<0,1		100
T 9	19944	<0,1		100
T 9	19944	<0,1		100
T 9	19943	<0,1		100
T 9	19943	<0,1		100
T 9	19943	<0,1		100
T 11	19955	0,220		100
T 11	19955	0,204	0,197	100

T 11	19955	0,168		100
T 11	19954	0,250		100
T 11	19954	0,279	0,263	100
T 11	19954	0,261		100
T 11	19954	0,260		100
T 12	19962	<0,1		100
T 12	19961	0,164		100
T 12	19961	0,164	0,167	100
T 12	19961	0,173		100
T 12	19961	0,168		100
M 21	10854	<0,1		100
M 21	10853	<0,1		100
M 21	10852	0,139	0,151	100
M 21	10852	0,162		100

Bilag 4.3

Kromkoncentration i fisk, indsamlet ved Qaqortoq i 1989. Værdier i µg/g tørvægt .

Tabel 1. Ulk, lever

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
F 1	19731	<0,1	21,20
F 1	19701	<0,1	25,26
F 2	19730	<0,1	21,64
F 2	19729	<0,1	19,34
F 2	19729	<0,1	19,34
F 2	19728	<0,1	22,8
F 2	19728	<0,1	22,8
F 2	19727	<0,1	18,59
F 2	19726	<0,1	28,19
F 2	19725	<0,1	30,59
F 3	19740	<0,1	20,69
F 3	19735	<0,1	40,27
F 3	19716	<0,1	13,3
F 3	19709	<0,1	18,9
F 3	19708	<0,1	28,11
F 3	19707	<0,1	20,92
F 4	19785	<0,1	37,11
F 4	19778	<0,1	20,18
F 4	19774	<0,1	22,90
F 4	19744	<0,1	30,12
F 4	19742	<0,1	29,22
F 4	19741	<0,1	33,39
F 6	19798	<0,1	25,74
F 6	19794	<0,1	28,38
F 6	19792	<0,1	28,14
F 6	19792	<0,1	28,14

Tabel 2. Ulk, muskel

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
F 1	19731	<0,1	15,04
F 1	19701	<0,1	17,75
F 2	19730	<0,1	17,72
F 2	19729	<0,1	17,30
F 2	19729	<0,1	17,80
F 2	19728	<0,1	17,18
F 2	19728	<0,1	17,18
F 2	19727	<0,1	15,41
F 2	19726	<0,1	20,96
F 2	19725	<0,1	18,10
F 3	19740	<0,1	16,56
F 3	19735	<0,1	20,00
F 3	19716	<0,1	11,58
F 3	19709	<0,1	16,75
F 3	19709	<0,1	16,75
F 3	19708	<0,1	18,68
F 3	19707	<0,1	17,58
F 4	19785	<0,1	19,71
F 4	19778	<0,1	17,00
F 4	19774	<0,1	17,08
F 4	19744	<0,1	19,43
F 4	19742	<0,1	20,20
F 4	19741	<0,1	19,75
F 6	19798	<0,1	19,38
F 6	19794	<0,1	17,19
F 6	19792	<0,1	17,67

Tabel 3. Uvak, lever

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
F 1	19733	<0,1	39,71
F 1	19732	<0,1	35,93
F 1	19703	<0,1	64,29
F 1	19702	<0,1	60,63

F 2	19721	<0,1	20,53
F 2	19720	<0,1	25,65
F 4	19786	<0,1	43,70
F 4	19752	<0,1	57,10
F 4	19750	<0,1	58,79
F 4	19749	<0,1	58,45
F 4	19749	<0,1	58,45
F 4	19748	<0,1	40,76
F 4	19747	<0,1	28,46
F 5	19771	<0,1	49,09
F 5	19769	<0,1	47,97
F 5	19769	<0,1	47,97
F 5	19768	<0,1	46,51
F 5	19766	<0,1	38,53
F 5	19766	<0,1	38,53
F 5	19755	<0,1	35,85
F 5	19755	<0,1	35,85
F 5	19754	<0,1	43,98
F 6	19799	<0,1	37,28
F 6	19799	<0,1	37,28
F 6	19797	<0,1	19,21
F 6	19793	<0,1	33,09
F 6	19789	<0,1	45,56
F 6	19787	<0,1	65,47
F 6	19787	<0,1	66,05

Tabel 4. Uvak, muskel

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
1	19733	<0,1	19,50
1	19732	<0,1	17,65
1	19703	<0,1	18,01
1	19702	<0,1	19,05
2	19721	<0,1	16,50
2	19720	<0,1	18,77
4	19786	<0,1	20,00
4	19786	<0,1	20,00
4	19752	<0,1	21,04

4	19750	<0,1	16,81
4	19749	<0,1	17,65
4	19749	<0,1	17,65
4	19748	<0,1	17,23
4	19747	<0,1	15,59
5	19771	<0,1	17,79
5	19769	<0,1	16,36
5	19769	<0,1	16,36
5	19768	<0,1	16,73
5	19766	<0,1	16,62
5	19766	<0,1	16,62
5	19755	<0,1	16,97
5	19754	<0,1	18,08
6	19799	<0,1	18,37
6	19799	<0,1	18,37
6	19797	<0,1	16,05
6	19793	<0,1	15,81
6	19789	<0,1	18,71
6	19787	<0,1	18,66

Tabel 5. Torsk, lever

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
F 2	19724	<0,1	65,84
F 2	19723	<0,1	57,98
F 2	19723	<0,1	59,30
F 2	19722	<0,1	65,89
F 3	19706	<0,1	53,02
F 5	19770	<0,1	66,41

Tabel 6, Torsk, muskel

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
F 2	19724	<0,1	18,93
F 2	19723	<0,1	19,65
F 2	19722	<0,1	19,50

F 3	19706	<0,1	21,19
F 5	19770	<0,1	18,50

Tabel 7. Hellefisk, lever

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
F 5	19765	<0,1	28,21
F 5	19765	<0,1	28,21
F 5	19764	<0,1	31,91
F 5	19763	<0,1	33,33
F 5	19762	<0,1	29,38

Tabel 8. Hellefisk, muskel

Station	løbenr.	Cr	% tørstof
F 5	19772	<0,1	22,86
F 5	19765	<0,1	19,77
F 5	19764	<0,1	45,35
F 5	19763	<0,1	18,21
F 5	19763	<0,1	18,21
F 5	19762	<0,1	20,08

Bilag 4.4

Kromkoncentration i sediment, indsamlet ved Qagortoq og Narsaq,1989. Værdier i µg/g tørvægt eller µg/g glødetab.

Station	Løbenr.	Sediment snit	Cr µg/g tørvægt	Cr µg/g glødetab	% tørstof	% glødetab
S 3	8658	17-18	33,64	989,5	64,96	3,4
S 3	8658	17-18	32,96	969,4	64,96	3,4
S 3	8645	4-5	29,62	955,4	62,87	3,1
S 3	8644	3-4	28,28	856,9	59,34	3,3
S 3	8643	2-3	33,54	958,4	57,90	3,5
S 3	8642	1-2	29,68	824,5	53,28	3,6
S 3	8641	0-1	30,14	814,5	47,16	3,7
S 5	8676	8-9	22,92	224,7	51,56	10,2
S 5	8672	4-5	33,44	238,9	39,26	14,0
S 5	8671	3-4	24,69	192,9	52,84	12,8
S 5	8671	3-4	24,94	194,9	52,84	12,8
S 5	8670	2-3	29,24	562,4	59,52	5,2
S 5	8670	2-3	27,56	530,0	59,52	5,2
S 5	8669	1-2	21,11	479,8	63,33	4,4
S 5	8669	1-2	22,40	509,0	63,33	4,4
S 5	8668	0-1	28,46	474,3	50,79	6,0
S 5	8668	0-1	29,11	485,1	50,79	6,0
S 7	8707	9-11	37,18	332,0	47,83	11,2
S 7	8706	8-9	29,29	272,9	54,15	9,0
S 7	8705	7-8	34,88	410,4	53,97	8,5
S 7	8705	7-8	32,37	380,8	53,97	8,5
S 7	8704	6-7	47,30	585,2	51,64	7,7
S 7	8704	6-7	64,64	797,7	51,64	7,7
S 7	8703	5-6	69,66	690,1	45,01	10,0
S 7	8702	4-5	52,66	466,0	43,57	11,3
S 7	8701	3-4	56,48	470,6	39,95	12,0
S 7	8700	2-3	51,14	422,6	40,26	12,1
S 7	8699	1-2	50,12	422,5	40,46	11,4
S 7	8698	0-1	48,35	488,4	41,54	9,9
S 8	8697	10-12	11,18	319,4	69,12	3,5
S 8	8692	4-5	12,91	198,6	62,09	6,5
S 8	8691	3-4	17,54	297,2	55,95	5,9
S 8	8690	2-3	15,66	274,7	58,09	5,7

S 8	8689	1-2	16,89	331,2	56,74	5,1
S 8	8688	0-1	13,57	331,0	61,40	4,1
S 12	8755	1-12	40,23	343,9	42,07	11,7
S 12	8754	11-12	36,26	274,7	41,09	13,2
S 12	8753	10-11	45,57	361,7	41,54	12,6
S 12	8752	9-10	36,14	280,2	43,75	12,9
S 12	8751	8-9	33,28	277,3	44,27	12,0
S 12	8751	8-9	38,08	317,3	44,27	12,0
S 12	8750	7-8	40,66	312,8	40,51	13,0
S 12	8749	6-7	36,63	315,8	42,37	11,6
S 12	8748	5-6	39,30	405,2	42,19	10,9
S 12	8748	5-6	31,57	314,7	42,19	10,9
S 12	8747	4-5	28,25	269,0	41,74	10,5
S 12	8746	3-4	35,33	1536,1	40,31	2,3
S 12	8745	2-3	27,36	260,6	41,71	10,5
S 12	8744	1-2	26,59	345,4	46,39	8,0
S 12	8744	1-2	25,44	257,7	46,39	8,0
S 12	8743	0-1	25,44	282,7	44,16	9,0
S 13	8756	overflade	18,88 /flussyre	993,5	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	15,44 /flussyre	812,8	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	14,61 /flussyre	769,2	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	19,43 /flussyre	1022,7	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	14,50 /flussyre	763,3	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	14,30 /flussyre	752,4	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	15,24 /flussyre	801,9	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	15,49 /flussyre	815,5	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	9,67	508,9	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	16,64	875,6	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	12,21	642,4	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	10,88	572,7	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	12,39	651,9	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	13,95	734,1	78,75	1,9
S 13	8756	overflade	11,88	625,4	78,75	1,9
S 14	8757	overflade	10,68	485,6	75,49	2,2
S 18	8760	overflade	21,85	358,3	54,68	6,1
S 23	8763	overflade	16,36	376,9	61,21	4,3
S 25	8764	overflade	19,55	383,4	63,27	5,1
S 26	8775	10-11	35,60	1017,0	69,33	3,5
S 26	8774	9-10	25,96	701,6	67,65	3,7
S 26	8773	8-9	36,37	1069,8	65,01	3,4

S 26	8772	7-8	32,51	833,6	61,15	3,9
S 26	8771	6-7	35,03	1030,3	61,99	3,4
S 26	8770	5-6	28,36	834,0	64,05	3,4
S 26	8769	4-5	24,06	829,6	66,72	2,9
S 26	8768	3-4	22,46	935,8	66,92	2,4
S 26	8767	2-3	23,22	829,3	67,03	2,8
S 26	8766	1-2	29,55	1055,5	66,90	2,8
S 26	8765	0-1	18,94	789,1	65,40	2,4
S 28	8834	9-10	22,23	555,7	65,14	4,0
S 28	8834	9-10	31,04	776,1	65,14	4,0
S 28	8833	8-9	25,55	729,9	64,73	3,5
S 28	8832	7-8	27,50	705,2	65,40	3,9
S 28	8831	6-7	22,01	536,9	68,42	4,1
S 28	8830	5-6	26,06	724,0	68,75	3,6
S 28	8829	4-5	24,72	1123,7	72,74	2,2
S 28	8828	3-4	21,42	629,9	71,35	3,4
S 28	8827	2-3	19,78	507,2	70,47	3,9
S 28	8826	1-2	16,35	454,3	70,37	3,6
S 28	8825	0-1	22,75	784,7	65,93	2,9

Bilag 4.5

Kromkoncentration i havvand, indsamlet ved Qaqortoq, 1989. Værdier i ng/kg. Cr-genm. = den gennemsnitlige kromkoncentration, hvor den samme prøve er analyseret flere gange.

Station	løbenr.	dato	dybde	Cr	Cr-gemn.
H 1	6851	04.10.89	2	152	
				97	163
				201	
				201	
H 1	6852	04.10.89	5	163	
				118	
				261	189
				245	
				83	
				261	
H 1	6853	04.10.89	10	80	
				160	138
				173	
H 1	6857	05.10.89	2	127	126
				124	
H 1	6858	05.10.89	5	292	
				113	311
				350	
				490	
H 1	6859	05.10.89	10	304	
				267	
				400	342
				304	
				434	
H 1	6861	06.10.89	2	103	
				185	193
				246	
				239	
H 1	6862	06.10.89	5	184	156
				128	
H 1	6863	06.10.89	10	127	127
				126	

H 1	6868	07.10.89	2	207	182
				157	
H 1	6869	07.10.89	5	70	
				128	153
				233	
				185	
H 1	6870	07.10.89	10	173	159
				145	
H 1	6877	08.10.89	2	145	137
				129	
H 1	6878	08.10.89	5	145	
				286	207
				191	
H 1	6879	08.10.89	10	121	123
				125	
H 2	6871	08.10.89	2	100	105
				109	
H 2	6872	08.10.89	5	190	174
				157	
H 2	6873	08.10.89	20	115	
				76	190
				264	
				306	
H 3	6874	08.10.89	2	115	
				156	148
				132	
H 3	6875	08.10.89	5	177	180
				182	
H 3	6876	08.10.89	19	106	114
				122	
H 4	6865	07.10.89	2	158	155
				152	
H 4	6866	07.10.89	5	181	181
H 4	6867	07.10.89	250	132	130
				127	

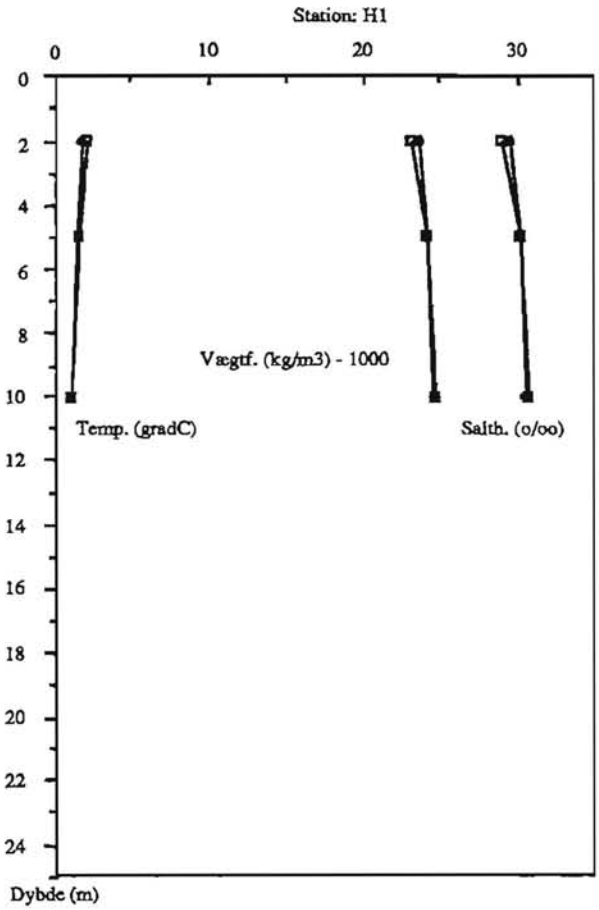
Bilag 4.6

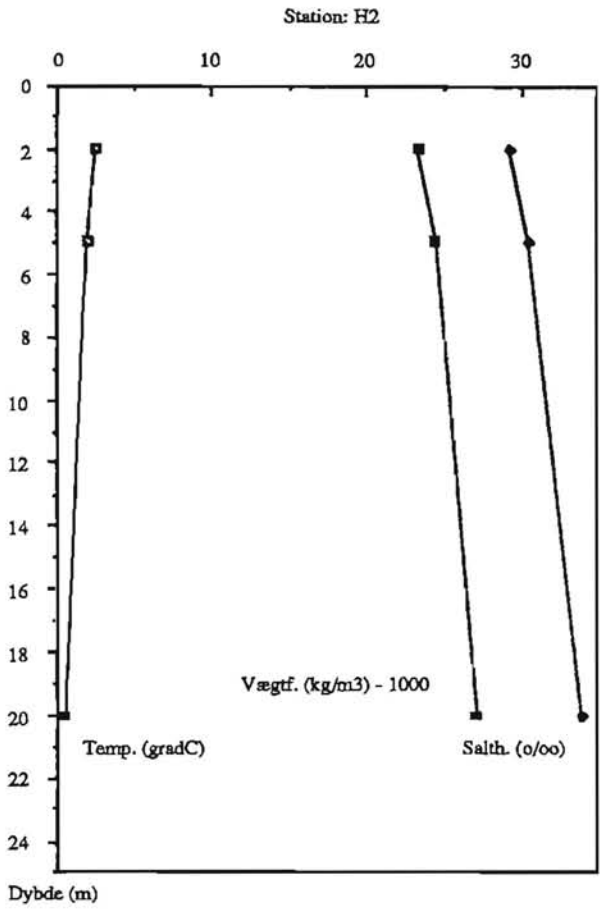
Hydrografiske stationer med angivelse af temperatur, saltholdighed og vægtfylde

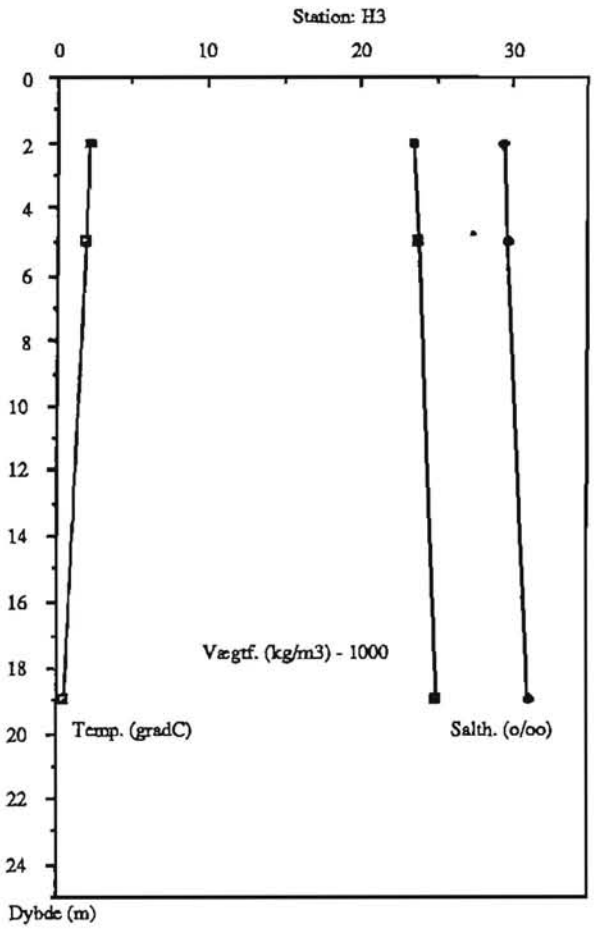
Station	dato	dybde (m)	temperatur (°C)	saltholdighed (°/oo)	vægtfylde (kg/m³)
H 1	04.10.89	2	2.15	28.913	1023.089
		5	1.66	30.140	1024.102
		10	1.02	30.771	1024.645
	06.10.89	2	1.71	29.480	1023.570
		5	1.44	30.153	1024.125
		10	1.05	30.597	1024.503
H 2	08.10.89	2	2.41	29.240	1023.361
		5	1.84	30.411	1024.346
		20	0.40	33.900	1027.119
H 3	08.10.89	2	2.11	29.332	1023.406
		5	1.85	29.652	1023.700
		19	0.42	31.153	1024.984
H 4	07.10.89	2	1.98	29.362	1023.450
		5	1.21	29.615	1023.670
		250	1.62	31.105	1024.944

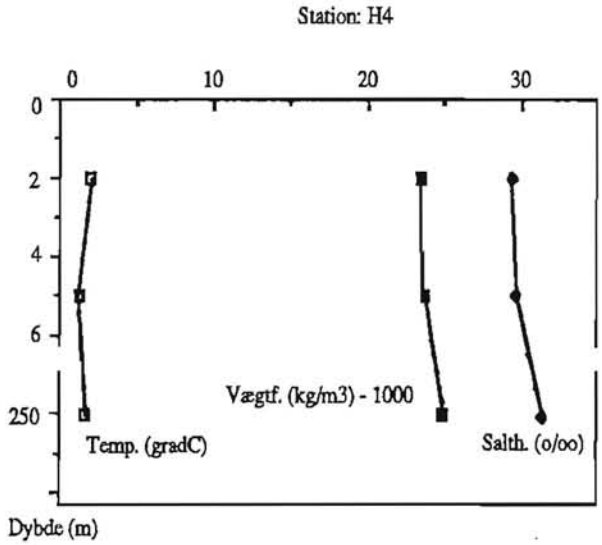
Resultater af temperatur, saltholdighed og vægtfylde er afbildet som funktion af indsamlingsdybden, på næste side, ved de fire indsamlingsstationer.

Bilag 4.6, fortsat









Bilag 4.7.

Kromkoncentration målt i standardmateriale, sideløbende med analyser af biologisk materiale, sediment, havvand og spildevand. Værdier i µg/g tørvægt.

Standardmateriale **TORT-1** (hummer fordøjelseskritel), resultater i µg/g tørvægt.

	Cr
Certificeret indhold	2,4±0,6
GM's laboratorium	2,1±0,2 (n=14)

Standardmateriale **OYSTER TISSUE** (østers), resultater i µg/g tørvægt.

	Cr
Certificeret indhold	1,43±0,46
GM's laboratorium	1,33±0,06 (n=4)

Standardmateriale **MA-A-2** (fiskekødhomogenat), resultater i µg/g tørvægt.

	Cr
Certificeret indhold	1,3±0,1
GM's laboratorium	1,2±0,3 (n=6)

Standardmateriale **PACS-1** (havnesediment) , resultater i µg/g tørvægt.

	Cr	
Certificeret indhold	113±8	
GM's laboratorium	99,6±3 (n=4) (syreoplukning)	82,9±11 (n=4) (flussyre)

Standardmateriale **NASS-1** (Nord Atlantisk havvand), resultater i µg/l .

	Cr
Certificeret indhold	184±16
GM´s laboratorium	212±58 (n=2)

Appendix 5. Anvendte statistiske metoder

Blåmuslinger

Muslingedata er behandlet således, at det først er undersøgt om kromkoncentrationen er afhængig af muslingens bløddelsvægt, skalvægt eller skallængde. Det gøres ved at opstille en lineær model for kromkoncentrationen:

$$\ln(\text{kromkonc.}) = \mu + f_{station} + ß \ln(\text{kovariabel}) + e$$

hvor 'ln' er den naturlige logaritmefunktion, μ er et intercept, f en faktor som beskriver forskelle i koncentration mellem stationerne og ß en regressionsparameter, som beskriver koncentrationens afhængighed af kovariablen (bløddelsvægt, skalvægt hhv. skallængde). e er den 'rest' som modellen ikke kan beskrive. Det testes, om ß er signifikant forskellig fra nul. For ingen af de tre kovariable fandtes ß at være signifikant forskellig fra 0, dvs. at modellen reduceres til:

$$\ln(\text{kromkonc.}) = \mu + f_{station} + e$$

hvilket er ensbetydende med, at kromkoncentrationen på en station estimeres ved den geometriske middelværdi.

Et direkte matematisk udtryk for den geometriske middelværdi for n enkeltværdier x_1, x_2, ..., x_n er:

$$(x_1 \; x_2 \; \ldots x_n)^{1/n}$$

Spredningen på de geometriske middelværdier udtrykkes vha. den relative standardafvigelse R.S., som den geometriske middelværdi skal divideres hhv. multipliceres med. R.S. er exp(S.A.), hvor S.A. er standardafvigelsen på logaritmerne til kromkoncentrationen og 'exp' er exponentialfunktionen. Spredningen opgives derfor på formen:

[geom.mid. / R.S. , geom.mid. * R.S.]

En hypotese om, at faktoren f er nul, dvs. at kromkoncentrationen kan antages at være ens på alle stationer, er testet og forkastet. Det betyder, at mindst én af stationerne afviger signifikant fra de øvrige.

Forskelle i kromkoncentration mellem indsamlingstationerne er i flere tilfælde fundet at være signifikante. Hertil er benyttet en Tukey-test.

Estimaterne af de geometriske middelværdier for stationerne sammenholdes parvis, og i hvert tilfælde accepteres eller forkastes hypotesen om, at estimaterne er ens. Resultatet er en opdeling af indsamlingsstationerne i grupper inden for hvilke kromkoncentrationerne ikke afviger signifikant
fra hinanden. Resultatet er vist herunder. Grupper af stationer, som er understreget, afviger ikke signifikant fra hinanden.

```
M6   M2   M5   M7   M3   M8   M21   M9   M11   M12
--   --   -------             --------------------
          ------------   -------------
          -----------------
```

Tang

For tangdata er der ikke registreret nogen biologisk størrelse, som kan optræde som kovariabel. For hver station er derfor beregnet den geometriske middelværdi kromkoncentrationen, som beskrevet for muslinger.

Forskelle i kromkoncentration mellem indsamlingstationerne er i nogle tilfælde fundet at være signifikante. Hertil er benyttet en Tukey-test som for muslinger.

Estimaterne af de geometriske middelværdier for stationerne sammenholdes parvis, og i hvert tilfælde accepteres eller forkastes hypotesen om, at estimaterne er ens. Resultatet er en opdeling af indsamlingsstationerne i grupper inden for hvilke kromkoncentrationerne ikke afviger signifikant
fra hinanden. Resultatet er vist herunder. Grupper af stationer, som er understreget, afviger ikke signifikant fra hinanden.

```
M2   M6   M1   M3   M5   M11   M12   M7   M21   M8   M9
--   --   --   ----------------------------------------
```

Blåmuslingers tørvægt versus skallængde

Sammenhørende værdier for indsamlede muslingers tørvægt og skallængde er analyseret med en såkaldt ANCOVA model. Tørvægt og skallængde er først transformeret med den naturlige logaritmefunktion, hvorved relationen:

tørvægt skallængde ^{b}

bliver tilnærmet lineær:

ln(tørvægt) $\approx$ b ln(skallængde).

Følgende lineære model er opstillet:

$$\ln(\text{tørvægt}) = \mu + f_{station} + \beta \ln(\text{skallængde}) + e$$

som er samme type, som benyttet for muslingers kromkoncentration i relation til biologiske variable. Først er det undersøgt om ß er signifikant forskellig fra nul med bekræftende resultat. Endvidere er det fundet, at ß kan antages at være den samme for alle indsamlingsstationer (ß = 2.58). Dettte er gjort ved i ovenstående model at tilføje et led: $\beta_{station}$ ln(skallængde) og teste om $\beta_{station}$ kan antages at være nul for alle stationer.

I en afbildning af ln(tørvægt) versus ln(skallængde) ligger de observerede værdier derfor tilnærmelsesvist på parallelle rette linier, én for hver station. Nedenfor er dette vist i skitseform.

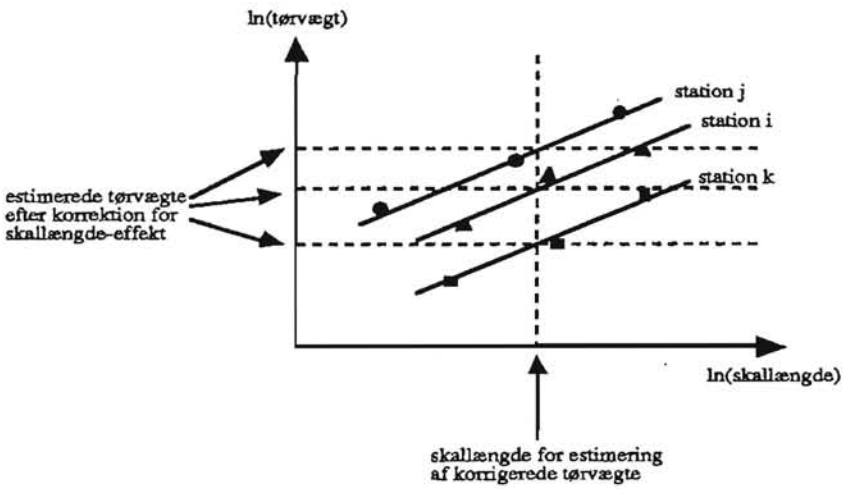


Fig. A 1. Principskitse med stationsuafhængig lineær relation mellem ln(tørvægt) og ln(skallængde).

Forskelle i kromkoncentration mellem indsamlingstationerne er i nogle tilfælde fundet For at sammenligne tørvægtene fra forskellige stationer er estimater for tørvægtene beregnet for en bestemt skallængde (4 cm) vha. den ovenfor fundne lineære relation mellem ln(tørvægt) og ln(skallængde). Herved er tørvægtene korrigeret for forskelle mellem indsamlingsstationerne mht. de analyserede muslingers skallængde. Forskelle i de estimerede tørvægte mellem indsamlingsstationerne er undersøgt med en Tukey-test på samme måde som for kromkoncentrationen i tang og musling, og resultatet er vist herunder.

```
M12    M11    M6    M2    M5    M3     M9     M7     M8
-----------------------------------    ---------------
       ---------------------------------
              ---------------------------------
```