



Sveriges geologiska undersökning

Miljökemisk sedimentundersökning utanför Rönnskärsverken 2003



Ingemar Cato & Emma Sellén

Miljökemisk sedimentundersökning utanför Rönnskärsverken 2003

SGU-rapport
2004:14

SGU-rapport
2004:14

**Miljökemisk sedimentundersökning utanför
Rönnskärsverken 2003**

av

Ingemar Cato & Emma Sellén

© SGU, Uppsala

Referens: Cato, I. & Sellén, E., 2004: Miljökemisk sedimentundersökning utanför Rönnskärsverken 2003. *Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2004:14*, 63 sid. Uppsala.

Framsida: Rönnskärsverken sett från havssida. Foto: I. Cato (2003-08-02).

Miljökemisk sedimentundersökning utanför Rönnskårsverken 2003

av

Ingemar Cato & Emma Sellén

Uppdragsområde:	Uppdrag Miljö och energi
Rapport maringeologi nr:	SGUmaringeologi 2004:4
SGU Dnr:	08-580/2003
SGU projektkod:	39048
SGU projektdirektory:	/prj/bol03
Datum offert:	2003-06-06
Datum beställning:	2003-07-08, 2005-03-06
Datum rapport:	2004-11-29, 2005-05-17
Uppdragsgivare:	Boliden Mineral AB
Adress uppdragsgivare:	932 81 SKELLEFTEHAMN
Telefon uppdragsgivare:	0910-77 30 00
Beställare:	Maria Wik-Persson
Referens uppdragsgivare:	Maria Wik-Persson
Referens/Projektledare SGU:	Ingemar Cato
Projektgrupp SGU:	Ingemar Cato Bernt Kjellin Anders Elhammer Gunnar Bergh Emma Sellén
Adress SGU:	Sveriges geologiska undersökning Box 670 751 28 UPPSALA
Telefon SGU:	018-179 000 (huvudkontor) 070-227 02 53 (SGUs fartyg) 010-279 18 78 (SGUs fartyg)
SGU organisationsnummer:	202100-2528

Innehållsförteckning	sid.
1. Sammanfattning	4
2. Uppdraget	6
3. Bakgrund	6
4. Områdesbeskrivning	7
5. Metodik	7
5.1 Allmänt	7
5.2 Hydroakustiska mätmetoder	9
5.3 Sedimentprovtagning	10
5.4 Analys av radiocesium	11
5.5 Kemiska analyser	11
6. Resultat	12
6.1 Hydroakustiska mätresultat – seismik/sediment- ekolod	12
6.2 Hydroakustiska mätningar – side scan sonar	16
6.3 Provtagningar	19
6.4 Radiografisk analys	21
6.5 Sedimentationshastighet	21
6.6 Totalt organiskt kol (TOC), totalkol och kväve	23
6.7 Huvud- och spårelement, särskilt tungmetaller	26
6.8 Förändringar i tungmetallbelastning mellan 1989 och 2003	34
6.9 Polyklorerade bifenyler (PCB)	38
6.10 Polybromerade difenyletrar (PBDE)	39
7. Bedömning av sedimentens miljö kvalitet utanför Rönnskärsverken	40
8. Slutomdöme	42
9. Referenser	43
Bilaga 1. Statistik över analysdata, tabellerna 2-5	44
Bilaga 2. Huvudprotokoll provtagningar	49
Bilaga 3. Observationsdokument fältmätningar	51
Bilaga 4. Analysdata (totalhalter) över ytsediment	60
Bilaga 5. Analysdata tungmetaller (analyserade enligt svensk standard) i ytsediment	63
Bilaga 6. Analysdata för PCB och PBDE i ytsediment	63

1. Sammanfattning

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har av Boliden Mineral AB i Skelleftehamn, fått i uppdrag att undersöka havsbotten och provta bottensedimenten utanför Rönnskärsverken, samt låta genomföra miljökemiska sedimentanalyser i syfte att bedöma sedimentens miljö kvalitet i delar av Skelleftebukten.

Undersökningarna har omfattat hydroakustiska mätningar med seismisk utrustning, sedimentekolod och side-scan sonar i syfte att identifiera lämpliga provtagningslokaler, samt provtagningar av kortare ostörda sedimentkärnor, i nio punkter. Provtagningspunkterna är utspridda på lämpliga depositionsbottnar från Bjuröfjärden i söder till Bredviksfjärden i norr. På varje provtagningsplats har botten avbildats fotografiskt samt sedimentationshastigheten bestämts med hjälp av sedimentens radiocesiumaktivitet (^{137}Cs). De korta sedimentkärnorna har också röntgats med hjälp av en digital sedimentskanner med syfte att klarlägga kärnornas status vad gäller bioturbation eller annan eventuell fysisk påverkan som kan störa analysresultaten.

De hydroakustiska undersökningarna visar att havsbotten inom undersökningsområdet domineras av erosionsbottnar med morän, moränlera eller glacial lera anstående öppet i bottenytan. Glacialleran uppträder främst i området öster om Rönnskär samt i dalstråk och fickor. I mot öppna havet exponerade områden överlagras glacialleran ställvis av ett tunt s k residuallager med finsand/sand. Mindre partier med relativt tunn postglacial lera överlagras den glaciala leran i sänkor och i mot vågor skyddade områden. Mäktigare lager av postglacial lera uppträder sparsamt och än mer sparsamt uppträder områden med recent sedimentation.

Resultaten från provtagningarna av särskilt utvalda lokaler visade att sedimenten i fem av de upptagna nio sedimentkärnorna i sin helhet utgjordes av laminerade postglaciala lergyttjor/gyttjeleror - sediment lämpliga för miljökemiska analyser. På övriga stationer utgjordes endast de översta 5-15 cm av laminerad postglacial lergyttja (i några fall siltig lergyttja), men stratigrafin gav vid handen att även dessa ytskikt kan nyttjas för miljökemisk analys, men inte för retrospektiva miljökemiska studier. Från den radiografiska analysen kunde konstateras att upptagna sedimentkärnor saknade spår av biologisk omröring till följd av grävande organismer, s.k. bioturbation.

Undersökningarna visar att sedimentationshastigheten norr om Rönnskär varierar mellan 5 och 7 mm/år jämfört med området söder där om, där sedimentationshastigheten uppgår till blygsamma 2 mm/år eller mindre. I Bjuröfjärden är sedimentationshastigheten i samma storleksordning som i området norr om Rönnskär. Den påvisade recenta sedimentationen innebär att förutsättningar finns för att klarlägga utsläpps-/belastningsförändringar i området.

Vid en jämförelse mellan de olika havsområdena vad avser de 34 analyserade spår-elementen kan konstateras att 11 stycken; arsenik (As), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), molybden (Mo), nickel (Ni), bly (Pb), antimon (Sb), tenn (Sn), strontium (Sr) och zirkonium (Zr), i genomsnitt uppvisar dubbelt så höga halter i ytsedimenten i Skelleftebukten och Bottenviken jämfört med Bottenhavet och egentliga Östersjön. I övriga fall är halterna ungefär desamma eller lägre.

Den areella fördelningen av tungmetallerna As, Cu, Hg, Pb och Zn uppvisar en tydligt avklingande gradient som sträcker sig från Rönnskärsverken och minst 25 kilometer sydost vart utmed kusten. Ingen tydlig gradient från Rönnskär och norrut kan påvisas.

Ett liknande, men betydligt svagare fördelningsmönster kan också konstateras för Ag och Cd. Ingen trend kan observeras för Co, Cr, Ni och Zr. Resultaten visar, inte helt överraskande, att det är de metaller som främst utvunnits/utvinns vid smältverket i Rönnskär som också emitterats därifrån och spritts med kustströmmarna mot sydost.

Beskrivna fördelningsmönster har även observerats i tidigare undersökningar, dock med den skillnaden att halterna 2003 är betydligt lägre än 1989. I medeltal är minskningen i ytsedimentet (0-1 cm) 82 % för kvicksilver, 75 % för arsenik, 52 % för bly, 38 % för zink och 17 % för kadmium respektive koppar. Avsaknaden av äldre data medger inte motsvarande trendanalys för övriga i denna undersökning studerade element.

Trots den minskade belastning som konstaterats, och som uppenbart är en följd av under senare decennier vidtagna utsläpps begränsande åtgärder vid Rönnskärsverken, är Skelleftebuktens sediment från Rönnskär och ca 12 km mot sydost fortfarande kraftigt kontaminerade av tungmetaller. Enligt svenska bedömningsgrunder är miljökvaliteten främst med avseende på As, Cu, Hg och Pb mycket dålig (klass 5) och i något mindre utsträckning med avseende på Ni och Zn (klass 4), medan miljökvaliteten för Cd (klass 3), Cr (klass 2/3) och Co (klass 1/2) är betydligt bättre. Miljökvaliteten med avseende på PCB är också dålig (klass 3-4), men avviker inte mycket från andra icke urbaniserade kustregioner i Sverige. Bromerade flamskyddsmedel (PBDE) är spritt i området och återfinns i samtliga tre ytsediment. Halterna är tydligt förhöjda i jämförelse med både medel- och medianvärdet för Östersjön och Bottenhavet/Bottenviken.

SGUs undersökningar av den svenska delen av Bottenviken visar att halterna för berörda metaller ligger betydligt högre i Bottenviken jämfört med övriga svenska havsområden samtidigt som sedimentens bakgrundshalter i Bottenviken inte avviker från andra havsområdens bakgrunder. Detta innebär att en storskalig tungmetallkontaminering av Bottenviken har skett under främst de senaste 50-75 åren. Kontamineringskällorna är sannolikt flera, bl a industrier och gruvverksamhet i Skellefteälvens och sannolikt också andra älvars dräneringsområden.

Sammantaget kan dock, i likhet med tidigare undersökningar, konstateras att främst Rönnskärsverken under sin tidigare del av sin snart 80-åriga verksamhet lett till en kraftig metallkontaminering av Skelleftebukten. Undersökningarna (trendanalysen) visar emellertid att tydliga förbättringar i form av sjunkande halter i ytsedimenten skett sedan början av 1970-talet till följd av minskade utsläpp. Att halterna i sedimenten inte minskat mer och i takt med den förbättrade reningsteknik som införts vid Rönnskärsverken och på andra platser beror på att äldre metallkontaminerade sediment inte genom nysedimentation begravs i stora delar av Skelleftebukten, utan istället, allt eftersom nya bottenområden genom landhöjningen exponeras för vågverkan, successivt utsätts för erosion, resuspension och transport. Detta leder till att sedimentpartiklar med associerade föroreningar mer eller mindre regelbundet återförs till ytsedimenten och därmed fördröjer naturens respons på vidtagna reningsåtgärder.

2. Uppdraget

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har av Boliden Mineral AB i Skelleftehamn, fått i uppdrag att provta och miljökemiskt undersöka havsbotten i tio punkter mellan Bjuröfjärden i söder till Bredviksfjärden i norr. Provtagning skall där så är möjligt ansluta till tidigare undersökta punkter förutsatt att dessa ligger på depositionsbottnar. Sedimentkärnor från 10 stationer skall insamlas och röntgas i syfte att bl a klarlägga grad av bioturbation, analyseras på radiocesium för bestämning av sedimentationshastigheten på respektive plats samt analyseras med avseende på bl a tungmetaller, organiskt kol, kväve, polyklorerade bifenyler och polybromerade difenyletrar (flamskyddsmedel).

3. Bakgrund

Geologiskt kännetecknas norra Västerbotten av ett mycket mineralrikt sulfidmalmsbälte, Skelleftefältet (t ex Lindström m fl 2000). Boliden AB öppnade redan 1926 den sk Bolidengruvan (numera nedlagd) för utvinning av guld som framförallt var koncentrerad till arsenikkisen i fältet. Eftersom malmerna i Skelleftefältet till största delen består av komplexa sulfidmalmer transporterades malmen först till Nordamerika där man hade teknik för den smältprocess som krävdes för utvinning. Transporterna var emellertid kostsamma vilket ledde till att Boliden under åren 1928-1930 byggde ett eget smältverk, "Rönnskärsverken", på Rönnskärs udde vid Skelleftehamn. Smältverkets spill- och avloppsvatten leddes direkt ut i Skelleftebukten. Emission skedde också genom luftutsläpp.

Till en början inriktades produktionen vid smältverket på att ta till vara på koppar och guld, men under 1940-talet uppfördes en särskild anläggning för utvinning av bly från Laisvallgruvan. Genom bättre processteknik kom med tiden även arsenik, arseniksalter, zink, silver, selen, nickelsulfat och svavelsyra att utvinnas som biprodukter från i huvudsak kopparverket. Utsläppen från Rönnskärsverken har varit mycket omfattande, framförallt fram till början av 1970-talet, vilket ledde till att bl a bottenfaunan utarmades i ett område ut till minst 6 km från smältverket, framförallt sydost om detta (Lithner 1974). Metallhalterna i ytsedimenten inom berörda område var extremt höga och saknade motstycke i övriga Bottniska viken och Östersjön. Genom uppförande av reningssystem för både luft- och vattenburna utsläpp från smältverket har utsläppen minskat kraftigt sedan mitten av 1970-talet. Detta har lett till att tungmetallhalterna i bottensedimenten minskat och att vissa bottenlevande arter återkoloniserat vissa bottenområden (Lindgren m fl 1990, Karlsson & Leonardsson 2004).

De vattenburna utsläppen från Rönnskärsverken sker idag via olika avlopp som mynnar på södra, östra respektive norra delen av Rönnskärsudde. Sedimenten, bottenfaunan och vattenomsättningen i berörda havsområde har i miljöövervaknings-syfte undersökts vid flera tillfällen sedan 1973 (Lithner 1974, Lindgren m fl 1990, Lundgren & Pettersson 1991), nu senast 1994 (Lundberg 1994).

Med anledning av SGU maringeologiska kartläggning av Bottenviken under 2003 och därmed SGUs närvaro i området har SGU av Boliden Mineral AB tillfrågats om genomförandet av en förnyad sedimentundersökning i Rönnskärsverkens närre-cipient. Undersökningen omfattar ett tiotal sedimentstationer från vilka ytliga sedi-

mentprov tas och analyseras med avseende på metaller, organiskt kol, kväve, polyklorerade bifenyler (PCB) och polybromerade difenyletrar (PBDE, flamskyddsmedel).

4. Områdesbeskrivning

Undersökningsområdet är beläget i Skelleftebukten, utanför norra Västerbottens kust i Bottenviken. Området sträcker sig från Byske i norr till Bjuröklubb i söder (fig. 1) - en sträcka på ca 40 km. Centralt i området ligger halvön Rönnskär på vars yttersta del Boliden Mineral ABs smältverk, Rönnskärsverken, är lokaliserat. Skellefteälven mynnar på södra sidan av Rönnskär. Norr om udden ligger Skelleftehamn.

Med undantag för Skelleftehamn, som i öster delvis skyddas av en ö-skärm, ligger undersökningsområdet öppet för ostliga vindar vilket medför resuspension och transport av bottensediment vid kraftigt vindgenererad vågomröring. Till detta skall läggas landhöjningen som successivt lyfter upp nya områden till erosionszonen. Bottensedimenten karaktäriseras därför till stor del av eroderade moränytor och glacialleror överlagrade med ett relativt tunt residuallager av sand och silt. Endast i skydd av öar och grund och i "djuphålur" återfinns postglaciala leror med recent sedimentation. I vissa områden sker sedimentation under några månader upp till några år innan en kraftig storm resulterar i en vågpåverkan som sveper bort materialet. Bristen på bottenområden med varaktig recent sedimentation gör undersökningsområdet svårundersökt. En miljöundersökning av föreliggande slag måste därför föregås av en omfattande och avancerad kartläggning av de olika bottensedimentens utbredning både areellt och vertikalt.

5. Metodik

5.1 Allmänt

I syfte att optimera valet av provtagningspunkter genomfördes först en uppmätning av området med hydroakustiska metoder i tre längsprofiler (fig. 1). Den hydroakustiska uppmätningen omfattade ekolodning med enkelstråleekolod (ger vattendjupet utmed profilerna); penetrerande sedimentekolod (ger en kontinuerlig profil genom de översta mjuka sedimentlagren); reflexionsseismik (ger en kontinuerlig profil genom hårdare sediment och djupare sedimentlager ned till underliggande berggrundsytta). Genom att kombinera resultaten från dessa metoder erhålls en profil som visar botten uppbyggnad i vertikalled utmed undersökta mätlinjer. Därutöver avbildades vikens botten med hjälp av side-scan sonar. Sistnämnda metod skapar en bild över hela bottenytan (liknande en flygbild över land) och möjliggör en kartläggning av de olika sedimenttypernas utbredning i bottenytan.

Baserat på en preliminär genomgång av de hydroakustiska mätresultaten har sedan de mest lämpliga provtagningspunkterna valts ut för ändamålet; i detta fall från depositionsbottnar. Provtagningen föregicks av en kamerabesiktning och digital fotodokumentation av bottenytan. Detta med syfte att klarlägga att bottenytan är ostörd från fysisk påverkan (t ex omörd genom ankring, fiske, mm.).

De översta ca 50 cm av depositionsbottnarna innehöll mycket lösa leryttor varför dessa, för att erhålla ostörda prover för analys) provtogs med en speciell

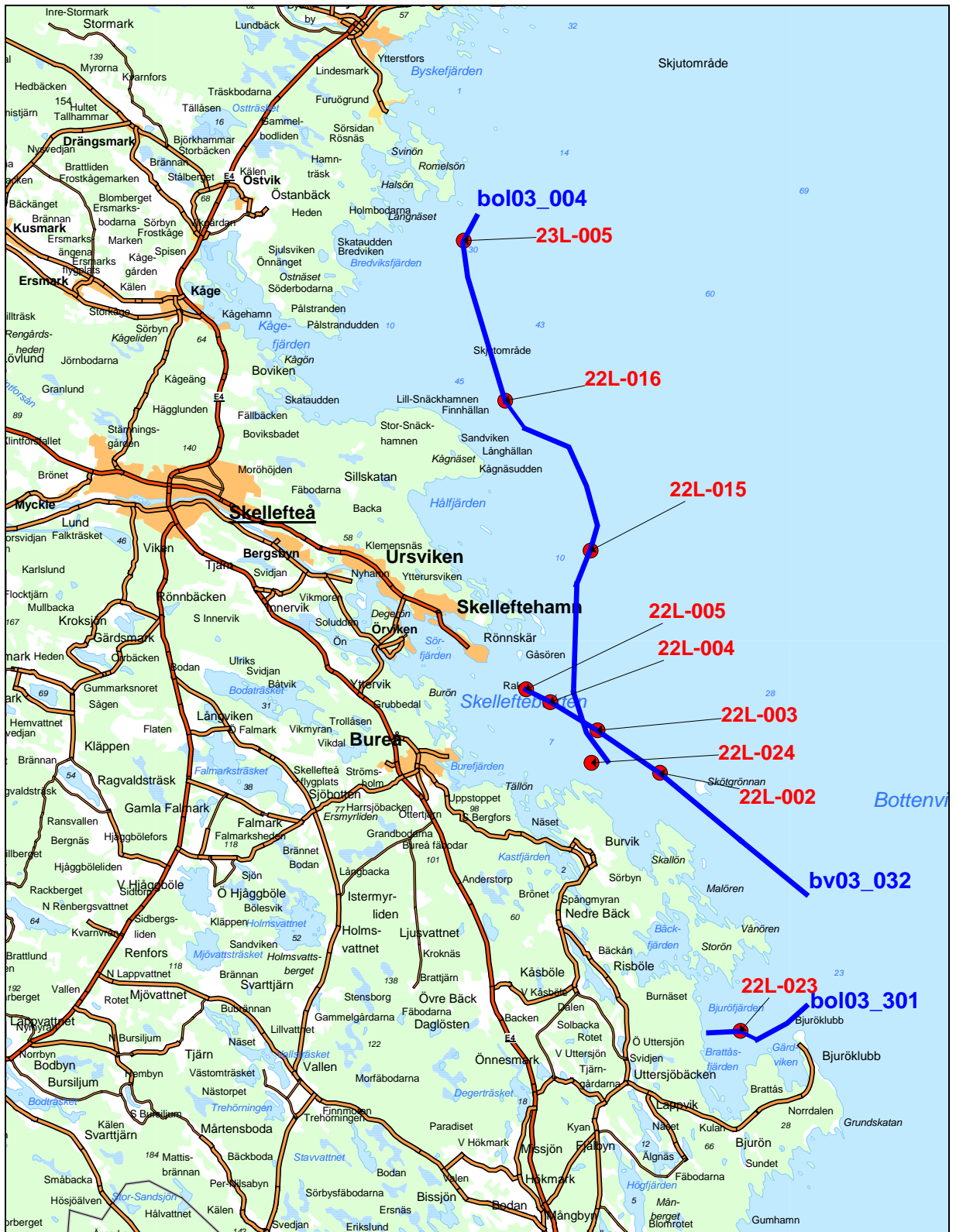


Fig. 1. Karta över Skelleftebukten med omgivningar utvisande hydroakustiska mätlinjer (blått) och provtagningsstationer som provtagits under 2003 års miljökemiska sedimentundersökning för Boliden AB.

provtagare (dubbelpipig Gemini-corer, med en diameter av 80 mm på inerröret). För att klarlägga sedimentkärnornas slutliga lämplighet för vidare analys (dvs. att sedimentkärnorna inte är omrörda genom t ex bioturbation) skannades och dokumenterades dessa med digital röntgenteknik.

5.2 Hydroakustiska mätmetoder

Positionering

Mätningar och provtagning har utförts från SGU:s undersökningsfartyg, S/V Ocean Surveyor i perioden den 2 augusti -15 september 2003. Utrustningen har under mätningarna positionerats med differential GPS, där korrektionerna erhöles från EPOS Premium systemet. Uppskattningsvis ger dGPS en positionsnoggrannhet av 1-2 meter.

Samtliga positionsuppgifter i denna undersökning är angivna i Rikets Nät koordinatsystem RT38/RT90.

Utmed mätlinjerna, benämnda bol03_004, bol03_301 och bv03_032 (fig. 1) har samtidigt utförts mätningar med lättseismik, penetrerande sedimentekolod och side scanning sonar (sidoseende ekolod). Mätfarten var 3 meter/sekund. Pulsintervallet för vart och ett av de tre hydroakustiska mätsystemen var satt till 1,0 sekund. Mätlinje bv03_032 är mätt inom ramen för SGUs regionala kartläggning av Bottenviken.

Seismik- och sedimentekolodsmätningar

För den seismiska delen av undersökningen, med syfte att fastlägga de djupare sedimentlagrens uppbyggnad, användes en tryckluftsdreven ljudsändare av typ "sleevegun" (10 kubiktum) som producerar en kraftig och förhållandevis lågfrekvent puls. Som mottagare nyttjades en 6-kanals linjehydrofon (Teledyne), kopplad till en TritonElics-Delph Seismic registrerings/processeringsenhet.

För information om de övre sedimentlagren användes ett skrofvast sedimentekolod av typ Edo Western HiPac (3,5/7 kHz). Sedimentekolodsdata har lagrats/processerats i systemet TritonElics-ISIS.

Rådata lagrades digitalt i formatet SEG-Y. Utsnitt från diagrammen vid provtagningspunkterna redovisas i kap. 6.1 nedan.

Ekolodning utfördes med hjälp av ett SIMRAD enkelstrålelod.

Side-scan sonarmätningar

Side-scan sonar mätningar genomfördes i syfte att dokumentera utbredningen i bottenytan av olika sedimenttyper, uppstickande berggrund samt eventuell förekomst av föremål (t ex rörledningar och kablar). För mätningarna nyttjades en side-scan sonar av Chirp-typ, Datasonics SIS 1000 med TritonElics-ISIS lagrings/processeringssystem.

Insamlade rådata har lagrats digitalt i format SEG-Y. Sonarbilderna har slant-range-korrigerats och geo-rektifierats till en sonarosaikkarta i geo-Tiff-format med pixelstorlek motsvarande 1 x 1 meter i verkligheten.

Utsnitt från diagrammen vid provtagningspunkterna redovisas i kap. 6.2 nedan.

5.3 Sedimentprovtagning

Nio platser norr, öster och söder om Rönnskär valdes ut för provtagning (fig. 1). Platsvalet baserades främst på den hydroakustiska informationen som syftade till att endast ackumulationsbottnar skulle komma ifråga. Dock placerades, enligt önskemål från Boliden Mineral AB, flera stationer vid eller nära provtagningsplatser nyttjade i 1989 års undersökning av bottenfauna och sediment (Boliden Mineral 1989). En sådan placering var möjlig att uppfylla på sju av provtagningsstationerna utan att kravet på depositionsbotten åsidosattes.

Varje sedimentprovtagning föregicks av en bottenyteobservation med undervattenskamera. Om bottenytebesiktningen bekräftade den utifrån de hydroakustiska mätningarna utvalda provtagningsplatsens lämplighet genomfördes provtagning. Varje plats provtogs med ett ”dubbelpipigt” gravitationslod av typ *Gemini Corer* utom station 22L-002 som på ett siltlager provtogs med ett enkelpipigt *stöt*lod. Positionerna för provtagningspunkterna redovisas i tabell 1.

En av de två parallellkärnorna tagna med Gemini Corer från vardera provtagningsplats beskrevs, fotograferades, röntgades samt datalagrades ombord i fartygets laboratorium.

Röntgning skedde med en digital sediment-scanner av typ ITRAX (Cato *et al.* 2000). Vid röntgen sattes tubspänningen till 60 kV, tubströmstyrka till 18-22 mA och exponeringstiden till 200-250 ms samt steglängden till 0,2 mm.

Tabell 1. Positioner, vattendjup och sedimenttyper på de stationer som provtagits för miljökemiska analyser runt Rönnskär i Skelleftebukten 2003. Pg.LGy = postglacial lergyttja, pg.gyL = postglacial gyttjelera, si = siltig.

Prov 2003 års undersök- ning	Motsvar. station i 1989 års undersök- ning	Nivå (cm)	N (RT90)	E (RT90)	Vatten- djup (m)	Sediment typ (svensk klassificering)	Provtagare
22L-002		0-1	7178705	1770173	29,4	pg.si.gyL	Stöt lod
22L-003		0-1	7180857	1767012	41,1	pg.lGy	GEMINI
22L-004	stn. 19	0-1	7182286	1764616	31,5	pg.lGy	GEMINI
22L-005	stn. 1/5	0-1	7182939	1763392	32,3	pg.lGy	GEMINI
22L-015	stn. 57	0-1	7189972	1766659	40,4	pg.lGy	GEMINI
22L-016	stn. 55	0-1	7197573	1762331	71,8	pg.gyL	GEMINI
22L-023	stn. 21	0-1	7165618	1774258	24,6	pg.gyL	GEMINI
22L-023	stn. 21	24-25	7165618	1774258	24,6	pg.gyL	GEMINI
22L-024	stn. 9	0-1	7179208	1766705	32,3	pg.si.gyL	GEMINI
23L-005	stn. 50	0-1	7205687	1760225	34,6	pg.lGy	GEMINI

Den andra parallellkärnan snittades i 1-cm tjocka skivor och överfördes till plastburkar för vidare analys med avseende på aktiviteten av radiocesium (^{137}Cs). Aktiviteten mättes ombord i fartygets laboratorium. Efter aktivitetsanalysen frystes proverna in i väntan på vidare analys av huvud- och spårelement. Från de två övriga parallellkärnorna på respektive plats uttogs den översta 0-1 cm av sedimentkärnan, sammanfördes

och överfördes till glasburk som frystes i likhet med ovan. Dessa prover nyttjades för analys av organiska miljögifter.

5.4 Analys av radiocesium

Aktiviteten av radiocesium (^{137}Cs) bestämdes i respektive sedimentkärna med en vertikal upplösning av 1 cm. Bestämningen skedde på vått sediment i en gammaskpektrofotometer (NaI-detektor) med processeringsenhet bestående av MicroACE mångkanalsanalysator med programvara ScintiVision-32.

5.5 Kemiska analyser

Torrsubstansen (TS) bestämdes genom torkning i enlighet med standard (SS 028113). Vattenhalten beräknades från torrsubstansen och uttrycks i procent av det våta provets vikt. Analyserna utfördes av Analytica AB i Luleå.

Vattenhalten i sedimentet bestämdes genom vägning före och efter frystorkning. Bestämningarna utfördes av SGU.

Glödrest bestämdes genom inaskning i enlighet med standard (SS-EN 12879-1). Analyserna utfördes av Analytica AB i Luleå.

Totalt organiskt kol (TOC), totalkol (TC) och totalkväve (TN) bestämdes via katalytisk förbränning (HCN-analysator). Analyserna utfördes av MicroKemi AB i Uppsala.

Huvudelement och spårelement har med några få undantag analyserats med avseende på sedimentets totala halt i enlighet med Internationella havsforskningsrådets (ICES) rekommendationer. Beroende på elementgruppernas olika kemiska och analytiska egenskaper har tre olika metoder för uppslutning/lakning använts. För flertalet element har sedimentprovet smälts med LiBO_2 och sedan upplösts i 5 % HNO_3 . För vissa element (Ag, Be, Co, Cs, Li, Pb, Sb, Tl och Zn) har uppslutning skett med $\text{HF}/\text{HClO}_4/\text{HNO}_3$ och för några element (As, Cd, Hg och S) efter lakning med 7M HNO_3 . Slutbestämning har skett med plasma-emissionsspektrometri (*Inductively Coupled Plasma*, ICP-AES) och plasma-masspektrometri (ICP-QMS). Analyserna har skett enligt modifierade EPA-metoder 200.7 respektive 200.8. Resultaten har jämförts med certifierade standarder (GSD-2, GSD-4, GSD-8). Analyserna utfördes av Analytica AB i Luleå.

Förutom spårelementen As, Cd och Hg (se ovan) har också Co, Cu, Mn, Ni, Pb, V och Zn analyserats enligt svensk standard, dvs efter lakning i 7M HO_3 i slutna teflon-behållare. Detta med syfte att skapa jämförbarhet med äldre undersökningsdata från området.

Organiska miljögifter har efter sohextraktion av sedimentprovet och efterföljande rening analyserats enligt följande. Polyaromatiska kolväten (PAH) har bestämts med hjälp av gaskromatograf (GC-FID) och hög prestanda vätskekromatograf (HPLC). Klorerade ämnen har bestämts med hjälp av högupplösande gaskromatograf (GC-MS) försedd med SPI-injektor och EC-detektor. Resultaten har jämförts med certifierade

standarder (NIST, SRM 1647, U.S.EPA C-813-01 och NIST, SMR 1492). Analyserna utfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet AB i Göteborg/Stockholm.

6. Resultat

6.1 Hydroakustiska mätresultat - seismik/sedimentekolod

Profil bol03-004

Det geografiska läget för mätlinje *bol03_004* redovisas i figur 1. Profilen löper parallellt utmed kusten öster om Rönnskär från någon kilometer norr om Burvik i söder till någon kilometer sydöst Romelsön i norr. De hydroakustiska mätresultaten från sedimentekolodet och tolkningen av seismik/sedimentekolodsprofil *bol03_004* redovisas i fig 2a-2f. Tolkningarna baseras på resultaten från båda mätsystemen, men i bakgrundsBild visas endast sedimentekolodsprofilen. De vertikala skallinjerna i profilen motsvarar en enhetlig ljudhastighet av 1460 m/s i vatten och sediment, men torde ändå ge en god approximation av de olika lagrens mäktighet.

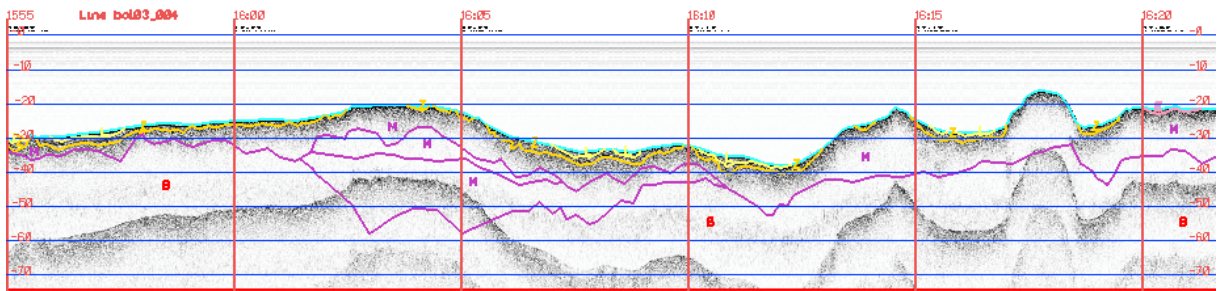


Fig. 2a. Sedimentekolodsprofil som visar ett vertikalt snitt genom sedimentlagren längs mätlinje *bol03_004* (se fig. 1). Linjen löper från söder (t.v. i bild) till norr (t.h. i bild) med fortsättning mot norr i figur 2b, 2c, 2d, 2e och 2f nedan. Avståndet mellan fixarna (t ex 16:00 och 16:05) är ca 1050 meter. Provtagningspunkter är markerade med respektive provtagningsnummer. Tolkade strukturer baseras på både sedimentekolodsdata och reflektionsseismiska data. Bilden innehåller "ekon" av bottenytan. Respektive uttolkade sedimentlager/sedimenttyper är markerat med en färgad linje placerad i lagrets undre gränser. Därutöver markeras lagret/sedimenttypen med en bokstav enligt följande legend:

- = bottenyta
- = postglacial lera (L, ljusgul)
- = glacial lera (Z, mörkgul)
- = postglacial sand (S, orange)
- = postglacial finsand (F, rosa)
- = glacial silt (H, grönt)
- = isälvsmaterial i allmänhet (I, grönt)
- = moränlera (Ml, brunröd)
- = morän (M, violett)
- = kristallint berg (B, rött)

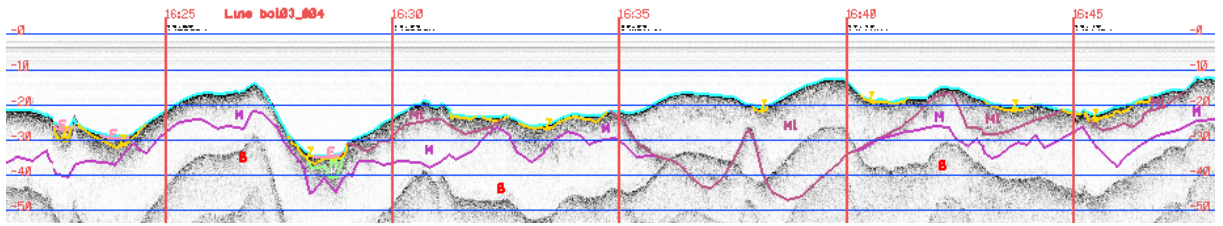


Fig. 2b. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

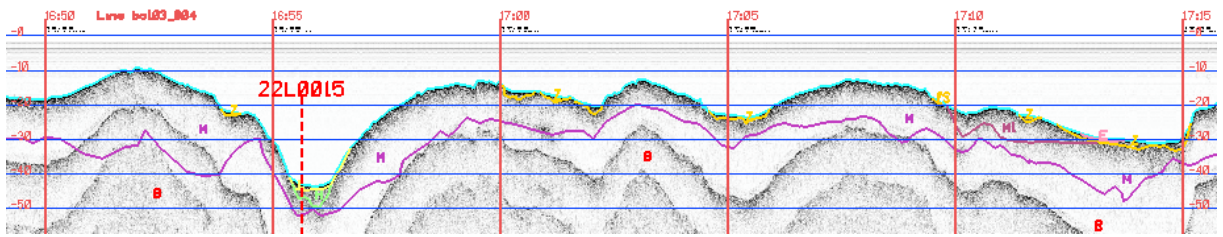


Fig. 2c. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

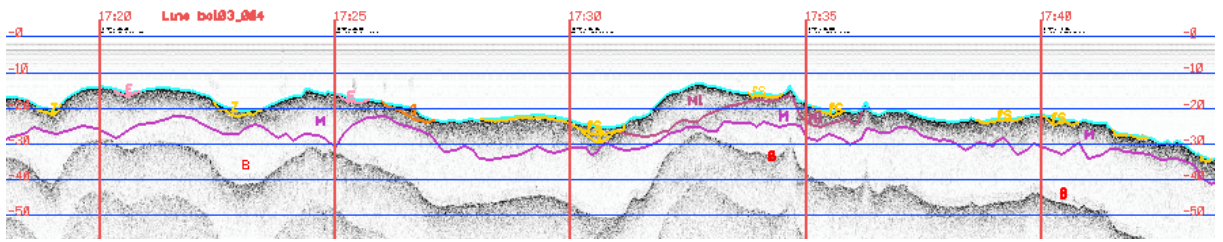


Fig. 2d. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

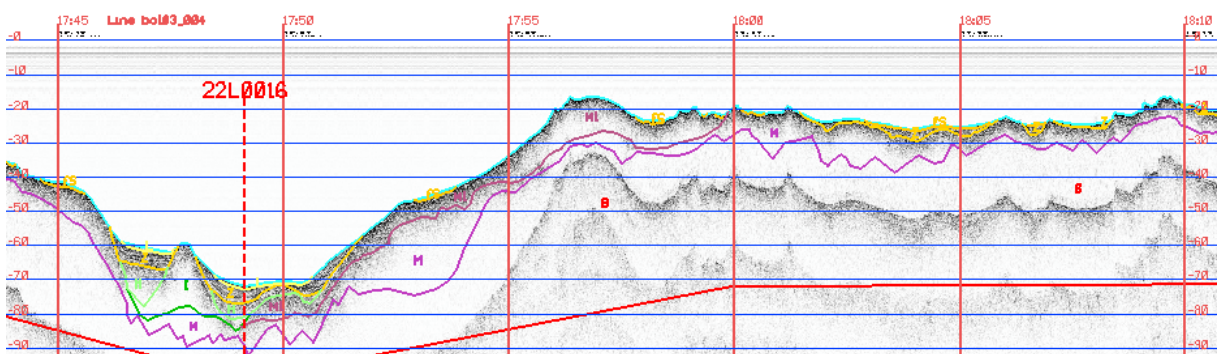


Fig. 2e. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

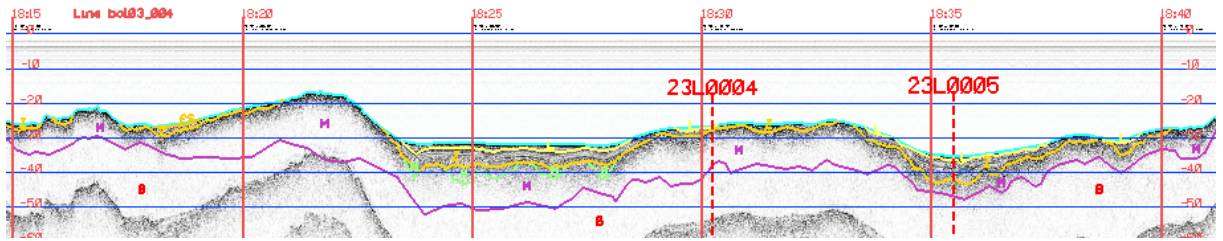


Fig. 2f. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

Respektive uttolkade sedimentlager/sedimenttyper är markerat med en färgad linje placerad i lagrets undre gräns. Därutöver markeras lagret/sedimenttypen med en bokstavsbezeichnung (se legenden fig. 2a).

Resultaten visar att havsbotten utmed profilen domineras av erosionsbottnar med morän, moränlera eller glacial lera anstående öppet i bottenytan. Glacialleran uppträder främst i områdets södra del (mellan fix 15:55-16:20) samt i dalstråk och fickor som mätlinjen övertvårar. Glacialleran överlagras ställvis av ett tunt lager med finsand.

Depositionsbottnar förekommer endast inom några mindre områden (mellan fix 16:55-17:00, 17:45-17:50 samt 18:25-18:35). Provtagningarna (märkta 22L0015, 22L0016 och 23L0005) har lokaliserats till dessa områden.

Profil bv03-032

Profilen är uppmätt inom ramen för SGUs översiktliga reguljära kartläggning av Bottnaviken. Det geografiska läget för mätlinje *bv03_032* redovisas i figur 1. Profilen löper parallellt utmed kusten från någon kilometer sydöst om Rönnskär till några kilometer norr om Bjuröklubb i sydöst. De hydroakustiska mätresultaten från sedimentekolodet och tolkningen av seismik/sedimentekolodsprofil *bv03_032* redovisas i fig 3a-3f. Tolkningarna baseras på resultaten från båda mätsystemen, men i bakgrundsbild visas endast sedimentekolodsprofilen. De vertikala skallinjerna i profilen motsvarar en enhetlig ljudhastighet av 1460 m/s i vatten och sediment men torde ändå ge en god approximation av de olika lagrens mäktighet.

Resultaten visar att havsbotten i profilens nordvästra del (mellan fix 11:35-12:15) domineras av depositionsbottnar med upp till som mest några meter postglacial lera som i sin tur överlagras äldre leror (glacial lera). Längre mot sydöst domineras bottenarna av erosionsbottnar med morän eller glacial lera anstående öppet i bottenytan. Glacialleran

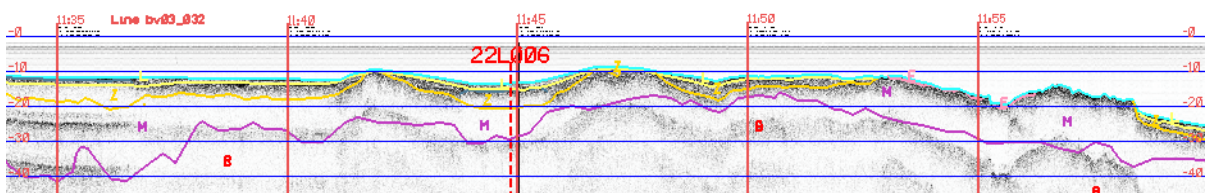


Fig. 3a. Sedimentekolodsprofil som visar ett vertikalt snitt genom sedimentlagren längs mätlinje *bv03_032* (se fig. 1). Linjen löper från nordväst (t.v. i bild) till sydöst (t.h. i bild) med den successiva fortsättningen mot sydöst i figur 3b, 3c, 3d, och 3e nedan. Provtagningspunkter är markerade i rött. För förklaringar se figur 2a.

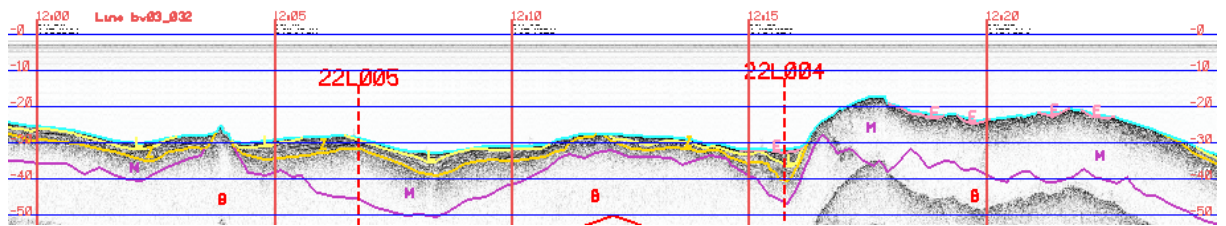


Fig. 3b. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

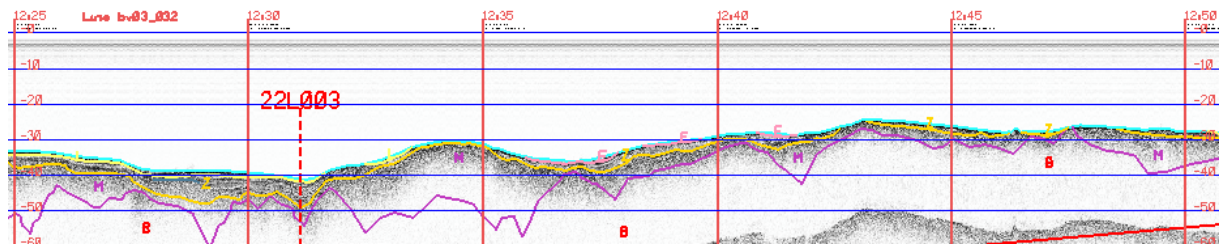


Fig. 3c. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

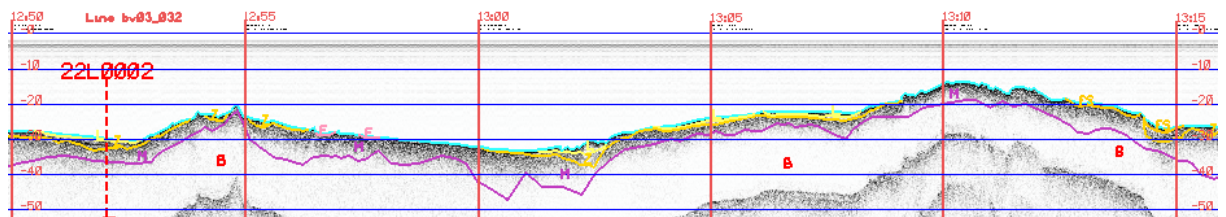


Fig. 3d. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

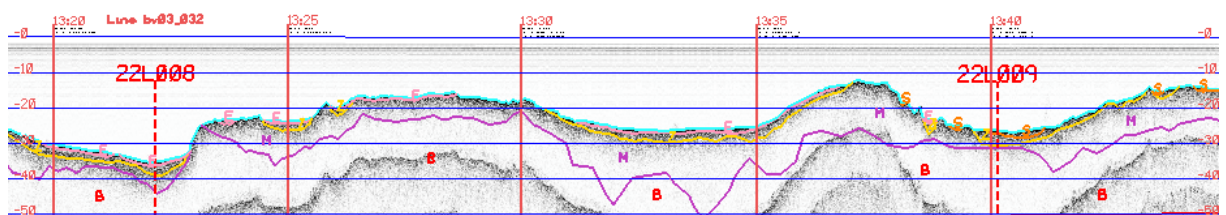


Fig. 3e. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

överlagras ställvis av ett tunt lager med sand alternativt finsand. Depositionsbottnar förekommer endast inom några mindre områden. Provtagningarna (märkta 22L0005, 22L0004, 22L0003 och 23L0002) har lokaliserats till dessa områden samt till det större och mer sammanhängande depositionsområdet närmast Rönnskär.

Profil bol03-301

Det geografiska läget för mätlinje bol03_301 redovisas i figur 1. Profilen löper från en punkt några hundra meter nordöst om Bjuröklubb och vidare mot sydväst in i Bjuröfjärden för att sedan vika av och fortsätta mot Burnäset i väster. De hydroakustiska

mätresultaten från sedimentekolodet och tolkningen av seismik/sedimentekolodsprofil *bol03_301* redovisas i fig 4a-4f. Tolkningarna baseras även i detta fall på resultaten från båda mätsystemen, men i bakgrundsbild visas endast sedimentekolodsprofilen. De vertikala skallinjerna i profilen motsvarar en enhetlig ljudhastighet av 1460 m/s i vattnet och sediment men torde ändå ge en god approximation av de olika lagrens mäktighet.

Resultaten visar att havsbotten i profilens nordöstra och östra del (mellan fix 17:45-18:05) domineras av erosionsbottenar med glaciallera eller morän fritt anstående i bottenytan. Mindre partier med relativt tunn postglacial lera överlagrar glacialleran i sänkor främst mellan fix 17:50-17:55. Mäktigare lager av postglacial lera återfinns i profilens västligaste del mellan fix 18:05-18:15. Inom tre områden (markerade med blå ramar i fig. 4a-4b) har den hydroakustiska informationen släckts ut till följd av hög gashalt i sedimentet. Den postglaciala leran innehåller metangas som bildats genom nedbrytning av organiskt material. Är halten hög fungerar gasen som en akustisk barriär för nedträngande ljud. Detta visar sig som mörka band med hög reflektivitet närmast under bottenytan i sedimentekolodsprofilen. Dessa områden utgör normalt utpräglade depositionsbottnar. I det västligaste av dessa tre områden har prov 22L_023 tagits.

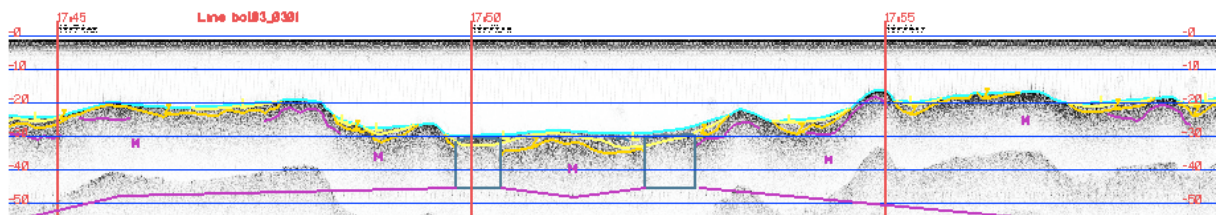


Fig. 4a. Sedimentekolodsprofil som visar ett vertikalt snitt genom sedimentlagren längs mätlinje *bol03_301* (se fig. 1). Linjen löper från nordöst om Bjuröklubb (t.v. i bild) och vidare mot sydväst in i Bjuröfjärden (t.h. i bild) för att sedan vika av och fortsätta mot Burnäset i väster i figur 4b, nedan. Provtagningspunkten är markerade i rött. För förklaringar se figur 2a.

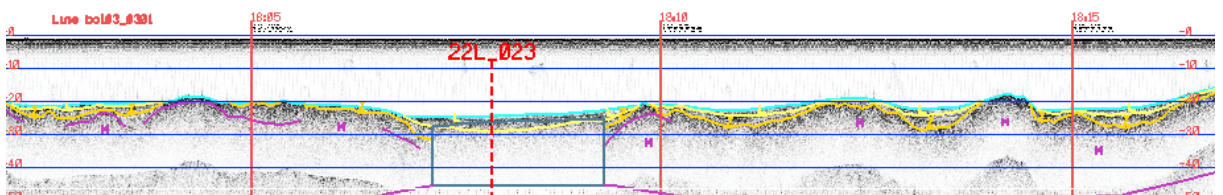


Fig. 4b. Fortsättning från föregående bild. För förklaring se fig. 2a.

6.2 Hydroakustiska mätresultat – side scan sonar

Utmed mätlinjerna, redovisade i figur 1, har botten avbildats i ett ca 1,5 km brett stråk med hjälp av side scan sonar. Mätlinjen löper centralt i stråket. Resultaten presenteras i figur 5a-b. En högre grad av svärtning i bilden indikerar grövre bottenmaterial, t ex

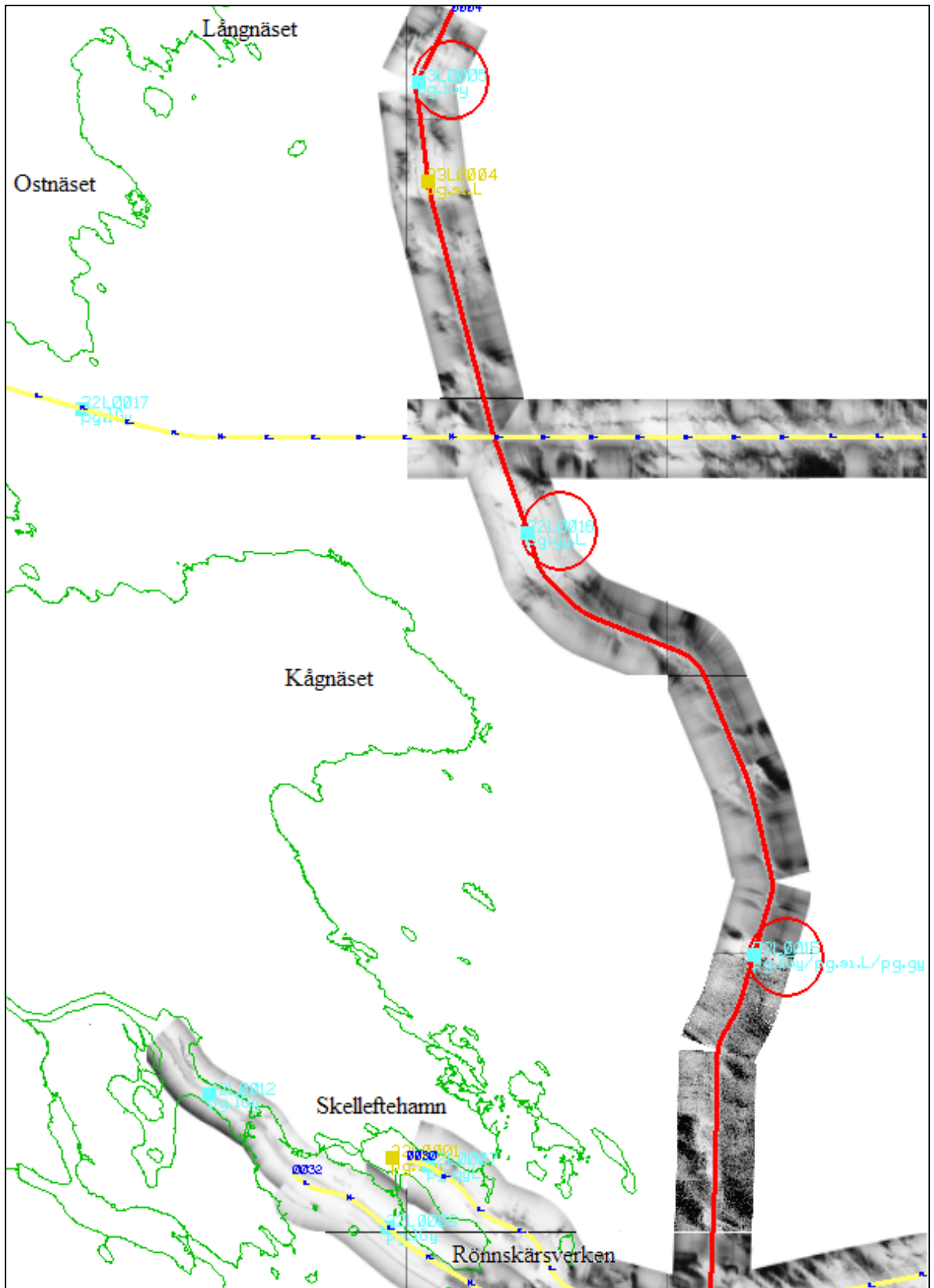


Fig. 5a. Side scan sonar –stripor utvisande bottenbeskaffenheten utmed mätlinjerna norr och väster om Rönskär. Provtagningar markerade med röd ring ingår i denna studie för Boliden Mineral AB.

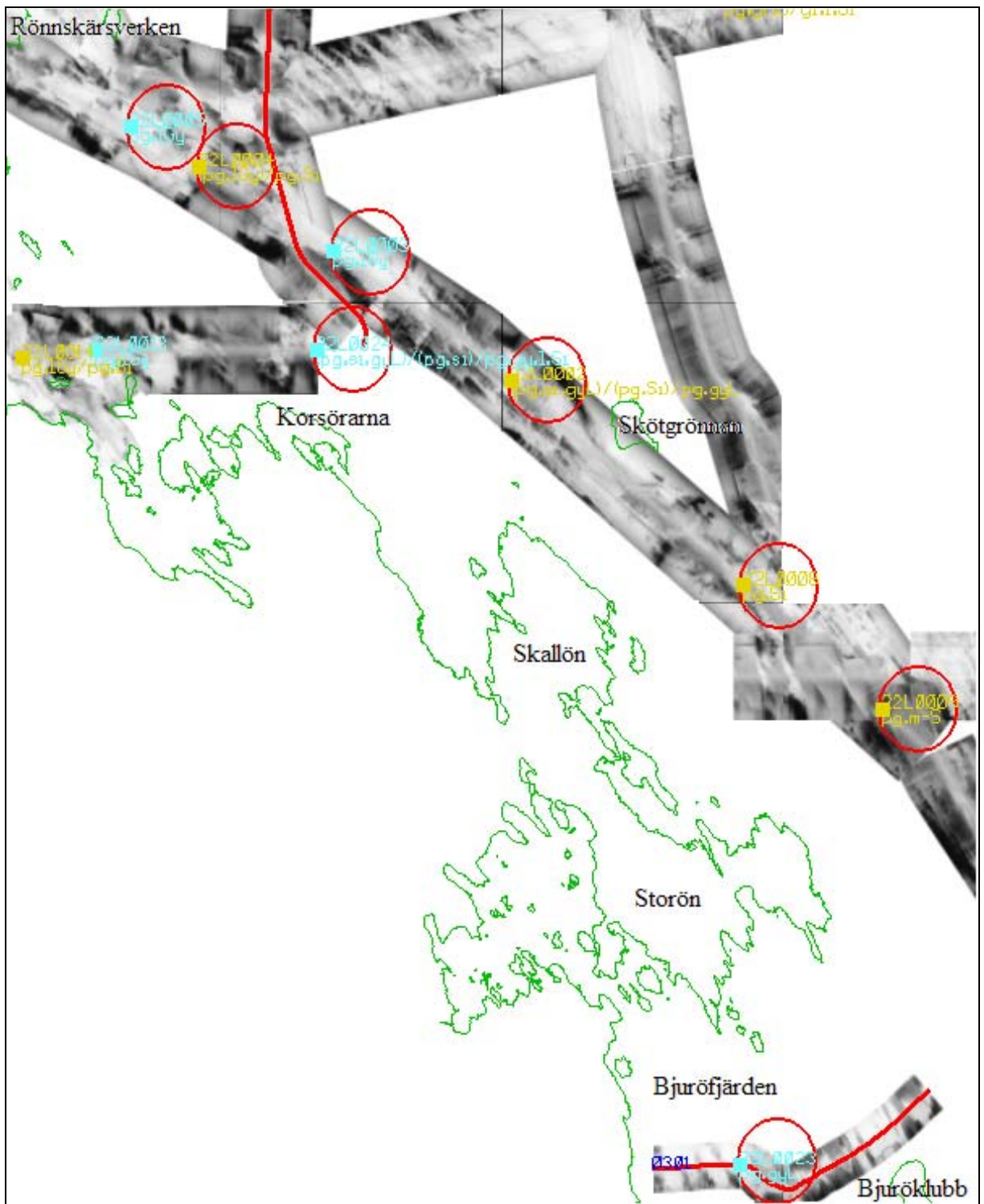


Fig. 5b. Side scan sonar –stripor utvisande bottenbeskaffenheten utmed mätlinjerna mellan Rönnskär och Bjuröfjärden. Provtagningar markerade med röd ring ingår i denna studie för Boliden Mineral AB.

morän eller grus och sand. Det senare materialet förekommer ofta som ett tunt skikt (residualmaterial) på glaciallera. Ljusa fält indikerar mjuka vattenhaltiga och finkorniga sediment, t ex lergyttjor eller gyttjeleror. Branta topografiska förändringar i botten kan beroende på styrkan i ljudreflektion öka alternativt minska svärtningen i bilden.

Provtagningspunkternas lokalisering redovisas i side-scan sonar bilden. Vissa provtagningspunkter ingår inte i den miljökemiska studien utan har tagits för kontroll/bekräftelse av bottenmaterialets beskaffenhet.

6.3 Provtagningar

Baserat på de hydroakustiska mätresultaten har provtagningspunkterna lokaliserats till områden med postglacial lergyttja alternativt gyttjelera, dvs typiska depositionsområden för kornstorleksfraktioner $<0,006$ mm (se exempel fig. 6-7). Ett närmare klarläggande av respektive plats lämplighet för miljökemisk provtagning har erhållits först efter videokamerabesiktning av bottenytan samt röntgning (se nedan) och besiktning av en från varje plats upptagen sedimentkärna.

I bilagorna 2 (Huvudprotokoll provtagning) och 3 (Observationsdokument) redovisas de provtagningsdokument som upprättats ombord på fartyget i samband med provtagning, optisk besiktning och beskrivning av upptagna sedimentkärnor. I detta sammanhang redovisas enbart de sedimentkärnor och prov som tagits för Boliden Mineral AB:s räkning. Detta mot bakgrund av att, för SGUs reguljära kartläggning av svensk del av Bottenviken, har ytterligare prover för geologisk bedömning tagits inom aktuellt undersökningsområde.

I den ursprungliga planen planerades ytprovtagning (0-1 cm) på 10 preliminärt och ungefärligen utlagda stationer. Sju av dessa skulle så långt som möjligt sammanfalla med tidigare provtagningsstationer (se tabell 1) om dessa visade sig vara förlagda till lämpliga depositionsområden. Därutöver skulle tre nya stationer etableras.

Ingen lämplig provtagningspunkt kunde dock återfinnas i den sydöstligaste delen av mätlinje *bv03_032* eller dess närhet. Havsbotten i detta område (utanför Malören) visade sig domineras av finsand/sand, dvs den utgör en typisk erosionsbotten och är därmed olämplig för denna typ av miljökemiska studier. Det tionde provet för miljökemisk analys togs då för retrospektiv analys av en djupare sedimentnivå på en av de nio provtagna stationerna (22L-023, se vidare nedan).

Resultaten från provtagningarna visade att sedimenten i fem (prov 22L-003, 22L-005, 22L-016, 22L-023, 23L-005) av de upptagna nio sedimentkärnorna i sin helhet utgjordes av laminerade postglaciala lergyttjor/gyttjeleror (bilaga 1 och 2). Samtliga utgör sediment lämpliga för miljökemiska analyser.

På två stationer (22L-004 och 22L-015) utgjordes de översta 0-5 cm respektive 0-11 cm av laminerad postglacial lergyttja. Lergyttjan underlagrades av ett skikt postglacial silt eller siltig lera, vilket i sin tur underlagrades av postglacial gyttjelera. Stratigrafin visar att ytskiktet är lämpligt för miljökemisk analys, men att detta skikt vid svåra stormtillfällen genom vågverkan eroderas bort. Under lugna perioder ackumuleras recenta sediment på platsen till nästa svåra stormtillfälle.

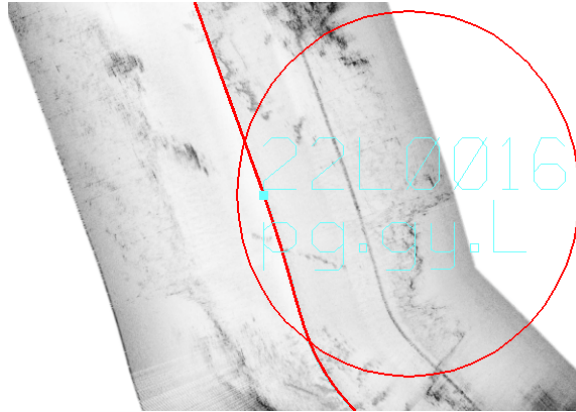


Fig. 6. Val av provtagningsplats baseras bl a på side scan sonar data. Figuren visar hur provtagningspunkt 22L-016 placerats i en bassäng med postglacial gyttjelera i bottenytan.

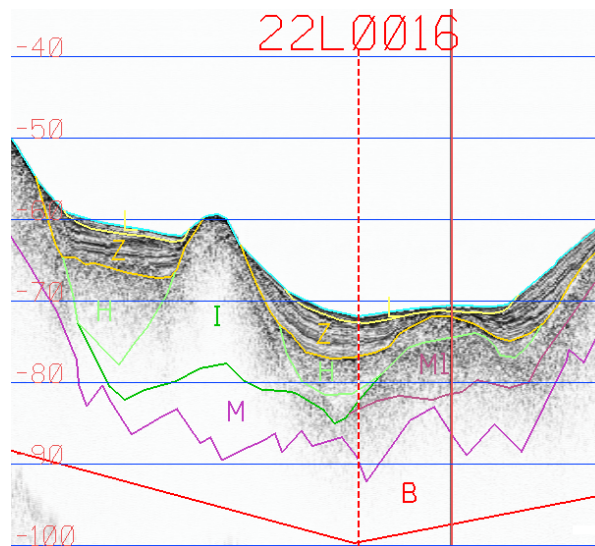


Fig. 7. Val av provtagningsplats baseras bl a på sedimentekolodsdata. Figuren visar hur provtagningspunkt 22L-016 placerats i en bassäng med några meter postglacial gyttjelera som överlagrar äldre sediment (glaciallera och glacial silt).

Förhållandena är liknande på stationerna 22L-002 och 22L-024. Ända skillnaden är att de översta gyttjelereskiktet (0-10 cm respektive 0-20 cm) innehåller en del silt, vilket visar att resuspenderat silt från omgivningen regelbundet deponeras tillsammans med finkornigare sediment på platsen. Även i detta fall är ytskikten lämpliga för miljökemiska studier.

Färgen på sedimentet ger en anvisning om redoxförhållandena på respektive station. Samtliga stationer utom en uppvisar reducerade förhållanden i ytan. Den svarta sulfid-

färgen (främst järnmonosulfider) når djupare ned i sedimentet. I sedimentkärnorna 23L-005 och 22L-016 når det ned till 40 respektive 54 cm, medan t ex sedimentkärnorna 22L-003, 22L-005 och 22L-015 i sin helhet är svart sulfidfärgade. Endast station 22L-002 uppvisar en oxiderad yta, med svag sulfidfärgning mellan 1 och 12 cm sedimentdjup.

Noterbart är att i samtliga kärnor iakttas en roströd färg i vissa skikt (delvis beroende på Fe-hydroxid-oxider). Färgen har även observerats på andra håll i Bottenvikens sediment (SGU opubl. uppgift).

I några av sedimentkärnorna (22L-002 och 22L-004) har Fe/Mn koncretioner observerats. I den först nämnda sedimentkärnan har koncretionen nodulform (klumpar). Observationer av noder i området har tidigare beskrivits av Lithner (1974).

6.4 Radiografisk analys

I figur 8 redovisas röntgenbilder av sex sedimentkärnor. Kärnlängden på respektive röntgad sedimentkärna är respektive 36 cm (23L-005), 39 cm (22L-016), 37 cm (22L-015), 21 cm (22L-024), 30 cm (22L-002) och 45 cm (22L-023). På övriga tre stationer kunde ingen speciell sedimentkärna för radiografisk analys erhållas på grund av underlagrande siltskikt som omöjliggjorde en provtagning för denna typ av analys.

Den radiografiska analysen visar tydligare än den optiska besiktningen (bilaga 3) att sedimentkärnorna har en omväxlande diffus till tydlig laminering. Spår av biologisk omröring till följd av grävande organismer, s.k. bioturbation, saknas i sedimentkärnorna, vilket är en fördel vid miljökemisk analys av sedimentet. Av röntgenbilderna framgår också att porer fyllda med sedimentgas, troligen metangas, förekommer i kärna 22L-023.

Såväl lamineringen som förekomsten av sedimentgas visar att sedimentkärnorna härrör från depositionsbottnar utan fysiska störningar. Avsaknaden av spår från bioturbation visar därutöver att bottenförhållandena är reducerande ända upp i ytsedimentet.

6.5 Sedimentationshastighet

Genom att mäta aktiviteten för isotopen ^{137}Cs (cesium) kan sedimentationshastigheten bestämmas. Isotopen ^{137}Cs förekommer inte naturligt utan är en antropogent skapad produkt som uppkommer i samband med kärnklyvningsprocesser. Med beaktande av isotopens 30-åriga halveringstid kan man med stor sannolikhet utgå ifrån att allt ^{137}Cs som idag kan mätas i Östersjöns, Bottenhavets och Bottevikens sediment härrör från Tjernobylyckan i april 1986. Isotopens nedre gräns för sitt uppträdande i sedimentlagerföljden utgör därmed en s k ”markör” för året 1986. Baserat på vilket sedimentdjup detta sker på och de antal år som förflutet mellan Tjernobylyckan och provtagningsdatum kan sedimentationshastigheten beräknas. I en första approximation tas ingen hänsyn till sedimentens kompaktion till följd av avvattning vid sedimentation. Kompaktionen är mycket liten i de yngsta delarna av lagerföljden.

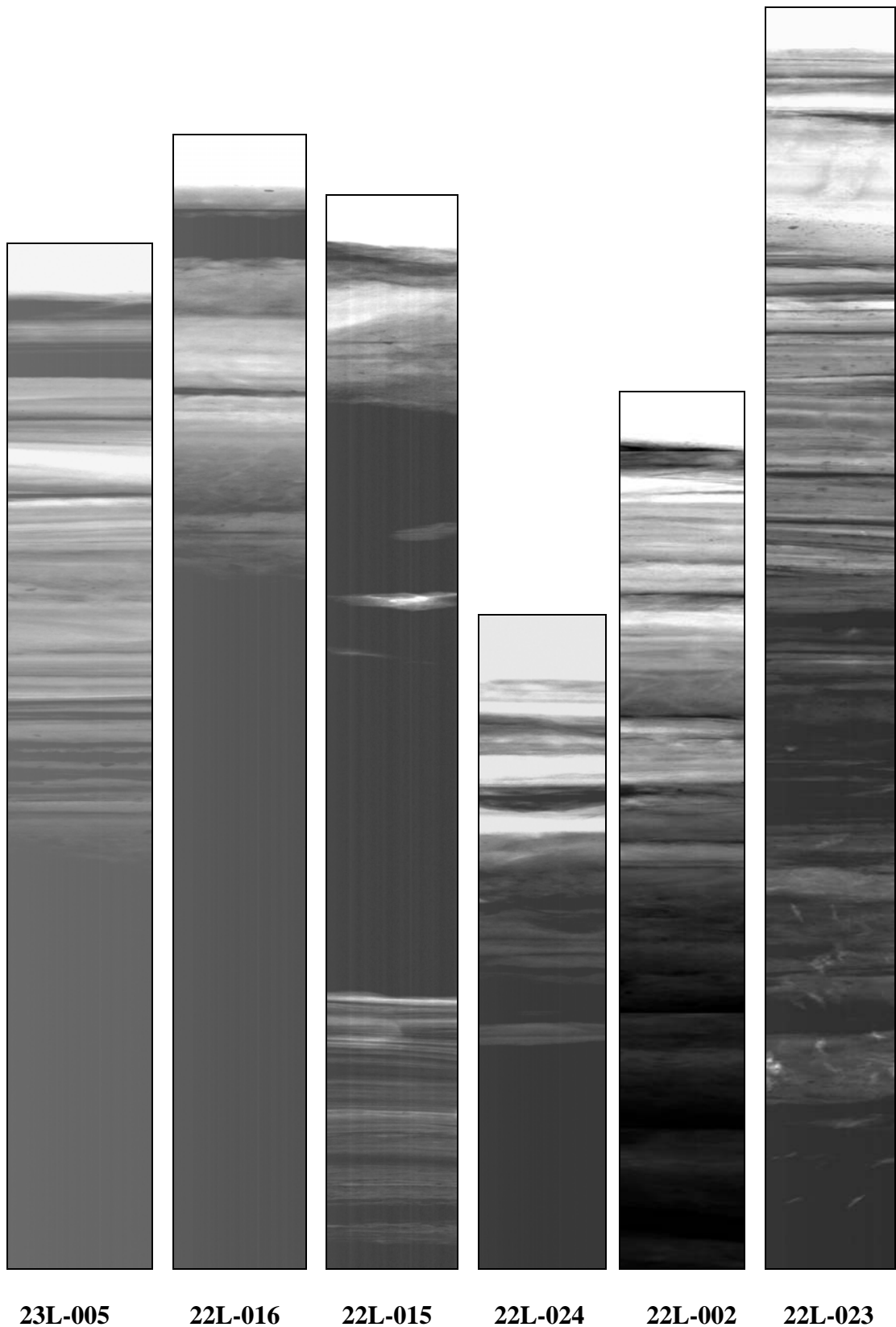


Fig. 8. Radiografiska bilder av sedimentkärnor från Skelleftebukten. Kärnlängden på respektive kärna räknat från vänster är 36 cm, 39 cm, 37 cm, 21 cm, 30 cm och 45 cm. Sedimentkärnorna uppvisar bitvis en tydlig laminering. Vita prickar i kärna 22L-023 utgörs av sedimentgas (metangas). Ovanför sedimentytan syns i samtliga kärnor några centimeter bottenvatten.

I figur 9 redovisas de uppmätta ^{137}Cs aktivitet i respektive sedimentkärna. I samtliga fall utom i sedimentkärna 22L-005 förekommer en tydlig aktivitetsspic. Sedimentationshastigheten kan beräknas till ca 7 mm/år i kärna 22L-015, till ca 5 mm/år i kärna 22L-016, till ca 4 mm/år i kärna 22L-023, till ca 2 mm/år i kärna 22L-024, och till ca 5 mm/år i kärna 23L-005.

Resultaten visar att sedimentationshastigheten varierar mellan 5 och 7 mm/år norr om Rönnskär jämfört med området söder där om där sedimentationshastigheten är 2 mm/år eller mindre. I Bjuröfjärden är sedimentationshastigheten i samma storleksordning som i området norr om Rönnskär.

I sedimentkärnorna 22L-015 och 23L-005 förekommer ett skikt som saknar aktivitet av ^{137}Cs på nivån 9 respektive 7 cm djup. Dessa skikt kan utgöras av inlagrade äldre resuspenderade sediment. Avsaknaden av ^{137}Cs i kärna 22L-005 kan tyda på att ingen recent sedimentation sker på platsen alternativt och troligare att aktivitetsspiken ligger djupare ned i sedimentet eller att aktiviteten ligger under detektionsgränsen.

6.6 Totalt organiskt kol (TOC), totalkol och kväve

Allmänt

Samtliga kemiska analysdata från undersökningen presenteras i bilagorna 4-6. Statistiska uppgifter över ytsedimentens (0-1 cm) koncentrationsdata (totalhalter), baserade på föreliggande undersökning av området utanför Rönnskär i Skelleftebukten, presenteras i tabell 2 (bilaga 1) i form av medelvärden, medianvärden, standardavvikelse samt min- och maxvärden. I tabell 3 (bilaga 1) presenteras för jämförelse motsvarande data från svensk del av Bottenviken (Data från SGU nationella miljökemiska sedimentdatabas).

Medelvärden från olika havsområden i Bottenviken/Bottenhavet och egentliga Östersjön redovisas i tabell 4 (bilaga 1).

Totalt organiskt kol, totalkol och kväve

Halten av totalt organiskt kol (TOC) varierar mellan 15 och 35 g/kg torrsubstans (ts) med ett medelvärde och medianvärde av 24,1 respektive 25 g/kg ts (tabell 2, bilaga 1).

Halten av totalkol (Tot-C) varierar mellan 15 och 37 g/kg torrsubstans (ts) med ett medelvärde och medianvärde av 25 respektive 27 g/kg ts. Resultaten visar att 96 % av halten totalkol utgörs av organiskt kol (TOC). Endast 4-5 % utgörs av oorganiskt kol.

Halten av totalkväve (tot-N) varierar mellan <3 och 4 g/kg ts med ett medelvärde och medianvärde av 3,2 respektive <3 g/kg ts.

Kvoten mellan TOC och tot-N (C/N-kvoten) varierar mellan 5 och 9,2 med ett medelvärde och medianvärde av 7,5 respektive 8,3. Resultaten visar på en relativt låg kvot som i sin tur antyder att det organiska materialet i sedimenten inte är dominerat av ter-restrisk organiskt material. Detta kan tyda på en svag eutrofiering av området med dominans av marint producerad detritus.

Den areella variationen av TOC, tot-N och tot-C redovisas i form av stapeldiagram (fig. 10 – 12) som utvisar koncentrationsdata per torrsubstans och där samtliga sta-

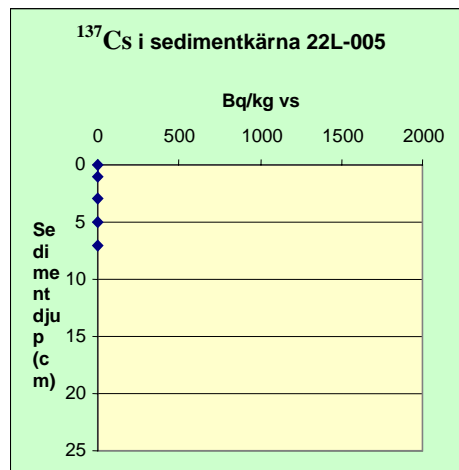
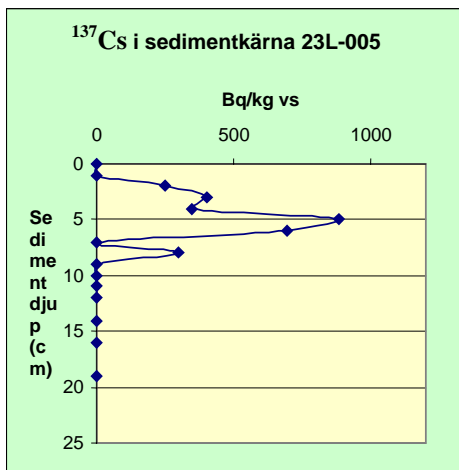
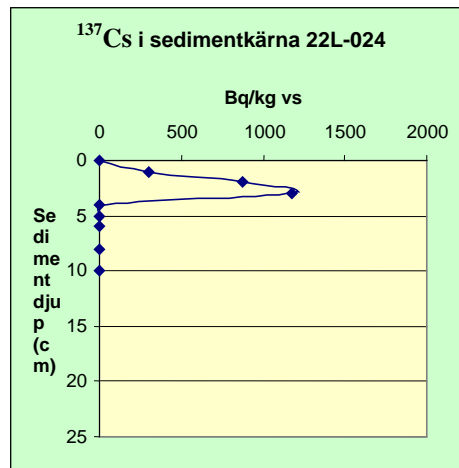
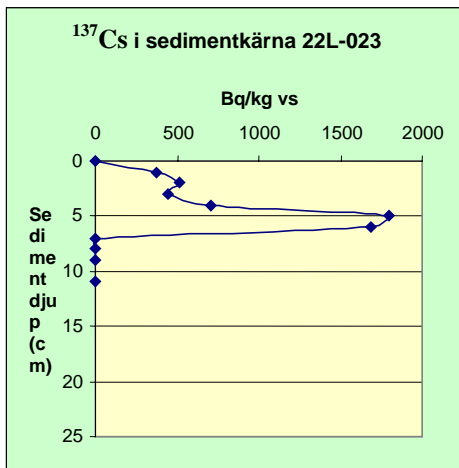
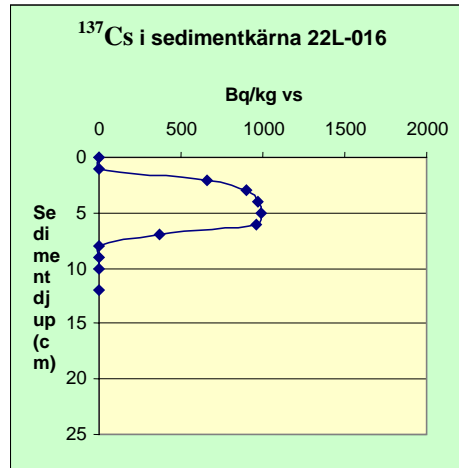
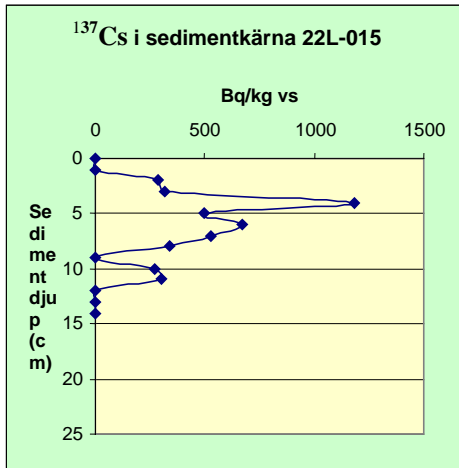


Fig. 9. Aktiviteten av ¹³⁷Cs som funktion av sedimentdjupet i sex sedimentkärnor från Skelleftebukten 2003. I fem av kärnorna framträder en kraftig aktivitetsspic som härrör från Tjernobylolyckan i april 1986.

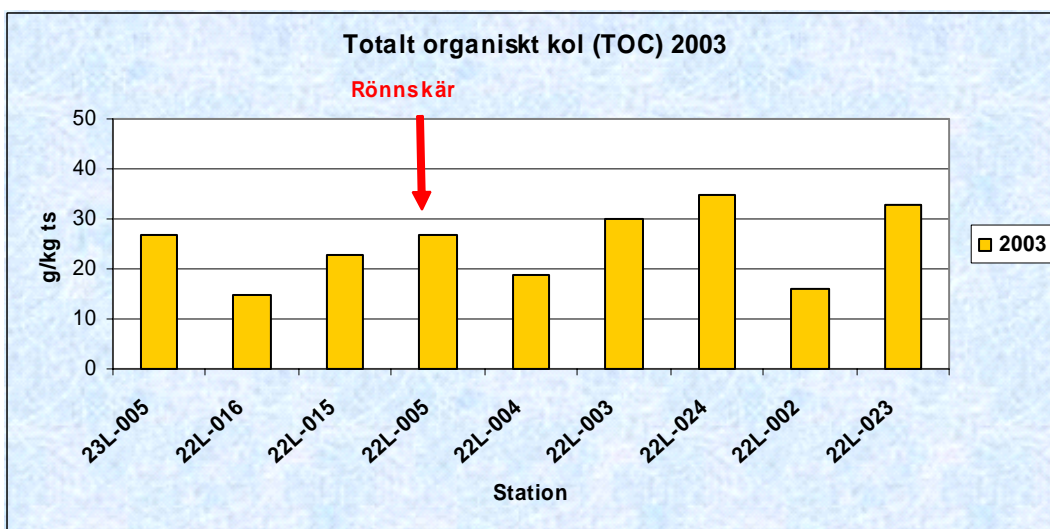


Fig. 10. Koncentrationen av totalt organiskt kol (TOC) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

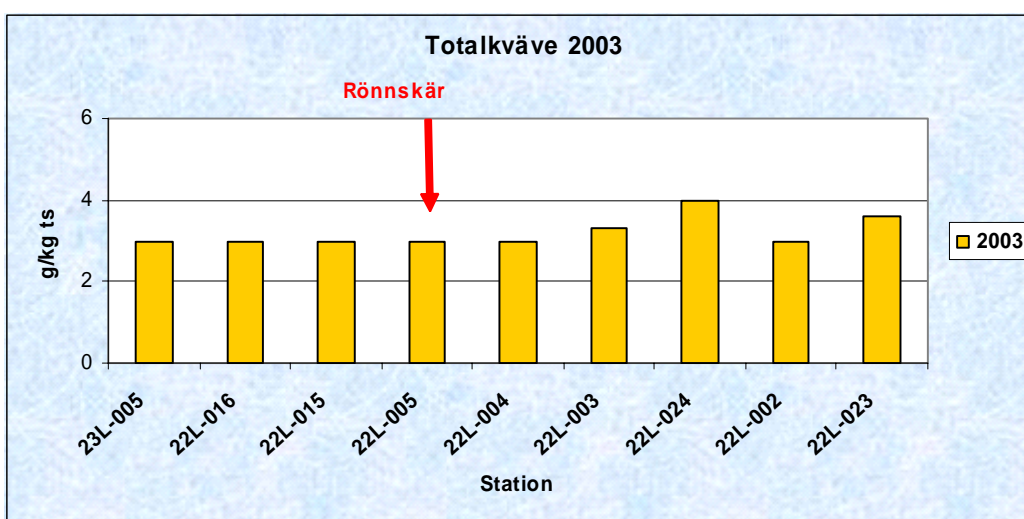


Fig. 11. Koncentrationen av totalkväve (tot-N) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

tioner projicerats på en hypotetisk linje som löper från den nordligaste stationen (23L-005) utanför Bredviksfjärden i norr till den sydligaste stationen (22L-023) i Bjuröfjärden i söder. Den förra är alltid placerad längst till vänster i diagrammet och den senare stationen längst till höger i diagrammet. Smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil i diagrammen.

Den areella variationen av organiskt material uttryckt som TOC respektive tot-N speglar främst depositionsförhållandena/kornstorleksfördelningen på respektive station.

Totalkväve visar inte upp den variation i ytsedimentkoncentration som TOC visar. Totalkväve kännetecknas av en betydligt jämnare areell variation längs transekten genom Skelleftebukten. Det senare kan sammanhånga med att kväve vid den naturliga nedbrytningen av organiskt material till viss del avgår från sedimentet till det ovanföriggande vattenmassan.

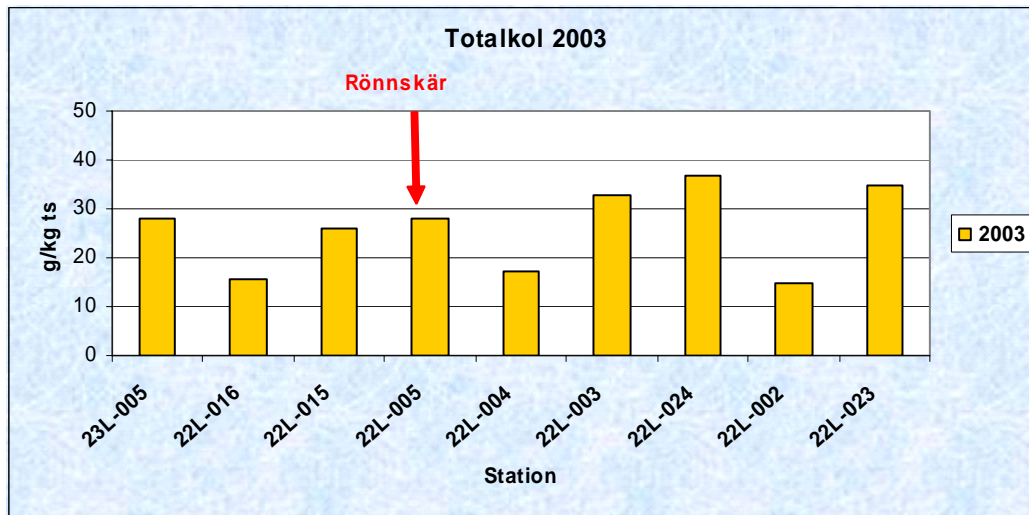


Fig. 12. Koncentrationen av totalkol (tot-C) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

6.7 Huvud- och spårelement, särskilt tungmetaller

Statistiska uppgifter över ytsedimentens (0-1 cm) koncentrationsdata (totalhalter) vad avser huvud- och spårelement, baserade på föreliggande undersökning av området utanför Rönnskär i Skelleftebukten, presenteras i tabell 2 (bilaga 1) i form av medelvärden, medianvärden, standardavvikelse samt min- och maxvärden. I tabell 3 (bilaga 1) presenteras, för jämförelse, motsvarande data från svensk del av Bottenviken (Data från SGU nationella miljökemiska sedimentdatabas). Analysdata återfinns i bilagorna 4-5.

Medelvärden från olika havsområden i Bottenviken/Bottenhavet och egentliga Östersjön redovisas i tabell 4. Vid en jämförelse av data i den senare tabellen kan konstateras att flera intressanta skillnader föreligger mellan de olika havsområdena. I syfte att underlätta för läsaren har i tabellen, där tydliga skillnader förekommer, de högsta halterna markerats med fet stil.

Huvudelement

Bland huvudelementen (även presenterade som oxider i tabell 4, bilaga 1) kan konstateras att halten av kisel (Si) i sedimenten är betydligt högre och halten av aluminium (Al) betydligt lägre i Skelleftebukten jämfört med övriga havsområden. Orsaken till denna skillnad beror på att sedimenten i Skelleftebukten har ett högre inslag av silt, dvs relativt sett en något lägre halt av lermineral rika på aluminium.

Halten av (Ca), järn (Fe) och mangan (Mn) i Skelleftebukten och Bottenviken är högre än i Bottenhavet och Östersjön. Ett förhållande som delvis torde spegla dels Skelleftefältet och aktiviteten vid smältverket i Rönnskär, dels övriga malmfält inom Bottenvikens dräneringsområde.

Halterna av kalium (K) och magnesium (Mg) är betydligt lägre i Skelleftebukten samtidigt som halten av natrium (Na) är betydligt lägre i hela Bottenviken/Bottenhavet jämfört med egentliga Östersjön. Dessa skillnader hänger samman med den successivt ökade salinitet som sker i havsvattnet mellan Bottenviken i norr och södra Östersjön/Västerhavet.

Halten av totalfosfor (P) är lägst i Skelleftebukten och högst i Bottenhavet, medan t ex halten av titan (Ti) inte uppvisar några större skillnader.

Spårelement

Vid en jämförelse mellan de olika havsområdena vad avser de 34 analyserade spårelementen kan konstateras att 11 stycken; arsenik (As), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), molybden (Mo), nickel (Ni), bly (Pb), antimon (Sb), tenn (Sn), strontium (Sr) och zirkonium (Zr), i genomsnitt uppvisar dubbelt så höga halter i ytsedimenten i Skelleftebukten och Bottenviken jämfört med Bottenhavet och egentliga Östersjön (tabell 4, bilaga 1). I övriga fall är halterna ungefär desamma eller lägre.

Lantanoider

Inga lantanoider förutom lantan (La) har undersökts. Koncentrationen (36,3 – 51,6 mg/kg ts) i Skelleftebukten är betydligt lägre än i övriga havsområden (tabell 4, bil. 1).

Areell variation av totalhalter

Den areella variationen av några ur miljösynpunkt relevanta spårelement (metaller) redovisas i form av stapeldiagram (figurerna 13 – 24) som utvisar koncentrationsdata per torrsubstans (totalhalter med undantag för As, Cd, Hg och S) och där samtliga stationer projicerats på en hypotetisk linje som löper från den nordligaste stationen (23L-005) utanför Bredviksfjärden i norr till den sydligaste stationen (22L-023) i Bjuröfjärden i söder. Den förra är i likhet med ovan alltid placerad längst till vänster i diagrammen och den senare stationen längst till höger i diagrammen. Smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil i diagrammen.

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av silver (Ag) varierar mellan 0,6 och 2 mg/kg ts. De högsta halterna uppmättes närmast och sydost om smältverket vid Rönnskär, medan de lägsta halterna återfinns distalt från smältverket (fig. 13). Den areella fördelningen visar, om än inte starkt, att Ag emitteras från smältverket vid Rönnskär.

Ytsedimentens innehåll (analys enl. sv std.) av arsenik (As) varierar mellan 34,6 och 789 mg/kg ts. De högsta halterna uppmättes sydost om smältverket vid Rönnskär. Halterna avklingar successivt från smältverket och sydost vart. De lägsta halterna återfinns norr om smältverket (fig. 14). Den areella fördelningen visar tydligt att också As emitteras från smältverket och att spridningen sker med de dominerande strömmarna utmed kusten i sydostlig riktning.

Ytsedimentens innehåll (analys enl. sv std.) av kadmium (Cd) varierar mellan 0,4 och 1,3 mg/kg ts. De högsta halterna uppmättes sydost om smältverket vid Rönnskär.

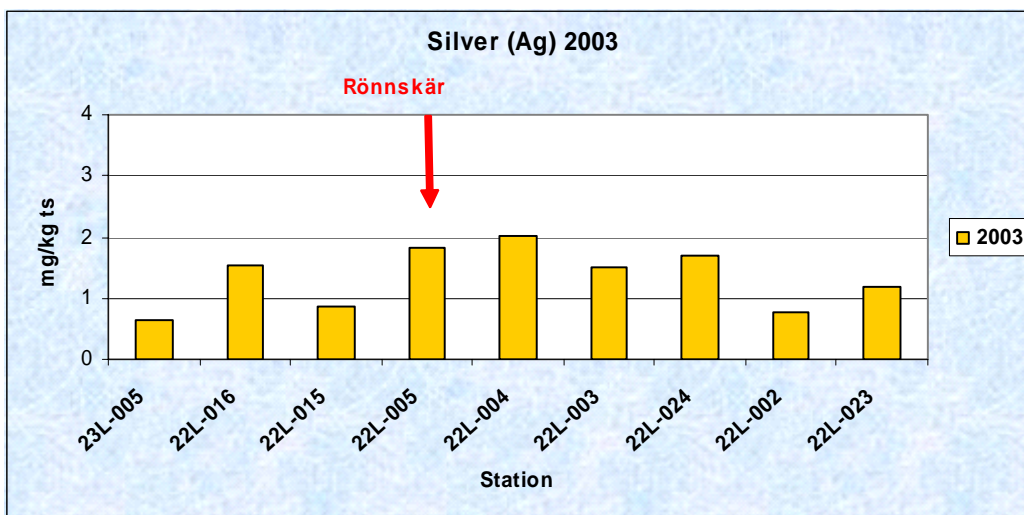


Fig. 13. Koncentrationen (totalhalter) av silver (Ag) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

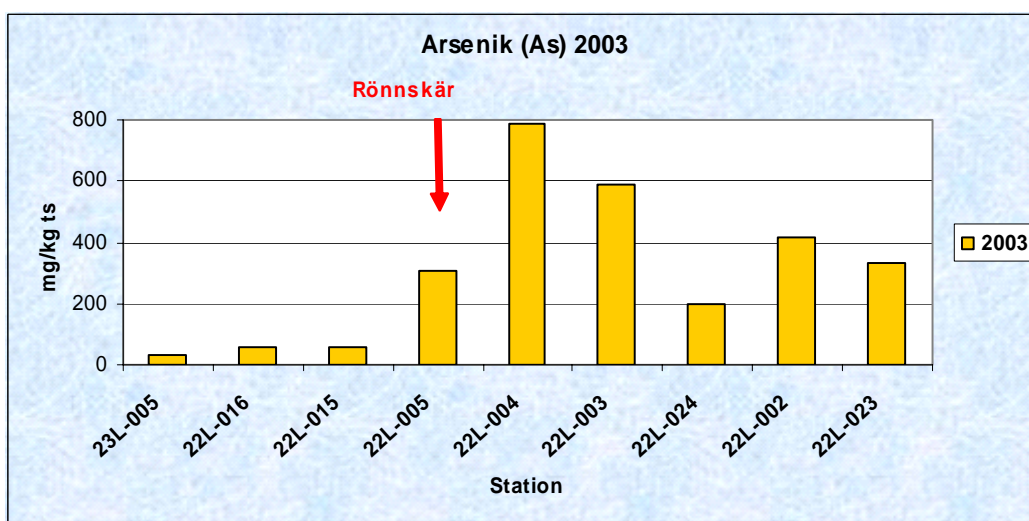


Fig. 14. Koncentrationen (analyserer enl. sv. Std.) av arsenik (As) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Halterna avklingar successivt från smältverket och sydost vart, men stiger åter i Bjuröfjärden. De lägsta halterna återfinns norr om smältverket (fig. 15). Den areella fördelningen visar, om än mindre tydligt, att också Cd emitteras från smältverket och att spridningen sker med de dominerande strömmarna utmed kusten i sydostlig riktning. Fördelningen antyder att andra källor kan bidra distalt.

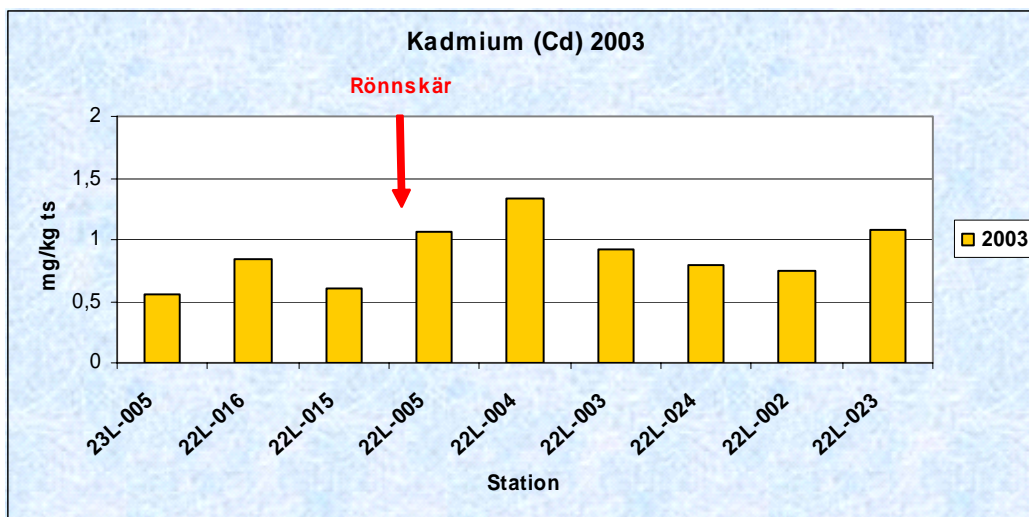


Fig. 15. Koncentrationen (analyserer enl. sv. Std.) av kadmium (Cd) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av kobolt (Co) varierar mellan 11,5 och 30,2 mg/kg ts. De högsta halterna uppmättes distalt (främst Bjuröfjärden) från smältverket vid Rönnskär, medan de lägsta halterna återfinns i smältverkets närområde (fig. 16).

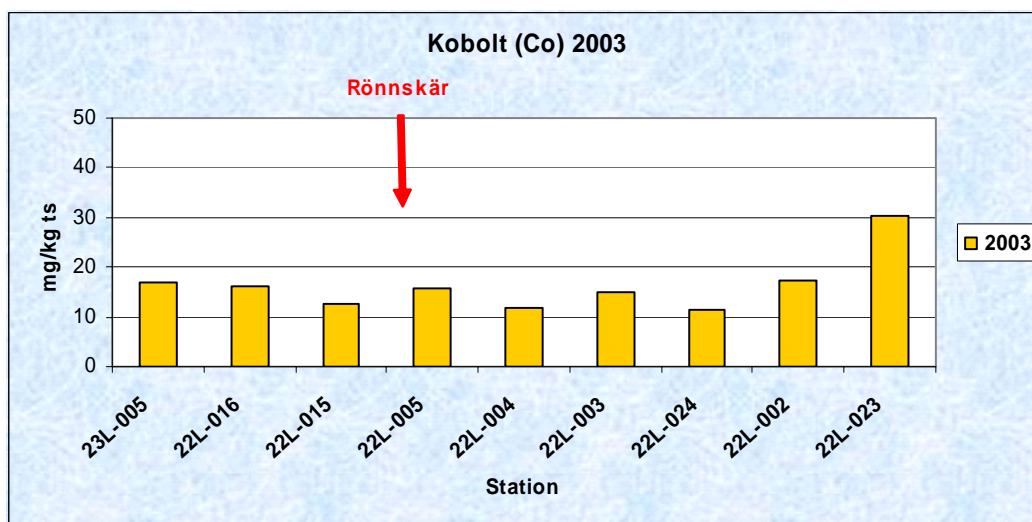


Fig. 16. Koncentrationen (totalhalt) av kobolt (Co) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av krom (Cr) varierar mellan 85,2 och 149 mg/kg ts. De högsta halterna uppmättes distalt (främst Bjuröfjärden) från smältverket vid Rönnskär, medan de lägsta halterna återfinns i smältverkets närområde (fig. 17). Den areella fördelningen visar inte någon tydlig trend.

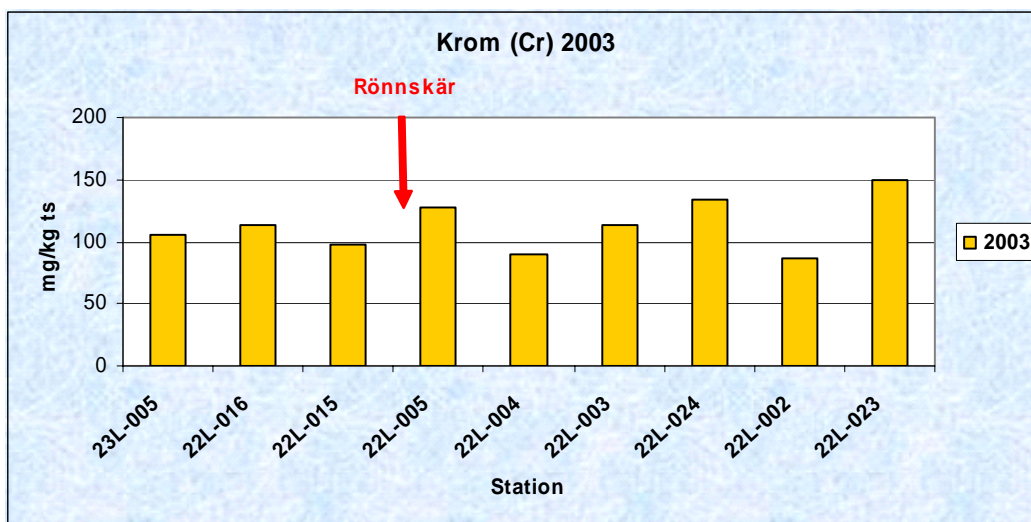


Fig. 17. Koncentrationen (totalhalter) av krom (Cr) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

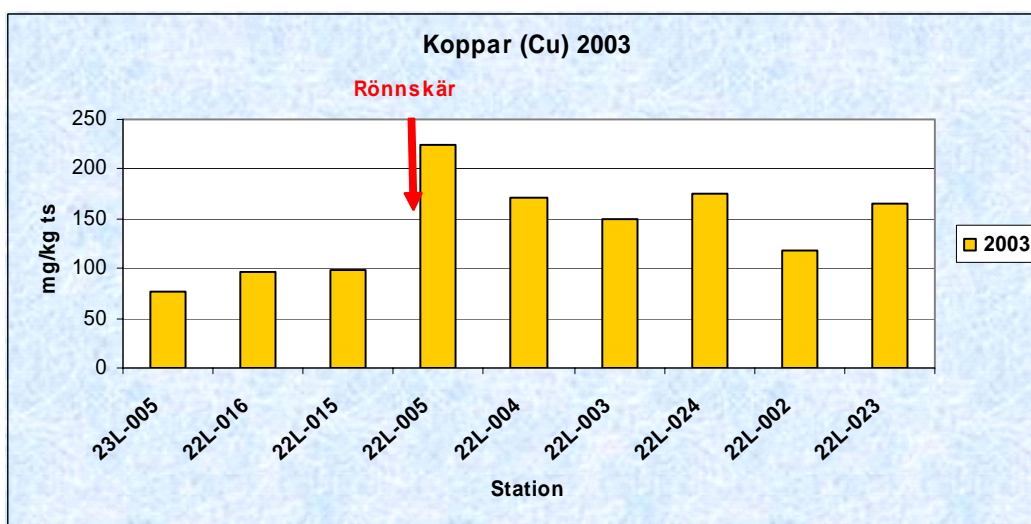


Fig. 18. Koncentrationen (totalhalter) av koppar (Cu) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av koppar (Cu) varierar mellan 64 och 225 mg/kg ts. De högsta halterna uppmättes sydost om smältverket vid Rönnskär. Halterna avklingar svagt och successivt från smältverket och sydost vart. De lägsta halterna återfinns norr om smältverket (fig. 18). Den areella fördelningen visar tydligt att Cu emitteras från smältverket och att spridningen sker med de dominerande strömmarna utmed kusten i sydostlig riktning.

Ytsedimentens innehåll (analys enl. sv. Std.) av kvicksilver (Hg) varierar mellan 0,1 och 0,7 mg/kg ts. I likhet med arsenik och koppar återfinns de högsta halterna sydost om smältverket vid Rönnskär och med en avklingande koncentrationer mot sydost (fig. 19).

Den areella fördelningen visar tydligt att Hg emitteras från smältverket och att spridningen sker med de dominerande strömmarna utmed kusten i sydostlig riktning.

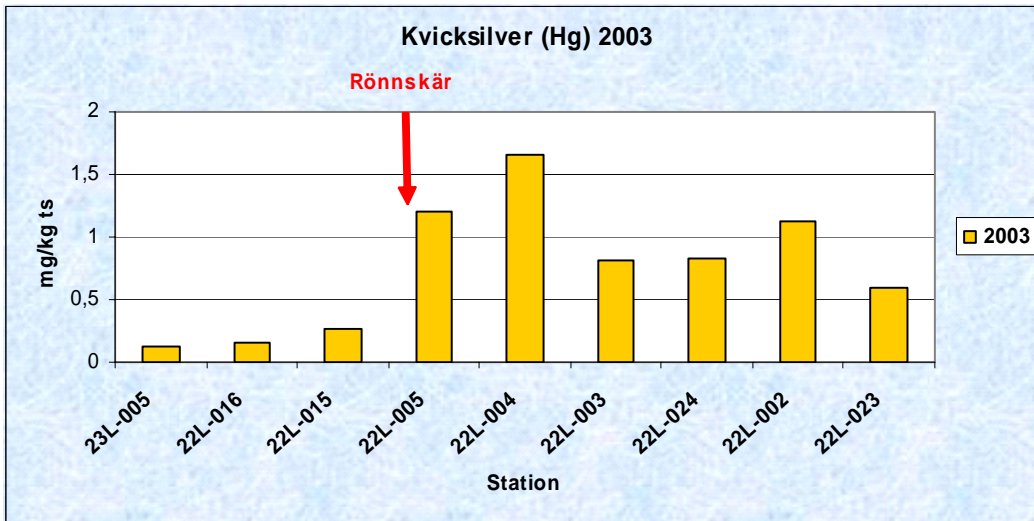


Fig. 19. Koncentrationen (analys enl. sv. Std.) av kvicksilver (Hg) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

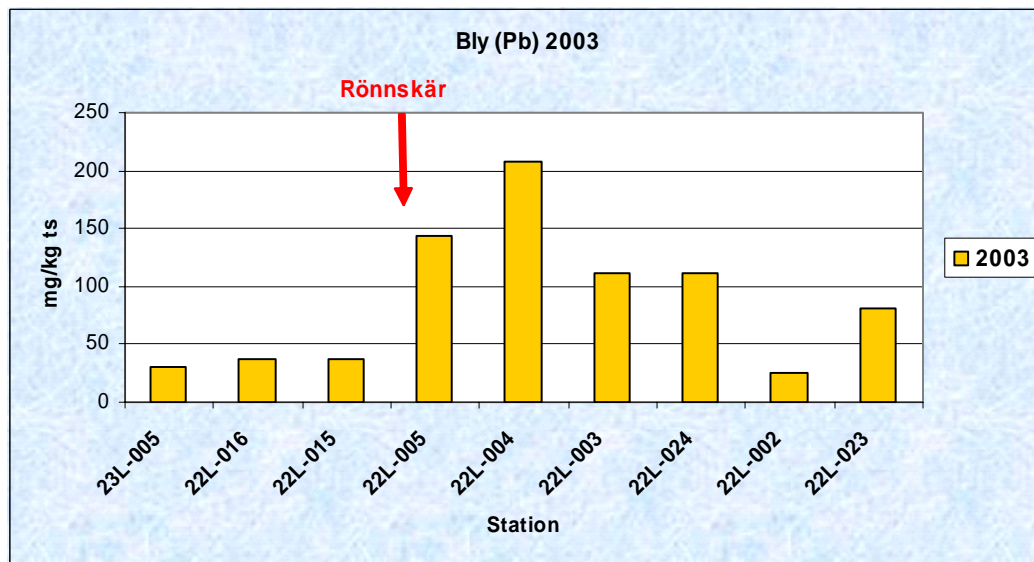


Fig. 20. Koncentrationen (totalhalter) av bly (Pb) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av bly (Pb) varierar mellan 24,5 och 208 mg/kg ts. Fördelningsmönstret är det samma som för arsenik, koppar och kvicksilver, dvs med högst halter sydost om smältverket (fig. 20).

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av nickel (Ni) varierar mellan 32,1 och 78,7 mg/kg ts. Den areella fördelningen är relativt jämn och visar inte någon gradient med avståndet från Rönnskärsverken (fig. 21).

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av zink (Zn) varierar mellan 81,2 och 237 mg/kg ts. I likhet med arsenik, koppar, kvicksilver och bly uppmättes de högsta halterna sydost om smältverket vid Rönnskär. Halterna avklingar successivt från smältverket och sydost vart. De lägsta halterna återfinns norr om smältverket (fig. 22). Den areella fördelningen visar tydligt att Zn emitteras från smältverket och att spridningen sker med de dominerande strömmarna utmed kusten i sydostlig riktning.

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av zirkonium (Zr) varierar mellan 32,1 och 78,7 mg/kg ts. Den areella fördelningen är relativt jämn dock med en antydning till högre koncentrationer i Skelleftebukten (fig. 23).

Ytsedimentens innehåll (totalhalt) av tenn (Sn) varierar mellan 1,7 och 13,5 mg/kg ts. Den högsta halten, 4-6 gånger högre än på övriga stationer återfinns på station 22L-016 (fig. 24). Den areella fördelningen är i övrigt relativt jämn.

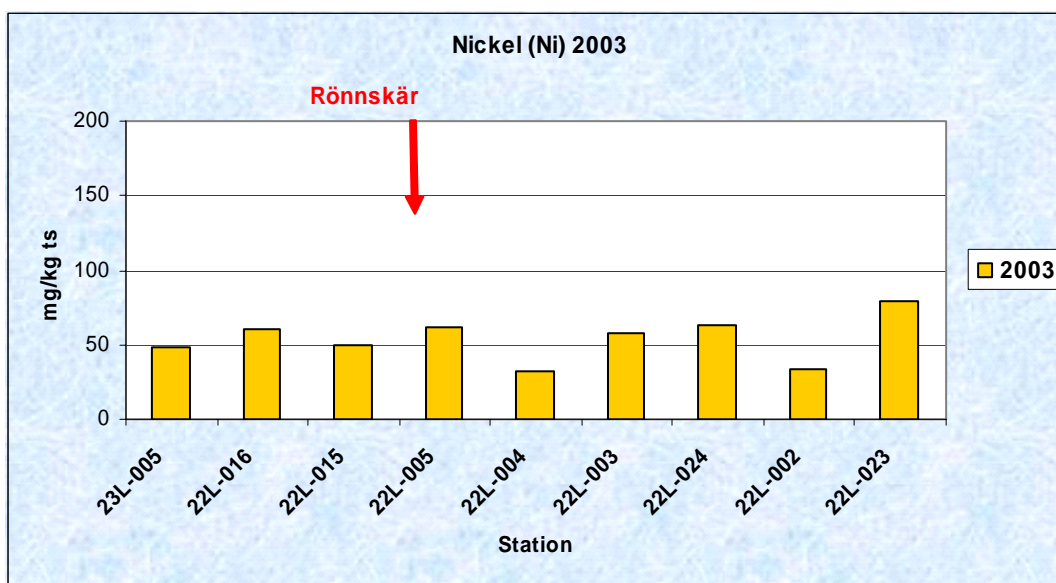


Fig. 21. Koncentrationen (totalhalter) av nickel (Ni) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Den areella fördelningen av tungmetallerna As, Cu, Hg, Pb och Zn uppvisar en tydligt avklingande gradient som sträcker sig från Rönnskärsverken och minst 25 kilometer-sydost vart utmed kusten. Ingen tydlig gradient från Rönnskär och norrut kan påvisas.

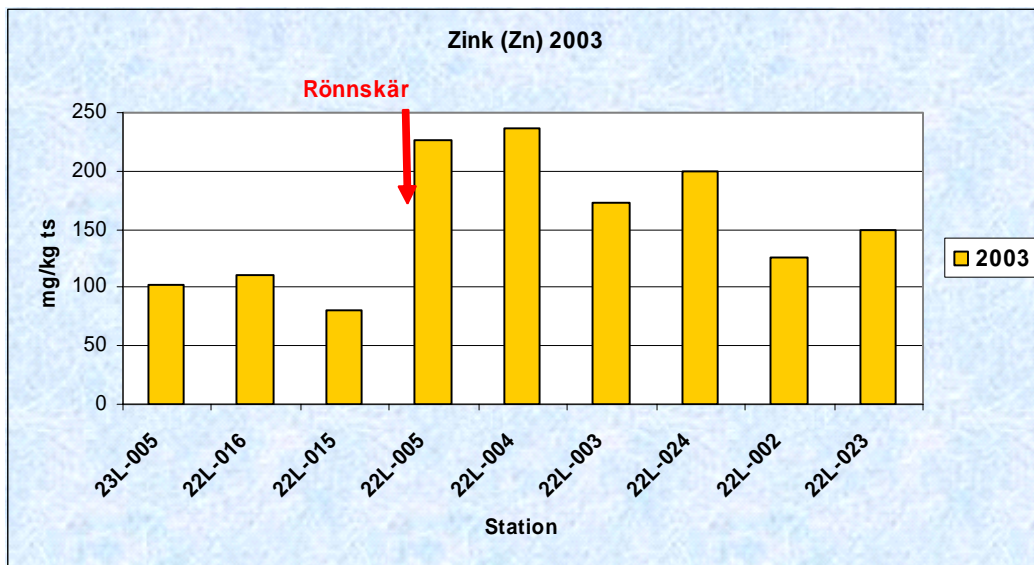


Fig. 22. Koncentrationen (totalhalter) av zink (Zn) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Ett liknande, men betydligt svagare fördelningsmönster kan också konstateras för Ag och Cd. Dessa förhållanden har även konstaterats i tidigare undersökningar (Lindgren m fl 1990, Lundberg 1995). Ingen trend kan observeras för Co, Cr, Ni och Zr. Resultaten visar, inte helt överraskande, att det är de metaller som främst utvunnits/utvinns vid smältverket i Rönnskär som också emitterats därifrån och spritts med kustströmarna mot sydost.

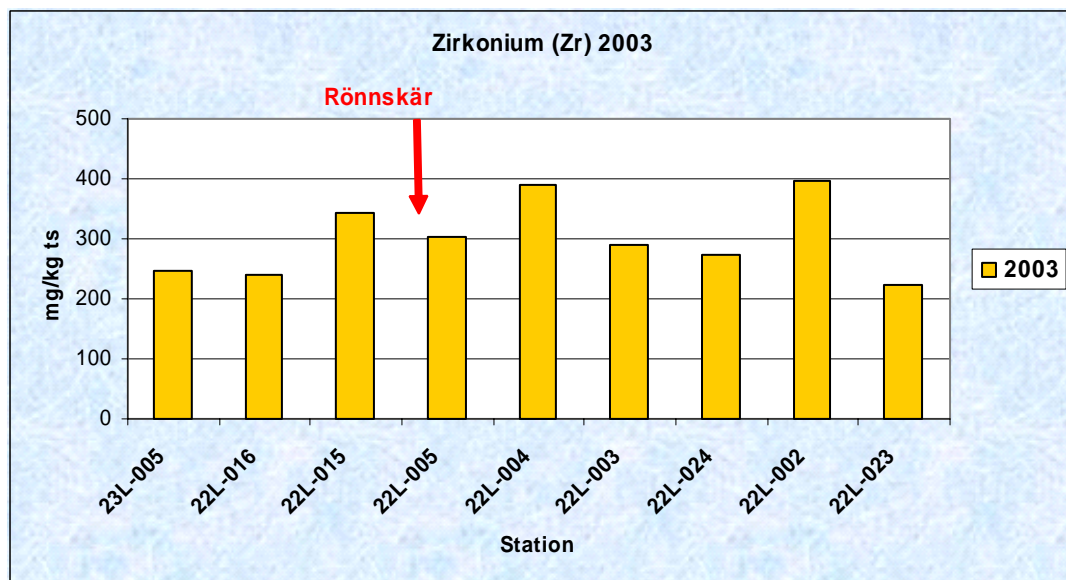


Fig. 23. Koncentrationen (totalhalter) av zirkonium (Zr) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

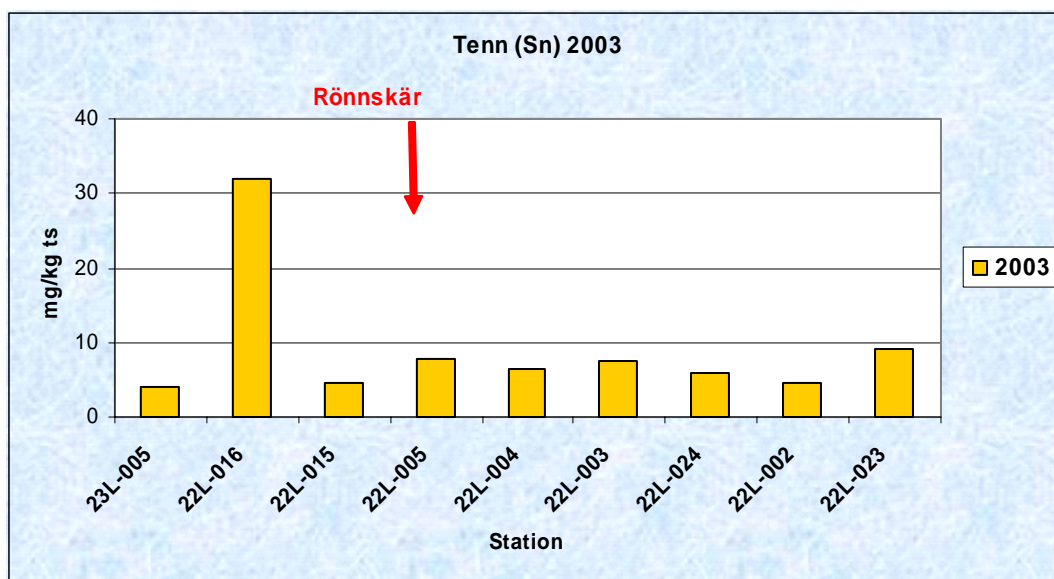


Fig. 24. Koncentrationen (totalhalter) av tenn (Sn) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

6.8 Förändringar i tungmetallbelastning mellan 1989 och 2003

I det föregående har elementen som redovisats analyserats med avseende på totalhalter (med undantag för As, Cd och Hg) i enlighet med rekommendationer från Internationella havsforskningsrådet (ICES). Tidigare undersökningar från området (Lithner 1974, Lindgren m fl 1990, Lundberg 1995) har analyserat metallinnehållet enligt svensk standard, vilket inte ger totalhalter. För att möjliggöra en jämförelse med tidigare års undersökningsresultat har därför sedimenten från 2003 också analyserats enligt svensk standard. Resultaten presenteras i bilaga 5 samt tabell 5 i bilaga 1.

I figurerna 25 – 30 illustreras utvecklingstrenden mellan 1989 och 2003 vad gäller ytsedimentens innehåll av de tungmetaller som också analyserats vid tidigare undersökningar.

Den areella fördelningen av arsenik (As), kvicksilver (Hg), koppar (Cu), bly (Pb), zink (Zn) och i viss mån kadmium (Cd) uppvisar samma mönster 1989 och 1991 som 2003, dvs med högre halter sydost om smältverket i Rönnskär och med successivt avklingande halter i samma riktning (fig. 13-24). Avklingningen i 2003 års data (analyserade enligt svensk standard) är inte lika tydlig som för de data som analyserats med avseende på totalhalter (se nedan).

Noterbart är att halterna successivt och avsevärt minskat mellan 1989 och 2003. I medeltal är minskningen i ytsedimentet (0-1 cm) 82 % för kvicksilver, 75 % för arsenik, 52 % för bly, 38 % för zink och 17 % för kadmium respektive koppar.

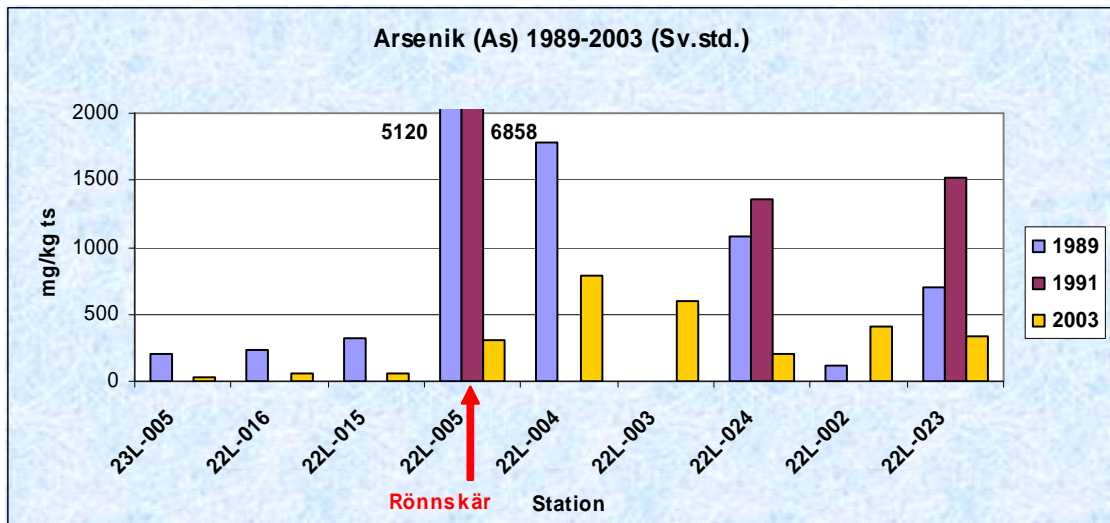


Fig. 25. Koncentrationen (analys enl. sv. Std) av arsenik (As) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten 1989-2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

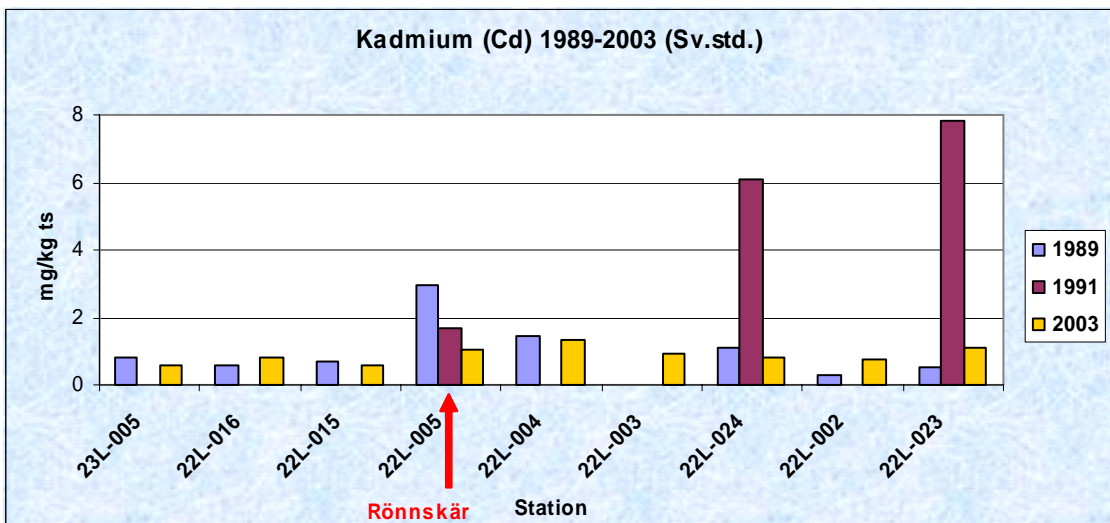


Fig. 26. Koncentrationen (analys enl. sv. Std) av kadmium (Cd) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten 1989-2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

En motsvarande jämförelse med 1991 års data är inte meningsfull eftersom endast tre stationer från den undersökningsomgången sammanfaller med 2003 års stationer. Dock kan konstateras att mellan 1989 och 1991 ökade i allmänhet halterna på dessa tre stationer avsevärt vad gäller arsenik, kadmium och zink, samtidigt som halterna för kvicksilver och bly minskade. I jämförelse med 2003 års data är minskningen från 1991 generell för samtliga metaller.

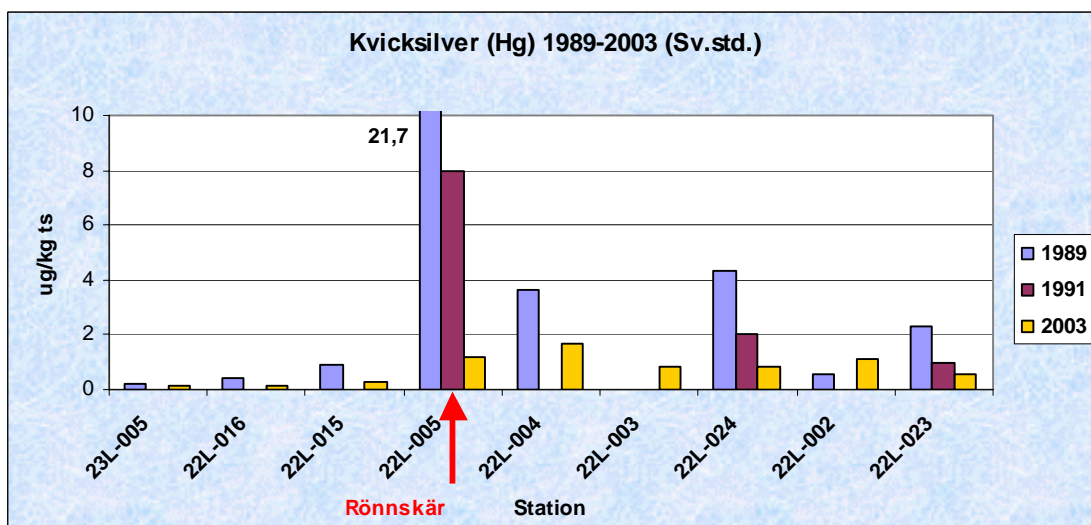


Fig. 27. Koncentrationen (analys enl. sv. Std) av kvicksilver (Hg) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten 1989-2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

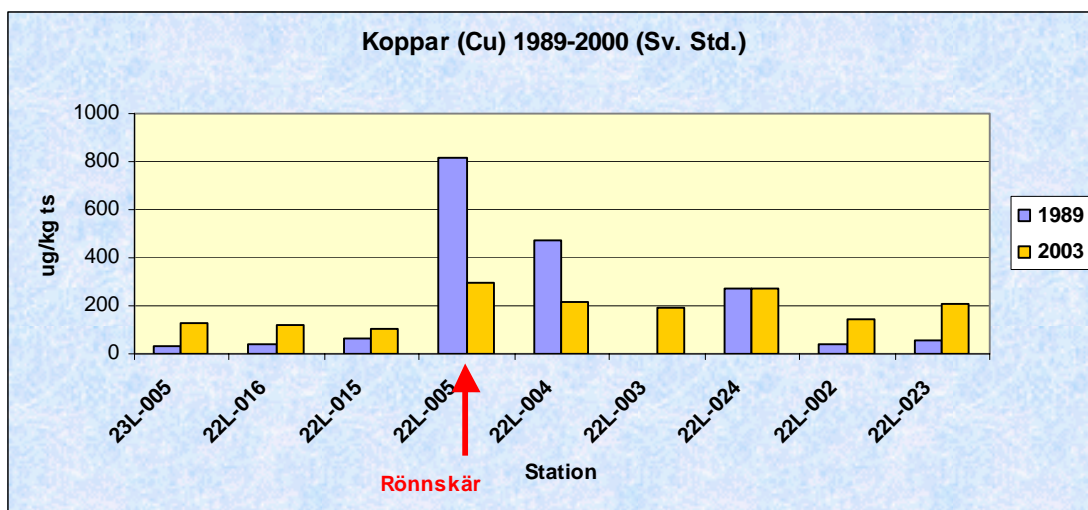


Fig. 28. Koncentrationen (analys enl. sv. Std) av koppar (Cu) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten 1989-2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

I en tidigare undersökning (Lindgren m fl 1990) konstaterades att mellan 1973 och 1989 halverades metallhalterna i smältverkets närområde (<3 km) och på avstånd större än 10 km. I området 3-6 km från smältverket konstaterades däremot en antydning till förhöjda halter. Som en tänkbar förklaring till detta angav författarna att metallkontaminerat sediment genom de bottendynamiska krafterna omfördelats och transporterats ut från närområdet och ackumulerats i djuphålor längre ut.

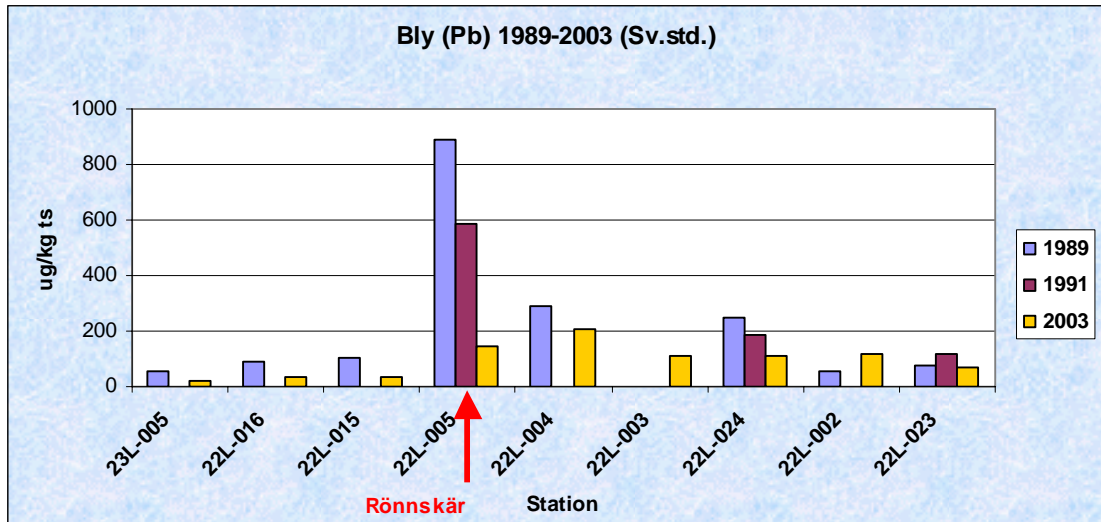


Fig. 29. Koncentrationen (analys enl. sv. Std) av bly (Pb) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten 1989-2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

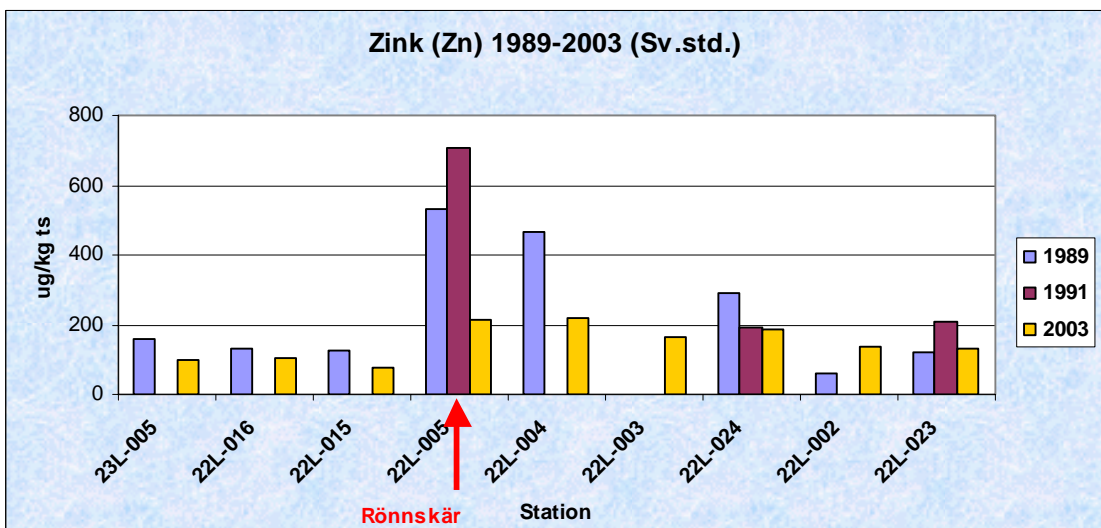


Fig. 30. Koncentrationen (analys enl. sv. Std) av zink (Zn) i ytsedimenten (0-1 cm) i Skelleftebukten 1989-2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Resultaten visar sammantaget att metallkoncentrationen i ytsedimenten minskat kraftigt och successivt från 1973 till 1989 och vidare till 2003. Enda undantag är arsenik och kadmium som ökade mellan 1989 och 1991. Denna ökning kan inte förklaras eftersom övriga metaller uppvisar ett annat och samstämmigt mönster. Analysfel kan därför inte uteslutas för 1991 års data alternativt att provtagningen omfattat mer än det översta skiktet 0-1 cm.

6.9 Polyklorerade bifenyler (PCB)

Sum7 PCB

Analysresultaten vad avser summan av sju identifierade polyklorerade bifenyler (PCB) i ytsediment (0-1 cm) redovisas i bilaga 6. Följande 7 kongener ingår: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 153, PCB 138 och PCB 180. Totalt finns 109 möjliga kongener. Halterna varierar mellan 2,1 och 3,8 µg/kg ts. Koncentrationerna ligger något under medianvärdena för Skagerrak, Kattegatt (Cato 1997) och Bottenhavet, samt betydligt under medianvärdena i egentliga Östersjön och Mälaren (Bergqvist m fl 2005).

Den areella variationen redovisas i form av stapeldiagram (fig. 31) som utvisar koncentrationsdata per torrsubstans och där de tre stationerna i likhet med ovan projicerats på en hypotetisk linje som löper från den nordligaste stationen (22L-015) utanför Hålfjärden till den sydligaste stationen (22L-002) väster om Skötgrönnen i söder. Den förra är i likhet med ovan alltid placerad längst till vänster i diagrammet och den senare stationen längst till höger i diagrammet. Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil i diagrammen. Den areella fördelningen visar på nästan ett dubbelt så högt PCB-innehåll i ytsedimenten omedelbart sydost om Rönnskär jämfört med de mer distalt belägna stationerna.

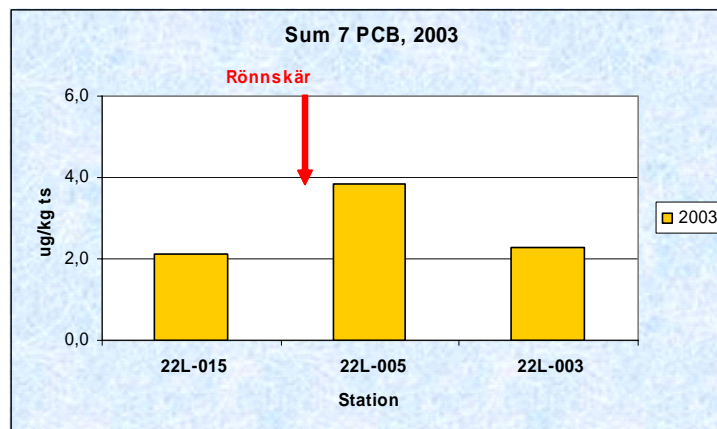


Fig. 31. Koncentrationen av 7 identifierade polyklorerade bifenyler (sum dutch 7 PCB) i ytsediment (0-1 cm) från 3 stationer i Skelleftebukten 2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Hålfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Skötgrönnen i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Total PCB

Totalhalten för PCB varierar mellan 14 och 26 µg/kg ts (bilaga 6). Den areella fördelningen (fig. 32) uppvisar samma mönster som för sum 7 PCB, dvs med högst halt nära Rönnskär och med avklingande halter norr och söder därom. Halterna på stationerna 22L-015 och 22L-003 ligger något under medianvärdena för Skagerrak, Kattegatt (Cato 1997) och Bottenviken, samt om station 22L-005 undantas betydligt under medianvärdena i egentliga Östersjön och Mälaren (Bergqvist m fl 2005).

Resultaten kan tolkas som om PCB läcker ifrån Skelleftehamn och Rönnskärsverken (ev. från hydraloljor, eller byggnader) samt från Kåge där en plastindustri tillverkat plastcisterner. En påverkan från Skellefteälven som mynnar omedelbart söder om

Rönnskär kan inte uteslutas. PCB har inte tidigare undersökts i området utanför Rönnskär.

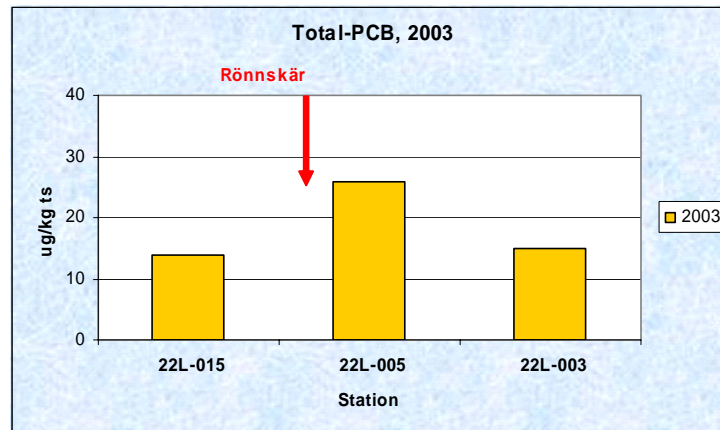


Fig. 32. Koncentrationen av totalhalten polyklorerade bifenyler (total-PCB) i ytsediment (0-1 cm) från 3 stationer i Skelleftebukten 2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

6.10 Polybromerade difenyletrar (PBDE)

Fyra polybromerade difenyletrar (PBDE-47, PBDE-85, PBDE-99 och PBDE-100) ingående i flamskyddsmedel analyserades och identifierades på tre undersökta stationer (bilaga 6). Summan av dessa varierade mellan 0,5 och 1,5 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$. Den högsta halten återfanns i ytsedimenten (0-1 cm) utanför Rönnskär (fig. 33). Halterna är där tydligt förhöjda i jämförelse med både medel- och medianvärdet (0,6 respektive 0,26 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för Östersjön och Bottenhavet/Bottenviken (tabell 6). Halten på station 22L-015 däremot ligger i nivå med berörda värden i Östersjön och Bottehavet/Bottenviken.

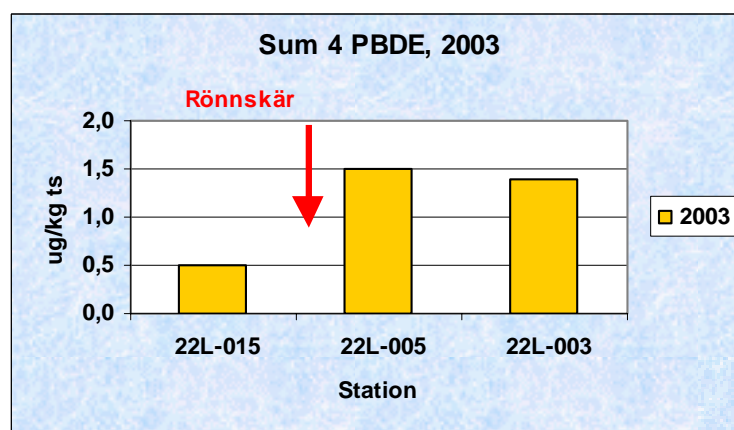


Fig. 33. Koncentrationen av 4 polybromerade difenyletrar (sum 4 PBDE) i ytsediment (0-1 cm) från 3 stationer i Skelleftebukten 2003. Stationerna har projicerats på en hypotetisk linje som löper från Bredviksfjärden i norr (t.v. i diagrammet) till Bjuröfjärden i söder (t.h. i diagrammet). Läget för smältverket vid Rönnskär är markerat med röd pil.

Den areella variationen visar att källan för PBDE kan vara Skelleftehamn och Rönnskärsverken samt med visst tillskott från Skellefteälven som mynnar omedelbart söder om Rönnskärs udde.

7. Bedömning av sedimentens miljö kvalitet utanför Rönnskärsverken






Ytsedimentens miljöstatus runt Rönnskärsverken har bedömts och klassats i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet i kust och hav (Naturvårdsverket 1999).

Klassningen omfattar 5 klasser för tungmetaller, där klass 1 (blå färg) motsvarar ingen/obetydlig avvikelse från jämförvärdet, dvs. avvikelse från den naturliga bakgrunden och klass 5 (röd färg) ett starkt påverkat område med mycket stor avvikelse från jämförvärdet av ifrågavarande tungmetall (tabell 7). När det gäller organiska miljögifter motsvarar klass 1 (blå färg) ingen halt och klass 5 (röd färg) en mycket hög halt.

Svenska bedömningsgrunder finns inte för alla de ämnen som undersökts inom ramen för föreliggande undersökning. För att ändå få en uppfattning om hur halterna står i förhållande till andra svenska havsområdens ytsediment redovisas data hämtade ur SGUs miljökemiska databas. Den senare innehåller ca 70 000 analysdata (totalhalter) från mer än 500 platser runt Sveriges kust. I syfte att underlätta jämförelsen har SGUs data delats in följande områden; Bottenviken utom Skelleftebukten (tabell 3 och 4, bilaga 1), samt Bottenhavet respektive egentliga Östersjön (tabell 4, bilaga 1).

Motsvarande data för organiska miljögifter redovisas i tabell 6 (bilaga 1).

Tabell 7. Klassificering enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

		Metaller Avvikelse från jämförvärde	Organiska miljögifter
	Klass 1	Ingen/obetydlig avvikelse	Ingen halt
	Klass 2	Liten avvikelse	Låg halt
	Klass 3	Tydlig avvikelse	Medelhög halt
	Klass 4	Stor avvikelse	Hög halt
	Klass 5	Mycket stor avvikelse	Mycket hög halt

I tabell 8 redovisas resultatet från klassningen av de tungmetaller som har bedömningsgrunder med avseende på totalhalter. Resultaten visar att sedimentkvaliteten med avseende på As är sämst. Samtliga stationer faller inom klass 5 utom den nordligaste stationen utanför Bredviksfjärden som faller i klass 4. Samtliga stationer från Rönnskärsverken och vidare mot sydost till Skötgrönnen faller med avseende på Cu, Hg och Pb också i klass 5, dvs de uppvisar en mycket stor avvikelse från det nationella jämförvärdet, dvs den naturliga bakgrunden.

Ni och Zn faller på motsvarande stationer i klass 4, dvs avvikelserna är stora. I undersökningsområdets norra del är avvikelserna mindre (klasserna 2 och 3) och i vissa fall betydligt mindre (klass 1). Avvikelsen för övriga metaller (Cd, Co och Cr) är också mindre (klasserna 1-3).

Tabell 8. Ytsedimentens (0-1 cm) miljöklassning med avseende på totalhalter av några tungmetaller utanför Rönnskärsverken i Skelleftebukten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket 1999). Den nordligaste stationen ligger först och den sydligaste sist i tabellen.

Stationsnr	Totalhalter					
	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Zn mg/kg TS
23L-005	16,9	106	75,8	48,6	30,9	103
22L-016	16,2	114	95,9	60,9	36,9	110
22L-015	12,6	97,8	98	50,1	37,7	81,2
22L-005	15,9	128	225	61,6	144	226
22L-004	12	89,7	171	32,1	208	237
22L-003	15,1	113	150	58,1	112	172
22L-024	11,5	134	175	63,7	112	200
22L-002	17,3	87,4	118	33,9	24,5	126
22L-023	30,2	149	166	78,7	81,7	149

En motsvarande klassning och bedömning baserad på metalldata analyserade enligt svensk standard, dvs med en svagare uppslutning, leder till ungefär samma resultat som klassningen med avseende på totalhalter (tabell 9). Dock föreligger vissa skillnader. Fyra stationer faller med avseende på Cr i klass 5 och fler stationer än tidigare faller också med avseende på Cu i klass 5. Båda metallerna uppvisar dessutom mycket hög avvikelse i områdets norra del.

Noterbart är att Cu-halterna är lägre på samtliga stationer utom en vid totalanalys än vid analys enligt svensk standard. Förhållandet borde vara det omvända.

Tabell 9. Ytsedimentens (0-1 cm) miljöklassning med avseende på några tungmetaller (analyserade enligt svensk standard) utanför Rönnskärsverken i Skelleftebukten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket 1999). Den nordligaste stationen ligger först och den sydligaste sist i tabellen.

Stationsnr	Analyser enligt sv std (7 M HNO ₃)								
	As mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Zn mg/kg TS
23L-005	34,6	0,558	15,4	75,4	127	0,13	53	21,7	99,2
22L-016	59,6	0,836	16,2	72,4	120	0,163	49,4	36,6	103
22L-015	58,8	0,6	12,9	55,9	108	0,26	38	35,2	77,1
22L-005	310	1,06	16,1	69,5	300	1,2	45,6	143	216
22L-004	789	1,33	11,3	41,7	214	1,65	26,7	204	217
22L-003	592	0,922	15,7	73,2	192	0,806	47,6	110	165
22L-024	201	0,787	17,6	93,6	271	0,822	64,5	108	189
22L-002	416	0,751	13,9	47,4	148	1,12	30,9	116	136
22L-023	98	0,423	9,3	38,6	43,5	0,0984	23,1	19,2	74

Bedömningsgrunderna för organiska miljögifter baserar sig på, mot totalt organiskt kol (TOC), ej normaliserade data (Naturvårdsverket 2005, jfr. Naturvårdsverket 1999). Resultatet av klassningen redovisas i tabell 10. Samtliga tre stationer faller med avseende på summa 7 PCB (=sum id PCB) i klass 3 (medelhög halt). På stationen närmast

Rönnskärsverken (22L-005) faller emellertid drygt hälften av kongenerna i klass 4 (hög halt). Detta gäller även total PCB.

Tabell 10. Ytsedimentens (0-1 cm) miljö kvalitet med avseende på PCB utanför Rönnskärsverken i Skelleftebukten. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket 2005). Den nordligaste stationen ligger först och den sydligaste sist i tabellen. Sum id PCB = summa 7 PCB.

Stationsnr	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	Sum id PCB	Total PCB
2003	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
22L-015	0,025	0,11	0,31	0,20	0,62	0,58	0,27	2,1	14
22L-005	0,15	0,30	0,64	0,53	0,79	1,0	0,43	3,8	26
22L-003	0,075	0,14	0,28	0,27	0,52	0,66	0,32	2,3	15

8. Slutomdöme

Sammanfattningsvis visar klassningen att ytsedimenten utanför Rönnskärsverken och ca 12 km sydost där om har en mycket dålig miljö kvalitet främst med avseende på As, Cu, Hg och Pb (klass 5) och i något mindre utsträckning med avseende på Ni och Zn (klass 4), medan miljö kvaliteten för Cd (klass 3), Cr (klass 2/3) och Co (klass 1/2) är betydligt bättre. Miljö kvaliteten med avseende på PCB är dålig, men avviker inte mycket från andra icke urbaniserade kustregioner i Sverige. Halterna vad avser bromerade flamskyddsmedel (PBDE) är däremot tydligt förhöjda i jämförelse med medelnivån för Östersjön och Bottenhavet/Bottenviken.

För övriga element, vilka saknar svenska bedömningsgrunder, kan konstateras Mo, Sb, Sn, Sr, Zr, samt Fe och Mn ligger över medelvärdena för Skagerrak, Kattegatt, Östersjön och Bottenhavet, men i nivå med övriga områden i Bottenviken.

Sammantaget kan, i likhet med tidigare undersökningar, konstateras att främst Rönnskärsverken under sin tidigare del av sin snart 80-åriga verksamhet lett till en kraftig metallkontaminering av Skelleftebukten. Undersökningarna (trendanalysen) visar emellertid att tydliga förbättringar i form av sjunkande halter i ytsedimenten skett sedan början av 1970-talet till följd av minskade utsläpp. Att halterna i sedimenten inte minskat mer och i takt med den förbättrade reningsteknik som införts vid Rönnskärsverken och på andra platser beror på att äldre metallkontaminerade sediment inte genom nysedimentation begravs i stora delar av Skelleftebukten, utan istället, allt eftersom nya bottenområden genom landhöjningen exponeras för vågverkan, successivt utsätts för erosion, resuspension och transport. Detta leder till att sedimentpartiklar med associerade föroreningar mer eller mindre regelbundet återförs till ytsedimenten och därmed fördröjer naturens respons på vidtagna reningsåtgärder.

Andra verksamheter i Skelleftehamn har sannolikt också, fast i betydligt mindre grad, bidragit/bidrar till föroreningen av Skelleftebukten. Det kan inte heller uteslutas att Skellefteälven, vars dräneringsområde till stor del omfattas av malmfälten samt flera tätorter (bl a Skellefteå), också genom åren bidraget/bidrar genom transport av föroreningar till Skelleftebukten. Nyligen genomförda sedimentundersökningar utmed Skellefteå kommuns kust och i Ursvikenfjärden visar dock att älvens bidrag sannolikt är av mindre betydelse när de gäller kontaminering genom metallerna Ag, As, Cd, Cu, Hg, Pb och Zn (Cato 2004).

9. Referenser

- Andersson, I., 1980: Årsrapport för recipientundersökning utanför Rönnskärsverken 1979. *Institutet för Vatten och Luftvårdsforskning*. 8 sid.
- Andersson, I. & Freyschuss, S., 1979: Årsrapport för recipientundersökning utanför Rönnskärsverken 1978. *Institutet för Vatten och Luftvårdsforskning*. 7 sid.
- Bergqvist, P.-A., Tysklind, M., Marklund, S., Åberg, A., Sundqvist, K., Näslund, M., Rosen, I., Tsytsik, P., Malmström, H., & Cato, I., 2005: Kartläggning av utsläpp för oavsiktligt bildade ämnen: PCDD/F, PCB och HCB. *Rapport Miljökemi, Kemiska institutionen, Umeå universitet MK2005:01*, 241 p..
- Cato, I., 1997a: Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet – en rapport från fem kontrollprogram. *Sveriges geologiska undersökning Rapp & Medd nr 95*, 365 sid.
- Cato, I., 1997 b: Contaminants in the Skagerrak and Kattegat Sediments. In Cato, I. & Klingberg, F. (eds.): Proceedings of the Fourth Marine Geological Conference: "The Baltic", 24-27 October 1995, Uppsala, Sweden. *Forskningsrapporter Sver geol unders ser Ca 86*, 21-35.
- Cato, I., Rindby, A. & Rudolfsson, J., 2000: Unik sedimentscanner utvecklad. *Geologiskt forum 25*, 13-15.
- Cato, I., 2004: Miljökemisk sedimentundersökning av bottensedimenten utmed Bottenvikskusten i Skellefteå kommun 2003. *SGU-rapport 2004:24*, 97 p.
- Lindgren, M., Andersson, G., Brånin, B. & Calamnius, L., 1990: Bottenfauna och sedimentundersökning i Skelleftebukten 1989. *Teknisk rapport Miljölaboratoriet i Umeå*, 24 sid.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, T., 2000: Sveriges geologi från urtid till nutid. *Studentlitteratur*, 491 sid.
- Lithner, G., 1974: Rönnskärsutredningen 1973: Resultat av 1973-174 års Rönnskärsutredningar, avseende tungmetallföroreningar i Skelleftebukten och angränsande kustavsnitt. *Statens Naturvårdsverk, PM 497*, x sid.
- Lundberg, K., 1995: Sedimentundersökning 1994. *Teknisk rapport*, 10 sid.
- Lundgren, C. & Pettersson, U., 1991: Karaktärisering av bärarpartiklar samt budgetering av tungmetallutsläpp. En studie i recipienten till Rönnskärsverken. *Examensarbete i Naturgeografi, Geologiska institutionen, Umeå universitet*, 31 sid.
- Naturvårdsverket 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Kust och hav. *Naturvårdsverket Rapport 4914*, 134 sid.
- Naturvårdsverket 2005: <http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/fororen/orggift/organisk.html>
- SGU in prep: Maringeologiska kartbladet Bottenviken. *Sver. Geol. Unders. Nr x*.

Bilaga 1. Tabellerna 2-6.

Tabell 2. Totalanalyser med undantag för As, Cd, Hg och S. Medel- och medianvärden samt spridning och standardavvikelse i ytsediment (0-1 cm) från området utanför Rönnskär i Skelleftebukten 2003 (n = 9).

Ämne	Enhet	Minimum	Maximum	Medelvärde (n = 9)	Medianvärde (n = 9)	Standard- Avvikelse
Tot-C	%	1,5	3,7	2,5	2,7	0,8
Tot-N	%	<0,3	0,4	0,3	<0,3	0,0
TOC	%	1,5	3,5	2,4	2,5	0,7
C/N		5,0	9,2	7,5	8,3	1,8
SiO ₂	%	52,5	68,1	61,7	62,7	5,3
Si	g/kg	245,4	318,4	288,4	292,9	24,6
Al ₂ O ₃	%	8,7	11,4	10,4	10,6	0,8
Al	g/kg	46,1	60,3	54,8	56,1	4,1
CaO	%	1,9	2,2	2,1	2,1	0,1
Ca	g/kg	13,5	15,9	14,9	15,0	0,7
Fe ₂ O ₃	%	6,8	17,4	10,4	10,6	3,2
Fe	g/kg	47,3	121,7	73,0	74,1	22,5
K ₂ O	%	1,9	2,8	2,4	2,4	0,23
K	g/kg	15,9	22,8	19,9	20,1	1,9
MgO	%	1,1	1,6	1,3	1,4	0,2
Mg	g/kg	17,9	27,2	22,3	23,5	3,4
MnO	%	0,1	0,8	0,4	0,4	0,2
Mn	g/kg	0,8	6,1	3,4	3,4	1,9
Na ₂ O	%	3,1	4,2	3,5	3,4	0,4
Na	g/kg	22,9	31,4	25,8	25,1	2,8
P ₂ O ₅	%	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1
P	g/kg	0,8	1,7	1,1	1,1	0,3
TiO ₂	%	0,4	0,6	0,5	0,5	0,0
Ti	g/kg	2,6	3,4	3,1	3,1	0,2
Summa oxid	%	89	96,2	93	93,7	2,3
LOI	%	3,4	9,3	6,0	5,4	2,0
Ag	mg/kg	0,6	2,0	1,4	1,5	0,5
As	mg/kg	34,6	789,0	289,3	255,5	252,8
Ba	mg/kg	442,0	656,0	546,1	543,5	59,0
Be	mg/kg	1,1	1,6	1,3	1,3	0,2
Cd	mg/kg	0,4	1,3	0,8	0,8	0,3
Co	mg/kg	11,5	30,2	16,2	15,5	5,3
Cr	mg/kg	85,2	149,0	110,4	109,5	21,5
Cs	mg/kg	1,1	3,5	1,5	1,3	0,7
Cu	mg/kg	64,0	225,0	133,9	134,0	51,5
Ga	mg/kg	8,8	22,4	15,3	15,4	4,3
Ge	mg/kg	<10	<10			
Hf	mg/kg	4,6	8,0	6,2	6,3	1,0
Hg	mg/kg	0,1	1,7	0,7	0,7	0,5
Li	mg/kg	8,9	25,4	13,1	11,8	4,9
Mo	mg/kg	2,9	18,6	9,6	10,3	4,7
Nb	mg/kg	6,3	8,9	7,7	7,5	0,8
Ni	mg/kg	32,1	78,7	52,3	54,1	15,2
Pb	mg/kg	24,5	208,0	90,6	96,9	59,6
Rb	mg/kg	38,3	66,2	52,3	52,1	7,5
S	mg/kg	646,0	7530,0	1975,4	1485,0	1995,4

Sb	mg/kg	1,4	8,6	3,8	3,9	2,1
Sc	mg/kg	6,1	8,7	7,2	7,1	0,9
Sn	mg/kg	3,0	32,0	8,5	6,1	8,5
Sr	mg/kg	184,0	219,0	204,1	207,0	10,4
Ta	mg/kg	0,5	0,8	0,7	0,7	0,1
Th	mg/kg	3,7	6,7	4,9	4,7	1,0
Tl	mg/kg	0,3	0,6	0,4	0,4	0,1
U	mg/kg	2,8	5,9	4,0	3,8	0,9
V	mg/kg	60,1	99,3	76,1	74,5	12,9
W	mg/kg	1,3	3,5	2,1	1,9	0,7
Y	mg/kg	27,4	33,5	30,4	29,4	2,3
Zn	mg/kg	81,2	237,0	154,5	145,0	53,0
Zr	mg/kg	223,0	396,0	299,8	292,0	59,7
La	mg/kg	19,4	32,2	26,7	27,5	4,0

Tabell 3. Totalanalyser med undantag för As, Cd, Hg och S. Medel- och medianvärden samt spridning och standardavvikelse i ytsediment (0-1 cm) från svensk del av Bottenviken utom Skelleftebukten (n = 17).

Ämne	Enhet	Minimum	Maximum	Medelvärde	Medianvärde	Standardavvikelse
tot-C	%	1,24	5,40	3,98	4,10	1,05
tot-N	%	0,13	0,54	0,38	0,40	0,11
org-C	%	1,30	5,20	3,76	4,00	1,01
SiO2	%	44,7	68,5	52,2	51,0	6,28
Si	g/kg	209	320	244	238	29,4
Al2O3	%	9,79	14,5	11,5	11,6	1,04
Al	g/kg	51,8	76,7	61,0	61,4	5,52
CaO	%	1,68	2,56	2,09	2,00	0,26
Ca	g/kg	12,0	18,3	14,9	14,3	1,87
Fe2O3	%	6,14	15,9	11,8	12,3	2,64
Fe	g/kg	42,9	111	82,3	86,0	18,4
K2O	%	2,12	3,63	2,62	2,61	0,32
K	g/kg	17,6	30,1	21,7	21,7	2,67
MgO	%	1,16	3,17	2,19	2,23	0,48
Mg	g/kg	19,2	52,6	36,3	37,0	7,97
MnO	%	0,12	2,87	1,10	0,70	1,00
Mn	g/kg	0,93	22,2	8,55	5,43	7,73
Na2O	%	3,00	4,33	3,42	3,32	0,45
Na	g/kg	22,3	32,1	25,4	24,6	3,31
P2O5	%	0,29	0,93	0,44	0,42	0,15
P	g/kg	1,26	4,05	1,90	1,81	0,65
TiO2	%	0,46	0,80	0,61	0,60	0,08
Ti	g/kg	2,77	4,77	3,63	3,59	0,49
Summa oxid	%	81,8	96,2	88,0	87,9	3,99
LOI	%	3,20	16,4	10,5	10,3	3,43
Ag	mg/kg	0,34	7,00	0,92	0,53	1,57
As	mg/kg	21,8	4990	367	82,6	1192
Ba	mg/kg	471	4080	780	601	852
Be	mg/kg	1,29	2,21	1,63	1,62	0,24
Cd	mg/kg	0,31	9,38	1,69	1,24	2,07
Co	mg/kg	10,6	30,5	22,2	22,7	6,27
Cr	mg/kg	84,3	155	117	118	19,9

Cs	mg/kg	1,45	6,63	2,72	2,54	1,19
Cu	mg/kg	49,3	596	138	117	125
Ga	mg/kg	13,3	69,9	23,1	18,9	12,8
Ge	mg/kg	<10	<10	<10	<10	
Hf	mg/kg	2,90	7,93	4,69	4,46	1,25
Hg	mg/kg	0,07	9,59	0,74	0,14	2,29
Li	mg/kg	12,5	47,7	22,2	20,1	7,67
Mo	mg/kg	2,79	30,2	14,4	15,5	8,39
Nb	mg/kg	6,22	10,9	8,05	8,15	1,14
Ni	mg/kg	32,5	81,1	58,3	62,5	14,5
Pb	mg/kg	19,4	976	95,1	32,0	228
Rb	mg/kg	46,8	116	66,4	65,8	14,4
S	mg/kg	634	7980	2247	1770	1684
Sb	mg/kg	1,00	26,7	3,35	1,87	6,06
Sc	mg/kg	6,32	15,7	10,6	10,6	2,00
Sn	mg/kg	1,70	13,5	4,88	3,89	3,18
Sr	mg/kg	158	241	216	218	21,1
Ta	mg/kg	0,59	1,11	0,77	0,78	0,12
Th	mg/kg	6,07	14,4	8,03	7,73	1,89
Tl	mg/kg	0,18	0,99	0,53	0,49	0,17
U	mg/kg	2,96	9,55	5,76	5,28	2,08
V	mg/kg	56,1	126	103	108	17,8
W	mg/kg	1,23	3,01	2,08	2,00	0,45
Y	mg/kg	27,9	38,2	33,5	33,6	3,03
Zn	mg/kg	67,4	1420	217	139	312
Zr	mg/kg	125	363	206	185	62,7
La	mg/kg	36,3	51,6	42,5	40,4	5,00
Ce	mg/kg	74,1	108	84,8	81,1	8,95
Pr	mg/kg	9,11	12,3	10,1	9,73	0,97
Nd	mg/kg	34,3	47,4	38,6	37,1	3,74
Sm	mg/kg	6,00	8,62	6,83	6,62	0,67
Eu	mg/kg	1,12	1,51	1,30	1,30	0,11
Gd	mg/kg	4,69	6,37	5,41	5,30	0,49
Tb	mg/kg	0,76	0,98	0,86	0,87	0,07
Dy	mg/kg	4,40	5,94	4,98	4,85	0,44
Ho	mg/kg	0,85	1,08	0,98	0,99	0,08
Er	mg/kg	2,37	3,21	2,85	2,82	0,28
Tm	mg/kg	0,38	0,49	0,44	0,44	0,04
Yb	mg/kg	2,40	3,61	3,04	2,99	0,30
Lu	mg/kg	0,37	0,52	0,46	0,47	0,04

Tabell 4. Totalanalyser med undantag för As, Cd, Hg och S. Medelvärden i ytsediment (0-1 cm) från Skelleftebukten 2003, Bottenviken 2003, Bottenhavet 2002-2003 och Östersjön 1996-2000. Där stora skillnader i halt förekommer mellan de olika havsområdena har detta markerats med fet stil.

Ämne	Enhet	Medel- värde Skellefte- bukten n = 9	Medel- värde Bottenvi- ken utom Skellefte- bukten n = 17	Medel- värde Bottenha- vet n = 18	Medel- värde Östersjön n = 165
Tot-C	%	2,5	3,98	4,47	5,45

Tot-N	%	0,3	0,38	0,49	0,65
TOC	%	2,4	3,76	4,59	5,10
C/N		7,5			
SiO2	%	61,7	52,2	52,9	52,0
Si	g/kg	288	244	247	243
Al2O3	%	10,4	11,5	12,4	11,9
Al	g/kg	54,8	61,0	65,8	62,9
CaO	%	2,1	2,09	1,56	1,63
Ca	g/kg	14,9	14,9	11,1	11,6
Fe2O3	%	10,4	11,8	8,01	5,88
Fe	g/kg	73,0	82,3	56,0	41,1
K2O	%	2,4	2,62	3,09	2,87
K	g/kg	19,9	21,7	25,6	23,9
MgO	%	1,3	2,19	2,49	2,48
Mg	g/kg	22,3	36,3	41,3	41,1
MnO	%	0,4	1,10	0,26	0,37
Mn	g/kg	3,4	8,55	2,02	2,90
Na2O	%	3,5	3,42	3,37	4,08
Na	g/kg	25,8	25,4	25,0	30,3
P2O5	%	0,3	0,44	0,51	0,38
P	g/kg	1,1	1,90	2,23	1,66
TiO2	%	0,5	0,61	0,62	0,58
Ti	g/kg	3,1	3,63	3,74	3,48
Summa oxid	%	93	88,0	85,2	82,2
LOI	%	6,0	10,5	13,7	17,4
Ag	mg/kg	1,4	0,92	1,30	2,67
As	mg/kg	289	367	28,3	10,7
Ba	mg/kg	546	780	520	483
Be	mg/kg	1,3	1,63	2,56	2,35
Cd	mg/kg	0,8	1,69	0,43	0,90
Co	mg/kg	16,2	22,2	14,1	12,9
Cr	mg/kg	110	117	87,6	80,4
Cs	mg/kg	1,5	2,72	5,35	5,34
Cu	mg/kg	134	138	46,6	32,5
Ga	mg/kg	15,3	23,1	22,2	21,6
Ge	mg/kg	<10	<10	<10	15,3
Hf	mg/kg	6,2	4,69	4,88	5,08
Hg	mg/kg	0,7	0,74	0,22	0,22
Li	mg/kg	13,1	22,2	36,2	34,6
Mo	mg/kg	9,6	14,4	3,01	5,46
Nb	mg/kg	7,7	8,05	13,4	13,7
Ni	mg/kg	52,3	58,3	34,0	30,7
Pb	mg/kg	90,6	95,1	47,8	59,1
Rb	mg/kg	52,3	66,4	126	116
S	mg/kg	1975	2247	3501	7817
Sb	mg/kg	3,8	3,35	1,26	1,16
Sc	mg/kg	7,2	10,6	11,6	10,80
Sn	mg/kg	8,5	4,88	2,06	5,13
Sr	mg/kg	204	216	157	152
Ta	mg/kg	0,7	0,77	1,38	1,37
Th	mg/kg	4,9	8,03	10,4	11,5
Tl	mg/kg	0,4	0,53	0,86	0,76
U	mg/kg	4,0	5,76	5,96	4,45
V	mg/kg	76,1	103	96,9	84,3
W	mg/kg	2,1	2,08	3,19	3,96

Y	mg/kg	30,4	33,5	32,0	28,2
Zn	mg/kg	155	217	163	170
Zr	mg/kg	300	206	152	171
La	mg/kg	26,7	42,5	45,0	39,7
Ce	mg/kg		84,8	93,4	80,6
Pr	mg/kg		10,1	11,2	10,9
Nd	mg/kg		38,6	41,7	37,2
Sm	mg/kg		6,83	8,31	6,40
Eu	mg/kg		1,30	0,82	1,06
Gd	mg/kg		5,41	6,52	6,02
Tb	mg/kg		0,86	0,99	0,93
Dy	mg/kg		4,98	5,76	5,19
Ho	mg/kg		0,98	1,17	1,05
Er	mg/kg		2,85	3,67	3,07
Tm	mg/kg		0,44	0,50	0,53
Yb	mg/kg		3,04	3,34	2,88
Lu	mg/kg		0,46	0,47	0,42

Tabell 5. Tungmetallhalter analyserade enligt svensk standard. Medel- och medianvärden samt spridning och standardavvikelse i ytsediment (0-1 cm) från området utanför Rönnskär i Skelleftebukten 2003 (n = 9).

	Minimum mg/kg	Maximum mg/kg	Medelvärde mg/kg	Medianvärde mg/kg	Standardavvikelse mg/kg
As	35	789	289	256	253
Cd	0,42	1,3	0,83	0,81	0,27
Co	9,3	29	16	16	5,3
Cr	39	107	67	71	22
Cu	44	300	173	170	79
Hg	0,10	1,7	0,68	0,70	0,5
Ni	23	73	45	47	16
Pb	19	204	87	90	60
V	37	73	54	54	12
Zn	74	217	141	133	54

Tabell 6. Medel- och medianvärden samt spridning och standardavvikelse i ytsediment (0-1 cm) från överst Östersjön och Bottenhavet/Bottenviken 1996-2000 (bl a från Cato 1997b samt SGU opubl.) samt nederst från Skelleftebukten.

Parameter	n	Minimum µg/kg	Maximum µg/kg	Medelvärde µg/kg	Medianvärde µg/kg	Standardavvik. µg/kg
Sum 7 PCB	372	<0,001	244	11	5	23
Tot PCB	370	<0,001	1220	60	27	130
Sum PBDE	70	0,015	16,8	0,6	0,26	1,9

Parameter Skellefteb.	n	Minimum	Maximum	Medelvärde	Medianvärde	Standard- avvikelse
Sum 7 PCB	3	2,1	3,8	2,7	2,3	0,94
Tot PCB	3	14	26	18	15	6,3
Sum PBDE	3	0,5	1,5	1,1	1,4	0,55

Bilaga 2. Huvudprotokoll provtagningar. Utdrag ur SGUs sedimentdatabas MARP.

Nedan ges en förklaring till i huvudprotokollen nyttjade termer/symboler:

X = N (RT 90)

Y = E (RT 90)

Z = Vattendjup (m)

xy_kval = positionering DGPS

z_kval = Typ av ekolod för vattendjupsbestämning

metod = typ av sedimentprovtagare

pen_djup = provtagarens penetrationsdjup

kartsymbol = dominerande sedimenttyp 0-50 cm

dom_sed = sedimentbenämning vid inlagring i EU sea-sed metadatabas

Basal_period = åldersbenämning vid inlagring i EU sea-sed metadatabas

Geol_sign = ansvarig fältgeolog

23L0005	prov_date	2003-08-30
	fartyg	Ocean Surveyor
	x	7205687
	y	1760225
	z	34,6
	xy_kval	Difgps
	z_kval	Simrad
	metod	Gemini
	pen_djup	49
	kartsymbol	pg.1Gy
	dom_sed	Mud
	basal_period	Holoc
	geolog_sign	ICO
	agare	SGU
	sekretess	Nej

22L0002	prov_date	2003-08-20	22L0003	prov_date	2003-08-20
	fartyg	Ocean Surveyor		fartyg	Ocean Surveyor
	x	7178705		x	7180857
	y	1770173		y	1767012
	z	29,4		z	41,1
	xy_kval	Difgps		xy_kval	Difgps
	z_kval	Simrad		z_kval	Simrad
	metod	Stlod		metod	Gemini
	pen_djup	30		pen_djup	50
	kartsymbol	(pg.si.gyL)/(pg.Si)/pg.gyL		kartsymbol	pg.lGy
	dom_sed	Silt		dom_sed	Mud
	basal_period	Holoc		basal_period	Holoc
	geolog_sign	FKG		geolog_sign	FKG
	agare	SGU		agare	SGU
	sekretess	Nej		sekretess	Nej
22L0004	prov_date	2003-08-20	22L0005	prov_date	2003-08-20
	fartyg	Ocean Surveyor		fartyg	Ocean Surveyor
	x	7182286		x	7182939
	y	1764616		y	1763392
	z	31,5		z	32,3
	xy_kval	Difgps		xy_kval	Difgps
	z_kval	Simrad		z_kval	Simrad
	metod	Stgrip		metod	Gemini
	pen_djup	25		pen_djup	32
	kartsymbol	(pg.lGy)/pg.Si		kartsymbol	pg.lGy
	dom_sed	Mud		dom_sed	Mud
	basal_period	Holoc		basal_period	Holoc
	geolog_sign	FKG		geolog_sign	FKG
	agare	SGU		agare	SGU
	sekretess	Nej		sekretess	Nej
22L0015	prov_date	2003-08-30	22L0016	prov_date	2003-08-30
	fartyg	Ocean Surveyor		fartyg	Ocean Surveyor
	x	7189972		x	7197573
	y	1766659		y	1762331
	z	40,4		z	71,8
	xy_kval	Difgps		xy_kval	Difgps
	z_kval	Simrad		z_kval	Simrad
	metod	Gemini		metod	Gemini
	pen_djup	49		pen_djup	67
	kartsymbol	pg.lGy/pg.si.L/pg.gyL		kartsymbol	pg.gy.L
	dom_sed	Mud		dom_sed	Clay
	basal_period	Holoc		basal_period	Holoc
	geolog_sign	ICO		geolog_sign	ICO
	agare	SGU		agare	SGU
	sekretess	Nej		sekretess	Nej
22L0023	prov_date	2003-09-14	22L0024	prov_date	2003-09-14
	fartyg	Ocean Surveyor		fartyg	Ocean Surveyor
	x	7165618		x	7179208
	y	1774258		y	1766705
	z	24,6		z	32,3
	xy_kval	Difgps		xy_kval	Difgps
	z_kval	Simrad		z_kval	Simrad
	metod	Gemini		metod	Gemini
	pen_djup	69		pen_djup	60
	kartsymbol	pg.gyL		kartsymbol	(pg.si.gyL)/(pg.si)/pg.gy.l.Si
	dom_sed	Clay		dom_sed	Silt

Bilaga 3. Observationsdokument provtagningar.

OBSERVATIONSDOKUMENT

BOL03

Linje nr: bv03-032
Provtagare

Site nr: 137
Stötlod

Kartblad: 22L
Vattendjup (m)

Prov nr: 002

29.4

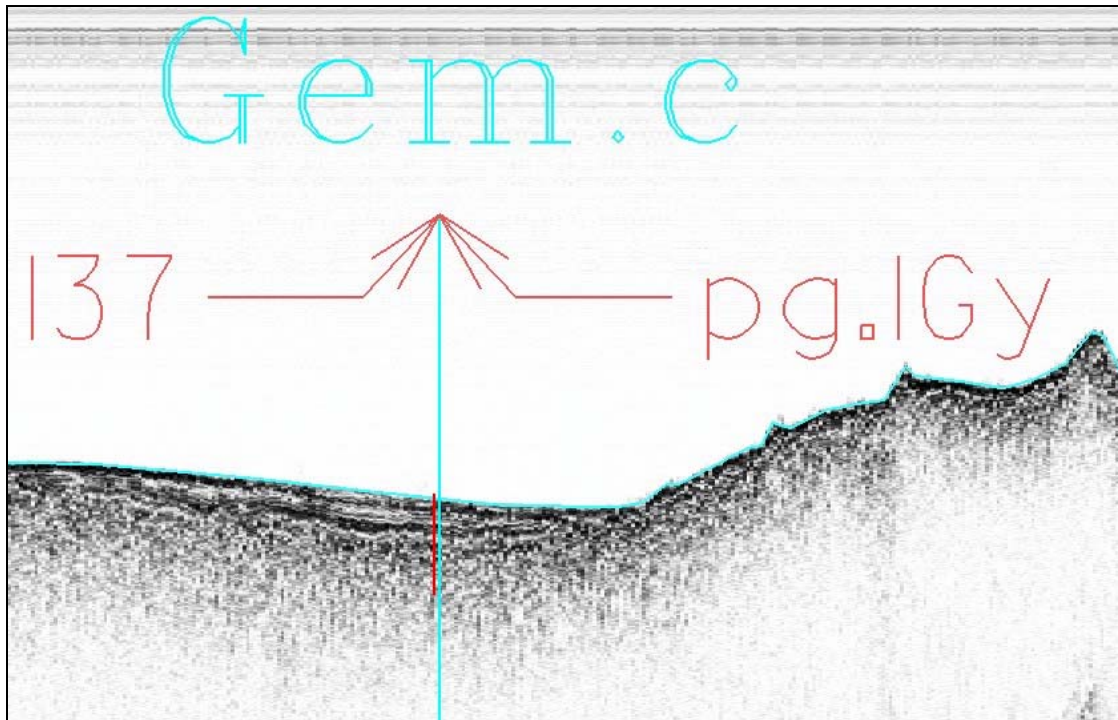
Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-10	Postglacial siltig gyttjelera	Recent men flytande. Oxiderad yta. Enstaka Fe/Mn-noduler
10-25	Postglacial diffust skiktad silt	
25-30	Postglacial skiktad gyttjelera	

Frågeställning:

Miljöprov

Slutsats/ Kommentar:

Röntgenrör kunde tas. Därefter 6 misslyckade geminiprovtagningsförsök. Endast ytprov taget då resterande del av kärnan olämplig för radiocesumanalys.



Utsnitt ur sedimentekolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-002.



De översta 25 cm av sedimentkärna 22L-002.

OBSERVATIONSDOKUMENT

BOL03

Linje nr: bv03-032

Site nr: 136

Kartblad: 22L

003

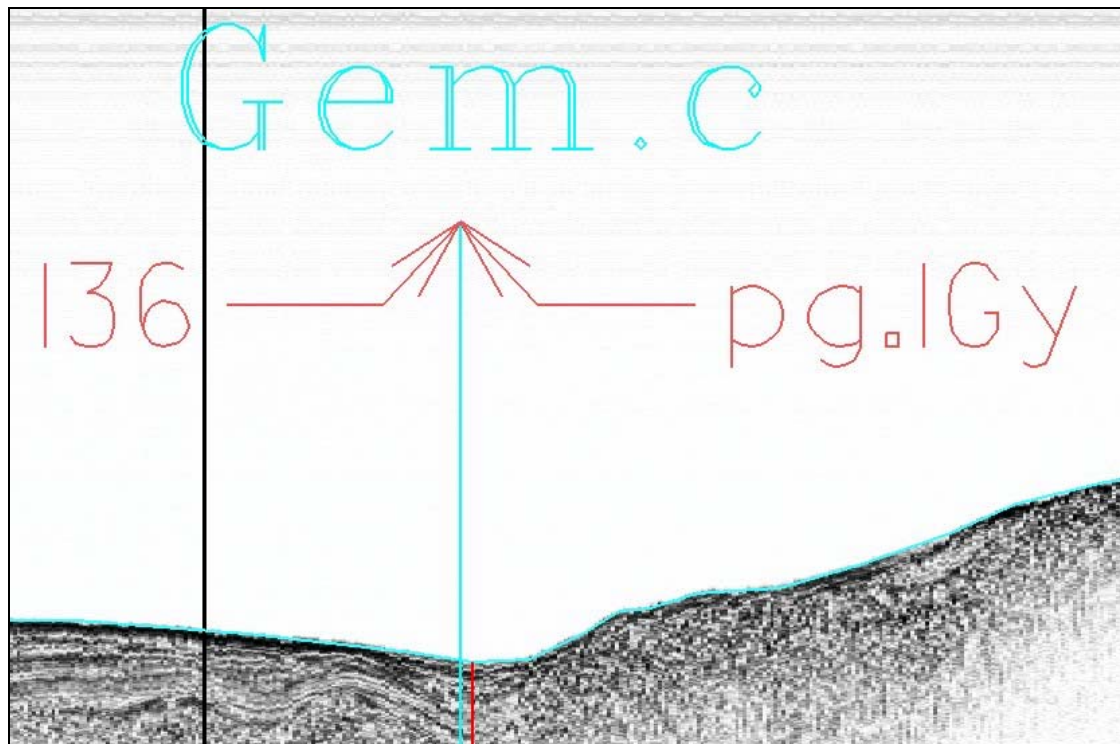
Provtagare Geminilod

Vattendjup (m) 41.1

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-50	Postglacial lergyttja med siltskikt	"Hårda" siltskikt

Frågeställning: Miljöprov

Slutsats/ Kommentar: Geminiprovtagning för snittningen gick inte, Endast ytprov taget då resterande del av kärnan olämplig för radiocesiumanalys.



Utsnitt ur sedimentkolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-003.



De översta 48 cm av sedimentkärna 22L-003.

OBSERVATIONSDOKUMENT BOL03

Linje nr:032

Site nr:135

Kartblad: 22L

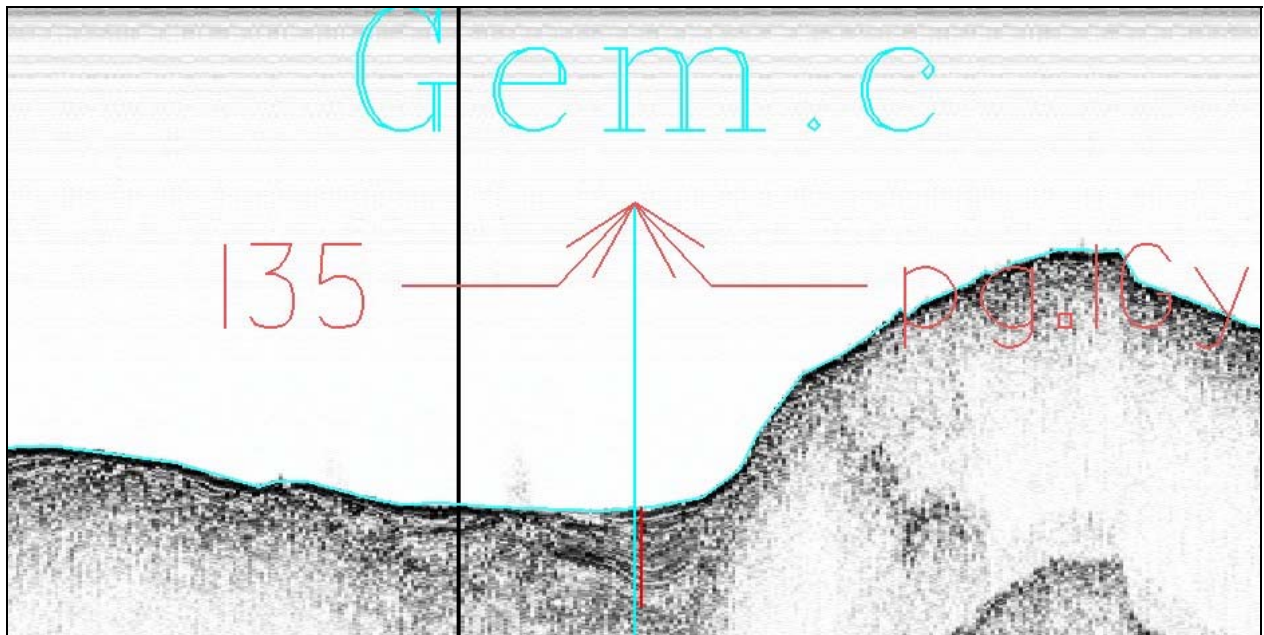
Prov nr: 004

Provtagare Gemini corer

Vattendjup (m)

31.5

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-5	Postglacial leryttja	Recent sedimentation
5-25	Postglacial skiktad silt	

Frågeställning: Miljöprov**Slutsats/ Kommentar:** Miljöprov endast uttaget från ytan. Resterande del av kärnan olämplig för radiocesium-analys.**Utsnitt ur sedimentkolodspprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-004.****Ingen fotodokumentation av provet utförd.**

OBSERVATIONSDOKUMENT BOL03

Linje nr:032

Site nr:134

Kartblad: 22L

Prov nr: 005

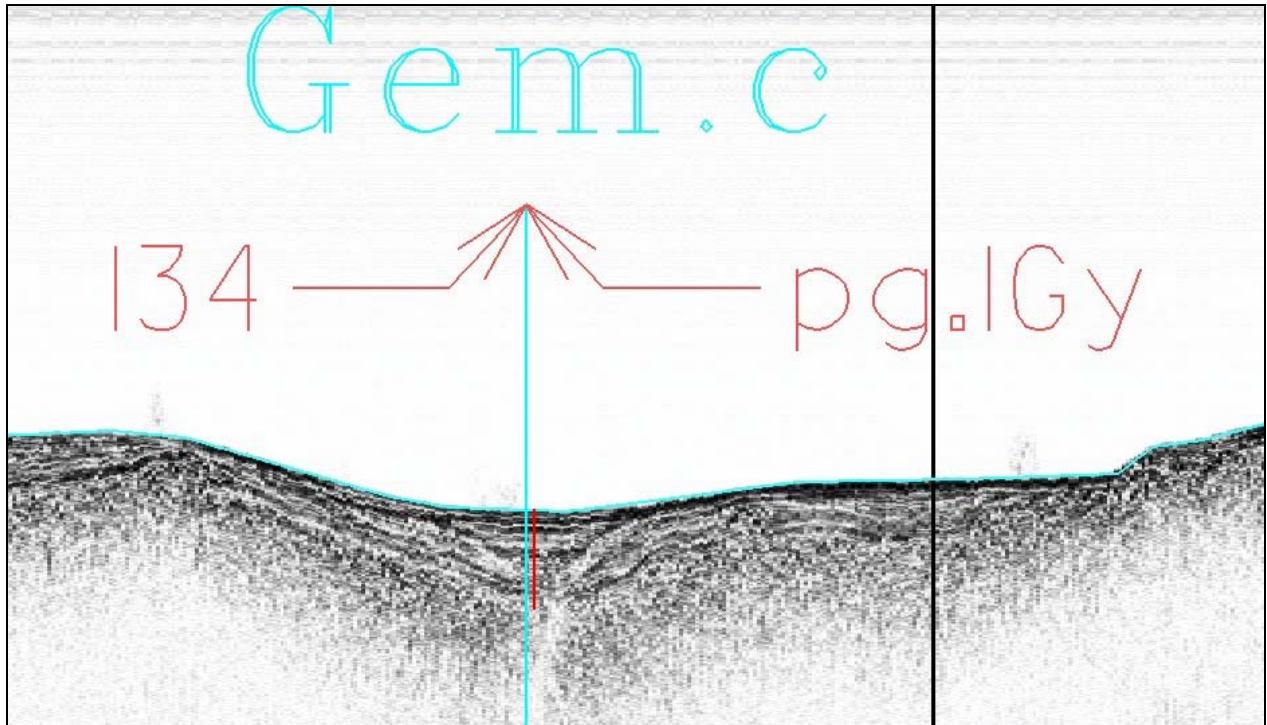
Provtagare Geminilod

Vattendjup (m) 32.2

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-32	Postglacial leryttja	Recent sedimentation

Frågeställning: Miljöprov

Slutsats/ Kommentar: Besvärlig provtagning för att få prov till röntgen och radiocesiummätning



Utsnitt ur sedimentekolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-005.



De översta 32 cm av sedimentkärna 22L-005.

OBSERVATIONSDOKUMENT

Linje nr: Bol03-0004

Site nr: 140

Kartblad: 22L

Prov nr: 015

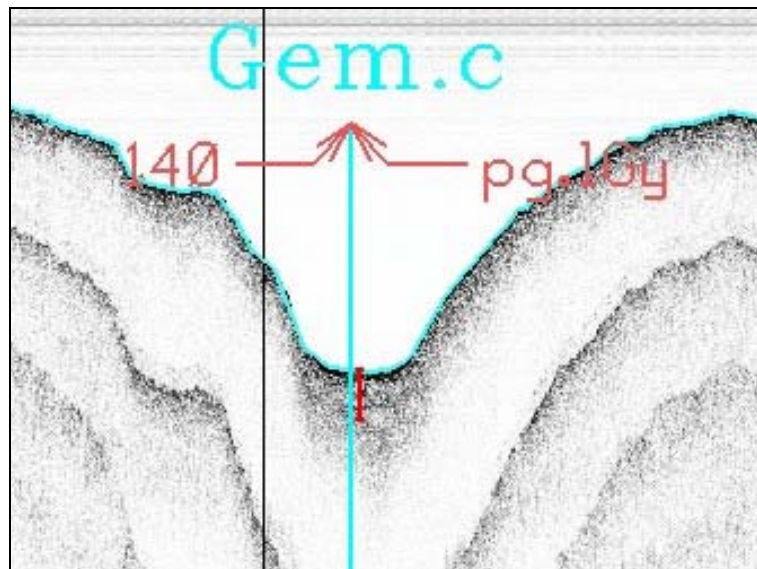
Provtagare Gemini

Vattendjup (m)

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-11	Pg.lGy	Recent sedimentation
11-38	Pg.si.L	Ljust siltskikt 16-19 cm med Fe/Mn konkretion
38-49	Pg.gyL	Laminerad

Frågeställning: Miljöprov

Slutsats/ Kommentar: Snittad för radiocesiumanalys



Utsnitt ur sedimentkolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-015.



De översta 49 cm av sedimentkärna 22L-015.

OBSERVATIONSDOKUMENT

Linje nr: Bol03-0004

Site nr: 141

Kartblad: 22L

Prov nr: 016

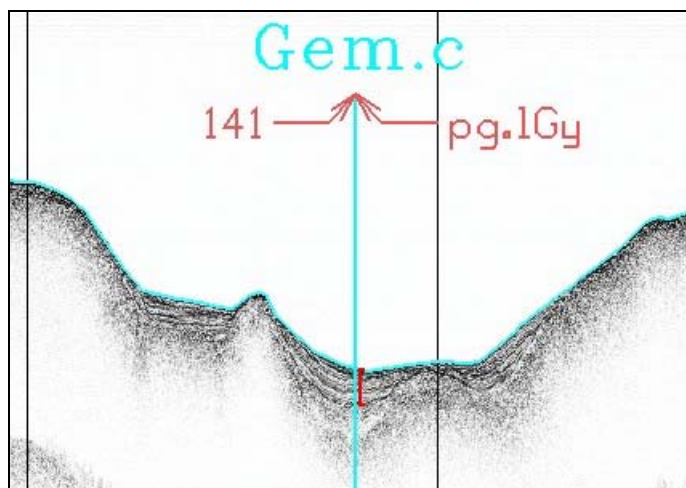
Provtagare Gemini

Vattendjup (m) 71,8

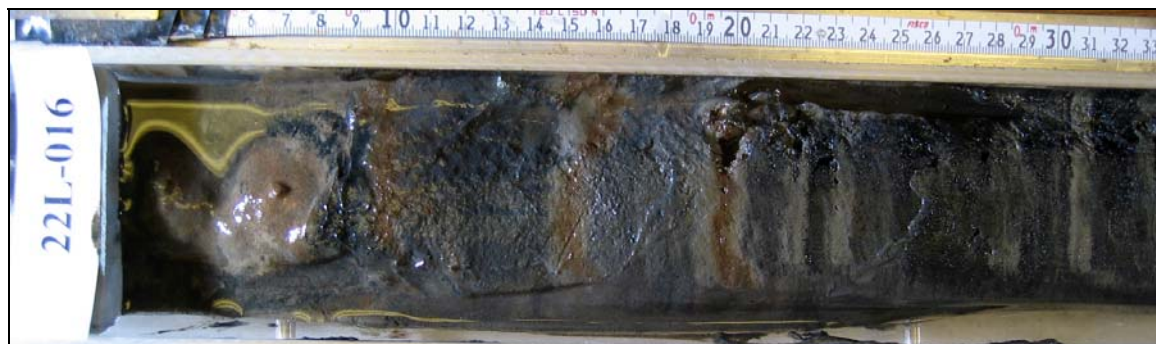
Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-67	Pg.gyL	Recent sedimentation. Laminerad. Reducerad ned till 56 cm med oxiderade laminae. Oxiderad överyta.

Frågeställning: Miljöprov

Slutsats/ Kommentar: Snittad för radiocesiumanalys



Utsnitt ur sedimentekolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-016.



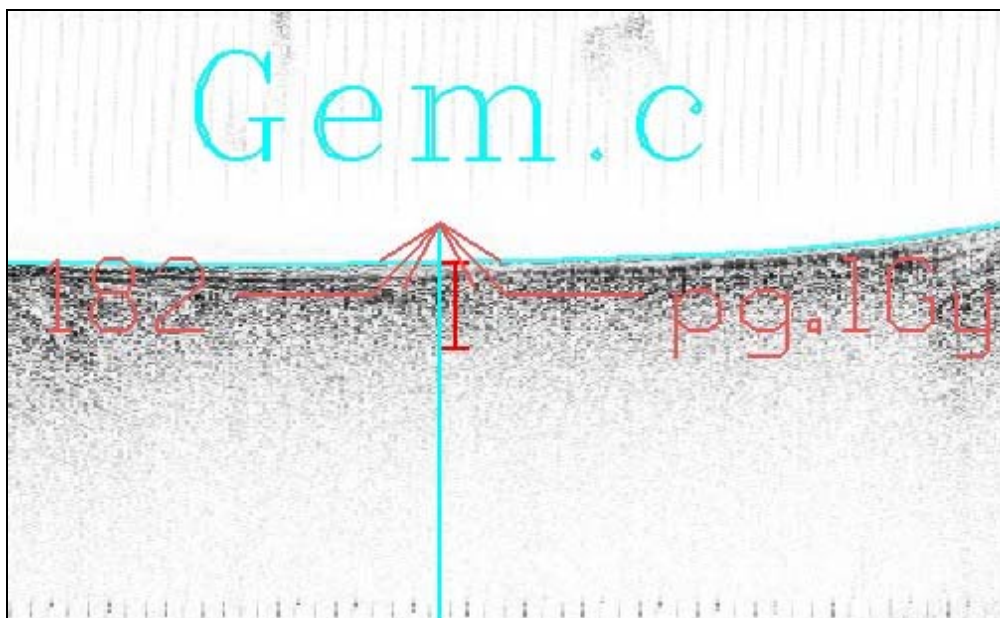
De översta 65 cm av sedimentkärna 22L-016.

OBSERVATIONSDOKUMENT

Linje nr: BOL03-0301 Site nr: 182 Kartblad: 22L Prov nr: 023
Provtagare Geminilod Vattendjup (m) 24.6

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-69	Postglacial gyttjelera	Oxiderad yta. Reducerat. Recent sedimentation.

Frågeställning: Miljöprov
Slutsats/ Kommentar: Snittad för radiocesiumanalys



Utsnitt ur sedimentkolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-023.



De översta 69 cm av sedimentkärna 22L-023.

OBSERVATIONSDOKUMENT

Linje nr:SKE03-001

Site nr:144

Kartblad: 22L

Prov nr: 024

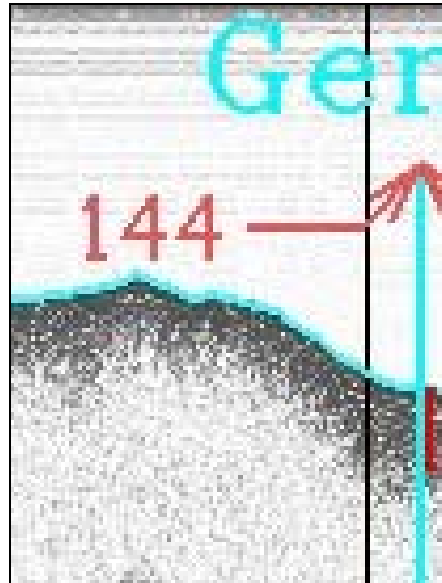
Provtagare Geminilod

Vattendjup (m) 32.3

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-20	Postglacial siltig gyttjelera	Recent sedimentation
20-23	Postglacial lerig silt	
23-60	Postglacial gyttjig lerig silt	Reducerade band

Frågeställning: Miljöprov

Slutsats/ Kommentar: Snittad för radiocesiumanalys



Utsnitt ur sedimentekolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 22L-024.



De översta 60 cm av sedimentkärna 22L-024.

OBSERVATIONSDOKUMENT

Linje nr: BOL03-004

Site nr: 143

Kartblad: 23L

Prov nr: 005

Provtagare GEM

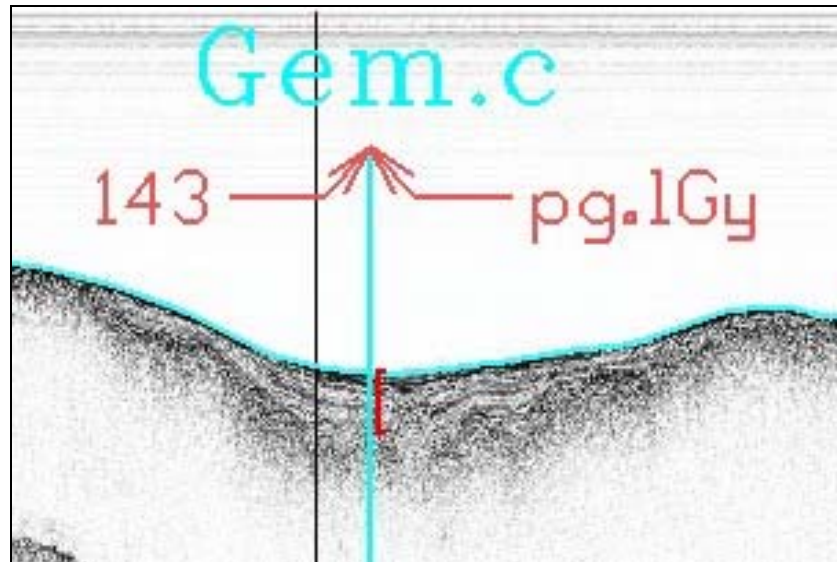
Vattendjup (m)

34.6

Djup i cm	Lagerföljd	Anmärkning
0-49	Pg.1Gy	Recent sedimentation

Frågeställning: Miljöprov

Slutsats/ Kommentar: Snittad för radiocesiumanalys



Utsnitt ur sedimentekolodsprofil utvisande provtagningsplatsen för prov 23L-005.



De översta 48 cm av sedimentkärna 23L-005.

**Bilaga 4. Analysdata (totalhalter med undantag för As, Cd och Hg) över ytsedi-
ment (0-1 cm) från området runt Rönnskär, Skelleftebukten 2003. Klassning enligt
svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).**

Stationsnr 2003	Stationsnr 1989	Nivå cm	X m	Y m	Vattendjup m	Sediment typ
22L-002		0-1	7178704,9	1770173,3	29,4	pg.si.gyL
22L-003		0-1	7180857,0	1767012,1	41,1	pg.lGy
22L-004	stn. 19	0-1	7182285,5	1764615,8	31,5	pg.lGy
22L-005	stn. 1/5	0-1	7182939,1	1763392,0	32,3	pg.lGy
22L-015	stn. 57	0-1	7189971,6	1766658,5	40,4	pg.lGy
22L-016	stn. 55	0-1	7197573,2	1762331,1	71,8	pg.gyL
22L-023	stn. 21	0-1	7165618,0	1774257,9	24,6	pg.gyL
22L-023	stn. 21	24-25	7165618,0	1774257,9	24,6	pg.gyL
22L-024	stn. 9	0-1	7179208,1	1766704,8	32,3	pg.si.gyL
23L-005	stn. 50	0-1	7205686,7	1760224,5	34,6	pg.lGy
Stationsnr 2003	tot-C %	tot-N %	org-C %	C/N	SiO2 % TS	Si g/kg
22L-002	1,48	<0,3	1,6	>5,3	67,8	317,0
22L-003	3,3	0,33	3	9,1	61	285,2
22L-004	1,71	<0,3	1,9	>6,3	68,1	318,4
22L-005	2,8	<0,3	2,7	>9	64,3	300,6
22L-015	2,6	<0,3	2,3	>7,7	65,2	304,8
22L-016	1,56	<0,3	1,5	>5	56,4	263,7
22L-023	3,5	0,36	3,3	9,2	52,5	245,4
22L-023	1,71	<0,3	1,6	>5,3	65,3	305,3
22L-024	3,7	0,4	3,5	8,8	57,5	268,8
23L-005	2,8	<0,3	2,7	>9	58,7	274,4
Stationsnr 2003	Al2O3 % TS	Al g/kg	CaO % TS	Ca g/kg	Fe2O3 % TS	Fe g/kg
22L-002	10,6	56,11	2,17	15,51	7,71	53,92
22L-003	10,6	56,11	2,1	15,01	11,5	80,43
22L-004	10,6	56,11	2,11	15,08	6,76	47,28
22L-005	10	52,93	2,03	14,51	10,2	71,34
22L-015	10,1	53,46	2,05	14,65	8,85	61,90
22L-016	10,9	57,69	2,16	15,44	11,1	77,63
22L-023	8,71	46,10	1,89	13,51	17,4	121,70
22L-023	11,4	60,34	2,23	15,94	6,88	48,12
22L-024	9,67	51,18	2,01	14,37	13	90,92
23L-005	11	58,22	2,12	15,15	11	76,93
Stationsnr 2003	K2O % TS	K g/kg	MgO % TS	Mg g/kg	MnO % TS	Mn g/kg
22L-002	2,47	20,51	1,08	17,91	0,443	3,431
22L-003	2,39	19,84	1,39	23,05	0,232	1,797
22L-004	2,44	20,26	1,13	18,74	0,13	1,007
22L-005	2,25	18,68	1,18	19,56	0,424	3,284
22L-015	2,41	20,01	1,09	18,07	0,462	3,579
22L-016	2,65	22,00	1,64	27,19	0,673	5,213
22L-023	1,92	15,94	1,46	24,21	0,753	5,833
22L-023	2,5	20,76	1,55	25,70	0,0973	0,754
22L-024	2,21	18,35	1,46	24,21	0,367	2,843
23L-005	2,75	22,83	1,44	23,88	0,787	6,096

Stationsnr 2003	Na2O % TS	Na g/kg	P2O5 % TS	P g/kg	TiO2 % TS	Ti g/kg
22L-002	3,15	23,37	0,218	0,951	0,519	3,11
22L-003	3,15	23,37	0,389	1,698	0,525	3,15
22L-004	3,09	22,92	0,268	1,170	0,519	3,11
22L-005	3,19	23,67	0,206	0,899	0,489	2,93
22L-015	3,48	25,82	0,207	0,903	0,502	3,01
22L-016	3,9	28,93	0,311	1,357	0,534	3,20
22L-023	3,62	26,86	0,299	1,305	0,441	2,64
22L-023	3,28	24,33	0,192	0,838	0,571	3,42
22L-024	4,23	31,38	0,24	1,047	0,496	2,97
23L-005	3,75	27,82	0,255	1,113	0,527	3,16

Stationsnr 2003	Summa % TS	LOI % TS	Ag mg/kg TS	As mg/kg TS	Ba mg/kg TS	Be mg/kg TS
22L-002	96,2	3,4	0,78	416	598	1,58
22L-003	93,3	5,9	1,5	592	587	1,36
22L-004	95,1	4,2	2,02	789	656	1,24
22L-005	94,3	4,9	1,82	310	537	1,17
22L-015	94,4	4,7	0,856	58,8	509	1,17
22L-016	90,3	8,2	1,55	59,6	550	1,52
22L-023	89	9,3	1,2	334	442	1,12
22L-023	94	4,9	1,55	98	511	1,19
22L-024	91,2	8,2	1,69	201	512	1,51
23L-005	92,3	6,7	0,642	34,6	559	1,44

Stationsnr 2003	Cd mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cs mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ga mg/kg TS
22L-002	0,751	17,3	87,4	3,54	118	22,4
22L-003	0,922	15,1	113	1,39	150	21,2
22L-004	1,33	12	89,7	1,13	171	17,2
22L-005	1,06	15,9	128	1,19	225	16,8
22L-015	0,6	12,6	97,8	1,08	98	12,3
22L-016	0,836	16,2	114	1,66	95,9	16,3
22L-023	1,08	30,2	149	1,23	166	8,78
22L-023	0,423	13,9	85,2	1,13	64	11,8
22L-024	0,787	11,5	134	1,51	175	14,5
23L-005	0,558	16,9	106	1,56	75,8	12

Stationsnr 2003	Ge mg/kg	Hf mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Li mg/kg TS	Mo mg/kg TS	Nb mg/kg TS
22L-002	<10	6,8	1,12	25,4	6,5	7,18
22L-003	<10	6,17	0,806	12,4	10,9	8,8
22L-004	<10	8,01	1,65	10,2	3,13	7,52
22L-005	<10	6,69	1,2	10	12,1	7
22L-015	<10	6,83	0,26	9,09	9,74	7,45
22L-016	<10	5,32	0,163	15,3	12,4	8,92
22L-023	<10	4,59	0,591	11,2	18,6	6,28
22L-023	<10	5,67	0,0984	8,85	2,87	8,49
22L-024	<10	6,37	0,822	13,8	10,8	7,42
23L-005	<10	5,08	0,13	15,1	8,84	8,03

Stationsnr	Ni	Pb	Rb	S	Sb	Sc
2003	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
22L-002	33,9	24,5	51,1	646	1,44	6,12
22L-003	58,1	112	56,8	1710	4,15	7,4
22L-004	32,1	208	51,3	1650	8,57	6,5
22L-005	61,6	144	51,1	1100	5,37	6,89
22L-015	50,1	37,7	53,6	858	2,15	6,13
22L-016	60,9	36,9	66,2	1320	2,31	8,44
22L-023	78,7	81,7	38,3	1670	4,11	7,15
22L-023	34,9	118	52,8	7530	4,2	8,73
22L-024	63,7	112	44	2000	3,69	7,07
23L-005	48,6	30,9	57,6	1270	2,19	7,49

Stationsnr	Sn	Sr	Ta	Th	Tl	U
2003	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
22L-002	4,6	209	0,602	4,08	0,607	2,83
22L-003	7,53	211	0,773	5,53	0,427	3,74
22L-004	6,42	209	0,679	4,53	0,294	3,32
22L-005	7,83	196	0,793	3,65	0,364	3,7
22L-015	4,67	201	0,642	3,81	0,415	3,42
22L-016	32	219	0,795	6,74	0,561	5,91
22L-023	9,15	184	0,459	4,49	0,363	4,04
22L-023	2,97	205	0,688	5,47	0,361	3,76
22L-024	5,78	194	0,713	4,89	0,438	4,02
23L-005	4,16	213	0,664	5,81	0,599	4,77

Stationsnr	V	W	Y	Zn	Zr	La
2003	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
22L-002	62,8	1,29	29,5	126	396	19,4
22L-003	85,4	2,83	32,5	172	290	31,5
22L-004	60,1	1,72	29,3	237	389	25,2
22L-005	70,3	2,16	27,4	226	302	25,4
22L-015	66,2	1,85	28,1	81,2	343	21,4
22L-016	83	3,53	32,7	110	240	32,2
22L-023	99,3	2,35	28,6	149	223	27,1
22L-023	66,1	1,33	33,5	141	294	28,8
22L-024	88,9	1,99	29,1	200	273	27,8
23L-005	78,6	1,75	33,4	103	248	28,2

Bilaga 5. Analysdata tungmetaller (analyserat enligt svensk standard) i ytsediment (0-1 cm) från området runt Rönnskär, Skelleftebukten 2003. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

Stationsnr 2003	Stationsnr 1989	Nivå cm	N (RT90) m	E (RT90) m	Vattendjup m	Sed.typ	As mg/kg TS	Cd mg/kg TS
22L-002	stn. 17	0-1	7178704,9	1770173,3	29,4	pg.si.gyL	416	0,751
22L-003		0-1	7180857	1767012,1	41,1	pg.lGy	592	0,922
22L-004	stn. 19	0-1	7182285,5	1764615,8	31,5	pg.lGy	789	1,33
22L-005	stn. 1/5	0-1	7182939,1	1763392	32,3	pg.lGy	310	1,06
22L-015	stn. 57	0-1	7189971,6	1766658,5	40,4	pg.lGy	58,8	0,6
22L-016	stn. 55	0-1	7197573,2	1762331,1	71,8	pg.gyL	59,6	0,836
22L-023	stn. 21	0-1	7165618	1774257,9	24,6	pg.gyL	334	1,08
22L-023	stn. 21	24-25	7165618	1774257,9	24,6	pg.gyL	98	0,423
22L-024	stn. 9	0-1	7179208,1	1766704,8	32,3	pg.si.gyL	201	0,787
23L-005	stn. 50	0-1	7205686,7	1760224,5	34,6	pg.lGy	34,6	0,558

Stationsnr 2003	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Pb mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
22L-002	13,9	47,4	148	1,12	30,9	116	43,1	136
22L-003	15,7	73,2	192	0,806	47,6	110	62,2	165
22L-004	11,3	41,7	214	1,65	26,7	204	37,3	217
22L-005	16,1	69,5	300	1,2	45,6	143	49,3	216
22L-015	12,9	55,9	108	0,26	38	35,2	47,3	77,1
22L-016	16,2	72,4	120	0,163	49,4	36,6	58,1	103
22L-023	29	107	209	0,591	72,6	72,1	69,7	130
22L-023	9,3	38,6	43,5	0,0984	23,1	19,2	40,5	74
22L-024	17,6	93,6	271	0,822	64,5	108	72,6	189
23L-005	15,4	75,4	127	0,13	53	21,7	61,3	99,2

Bilaga 6. Analysdata för PCB och PBDE i ytsediment (0-1 cm) från området runt Rönnskär, Skelleftebukten 2003. (Sum id PCB = Sum 7 PCB). Klassning enligt svenska bedömningsgrunder för kust- och hav (Naturvårdsverket 2005).

Stationsnr 2003	Stationsnr 1989	nivå cm	X	Y	Waterdepth m	org.C %	PCB 28 ng/g	PCB 52 ng/g
22L-015	stn 57	0-1	7189972	1766659	40,4	2,6	0,025	0,11
22L-005	stn 1/5	0-1	7182939	1763392	32,3	2,8	0,15	0,30
22L-003		0-1	7180857	1767012	41,1	3,3	0,075	0,14

Stationsnr 2003	nivå cm	PCB 101 ng/g	PCB 118 ng/g	PCB 153 ng/g	PCB 138 ng/g	PCB 180 ng/g	Sum id PCB ng/g	Total PCB ng/g
22L-015	0-1	0,31	0,20	0,62	0,58	0,27	2,1	14
22L-005	0-1	0,64	0,53	0,79	1,0	0,43	3,8	26
22L-003	0-1	0,28	0,27	0,52	0,66	0,32	2,3	15

Stationsnr 2003	nivå cm	*PBDE-47 ng/g	*PBDE-100 ng/g	*PBDE-99 ng/g	*PBDE-85 ng/g	Sum PBDE ng/g
22L-015	0-1	0,21	0,040	0,22	0,03	0,50
22L-005	0-1	0,58	0,093	0,75	0,05	1,5
22L-003	0-1	0,46	0,12	0,79	0,05	1,4