FIBERBANKSPROJEKTET

Kartläggning av fiberhaltiga sediment längs Västernorrlands kust

Anna Apler, Johan Nyberg, Karin Jönsson, Irene Hedlund,
Sven-Åke Heinemo & Bernt Kjellin

juni 2014

SGU-rapport 2014:16



SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Länsstyrelsen
Västernorrland

Omslagsbild: Nyhamns sulfitmassafabrik år 1929, med vy mot Svartviks sulfitmassafabrik vid Ljungans mynning och Svartviks övre sågverk till höger. Sågverket impregnerade med pentaklorfenol vilket medförde att dioxiner och furaner kom att förorena området, men det är numera sanerat. Nyhamns-fabriken övergick till kemisk-teknisk produktion 1948. Fabriksbyggnaderna står fortfarande kvar på området som är herrelöst efter konkurs. Spridning har uppmätts av dioxiner, PCB och PAH samt metaller från kisaska. Sanering planeras av detta område samt intilliggande Essviks fabriksområde.
Källa: Oskar Bladh, Krigsarkivet F nr. 696.

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
fax: 018-17 92 10
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

FÖRORD

Västernorrland har en stark industrihistoria. Tillgång till vatten och skog skapade förutsättning för den träindustri som för mer än hundra år sedan fick Västernorrland att blomstra och utvecklas. Med träindustrin följde inte bara tillväxt och framgångar utan även en påverkan på miljön.

Det är inte lätt idag att förutse hur en verksamhet kan påverka miljön 100 år framåt i tiden och det var kanske ännu svårare att göra den bedömningen förr. I början av 1900-talet släppte träindustrin ut sitt avloppsvatten rakt ut i Bottenhavet. Med vattnet följde både massafibrer och föroreningar som sedan sjönk till botten och bildade så kallade fiberbankar och fiberrika sediment. Idag kan dessa områden vara källor för spridning av miljögifter.

I Fiberbanksprojektet har vi arbetat för att hitta en metod att kartlägga fiberförekomster utefter länets kust med de senaste och modernaste hydroakustiska mätinstrumenten. I och med detta har vi kunnat öka våra kunskaper kring miljögiftssituationen i Västernorrland.

Fiberbanksprojektet har skett i samverkan mellan Länsstyrelsen i Västernorrland och Sveriges geologiska undersökning, SGU. Detta samarbete har gett ett flexibelt och effektivt arbetssätt som kunnat anpassas efter ändrade förutsättningar. Projektet har också genomförts genom en öppen dialog med kommuner, verksamhetsutövare och andra aktörer i länet.

Resultaten från projektet kommer förhoppningsvis att vara till stor nytta i Länsstyrelsens fortsatta ansträngningar för att nå miljökvalitetsmålen *Giftfri miljö*, *Hav i balans samt levande kust och skärgård* och *Ett rikt växt och djurliv*.

Det är min förhoppning att resultaten från Fiberbanksprojektet även ska komma till nytta för andra län och aktörer som har en problembild liknande den vi har i Västernorrland och att den kunskapen slutligen ska kunna användas för att förbättra miljön i Östersjön.

Irene Hedlund
Enhetschef, miljöanalys & viltförvaltning
Länsstyrelsen Västernorrland

INNEHÅLL

Sammanfattning **7**

English summary **9**

Bakgrund **11**
Skogsindustrin i Västernorrlands län 11
Utsläpp av träfibrer 12
Fiberbankar och fiberrika sediment 12
Föroreningar förknippade med industrin 12

Syfte och mål **14**

Beskrivning av projektet **14**
Samverkan med SGU 14

Metod och resultat **15**
Underlagsmaterial 15
Hydroakustiska metoder 17
Identifiering av fiberrika sediment och fiberbankar 21
Sedimentundersökning och kemisk analys 28

Diskussion och slutsatser **33**
Vidare undersökningar 34

Referenser **35**

Bilaga 1. Områdesbeskrivningar **37**
Område A, Sundsvallsfjärden 37
Område B, Klingerfjärden 46
Område E, Svartviksfjärden 58
Område F, ost Rödön 67
Område G, Alnösundet 70
Område H, Härnösand 76
Område I, yttre Älandsfjärden 83
Område J, Älandsbro 87
Område K, Utansjö 93
Område M, Nensjö 100
Område N, Svanö 108
Område O, Frånö 114
Område P & Q, Kramfors 121
Område R, Väja 132
Område S, Hornsudden 141
Område T, söder om Köpmanholmen 145
Område U, sydost om Köpmanholmen 148
Område U2, Köpmanholmen 151
Område V, Örnsköldsvik 159
Område W, söder om Husum 169
Område X, Husum 172

Bilaga 2. Geologiska observationer **179**

SAMMANFATTNING

Sedan 1800-talets slut har ca 30 massafabriker varit i drift i Västernorrland. Varje fabrik har sin historia men gemensamt för dem alla är att de under långa perioder har släppt ut förorenat processvatten innehållande trä- eller cellulosafibrer rakt ut i den utanförliggande recipienten. Längs Västernorrlands kust ligger därför fiberbankar (sediment bestående av 100 % fibermaterial) deponerade på ytor om sammanlagt mer än 1,5 km^2. Fiberrika sediment (fibermaterial uppblandat med naturligt avsatta sediment bestående mestadels av leror) har i detta projekt identifierats på 14 av de totalt 22 undersökta områdena längs Västernorrlands kuststräcka. Detta projekt visar att dessa fiberhaltiga utsläpp innehåller bland annat PCB och DDT samt andra miljöfrämmande ämnen i koncentrationer som faller inom ramen för klass 5 (mycket hög halt) i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a). Dessa ämnen har använts flitigt i skogs- och pappersmassaindustrin under delar av 1900-talet.

Västernorrland har Sveriges snabbaste landhöjning, mellan 8 och 10 mm per år. Landhöjningen bidrar till att fiberbankarna på sikt kommer att lyftas upp närmare vattenytan och på så sätt utsättas för erosion i form av vågor, strömmar och vind som resulterar i att bottenmaterialet på erosionsytorna kan komma i omlopp. Detta kan i sin tur bidra till att föroreningar som ligger begravda riskerar att spridas. Ett tiotal av de förorenade fiberavsättningarna ligger deponerade på vattendjup grundare än 15 m, och dessa löper således redan risk att eroderas och därmed spridas. Under kartläggningens gång har även ett antal skred kunnat identifieras i fiberbankarna. Vid sedimentskred frisätts stora sjok av fibermaterialet som då avsätts på djupare delar i bassängen. På grund av de höga halterna miljögifter och de geologiska och hydrologiska förhållandena på många undersökningsplatser längs kusten, utgör de fiberhaltiga sedimenten ett miljöhot för Bottenhavets ekosystem.

År 2010 inledde Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Länsstyrelsen i Västernorrland ett samverkansprojekt som kommit att kallas för "Fiberbanksprojektet". Det primära syftet med projektet var att utarbeta en hydroakustisk metodik för att identifiera fiberhaltiga sediment och att sedan använda metodiken för att kartlägga utbredningen av dessa sediment. Det sekundära syftet med projektet var att få en uppfattning om kontamineringsgraden i sedimenten. Kartläggningsarbetet fokuserades på 22 av Länsstyrelsen utvalda undersökningsområden längs kusten inklusive Ångermanälven. Undersökningsområdena valdes ut bland annat på basis av kunskapen om på land redan kända förorenade områden. Dessa förorenade landområden har inventerats med Naturvårdsverkets metod för inventering av förorenade områden, den så kallade MIFO-metoden (Naturvårdsverket 1999b). Valet av undersökningsområdena baseras också på gamla studier av föroreningar i sedimenten längs kusten. Varje område har tilldelats en bokstav för identifiering, A–X.

Undersökningarna genomfördes av SGU under två fältsäsonger, åren 2010 och 2011, från SGUs undersökningsfartyg S/V Ocean Surveyor och undersökningsbåt S/V Ugglan. Två typer av hydroakustiska mätsystem användes vid undersökningarna: bottenyteavbildande och bottenpenetrerande. Vid de bottenyteavbildande mätningarna, som ger information om bottenytans batymetri och reflektivitet (hårdhet), användes multistråleekolod (200–400 kHz), interferometrisk (Swath) sonar (250 kHz) och sidoavsökande sonar (100 och 400 kHz). För bottenpenetrerande mätningar nyttjades seismik (10–2000 Hz) och sedimentekolod (3,5–10 kHz).

Resultaten från de hydroakustiska undersökningarna visar att hydroakustiska mätdata, tillsammans med sedimentprovtagningar, möjliggör identifiering och avgränsning av utbredningen av fiberbankar (100 % fibermaterial) och fiberhaltiga sediment (fibermaterial uppblandat med naturliga sediment bestående mestadels av leror) både indirekt och direkt. Indirekt ger de kombinerade metoderna kunskap om lokal geologi och lokala sedimentdynamiska förhållanden som visar var erosions-, transport- och ackumulationsbottnar är lokaliserade och därmed hur sediment- och vattentransporter fungerar i olika vattenområden. Denna information ger i sin tur en bild av var fibrer

eventuellt kan ha ackumulerats. Hydroakustiska data kan även direkt användas för identifiering av fiberbankar genom att dessa kännetecknas av en skrovlig struktur i bottenytan samt en stor variation och högre akustisk reflektivitet i ljudsignaler från de bottenyteavbildande mätsystemen. Fiberbankar och fiberrika sediment kännetecknas också av en kraftig ytnära absorption, spridning och dämpning av ljudsignaler från de bottenpenetrerande mätinstrumenten. I seismikdata kan även en reverserad (negativ) reflektion med hög amplitud av ljudpulsen i bottenytan observeras där gashaltiga sediment, fiberbankar och fiberrika sediment förekommer. Gas som orsakats av nedbrutet, naturligt sedimenterat organiskt material, såsom marina plankton, tenderar till skillnad från fiberhaltiga sediment att synas i sedimentekolods- och seismikprofiler som en mer diffus absorption, dämpning och spridning av ljudsignalen i sedimenten. För verifikation av fiberbankarnas och de fiberrika sedimentens läge, utbredning och mäktighet genomfördes sedimentprovtagningar. För sedimentprovtagningen användes fem olika provtagare som var och en är anpassad för provtagning av olika typer av bottnar. Sammanlagt har 230 sedimentprov tagits och ca 14 km^2 havsbotten har undersökts med hydroakustiska metoder inom detta projekt.

Vid flertalet undersökningsområden där fiberhaltiga sediment påträffats har ett eller flera sedimentprover valts ur för kemisk analys av tungmetaller (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V och Zn) och av organiska miljögifter (PAH, PCB, HCB, HCH, klordaner och DDT). De kemiska analyserna gjordes i syfte att försöka fastställa påverkan från den lokala utsläppskällan på förekomsten av fiberhaltiga sediment på den specifika platsen. Halterna av de analyserade ämnena har delats in och klassificerats i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet Kust & Hav (Naturvårdsverket 1999a). Resultaten från analyserna med tillhörande klassificering tyder på en, på sina håll, mycket förorenad kuststräcka med höga halter miljögifter i sedimenten. Ett flertal av de tungmetaller och organiska miljögifter som förekommer i höga halter kan härledas direkt till källan, i detta fall pappersmassafabriker och träsliperier, men höga halter av ämnen som inte dokumenterats vid respektive objekt har påträffats på några ställen. Det har även visat sig att halterna av miljögifter på sina ställen är högre i ytsedimenten än längre ner i sedimentpacken vilket kan tyda på att det fortfarande finns utsläppskällor för de gamla miljögifterna.

Fiberbanksprojektet har visat att hydroakustiska mätmetoder i kombination med sedimentprovtagning är ett effektivt sätt att identifiera och kartlägga fiberhaltiga sediment. Det har visat sig att mer arbete krävs för att med säkerhet kunna fastställa ursprunget av de olika miljögifterna. Detta arbete kräver ytterligare sedimentprovtagningar med efterföljande kemiska analyser samt källspårning med hjälp av till exempel dioxiner och PAH. Denna rapport är tänkt att ge en första översiktlig bild av de fiberhaltiga sedimentens förekomst, utbredning och miljökemiska status och ska förhoppningsvis kunna ligga till grund för att kostnadseffektivt kunna rikta och genomföra ytterligare undersökningar och saneringsåtgärder vid de områden som bedöms ha störst miljöpåverkan.

ENGLISH SUMMARY

Since the end of the nineteenth century, about 30 pulp and paper factories have operated in the province of Västernorrland. Each factory has its own history, but common to them all has been the long term discharge of waste water, which contained wood or cellulose fibers, directly into the adjacent coastal marine environment. Consequentially, banks of pure fiber (fiber banks consisting of 100% fiber material) lie along the coast of Västernorrland and cover more than 1.5 km^2 of the sea floor. Fiber-rich sediment (fiber material mixed with naturally deposited sediment consisting mostly of clay) has been identified in 14 of the 22 surveyed areas along the coast of Västernorrland. This project shows that these fibrous emissions contain PCBs and DDT and other environmental contaminants at concentrations that lie within class 5 (very high) in accordance with the Swedish Environmental Protection Agency's assessment criteria for the quality of the environment (Naturvårdsverket 1999a). These hazardous substances were used extensively in forestry, paper and pulp industries during parts of the 20th century.

The province of Västernorrland experiences Sweden's most rapid land uplift, between 8 and 10 mm per year. Due to the post-glacial rebound, the fiber banks will be raised closer to the sea surface and thus be exposed to erosion caused by waves and currents, with the result that the bottom material will be eroded, re-suspended, dispersed and potentially enter the ecosystem. In addition, contaminants that are currently buried may also be dispersed as uplift continues. About a dozen of the contaminated fiber banks are deposited in water depths shallower than 15 m, and these are thus already prone to erosion and dispersal. During the course of the project, a number of landslide scars were identified in the fiber banks. Submarine slides can cause large amounts of fiber material to be rapidly dispersed to deeper areas. Due to the high levels of environmental pollutants and the geological and hydrological conditions that exist along the coast, the fibrous sediments are a significant threat to the health of the Bothnian Sea's marine ecosystem.

In 2010 the Geological Survey of Sweden (SGU) and the County Administrative Board of Västernorrland started a collaboration project, which has come to be known as the "Fiberbank project". The primary objective of the project was to develop a method of using hydro-acoustic surveying techniques to identify fibrous sediments, and then to use the methodology to map their spatial distribution. The secondary aim was to estimate the levels of contaminants.

The survey focused on 22 selected areas along the coast and included the Ångermanälven estuary. These areas were primarily chosen on the basis of current knowledge of pollution sources that exist on land. The contaminated areas on land have been classified using the environmental protection agency's method for inventory of contaminated sites, the so-called MIFO method (Naturvårdsverket 1999b). The choice of studied areas was partially also based on earlier studies of contaminated sediments along the coast. Each area was assigned a letter for identification, i.e. A-X.

The surveys were performed by SGU over two field seasons, years 2010 and 2011, using SGU's research vessel S/V Ocean Surveyor and the smaller survey boat S/V Ugglan. Two types of hydro-acoustic measurement systems were used in the investigations: one capable of surface scanning and the other for sub-bottom profiling. For the surface scanning measurements, which provide information on seabed bathymetry and reflectivity of the surface, a multibeam echosounder (200–400 kHz), a swath sonar (250 kHz) and a side scanning sonar (100 and 400 kHz) system were used. For sub-bottom profiling, two reflection seismic (10–2000 Hz) and two sediment profiler systems (3.5–10 kHz) were used.

The hydro-acoustic survey, in combination with sediment sampling, allows identification and delineation of the extent of pure fiber banks and fiber-rich sediments (fiber material mixed with natural sediments) both indirectly and directly. Indirectly, the combination of methods provides an awareness of the local geomorphology and dynamics of the sedimentary environment. Areas of sediment erosion, transport and accumulation are localised and provide information on water

transport characteristics. This information, in turn, can indicate where the fibers may have accumulated. Hydro acoustic data can also be used for direct identification of fiber banks. The banks are characterised by a rough surface structure and a higher and wider range of acoustic reflectivity detected by the seabed surface scanning measurement systems. Fiber banks and fiber-rich sediments are also characterised by a sharp near-surface absorption, scattering and attenuation of sound signals from the sub-bottom profilers. Gaseous fiber banks and fiber-rich sediments are associated with a strong reverse (negative) reflection of the sound signals in the seismic data. The gas produced by the decomposition of natural organic material, such as marine plankton, tends to cause a more diffuse absorption, attenuation and dispersion of the sound signal in the sediment, in contrast to fiber-rich sediments.

Sediment sampling was performed to verify the location of fiber banks and the fiber-rich sediments, their spatial distribution and thickness. Five different sediment sampling devices were used, each one suitable for taking samples of various types of sediments and to different sub-seafloor depths. A total of 230 sediment samples were recovered and about 14 km^2 of seabed were explored with hydro-acoustic methods in this project.

At the majority of survey areas where fibrous sediments where identified, one or more sediment samples were analysed to establish the concentration of metals (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, and Zn) and organic contaminants (PAH, PCB, HCB, HCH, chlordane and DDT). The chemical analyses were performed to determine the impact of local sources of fibrous pulp emissions on the specific site. The concentration levels of the analysed metals and organic contaminants have been divided and classified in accordance with the Swedish environmental protection agency's criteria for environmental quality, Coast & Sea (Naturvårdsverket 1999a).

The results of the analyses and related classification indicate a very polluted coastline with high levels of contaminants in the sediments. Several of the metals and organic pollutants are present in high amounts and can be attributed directly to the pulp and paper factories and sawmills. However, high levels of substances which have not been documented at the objects have been found in some areas. It has also emerged that the levels of regulated pollutants in some accumulation areas are higher in the uppermost part of the sediments than further down, which indicates that there is still an active source for the old environmental pollutants.

The project has shown that a combination of hydro-acoustic surveying and sediment sampling can effectively identify and map the distribution of fiber banks and fiber-rich sediment. It has been shown that more work is required to determine with certainty the origin of the various environmental pollutants. This work requires additional sediment sampling, chemical analyses and source tracking using, for example, dioxins and PAHs. This report provides an initial overview of the incidence, spatial distribution and chemical status of the fiber banks and fiber-rich sediments. It provides a guide to areas in need of further investigation and serves as a basis for the planning and implementation of cost effective mitigation and remediation in areas judged to form the greatest environmental threat.

BAKGRUND

Skogsindustrin i Västernorrlands län

Under senare delen av 1800-talet anlades ett stort antal sågverk längs Västernorrlands kust. Sågverken var små men banade snart väg för en blomstrande skogsindustri. I slutet av 1800-talet till början av 1900-talet utvecklades industrin och ett stort antal massafabriker anlades i länet (fig. 1). Västernorrlands län kom att bli centrum för cellulosatillverkning och totalt 30 massafabriker uppfördes mellan åren 1870 och 1930 (Länsstyrelsen Västernorrland, 2010). Massa- och pappersindustrin är den del av skogsindustrin som utifrån ved tillverkar pappersmassa och utifrån pappersmassan papper. Pappersmassa kan tillverkas på olika sätt och i flera steg där olika typer av tillsatskemikalier har använts genom åren. Gemensamt för de tre typerna av massaframställningsprocesser är att de genererar träfibrer som restprodukt (Nationalencyklopedin 2014). Eftersom restriktioner på rening av avlopps- och processvatten inte infördes förrän 1969, då miljöskyddslagen (1969:387) infördes, har det stora antalet massafabriker under årens lopp gett upphov till stora mängder utsläpp av både kemikalier och träfibrer.

Idag finns endast fem massafabriker kvar i Västernorrlands län. Sedan miljölagstiftningen infördes har utsläppen minskat dramatiskt, och de stora områden med döda bottnar som dokumenterades på 1980-talet har minskat avsevärt i utbredning. Detta visas bland annat i årsrapporterna från länets olika recipientkontrollprogram. Problemen kvarstår dock i form av förorenade, fiberrika sediment som idag ligger deponerade på bottnarna längs länets kust. Västernorrlands län har den snabbaste landhöjningen i Sverige med ca 8 mm per år. Landhöjningen bidrar till att bottenytor som idag ligger under vatten på sikt kommer att lyftas upp mot vattenytan och på så sätt komma att utsättas för erosion i form av vågor och vind. Erosion av det fiberhaltiga bottenmaterialet kan bidra till att föroreningar som ligger begravda riskerar att återigen komma i omlopp i naturen.



Figur 1. Svartviks sulfitmassafabrik år 1929. Fabriken låg invid Ljungans mynning och vyn visar fabriken med intilliggande sågverk ut mot Svartviksfjärden. Svartviks sulfitmassafabrik blev under 1920-talet "flaggskeppet" i Svenska Cellulosa Aktiebolags koncern men lades ner år 1974. Källa: Oscar Bladh. Krigsarkivet, F nr. 695.

Utsläpp av träfibrer

Pappersmassa kan tillverkas på olika sätt och i flera steg. Det första steget är att frilägga cellulosafibrerna i veden från varandra så att de i ett senare skede kan återförenas i det nätverk som bildar själva papperet. Vid pappers- och massatillverkningen skedde det en förlust av dessa fibrer genom utsläpp till recipienten. Under perioden år 1908–1983 har utsläpp som uppgår till 10,8 miljoner ton fibermassa släppts ut i hela landet (Naturvårdsverket 1995). Fibermassan har ofta ansamlats i så kallade fiberbankar i anslutning till pappers- och massaindustrierna. I vissa fall har även fibrer transporterats bort med strömmar och sedimenterat på annan plats. Grövre fibermassa har ofta ansamlats i närheten av industrierna medan finare massa kan ha transporterats långa sträckor innan den har sedimenterat. På grund av skred och erosion av vågor och strömmar ligger inte materialet alltid kvar där det först sedimenterade.

Fiberbankar och fiberrika sediment

Träfibrer är organiskt material som efter sedimentering på havsbottnen börjar brytas ner av mikroorganismer som förbrukar syrgas (O_2). Detta kan resultera i låga syrgashalter i bottenvattnet i bassänger där vatten inte byts ut regelbundet. Syret till nedbrytningen tas från olika oxidationsmedel i sedimentet. När den syrgas som är löst i ovanliggande vatten är förbrukad tas syret från andra föreningar, bland annat sulfatjonen (SO_4^{2-}). När sulfatjonen används som oxidationsmedel reduceras den till svavelväte (H_2S). Detta är en mycket giftig gas som redan i små mängder kan verka toxiskt på organismerna i sedimentet. Gasen har också en karaktäristisk lukt som vittnar om anaerob nedbrytning i sedimentet. När syret i sedimentet har förbrukats, så bryts det organiska materialet ner genom fermentation (jäsning). Jäsningen ger upphov till koldioxid och bubblor av metangas i bottnen. Denna gas syns i de hydroakustiska mätningarna och är en indikation på höga halter av organiskt material i bottenmaterialet.

I tidigare använda processer inom pappers- och massaindustrier har träfiber varit en restprodukt som släppts ut tillsammans med avloppsvatten till recipienterna utanför fabrikerna (Naturvårdsverket 1995). På de platser där det rått lugna förhållanden i vattendragen kan det förväntas finnas ackumulerade bankar utanför fabriken. Många fabriker var dock förlagda längs Ångermanälven eller vid andra vattendrag med större omsättning på vattenmassorna. På dessa ställen har fibrerna ofta transporterats bort från utsläppskällan och sedimenterat i lugnare vatten där de har blandats upp med de naturliga sedimenten. I detta projekt utvecklades en klassificering där fiberhaltiga sediment delas in i två grupper, fiberbankar och fiberrika sediment. Fiberbankarna består uteslutande av cellulosafibrer och är belägna vid utsläppskällan. Fiberrika sediment, till största delen leror, är sediment som är utblandade med cellulosafibrer eller träfibrer. Koncentrationen av fibrer i de fiberrika sedimenten skiljer sig avsevärt åt beroende på plats och miljö. Fibrerna kan också vara av olika fraktionsstorlekar, från mycket små trådliknande till något grövre bitar där träråvaran kan identifieras. Termen fiberrika sediment inkluderar inte sjunktimmer eller bark och vedrester från gamla timmerupplag.

Föroreningar förknippade med industrin

Massatillverkningen delas in i två grenar, mekanisk massa och kemisk massa. Kemisk massa kan framställas genom sulfat- och sulfitprocessen. Vid användandet av sulfitmetoden vid framställning av pappersmassa kokas veden under tryck i en vätska innehållande kalciumbisulfit eller magnefit och svaveldioxid (Nationalencyklopedin 2014). Svaveldioxiden framställdes ofta i en s.k. kisugn genom förbränning av svavel eller mineralet svavelkis. Restprodukten vid förbränning av svavelkis, kisaska, innehåller järnoxid och arsenik, men också tungmetaller som bly, koppar och zink. Även nickel och kobolt kan vara ett problem i kisaska men dessa ämnen har inte uppmätts i lika höga halter (Nordbäck m.fl. 2004). Kisaskan skickades under en period ofta vidare för framställning av

järn inom järn- och stålindustrin, men den stora inblandningen av störande tungmetaller ledde till att detta upphörde i slutet av 1960-talet. Stora mängder har därefter använts som utfyllnadsmaterial (Länsstyrelsen Västernorrland 2010). Vid vissa sulfitmassafabriker framställdes sulfitsprit (etanol) i samband med processerna. Sulfitspriten bildades genom jäsning av avluten från massaframställningen och användes i första hand som bränsle eftersom den innehöll stora mängder föroreningar. Renad sulfitsprit dracks ibland som brännvin (Nationalencyklopedin 2014).

Sulfatmassa framställs genom att vedråvaran kokas under tryck i *vitlut*, vars verksamma beståndsdelar är natriumhydroxid (NaOH) och natriumsulfit (Na_2S). Vitluten innehåller även andra kemikalier som natriumkarbonat (Na_2CO_3) och natriumsulfat (Na_2SO_4). Luten i massan efter kokningen kallas svartlut och tvättas ur massan. Svartluten indunstas och förbränns i sodapannor (förr i smältugnar) för att återvinna kemikalier. Smältan som bildas består av bl.a. natriumkarbonat och natriumsulfit och löses upp i vatten och svaglut och blir till *grönlut*. Grönluten innehåller ämnen som svårlösliga salter, kol och metaller (Länsstyrelsen Kronoberg 2002).

Fenylkvicksilver och fenylkvicksilveracetat användes mellan 1941 och 1967 i många bruk som impregnering av slipmassa samt för slembekämpning i processrör och apparatur. Kvicksilver har också använts vid kloralkalifabriker som har producerat klor till blekningen med hjälp av kvicksilvermetoden. Kvicksilvret som kom ut från denna metod har uppträtt i ett antal olika former i avfallet och förekommer också i miljön i olika tillstånd. Under pappers- och massaindustrins glansperiod i länet har många ton rent kvicksilver släppts ut i naturen genom både avsiktliga och oavsiktliga processer (Naturvårdsverket 1995). Kvicksilver i sediment förekommer oftast bundet till organiskt material eller som cinnober, HgS. Störst miljörisk utgör kvicksilver i metylerad form, CH_3Hg^+. Metylkvicksilverjonen utgör ofta en liten del av den totala halten kvicksilver i sediment men är istället mycket biotillgänglig. Metylkvicksilver bildas från oorganiskt kvicksilver av mikroorganismer under anoxiska förhållanden i sedimentet (Elert m.fl. 1992).

Klorgas användes i Sverige fram till februari 1994 för att bleka kemisk massa. De vanligaste klorerade föreningar som kan knytas till massaindustrins blekeriprocesser är föreningar som hexaklorbensen, HCB, dioxiner och furaner. Klor har en benägenhet att binda till olika större komponenter såsom lignin och humussyror och ge upphov till stora, komplexa föreningar som slutligen bryts ner genom bl.a. mikrobiella och kemiska processer och bildar mindre, men ofta mycket toxiska föreningar (Håkansson m.fl. 1988).

PCB är en förorening som kan knytas till fabriker som använt returpapper vid framställningen av pappersmassa. NCR-papper (No carbon required) dvs. självkopierande papper, tillverkades mellan 1950- och början av 1970-talet och hade en utbredd användning inom kontorsvärlden. Papperet innehöll ett skikt där PCB ingick i stor mängd och det samlades in tillsammans med annat returpapper som användes vid massaframställningen. Sedan problemet med PCB uppdagades har tillverkning av PCB-haltigt papper förbjudits och tros ha varit ur marknaden i slutet av 1970-talet (Naturvårdsverket 1995).

Klorfenoler med olika kloreringsgrad användes vid doppning inom sågverksindustrin fram till 1978. Doppning är en behandling av virke för att skydda mot angrepp av svampar som ger missfärgningar av träråvaran. I de fall virket har hyvlats efter doppningen återfinns förmodligen den största delen av klorfenolpreparatet i kutterspånet och inte i det färdiga byggvirket eftersom ämnet inte tränger särskilt långt in i träet vid behandlingen (Naturvårdsverket 2009). Klorfenolpreparaten var ofta förorenade med dioxiner. På grund av dioxiners hydrofoba och persistenta egenskaper samt deras låga ångtryck kan ämnesgrupperna dioxiner och furaner finnas kvar i det behandlade virket under lång tid.

Under 1950- och 1960-talet var användningen av DDT mycket utbredd inom skogsbruket. Medlet infördes som insekticid och skulle främst skydda rotsystemen på plantorna mot den skadegörande snytbaggen (*Hylobius abietis*). Användandet av ämnet förbjöds helt inom skogsindustrin

1975 efter att biociddebatten brutit ut (Sveriges lantbruksuniversitet 2014). DDT kan ha spritts till den marina miljön genom virket som använts vid sågverk, träsliperier och massafabriker.

Polycykliska aromatiska kolväten, PAH, är en grupp ämnen som finns i bland annat stenkol och petroleumprodukter. PAH bildas även vid förbränning av organiska material som ved och bark. Under den industritäta perioden i Västernorrland har förbränning av både kol, olja och bark varit avgörande för energiproduktionen och således förekommit på ett stort antal platser. Den omfattande fartygstrafiken vid länets fabrikshamnar gav också upphov till utsläpp av PAH genom oljespill.

SYFTE OCH MÅL

Länsstyrelsen i Västernorrlands län har länge känt till förekomsten och problematiken kring förorenade, fiberhaltiga sediment längs kusten. Ett antal fiberbankar är sedan tidigare kända, kartlagda och undersökta. Vid ett flertal platser i länet har det också antagits att fiberrika sediment kan ha kommit att bildas genom åren. På grund av de historiskt stora utsläppen till havet och behovet av mer kunskap har länsstyrelsen ansökt och beviljats medel från Naturvårdsvekets Havsmiljöanslag och driver sedan år 2010 *Fiberbanksprojektet – en metodutveckling för att kartlägga miljögifter i havsmiljön*. Det primära syftet med detta projekt är att utveckla metoder för kartläggning av fiberbankar och fiberrika sediment med hjälp av hydroakustiska mätmetoder, samt att identifiera och bestämma utbredningen av dessa sediment längs Västernorrlands kust. Projektet syftar även till att ge en uppskattning på den miljökemiska statusen i de havsbottnar som är påverkade av fiberutsläpp. Resultatet av kartläggningen ska bidra till ett beslutsunderlag för att kostnadseffektivt kunna rikta ytterligare undersökningar och åtgärder till de områden som bedöms ha störst miljöpåverkan.

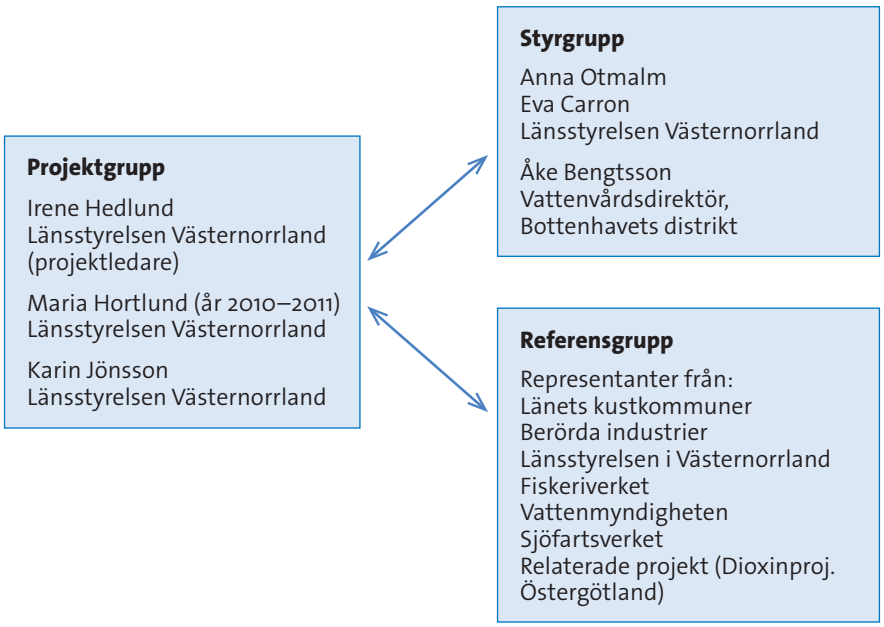
BESKRIVNING AV PROJEKTET

Projektet *Fiberbanksprojektet – en metodutveckling för att kartlägga miljögifter i havsmiljön* inleddes år 2010 av Länsstyrelsen i Västernorrlands län som också är projektägare. Figur 2 illustrerar hur projektets organisation har sett ut. Löpande planering och arbete med projektets praktiska delar har skötts inom projektgruppen. Styrgruppen har sammanträtt med projektgruppen vid tio tillfällen under arbetets gång. Större beslut om projektets upplägg och undertecknande av samverkansavtal har gjorts av projektgruppen i samråd med styrgruppen.

Referensgruppens medlemmar står för en stor del av länets kompetens kring förorenade områden och sediment. Denna samlade kunskap har haft stor betydelse för projektets utformning. Under projektperioden har tre sammankomster anordnats. Vid den första sammankomsten presenterade länsstyrelsen projektet och redovisade resultat från en sammanställning av befintlig kunskap om förekomst av fiberrika sediment och dess ursprung. Vid detta möte fick referensgruppen möjlighet att komplettera denna sammanställning, och utifrån det framarbetade underlaget beslutades om vilka geografiska områden längs kusten som skulle prioriteras vid fältstudien. Vid den andra sammankomsten redovisade SGU resultaten från den första fältsäsongen och projektets upplägg inför den andra fältsäsongen diskuterades. Vid det tredje och sista referensgruppsmötet presenterade SGU de slutliga resultaten från kartläggningen och de kemiska analyserna. Resultaten från undersökningarna diskuterades gruppvis i referensgruppen vars långa erfarenhet och stora kunskap om lokala förhållanden var till stor nytta vid tolkningen av resultaten från de enskilda områdena.

Samverkan med SGU

Initiativet till samverkansprojektet kom från Länsstyrelsen i Västernorrland år 2010, samma år som SGU inledde sin reguljära maringeologiska kartläggning av länet. Eftersom SGU redan hade planerat att undersöka kusten längs Västernorrland och hade kunskapen och utrustningen som behövdes för det aktuella fiberbanksprojektet, kunde ett samverkansavtal mellan Länsstyrelsen i Västernorrlands län och SGU tecknas. SGU fick i och med detta i uppdrag av Länsstyrelsen i



Figur 2. Projektets struktur bestod av tre grupper. Projektgruppen har haft ansvar för planering och utförande medan referensgruppen bistått med kunskap och lokal kännedom om industrier i länet.

Västernorrland att utveckla en metodik som ska förenkla kartläggningen av fiberrika sediment. Denna metodutveckling med tillhörande kartläggning har utförts och redovisats inom ramen för detta samverkansavtal, se Bilaga 1. Undersökningarna inleddes i juni 2010 och avslutades i november 2011. Det här är den andra och slutliga rapporten av två som redovisar resultaten av projektet.

METOD OCH RESULTAT

Under år 2009 och 2010 började projektgruppen från Länsstyrelsen i Västernorrlands län planera projektet *Fiberbanksprojektet – en metodutveckling för att kartlägga miljögifter i havsmiljön*. Arbetet med att sammanställa befintlig information om sedimenten längs den aktuella kuststräckan inleddes år 2009 och fortsatte efter att samverkansavtal med SGU undertecknats år 2010.

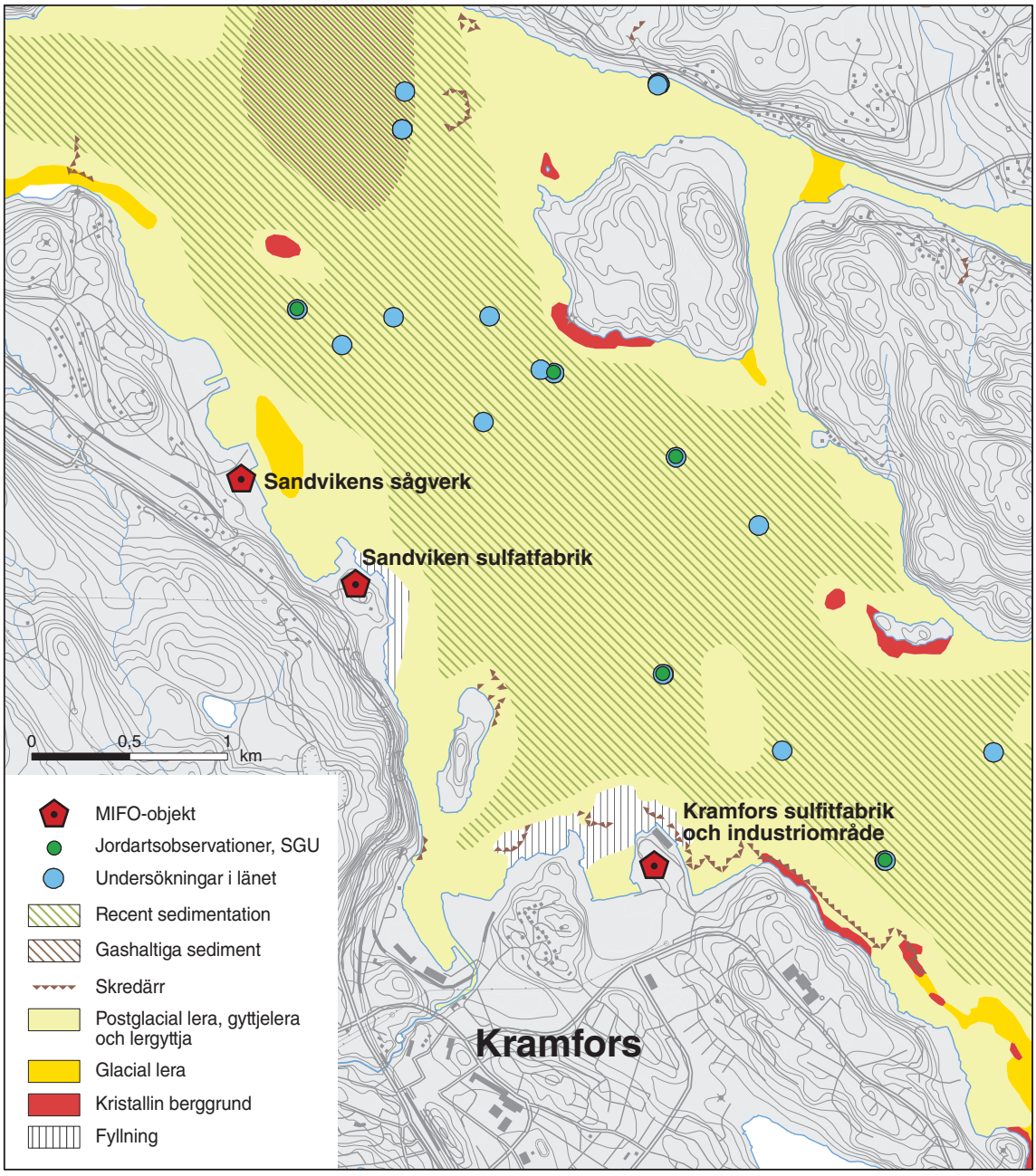
Underlagsmaterial

Under år 2009 inledde projektgruppen från Länsstyrelsen i Västernorrland arbetet med att sammanställa befintliga sedimentdata. Underlagsinformationen kommer från nedanstående källor. Ett exempel på underlagsmaterialet som sammanställts för ett område visas i figur 3.

- Miljöövervakning av sediment och biota inom länet.
- Recepientkontrollprogram inom länet.
- Tillsyns- och tillståndsärenden enligt miljöbalken.
- Dykobservationer.
- Länets inventering av förorenade områden på land, så kallade MIFO-områden. Inventeringarna är genomförda i enlighet med en av Naturvårdsverket utarbetad metodik för inventering av förorenade områden (MIFO, Naturvårdsverket 1999b).
- SGUs maringeologiska information. Denna omfattar kartdatabaser över Ångermanfjorden och Sundsvallsområdet (gjorda för presentationsskala 1:100 000) samt norra Bottenhavet (gjorda för presentationsskala 1:500 000). Dessutom finns data från begränsade mätningar och sedi-

mentprovtagningar utförda på uppdragsbasis. I karteringsprojekten ingick provtagning av unga lersediment för miljökemisk analys. Analysprogrammet har omfattat såväl grundämnen som näringsämnen och organiska miljögifter.
- Äldre studier där fiberförekomst eller höga kvicksilverhalter har noterats.

Underlagsmaterialet låg som grund vid det första mötet med referensgruppen då specifika geografiska områden i länet valdes ut för kommande detaljerade undersökningar. Prioriteringarna baserades på den sammanställda bakgrundsinformationen samt på den lokalkännedom och erfarenhet



Figur 3. Sammanställningen av bakgrundsinformation från olika källor inleddes år 2009 av projektgruppen från Länsstyrelsen i Västernorrlands län. Exemplet visar en karta över Ångermanälven utanför Kramforsområdet där samtliga tillgängliga dataunderlag har sammanställts.

som medlemmarna i referensgruppen hade. Resultatet av det första mötet med referensgruppen blev 22 prioriterade undersökningsområden som valdes ut baserat på bland annat följande aspekter:

- Redan kända fiberbankar.
- Havsbottnar vid industrier där det är känt att det bedrivs eller har bedrivits verksamhet som kan ha förorsakat utsläpp av fibrer.
- Djuphålor, ackumulationsbottnar och bakvatten där förorenade fibrer kan ha sedimenterat.
- Områden med barkförekomst.

Fastställandet av prioriteringen gjordes våren 2010 av projektgruppen och SGU. Vid det tillfället användes också den maringeologiska informationen från de specifika områdena som underlag vid bedömningen. För att förenkla planerandet av fältmätningarna tilldelades varje undersökningsområde en bokstav (fig. 4) enligt listan nedan. I juni 2010 inleddes de första fältundersökningarna i projektet i Sundsvallstrakten.

ACD. Sundsvallsfjärden och Draget
B. Klingerfjärden
E. Svartviksfjärden
F. Ost Rödön
G. Alnösundet
H. Härnösand
I. Yttre Älandsfjärden
J. Älandsbro
K. Utansjö
M. Nänsjö
N. Svanö
O. Frånö
PQ. Kramfors
R. Väja
S. Hornsudden
T. Norr Mjältön
U. Sydost Älgön
U2. Köpmanholmen
V. Örnsköldsvik
W. Ultrå
X. Husum

Hydroakustiska metoder

Samtliga hydroakustiska mätmetoder bygger på principen att ljudstötar skickas ned mot havsbottnen, reflekteras, mäts och analyseras. Ljudstötarna skickas ut med jämna mellanrum från ett undersökningsfartyg under gång. Beroende på bottentyp, ljudets frekvens och energiinnehåll samt ljudutbredningens form, reflekteras ljudsignalen helt eller delvis vid havsbottenytan och fångas upp av mottagarinstrument. Det uppfångade ljudet registreras med avseende på tiden från utsändningstidpunkten och energiinnehåll. Registreringar från på varandra följande ljudpulser redovisas grafiskt som sammanhängande profiler eller bilder.

Olika typer av hydroakustiska instrument arbetar, beroende på syfte, med ljudpulser av olika frekvens, energi och ljudutbredning. Fundamentalt för hydroakustiken är att ju större energiinnehåll och ju lägre frekvens, desto bättre är räckvidden respektive penetrationsdjupet i sedimentet. Upplösningen blir dock sämre i motsvarande grad.

För bottenpenetrerande mätningar gäller att olika sedimenttyper reflekterar ljud på olika sätt beroende på ljudets frekvens och på sedimentegenskaper som akustisk impedans (densitet × ljudhastighet) och homogenitet. Ljud reflekteras helt eller delvis i övergången mellan material med olika akustisk impedans. Förhållandet mellan reflektion och transmission styrs av impedansskillnaden och ljudets infallsvinkel. Skillnaden i akustisk impedans mellan vatten och vattenmättade sediment, och mellan olika typer av vattenmättade sediment är förhållandevis måttlig. Ljudhastigheter mellan ca 1 450 m/s i vatten och ca 2 100 m/s i lerfattig morän kan förväntas. Övergången mellan sediment och urberg utgör ett avsevärt större impedanssteg och är därför ofta lätt att identifiera i mätdata. Ljudhastigheten i urberg kan överstiga 7 000 m/s. Också övergången från vatten eller



Figur 4. Resultatet av det första referensgruppsmötet blev 22 prioriterade undersökningsområden som 2010 fastställdes av projektgruppen och SGU med lokal maringeologisk information som bakgrund.

vattenmättat sediment till ett starkt gashaltigt sediment utgör ett stort impedanssteg, men här från en högre impedans till en lägre. Ljudhastigheten i gasen överstiger sannolikt inte 500 m/s. I det fall låghastighetsskiktet ligger i eller strax under havsbottenytan erhålls inte sällan en totalreflektion av den utsända ljudpulsen och därmed ingen information om förhållandena under låghastighetsskiktet. Vid reflektion vid övergången till låghastighetsskiktet inverteras pulsen; positivt ljudtryck reflekteras som negativt och tvärtom (se även Apler & Nyberg 2011).

I finkorniga sediment kan en högfrekvent ljudvåg nå längre ner än i grovkorniga material som sand och lerfri morän där signalen helt eller delvis kan förlora sin energi vid upprepade reflektioner mot enskilda grövre partiklar i sedimentet, grus, sten, block etc. Sediment med hög organisk halt, där gasbubblor har bildats till följd av anaerob nedbrytning, kan orsaka en totalreflektion av ljudsignalen då ljudet når gasfronten i sedimentet (se även Apler & Nyberg 2011).

Vid de hydroakustiska mätningarna inom detta projekt, har fem olika typer av mätinstrument provats och använts. De har valts ut på basis av uppdragets syfte att skapa en karteringsmetod för fiberhaltiga sediment.

Sedimentekolod

Sedimentekolodet är utformat för att ge en högupplöst digital profil genom havsbottnar bestående av finkorniga sediment. Lodet arbetar i ett frekvensband mellan ca 1 och 15 kHz och ljudpulserna är anpassade för att penetrera bottenytan och underliggande finkorniga material med partiell reflektion vid de skiktgränser som ljudet tränger igenom. Upplösningen som erhålls är god. Strukturer med en separation av några decimeter kan vanligen särskiljas. Penetrationsdjupet kan uppgå till drygt 100 m i leriga sediment, men är mycket litet i grövre jordarter som grovsand och lerfri morän. Penetrationsdjupet påverkas drastiskt om gasbubblor finns i sedimentet och totalreflektion av signalen är, som nämnts, inte ovanlig i gasförekomstens överyta.

Två sedimentekolod har använts inom detta projekt. Från undersökningsbåten Ugglan har ett sedimentekolod av typen Geopulse Digital Profiler använts där frekvenserna 3 kHz och 7,5 kHz utnyttjats. Från undersökningsfartyget Ocean Surveyor har ett skrovmonterat sedimentekolod av typen EDO Western HighPac använts där frekvensen 7 kHz utnyttjats.

Reflektionsseismik

Vid reflektionsseismiska undersökningar av den typ som görs vid SGUs maringeologiska kartläggning används ett frekvensband mellan 100 Hz och 1500 Hz. Ljudsignalen har ett avsevärt större frekvens- och energiinnehåll än sedimentekolodet och har på så vis ett penetrationsdjup som gör det möjligt att erhålla profiler genom hela lagerföljden från havsbottenytan ner till berggrundsytan. Ljudreflektionerna från bottenytan tas emot av en separat linjehydrofon. Upplösningen som erhålls är sämre än den från sedimentekolodet, men i gengäld kan grovkorniga skikt och ibland även sedimentär berggrund penetreras.

I detta projekt användes en ljudsändare av typen Benthos Bubble Pulser med en 1-kanals linjehydrofon från undersökningsbåten Ugglan samt en tryckluftsdriven ljudsändare av typen Sleevegun (10 in^3) med en 6-kanals linjehydrofon från undersökningsfartyget Ocean Surveyor.

Rådata från både sedimentekolods- och seismikmätningarna har lagrats digitalt i SEGY-format och processerats och tolkats med hjälp av programvarorna Claritas, Kingdom Suite och MDPS 5.1 (Oy Meridata Finland Ltd).

Sidoavsökande sonar

Sidoavsökande sonar (side-scan sonar) ger en bild av havsbottenytans struktur och textur inom stråk längs och på båda sidor om mätlinjer. Den resulterande redovisningen kan liknas vid flygbilder och är baserad på svarsekots signalstyrkevariation över tiden. Signalstyrkan är registrerad på fasta

(mycket korta) tidsintervall och ger information om svarsekots energiinnehåll (backscatter). Sonarn är monterad i en bogserkropp för att kunna föras fram på en optimal höjd över havsbotten och den sänder ut ljudpulser vars utbredning är starkt formad i vattenmassan, ca 1° i horisontalplanet och ca 50° i vertikalplanet på båda sidor av mätlinjen. Beroende på syftet med undersökningen kan olika frekvenser och pulsformer med olika räckvidd och upplösning användas. Maximal nominell stråkbredd är ca 1 km med förhållandevis begränsad upplösning. Vid bearbetningen kan överlappande stråkbilder fogas samman till en heltäckande mosaik.

I projektet har en utrustning av typen Benthos 1624 använts med ett lagrings- och processeringssystem av märket TritonElics-ISIS. En stråkbredd från 100 till 400 m och hög upplösning tillämpades. Insamlade rådata har lagrats digitalt i formatet XTF. Sonarbilderna har slant-range-korrigerats och geo-rektifierats till en sonarmosaik med pixelstorlek motsvarande 0,2 × 0,2 m i verkligheten.

Interferometrisk sonar (swath sonar)

En interferometrisk sonar ger både en konventionell sidoavsökande sonarbild och täta vattendjupsvärden inom hela sonarstråket. Djupen bestäms genom att mäta tiden mellan utsänd puls och mottaget eko och beräkning av infallsvinkeln för den reflekterade ljudpulsen. Vinkeln fås genom mätning av fasskillnader på den reflekterade ljudpulsen mellan ett antal olika mottagarelement. Denna mätning utförs ett antal tusen gånger per akustisk puls. Resultatet blir en batymetrisk bild av bottnen tvärs fartygets färdriktning. Sammanslagning av dessa djupmätningar ger en tredimensionell bild av havsbottnens djupförhållanden eller, uttryckt på ett annat sätt, en terrängmodell över havsbottnens ytformer. Information från delvis överlappande stråk kombineras i ett bearbetningsskede till en heltäckande terrängmodell över det undersökta området.

Denna metod ger en bredare täckning av bottenytan på grundare vatten än ett multistrålesystem (multibeam), vilket kan innebära en mer kostnadseffektiv och sjösäker undersökning. Mätlinjer kan läggas med större inbördes avstånd, och grynnor och andra för sjösäkerheten farliga företeelser kan lättare undvikas.

I fältarbetet har SGU använt en swathsonar av typen Geoswath Plus som monterats i fören på undersökningsbåten Ugglan. Denna arbetar med en kort puls på 250 kHz CW (continuous wave). Processering av data har utförts med programvaran GS+.

Multistråleekolod (multibeam)

Multistråleekolodet ger, liksom en interferometrisk sonar, både detaljerad vattendjupsinformation inom ett från några tiotals till några hundra meter brett stråk över en mätlinje och en ”backscatterbild” av bottenförhållandena inom stråket. Lodets sändarenhet skickar ut ljudpulser med en solfjäderformad utbredning tvärs mätlinjen. Reflekterande ljudpulser detekteras av mottagarenheter och registreras med avseende på tid, infallsvinkel, energi etc. för vidare beräkning av djupvärden och backscatterintensitet.

Sändar- och mottagarelement är skrovmonterade, vilket innebär en mer noggrann positionering och bättre rörelsekompensation av erhållna data än vad som är möjligt med till exempel en bogserad sidoavsökande sonar. Fördelarna med ett multistråleekolod är förmågan att detektera infallsvinkeln för olika men samtidigt reflekterade ekon samt den höga noggrannheten på erhållna djupvärden. Frekvensomfånget är vanligtvis mellan 200 och 400 kHz. Såväl djupdata som backscatterinformation från delvis överlappande mätstråk kombineras till heltäckande terrängmodeller respektive mosaiker.

För projektet användes ett multistråleekolod av typen Kongsberg EM 2040, skrovmonterat på undersökningsfartyget Ocean Surveyor. För bearbetning och visualisering av data från multistråleekolodet användes programvaran FM Pro 7.0 (QPS, Quality Positioning Services BV).

Lägesbestämning

Under undersökningarna lägesbestämdes undersökningsfartyget Ocean Surveyor, undersökningsbåten Ugglan, mätsystemens sensorpositioner ombord och utanför skepp och undersökningsbåt, samt alla provtagningsstationers lägen ombord, utanför skepp och undersökningsbåt kontinuerligt med hjälp av DGPS. Varje mätpuls, sedimentprovtagning och bottenyteobservation är på detta sätt lägesbestämd i koordinatsystemet Sweref 99 TM med en noggrannhet som bedöms vara bättre än en meter.

För lägesbestämning av Ocean Surveyor med mät- och provtagningssystem användes år 2010 en Leica MX 420/2 i kombination med ett NaviPac surveydatorsystem. Vid de undersökningar som utfördes år 2011 var Leicasystemet ersatt av ett system av märket Seatex, Seapath 320. Ugglan och dess mät- och provtagningssystem lägesbestämdes med hjälp av ett system av märket Hemisphere V110.

Bearbetning och tolkning av hydroakustisk data

För varje delområde sammanställdes insamlade och korrigerade sidoavsökande sonardata till områdestäckande mosaiker med en pixelstorlek av 0,2 × 0,2 m. På motsvarande sätt behandlades backscatterdata från den interferometriska sonarn och multistråleekolodet. Den senare datatypen kompenserades också för lutningseffekter. Djupdata från den interferometriska sonarn och multistrålekolodet sammanställdes till terrängmodeller med hög upplösning. Data från seismik och sedimentekolod processerades och anpassades för tolkning i digital miljö.

I ett första tolkningssteg ombord på Ocean Surveyor samlades all information, mosaiker, terrängmodell samt seismik- och sedimentekolodsprofiler i tolkningsmiljön. På basis av den samlade informationen och med ledning av de företeelser, ”signaturer” (se avsnittet Lokalisering av fiberbankar och fiberrika sediment samt Apler & Nyberg 2011), som bedömts markera förekomsten av fiberbankar och fiberrika sediment i de olika datatyperna, specificerades lägen för sedimentprovtagning och bottenyteobservation. Provtagnings- och observationslägena valdes i syfte att kontrollera och bekräfta tolkningen av mätdata, och hämta in provmaterial för miljökemisk analys. De specificerade lägesuppgifterna fördes över till styrsystemen för Ocean Surveyor och Ugglan.

I ett andra tolkningssteg, utfört vid SGU i Uppsala, samlades all relevant information per undersökningsområde, mosaiker, terrängmodeller, tolkningar av seismik- och sedimentekoloddata, provtagningsresultat, bottenytebeskrivningar etc., i CAD-miljö. Med stöd av underlagsinformationen och inhämtad kunskap om ”fibersignaturer” i mätdata avgränsades områden där bottenmaterialet bedömdes utgöras av fiberbankar och områden där fiberrika sediment bedömdes förekomma i havsbottnen.

Identifiering av fiberrika sediment och fiberbankar

Eftersom data från mätningar med seismik, sedimentekolod, sidoavsökande sonar, interferometrisk sonar och multistråleekolod kompletterar varandra och ger kunskap om lokal geologi och lokala sedimentdynamiska förhållanden, användes alla dessa mätsystem i arbetet med att lokalisera fiberhaltiga sediment. Kunskap om lokal geologi och lokala sedimentdynamiska förhållanden underlättar och effektiviserar kartläggningen av fiberhaltiga sediment. Den ytliga geologin visar var erosions-, transport- och ackumulationsbottnar finns och därmed hur sediment- och vattentransporter fungerar i olika områden och följaktligen var fibrer eventuellt kan ackumuleras.

Resultaten av mätningarna gav vid handen att fiberhaltiga sediment generellt förekommer i undersökningsområdena som två typer, fiberbankar och fiberrika sediment, med olika egenskaper och karaktärer och de redovisas följaktligen därefter. Fiberbankarna ligger deponerade precis utanför utsläppskällan och består uteslutande av cellulosafibrer och träfibrer medan de fiberrika sedimenten oftast är utspridda på en större yta i samma område och består av cellulosafibrer och

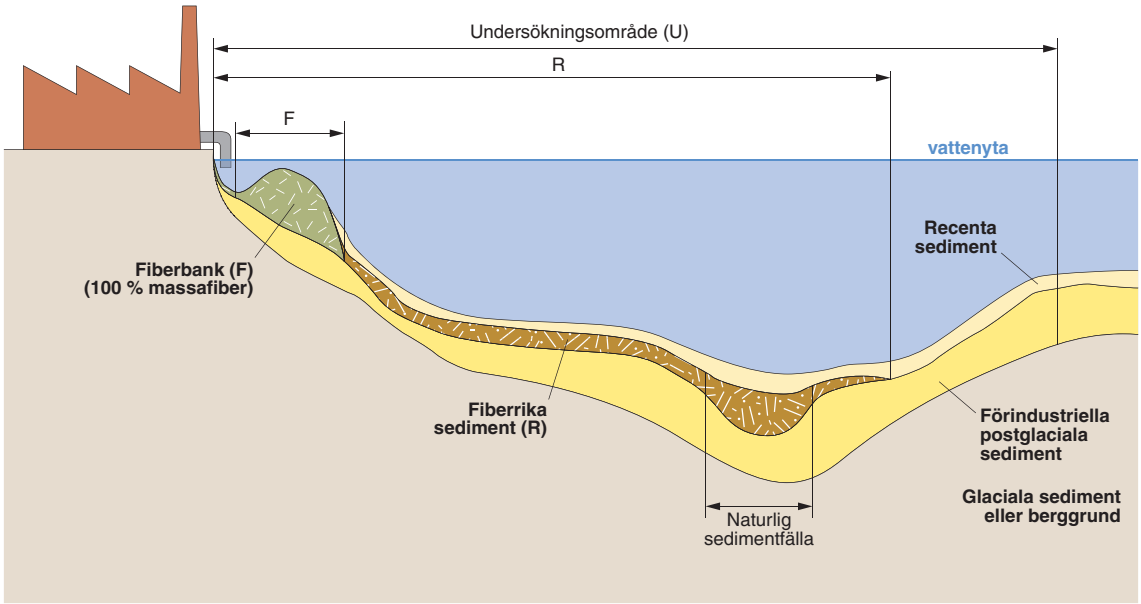
träfibrer utblandade med naturliga sediment, oftast postglaciala leror (fig. 5). Fiberbankarna förekommer oftast på litet vattendjup, vilket kan vara en förklaring till varför inga nysedimenterade sedimentlager återfinns ovanpå fiberbankarna (fig. 5). Fiberrika sediment förekommer på en större yta utanför utsläppskällan och överlagrar det naturliga, opåverkade sedimentet som oftast huvudsakligen består av postglacial lera. I många områden har en ”naturlig” sedimentation av finare partiklar återigen kunnat ske ovanpå de fiberrika sedimenten (fig. 5).

Arbetet blev uppdelat i två delar: lokalisering och kartläggning av den horisontella utbredningen av fiberrika sediment, samt lokalisering och kartläggning av fiberbankar.

Lokalisering och geografisk avgränsning av fiberrika sediment

En kontinuerlig och hög tillförsel av organiskt material, t.ex. cellulosa, till ett vattenområde som i huvudsak är skyddat från strömmar och vågpåverkan kan förväntas ge reducerande bottenförhållanden och, på sikt, gasbildning i de resulterande bottensedimenten. I de fall tillförseln och sedimentationen är större än vad naturliga omlagringsprocesser kan hantera, bildas gashaltiga sediment inte bara i lokala sänkor utan också på positiva terrängformer såsom höjder, ryggar etc. Inom områden med riklig gasutveckling i bottensedimenten skapar gasavgång till vattenpelaren ovanför sedimenten gropar (pockmarks) i havsbottenytan.

Unga, starkt gashaltiga sediment av denna typ, där de gashaltiga sedimentskikten finns nära och draperar havsbottenytan, utgör en effektiv spärr för den akustiska energin i en sedimentekolodspuls. En sedimentekolodsprofil över sådana sediment visar en starkt tecknad havsbottenyta men ingen information under bottenytan (fig. 6) till skillnad från sediment där gas saknas eller är orsakad av nedbrutet, naturligt avsatt biogent material utan inblandning av fibrer i sedimentet (fig. 7). Sådan gas som förekommer naturligt tenderar att synas i sedimentekolodsprofiler som en mer diffus absorption och dämpning av ljudsignalen, se t.ex. figurerna 6–8. Metoden ger därmed möjlighet att längs profillinjen avgränsa utbredningen av sediment som kan vara starkt gashaltiga. För att säkerställa att det är gas och inte ett höghastighetssediment som ger totalreflektionen bör

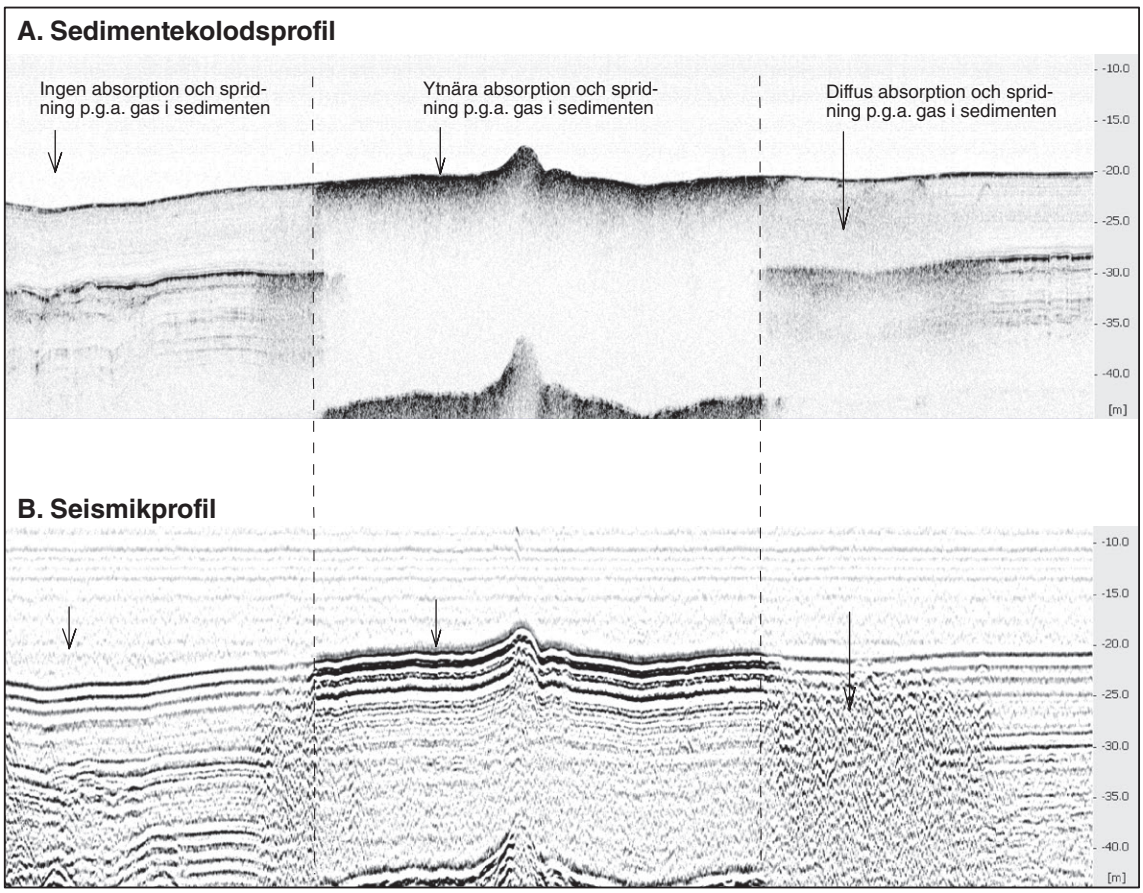


Figur 5. Schematisk bild som visar hur och var fiberbankar (F) och fiberrika sediment (R) förekommer i anslutning till utsläppskällor i undersökta områden (U).

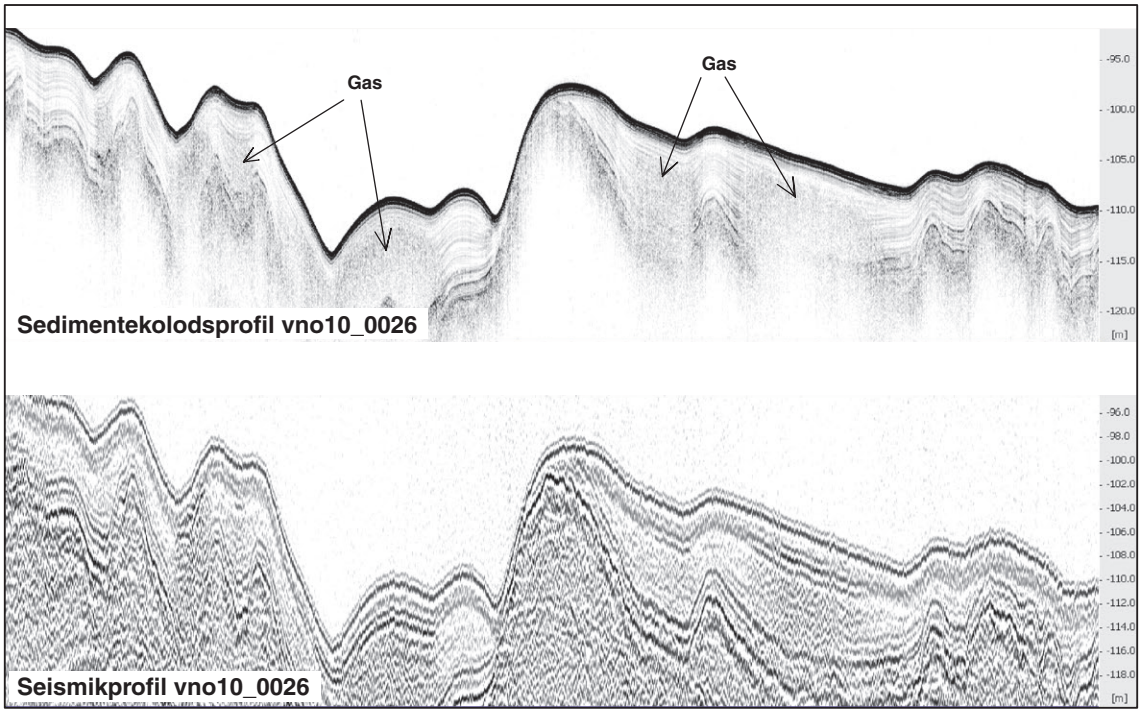
sedimentekolodsmätningar kombineras med seismikmätningar. I seismikdata kan en invertering av den reflekterade signalen observeras i övergångar mellan gasfria och starkt gashaltiga sediment samt mellan vattenmassan och starkt gashaltiga sediment (fig. 8), eftersom gashaltiga sediment har en jämförelsevis lägre akustisk hastighet.

Kraftig ytnära absorption, spridning och dämpning av ljudsignaler som orsakats av gashaltiga sediment, och följaktligen möjlig förekomst av träfibrer, syns framför allt på de akustiska frekvenser som används för sedimentekolodsmätningar. Därför användes, i det första skedet, huvudsakligen data från sedimentekolodsmätningarna kompletterat med seismiska data för att lokalisera den horisontella utbredningen av fiberrika sediment (fig. 6–8).

Skillnader i akustisk impedans syns som reflektorer i profiler och används vid tolkning av sedimentets uppbyggnad (stratigrafi). Eftersom gashaltiga sediment har en väldigt låg akustisk hastighet jämfört med vatten och icke-gashaltiga sediment, orsakas en markant skillnad i impedans, och följaktligen sker en reflektion med hög amplitud av ljudpulsen. Då gashaltiga sediment, med låg akustisk hastighet, oftast underlagrar material med högre akustisk hastighet blir reflektionen reverserad (negativ), se figur 8.



Figur 6. Sedimentekolodsprofilen (A) och seismikprofilen (B) från mätlinje fib10_m0007 visar skarpa gränser till en botten, i mitten av profilen, som består av en stor andel träfibrer som gett upphov till ett starkt gashaltigt sediment och följaktligen en distinkt, ytnära absorption, spridning och dämpning av ljudsignaler. Bottnen till vänster (söderut) består av en relativt ren postglacial lera som ljudsignalen penetrerar. För bottnen till höger (norrut) uppträder en diffus absorption, spridning och dämpning av ljudsignalerna någon eller några meter ned i sedimentet vilket tyder på ett ”naturligt” nedbrutet organiskt sedimenterat material. Profilen har en längd på ca 650 m från syd till nord och vattendjupet är ca 20 m.



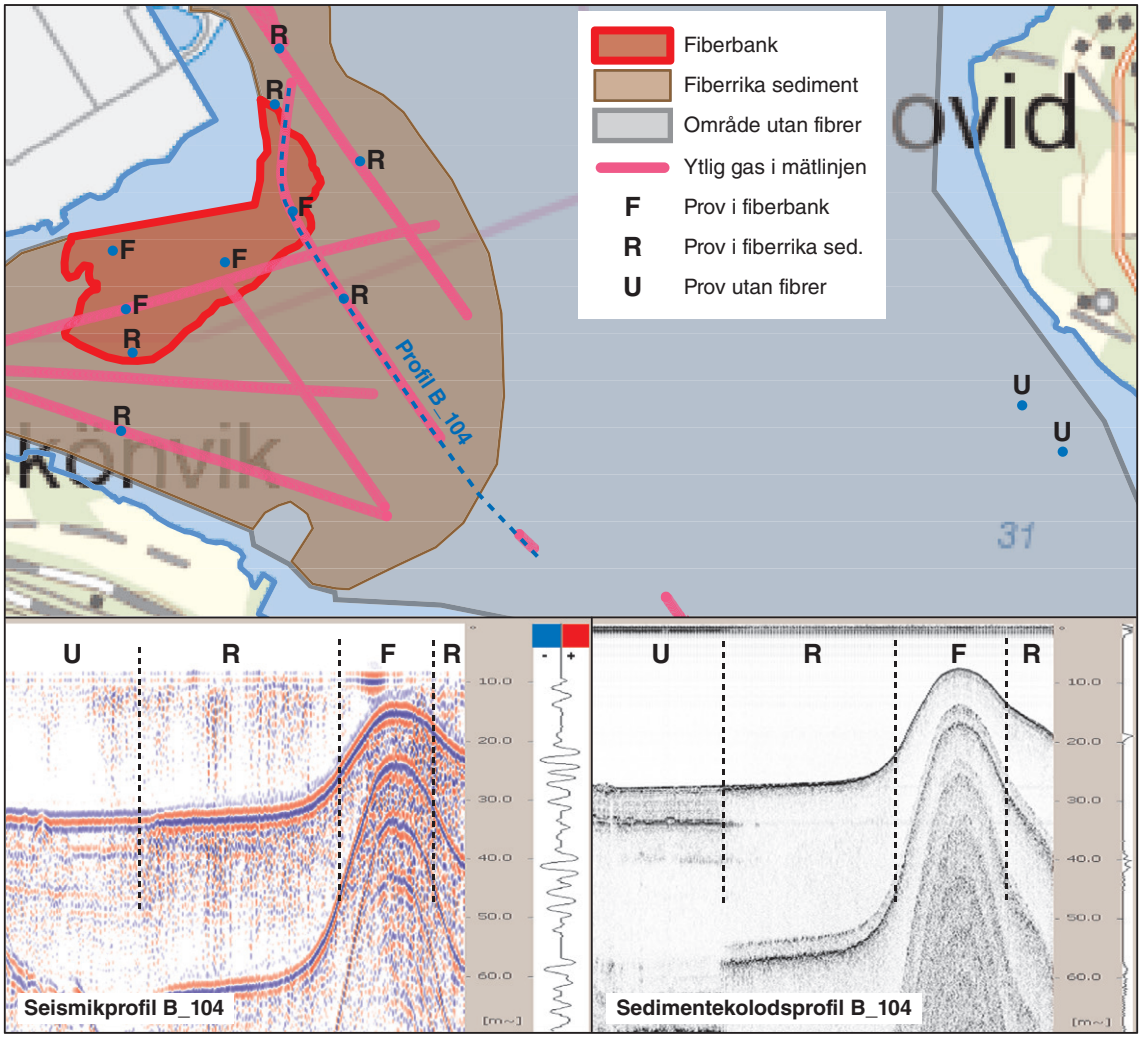
Figur 7. Sedimentekolods- (A) och seismikprofiler (B) från linje vno10_0026, mätt år 2010 i SGUs reguljära kartläggning av norra Bottenhavet, ca 10 km utanför Härnösand. Profilen är ca 4,8 km lång från söder till norr och vattendjupet varierar mellan ca 95 och 120 m. I dessa sediment förekommer gas orsakat av nedbrutet, naturligt avsatt biogent material. Gasen syns som en diffus absorption och spridning av ljudsignalen.

Även backscatterdata, både från sidoavsökande sonar och multistråleekolod, användes för att lokalisera fiberrika sediment. Ytnära gas och fibrer ger en, generellt sett, ojämnare botten med högre impedansskillnad (högre akustisk reflektivitet) mellan vattenpelare och sediment som resulterar i mer ”backscatter”. När backscatterdata draperas med terrängskuggning syns oftast reflektioner av ytnära gas och andra företeelser, t.ex. bottenspår, sjunktimmer och gaskratrar (pockmarks), tydligare.

Lokalisering och geografisk avgränsning av fiberbankar

Bottnar där sedimentet uteslutande består av cellulosafibrer (fiberbankar) är ofta karaktäriserade av en skrovlig yta. Denna yta kan detekteras av varje enskilt hydroakustiskt mätsystem, men syns bäst på de ytavbildande systemen såsom multistråleekolod, interferometrisk sonar och sidoavsökande sonar. Ytan kännetecknas av en skrovlig, apelsinskalsliknande struktur samt en större variation i akustisk reflektivitet. Avgränsningar av fiberbankar utfördes med hjälp av batymetriska data från multistråleekolod och interferometrisk sonar samt backscatterbilder från multistråleekolod, interferometrisk sonar och sidoavsökande sonar (fig. 9–10).

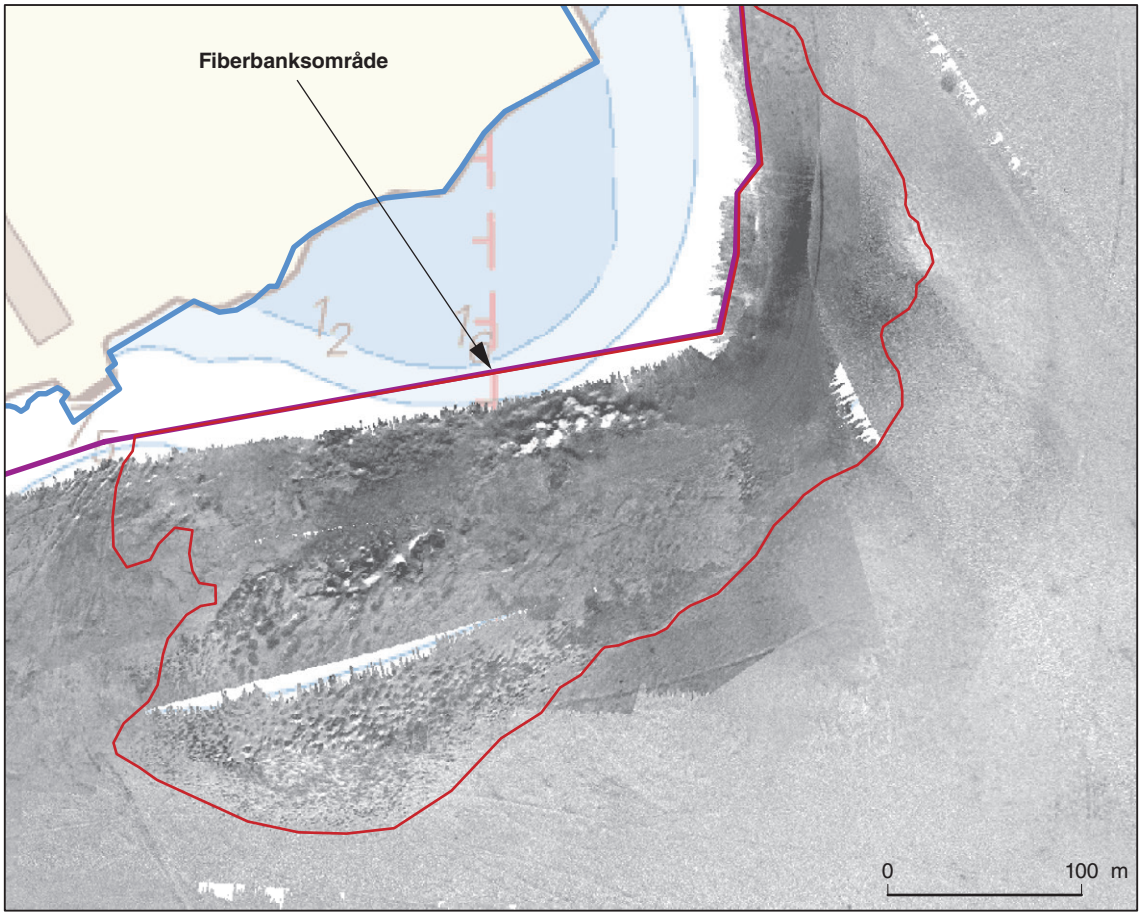
Mäktigheter på fiberbankar kan i teorin och har i något enstaka fall kunnat bestämmas i seismikdata, där absorptionen och spridningen av ljudsignaler inte varit så kraftig att den registrerade akustiska impedansskillnaden mellan fibrer (cellulosa) och underliggande sediment försvunnit. Vi har dock i dessa undersökningar där mäktigheter av fiberbankar redovisas baserat mäktigheten på provtagningar med vibrohammarlod (fig. 11).



Figur 8. Seismikprofil B_104 sträcker sig från söder till norr och passerar ett område utan fibrer (U, grått), ett område med fiberrika sediment (R, ljusbrunt) och en fiberbank (F, brunt). I området utan fibrer är reflektionen (i seismikprofilen) mellan vatten och bottenytan positiv (röd) då ljudhastigheten i sedimentet är högre än i vattnet. Vid gränsen till området med fiberrika sediment sker en tydlig förändring och en kraftigt negativ (blå) amplitudreflektion förekommer istället då ljudhastigheten i det gasrika sedimentet är lägre än i vatten. Prover där fiberhaltiga sediment är observerade är markerade med R och prover där fiberbankar är observerade är markerade med F. Det finns en klar överensstämmelse mellan proverna och de områden som i mätlinjerna är markerade att ha ytlig gas och vara fiberrika.

Sammanfattning av resultaten från de hydroakustiska metoderna

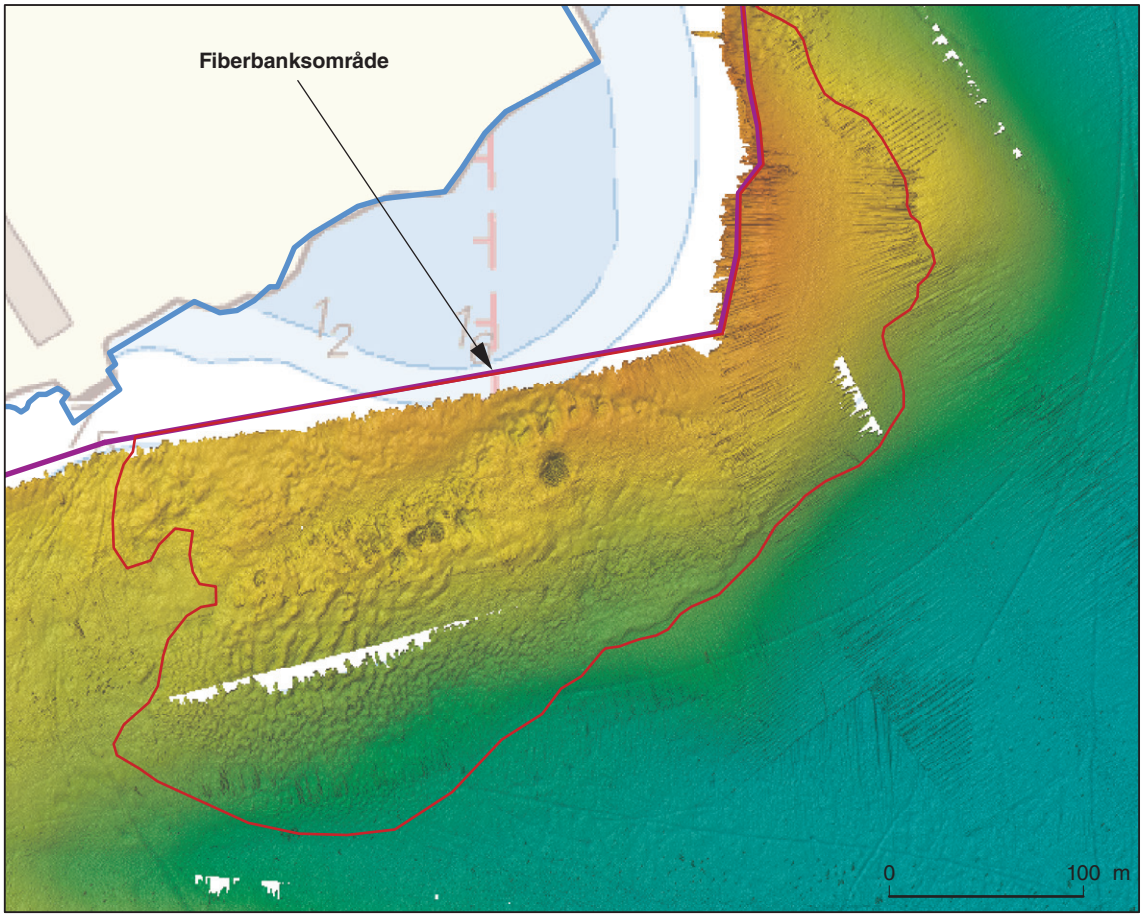
Resultaten från utvärderingen av den hydroakustiska metodutvecklingen ger vid handen att fiberrika och starkt gashaltiga sediment kan detekteras genom sedimentekolods- och seismikmätningar i kombination med backscatterdata från både sidoavsökande sonar och multistråleekolod. De kraftiga, ytnära absorptioner, spridningar och dämpningar som syns i ljudsignaler av framför allt sedimentekolodsfrekvenser tyder på starkt gashaltiga och fiberrika sediment. Gas orsakad av nedbrutet, naturligt sedimenterat organiskt material, utan inblandning av fibrer, tenderar i stället att synas i sedimentekolods- och seismikprofiler som en mer diffus absorption, dämpning och spridning av ljudsignalen i sedimenten. Dessutom kan i seismikdata observeras en reverserad (negativ) reflektion med hög amplitud av ljudpulsen i bottenytan där gashaltiga fiberrika sediment förekommer.



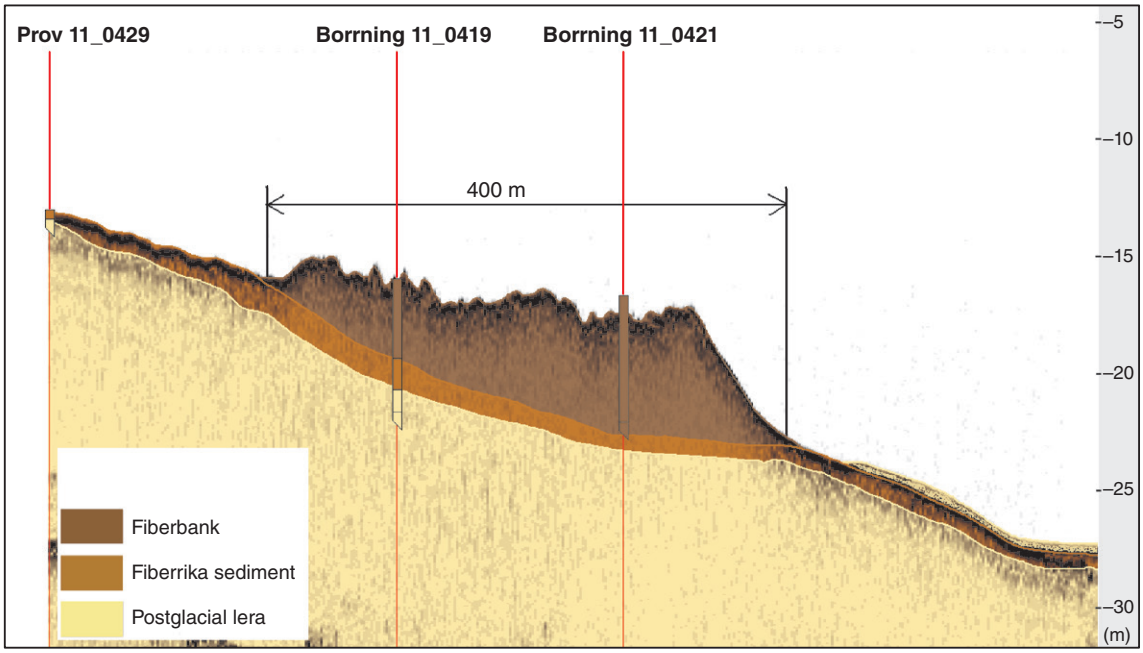
Figur 9. Backscattermosaik från multistråleekolod som visar ett fiberbanksområde med en stor variation i akustisk reflektivitet.

Fiberrika gashaltiga sediment ger också en, generellt sett, ojämnare botten med högre impedansskillnad (högre akustisk reflektivitet) mellan vattenpelare och sediment som resulterar i högre backscatterintensitet. Bottnar där sedimentet uteslutande består av cellulosafibrer (fiberbankar) är ofta karaktäriserade av en skrovlig yta som i djupdata kännetecknas av en apelsinskalsliknande struktur och i backscatterdata av en stor variation i akustisk reflektivitet.

Kunskap om lokal geologi och lokala sedimentdynamiska förhållanden underlättar och effektiviserar kartläggningen av fiberhaltiga sediment genom att bl.a. ge information om var erosions-, transport- och ackumulationsbottnar förekommer. SGUs undersökningar i området visar en tydlig koppling mellan utsläpp av cellulosafibrer och förekomst av starkt gashaltiga ytliga sediment och ackumulationsbottnar. Det organiska material som ger upphov till gasbildningen kan dock även ha andra källor än massaindustrin. Inom de delar av området som berörts av timmerflottning förekommer t.ex. stora ansamlingar av bark i och på havsbottnen. Barken ger upphov till förhållanden som i mycket motsvarar de som orsakas av cellulosafibrer. För att säkert fastställa orsaken till den observerade gasbildningen krävs därför att de akustiska undersökningarna kombineras med sedimentprovtagning. Fiberbankar innehållande uteslutande cellulosa eller träfibrer deponeras direkt utanför utsläppskällan. De fiberrika sedimenten återfinns på en större yta utanför utsläppskällan och överlagrar och emellanåt även underlagrar de naturliga, opåverkade sedimenten som oftast består av postglaciala leror.



Figur 10. Terrängbilden, som är framtagen med multistråleekolod, visar en bottenyta med en skrovlig, apelsinskalsliknande struktur där fiberbanken förekommer.



Figur 11. Sedimentekolodsprofil och provtagningar med vibrohammarlod som visar bl.a. fiberbankens mäktighet.

Automatisk klassning av fiberrika sediment och fiberbankar

Programbaserad automatisk analys av djup- samt backscatterdata för att finna fiberrika sediment och fiberbankar har testats och utvärderats i projektet. För djupdata utfördes bl.a. beräkningar på hur småskaliga variationer och nivåer i bottendjup ändras och kan ge indikationer på var fiberrika sediment och fiberbankar är lokaliserade. För backscatterdata mätt med multistråleekolod utfördes ARA-analyser (angular response analysis) i programvaran FMGeocoder. Denna metod analyserar hur backscatterdata varierar från nadir (mitt under fartyget) och utmed det uppmätta stråket tvärs en mätlinje på vardera styrbord och babordssida, beroende på ekots infallsvinkel mot botten. Denna variation jämförs sedan med modeller för olika sediments backscattersignaturer, vilka varierar beroende på ekots infallsvinkel. Det är kornstorleken som ligger till grund för sedimentklassificeringen, men även hårdhet och porositet är några av parametrarna som tas med i beräkning av modellen.

Resultat

Förändringar i bottensbeskaffenheten syns mycket tydligt i högupplösta backscatterdata, men utvärderingen av automatisk lokalisering och klassning av fiberbankar, fiberrika sediment och ytsediment från backscatter- och djupdata visar att det är nödvändigt att ha kunskap om havsbottnens geologiska uppbyggnad och många sedimentprovtagningar av god kvalitet för kalibrering och kontroll för att få ett bra resultat. Det finns potential att vidareutveckla automatisk tolkning och klassning för lokalisering av fiberrika sediment och fiberbankar baserat på högupplösta batymetriska underlag och backscatterdata. Det förekommer dock andra områden på havsbottnen som i sin hydroakustiska signatur liknar fibersediment och fiberbankar, vilket gör att kunskap om var utsläppskällor finns, havsbottnens geologiska uppbyggnad och sedimentdynamik är viktig att ta med i analysen.

Manuell kartografisk avgränsning av fiberrika sediment, fiberbankar och ytsediment kan göras relativt enkelt med hjälp av hydroakustiska data, om man har kunskap om havsbottnens struktur och uppbyggnad och utför kalibrering och kontroll med hjälp av sedimentprovtagning.

Sedimentundersökning och kemisk analys

Sedimentprovtagning har i första hand utförts för att verifiera tolkningen av hydroakustiska data och för att fastställa utbredningen av fiberbankar och fiberrika sediment, men också för att inhämta sediment för miljökemisk analys. Eftersom havsbottnens utformning och bottenmaterialets sammansättning varierat starkt mellan olika provtagningslokaler har den bäst lämpade provtagningstekniken valts med hänsyn till lokalens utseende och syftet för provtagningen.

Sedimentprovtagning

Vid varje provtagningsplats har en inledande bottenobservation gjorts med en stillbildskamera för undervattensbruk. Vid observationen dokumenteras parametrar som material, morfologi, färg och förekomst av makrofauna eller flora. Med denna besiktning och syftet med provtagningen som grund gjordes det slutliga valet av provtagningsutrustning. De provtagare som har använts är:

- Boxcorer – en fyrkantig lådprovtagare (40 x 40 cm) som passar till mjuka sediment. Boxcorern har primärt använts för ytprover.
- Stor gripskopa – avsedd för provtagning i grövre sediment som sand och grus men är också lämplig för provtagning av barkansamlingar.
- Stötlod – ett 1 m långt rörlod som används vid provtagning i leriga, siltiga bottnar.
- Geminilod – ett dubbelpipigt rörlod som tar upp till 70 cm långa, ostörda sedimentkärnor. Lodet är avsett för miljöprovtagning i leriga sediment då ostörda kärnor önskas.

- Vibrohammarlod – ett 6 m långt rörlod som med hjälp av motorvibratorer hamrar sig ner i grövre sediment. Detta användes på vattendjup större än 9 m, och under fältsäsongen 2011 även på grundare vatten.
- Kolvlod – ett 6 m långt rörlod som med hjälp av sin tyngd penetrerar mjuka bottnar. En kolv i lodets foderrör motverkar hoptryckning av sedimentkärnan.

Vid provtagning med någon av de två första provtagningsutrustningarna i listan ovan utfördes en första visuell besiktning av provet samt en kortfattad geologisk beskrivning direkt på fartygsdäcket. Provet fotograferades och en representativ del togs ut för närmare beskrivning i fartygets sedimentlabb, där även delprov för eventuell miljökemisk analys togs ut.

Provtagning med stötlodet ger upp till en meter långa sedimentkärnor i främst leriga sediment. Då provtagaren tagits in på däck avlägsnades sedimentkärnan, innesluten i ett foderrör (liner), i upprätt läge ur provtagaren och fördes in i fartygets sedimentlabb. Med hjälp av en kolv pressades sedimentkärnan uppåt i linern så att vatten ovanför provytan bräddades av och den översta centimetern av kärnan blev tillgänglig för inspektion och provtagning. Där så bedömdes lämpligt togs kärnans översta 1–2 cm ut som delprov för eventuell miljökemisk analys. I ett nästa steg trycktes hela kärnan ut ur foderröret, horisontellt, på en bänk och delades på längden. Delningsytorna rensades från eventuell utsmetning varefter kärnan undersöktes, beskrevs i en databas och fotograferades. Lager av intresse för projektet togs ut som delprov för eventuell miljökemisk analys.

Stötlodet är en robust och lättanvänd provtagare och användes därför också för att ta rekognoseringsprov inför provtagning med kolvlod, vibrohammarlod och geminiprovtagare. Syftet med sådana rekognoseringsprovtagningar är dels att säkerställa att bottenmaterialet är lämpligt för och inte kommer att skada provtagaren, dels för att säkerställa att de översta lösa sedimentskikten blir provtagna vid provtagning med kolvlod och vibrohammarlod.

Vid provtagning med vibrohammarlod eller kolvlod erhålls sedimentkärnor på upp till sex meters längd. Efter provtagning med loden delades de sex meter långa kärnorna inneslutna i polyetenfoderrör i enmeterssektioner som i sin tur klövs på längden så att två kärnhalvor erhölls. De blottade sedimenten i delningsytorna rensades från vatten, utsmetningar och liknande varefter den samlade kärnan fotograferades, dokumenterades i en skiss samt fördes in i fartygets sedimentlabb för vidare bearbetning.

Geminilodet ger två upp till 70 cm långa och förhållandevis ostörda sedimentkärnor per bottenhugg i främst lösare lersediment. Provtagaren används huvudsakligen för att ta upp prover för miljökemisk analys. I de fall geminilodet användes för sedimentprovtagning inom projektet har åtminstone två bottenhugg utförts per provtagningslokal vilket resulterar i fyra sedimentkärnor. Dessa fyra sedimentkärnor användes till geologisk beskrivning av den vertikala fördelningen av sedimenten, beskrivning av sedimentets grad av omrörning eller störning, åldersbestämning och beräkning av sedimentackumulationshastigheten samt som källa till extra material för kemiska analyser.

Sedimentprovbehandling

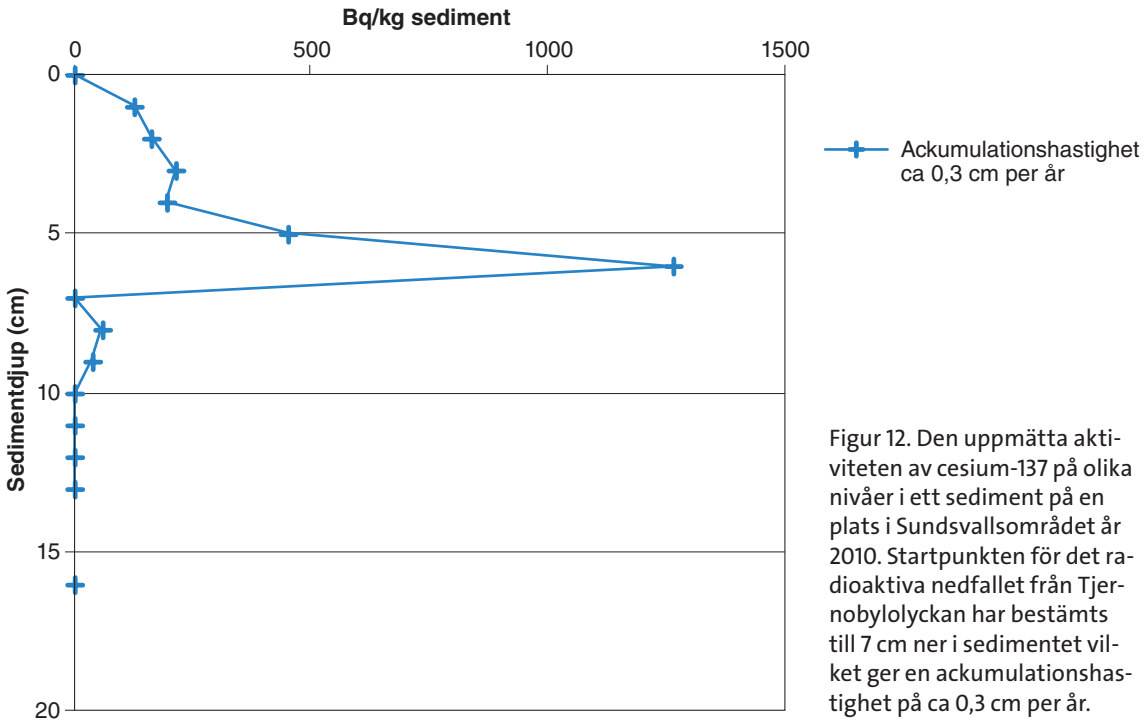
I fartygets sedimentlabb studerades erhållna sedimentprov och sedimentkärnor i detalj med avseende på, bland annat, innehåll av fibrer, kornstorlek, organisk halt, strukturering, redoxförhållanden, lagerföljd och färg. Kärnavsnitt av intresse fotograferades. Delprov för analys av kärnavsnitt som bedömdes vara av intresse för projektet togs ut i form av blandprov. Syftet med delproven har varit att få en grov, översiktlig bild av den geologiska och kemiska statusen i sedimenten på de olika platserna. Det är viktigt att notera att provtagningarnas primära syfte var att fastställa fiberinnehåll i sedimentet och inte att få ett sedimentprov helt anpassat för kemisk analys. Alla resultat och delprovnivåer dokumenterades i en databas. En översiktlig beskrivning av varje provtagning sammanställdes som ett ”observationsdokument”, se Bilaga 2.

Röntgenanalys utförs på sedimentkärnor tagna med speciellt anpassade röntgenrör för geninilodet. Röntgenanalys innebär att sedimentkärnan röntgas i en speciellt för SGUs verksamhet utformad sedimentröntgenapparat. De röntgenbilder som erhålls i dessa sammanhang ger mycket användbar information om hur intakt sedimentkärnan är, det vill säga graden av yttre påverkan på sedimentet som till exempel bioturbation, bottentrålning eller vågpåverkan kan bestämmas.

Även ålderskontroll och bedömning av sedimentets ackumulationshastighet utförs på sedimentkärnor tagna med geninilod. Den sedimentkärna som ska åldersbestämmas delas i en sektioneringsapparat upp i 1 cm tjocka skivor. Skivorna placeras i plastburkar märkta med sedimentdjup varpå provburken vägs och noteras i SGUs provdatabas. Varje sedimentskiva analyseras sedan med avseende på aktiviteten av antropogent cesium-137 i en gammaspektrometer. Mätresultaten i anges i bequerel per kilogram vått sediment (Bq/kg Vs) och redovisas i ett diagram plottat mot sedimentdjupet. Punkten i diagrammet där cesiumaktiviteten börjar tillta från ett nolläge motsvarar år 1986 då det radioaktiva nedfallet från Tjernobylolyckan nådde Sverige (fig. 12). Om en sådan ökning av cesiumaktivitet kan observeras en bit ner i sedimentet, är det en klar indikation på en pågående sedimentation av finmaterial. Sedimentmäktigheten ovanför punkten har tillkommit efter 1986 och ger därmed ett mått på sedimentackumulationshastigheten på platsen.

Undersökning av miljökemisk status

Sedimentprover för kemisk analys har valts ut vid varje specifikt undersökningsområde där fiberbankar eller fiberrika sediment har kunnat identifieras. Valet av sedimentprovtagningsplats och nivå i sedimentet har baserats dels på det geografiska läget mot en föroreningskälla, dels på de geologiska förhållandena på platsen. Detta innebär att kemiska analysresultat inte alltid presenteras för de provtagningsplatser som ligger i direkt anslutning till en föroreningskälla utan kanske en bit bort där de geologiska förutsättningarna är mer gynnsamma för ackumulation av sediment och föroreningar. Valet av kemiska parametrar är baserat på föroreningshistoriken och typen av föroreningskälla. Vid varje undersökt område har den industriella historien, baserad på MIFO-



Figur 12. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika nivåer i ett sediment på en plats i Sundsvallsområdet år 2010. Startpunkten för det radioaktiva nedfallet från Tjernobylolyckan har bestämts till 7 cm ner i sedimentet vilket ger en ackumulationshastighet på ca 0,3 cm per år.

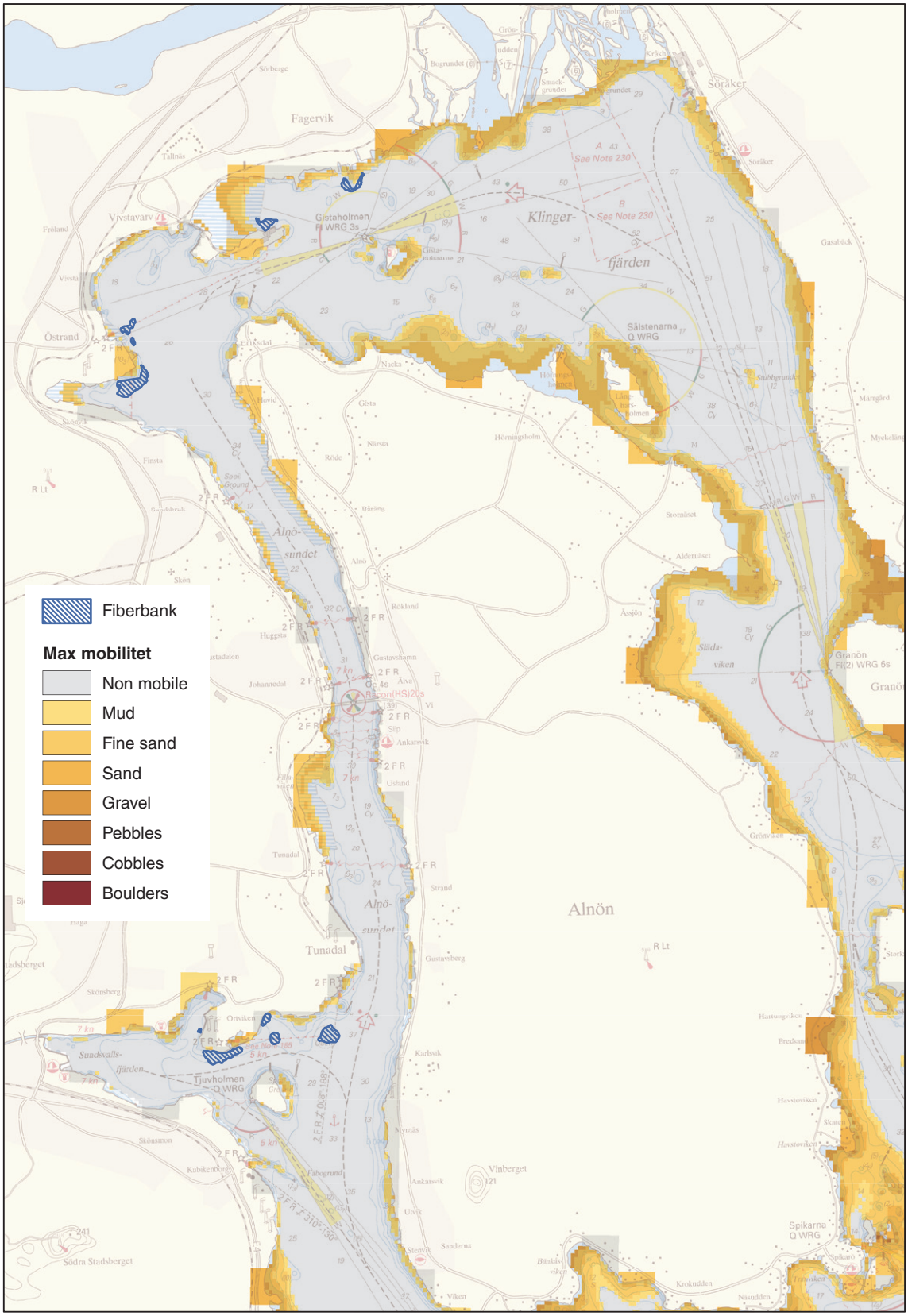
inventeringarna, studerats för att få en bild av vilka typer av föroreningar som kan förväntas på den specifika platsen. Utifrån den kunskapen har en eller fler parametrar valts ut. Proverna för analys av metaller har skickats till ALS Scandinavia AB i Luleå. Proverna för analys av organiska miljögifter skickades år 2010 till Svenska miljöinsitutet, IVL, och år 2011 till ALS Scandinavia AB. Anledningen till bytet av laboratorium för analys av organiska miljögifter var billigare analyser och snabbare svarstider. På så sätt kunde fler platser inom projektet undersökas med avseende på miljökemisk status.

Bedömningen av den miljökemiska statusen som presenteras för varje undersökt område baserar sig på Naturvårdsverkets utarbetade bedömningsgrunder för miljökvalitet i kust- och havssediment (Naturvårdsverket 1999a). Klassindelningen är en statistiskt baserad tillståndsskala som täcker in spännvidden av de svenska data som tagits fram av bland annat SGU. I den femgradiga skalan utgör klass 1 ett jämförvärde. För metaller motsvarar detta den naturliga bakgrunden, dvs. förindustriella halter, medan jämförvärdet för organiska miljögifter är lika med noll. Därpå följande klasser beskriver successivt en allt större avvikelse från naturligt tillstånd (ökad grad av påverkan). Klass 5 innebär en tydlig påverkan från lokala källor. Bedömningsgrunder finns för grundämnena arsenik, kadmium, kobolt, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly och zink. För organiska miljögifter finns bedömningsgrunder för summaparametrarna av PAH, PCB, HCH, klordaner och DDT samt för extraherbara organiska halogener. Bedömningsgrund finns också för HCB som är ett separat ämne och ingen summaparameter. För de ämnesgrupper som innehåller fler kongener eller substanser kommer endast summaparametrarna att redovisas i denna rapport. För bedömning av tillståndsklassningen av dioxiner och furaner i sedimenten har det norska klassificeringssystemet tillämpats då bedömningsgrunder för dessa ämnen ännu inte fastställts i Sverige (Statens forurensningstilsyn 2007).

Resultat från sedimentundersökningar och kemisk analys

Under fältsäsongerna år 2010 och 2011 har omkring 14 km^2 havsbotten undersökts i syfte att identifiera fiberhaltiga sediment. Av 22 prioriterade områden har 14 identifierats som områden med fiberhaltiga sediment. Fiberbankar har hittats i elva av de 22 undersökningsområdena. Mäktigheten på fiberbankarna överstiger på sina håll 6 m och den totala ytan på fiberbankarna i länet överstiger 1,5 km^2. Se bilaga 1 för en närmare beskrivning av de fiberhaltiga sedimentens förekomst och utbredning.

De kemiska analyserna visar att flertalet av de undersökta områdena är kontaminerade med ett eller flera ämnen, både metaller och organiska miljögifter. Resultaten visar också att det inte alltid finns en koppling mellan ämnena i de dokumenterade utsläppen och i sedimenten. På många platser är sedimenten utanför en gammal industri kontaminerade med ämnen som inte har hanterats på den specifika platsen. Halterna av de olika kemiska substanserna verkar inte heller öka med ökat sedimentdjup som förväntat. På ett flertal undersökningsplatser är halterna av gamla miljögifter högre i ytsedimenten än längre ner i sedimentpacken (se t.ex. områdena A, E och H i bilaga 1).SGUs tidigare framtagna uppskattningar av mobilitet, som visar den grövsta kornstorlek som riskerar att eroderas inom olika bottenområden, indikerar att de våggenererade bottenströmmar som råder vid medelvind längs med Västernorrlandskusten kan, beroende på exponeringsgrad, nå ned till mellan 3 och 10 m vattendjup och där erodera material (Hallberg m.fl. 2010). Fiberbankarnas lägen samt yttersta utbredning tangerar i många fall de bottenområden där förutsättning för erosion under rådande medelvind förekommer, se exempel från Sundsvallsområdet i figur 13. Stormtillfällen, då de vindgenererade bottenströmmarna förväntas vara som kraftigast och nå ned till större vattendjup och till områden som normalt är skyddade, tas inte med i beräkningarna och visas därför inte. Detta indikerar att erosion av fiberbanksytor under extrema väderförhållanden (stormar) kan inträffa. Landhöjningen kan dessutom redan



Figur 13. Karta över Sundsvallsområdet som, baserat på beräkningar vid medelvind, visar den grövsta kornstorlek enligt EUNIS korngruppskala som riskerar att röra sig (mobilitet) inom olika bottenområden samt fiberbankars lägen.

idag orsaka en exponering av fibrer, då bottenmiljön som exempelvis fibrer sedimenterade i för ca 50 år sedan har höjts nästan en halvmeter och därför eventuellt förändrats och riskerar erosion.

DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Vetskapen om att den tidiga skogsindustrin med sågverk och produktion av cellulosa eller fiberskivor har gett upphov till stora utsläpp av organiskt material och miljögifter har funnits länge. Vissa områden i länet är sedan tidigare väl undersökta. Kunskapen om miljöstatusen inom dessa områden har bidragit till att det känts angeläget att undersöka de områden som ännu inte kartlagts. Det har därför funnits ett stort intresse för detta projekt både inom länet och från län med liknande problematik.

Projektet har tagit tillvara intresset genom kontakter med en stor och kompetent referensgrupp. Referensgruppens bredd med verksamhetsutövare, kommuner, konsulter och andra myndigheter har varit en nyckel till projektets goda resultat. Viktig information för genomförandet och tolkning av resultat erhölls på detta sätt under arbetets gång. En av framgångsfaktorerna i detta projekt kan därför sammanfattas med samverkan. Denna har bidragit till kunskapsuppbyggnad mellan olika myndigheter, kommuner och verksamhetsutövare. Det har varit kostnadseffektivt och gett både miljö- och samhällsnytta.

Referensgruppens medlemmar har spridit resultaten från undersökningar och diskussioner i sina egna organisationer. Det har resulterat i att projektet fått ett brett genomslag som varit svårt att uppnå utan en delaktig referensgrupp. Projektet har uppmärksammats och den viktiga frågeställningen om de fiberhaltiga sedimentens utbredning, miljöstatus och betydelse som källa för spridning av miljögifter har engagerat flera aktörer i länet.

Att använda sig av hydroakustiska metoder för kartläggning av fiberrika sediment och fiberbankar har visat sig fungera mycket bra. Genom att använda befintliga kunskaper vid de kända fiberbankarna för kalibrering av de hydroakustiska metoderna, finns det nu en utvecklad metod för att känna igen och kartera fiberhaltiga sediment. Stora ytor har undersökts och flera ”nya” områden med fiberhaltiga sediment har identifierats. Intresset för denna metod har varit stort från övriga länsstyrelser, konsulter och näringsliv.

Erfarenheter från fältarbetet visar att det är svårt att ta fram en provtagningsstrategi för kemiska analyser som är jämförbar mellan lokaler då sedimentens egenskaper varierar mycket. I projektet valdes, på grund av en begränsad budget och i dialog med referensgruppen, att analysera samlingsprover i syfte att påvisa förekomst av olika organiska och oorganiska miljögifter i samtliga fiberbankar.

Samarbetet mellan Länsstyrelsen och SGU har inneburit att det har funnits möjligheter till en tät dialog, och projektet har kunnat anpassas efter förändrade förutsättningar vilket är en fördel i ett utvecklingsprojekt, där syftet är att bygga upp kunskap för hitta den mest optimala metoden. Förutom kunskap om de fiberrika sedimentens utbredning har projektet resulterat i följande slutsatser:

- I Västernorrland finns 18 karterade områden (ca 14 km^2) med fiberhaltiga sediment.
- Inom dessa områden med fiberhaltiga sediment finns 26 fiberbankar som tillsammans täcker en yta av mer än 1,5 km^2.
- De flesta fiberbankar har inte sedimenterats över med nya, rena sediment. På några platser har ett mycket tunt lager av sediment ovanpå bankarna identifierats.
- I de flesta fiberbankar har höga halter av organiska miljögifter och tungmetaller uppmätts.
- Fiberrika sediment och fiberbankar kan vara mycket olika i sin karaktär. Strukturen kan variera från mycket fluffig till mycket kompakt, bl.a. beroende på mängden bark i sedimentet.
- Sedimenten i fiberbankarna är mycket gashaltiga. Gasavgången i sedimenten gör att de är instabila.

- Västernorrlands branta topografi gör att man ser tydliga spår av sedimentskred i vissa områden, t.ex. i nedre Ångermanälven (se t.ex. område PQ och R i bilaga 1).
- Höga halter av miljögifter har avslöjats i flera områden där inga kända källor finns. Detta motiverar behovet av generell screening i fortsatta undersökningar. Det förstärker också behovet av arkivsökning för att identifiera historiska källor som skulle kunna förekomma i andra områden som ännu inte undersökts.

Vidare undersökningar

Länsstyrelsen i Västernorrland har i detta projekt fokuserat på områden efter länets kust, men det finns en medvetenhet om att det finns fiberförekomster även i länets stora älvar. Denna vetskap gör det önskvärt att göra motsvarande kartläggning även i dessa områden för att få en så komplett bild som möjligt av den akvatiska miljögiftsproblematiken i länet.

Metodutveckling

Flera län i Sverige har visat intresse av att använda projektets utvecklade metod för att kartlägga fiberhaltiga sediment. För en effektiv och kostnadseffektiv kartering krävs ytterligare utveckling av metoden. Ett standardiserat tillvägagångssätt vid uttag av prover för kemiska analyser skulle göra det enklare att jämföra förhållandena mellan olika platser. På så sätt kan fler aktörer kartlägga fiberförekomster, och jämförelser mellan områden både inom länen och på en större skala blir möjliga.

Riskklassning och prioritering

Resultaten från de kemiska analyserna måste användas med försiktighet och tillsammans med sedimentologisk information, t.ex. fibermaterialets beskaffenhet, provtagningsdjup och beräknat djup för vågbasen vid lokalen. Analyserna utgör ett bra underlag för vidare undersökningar inom t.ex. efterbehandling av förorenade områden. För att underlätta det fortsatta arbetet finns behov av en metod för riskklassning och prioritering. En sådan riskklassning har påbörjats inom projektet, men mer arbete återstår för att färdigställa båda delarna.

Behovet finns av att öka kunskapen om förorenade sediment, t.ex. för kommunernas arbete med detalj- och översiktsplaner, klimatanpassningsplaner, planeringsunderlag för vattenverksamheter i havet och för att kunna utföra en korrekt bedömning av prövningsärenden.

Spridning av miljögifter

Under de senaste åren har flera rapporter visat på miljögiftsproblematik längs Bottenhavets kust. Några av dem finns listade under ”förslag på fortsatt läsning” i referenslistan. Under projektets gång har ett antal olika spridningsvägar kunnat kartläggas. Spridningen av de gamla miljögifterna kan ske genom:

- kontinuerligt, långsamt läckage av ämnen från de fiberrika sedimenten genom diffusion eller konvektion genom gränsytan mellan sediment och vatten.
- konstant men oregelbunden frigöring av miljögifter från gasavgång i sedimenten. Speciellt fiberbankarna innehåller stora volymer gas som bildas på anaerob väg genom fermentation i det organiska materialet.
- erosion vid ytan i de grunda fiberbankarna på grund av bottenströmmar orsakade av t.ex. båttrafik, kraftig vind (stormar) och skillnader i atmosfärstryck samt lågt vattenstånd.
- frisättande av miljögifter i pulser vid sedimentskred. Detta är vanligast förekommande i fiberbankar som ligger deponerade på branta sluttningar.

Länsstyrelsens regionala miljöövervakning i Västernorrland har sedan år 2009 studerat havsörn som miljögiftsindikator. Under åren 2010 och 2011 hittades okläckta havsörnsägg i samband med miljöövervakningen. Dessa ägg skickades till Naturhistoriska Riksmuseet för analys. Analyserna visade på mycket höga halter av PCB, DDT och HCB. Eftersom dessa ämnen har visat sig förekomma i höga halter även ytligt i flera fiberbankar arbetar Länsstyrelsen tillsammans med Naturhistoriska riksmuseet med att utreda en eventuell koppling till förekomsten i havsörnsägg (Helander & Bignert 2012).

Medel beviljades år 2013 från FORMAS till Umeå universitet för forskningsprojektet *REACT, Understanding the possible re-activation of high priority contaminants release from pulp fibre sediments in the northern Baltic Sea* (Studier om reaktivering av miljögifter från fiberbankssediment i norra Östersjön). Utöver detta projekt inleds under 2014 ett forskningsprojekt med syfte att titta på spridning av förorenade, fiberhaltiga sediment. Projektet *Starkt förorenade sediment: toxicitet, spridning och deras inverkan på kustområdenas miljöstatus* kommer att fokusera på den fysiska spridningen av organiskt material och till detta bundna föroreningar från fiberbankarna ut till Bottenhavet. Projektet drivs av SGU i samverkan med Uppsala universitet och Sveriges lantbruksuniversitet. Resultaten från dessa två projekt kommer därmed vara en viktig länk till en eventuell koppling mellan förekomsten av PCB, DDT och HCB i havsörnsägg och samma ämnen i fiberbankar.

En viktig upptäckt från SGUs hydroakustiska mätningar är den, i vissa områden, rikliga förekomsten av sedimentskred i fiberbankarna. SGU har därför beviljat forskningsmedel till Uppsala universitet för projektet *Dispersal of contaminated sediments by submarine landslides along the northern Baltic coast of Sweden: developing a geohazard risk assessment tool* (Spridning av förorenade sediment genom sedimentskred längs Östersjöns norra kust: utveckling av ett georiskverktyg). Detta projekt har ett fokus på den fysiska stabiliteten hos fiberbankarna och geologiska förutsättningar för skredbenägenheten.

Ovannämnda tre projekt förväntas ge ny, bred kunskap om hur föroreningarna sprider sig i den akvatiska miljön som kan ligga till grund för utveckling av förvaltningsverktyg som i framtiden kan användas för riskbedömningar och prioriteringar vid åtgärdsbehov.

Trots all ny kunskap om fiberhaltiga sediment och länets miljögiftsproblematik är det uppenbart att frågorna nu är fler och mer komplexa än innan projektet startade. Det behövs mer forskning för att kunna bedöma risken för spridning av miljögifter från dessa havsområden. Då flera projekt redan påbörjats eller planeras, finns det också behov av styrning av samarbete och informationsspridning för att nå bästa möjliga resultat. Idag har Statens geotekniska institut, SGI, det nationella ansvaret för forskning, teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad inom förorenade områden, och ett flertal satsningar pågår med målsättningen att öka kunskapsnivån så att åtgärdstakten av förorenade områden också ökar. Bland annat har en utlysning av forskningsmedel gjorts tillsammans med Formas inom SGIs program TUFFO. En av målsättningarna med programmet är att öka samarbetet mellan forskare och andra aktörer, men också mellan olika forskningsdiscipliner. Detta behövs för att problematiken är komplex, men också för att säkra att ny kunskap kommer till användning i verkliga åtgärdsprojekt.

REFERENSER

Apler, A. & Nyberg, J., 2011: Metoder för att kartlägga fiberhaltiga sediment. SGU-rapport 2011:1.

Bernes, B., 1998: *Organiska miljögifter, monitor 16*. Naturvårdsverket förlag, 152 s.

Björinger, P. & Pyyny, M., 2008: *Essvik/Nyhamn, Mark-, sediment- och vattenföroreningar*. Envipro, Huvudstudie – miljöteknisk rapport till Sundvalls kommun, 163 s.

Elert, M., Höglund, L.O. & Lindgren, M., 1992: Release of PCB and mercury from fibre sediments. *Naturvårdsverket Rapport nr 4076*, 77 s.

Hallberg, O., Nyberg, J., Elhammer, A. & Erlandsson, C., 2010: Ytsubstratklassning av maringeologisk information. SGU-rapport 2010:6.
Helander, B. & Bignert, A., 2012: Havsörn. Artikel i Havet 2012 – om miljötillståndet i de svenska havsområdena. ISSN 1654-6741, s. 100–101.
Heinemo, S.-Å., 2001: Undersökningar av förorenade områden, 1992–1998. *Länsstyrelsen Västernorrland, Publikation 2001:3*, 75 s.
Heinemo, S.-Å., 2005: *Köpmanholmen sediment*. SWECO VIAK, Slutrapport till Örnsköldsviks kommun, 109 s.
Håkansson, L., Jonsson, B., Jonsson, P. & Martinsen, K., 1988: Påverkansområden för klorerat organiskt material från massablekerier. *Naturvårdsverket Rapport nr 3522*, 147 s.
Länsstyrelsen Kronoberg, 2002: *Inventering av förorenade områden – Pappers- och massaindustrin i Kronobergs län*. ISSN 1103-8209, 40 s.
Länsstyrelsen Västernorrland, 2010: *Regionalt program för arbete med förorenade områden i Västernorrlands län 2011*. Diarienr: 106-2004/188-Y, 69 s.
Naturvårdsverket, 1995: Branchkartläggningen, en översiktlig kartläggning av efterbehandlingsbehovet i Sverige, efterbehandling och sanering. *Naturvårdsverket Rapport nr 4393*, 212 s.
Naturvårdsverket, 1999a: Bedömningsgrunder för miljökvalitet, Kust och Hav. *Naturvårdsverket Rapport nr 4914*, 134 s.
Naturvårdsverket, 1999b: Metodik för inventering av förorenade områden. *Naturvårdsverket Rapport nr 4918*, 147 s.
Naturvårdsverket, 2009: Betydelse av pentaklorfenolbehandlat trä för spridning av dioxiner i miljön. *Naturvårdsverket Rapport 5911*, 45 s.
Nationalencyklopedin, 2014: Sulfitprocessen. <http://www.ne.se/lang/sulfitprocessen>, hämtad 2014-06-09.
Nordbäck, J., Tiberg, C. & Lindström Å., 2004: Karaktärisering av kisaska – kisaskförorenade områden i Sverige. *Statens geotekniska institut, Varia 550*, 21 s.
Nordbäck, J., 2011: *Svanö 1:34 område S, Fibersediment*. SGI, Förstudierapport till Kramfors kommun, 19 s.
Olsson, M., Asplund, L., Bignert, A., De Wit, C. & Haglund, P., 2005: High concentrations of dioxins and other contaminants outside Swedish cellulose industries indicate ongoing pollution. *Organohalogen Compounds 67*, 1431–1434.
Statens forurensningstilsyn, 2007: *Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter*. ISBN 978-82-7655-537-0, 12 s.
Sveriges lantbruksuniversitet, 2014: Snytbaggen – biologi och aktuell forskning. <http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/kemisk.php>, hämtad 2014-06-09.
Swepro, 2008: *Wifstavarvs industriområde, Timrå. Mark-, grundvatten- och sedimentföroreningar.* Miljöteknisk rapport till M-real Sverige AB, Uppdragsnummer 2709, 35 s.
Valeur, C., 1997: *Papper och massa i Medelpad och Jämtland*. Skogsindustrierna, ISBN 91-971252-3-7, 312 s.
Valeur, C., 2000: *Papper och massa i Ångermanland*. Skogsindustrierna, ISBN 91-971252-5-3, 295 s.
WSP, 2009: *Översiktlig miljöundersökning Bollstafjärdens sediment*. Uppdragsnummer 10114669, 6 s.

BILAGA 1. OMRÅDESBESKRIVNINGAR

OMRÅDE A, SUNDSVALLSFJÄRDEN

Det prioriterade området i Sundsvallsfjärden–Draget, benämnt A, består av är en ost–västligt utsträckt fjärd i Sundsvall som i öster övergår i vattenområdet Draget. Själva undersökningsområdet täcker en yta av ca 5 km^2. I den västra delen av fjärden har Selångersån sin mynning. Område A har undersökts i två omgångar: hydroakustiskt 2010 och med sedimentprovtagning 2010 och 2011. Den inre delen av fjärden undersöktes med en linjetäthet på 50 m medan den yttre delen av fjärden, utanför Tjuvholmen i Draget, hade en linjetäthet på 100 m (fig. 1:1). Totalt 16 sedimentprov har tagits i området mellan åren 2006 och 2011 (tabell 1:1).

Runt området har ett stort antal fabriker med olika inriktning varit förlagda. Det är dock, historiskt sett, bara två industrier som i större omfattning kan ha gett upphov till fiberutsläpp: Ortvikens pappersbruk samt Heffners sågverk och träsliperi. I området närmast Ortvikens industriområde har fiberrika sediment och ett antal fiberbankar ringats in. Området är dock mycket påverkat av utsläpp från andra industrier än de två ovannämnda.

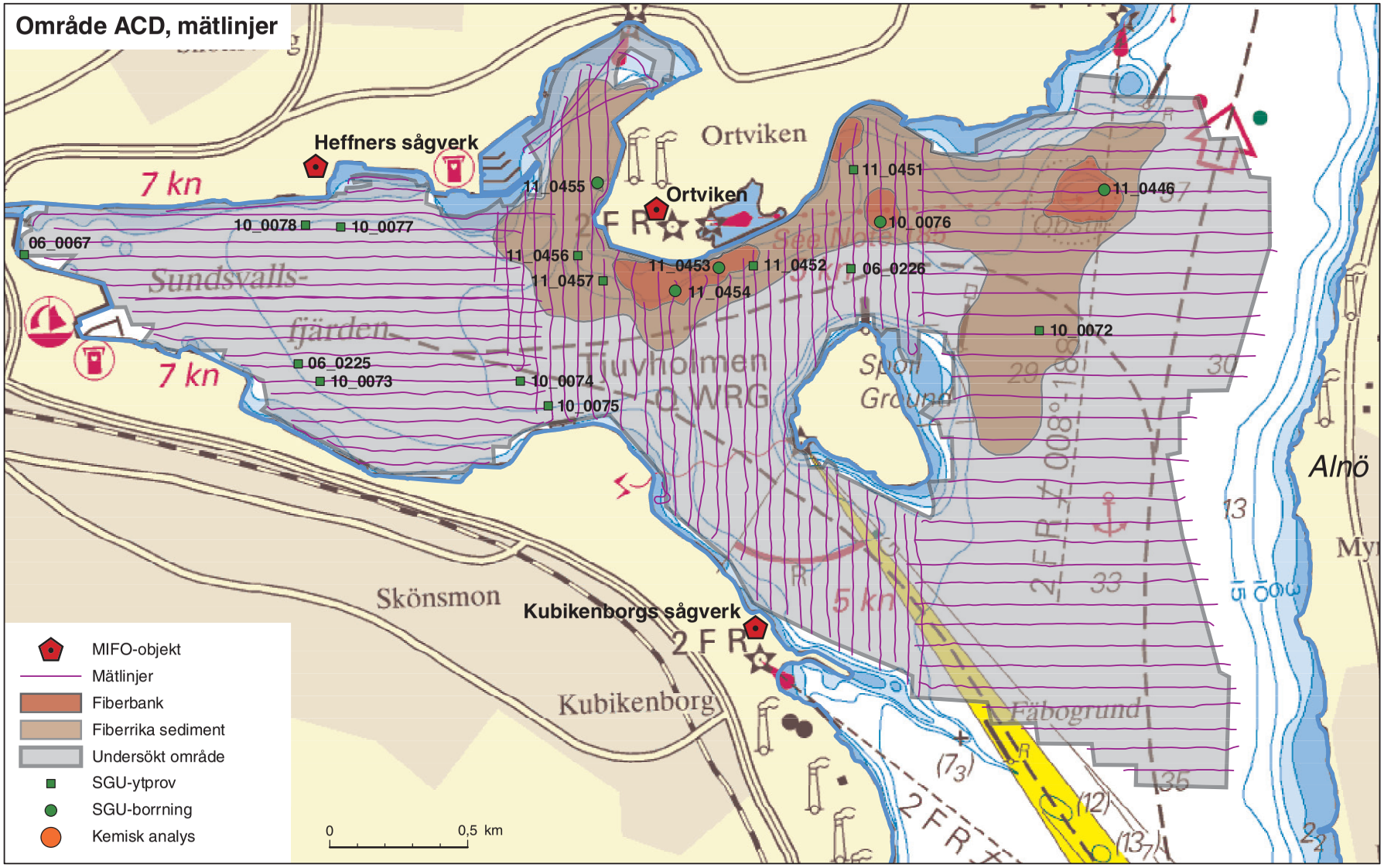
Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Enligt SGUs maringeologiska kartläggning består största delen av ytsedimenten i fjärden av postglacial lera. Längs fjärdens norra strand förekommer morän, sand och berg i bottenytan. Runt Tjuvholmen framträder det kristallina berget i bottenytan (fig. 1:2).

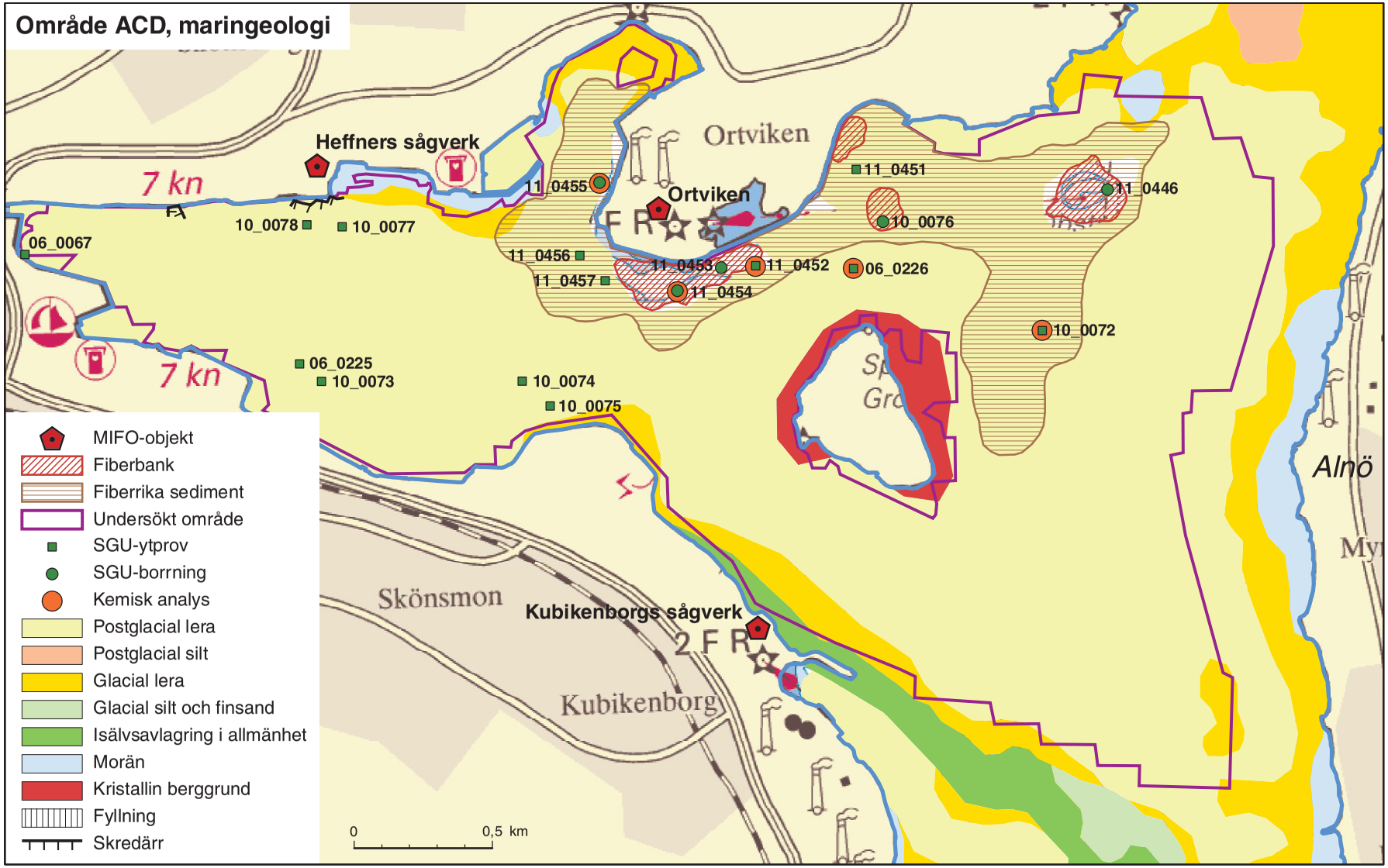
Tabell 1:1 Sedimentprovtagningar utförda i område A, Sundsvallsfjärden och Draget. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
06_0226	6919903	622680	Geminilod	23,3	Postglacial lergyttja	K, Cs
10_0072	6919678,5	623362,9	Geminilod	28,0	Postglacial lergyttja Fiber Postglacial gyttjelera	K, Cs
10_0073	6919495,1	620755,0	Geminilod	10,5	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	Cs
10_0074	6919495,5	621481,3	Stötlod	15,4	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
10_0075	6919406,0	621582,4	Stor gripskopa	15,4	Postglacial siltig lergyttja	
10_0076	6920071,6	622787,3	Kolvlod	9,9	Fibrer Postglacial gyttjelera Glacial lera	
10_0077	6920054,6	620830,3	Stötlod	10,5	Postglacial sandig lergyttja	
10_0078	6920061,8	620702,7	Stor gripskopa	9,6	Postglacial gyttjelera Postglacial gyttjig lerig sand Postglacial gyttjelera	
11_0446	6920184,9	623599,8	Vibrohammarlod	19,0	Massafibrer	
11_0451	6920259,5	622689,4	Stor gripskopa	5,2	Bark Postglacial gyttjelera	
11_0452	6919910,3	622326,1	Stötlod	10,6	Massafibrer Postglacial gyttjelera	K
11_0453	6919902,3	622201,8	Vibrohammarlod	8,6	Massafibrer	
11_0454	6919818,7	622044,0	Vibrohammarlod	13,1	Massafibrer Postglacial gyttjelera	K
11_0455	6920211,0	621762,5	Vibrohammarlod	13,3	Massafiber Postglacial gyttjelera	K
11_0456	6919947,8	621690,3	Stötlod	8,6	Massafibrer Postglacial gyttjelera	
11_0457	6919855,9	621781,9	Stötlod	12,2	Massafibrer Postglacial gyttjelera	

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:1. Det undersökta området, ACD, i Sundsvallsfjärden är ca 5 km² stort och undersöktes i två omgångar under 2010 och 2011. Mättransekterna har en täthet på 50 m i den innersta delen av fjärden och 100 m i den yttre delen, utanför Tjuvholmen.



Figur 1:2. Största delen av Sundsvallsfjärdens botten är täckt av postglacial lera. Längs kanterna finns på vissa ställen glacial lera frameroderad.

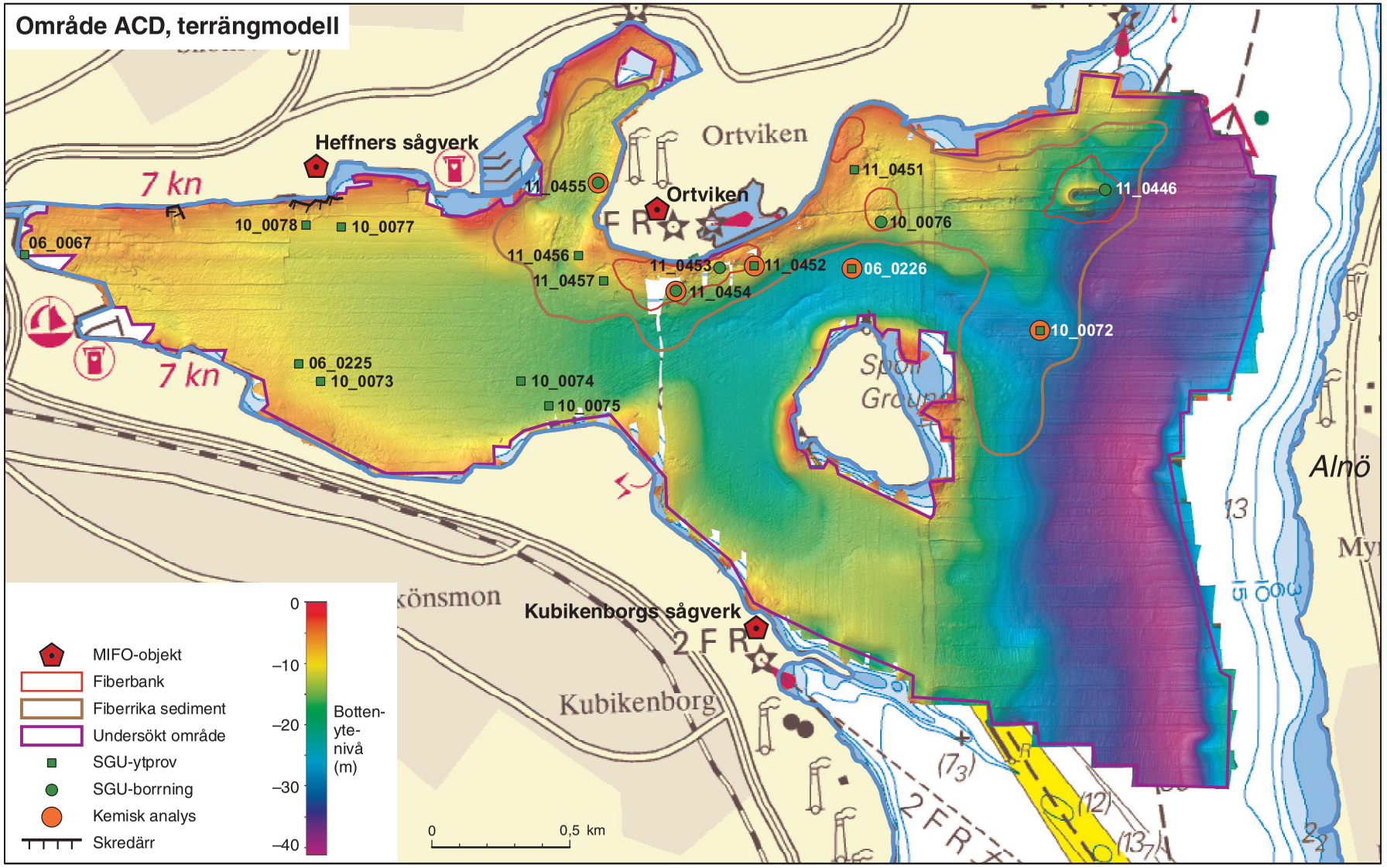


Fig 1:3. De fiberrika sedimenten är lokaliserade utanför Ortviken och en bit österut. Fiberbankarna är utspridda och belägna runt Ortviken eller vid utloppsröret från fabriken.

I Sundsvallsfjärden är rena cellulosafibrer deponerade runt Killingholmen. Fem fiberbankar är lokaliserade i området (fig. 1:1, 1:2 och 1:3). Den östligaste av dem, belägen nordost om Tjuvholmen, täcker en yta av 45 000 m^2. Provtagningen i punkt 11_0446 visar att mäktigheten kan uppgå till över 6 m. Denna punkt är belägen vid slutet av Ortvikens pappersbruks gamla avloppsrör och har tagit emot stora mängder fiberhaltigt avloppsvatten under årens lopp. På platsen har cellulosamaterialet sedimenterat i en vulkanliknande form runt avloppsrörets mynning (fig. 1:4). Längre in mot land, rakt norr om Tjuvholmen, ligger en identifierad fiberbank som täcker en bottenyta på nästan 16 000 m^2. Denna bank är också deponerad runt avloppsröret och sedimentekolodsprofilen visar tydligt sänkan där röret ligger (fig. 1:5). Prov 10_0076 visar på ett 55 cm tjockt cellulosalager på reducerad, postglacial lergyttja. Fibermängden i sedimentet avtar sedan längre in mot Killingholmens östra strand men ökar igen vid den södra strandlinjen där ännu än fiberbank ligger deponerad (fig. 1:1, 1:2 och 1:3). Banken är omkring 59 000 m^2 och har en cellulosamäktighet på nästan 6 m i punkt 11_0453 och på 5 m i punkt 11_0454. I den norra delen av Killingholmens östra strand ligger en fiberbank som är 12 000 m^2 (fig. 1:1, 1:2 och 1:3). Denna förekomst har inte verifierats med någon provtagning, utan ringades in på basis av de hydroakustiska dataseten som på ett mycket tydligt sätt illustrerar de strukturer som är karaktäristiska för en fiberbank. Den minsta fiberbanken ligger i östra delen av Ortviken och täcker en yta av ca 1 000 m^2. Provet som är taget i denna bank, provnummer 11_0455, bestod av massafibrer ner till 150 cm. Denna mindre fiberbank har inte kunnat illustreras i någon av kartorna på grund av dess ringa storlek.

De fiberrika sedimenten täcker en yta av ungefär 1 km^2. Området täcker största delen av Ortviken och sträcker sig runt Killingholmen och österut sydöst om Kaptensudden där ytan breder ut sig söderut och slutar vid den södra spetsen av Tjuvholmen (fig. 1:1, 1:2 och 1:3).

Föroreningshistoria och situation

Ortvikens pappersbruk (MIFO F2281-0002) är beläget på Killingholmen i Sundsvallsfjärden. Ortvikens sågverk anlades på platsen år 1862 och lades ner år 1904. År 1908 startades istället en sulfitmassafabrik vars kapacitet gradvis ökade. Svaveldioxiden som krävdes för processen tillverkades först utifrån inköpt svavel, men bristen på svavel under första världskriget föranledde installationen av en kisugn 1916 för egen produktion av svavel. Samma år expanderade fabrikens kapacitet markant. Den ökade efterfrågan på blekt papper gjorde att bruket anlade en anläggning för ”lättblekning” av sulfitmassan år 1936. Redan år 1938 byggdes verksamheten ut till helblekt massa då den lättblekta massan var svår att få ren. I och med blekningen av massan infördes klor i olika former i processen. Ett sliperi anlades 1958 med fyra linjer. Senare utbyggnad av termomekanisk massa ledde till att sulfitmassafabriken lades ned 1984 (Valeur 1997). År 1967 ersattes kisbränningen med andra system och kisaska producerades inte efter detta årtal. Samma årtal började även luten att återvinnas till viss grad och processvattnet släpptes inte ut orenat på samma sätt efter detta.

Sediment för miljöanalys

År 2006 togs ett miljöprov i samband med SGUs maringeologiska kartläggning i Sundsvallstrakten. Provplatsen som är belägen utanför det inringande fiberrika området visade upp en reducerad postglacial lergyttja från ytsedimentet och ner till 50 cm sedimentdjup. Ytan av detta sediment skickades på analys. Kärnan, som togs med Geminilod, sektionerades upp och analyserades på aktiviteten av cesium-137. Resultatet gav en beräknad sedimentackumulationshastighet på nästan 0,5 cm per år (fig. 1:6). Vid provtagningstillfället år 2011 bör sedimentet alltså ha pålagrats med omkring 2,5 cm vilket innebär att situationen kan se annorlunda ut idag på platsen.

I Sundsvallsfjärden–Draget har sediment från fem platser tagits ut för kemisk analys inom detta projekt. Provet som togs öster om Tjuvholmen, 10_0072, visade att sedimentet på platsen är starkt

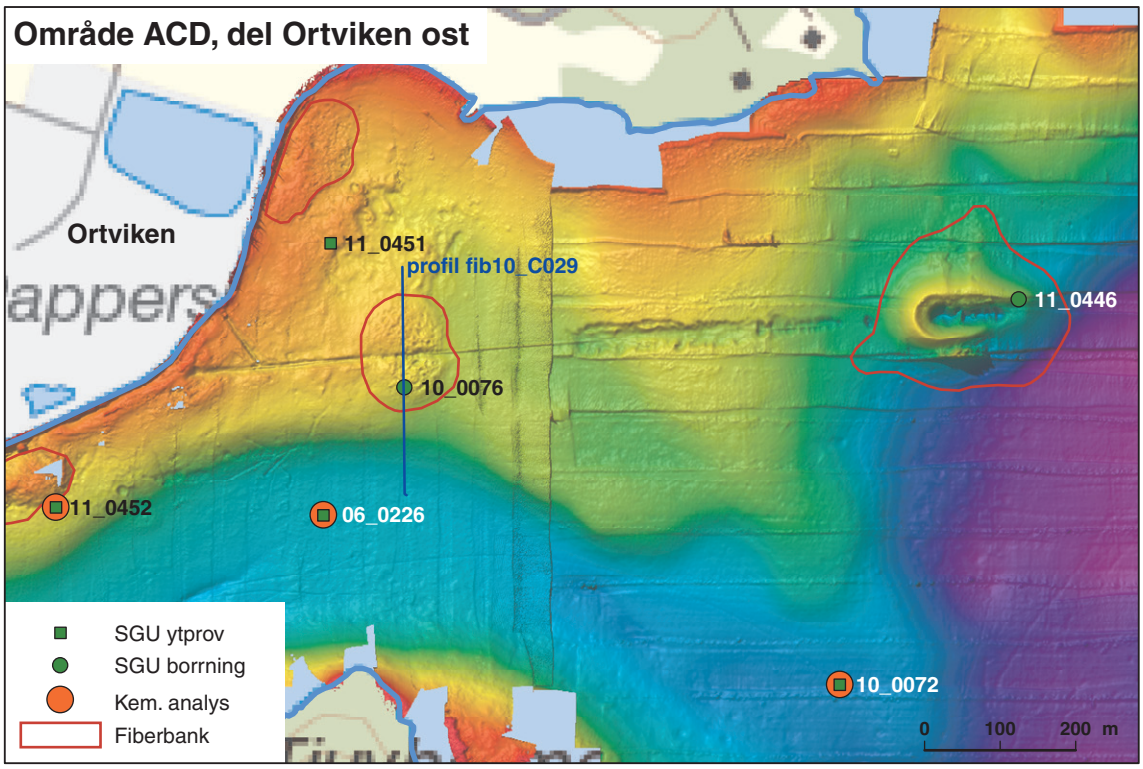


Fig 1:4. Fiberbankarna i Sundsvallsfjärden är belägna vid Ortviken eller en bit österut längs det gamla avloppsröret. Mättransekten fib10_C029 går tvärs över en av fiberbankarna och ger en vertikal profil av sedimentet under (fig. 1:5).

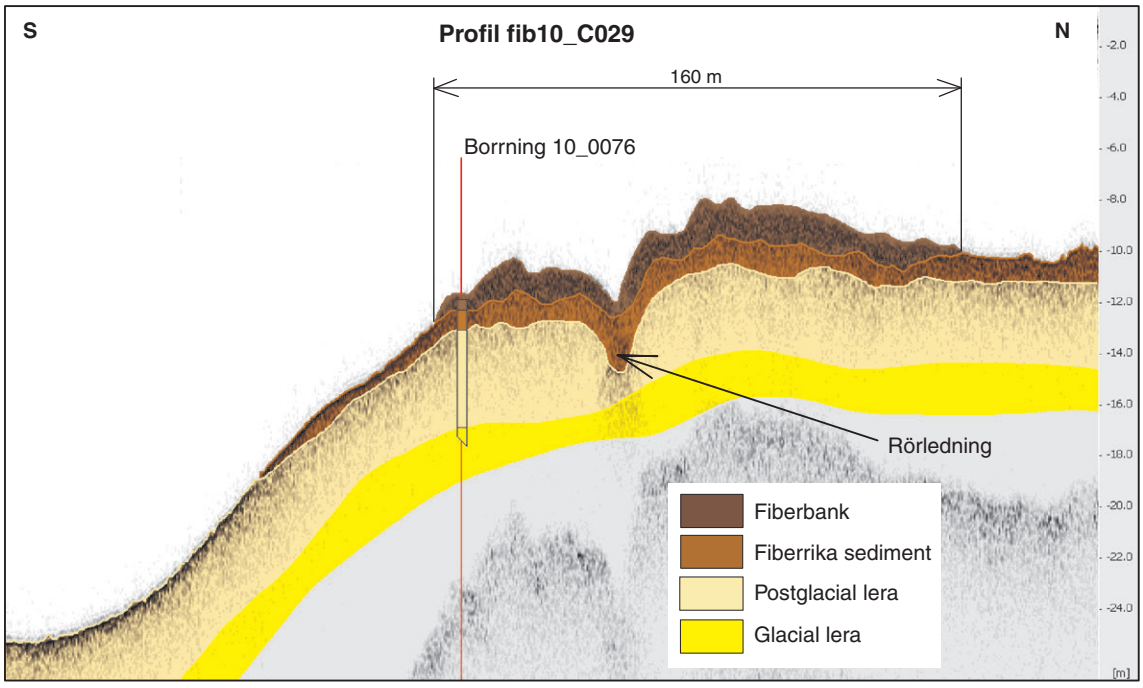


Fig 1:5. Den vertikala profilen av havsbotten längs delen av transekt fib10_C029 som går över fiberbanken visar att fiberbanken som mäktigast är omkring 2 m och att den är underlagrad av fiberrika sediment.

reducerat i ytsedimentet, mellan 0 och 20 cm, där ett blandprov togs ut med Geminilod. På ett sedimentdjup mellan 40 och 49 cm ligger ett lager med fibermassa. Denna fibermassa togs också den ut med Geminilod för kemisk analys. Sedimentkärnan har även analyserats på aktiviteten av cesium-137 och en sedimentackumulationshastighet på ca 0,5 cm har beräknats för punkt 10_0072 på 28 m djup (fig. 1:6) Utanför Ortvikens industriområde har sediment från tre kärnor tagits ut för kemisk analys. Sydväst om Ortvikens fabriker, i utkanten av fiberbanken har prov 11_0452 tagits. I denna punkt består bottnen av cellulosafibrer uppblandat med postglacial lergyttja från bottenytan ner till ca 30 cm. Ett blandprov på nivån 5–15 cm har skickats på analys från denna plats som provtogs med stötlod. Provpunkt 11_0454 ligger på ett vattendjup av 13 m och uppvisade ett sediment som till största delen bestod av cellulosafibrer. På sedimentdjupet 0–475 cm är cellulosan ren, utan synlig inblandning av lerpartiklar eller andra material. I denna rena cellulosa togs ett blandprov på 275–285 cm från en kärna tagen med vibrohammarlod. På ett vattendjup av 13 m togs i Ortvikens västra kant ett prov, 11_0455, som bestod av massafibrer från bottenytan ner till 150 cm. Ett blandprov togs ut på nivån 130–140 cm från en kärna tagen med vibrohammarlod.

Utanför Mokajen i Sundsvall har ett prov tagits med Geminilod, prov 10_0073. Den erhållna kärnan har analyserats på aktiviteten av cesium-137 och hastigheten av sedimentets ackumulation på 10,5 m djup bestämdes till ca 0,3 cm per år (fig. 1:6). Norr om Tjuvholmen uppmättes på 23,3 m djup sedimentationshastigheten till 0,5 cm per år vid SGUs maringeologiska kartläggning av området år 2006 (fig. 1:6).

Metaller

Miljöprovtagningen från år 2006 visar att ytsedimentet på platsen då inte innehöll några extremt höga halter tungmetaller. Kvicksilver uppvisar högst kontamineringsgrad, inom klass 4 (tabell 1:2). Resterande ämnen håller sig inom klass 1–3. Sedimentet i intervallet 0–20 cm, på platsen utanför Tjuvholmen visar sig innehålla förhöjda halter av kadmium och kvicksilver, som båda ligger inom klass 4. Resterande ämnen håller en måttlig föroreningsgrad, klass 1–3. I provet från samma ställe men längre ner i fiberavlagringen, 40–49 cm, är halterna av samtliga analyserade metaller förhållandevis låga, inom klass 1–3.

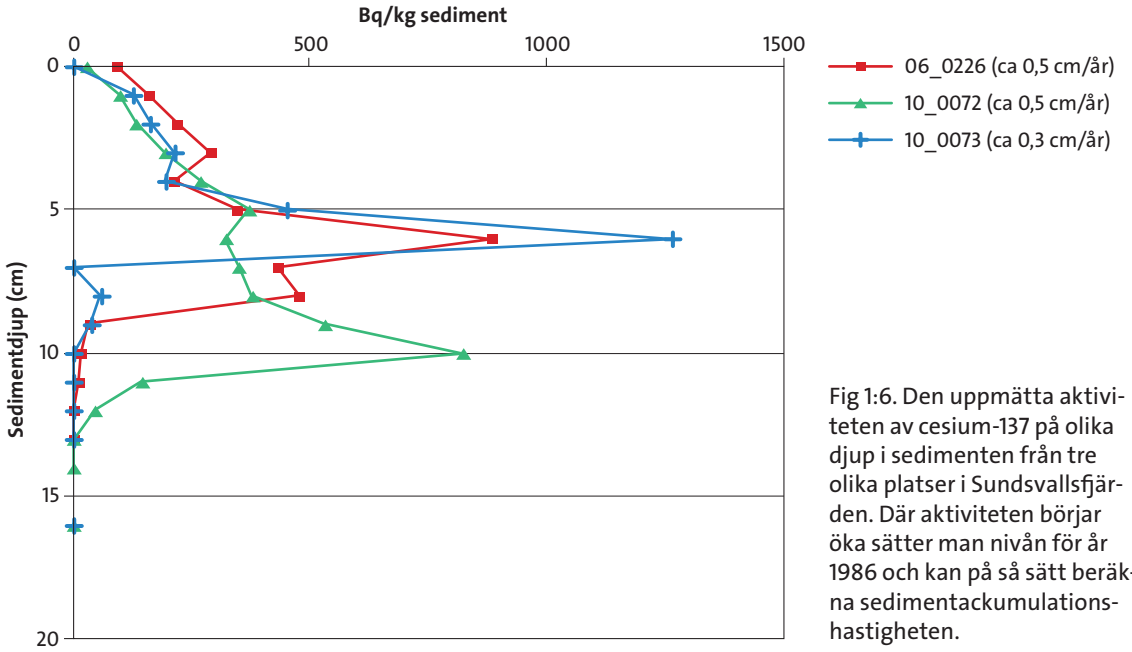


Fig 1:6. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimenten från tre olika platser i Sundsvallsfjärden. Där aktiviteten börjar öka sätter man nivån för år 1986 och kan på så sätt beräkna sedimentackumulationshastigheten.

Tabell 1:2. Metallhalter i sedimenten i område A, Sundsvallsfjärden och Draget. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
06_0226	0–1		17	0,243	13	109	50,7	0,315	<10	35,4	92,2	123
10_0072	0–20	96,9	20,2	0,608	10,4	40,1	39,2	0,616	31,8	35,3	50,3	126
10_0072	40–49	99,3	11,5	0,262	16,7	55,7	37,5	0,238	36,9	27,2	62,6	110
11_0454	275–285	6,8	<1	<0,1	0,387	2,72	22,1	<0,4	1,45	5,56	2,79	16,1
11_0455	130–140	15,2	18,5	2,18	5,24	27,2	97,3	2,84	30,7	56,5	57,8	174

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:3. Halter av organiska miljögifter i sedimentet i område A, Sundsvallsfjärden–Draget. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	TotalPCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klorda-ner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
06_0226	0–1	32 000	4,1	8,2	55	7,3	0,23	2,1		
10-0072	0–20	82 389	14	16	140	21	0,40	2,9	0,0009	0,0026
10-0072	40–49	1817	0,26	3,1	28	0,45	0,041	0,88		
11_0452	5–15	28 000	12	14		14,5		2,21		
11_0454	275–285	9 000	1,7	7,8		<0,1		8,8		

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

Analysresultaten från sedimentet från punkt 11_0454 visar att metallhalterna är relativt låga. Undantaget koppar, hamnar samtliga metallhalter inom ramen för klass 1. Kvicksilveranalysen gav ett osäkert resultat med en halt på <0,4 mg/kg TS. Det innebär att avvikelsen från bakgrunden som värst kan vara stor, inom klass 4. Vid punkten i Ortviken, 11_0455, tyder resultaten på mycket förhöjda halter av kvicksilver, klass 5. Även koppar och kadmium uppvisar höga halter i detta sediment, inom klass 4. Resterande metallkoncentrationer återfinns i klass 1–3 i denna punkt.

Organiska miljögifter

Ytsedimentet i provpunkt 06_0226 från år 2006 uppvisar mycket höga halter av PAH, HCB och HCH. Halterna av de resterande ämnena ligger inom klass 4 och får alltså därför anses höga (tabell 1:3).

Halterna av de organiska miljögifterna är generellt mycket höga i sedimentet utanför Tjuvholmen. Samtliga analyserade parametrar, förutom DDT och dioxin, uppvisar koncentrationer inom klass 5 i den ytligare delen av sedimentet. DDT återfinns i halter som faller inom klass 4. Dioxinhalten är dock låg och hamnar på bakgrundsnivån i enlighet med de norska bedömningsgrunderna. Djupare ner i sedimentet, på nivån 40–49 cm, har sedimentet en lägre kontamineringsgrad än i den ytligare delen och halterna ligger inom klass 3–4.

I anslutning till den sydligaste fiberbanken i området ligger punkt 11_0452 belägen inom det fiberrika sedimentområdet. Här har ett prov på nivån 5–15 cm analyserats på organiska miljögifter

och resultatet visar att halterna av PAH, HCB och HCH är mycket höga, i klass 5. Halterna av PCB och DDT är också höga men befinner sig inom klass 4. Punkt 11_0454 ligger i fiberbanken och cellulosamaterialet från nivå 275–285 cm visar sig innehålla höga halter av PAH, HCB och DDT. Halten av PCB är också hög medan HCH håller sig inom klass 3.

Diskussion

Fiberbankarna i området är i huvudsak lokaliserade runt Killingholmen och Ortvikens industriområde. Att bankarna är separerade från varandra och utspridda kan tyda på att fabriken har haft ett antal utsläppsrör längs med Killingholmens strand. Det långa avloppsrör som är noterat i sjökortet och som skär de två östligaste fiberbankarna förlängdes 1971 då ackumulationen runt mynningen blev för stor vid den första banken (Valeur 1997). Förlängningen av röret har lett till att ännu en fiberbank har ackumulerats längre ut (fig. 1:4).

Området i Sundsvallsfjärden–Draget är starkt påverkat av utsläpp från ett flertal olika industrier. De förhöjda halterna av kvicksilver i området kan komma från olika källor. Eftersom kvicksilver användes som slembekämpningsmedel i processutrustningen för Ortvikens pappersbruk är detta en del av förklaringen. Kvicksilver har även spridits från Östrands kloralkalifabrik vid Alnösundets norra del ända ner till Draget och förbi Kaptensgrundet och Tjuvholmen samt till Svartviksfjärdens yttre del. Detta har verifierats i tidigare fysikalisk-kemiska sedimentundersökningar och mätningar av havsvattenströmmar. De förhöjda kadmiumhalterna utanför Tjuvholmen och i den lilla fiberavsättningen väster om Ortvikens industriområde är troligen orsakad av spridning av kisaska som i många fall innehöll kadmium. Förekomsten av kisaska i denna del har verifierats i tidigare studier.

De mycket höga halterna av samtliga organiska miljögifter på samtliga provtagningsplatser kan förmodligen alla knytas till industrin runt fjärden. Halterna av HCB kan vara orsakade av blekningen av massan vid Ortvikens pappersbruk. De höga HCH- och DDT-halterna kan eventuellt spåras till timmerhanteringen i området. Förutom massaindustrierna har ett flertal sågverk varit belägna längs Alnösundet och timmerflottning har förekommit där i stor skala. DDT kan komma från barken medan HCH-halterna kan komma av Lindan, en substans tidigare använd som insektsskydd på sent kvarliggande timmer i skogen (se även ”tratteffekten” beskriven under avsnitt B). PAH-halterna är höga generellt sett över hela länet och beror till största delen på eldningen av kol och tjockolja som energikälla i de olika industrierna och den tidigare mer oförsiktiga hanteringen av bunker- och spillolja på fartygen som trafikerade området. Förekomsten av PAH i Sundsvallsfjärden–Draget beror till stor del på utsläpp från aluminiumsmältverket i södra delen av området. Diffust nedfall via luftutsläpp har belastat stora delar av fjärdarna och direkta utsläpp från rökgasrening till vattnet med mer än 1 ton PAH per år under fler decennier.

OMRÅDE B, KLINGERFJÄRDEN

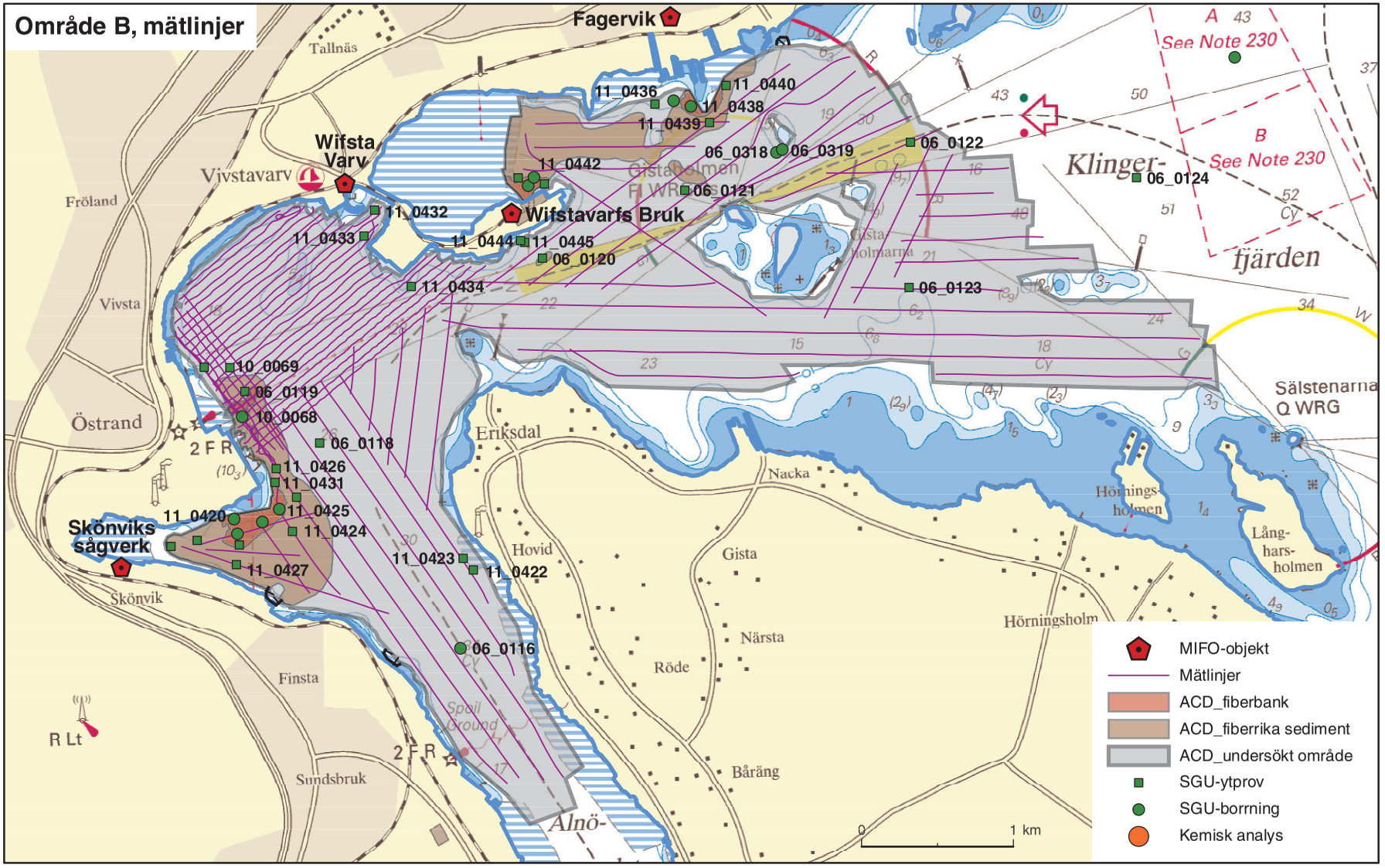
Område B som innefattar norra Alnösundet samt västra och mellersta delarna av Klingerfjärden är det största av projektets områden med en yta av nästan 12 km^2. Vid fjärdens norra strand mynnar Indalsälven ut vilken för med sig stora mängder material, främst silt. Undersökningarna i område B startade 2010 då den innersta delen, vid Östrand, undersöktes hydroakustiskt och provtogs. Vid dessa undersökningar tillämpades en linjetäthet på 50 m. Den största delen av området mättes 2011 med en linjetäthet på 200 m (fig. 1:7). År 2011 togs även det största antalet sedimentprover som totalt uppgår till 22 st (tabell 1:4).

Runt det undersökta området har ett flertal industrier varit belägna. De tre fabriker som släppte ut fibermaterial till recipienten är Fagervik, Wifstavarvs bruk och Östrand. Vid Östrand har även en kloralkalifabrik varit i drift. I området har fem fiberbankar av olika storlek hittats och fyra områden med fiberhaltiga sediment. Dessa fiberpåverkade områden ligger spridda i området och i anslutning till de olika industriplatserna. På östra sidan av Klingerfjärden var Söråkers sulfitmassafabrik i drift mellan 1910 och 1958. Denna del av området har inte ingått i detta projekt.

Tabell 1:4. Sedimentprovtagningar utförda i område B, Klingerfjärden. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
06_0118	6929507	621171	Geminilod	26,1	Postglacial gyttjelera	K, Cs
10_0068	6929679,3	620666,0	Kullenbergslod	12,5	Massafibrer Postglacial gyttjig silt	K
10_0069	6930002,3	620582,2	Stötlod	17,3	Postglacial gyttjelera	
10_0070	6930005,5	620413,5	Bottenobservation	16,4	Block och sten	
11_0419	6928905,0	620634,1	Vibrohammarlod	18,0	Massafibrer Postglacial lergyttja	
11_0420	6929001,9	620612,1	Vibrohammarlod	10,9	Massafibrer	
11_0421	6928982,8	620798,2	Vibrohammarlod	14,7	Massafibrer	
11_0422	6928669,0	622185,3	Stötlod	24,5	Postglacial lera	
11_0423	6928745,7	622118,1	Stötlod	25,5	Postglacial lera	
11_0424	6928922,3	620994,7	Stötlod	26,6	Postglacial lera	K
11_0425	6929067,2	620909,9	Vibrohammarlod	11,6	Massafibrer Postglacial gyttjelera	
11_0426	6929336,6	620888,0	Stötlod	14,9	Postglacial gyttjelera	
11_0427	6928703,4	620626,0	Stötlod	17,2	Postglacial gyttjelera	
11_0428	6928833,0	620645,0	Stötlod	22,1	Postglacial gyttjelera	
11_0429	6928863,8	620366,9	Stötlod	11,1	Postglacial gyttjelera	
11_0430	6928823,2	620194,9	Stötlod	9,8	Postglacial gyttjelera	K
11_0431	6929244,3	620880,4	Stötlod	12,7	Postglacial gyttjelera+massafibrer	
11_0432	6931037,8	621535,7	Stötlod	12,7	Postglacial gyttjelera	K
11_0433	6930866,0	621465,2	Stötlod	11,7	Postglacial gyttjelera	
11_0434	6930535,0	621776,5	Stötlod	9,0	Postglacial finsand Postglacial gyttjelera	
11_0435	6931197,8	622548,0	Vibrohammarlod	13,8	Massafibrer Postglacial gyttjelera	
11_0436	6931735,2	623380,8	Stötlod	7,9	Postglacial gyttjelera	
11_0437	6931755,3	623505,0	Vibrohammarlod	11,6	Postglacial gyttjelera	
11_0438	6931718,5	623618,5	Vibrohammarlod	9,1	Massafibrer	
11_0439	6931613,4	623740,7	Stötlod	14,0	Postglacial lera	
11_0440	6931857,8	623848,2	Stötlod	15,8	Postglacial gyttjelera	
11_0441	6931250,4	622480,7	Stötlod	17,4	Postglacial gyttjelera	
11_0442	6931250,7	622585,9	Vibrohammarlod	16,8	Massafibrer Postglacial gyttjelera	K
11_0443	6931210,6	622652,9	Stötlod	11,7	Postglacial silt Postglacial gyttjelera	
11_0444	6930825,3	622524,0	Stötlod	14,9	Postglacial gyttjelera	
11_0445	6930836,5	622497,5	Stötlod	13,1	Postglacial sandig gyttjelera	

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:7. Undersökningsområde B täcker en yta av 12 km² och undersöktes i två omgångar, under 2010 och 2011. Mättransekterna har en täthet på ca 50 m i den inre delen och på ca 200 m i resterande område.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Bottenytan i område B består till största delen av postglacial lera med stråk av glacial lera, morän, sand och isälvsmaterial längs kanterna på öar och strandlinjer.

Fiberansamlingarna i området påträffas främst mycket strandnära kring de industrier som släppt ut träfiber vid sin produktion (fig. 1:7 och 1:8). I området utanför Fagervik, i det östra hörnet av område B, har fiberhaltiga sediment ansamlats i en punkt, 11_0438, där mäktigheten på cellulosafibrerna uppgår till över 6 m (fig. 1:9). Det är dock bara i den punkten cellulosafibrer kan påvisas i stora mängder. Hydroakustiska data visar dock på att fiberbanken breder ut sig på båda sidor av provpunkten och har en ungefärlig yta på 23 000 m^2. Ett område med fiberrika sediment sträcker sig från norr om Wifstavarvs bruk i ett stråk mot Fagervik och slutar öster om detta fabriksområde (fig. 1:7 och 1:8). Detta område med fiberrika sediment täcker en yta av ca 0,5 km^2. Vikarna på båda sidorna om Fagervik är på sjökortet utmärkta som ”icke sjömätta” vilket oftast beror på att sjömätning förhindrades av timmerlagring i vattenområdet. Den ytliga delen av sedimenten vid provpunkterna inom detta fiberrika område har inslag av träfibrer och är starkt reducerade. Vid samtliga provpunkter framträder en opåverkad postglacial lera vid ungefär 40 cm sedimentdjup. Det provtagna fiberrika området runt Fagervik verkar alltså vara förorenat ner till runt 40 cm. Enligt den hydroakustiska tolkningen ligger ytterligare ett fiberrikt område med en yta av ca 19 000 m^2 en bit söder om Fagervik (fig. 1:7 och 1:8).

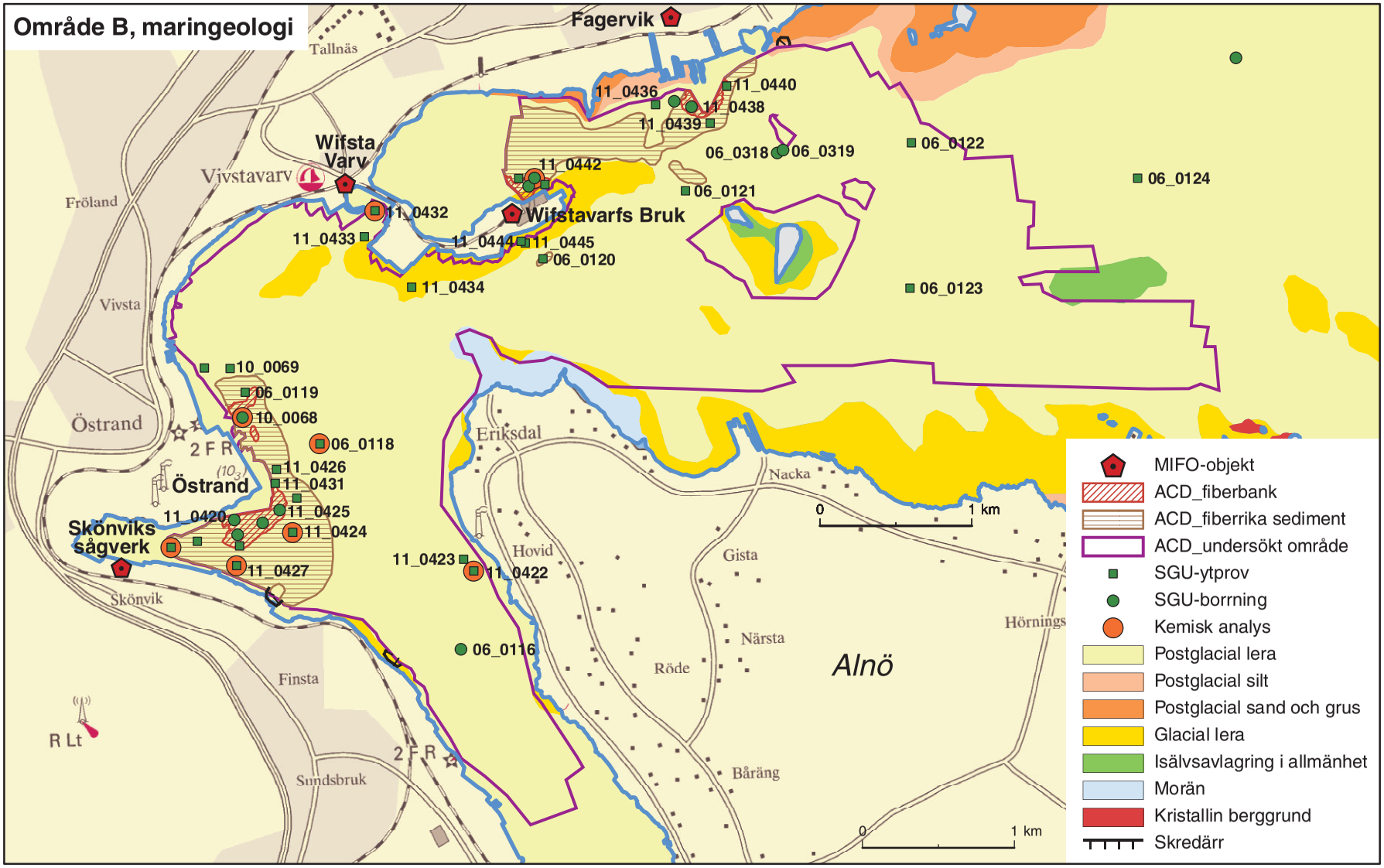
Norr om Wifstavarvs bruk har en fiberbank påträffats precis utanför Papperskajen (fig. 1:10). Banken täcker en yta av omkring 23 000 m^2 och här förekommer cellulosamäktigheter på över 6 m i provpunkten närmast kajen (11_0435). Vid Wifstavarvs bruk återfanns fiberrika sediment i en punkt, 11_0444. Även söder om bruket ligger ett litet område med fiberrika sediment (fig. 1:7 och 1:8). Viken innanför bruket redovisas på sjökortet som ”icke sjömätt område” vilket kan tyda på att viken har grundats upp på grund av ackumulation av fibersediment och tidigare nyttjad timmerlagring.

I området utanför Östrands kaj och i Skönviken återfinns fiberrika sediment och fiberbankar. Inslaget av fibrer i sedimenten börjar utanför fabrikskajen och sträcker sig runt Östrands udde in i Skönviken (fig. 1:7 och 1:8). Förmodligen fortsätter de fiberhaltiga sedimenten att breda ut sig ända in i viken, där viken är ”icke sjömätt” på sjökortet. Tre fiberbankar har ringats in i området utanför Östrand. Två stycken med utbredningen 16 000 m^2 respektive 3 000 m^2 ligger deponerade på östra sidan av Östrands kaj (fig. 1:11). I det prov som är taget på platsen är fibermäktigheten 1 m. Den största fiberbanken ligger i det sydöstra hörnet av kajen och har en yta av ca 75 000 m^2 (fig. 1:12). Proverna tagna i fiberavsättningen visar på mäktigheter på över 6 m i punkt 11_0421. I punkten 11_0419, som ligger längre ut från land än punkt 11_0420, är mäktigheten på fiberavlagringen 3,4 m medan den är 2,8 m i punkten längre in. Längst ut i kanterna av banken visar proverna på mäktigheter på 1,1 m vid 11_0425 och 15 cm vid 11_0428. Den inre delen av Skönviken är avlyst på grund av föroreningsgraden i området. Båttrafik med större djupgående har inte tillträde till viken på grund av risk för resuspension av de förorenade sedimenten. Sedimentekolodsprofilen från mättransekten, fib10_B100, som går tvärs igenom fiberbanken, visar en tydlig vertikal fördelning av sedimentet (fig. 1:13). Fiberbanken syns tydligt som en uppstickande, ojämn platå i figuren. Den ojämna formen kan tyda på erosion i bottenytan. Utanför Hovids sågverk påträffades inga fiberhaltiga sediment.

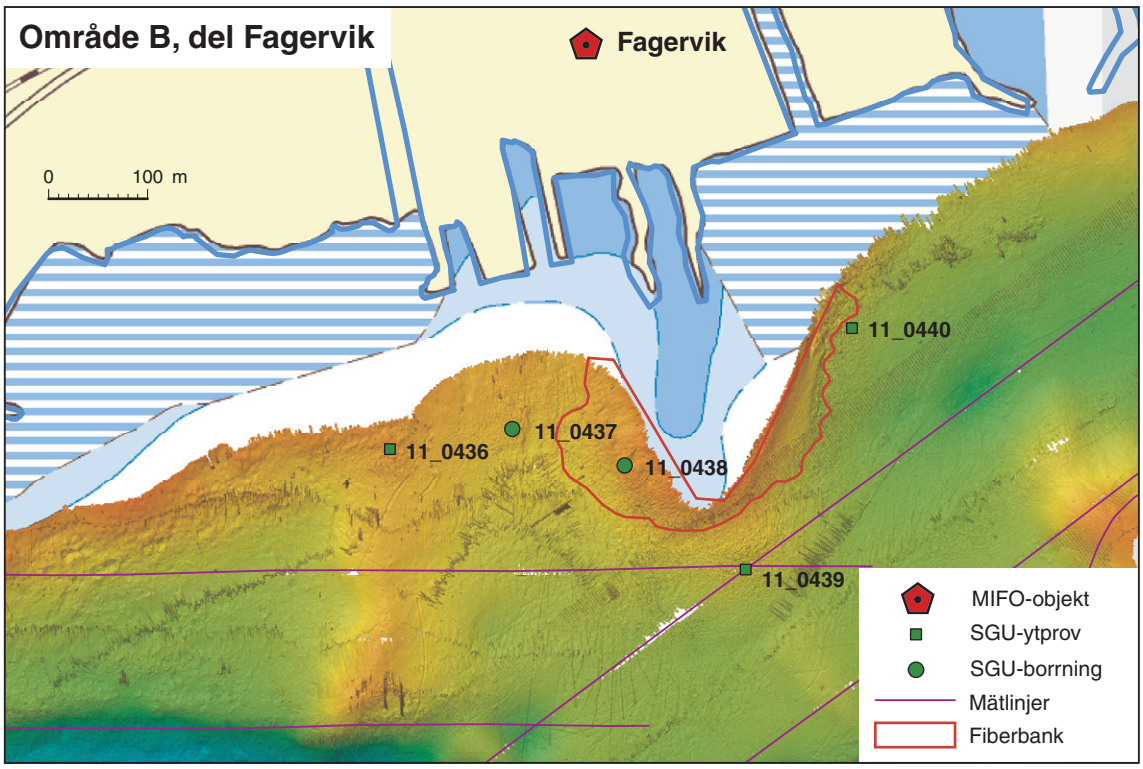
Föroreningshistoria och situation

Fagervik

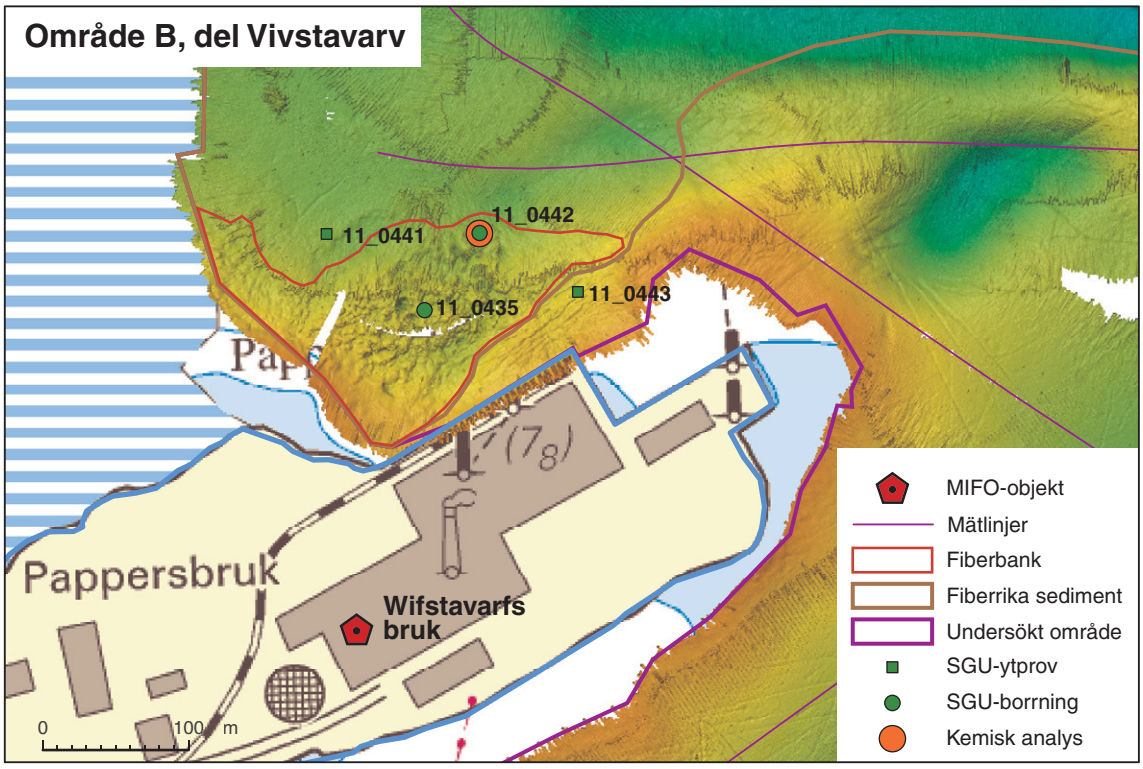
I Fagervik (MIFO F2262-0006) anlades en ångsåg år 1881. Anläggningen utökades 1904 med kolugnar. Sågen var i drift till 1910 då Wifstavarvs AB anlade en sulfitmassafabrik på platsen. Kolugnarna användes fram till 1920 då hela området tillföll Wifstavarvs AB. Massatillverkningen



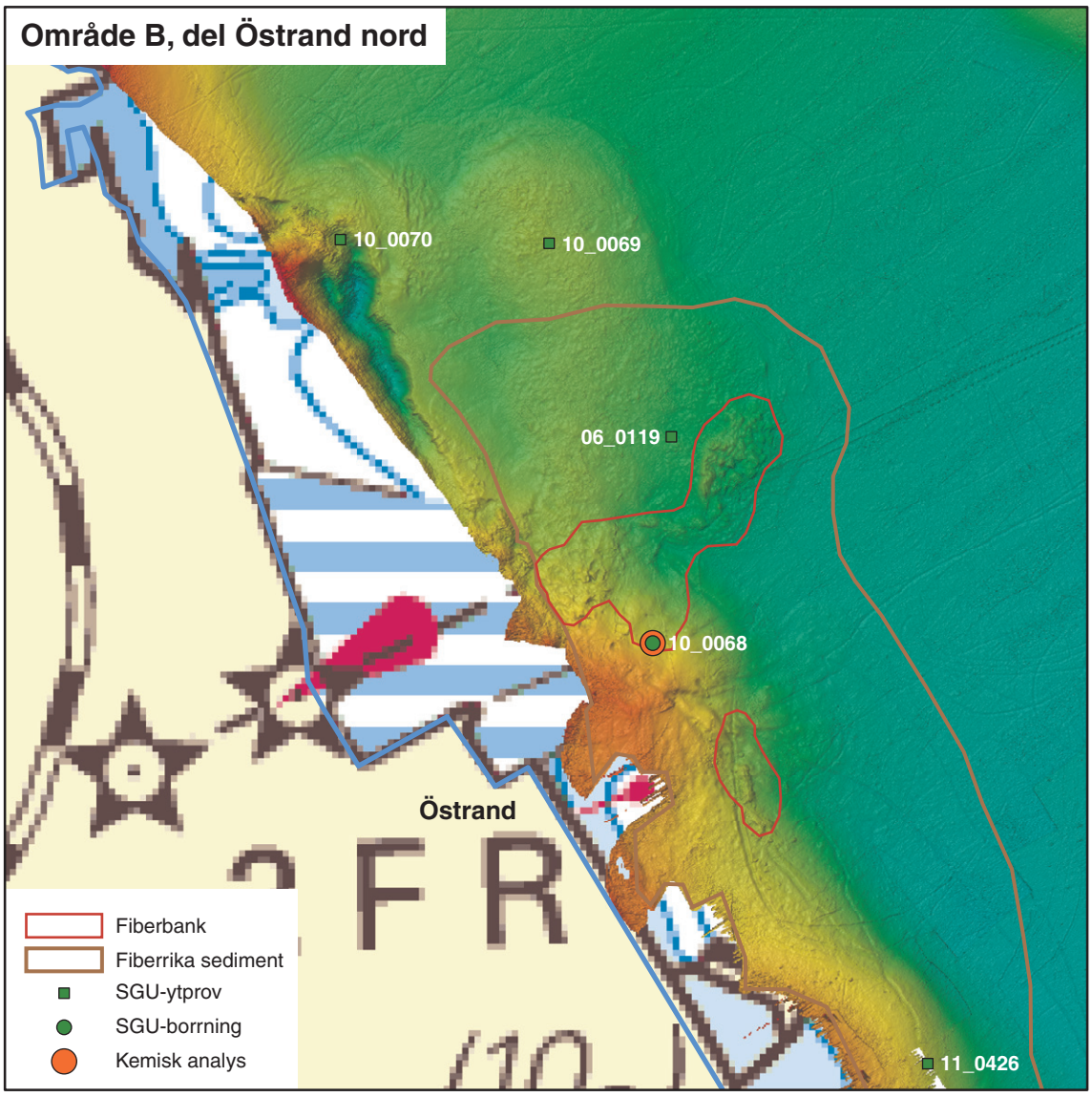
Figur 1:8. Största delen bottnen i undersökningsområde B består av postglacial lera. Längs strandkanterna är glacial lera frameroderad på sina håll.



Figur 1:9. Fiberbanken utanför Fagervik har en yta av ca 23 000 m². I punkt 11_0438 är fiberackumulationen över 6 m mäktig.



Figur 1:10. Fiberbanken utanför Papperskajen vid Wifstavarvs bruk är ca 23 000 m². I punkt 11_0435 är fibermäktigheten över 6 m.

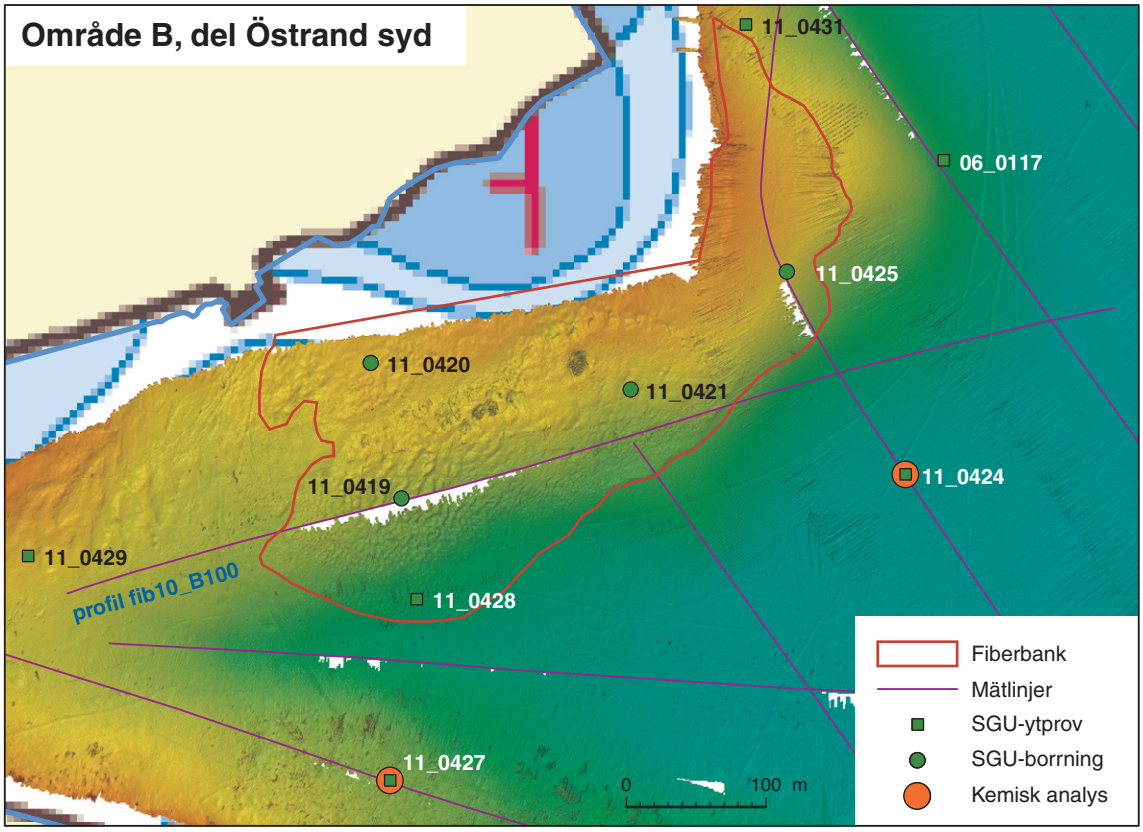


Figur 1:11. På Östra sidan av Östrands kaj ligger två fiberbankar deponerade. De täcker en yta på 16 000 m² respektive 3 000 m².

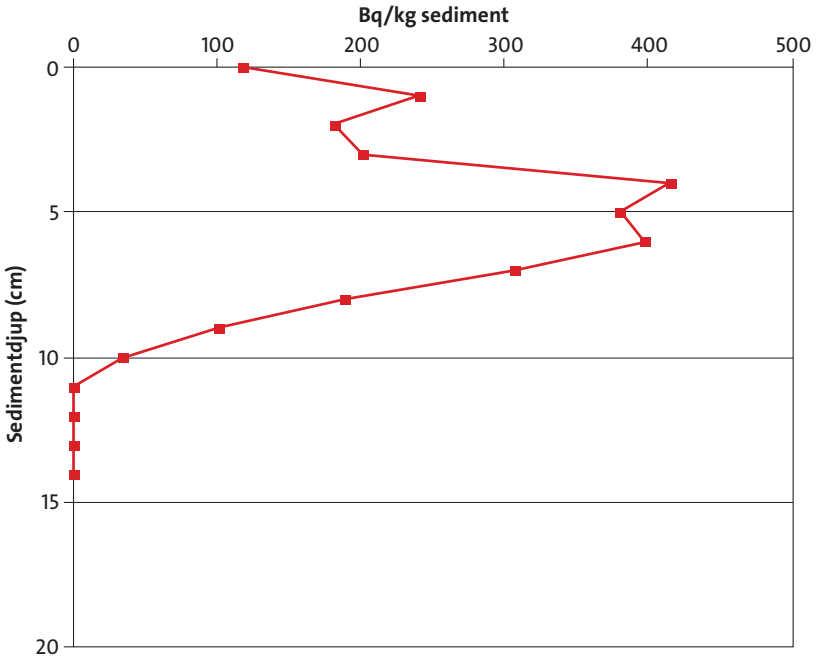
ökade under den första delen av 1900-talet och 1959 tillkom ett blekeri på platsen. Sulfitmassafabriken lades ner 1967 men blekeriet och torkmaskiner fortsatte drivas med sulfatmassa från Wifstavarv. År 1974 upphörde all verksamhet i området i och med att blekeriet lades ner. Processvattnet leddes orenat ut i Klingerfjärden. I området har kisaska använts som utfyllnadsmaterial.

Östrand

Fabriken i Östrand (MIFO F2262-0001) grundades 1867 med en ångsåg på fyra ramar. År 1932 stod en sulfatmassafabrik på platsen. År 1943 beslöts att införa blekning av massan och blekeriet kom igång 1945. Året därpå inrättades även en kloralkalifabrik där kvicksilvermetoden tillämpades för framställning av klor fram till 1983. En ny processlinje för kemisk-termisk slipmassa (CTMP) anlades 1982. Avloppsvattnet från industrin släpptes ut orenat i recipienten fram till år 1968 då sedimentationsbassänger installerades. Avloppsvattnet beräknas ha innehållit sammanlagt 185 ton dioxin- och kvicksilverhaltigt grafitslam från kloralkalifabriken. År 1972 infördes destillering



Figur 1:12. Fiberbanken söder om Östrandsområdet är den största till ytan, ca 75 000 m². Fibermäktigheten uppgår till över 6 m i punkt 11_0421. Mättransekt fib10_B100 går tvärs över banken och ger en vertikal profil av sedimentet (fig. 1:12).



Figur 1:13. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimentet vid punkt 06_0118. Där aktiviteten börjar öka sätter man nivån för år 1986 och kan på så sätt beräkna sedimentackumulationshastigheten. Provet togs år 2006 i samband med SGUs maringeologiska kartläggning och sedimentet på platsen bör ha byggts på med omkring 2,5 cm sedan dess.

av grafitslammet som tillsammans med fällslammet från avloppsreningen lagrades provisoriskt i tunnor i klorfabriken för att sedan skickas till Tyskland för deponering fram till 1975. Mellan 1975 och 1979 deponerades destillationsåterstoden och fällslammet på deponin i området. Från år 1980 började avfallet skickas till SAKAB för omhändertagande. Grafitelektroderna i processen byttes ut 1979 mot formstabila titanelektroder, vilket minskade bildningen av HCB och dioxiner. Området runt Östrand har vid tidigare undersökningar uppvisat förhöjda halter av dioxiner och kvicksilver i sedimenten.

Wifstavarfs Bruk

Skogsindustrin tog fart i mitten av 1800-talet och ett sågverk grundades på platsen. Denna verksamhet bedrevs fram till år 1907 då verksamheten expanderade och Sundsvallsdistriktets första sulfatmassafabrik och ett nytt stort sågverk anlades (MIFO F2262-0012). Detta större sågverk var i drift fram till år 1977. I mitten av 1940-talet lades produktionen om och wallboard började tillverkas. Sulfatmassaproduktionen minskade sedan med åren fram till 1960, då fabriken moderniserades och utvidgades. Tillverkningen av wallboard startade 1944 och pågick fram till 1965 då verksamheten lades ned för att bereda plats för tillverkning av raffinörmassa, en mekaniskt framställd pappersmassa. År 1982 lades sulfatmassafabriken ned och man började istället producera träfritt finpapper med Östrand som massaleverantör. Från 1930 talet och framåt har behandling med pentaklorfenol av sågat virke genomförts vid sågverket, vilket har orsakat dioxinförorening av området (Swepro 2008). Tidigare undersökningar av landområdet i Wifsta har påvisat stora utsläpp av dioxin. Även sedimentundersökningar har genomförts men inga dioxidmängder i sedimenten har kunnat beräknas. Wifstavarfs Bruk lade ner sin pappersproduktion år 2007.

Kemiska parametrar

Vid SGUs maringeologiska kartläggning av området år 2006 har ett miljöprov tagits utanför Östrand, 06_0118 (fig. 1:7 och 1:8). Provtagningen visade att bottnen består av reducerad postglacial gyttjelera i nivån 0–65 cm ner i sedimentet. Provet togs med Geminilod och kärnan sektionerades upp för att genomgå aktivitetsanalys av cesium-137. Resultatet visar att sedimentet på 26,1 m djup ackumuleras med en hastighet på omkring 0,5 cm per år (fig. 1:13). Undersökningen gjordes år 2006 vilket betyder att ytterligare 2,5 cm sedimentet bör ha ackumulerat sedan dess.

Prover från ett flertal platser i undersökningsområde B har även inom detta projekt skickats på kemisk analys (tabell 1:4). I området utanför Östrands fabrik har tre prover valts ut för analys, 10_0068 utanför kajen, 11_0424 utanför Skönviken och 11_0430 längst in i Skönviken. Punkt 10_0068 är belägen inom den nordligaste av Östrands fiberbankar och provet består av ca 1 m fibermaterial på postglacial gyttjig silt med en turkos färg. Provet togs med Kullenbergslod och analysprov från tre nivåer har tagits ut från kärnan: 0–20 cm, 70–80 cm och 288–295 cm. De två översta nivåerna är tagna i fibermaterialet medan den djupare nivån är tagen i silten. I punkt 11_0424 har ett ytprov, 0–2 cm, skickats på analys. Ytsedimentet, som provtogs med stötlod, är reducerat och består av postglacial gyttjelera. Provet längst inne i Skönviken är taget med stötlod. I detta prov har en nivå på 30–40 cm valts ut för analys. Sedimentet vid denna nivå består av postglacial lergyttja med massafibrer.

I området runt Wifstavarfs bruk har två prover tagits. Provpunkt 11_0432 ligger sydost om Wivstavarv och är provtagen med stötlod. Platsen bör inte vara påverkad av träfiberutsläpp från massaindustrin, utan snarare av utsläpp från varvsindustrin som fanns på platsen i slutet av 1800-talet. Provet visar att sedimentet består av postglacial gyttjelera med barkbitar. Nivån 13–22 cm i kärnan har tagits ut för analys. Det andra provet som analyserats i området, 11_0442, är taget i fiberbanken precis utanför Wifstavarfs Bruk. Här har material på en nivå av 520–530 cm i sedimentet tagits ut och analyserats på både metaller och organiska miljögifter. Denna nivå ligger under fibermassan i

en postglacial lera som beskrivs som onaturlig till sin karaktär (se Bilaga 2). Samma provpunkt har även analyserats på organiska miljögifter på nivån 20–30 cm ner i sedimentet. Denna nivå består av massafibrer. Utanför Fagervik har ingen miljökemisk undersökning gjorts.

Metaller

I ytsedimentet i punkt 06_0118 återfinns den högsta arsenikhalten i hela område B, i klass 5 (tabell 1:5). Även kvicksilverhalten är mycket hög och ligger i klass 5. Resterande metaller håller sig på måttliga föroreningsnivåer inom klass 2–3. Provet togs och analyserades 2006 och sedimentet bör ha byggts upp med ytterligare 2,5 cm sedan dess. Denna ackumulation kan naturligtvis bidra till att ytsedimentet idag innehåller andra koncentrationer miljögifter än vid tidpunkten för provtagningen.

Sedimentet från tre olika sedimentnivåer i en kullenbergskärna har analyserats i punkt 10_0068, belägen i den nordligast av fiberbankarna utanför Östrand. Blandprov från nivåerna 0–20 cm och 70–80 cm består av cellulosamaterial som visar sig innehålla halter av kvicksilver som faller inom ramen för klass 5, dvs. mycket stor avvikelse från bakgrundshalten. Båda provnivåerna är också kontaminerade av kadmium som uppvisar halter inom klass 4. Resterande metaller håller sig inom måttliga föroreningsgrader, klass 1–3, för de två blandproven. Längre ner i sedimentkärnan, i blandprovet på nivån 288–295 cm, uppvisas en arsenikhalt som hamnar inom klass 3, tydlig avvikelse från bakgrunden. Resterande metallhalter avviker inte från bakgrunden och hamnar alltså i klass 1. De höga kvicksilverhalterna skulle kunna förklaras med de stora utsläppen av kvicksilverhaltigt grafitslam från kloralkalifabriken och förlusterna från dess kvicksilverelektroder.

I Skönvikens inre del, i punkt 11_0430 är sedimentet på nivån 30–40 cm mycket kontaminerat av kvicksilver och bly. Båda elementen hamnar i klass 5. Kvicksilverhalten är 45 mg/kg TS och alltså mycket högre än halten som utgör gränsen för klass 5. Även kadmium och koppar uppvisar förhöjda värden i sedimentet, inom klass 4. Resterande metallhalter hamnar inom klass 1–3. I Skönvikens yttre del, punkt 11_0424, ser ytsedimentet i nivån 0–2 cm något bättre ut än inne i viken. Här är det kvicksilver och kadmium som visar förhöjda halter, i klass 5 respektive 4.

Den metall som återfinns i störst kontamineringsgrad i sedimentet utanför Vivsta, 11_0432, är bly. Blyhalten här ligger i klass 5. Kvicksilver och zink avviker också mycket från bakgrundshalten och hamnar inom intervallet för klass 4. Resterande ämnen ligger inom klass 1–3. I fiberbanken utanför Wifstavarfs bruk är sediment från punkten 11_0442 på en nivå 520–530 m analyserat på

Tabell 1:5. Metallhalter i sedimenten i område B, Klingerfjärden. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
06_0118	0–1		45,7	0,608	14,7	105	39,9	1,06	<10	32,6	81,8	132
10_0068	0–20	16,5	6,09	1,06	3,52	20,2	19,7	2,31	10,4	18,4	18,1	168
10_0068	70–80	22,6	6,29	1,15	5,7	34	28,6	1,18	14,7	30,8	24,8	187
10_0068	288–295	46,3	29,4	0,112	1,41	167	5,54	<0,04	14,4	6,33	3,77	25,9
11_0424	0–2	18,4	11,3	1,87	9,74	44,5	43,8	1,85	29,4	29,9	43,8	161
11_0430	30–40	34	13,3	1,36	8,65	79,6	77,8	45	28,2	130	35,3	177
11_0432	13–22	50,5	9,04	0,376	9,56	26,3	38,1	0,388	24	345	35,9	262
11_0442	520–530	39,8	1,18	0,362	2,4	27,4	13,7	<0,07	17,1	39,8	6,15	53,6

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

tungmetaller. Sedimentet beskrivs som rinnigt och förorenat men innehåller inga större mängder tungmetaller. Samtliga analyserade parametrar håller sig inom klasserna 1–2. Kvicksilverhalten presenteras som <0,07 mg/kg TS vilket betyder att den i värsta fall sorteras in i klass 2.

Organiska miljögifter

I blandprovet på nivån 70–80 cm i punkt 10_0068 är sedimentet mycket kontaminerat av organiska miljögifter (tabell 1:6). Samtliga analyserade ämnen befinner sig i klass 5, mycket hög halt. Undantagen är HCH som förekommer i hög halt, klass 4. Djupare ner i samma punkt har kontamineringsgraden avtagit och samtliga halter, utom HCB, kan sorteras in i klass 2–3. HCB förekommer i högst kontamineringsgrad och faller i klass 4 i den lägre sedimentnivån.

I Skönvikens inre del är sedimenten extremt kontaminerade även av organiska miljögifter. I punkt 11_0430 är halterna av samtliga analyserade ämnen höga. På sedimentdjupet 30–40 cm ligger PAH, HCB och PCB i klass 5 och DDT samt HCH inom klass 4. I den något ytligare nivån, 10–20 cm, är halten av PAH något lägre medan de andra ämnena ligger på högre värden. Situationen är densamma med PAH, HCB och PCB i klass 5 och DDT i klass 4. Summaparametern av HCH visar ett värde mindre än 4 µg/kg TS vilket innebär att även denna ämnesgrupp kan ligga i klass 5. Öster om Skönviken, i punkt 11_0424, är halterna generellt lägre. HCB är det enda ämne som hamnar i klass 5. PCB och DDT hamnar i klass 4 medan resterande ämnen faller under klasserna 2–3. Även i mitten av viken är sedimentet mycket kontaminerat av samtliga analyserade föreningar utom dioxin. Precis som i den inre delen ligger halterna av PAH, HCB och PCB i klass 5 medan DDT ligger i klass 4 i punkt 11_0427. Analysen av HCH på nivån 10–20 cm visar ett värde mindre än 3 µg/kg TS vilket innebär att ämnet i värsta fall kan sorteras in i klass 4. Dioxinhalten på nivån 25–30 cm i samma punkt ligger inom klass 3 i det norska bedömningssystemet.

Den kemiska analysen av sedimentet vid punkt 11_0432 visar att det innehåller mycket höga halter PAH och HCB som båda kan sorteras in i klass 5. PCB-halten är också hög och hamnar inom ramen för klass 4. Resterande ämnen hamnar i klass 1–3, där dioxinerna är den ämnesgrupp som förekommer i lägst kontamineringsgrad.

Tabell 1:6. Halter av organiska miljögifter i sedimentet i område B, Klingerfjärden. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå	Sum 11 PAH	HCB	Sum 7 dutch PCB	Total PCB	Sum HCH	Sum klordaner	Sum DDT	sum WHO-PCDD-F lb	sum WHO-PCDD-F ub	EOX
	(cm)	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS
06_0118	0–1	8000	21	8,3	55	1,8	0,22	1,7			
10_0068	70–80	6678	21	31	280	0,68	0,73	11			
10_0068	288–295	378	0,30	0,31	2,8		0,016	0,12			
11_0424	25–35	1400	120	7,6		0,1		1,92	0,023	0,025	
11_0427	10–20	9700	140	59		<3		4,8			
11_0427	25–30								0,067	0,067	
11_0430	10–20	9800	280	59		<4		2,3			
11_0430	30–40	21000	78	26		0,54		3,01			
11_0432	13–22	75000	1,6	5		<0,1		0,59	0,0064	0,01	
11_0422	15–20								0,017	0,021	
11_0442	20–30	9100	2,4	11		<0,1		0,82	0,048	0,052	
11_0442	520–530										<1000

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

I fiberbanken norr om Wifstavarvs Bruk har ett prov tagits för analys av organiska ämnen. I punkt 11_0442 har sediment från tre nivåer valts ut för analys. Den ytligaste nivån, 15–20 cm, har enbart analyserats på dioxinhalten vilken är måttlig enligt de norska bedömningsgrunderna. Nivån under, 20–30 cm, har analyserats på flertalet ämnen och analyserna visar att halterna av PAH och HCB är mycket höga, i klass 5. Halten av PCB är också hög, inom klass 4, medan HCH, DDT och dioxin har halter inom klass 3. Den djupaste nivån från vilken sediment från punkten har analyserats ligger på 520–30 cm och den har enbart analyserats på extraherbara organiska halogener. Resultaten från denna analys visar ett värde på <1 000 µg/kg torrsubstans, vilket betyder att den samlade mängden halogener understiger värdet, vilket får anses vara ett ganska lågt värde i sammanhanget.

Diskussion

Område B är till ytan det största undersökta området inom projektet. Ett flertal massaindustrier har legat runt Klingerfjärden och det är inte förvånande att fiberbankar och fiberrika sediment har identifierats på ett flertal platser. Den absoluta högsta föroreningsgraden av kvicksilver inom hela projektet har påträffats i område B.

Sedimenten i området runt Östrand innehåller höga halter av kadmium och kvicksilver. Sedimentet längst inne i Skönviken innehåller mycket höga halter kvicksilver. Hela det fiberrika området runt Östrand visar höga halter kvicksilver. Metallen har förmodligen sitt ursprung i kloralkalifabriken där kvicksilveranoder användes vid processen. I punkt 10_0068 har sedimentet analyserats på tre nivåer. Den lägsta nivån, 288–295 cm, uppvisar lägre koncentrationer av samtliga metaller än nivåerna 70–80 cm och 0–20 cm. Denna nivå i bottnen består inte av fibermaterial utan av postglacial lerig silt och är förmodligen inte påverkad av massaproduktionen i området (tabell 4). Det är dock svårare att se en sjunkande trend från nivån 70–80 cm till den ytligare nivån 0–20 cm. Detta kan eventuellt förklaras med att proven är blandprov där de mest kontaminerade nivåerna kan vara ”utspädda”. Å andra sidan består sedimentet på platsen till 100 % av fibermaterial som förmodligen innehåller stora mängder gas. Detta resulterar i att sedimentet förmodligen är omblandat och en eventuell naturlig koncentrationsgradient omöjlig att få till stånd. I fallet med de organiska miljögifterna är trenden densamma. Den lägsta nivån som analyserats, 288–295 cm, innehåller relativt låga halter medan nivån 70–80 cm innehåller höga till mycket höga halter. De höga halterna av PAH kan förmodligen, precis som på de flesta andra platser, länkas till förbränning av olika material för energiproduktion genom tiderna och den tidigare oförsiktiga hanteringen av bunker- och spillolja på fartygen som trafikerade området. Bristande hantering av PCB-haltig olja från transformatorer och hydraulsystem har visat sig vara en betydande faktor för spridning av ämnet till miljön i länet. De höga halterna av HCB kan med stor sannolikhet kopplas till de ämnen som användes vid kloralkaliprocessen. För Lindan och andra HCH-föreningar kan både tidigare timmerbesprutning och ”tratteffekten” genom diffust nedfall på trädens bark vara förklaringen till de höga halterna. Ytan på barken som timmerråvaran motsvarar är mycket stor vid massfabrikerna och flera av sågverken i länet. Denna kontaminerade barkyta bär med sig ett diffust nedfall av miljögifter som därigenom samlas till en punkt, en fabrik, som får funktionen av en ”tratt” (Olsson m.fl. 2005). Processen med barkning och överskottsbark har under flera decennier skett med öppen hantering vid fabrikerna, vilket ökat miljögifternas rörlighet och underlättat spridning till vattenområdet.

Fiberbanken norr om Wifstavarfs Bruk uppvisar höga halter av främst PAH och HCB i massamaterialet på nivån 20–30 cm. Enligt den dokumentation som finns om platsen är dioxin den huvudsakliga föroreningen från de gamla processerna. De höga PAH-halterna kan delvis förklaras av kolning och hantering av tjära på platsen. Trärester kolades i ett tiotal milor på området. Ett antal sågverksbränder är också dokumenterade vilka också potentiellt sett skulle kunna vara en

bidragande faktor till de höga PAH-halterna. Den bristfälliga hanteringen av bunker- och spillolja kan också vara en bidragande faktor för kontamineringsgraden av PAH. De relativt höga halterna av PCB kan, precis som vid Östrand, härledas till den allmänt bristfälliga hanteringen av PCB-haltig olja från elektrisk utrustning på bruksområdet. Av de undersökningar som gjorts på land i Wifstavarv (Swepro 2008) framkommer att landmassorna inte är nämnvärt kontaminerade av tungmetaller, vilket också verkar stämma i sedimenten.

OMRÅDE E, SVARTVIKSFJÄRDEN

Det prioriterade området E är det sydligaste i projektet och innefattar hela Svartviksfjärden och södra delen av Draget. Områdets är ca 4,8 km^2, sträcker sig i nord–sydlig riktning och avgränsas i söder av ön Sandslån. Ljungan har sin mynning i södra delen av Svartviksfjärden. De hydroakustiska mätningarna av området utfördes år 2010 då även sex av de totalt tio provtagningarna gjordes (tabell 1:7). Linjetätheten vid mätningarna var 100 m (fig. 1:14). År 2011 kompletterades undersökningarna med fyra provtagningar (tabell 1:7).

Historiskt sett har ett flertal fabriker av olika slag legat runt fjärden. Tre av dessa fabriker har gett upphov till fiberutsläpp: Svartvik, Essvik och Nyhamn. Utöver dessa tre har ett flertal kemiska industrier varit förlagda runt fjärden och bidragit med stora utsläpp av kemikalier. Inom detta område har även sediment som inte synbart innehåller träfibrer, utanför Stockvik, analyserats på dess innehåll av metaller och organiska miljögifter.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Enligt SGUs maringeologiska kartläggning består huvuddelen av fjärdarnas bottenyta av postglacial lera. Längs strandlinjen förekommer morän, sand och kristallint berg i bottenytan (fig. 1:15). Det var svårt att hitta riktiga ansamlingar av fibermassa i område E. Sedimenten är dock på flera håll mycket förorenade och starkt påverkade av antropogen aktivitet. Utanför Stockviks norra område (fig. 1:14. 1:15 och 1:16) är sedimenten geologiskt oidentifierbara och väldigt förorenade.

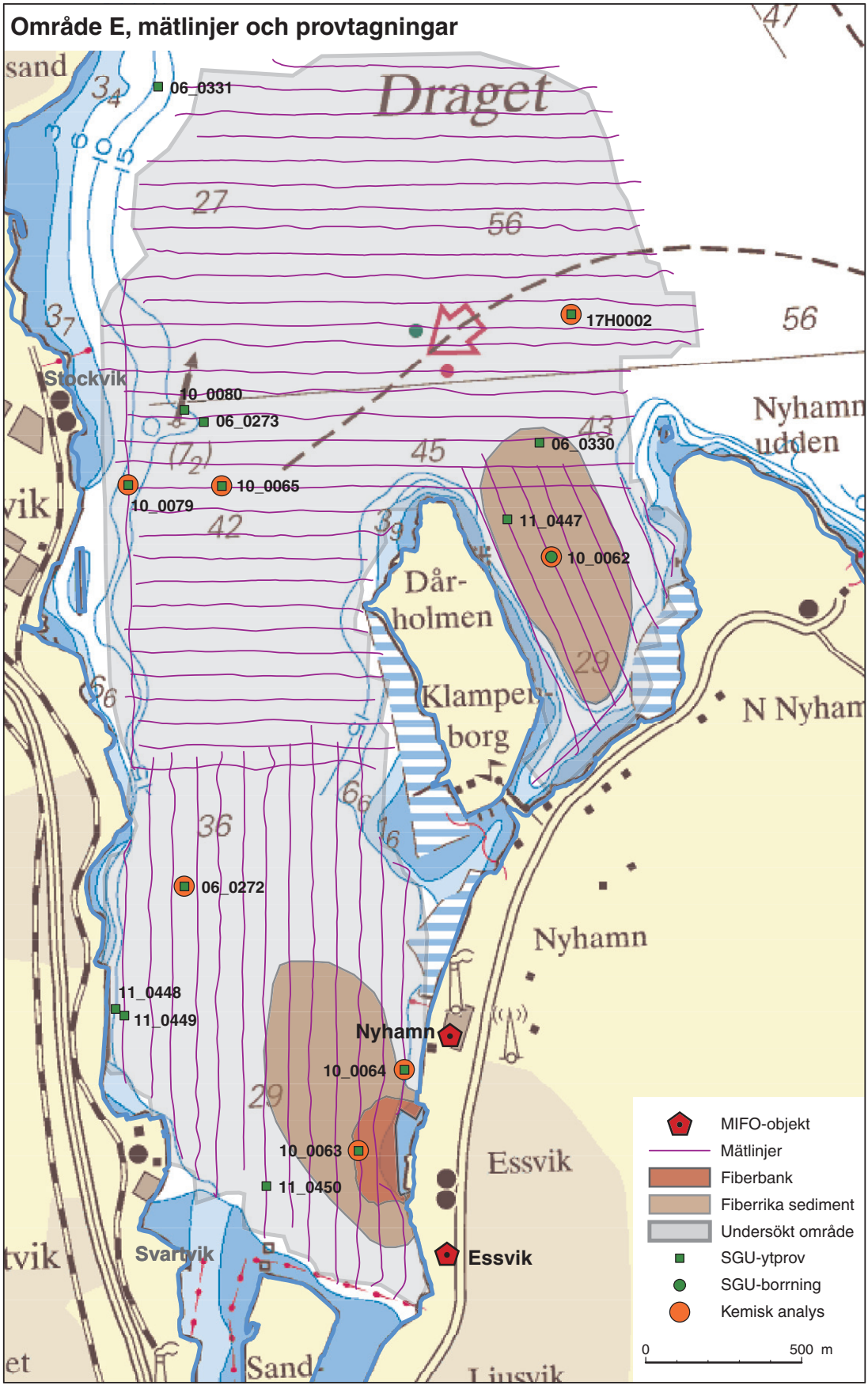
Tabell 1:7 Sedimentprovtagningar utförda i område E, Svartviksfjärden. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

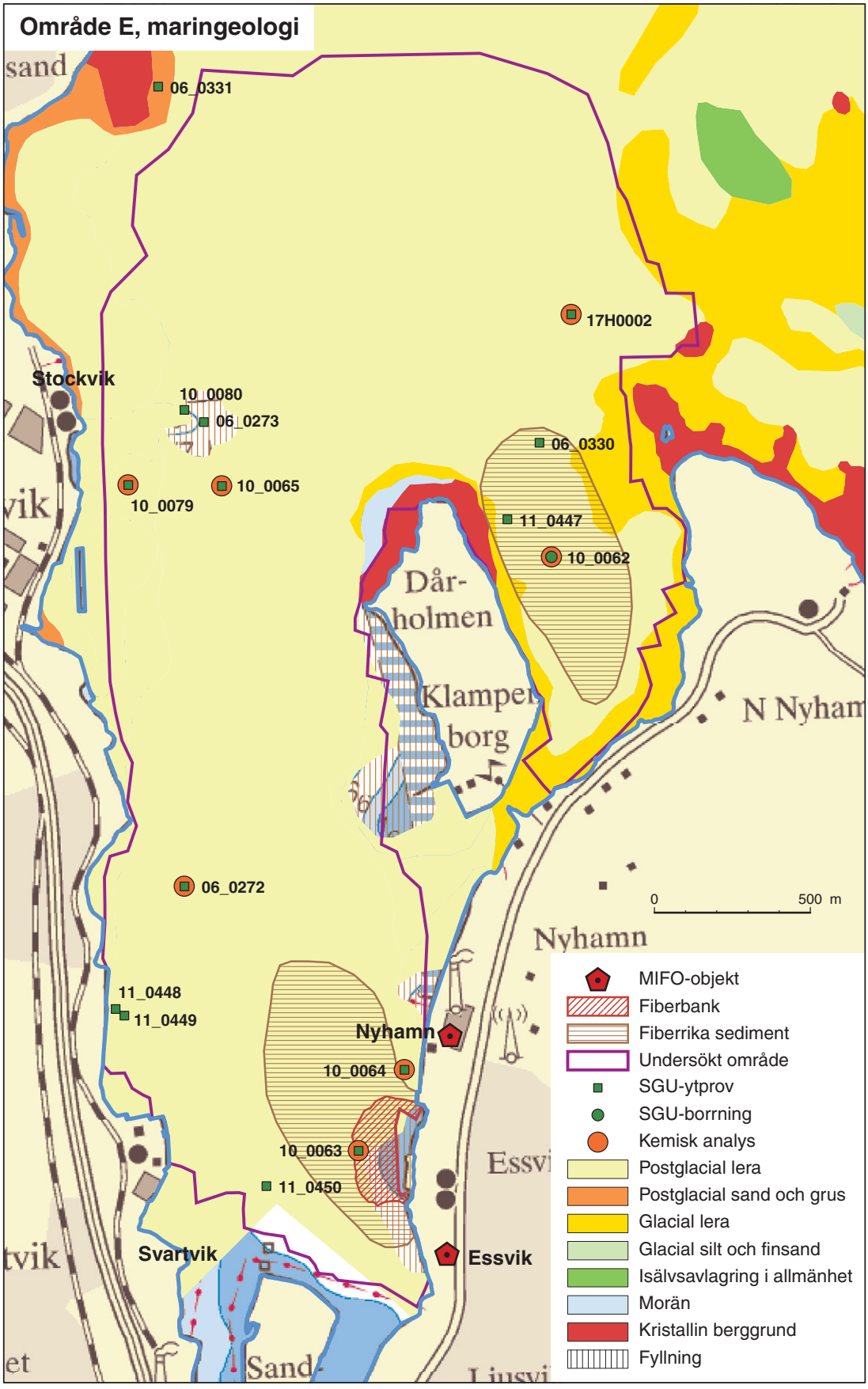
Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
17H0002	6914441	624364	Geminilod	54,9	Postglacial gyttjelera	K, Cs
06_0272	6312626	623123	Geminilod	27,3	Postglacial gyttjelera	K, Cs
10_0062	6913682,3	624301,1	Vibrohammarlod	29,7	Fibrer Postglacial gyttjelera Fibrer Postglacial gyttjelera Fibrer Postglacial gyttjelera Postglacial gyttjelera	K
10_0063	6911778,4	623681,9	Stötlod	22,9	Postglacial siltig gyttjelera Cellulosa	K
10_0064	6912038,6	623829,1	Stötlod	13,6	Postglacial gyttjelera Postglacial silt	K
10_0065	6913909,9	623243,7	Stor gripskopa	43,2	Postglacial gyttjelera	K
10_0079	6913913,1	622942,9	Geminilod	12,7	Postglacial lergyttja	K
10_0080	6914154,1	623123,1	Geminilod	17,1	Antropogen avsättning	
11_0447	6913799,9	624159,2	Stor gripskopa	34,6	Bark och vedrester Postglacial gyttjelera	
11_0448	6912230,6	622902,9	Stor gripskopa	10,7	Bark och vedrester Postglacial siltig lera	
11_0449	6912209,0	622930,5	Bottenobservation	13,8	Timmer	
11_0450	6911662,8	623386,1	Stor gripskopa	21,6	Postglacial gyttjelera Postglacial gyttjig finsand Bark och vedrester	

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.

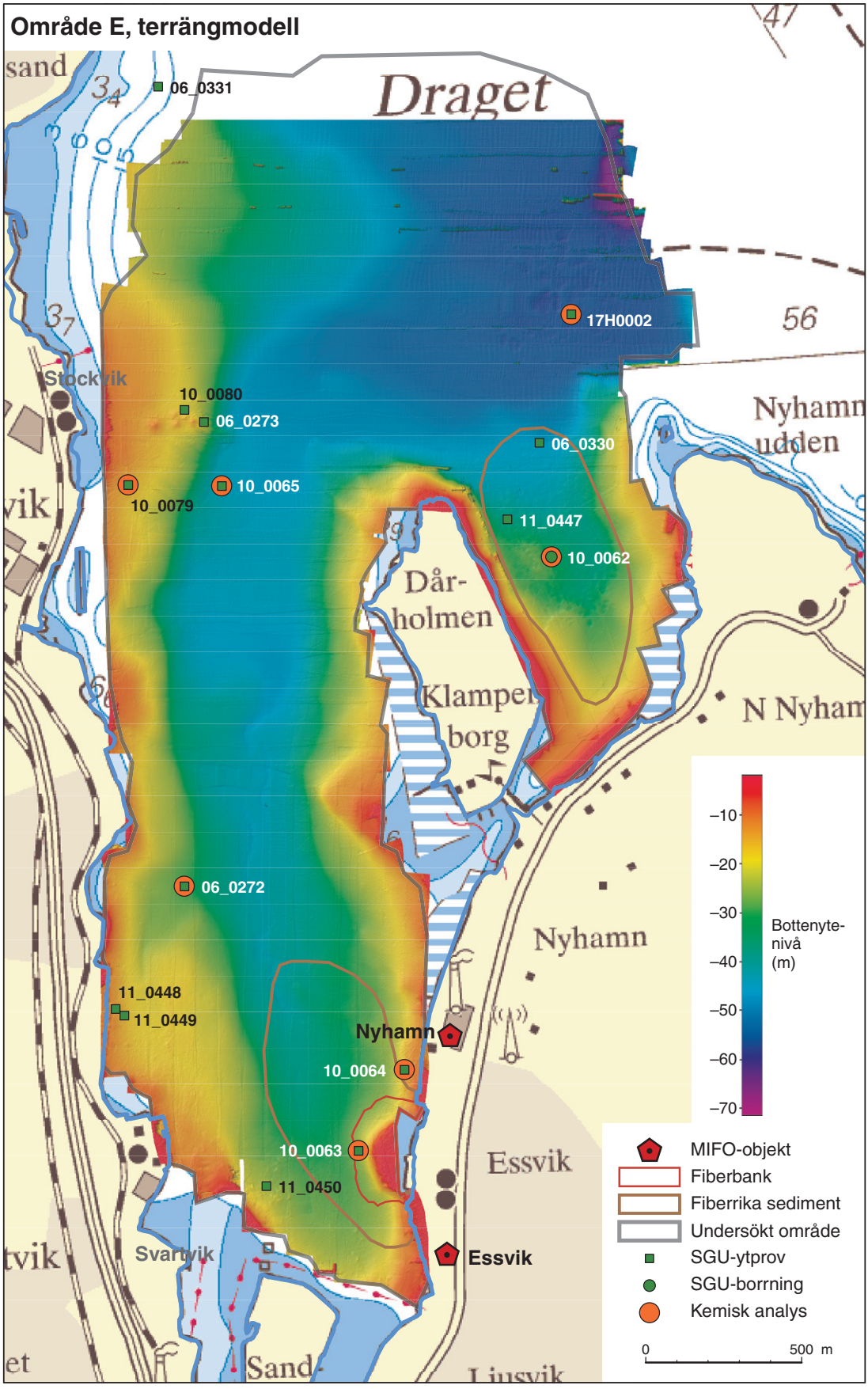
Figur 1:14. Undersökningsområde E inkluderar största delen av Svartviksfjärden och täcker en yta av ca 4,8 km^2. Område E undersöktes under 2010 och 2011. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med en täthet på ca 100 m.

Område E, mätlinjer och provtagningar





Figur 1:15. Största delen av Svartviksfjärdens botten är täckt av postglacial lera. Längs kanterna finns glacial lera och blottat kristallint berg frameroderat på några ställen.



Figur 1:16. I terrängmodellen redovisas fiberbanken i utanför Essvik. Den är känd sedan tidigare och täcker en yta av ca 45 000 m².

En stark lukt av kemikalier kunde också skönjas i sedimenten i provpunkterna 10_0065, 10_0079 och 10_0080 (fig. 1:14, 1:15 och 1:16). För sedimentbeskrivningar se Bilaga 2.

De undersökta bottnarna norr om Svartvik, punkterna 11_0448 och 11_0449 (fig. 1:14, 1:15 och 1:16), har stora mängder timmer och brädor i ytan. Sedimentet under är reducerat med inblandning av vedrester. Inga träfibrer återfanns (Bilaga 2). I provpunkten norr om Sandslån, 11_0450, visade inte sedimentet några tecken på föroreningar. Det var dock uppblandat med vedbitar och bark.

Utanför Essviks industriområde vid fjärdens östra strand finns en sedan tidigare känd fiberansamling (fig. 1:14, 1:15 och 1:16). Prover har tagits utanför ansamlingen för att få en bild av hur långt den sträcker sig. Banken konstaterades ha en större utsträckning än tidigare beräknat och täcker en ungefärlig yta av 45 000 m^2. Fiberrika sediment sträcker sig en bit utanför fiberbanken och uppskattas täcka en yta av omkring 0,3 km^2. I punkten benämnd 10_0064, lite söder om Nyhamn, återfinns inga tecken på fiberackumulation och den verkar bara måttligt påverkad av antropogena utsläpp. Sedimentet karaktäriserades dock av hög torrsubstanshalt, vilket inte är optimalt för miljökontroll.

I viken mellan Dårholmen och Nyhamnsudden påträffades träfiberhaltigt sedimenten i punkt 10_0062. Här beräknas de fiberrika sedimenten täcka större delen av viken och ytan av sedimentet är beräknat till ca 0,3 km^2 (fig. 1:14, 1:15 och 1:16).

Föroreningshistoria och situation

I stort sett hela den östra strandlinjen mellan Essvik och Nyhamn har skapats genom successiv utfyllning i Svartviksfjärden. Utfyllningsmassorna består av bygg- och industriavfall, bark, träfibrer, kisaska och sprängsten. Tjockleken på utfyllningarna uppgår som mest till 5 m.

I området mellan Essvik och Nyhamn vid Ljungans mynning, söder om Sundsvall, har sedan mitten av 1800-talet verksamheter såsom sågverk, cellulosaindustri och andra kemitekniska industrier bedrivits. Essviks sulfitmassafabrik grundades 1900 och drevs fram till nedläggningen 1967. Efter detta fortgick framställningen av flytande svaveldioxid med kiser som råvara fram till 1976. I början av 1980-talet revs samtliga industribyggnader och rivningsmassorna spreds ut över fabriksområdet (Björinger & Pyyny 2008).

Norr om Nyhamns industriområde fanns fram till år 1917 ett sågverk. Detta sågverk blev upphovet till att det strax söder därom anlades en sulfitmassafabrik i Nyhamn som drevs mellan år 1908 och 1943. Därefter övergick produktionen till kemiteknisk framställning av cellufix, viskossvamp och monoklorättiksyra och mindre volymer av andra kemiska produkter. All tillverkning lades ner 1984 och fabriksområdet är nu herrelöst (abandonerad) efter senaste ägarens konkurs.

Innanför den redan kända fiberbanken vid Essvik ligger två potentiella föroreningsplatser, Essviks kisaskedeponi och Essviks industritipp. Tidigare undersökningar av fiberbanken visar på en mäktighet på mellan 5 och 20 m och en total volym på runt 395 000 m^3. Kisaska förekommer i hela den undersökta delen och medför höga halter av arsenik, bly och koppar (Björinger & Pyyny 2008). Undersökningarna visar också på en bättre föroreningssituation i de ytligaste skikten av ackumulationen än i de djupare delarna.

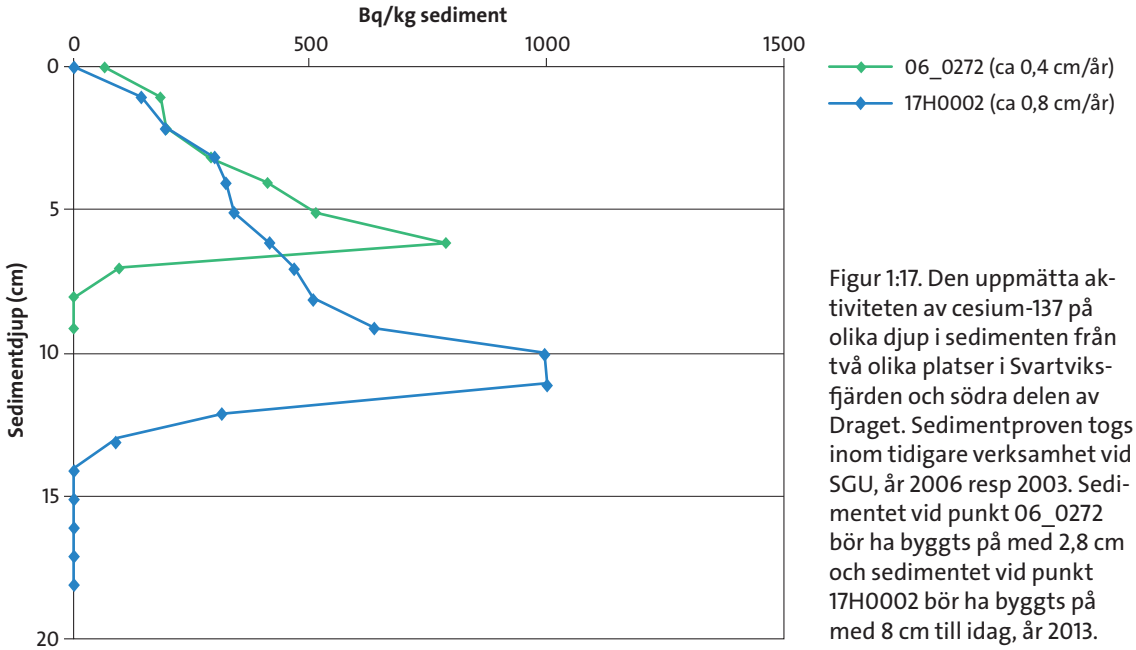
Längs Svartviksfjärdens västra strand har ett antal fabriker under årens lopp varit i drift. Längst i söder låg Svartviks sulfitmassafabrik på ett område som från början inhyste två sågverk. Redan år 1873 anlades det södra sågverket och år 1877 det norra. Efter en brand i södra sågverket år 1906 grundades året därpå en sulfitmassafabrik som under 1920-talet byggdes ut och blev ”flaggskeppet” i Svenska Cellulosa Aktiebolagets koncern. Det norra sågverket byggdes ut under 1930-talet men lades slutligen ned 1942. I lokalerna drevs det sedan en trähusfabrik fram till 1954. Vid det norra sågverket kom pentaklorfenol att användas för impregnering av virke mot blånadssvamp. Senare visade sig att detta orsakat spridning av dioxiner i området eftersom dessa förekom som teknisk förorening i pentaklorfenolen. Vid sulfitmassafabriken anlades år 1937 ett blekeri och

huvudprodukten vid fabriken blev därefter tillverkning av viskosmassa och inom kort även andra ädelcellulosakvaliteter. År 1937 anlades också en stor kolgård inom området för att förse flera av de kringliggande fabrikerna med bränsle. Den redan år 1917 anlagda sulfitspritfabriken hamnade i malpåse efter första världskriget, men startades upp på nytt 1930. Vid denna fabrik kom även en särskilt framtagen foderjäst att produceras. Under stor del av tiden som sulfitmassafabriken var i drift användes svavelkis som råvara för produktionen av kokarvätskan. Resterna efter kisrostningen, i form av tungmetallhaltig kisaska, kom därigenom att förorena industriområdet i stor omfattning. Sulfitmassafabriken lades ned år 1974 (Valeur 1997).

Norr om Svartviksfabriken återfinns industriområdet Stockvik vilket har inhyst olika typer av industri, men ingen pappers- eller massaproduktion. Stockviks industriområde kan förknippas med föroreningar som nitrilerade fettsyror, dinoseb, dodecylguanidinacetat, organiskt kvicksilver, natriumcyanid, hexaklorbensen, dioxiner, grafitslam, sot, kalk, klorat samt tungmetallerna sexvärt krom, elementärt kvicksilver, kvicksilverklorid och nickel. Industrin har dock inte gett upphov till några fiberbankar.

Sediment valda för miljöanalys

Sedimenten i Svartviksfjärden och södra delen av Draget har analyserats på metaller vid två tillfällen innan starten av detta projekt. Första gången var år 2003 då SGU utförde bottenundersökningar i området i samband med ett uppdrag. Vid punkt 17H0002 provtogs vid tillfället sedimenten som bestod av reducerad postglacial gyttjelera mellan 0 och 30 cm. Provet togs med Geminilod och kärnan sektionerades upp och analyserades ombord på aktiviteten av cesium-137. Resultatet av analysen ger en sedimentackumulationshastighet på nästan 0,8 cm per år på 54,9 m djup (fig. 1:17). Från denna plats skickades även ytsedimentet (0–1 cm) in för analys av metaller. Andra gången Svartviksfjärden provtogs var i samband med SGUs maringeologiska kartläggning av Sundsvallsområdet år 2006. Vid detta tillfälle utfördes en miljöprovtagning vid punkt 06_0272. Provtagningen gjordes med Geminilod och en analys av cesium-137 gjordes på samma sätt som vid föregående undersökning. På denna plats ackumuleras sedimentet på 27,3 m djup med en ungefärlig hastighet av 0,4 cm per år (fig. 1:17).



Figur 1:17. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimenten från två olika platser i Svartviksfjärden och södra delen av Draget. Sedimentproven togs inom tidigare verksamhet vid SGU, år 2006 resp 2003. Sedimentet vid punkt 06_0272 bör ha byggts på med 2,8 cm och sedimentet vid punkt 17H0002 bör ha byggts på med 8 cm till idag, år 2013.

I Svartviksfjärden–Draget har sediment från fem punkter analyserats med avseende på metaller eller organiska miljögifter eller båda dessa. I punkt 10_0062, i viken mellan Dårholmen och Nyhamnsudden, har sediment från en kärna tagen med vibrohammarlod tagits ut. Ett blandprov togs från ytan, 0–40 cm, och ett togs längre ner i de fiberrika lagren i sedimentkärnan på nivån 300–305 cm. Metaller har analyserats på ett blandprov från nivån 0–20 cm från punkt 10_0063, belägen i fiberbanken. Inga organiska miljögifter är analyserade i fiberbanken på grund av att den redan är väl undersökt och dokumenterad. I provpunkt 10_0064 har två prov analyserats från en sedimentkärna provtagen med gravitationslod, 15–20 cm och 49–53 cm. Två provpunkter, 10_0079 och 10_0065, är belägna utanför Stockvik där sedimenten inte är påverkade av fiberutsläpp. Sedimenten på provplatserna var dock så förorenade och unika i sin textur att den kemiska statusen även här är mycket intressant.

Metaller

Provtagningen vid punkt 17H0002 visar avvikande höga halter av arsenik och kvicksilver som båda hamnar inom klass 4 (tabell 1:8). Resterande metaller kan sorteras in i klass 1–3. Vid miljöprovtagningen från år 2006, vid punkt 06_0272, är det bara kvicksilver som avviker något men den hamnar endast inom ramen för klass 3. Resterande ämnen avviker inte nämnvärt från bakgrundshalten.

Metallhalterna i sedimenten mellan Dårholmen och Nyhamnsudden (10_0062) är låga både i ytprovet och längre ner i sedimentet. Halterna håller sig inom intervallerna för klass 1–3. Koncentrationerna av koppar och kvicksilver är högst, inom klass 3, i sedimentet från den djupare delen i kärnan 300–305 cm.

De absolut lägsta metallhalterna har uppmätts i punkt 10_0063. Samtliga halter liggen inom klass 1, ingen avvikelse från bakgrundsvärdet. Punkten 10_0064 norr om 10_0063 uppvisar något högre halter av metaller i ytsedimenten. Koppar och kvicksilver ligger inom klass 3 respektive 4. Längre ner i sedimentet, mellan 15 och 20 cm, är halterna lägre igen. Koppar och kvicksilver ligger inom klass 2, resterande metaller ligger inom klass 1. I punkt 10_0065 utanför Stockvik är metallhalterna i sedimentet på nivån 0–40 cm låga. Kvicksilver är det enda ämnet som uppvisar stor avvikelse från bakgrundshalten. I punkt 10_0079 på 10–11 cm är halten kvicksilver mycket hög, i klass 5. Halterna av ämnet på platserna 10_0064 (0–2cm) och 10_0065 är också höga.

Tabell 1:8. Metallhalter i sedimenten i område E, Svartviksfjärden och södra Draget. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå cm	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
17H0002	0–1		38,5	0,471	14,4	88,6	22,8	0,322	25,8	18,5	94,2	132
06_0272	0–1		8,17	0,152	10,1	72,5	25,5	0,108	23,9	23,1	64	83,5
10_0062	0–40	50,3	5,8	0,198	9,15	24,5	24,5	0,0685	23,2	15,8	32,9	70,3
10_0062	300–305	37,1	5,3	0,125	6,23	39	45,4	0,141	20,4	12	22,2	66,8
10_0063	0–20	57	3,39	0,118	8,49	29,8	14,1	<0,04	18,8	8,13	35,6	66,1
10_0064	0–2	51,5	11	0,299	12	33,4	33,1	0,3	25,6	32,2	41,4	112
10_0064	15–20	56,3	5,91	0,146	10,3	34,2	23,7	0,0491	22,3	19,9	41,5	71,2
10_0064	49–53	70,2	2,54	0,0651	8,72	30,6	13,1	<0,04	19,1	6,24	36	49,5
10_0065	0–40	40,6	5,31	0,372	1,98	10,8	19,6	0,54	7,81	14,6	13,2	38,7
10_0079	10–11	34,9	6,79	0,501	5,55	29	35,5	1,81	18,3	41,4	29,1	133

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Organiska miljögifter

Från miljöprovtagningen år 2006 framkommer att ytsedimentet då var kontaminerat med framför allt PAH och HCB (tabell 1:9). Resterande ämnen visar också höga halter, inom klass 4. Undantaget är DDT som kan sorteras in i klass 3. Sedan år 2006 bör sedimentet ha pålagrats med ytterligare ca 2,5 cm vilket medför att situationen kan se annorlunda ut idag.

De organiska miljögifterna påvisas i höga halter på samtliga platser i Svartviksfjärdens och södra Dragets provpunkter, utom vid punkt 10_0064 där ingen av halterna överstiger klass 3. Undantaget är PAH vars värden ligger inom klass 4 på sedimentnivån 15–20 cm i denna provpunkt. I punkt 10_0062 mellan Dårholmen och Nyhamnsudden återfinns den högsta kontamineringsgraden i undersökningsområdet. Här ligger halterna inom klass 3–5. Halten av PAH är större i ytan än längre ner i sedimentet vid 300–305 cm, medan halterna av HCH och klordaner är högre i det djupare provet. Koncentrationen av HCB är mycket hög, i klass 5, i båda sedimentnivåerna. Dioxinhalten i provet hamnar inom klass 1 enligt de norska bedömningsgrunderna. Även vid punkt 10_0065, utanför Stockvik, är halterna av de analyserade organiska miljögifterna generellt sett höga. PAH, HCB och klordaner ligger inom klass 5 och resterande ämnen inom klass 4. Dioxinhalten i sedimentprovet är dock låg och hamnar inom ramen för klass 1. Den stora mängden och variationen av kemikalier som använts i de olika fabrikerna runt fjärden gör det svårare att avgöra ursprunget för de olika miljögifterna.

Diskussion

I området har bara en fiberbank kunnat identifieras. Denna bank ligger utanför Essvik och är känd sedan tidigare. I denna undersökning har dock bankens utbredning visat sig vara större än tidigare befarat. Halterna av tungmetaller i utkanten av fiberbanken är förhållandevis låga här. Även norr om fiberbanken, i punkt 10_0064, är tungmetallhalterna relativt låga. Samma sak gäller de organiska miljögifterna som analyserats i punkt 10_0064. Kontamineringsgraden är förhållandevis låg i båda nivåerna. Undantaget är PAH som visar höga halter i den ytligare delen av sedimentet. PAH kan komma från Nyhamnsfabriken där det har påvisats höga halter inom industriområdet. Fiberbanken utanför Essviks fabriksavlopp har, i tidigare undersökningar, visat sig innehålla stora mängder kisaska med höga halter av arsenik, bly, koppar och zink. Strömmarna i området är starka så nära Ljungans estuarium vilket medför att de tunga metallerna har kunnat transporteras nära land och orsaka förhöjda halter av metaller i sedimenten längs strandlinjen. Spridning i vattenmassan har kunnat påvisas genom analys av sedimenterande partiklar i vattenmassan (seston) fångade i sedimentfällor. Metalltransport har också påvisats i grundvatten inom Essviks–Nyhamns

Tabell 1:9. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område E, Svartviksfjärden och södra Draget. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå cm	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	TotalPCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klordaner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
06_0272	0–1	12000	1,4	4	27	0,56	0,1	0,53		
10_0062	0–40	4024	10	110	990	0,62	0,069	6,2	0	0,0025
10_0062	300–305	2280	3,7	18	170	9,2	0,090	1,7		
10_0064	15–20	1544	<0.03	0,63	5,8		0,040	0,049		
10_0064	49–53	69	0,022	0,18	1,7					
10_0065	0–40	10008	7,4	4,2	38	2,4	0,33	1,4	0,00076	0,0025

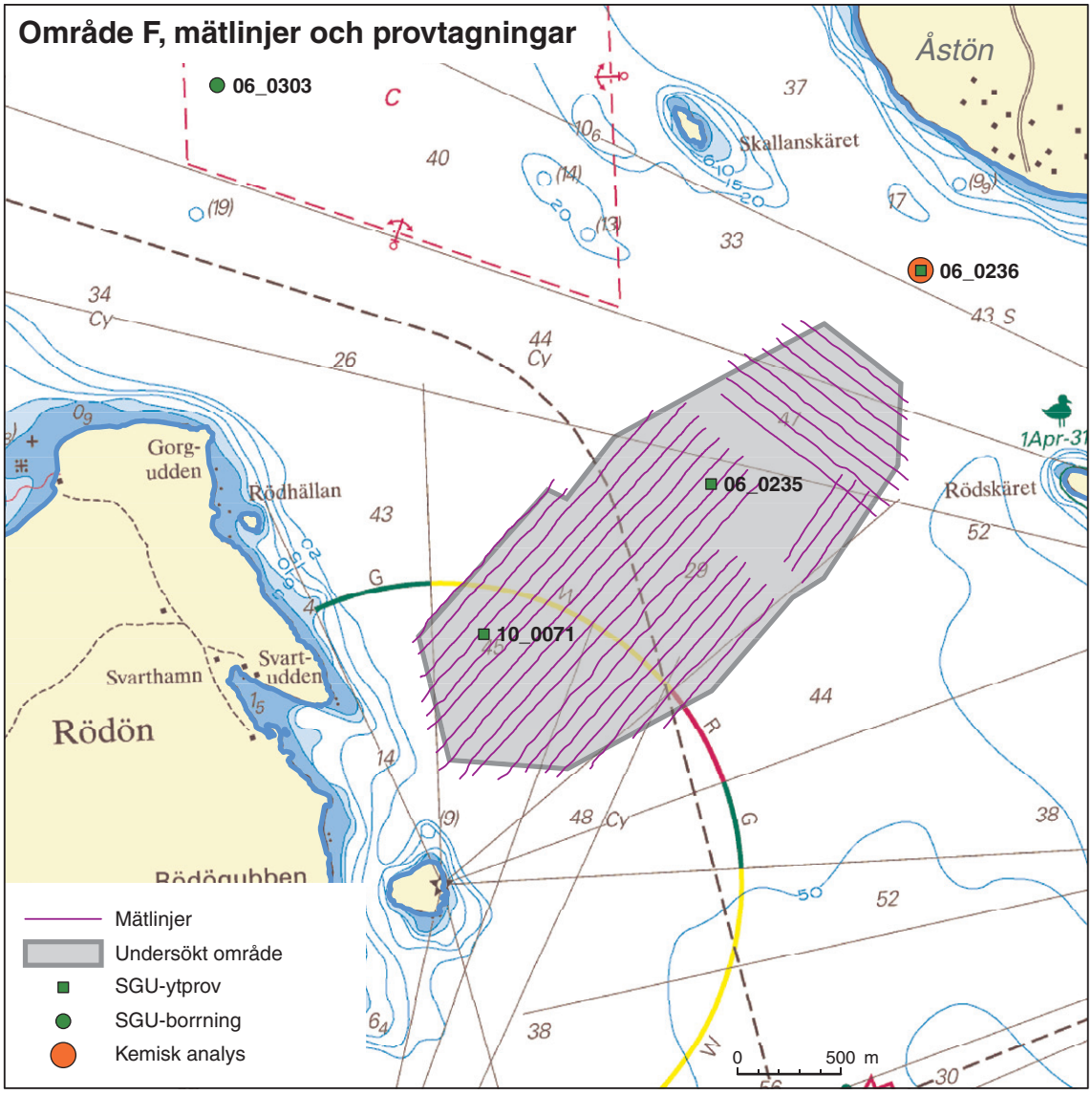
Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

industriområde. Eftersom proverna från 10_0063 och 10_0064 har högt minerogent innehåll och lågt innehåll av organiskt material är dessa sediment mindre lämpade för spårning av organiska miljögifter. Genom analys av snäckor som lever utmed kajerna till området har läckage av PCB avslöjats från Essviks industritipp och från en med PCB och dioxiner kraftigt förorenad byggnad inom Nyhamnsfabrikens område.

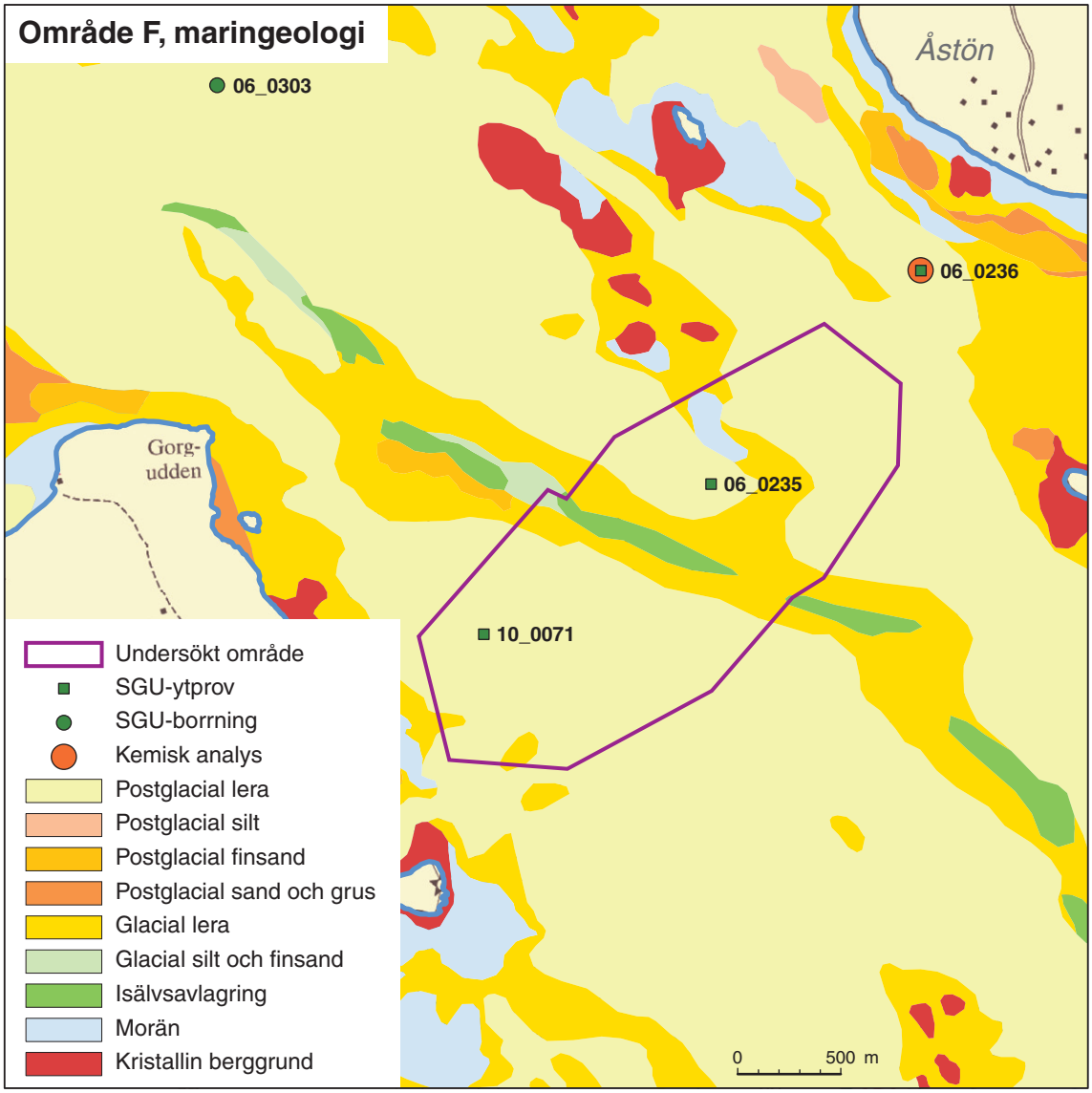
Det stora antalet industrier med varierande verksamheter har gett upphov till stora mängder föroreningar i fjärden. De högsta föroreningsgraderna återfinns, inte helt oväntat, utanför Stockviks industriområde. Här är halterna av kadmium, kvicksilver och samtliga organiska miljögifter höga. Enligt den dokumentation som gjordes vid inventeringen av Stockviks industriområde kan samtliga ämnen förekomma i området. Det är också möjligt att de höga halterna organiska miljögifter i det fiberrika sedimentet mellan Dårholmen och Nyhamnsudden kommer från Ortviken och Tunadal, eftersom en stor mängd muddermassor därifrån har dumpats i Dårholmsviken på 1980-talet.

OMRÅDE F, OST RÖDÖN

Öster om Rödön, ligger område F. Området har en yta av 2,7 km^2 och har undersökts både hydroakustiskt och med sedimentprovtagning år 2010. De hydroakustiska mätningarna gjordes i transekter med en täthet på omkring 50 m (fig. 1:21). Den maringeologiska kartan visar att området delas i mitten av en åsrygg. Sydväst om ryggen är bottnen täckt av postglacial lera och nordost om ryggen av postglacial lera, glacial lera och morän (fig. 1:22). I den batymetriska modellen kan ryggen tydligt skönjas i mitten av bilden (fig. 1:23). Inga fiberbankar eller fiberrika sediment kunde identifieras inom område F. Två prov är tagna inom området (tabell 1:13). Den nordligaste av de två provpunkterna togs i samband med SGUs maringeologiska kartläggning av norra Bottenhavet år 2006. Den sydligaste togs i samband med detta projekt. Inga prover har skickats på analys.



Figur 1:21. Undersökningsområde F ligger öster om Rödön och täcker en yta av 2,7 km^2. Område F undersöktes under år 2010 då de hydroakustiska mätningarna och sedimentprovtagningen utfördes. De hydroakustiska mätningarna gjordes i transekter på omkring 50 m.

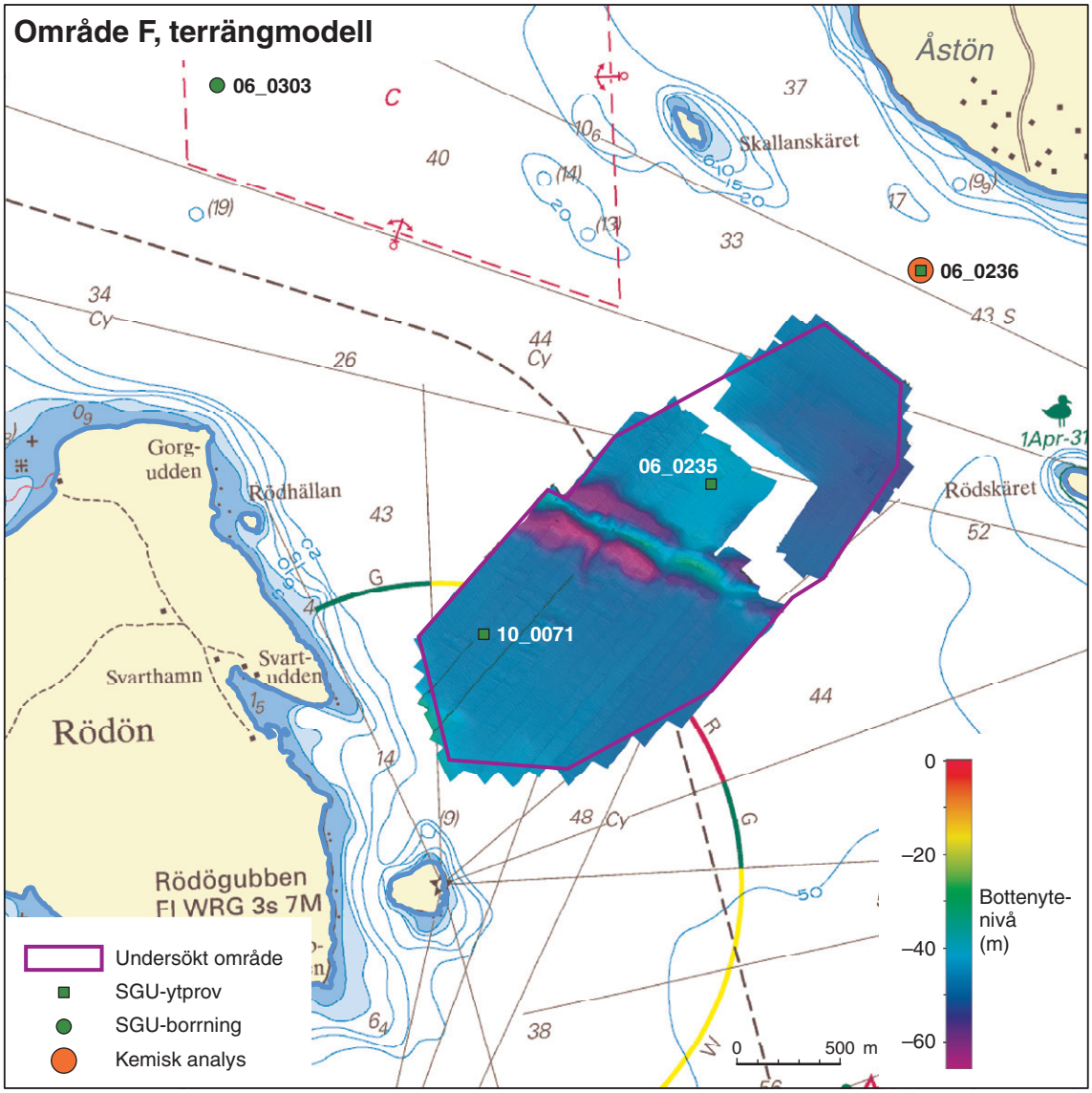


Figur 1:22. Största delen av bottnen i område F består av postglacial lera. I mitten av området sträcker sig en isälvsavlagring i nordväst–sydostlig riktning. Längs isälvsavlagringens branter ligger glacial lera blottad.

Tabell 1:13. Sedimentprovtagningar utförda i område F, ost Rödön.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd
06_0235	6921557	635891	Stötlod	38,8	Postglacial lergyttja Postglacial lera Glacial lera
10_0071	6920828,1	634787,8	Stötlod	44,6	Postglacial gyttjelera

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:23. Terrängmodellen åskådliggör tydligt åsens upphöjning i området.

OMRÅDE G, ALNÖSUNDET

Det undersökta området i Alnösundet är omkring 1 km^2 i omfattning och sträcker sig mellan Johannedal på västkanten och Gustavshamn på Alnön. Område G undersöktes år 2010 då både mätning med hydroakustiska mätmetoder och provtagning utfördes. Mätningarna gjordes med en linjetäthet på 150 m (fig. 1:18). Två prover togs i området (tabell 1:10).

I området finns två potentiella källor till fiberutsläpp: Johannedals sågverk och Gustafshamns sågverk (fig. 1:18, 1:19 och 1:20). Inga fiberbankar eller fiberrika sediment har kunnat ringas in i området, men fiberrika sediment har påträffats i en punkt.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Ytsedimenten i det prioriterade området i Alnösundet består till största delen av postglacial lera. Längs sundets västra kant och i den södra delen av området ligger glacial lera och längs den östra kantens sydligaste del ligger ett smalt stråk av morän (fig. 1:19). Ett stort sedimentskred har inträffat vars skredärr sträcker sig ca 1 km längs den västra strandkanten och vars skredmassor har lagt sig ut mot mitten av sundet (fig. 1:20).

I Alnösundet har ingen fiberbank påträffats. Sedimentet i den östligt belägna provtagningspunkten består till stor del av bark och barkflisor. Detta material kommer förmodligen från timmerupplag som legat längs strandlinjen. Den västliga provpunkten består dock av lera med högt fiberinnehåll ner till omkring 30 cm i sedimentet. Därunder ligger en postglacial gyttjelera på glacial varvig lera (Bilaga 2). Det hydroakustiska dataunderlaget har inte kunnat användas för att visa utbredningen av de fiberrika sedimenten och endast ett sedimentprov är taget på platsen. Detta medför att man inom område G inte har haft möjlighet att avgränsa något område med fiberhaltiga sediment.

Föroreningshistoria och situation

I områdets västra kant har Johannedals sågverk (MIFO F2281-0030) varit i drift mellan år 1884 och 1981. Sågverket utökades med en wallboardfabrik 1927 då sågen även moderniseras för att öka kapaciteten. År 1938 utökades företaget med en trähusfabrik. År 1940 utbröt en stor brand i området och stora mängder leveransklar ankarboard förstördes. Efter branden ersattes boardfabriken med en plywoodfabrik som på grund av råvarubrist lades ner 1954–1956. Även hus- och snickerifabriken lades ner vid samma tillfälle. Mellan åren 1956 och 1976 bytte sågen ägare två gånger. All tillverkning lades ner 1981. Det är inte fastställt att milor har förekommit i Johannedal men kol har förmodligen ändå hanterats på platsen och det är troligt att rester av detta kan finnas i form av kolrester, aska och PAH. En timmerbassäng har funnits i anslutning till området. Bassängen har fyllts ut med rivningsmassorna från boardfabriken. Det finns muntliga uppgifter om att även slam från slamsugningsbilar har tömts i bassängen. Detta slam innehöll med stor sannolikhet oljeprodukter från oljeavskiljare. Andra föroreningar som kan förkomma på platsen är pentaklorfenol som enligt muntliga källor har använts för träimpregnering de sista åren innan sågen lades ner. Arsenik har också använts i små mängder vid impregneringen. Processvattnet från board- och plywoodfabrikerna har förmodligen släppts ut orenat till recipienten.

Tabell 1:10. Sedimentprovtagningar utförda i område G, Alnösundet. Typ av analys: K = kemisk analys.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
10_0066	6925194,3	623899,5	Stor gripskopa	17,3	Postglacial gyttjelera Fiberbank	K
10_0067	6925280,6	623493,5	Stötlod	17,2	Gyttja Postglacial gyttjig finlera Glacial varvig lera	K

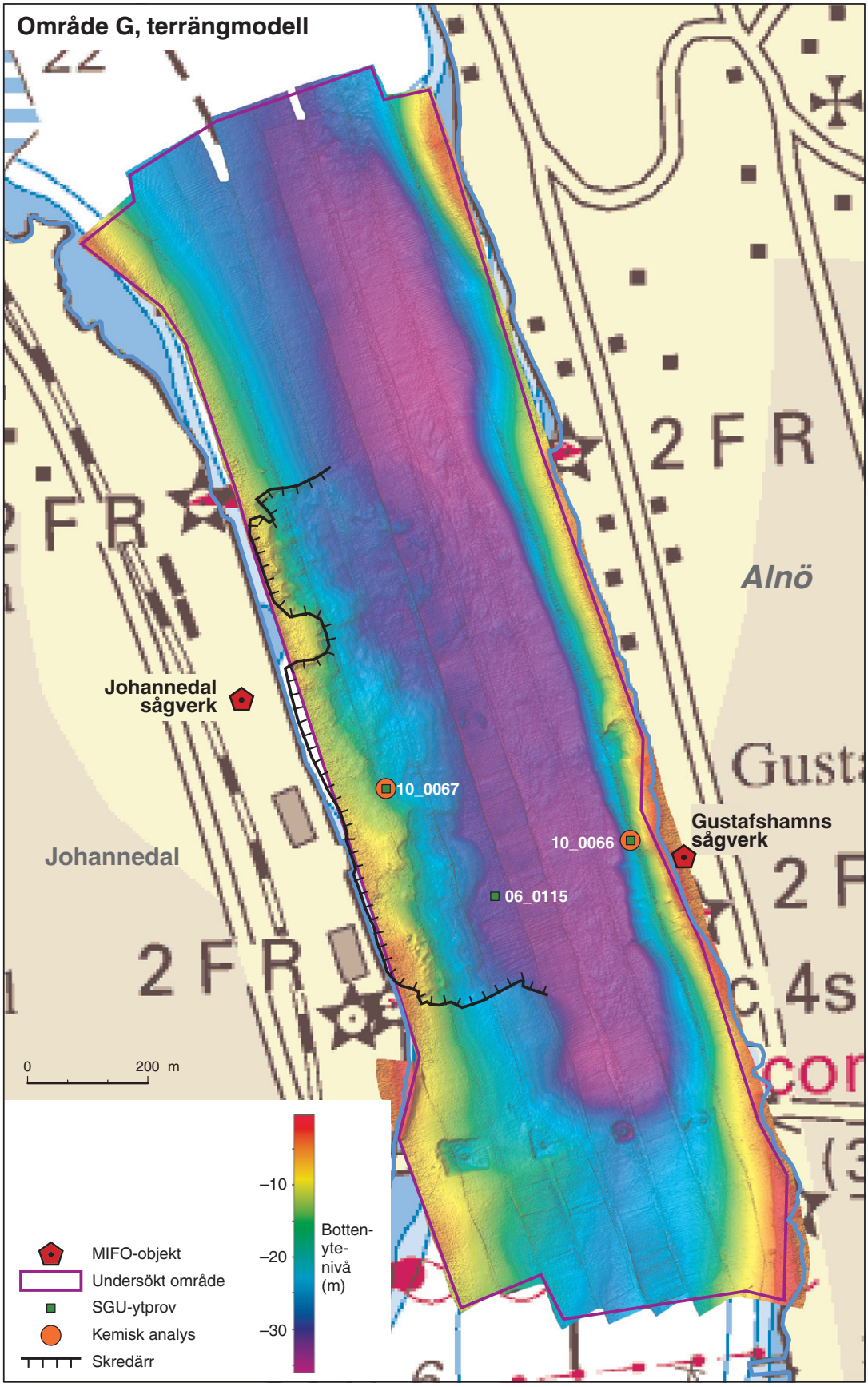
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:18. Undesökningsområde G är beläget i Älnösundet och täcker en yta av ca 1 km². Området undersöktes år 2010. De hydroakustiska mätningarna har gjorts i transekter med en täthet på ca 100 m.



Figur 1:19. Botten i det undersökta området i Alnösundet är till största delen täckt av postglacial lera. Längs den västra strandkanten är glacialleran frameroderad. I den sydöstra delen av området är morän blottad.



Figur 1:20. Terrängmodellen visar tydligt hur skredmassorna har förflyttat sig ut mot de djupare delarna av sundet. Fiberhaltiga sediment har hittats i punkt 10_0067 som ligger i skredmassorna.

År 1886 köpte norrmannen Gustaf Andersén en bit mark på Alnön och anlade en såg, Gustafshamns sågverk (MIFO F2281-0090). Hans förnamn har givit namn åt platsen. Samma år började han exportera bjälkar, sparrar och sågade trävaror som han skaffat sig genom legosågning. År 1893 uppfördes en ångsåg som var så pass omodern att den, trots att den utökades med ytterligare en ram, skapade problem för verksamheten. Verksamheten gick i konkurs 1902. Efter denna händelse bytte sågen ägare några gånger och användes för legosågning i ungefär 10 år. År 1910, efter ännu ett ägarbyte, moderniserades sågen och ny ångpanna, högbanor och elektriskt kapverk införskaffades. Vid samma tillfälle avvecklades milkolningen och ångpannan eldades därefter med avfallsvirke. Efter ett prisfall 1920 gick sågverket i konkurs. Ägaren återköpte dock Gustafshamn och den slutgiltiga nedläggningen av verksamheten skedde inte förrän 1935. Fem år senare, 1940, revs sågen.

Impregnering av virke med pentaklorfenol var väldigt vanlig vid samtida sågverk i länet. Det är inte fastställt om virket vid Gustafshamn har impregnerats, men det kan inte uteslutas. Spår från kolmilningen kan förekomma i form av aska och PAH.

Sediment valda för miljöanalys

Sediment från både Gustafshamns- och Johannedalssidan av Alnösundet har skickats på analys (tabell 1:10). Provpunkt 10_0066 ligger på ett djup av runt 17 m utanför Gustafshamn. Sedimentet på denna plats består av postglacial lergyttja med inblandade barkrester. I bottenytan ligger stora mängder barkmaterial och sjunktimmer. Här har ett blandprov från nivån 0–20 cm från den stora gripskopan skickats in på analys. Utanför Johannedal, på den västra sidan sundet, har ett prov tagits, 10_0067. Denna punkt ligger också på ett djup av ca 17 m och sedimentet här består av postglacial gyttjelera. Från 1 till 26 cm djup i sedimentet är mängden träfibrer stor och ett blandprov på 0–20 cm, taget från en stötlodskärna från platsen, har skickats in på analys av metaller och dioxiner. Ett prov på ytsedimentet från nivån 0–1 cm har skickats på analys för organiska miljögifter.

Metaller

Sedimenten i provpunkt 10_0066 utanför Gustafshamn innehåller relativt låga halter tungmetaller (tabell 1:11). Kvicksilver avviker mest från bakgrundshalten och ligger inom klass 3. Kadmium, koppar och zink ligger inom klass 2, liten avvikelse från bakgrunden. Resten av de analyserade elementen uppvisar ingen avvikelse från de förindustriella halterna.

Utanför Johannedal ligger kvicksilverhalten på ett högt värde, i klass 5. Arsenik och koppar ligger inom intervallet för klass 3 och zink inom klass 2. Resterande ämnen avviker inte från bakgrundsvärdet och faller inom klass 1.

Tabell 1:11. Metallhalter i sedimenten i område G, Alnösundet. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	GF % av TS	As mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Fe mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Pb mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
10_0066	0–20	25,7	45,6	5,2	0,348	4,86	19,1	23,7	14 800	0,217	12,8	27,9	19,8	96,3
10_0067	0–20	26,2	14,9	17,9	0,458	12,5	48,1	33,7	34 700	0,837	32	30,6	53,1	122

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Organiska miljögifter

Utanför Gustafshamn är halterna av PAH, HCB och klordaner mycket höga, i klass 5 (tabell 1:12). HCH uppvisar värden som ligger inom intervallet för klass 4. PCB och DDT visar en tydlig avvikelse från bakgrunden, klass 3. Även i sedimentet från punkten utanför Johannedal finns en mycket hög halt av PAH. Total-PCB uppvisar också mycket höga halter. Resterande organiska ämnen uppvisar höga halter, inom klass 4. Undantaget är dioxin där halterna ligger inom intervallet för bakgrundsnivån enligt det norska bedömningssystemet (Statens forurensningstilsyn 2007).

Diskussion

I område G har inga ytor av fiberbankar eller fiberrika sediment kunnat ringas in. Däremot har ett lager med fibersediment hittats på den västra sidan av sundet. Längs den västra kanten har ett sedimentskred gått och det är möjligt att fibermassan kommer från skredet som tagit med sig materialet från en mer strandnära ackumulation som uppstått vid tillverkning av wallboard och plywood.

Generellt sett är halterna av tungmetaller högre utanför Johannedal än utanför Gustavsberg. Detsamma gäller de organiska miljögifterna. Undantaget är klordanhalten som är något högre på Gustavsbergssidan än utanför Johannedal. Det är dock svårt att avgöra ursprunget till de organiska miljögifterna. Samtliga analyserade prover i Sundsvallstrakten visar på höga till mycket höga kontamineringsgrader. Alnösundet ligger mellan två mycket kontaminerade fjärdar, Klingerfjärden och Sundsvallsfjärden, och miljögifterna kan ha spridits med strömmar genom Alnösundet från dessa två platser. De förhärskande strömmarna genom Alnösundet har visat sig vara styrda av Indalsälven och kompensationsströmmar från havet genom förbindelsen via Draget. På fastlandssidan i västra delen av Alnösundet går sydliga strömmar och på östra sidan mot Alnön går nordliga strömmar. Det medför att föroreningar från Östrand mer påverkar den västra sidan av Alnösundet. De höga halterna av kvicksilver och PCB vid provpunkt 10_0067 kan därför eventuellt härstamma från utsläppen i Östrand. Även de höga halterna av PCB och DDT skulle kunna komma från Östrand. Den höga halten av kvicksilver styrker denna förklaring. Det är dock troligt att de höga halterna av PAH kan komma från kolningen eller från det oljehaltiga slammet som timmerbassängen har fyllts ut med utanför Johannedals sågverk och från spill av bunkerolja från fartyg som tidigare trafikerade området. PCB-halterna är också höga utanför Johannedalssågen vilket delvis skulle kunna förklaras med att det vid flera sågverk har visats att hanteringen av PCB-haltig transformatorolja varit ovarsam och orsakat spridning till miljön.

Tabell 1:12 Halter av organiska miljögifter i sedimentet i område G, Alnösundet. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	TotalPCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klordaner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD/F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD/F ub µg/kg TS
10_0066	0–20	11 854	2,0	1,4	13	0,64	0,33	0,27		
10_0067	0–1	8 106	14	9,9	90	1,2	0,22	4,9	0,032	0,034

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

OMRÅDE H, HÄRNÖSAND

Det undersökta området i Härnösand börjar vid Utsprångskajen på Härnön och följer kanalen in mot Nattviken (fig. 1:24). Vid Mellanholmen upphör det första delområdet som är omkring 0,1 km^2 till ytan. I Södra Sundet fortsätter sedan undersökningsområdet som omfattar största delen av vattenområdet söder om Härnösand. Detta lite större område täcker en yta av runt 1,2 km^2. Undersökningarna av området startade år 2010 då Nattviken mättes med hydroakustiska metoder. Eftersom viken är så grund, var det svårt att mäta i ett linjenät. Mätningarna utfördes därför där djupet tillät. Resterande delar mättes år 2011 med en linjetäthet på 150 m. År 2011 togs även samtliga 6 prover (tabell 1:14).

Den fabrik som historiskt sett släppt ut träfibrer i Nattviken är Torsviksfabriken på södra delen av Kronholmen, där ett sågverk och en fiberplattefabrik varit i drift. Inga fiberbankar är funna på platsen, men hela Nattvikens botten är täckt av fiberrika sediment. Ett stort antal andra verksamheter har bedrivits i området runt Nattviken och har med stor sannolikhet påverkat miljöstatusen. I den östra, djupaste delen av Nattviken ackumuleras sedimentet med en hastighet av omkring 0,8 cm per år.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Under 2010 inleddes den maringeologiska kartläggningen av Västernorrland i skala 1:100 000. Resultatet av dessa undersökningar har inte publicerats ännu, vilket innebär att ingen maringeologisk karta över området kan presenteras i denna rapport.

Det första, mindre undersökningsområdet innefattar fiberrika sediment. Dessa sediment täcker en yta av omkring 72 000 m^2. Det batymetriska underlaget är inte heltäckande, men strukturerna visar ändå på den typiska bubbliga strukturen på bottenytan (fig. 1:25). De två proven som togs i Nattviken, 11_5005 och 11_5006, visar båda på reducerade sediment med hög fiberhalt. Undervattensbilderna visar på gashål i ytan, vilket tyder på gasbildning i sedimentet.

I Södra Sundet i Härnösandsområdet (fig. 1:26) har inga fiberhaltiga sediment påträffats och samtliga provpunkter har uppvisat sediment bestående av postglacial gyttjelera (tabell 1:14).

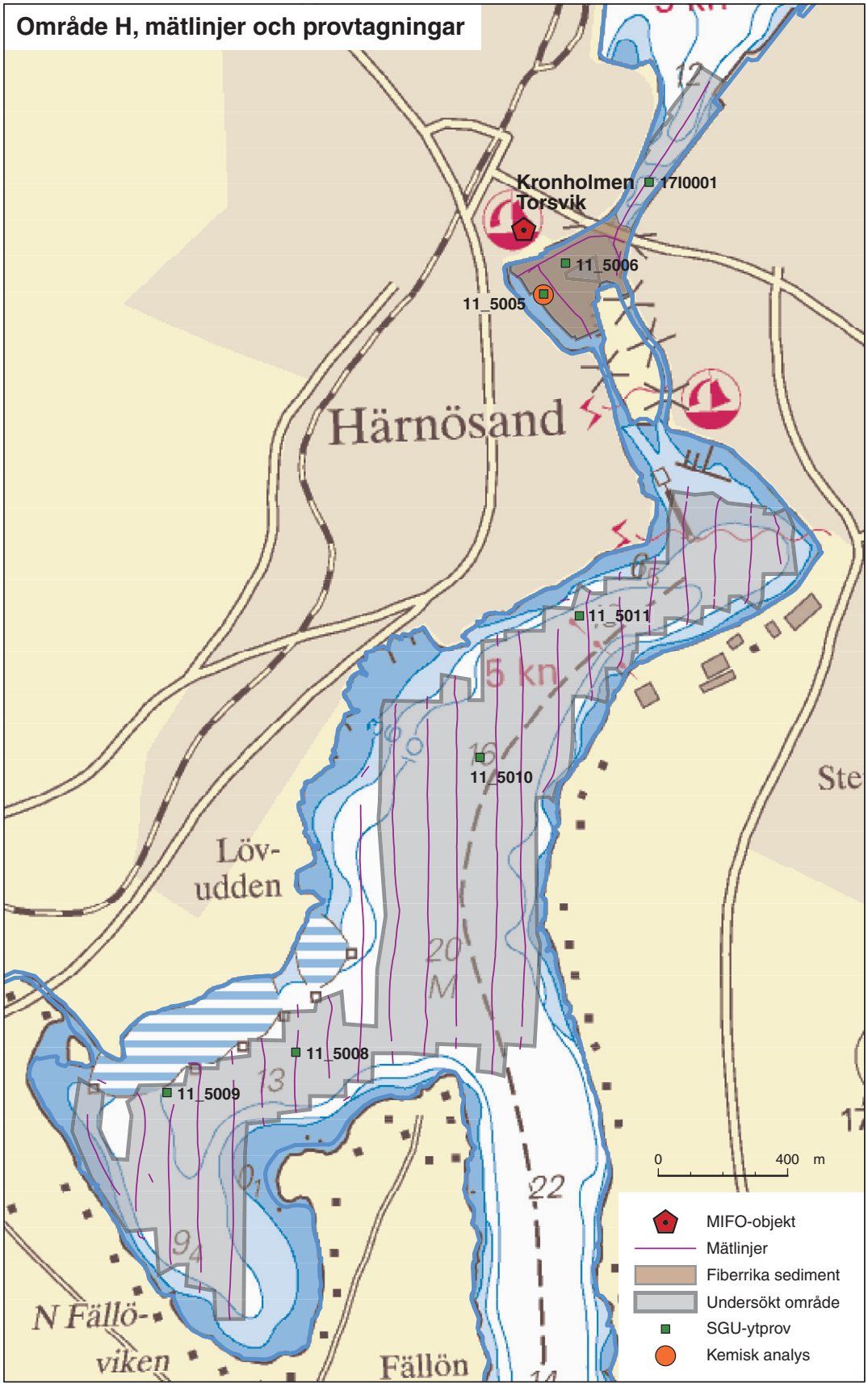
Föroreningshistoria och situation

Inne i Nattviken har legat en fabrik för fiberskivetillverkning, ett sågverk och en bensinstation. En ångsåg, Kullens ångsåg, var i drift mellan 1902 och 1927 och boardfabriken mellan 1926 och 1980 (MIFO F2280-0618). Ångsågen bildades i syfte att inrätta en träförädlingsfabrik för snickeri- och byggnadsarbeten. Sågen, som först kallades Kullens ångsåg, stod helt klar 1903 och namnet ändrades till Härnösands hyvleri och snickerifabrik. År 1910 började fabriken en omfattande tillverkning av lådor som exporterades till England. År 1927 togs sågen över av Torsviks sågverk som etablerade en fanér- och fiberplattefabrik på platsen. I början av 1940-talet brann anläggningen och några år senare hade den gamla fabriken ersatts med en ny. Produktionen i den nya fabriken var igång tills verksamheten lades ner 1980. Det var vanligt med kvicksilver i instrument såsom

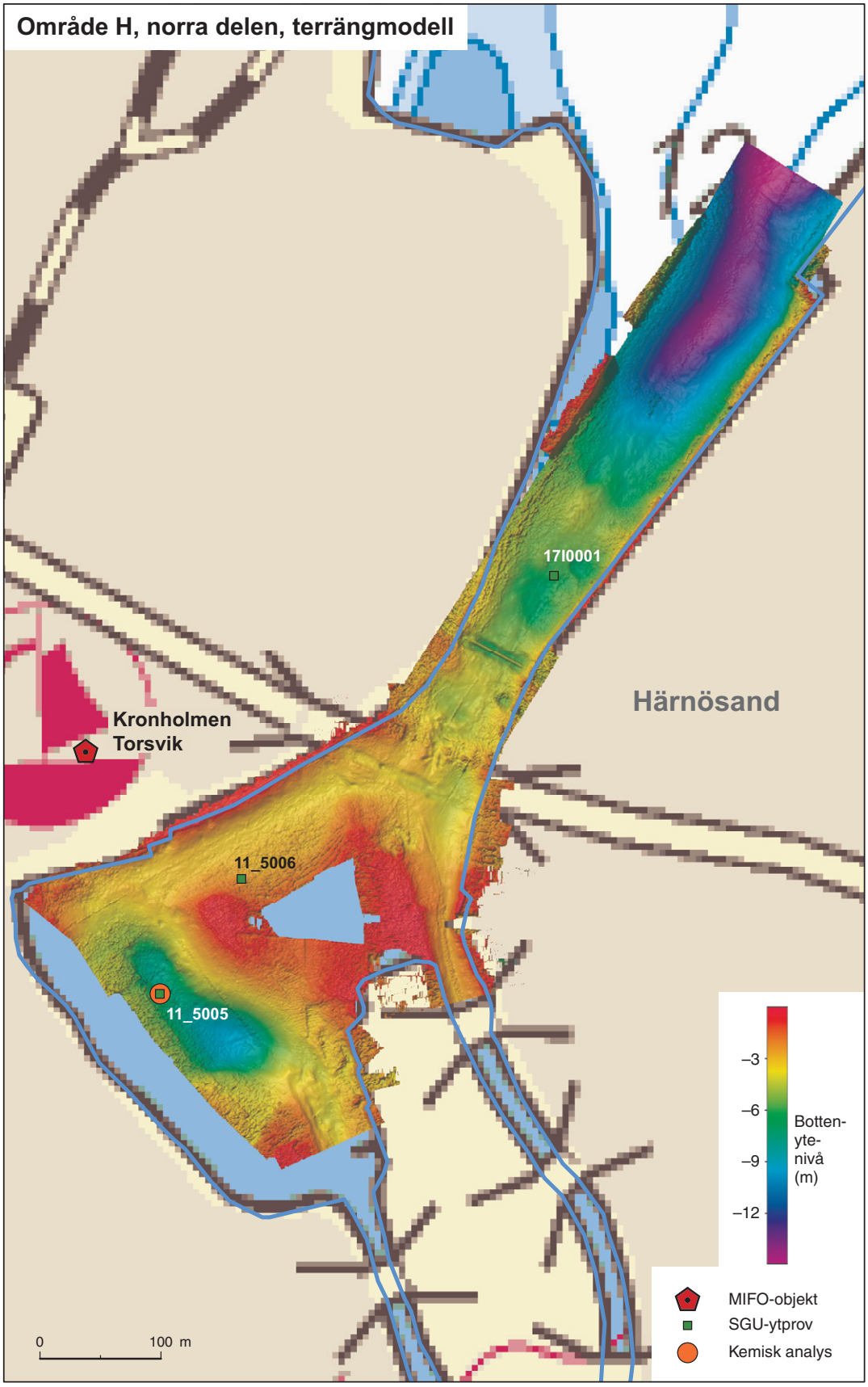
Tabell 1:14. Sedimentprovtagningar utförda i område H, Härnösand. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
11_5005	6947997,5	650332,3	Gemini	8,3	Postglacial lergyttja	K, Cs
11_5006	6948092,5	650399,8	Ekman	2,3	Postglacial lergyttja	
11_5008	6945653,0	649565,2	Ekman	14,1	Postglacial gyttjelera	
11_5009	6945527,9	649167,0	Ekman	9,9	Postglacial gyttjelera	
11_5010	6946564,1	650135,0	Ekman	16,6	Postglacial gyttjelera	
11_5011	6947001,8	650442,5	Ekman	13,1	Postglacial gyttjelera	

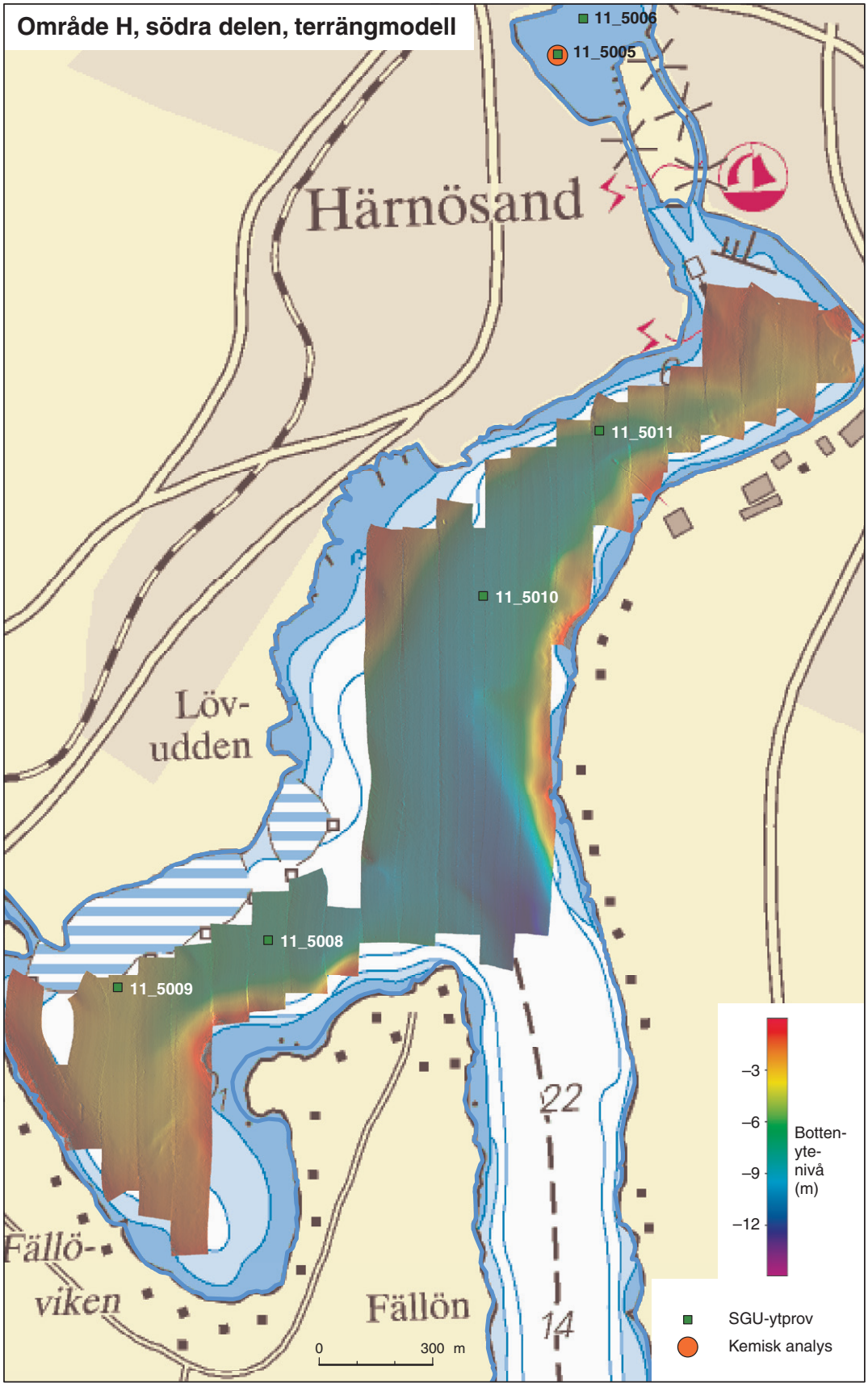
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2



Figur 1:24. Undersökningsområde H är uppdelat i två delar. Den norra delen täcker en yta av 0,1 km² och den södra 1,2 km². Den norra delen mättes år 2010 och den södra 2011. Linjetätheten varierar beroende på djupförhållandena.



Figur 1:25. Nattviken är på sina ställen mycket grund och det har därför varit omöjligt att få en sammanhängande terrängmodell över bottnen. Den ojämna bottenstrukturen kan tyda på växtlighet och på gashål.



Figur 1:26. Terrängmodellen över det södra undersökningsområdet visar inga tecken på fiberbankar eller skred. Sedimentproverna består av postglacial lera utan träfibrer.

manometrar och elektriska brytare vid tiden för driften av Torsviksfabriken. Ofta kom innehållet i dessa utrustningar att hällas ut i avloppet när de gick sönder och skulle bytas ut. Bensinstationen var i drift från mitten på 1930-talet till 1969. Under denna tid fortgick försäljning av och hantering av drivmedel och bilvårdsprodukter. Avloppsvattnet från samtliga verksamheter gick orenat ut i Nattviken. Stora mängder bark och fibermaterial har deponerats i viken och det är högst troligt att föroreningar som kvicksilver och andra tungmetaller samt kolväten från oljeprodukter följde samma väg.

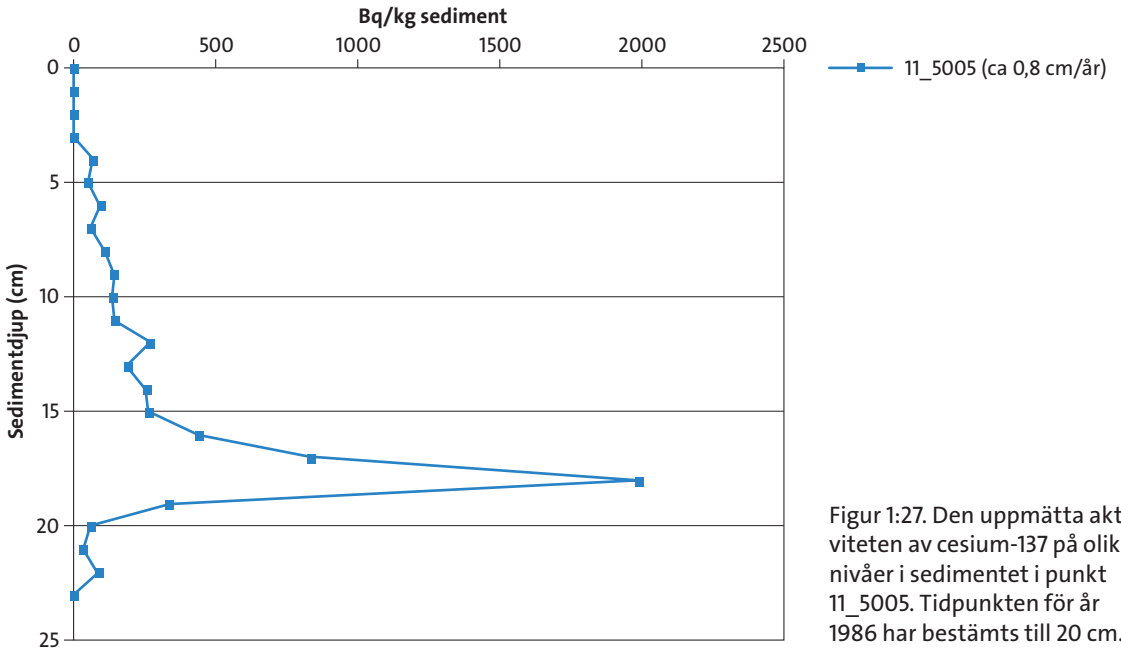
Inne i norra delen av Södra Sundet låg mellan år 1903 och 1950 en ångsåg där virket doppades för bekämpning av svampangrepp. Inom detta projekt har inga spår av den verksamheten hittats och kommer därför inte beskrivas närmare.

Sediment för miljöanalys

Provpunkt 11_5005 är tagen i den djupare delen av Nattviken och prov från två nivåer i sedimentet från denna punkt är inskickade på analys. Dessa är dels ett ytprov på 0–1 cm, dels ett prov längre ner i sedimentet på 35–36 cm. Sedimentprovet visar på en reducerad postglacial lergyttja med gasbildning. Tydliga gashål syns på undervattensbilderna (Bilaga 2). Fiberhalten ökar med djupet i sedimentet. På platsen har aktiviteten av cesium-137 uppmätts (fig. 27). Resultaten visar att aktiviteten av den radioaktiva isotopen börjar öka på ett djup av mellan 22 och 20 cm. Vid beräkningen av sedimentackumulationshastigheten har sedimentdjupet 20 cm satts som tidsmarkör för 1986 vilket ger en hastighet på ca 0,8 cm per år på 8,3 m djup.

Metaller

Föroreningsgraden av tungmetaller och arsenik är mycket hög i ytsedimentet i Nattviken (tabell 1:15). Den enda metallhalt som håller sig på låg föroreningsnivå är kromhalten. Kadmium och kobolt hamnar inom klass 4 och resterande metaller inom klass 5. I den lägre provnivån är föroreningsgraden inte lika hög. Här är det zink som uppvisar den högsta kontamineringsgraden, i klass 5. Kadmium, koppar, kvicksilver och bly hamnar inom klass 4. Resterande ämnen avviker inte från bakgrundshalten.



Figur 1:27. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika nivåer i sedimentet i punkt 11_5005. Tidpunkten för år 1986 har bestämts till 20 cm.

Organiska miljögifter

Föroreningsgraden av de organiska miljögifterna i Nattviken är mycket stor, både i ytsedimentet och djupare ner (tabell 1:16). Dioxinerna är den ämnesgrupp som förekommer i lägst koncentration och kan sorteras in inom ramen för klass 2 enligt de norska bedömningsgrunderna. Resterande ämnen uppträder i höga till mycket höga halter där HCB och HCH är förekommande i den lägre klassen. Halten DDT i skiktet 35–38 cm är en av de högsta i länet i denna undersökning.

Diskussion

Eftersom inte område H har rymt någon pappers- eller massafabrik, förväntas inga fiberbankar finnas på platsen. Däremot finns träfibrer i form av spån och flis i hela Nattviken. Detta material kommer med största sannolikhet från fiberskivetillverkningen och sågverksamheten. De höga halterna av både metaller och organiska miljögifter kan komma från olika håll. Det har under årens lopp legat ett stort antal verksamheter i området som idag är klassade som förorenade områden. Det är på så sätt mycket svårt att härleda föroreningarna till en eller fler specifika källor. Enligt analysen av cesium-137 så deponerades de sediment som vid analyserna visat sig vara förorenade, vid ca 35 cm sedimentdjup, före år 1986. Om beräkningen av sedimentackumulationshastigheten stämmer, bör sedimentet på nivån ha avsatts någon gång i mitten av 1960-talet då både träskivefabriken och bensinstationen var i drift. När det gäller de organiska miljögifterna verkar det som att föroreningsgraden avtagit något uppåt i sedimentet. Halterna är dock fortfarande höga i ytan vilket kan bero på den kraftiga gasutvecklingen i sedimentet som gör att ämnen kan migrera uppåt vid gasavgång. Det motsatta gäller metallhalterna där ytsedimentets kontamineringsgrad är högre än det djupare liggande lagrets. Detta tyder antingen på att det fortfarande idag finns betydande källor till föroreningarna eller på att det finns ett mycket kontaminerat sedimentskikt någonstans mellan sedimentytan och 35 cm, som avger föroreningar vid gasavgångar. I Nattviken mynnar

Tabell 1:15. Metallhalter i sedimenten i område H, Härnösand. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	GF % av TS	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
11_5005	0–1	5,5		40,4	2,61	37,8	207	218	1,09	126	244	189	877
11_5005	35–36	18,3		8,09	1,73	5,9	37,3	66,1	0,699	19,9	89,9	28,4	311

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:16. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område H, Härnösand. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
11_5005	0–2	8 600	0,49	20	0,45	6,43	0	0,0033
11_5005	35–38	11 000	0,56	120	3,56	133		

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

en dagvattenledning som släpper ut fällningsslam från ett vattenreningsverk och vatten från ett bangårdsområde, en återvinningscentral för grovsopor, ett nedlagt växthus och en metallbearbetande industri. Det finns anledning att tro att metaller i detta dagvatten kan vara orsaken till de höga halterna i sedimentytan. Den höga halten av DDT kan tolkas som en lokal källa eller som ett resultat av en ”tratteffekt” (Olsson m.fl. 2005). Risken finns att produktionen i kommunens gamla växthus innebar nyttjande av DDT, vilket har förekommit vid flera andra, äldre växthus i länet. En annan möjlig lokal källa kan ha uppstått om hantering av DDT som plantdoppningspreparat har skett i någon av Torviksfabrikens lokaler. Vid äldre fabriker har dessa lokaler ofta nyttjats i samverkan med skogsbruksnäringen för att underlätta utsättningen av skogsplantor.

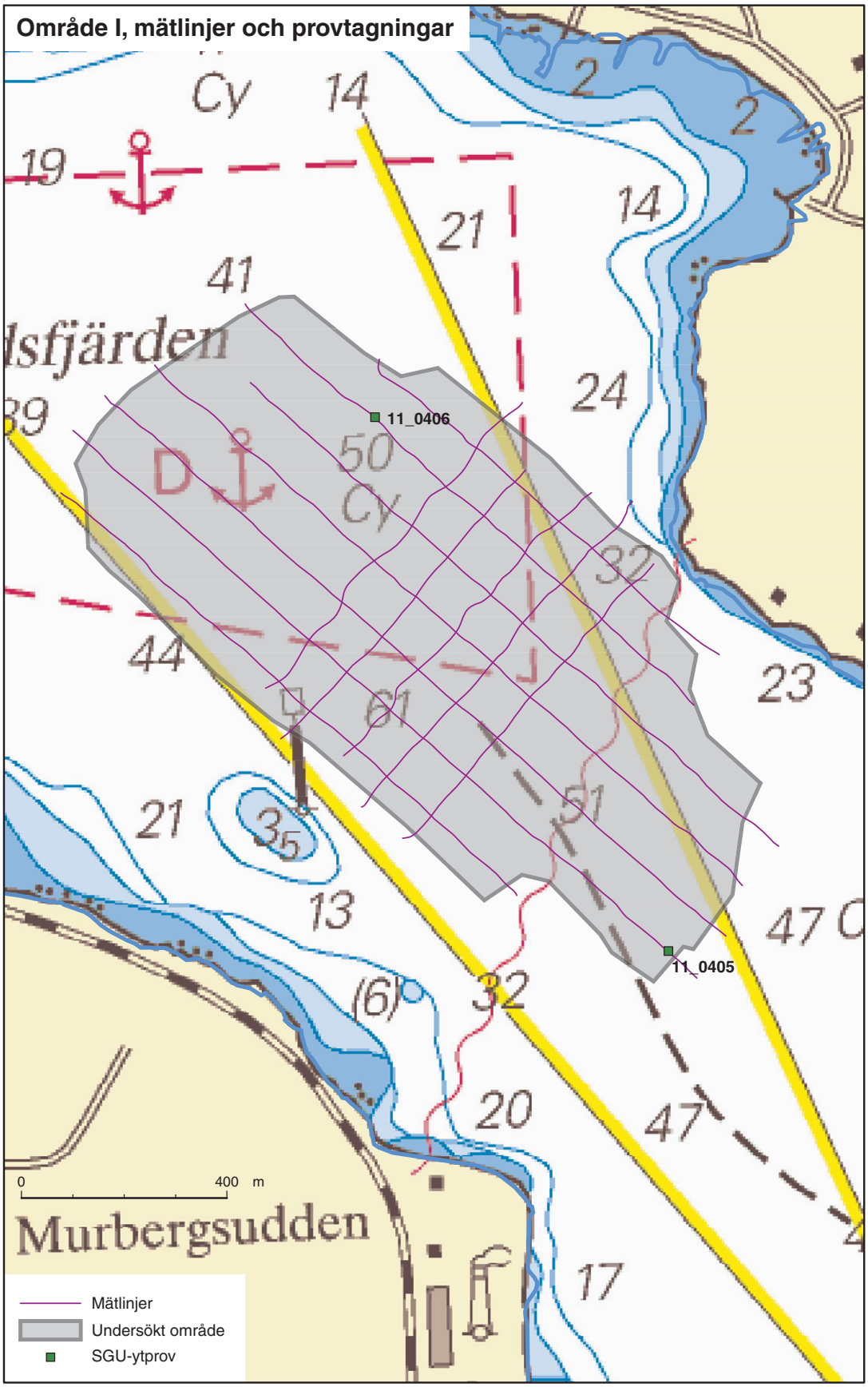
OMRÅDE I, YTTRE ÄLANDSFJÄRDEN

I den yttre delen av Älandsfjäden ligger undersökningsområde I som har en yta av omkring 0,9 km^2. Det undersöktes år 2011 med hydroakustiska metoder och sedimentprovtagning. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med en täthet på ca 150 m (fig. 1:28). Bottenytan i område I består till största delen av postglacial lera. Längs fjärdens kanter förekommer glacial lera och morän (fig. 1:29). På båda sidor om fjärden har skred inträffat vilket har resulterat i förekomsten av skredmassor i mitten av bassängen (fig. 1:30.) Ett prov är taget på platsen, 11_0406. Provet visar att bottnen består av postglacial gyttjelera utan inslag av fibrer (tabell 1:17). Inga prover från område I har skickats på kemisk analys.

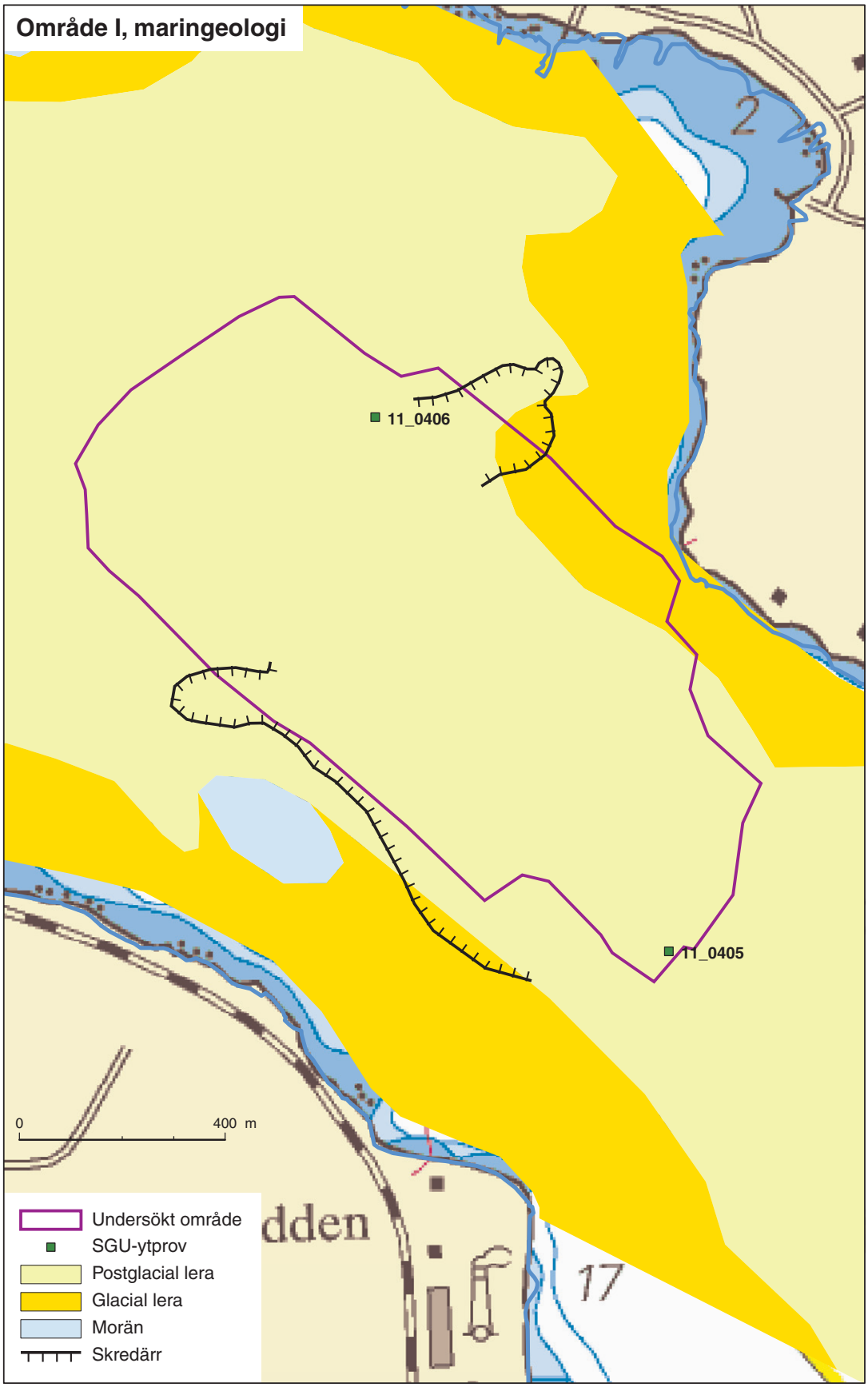
Tabell 1:17. Sedimentprovtagningar utförda i område I, yttre Älandsfjärden.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd
11_0406	6951826,2	650035,5	Stötlod	52,6	Postglacial gyttjelera

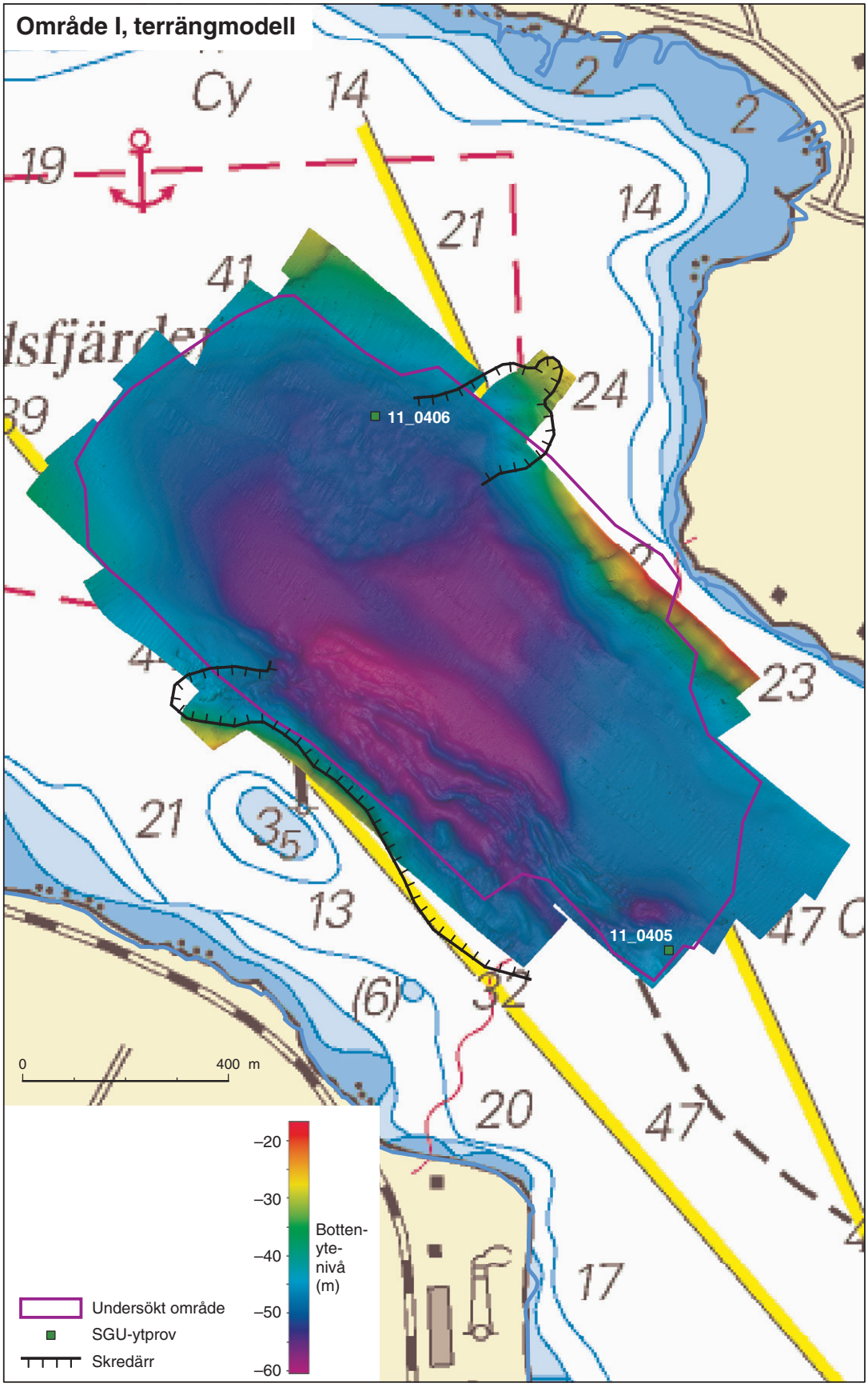
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:28. Undersökningsområde I är beläget i yttre Älandsfjärden. Både de hydroakustiska mätningarna och sedimentprovtagningen gjordes år 2011 med en linjetäthet på ca 150 m.



Figur 1:29. Största delen av bottenytan i området består av postglacial lera. Längs kanterna har sedimentskred ägt rum.



Figur 1:30. Terrängmodellen över område I visar tydligt hur skredmassorna förts från de grundare delarna till djupare delar av bassängen.

OMRÅDE J, ÄLANDSBRO

Område J är beläget längst inne i Älandsfjärden, utanför Älandsbro, och täcker en yta av runt 1,6 km^2. Området undersöktes med hydroakustiska metoder år 2010 samt med sedimentprovtagning år 2011. Linjetätheten vid mätningarna var 75 m i den västligaste delen, närmst Uvvik, och utökades sedan till ca 150 m längre österut (fig. 1:31). Totalt sju prover togs i den innersta delen av Älandsfjärden (tabell 1:18).

Ett flertal olika fabriker har legat runt fjärden: bl.a. tre ångsågar (Nässlandsund, Älandsbro och Löfvik). Ulvviks träsliperi är den fabrik som tillverkat pappersmassa och som bör ha släppt ut största delen fibermaterial. Två fiberbankar och ett sammanhängande fiberrikt sedimentområde är lokaliserade i Älandsfjärden. Ett sedimentprov från området har skickats på analys.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Den maringeologiska karteringen av undersökningsområde J visar att postglacial lera förekommer i de centrala delarna, med glacial lera längs strandkanterna och på grundare områden (fig. 1:32).

I sjökortet syns tydligt att delar av bottnen längs strandkanterna inte har sjömätts, vilka då av sjösäkerhetsskäl inte mättes av SGU i denna undersökning heller (fig. 1:31). Två fiberbankar har uppmätts utanför Ulvvik. Fiberbankarna täcker tillsammans en yta av omkring 60 000 m^2. Samtliga tre prov som tagits i fiberbankarna visar på cellulosaavlagringar med varierande mäktighet från 6 cm till nästan 1 m i punkten 11_5016, längst in mot Ulvvik. De fiberrika sedimenten har en större utbredning än fiberbankarna, omkring 270 000 m^2 (fig. 1:31, 1:32 och 1:33). Provet som är taget inom denna yta uppvisar ett reducerat sediment med enstaka fibrer.

Föroreningshistoria och situation

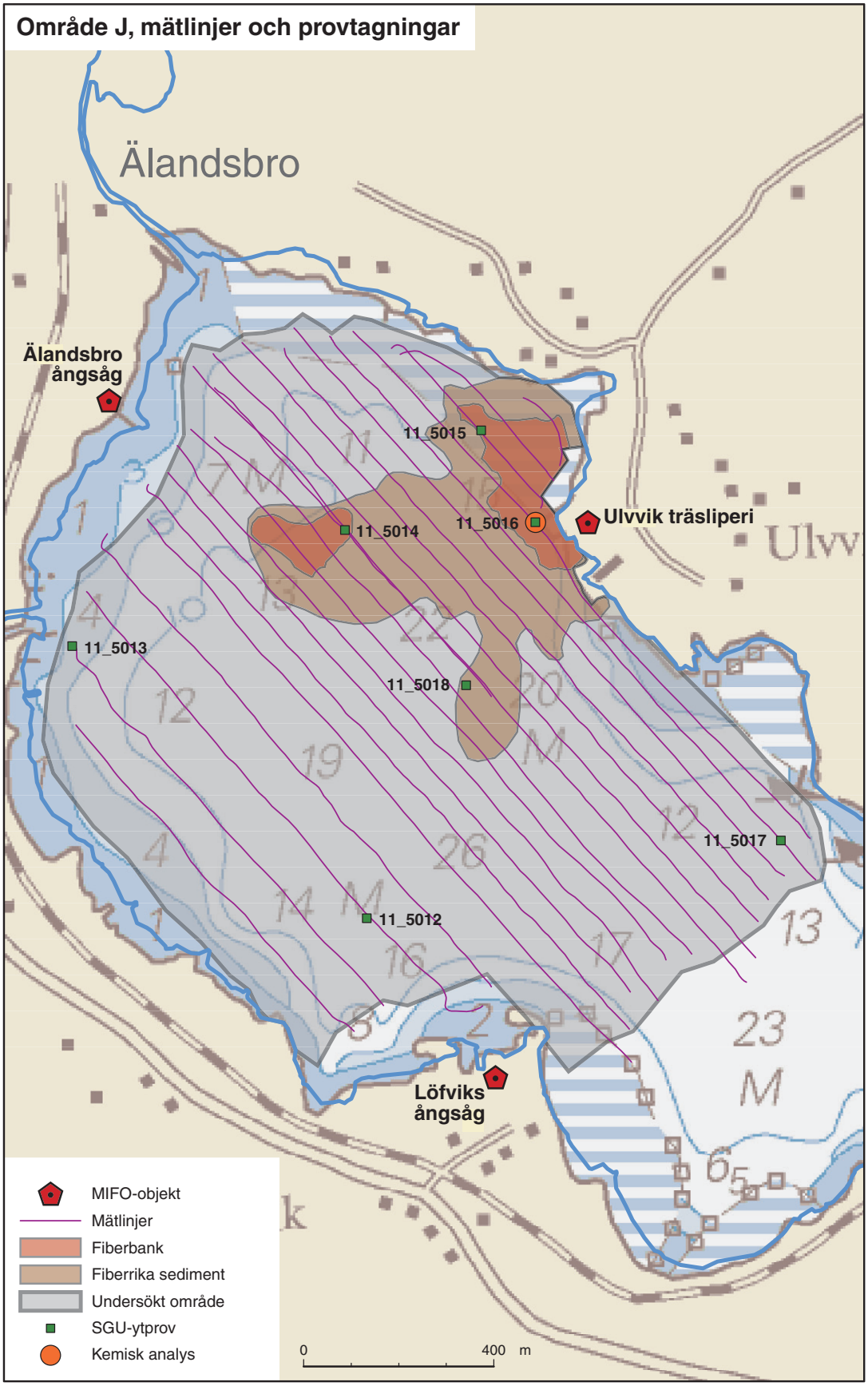
Runt den innersta delen av Älandsfjärden har tre fabriksområden varit i drift: Ulvviks träsliperi (MIFO F2280-0002), Älandsbro ångsåg (MIFO F2280-0085) och Norrlands Träförädling Nässlandsunds ångsåg (MIFO F2280-0083). Ulvviks industri har innefattat tre olika verksamheter: en ångsåg mellan åren 1877 och 1925, ett träsliperi mellan åren 1928 och 1958 och en betongfabrik mellan åren 1958 och 1968. Idag finns mindre företag stationerade på platsen. De föroreningar som kan förväntas ha förts ut från industrin är främst kvicksilver från produktionen av våt slipmassa där fenylkvicksilveracetat användes som mögelbekämpning på 1940-talet. Kvicksilvret fördes tillsammans med restträfibrerna direkt ut i fjärden. Även olja kan ha läckt ut från området.

Älandsbro ångsåg var en tvåramig såg som var i drift mellan år 1917 och 1940. Verksamheten bedöms ha haft liten effekt på miljön och avfärdas som MIFO-objekt.

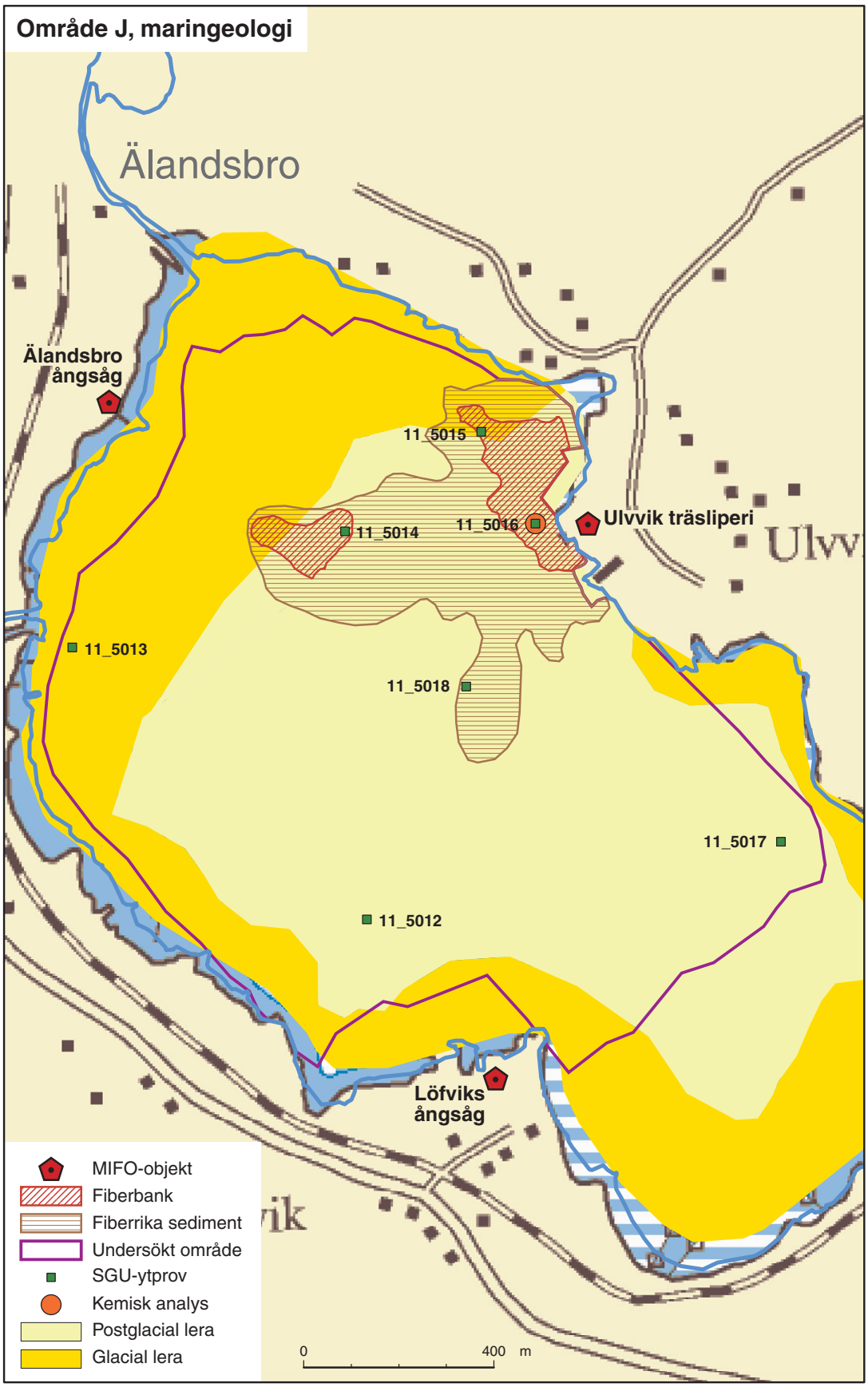
Tabell 1:18 Sedimentprovtagningar utförda i område J, Älandsbro. Typ av analys: K = kemisk analys.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
11_5012	6951730,3	646400,0	Stötlod	16,0	Postglacial lergyttja	K
11_5013	6952302,4	645780,1	Bottenobservation	3,2	Sjögräsbotten	
11_5014	6952546,6	646354,1	Stötlod	14,6	Postglacial lergyttja Fibersediment Postglacial gyttjelera	
11_5016	6952562,7	646754,4	Stötlod	16,4	Postglacial gyttjelera Fibersediment	
11_5015	6952756,0	646640,7	Stötlod	11,8	Postglacial gyttjelera Fibersediment Postglacial lergyttja	
11_5017	6951893,9	647270,9	Stötlod	15,5	Postglacial lergyttja	
11_5018	6952220,3	646608,8	Stötlod	27,3	Postglacial lergyttja	

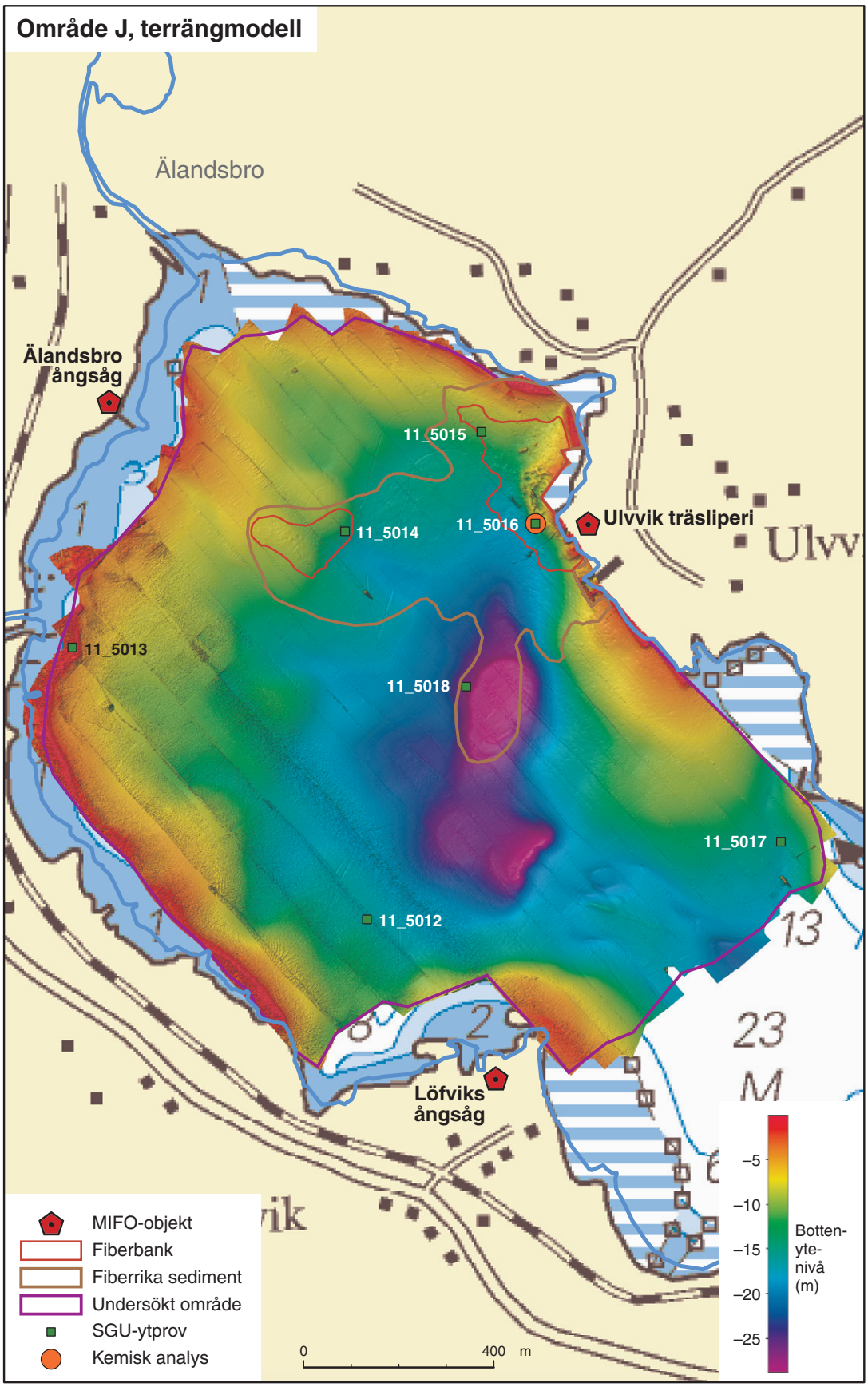
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:31. Undersökningsområde J täcker en yta av ca 1,6 km^2. De hydroakustiska mätningarna genomfördes år 2010 med en linjetäthet på mellan 75 och 150 m. Sedimentproverna togs år 2011. Två fiberbankar och en yta med fiberrikt sediment har påträffats i område J.



Figur 1:32. Den del av Ålandsfjärden som inkluderas i den maringeologiska kartan består till största delen av postglacial lera. Längs kanterna ligger glacial lera blottad.



Figur 1:33. I terrängmodellen syns gashål i bottenytan i fiberbanken utanför Ullvik.

I den norra delen av fjärden ligger Nässlandsunds sågverk som grundades på platsen år 1896 och är i drift än idag. Fabriken har producerat sågat och hyvlat virke samt snickerivaror sedan början av verksamheten. Vid detta sågverk har impregnering av virke skett med CCA-salt.

Sediment för miljöanalys

Ett prov från område J är inskickat för analys, nämligen punkt 11_5016 som är belägen i fiberbanken (tabell 1:18). En nivå på 0–20 cm valdes ut för analys av både metaller och organiska miljögifter. Sedimentet på denna nivå består av 2–20 cm cellulosafibrer, pålagrat av 0–2 cm recent postglacial gyttjelera.

Metaller

I punkt 11_5016 är sedimentet på nivån 0–20 cm förorenat av framför allt kvicksilver som visar en halt i klass 5 (tabell 1:19). Även koppar uppvisar hög halt, inom klass 4. Resterande analyserade metaller ligger inom klasserna 1–3 och håller alltså en relativt låg kontamineringsgrad.

Organiska miljögifter

Halterna av samtliga analyserade organiska miljögifter, undantaget dioxin, är höga i punkten 11_5016 (tabell 1:20). PAH är den ämnesgrupp som uppvisar högst kontamineringsgrad, i klass 5. Även PCB- och HCB-halterna är höga, inom klass 4. Summaparametrarna av HCH och DDT visar värden som är mindre än 0,6 µg/kg respektive 2,6 µg/kg. Detta innebär att de som högst kan sorteras in inom ramen för klass 4. Analysresultaten av dioxin tyder på en begränsad föroreningsnivå av ämnesgruppen.

Tabell 1:19 Metallhalter i sedimentet i område J, Älandsbro. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
11_5016	0–20	13	11,6	0,931	7,57	48	102	5,96	24	32,2	41,4	125

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:20. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område J, Älandsbro. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
11_5016	0–20	1500	0,22	4,0	<0,6	<2,6	0,048	0,051

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

Diskussion

De fiberbankar som hittats i den innersta delen av Älandsfjärden är belägna utanför Ulvviks träsliperi. Detta är inte förvånande eftersom Ulvvik är den enda industrin i viken som producerat pappersmassa. Norr om Ulvvik, i den innersta delen av fjärden, finns ett område som på sjökortet presenteras som icke sjömätt. Det var oftast timmerlagring i vattenområdet som var orsaken till att sjömätning förhindrades. Det fiberrika området kan därför ha en större utsträckning än beräknat.

De höga halterna av kvicksilver och PAH kan delvis förklaras av MIFO-historiken. Kvicksilvret härstammar förmodligen från användandet av kvicksilveracetat som mögelbekämpningsmedel i slipmassan. Det är också dokumenterat att olja kan ha läckt ut i området, vilket kan vara en bidragande faktor till förhöjda halterna av PAH.

OMRÅDE K, UTANSJÖ

Det undersökta område som benämns K ligger i Hemsösundet utanför Utansjö, där Ångermanälvens sötvatten rinner på ytan av havsvattenfyllda fjärdar. Området sträcker sig längs hela Åbordsöns västra strand till fastlandet på motsatt sida och täcker en yta av omkring 5 km^2. Undersökningarna av område K inleddes 2010 då de hydroakustiska mätningarna gjordes med en linjetäthet på ca 100–200 m (fig. 1:34). Vid samma tillfälle togs också ett prov. Resterande prover togs år 2011. Totalt har 13 prover tagits i området inom detta projekt (tabell 1:21).

I Utansjö har det funnits en fabrik i drift som har gett upphov till fiberutsläpp, Utansjö massafabrik. En fiberbank är funnen på platsen och fiberrika sediment ligger ackumulerade längs strandkanten i området. En sedimentackumulationshastighet på omkring 0,6 cm per år har beräknats i en punkt söder om fiberbanken.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

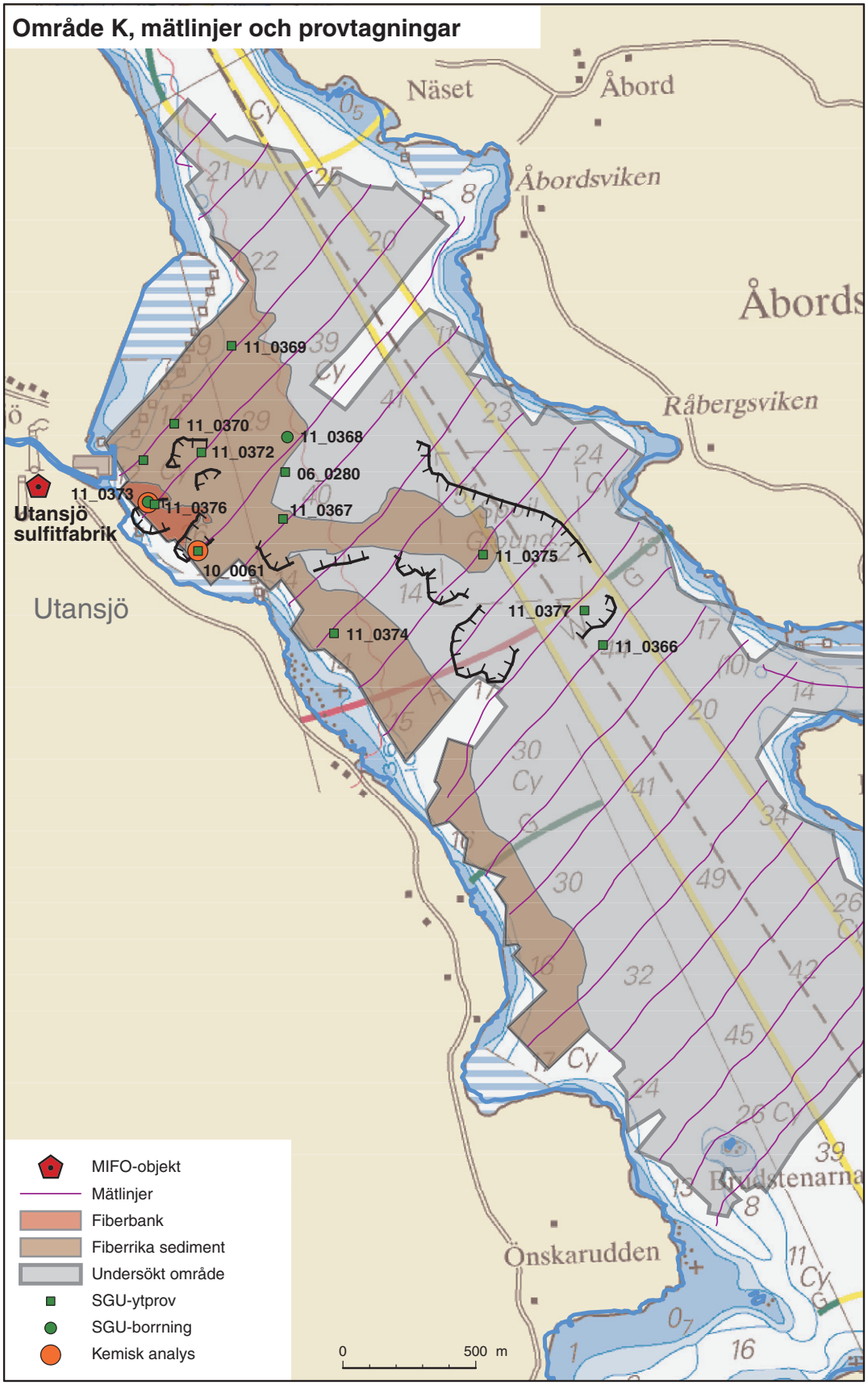
Ytsedimenten i område K består till största delen av postglacial lera. Längs stränderna förekommer glacial lera, morän eller blottat kristallint berg i smala stråk i bottenytan, enligt SGUs maringeologiska karta (fig. 1:35).

I mitten av området finns ett på sjökortet utpekat mudderdumpningsområde ”Spoil ground” (fig. 1:34). Skredärr förekommer runt detta djupare område och här förekommer även skredmassor som transporterats från västnordväst. Utanför Utansjö sulfitfabrik finns en fiberbank (fig. 1:34, 1:35 och 1:36). Den har en yta av nästan 35 000 m^2 men består inte av massiva lager cellulosafibrer utan tunnare lager längre ner i sedimentet (Bilaga 2). De fiberrika sedimenten utgörs av två förmodligen sammanhängande områden. De skiljs åt av en yta som på grund av hindrande föremål i vattnet inte kartlades. Skredmassorna i det djupare området har transporterats från västnordväst. De är fiberrika och har ett sitt ursprung närmare utloppet utanför Utansjö sulfit- och magnefitmassafabrik (fig. 1:34 och 1:35). Vid Utansjöfabriken ändrade man processen 1964 på så sätt att kokvätskan bestod av magnesiumbisulfit istället för den vanliga kalciumbisulfiten. Tillsammans utgör de båda fiberrika områdena en yta av ca 1 km^2 och de är mer eller mindre påverkade av fibermaterial. De flesta provpunkterna visar på reducerade förhållanden. I punkt 11_0371 är sedimentet inte alls påverkat av fibrer. Sedimentet i punkt 10_0061 togs med Geminilod och sedimentet från kärnan sektionerades upp och analyserades på aktiviteten av cesium-137. Resultatet visar på en sedimentackumulationshastighet på 0,6 cm per år.

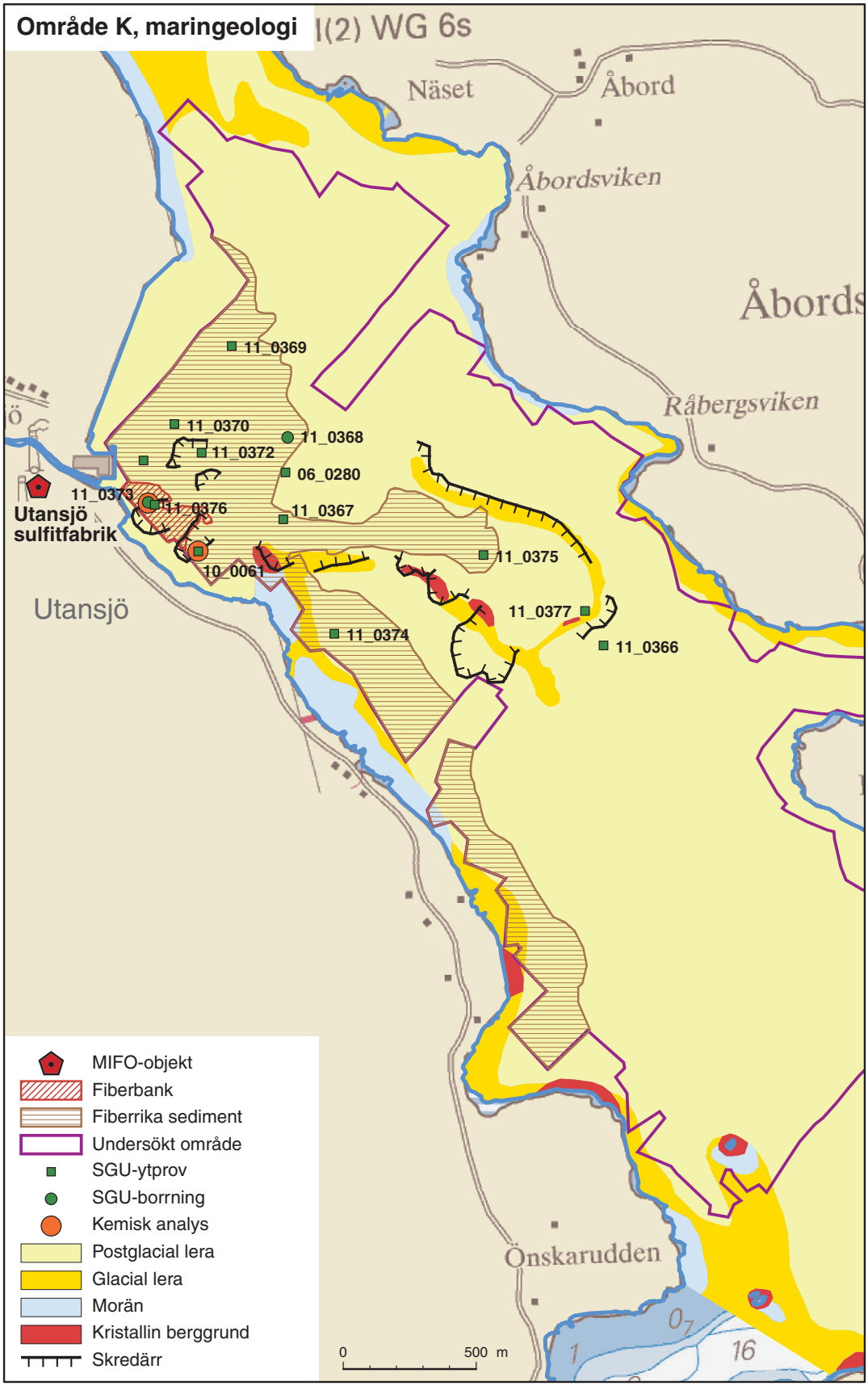
Tabell 1:21. Sedimentprovtagningar utförda i område K, Utansjö. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
10_0061	6963050,3	650051,8	Gemini	20,7	Postglacial lera	K, Cs
11_0366	6962693,6	651578,2	Stötlod	44,8	Postglacial gyttjelera	
11_0367	6963168,7	650372,0	Stötlod	46,7	Postglacial gyttjelera	
11_0368	6963475,9	650389,4	Vibro	34,2	Postglacial gyttjelera	
11_0369	6963821,4	650177,4	Stötlod	11,1	Postglacial gyttjelera	
11_0370	6963527,2	649961,7	Stötlod	15,8	Postglacial gyttjelera	
11_0371	6963389,7	649845,5	Stötlod	13,0	Postglacial gyttjelera	
11_0372	6963418,7	650064,1	Stötlod	26,7	Postglacial gyttjelera	
11_0373	6963223,3	649887,3	Stötlod	17,7	Postglacial gyttjelera	
11_0374	6962737,6	650563,9	Stötlod	13,8	Postglacial gyttjelera	
11_0375	6963033,4	651125,8	Stötlod	56,8	Postglacial gyttjelera	
11_0376	6963231,4	649863,8	Vibro	16,8	Postglacial gyttjelera+fiber Postglacial gyttjelera Postglacial grusig sand Postglacial gyttjelera	K
11_0377	6962823,1	651508,8	Stötlod	62,6	Postglacial gyttjelera	

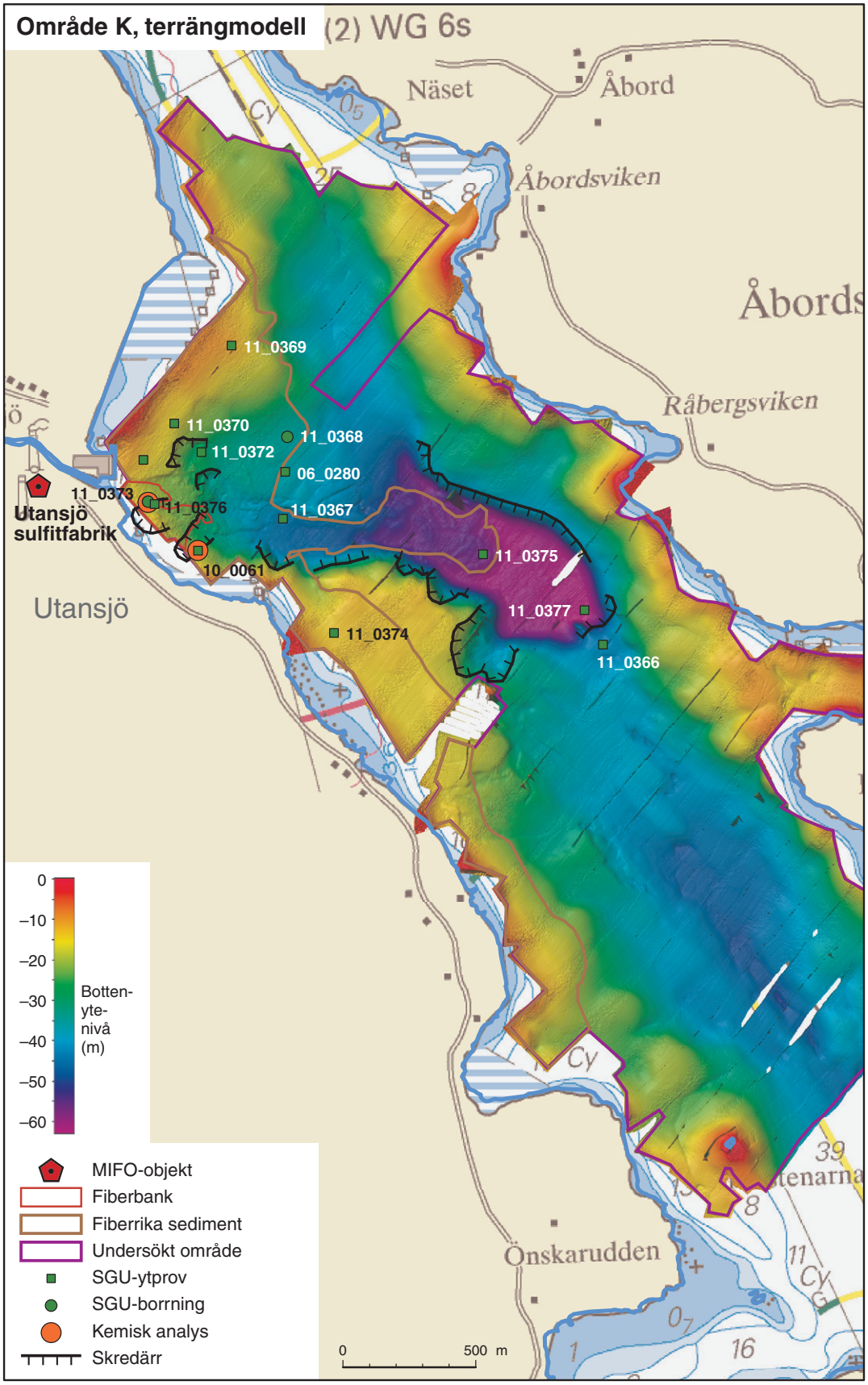
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:34. Område K täcker en yta av ca 5 km². De hydroakustiska mätningarna utfördes år 2010 med en linjetäthet på ca 100 m. Sedimentprovtagningar har genomförts år 2006, 2010 och 2011. En fiberbank har identifierats utanför Utansjö sulfitfabrik och två ytor med fiberrika sediment sträcker ut sig längs den västra strandkanten. I mitten av farleden ligger en muddertippningsplats benämnd ”Spoil Ground”.



Figur 1:35. Bottnen i område K består till största delen av postglacial lera. Längs strandkanterna ligger glacial lera och morän blottat på sina håll. Även det kristallina berget ligger frameroderat på ett flertal ställen.



Figur 1:36. I terrängmodellen syns skredärren längs de branta kanterna i älven. Flest skred har gått runtom den djupaste delen i bassängen, muddertippningsplatsen, där lutningen på bottnen är som störst.

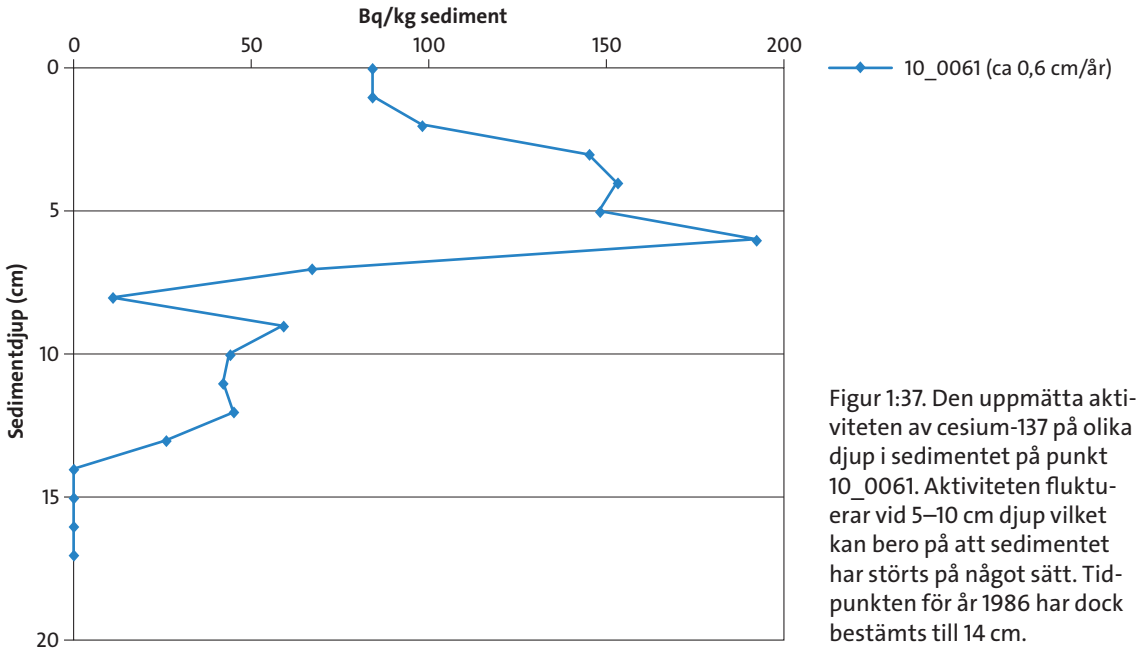
Föroreningshistoria och situation

Vid Utansjö ligger Utansjö bruk och industriområde (MIFO F2280-0001), där det år 1900 uppfördes en sulfitmassafabrik på initiativ av ett flertal skogs- och sågverksägare i Ådalen. För framställning av sulfitkokningslösningen användes elementärt svavel fram till år 1918 då den första kisugnen installerades. År 1965 bytte produktionen riktning och magnesiumbas nyttjades därefter i kokprocessen. Kisrostningen upphörde då och nya svavelugnar installerades där rent svavel förbrändes. År 1972 kompletterades magnefitmassafabriken med ett träsliperi. Övrig verksamhet som funnits på platsen är sågverk under 1600-talet, järnhantering mellan år 1741 och 1878 samt tillverkning av rörsystem av bly, en verksamhet som upphörde i slutet av 1960-talet. År 2008 lades all produktion ner i Utansjö.

De föroreningar som är troligast att återfinna på platsen är kisaska. Kisaskan har använts som fyllnadsmaterial på ett flertal ställen i Utansjöområdet, men en viss del av den exporterades också för framställning av järn. Avfallslut från massatillverkningen fördes ut i Ångermanälven fram till år 1949 då första indunstningsanläggningen byggdes. Där indunstades dock endast självavrunnen lut. Lutförträngning införskaffades år 1964 och en luttvätt år 1977. Kolning förekom i Utansjö och slaggen har använts som utfyllning vid kajen och stranden.

Sediment för miljöanalys

Inom område K har sediment från två provtagningar skickats på analys. På provtagningsplatsen 10_0061, som ligger något söder om fiberbanken på ett djup av ca 21 m, har ett blandprov 0–30 cm använts. Provet togs med Geminilod. Platsen 11_0376 ligger inom fiberbanksutbredningen på ett djup av ca 17 m och här har ett blandprov på en nivå mellan 270 och 280 cm använts. Detta sediment togs ut från en kärna tagen med vibrohammarlod. Båda provtagningsplatserna påvisar typiska ackumulationsbottnar med postglaciala lergyttjor. I punkt 10_0061 har analys av cesiumaktiviteten genomförts. Analysen visar att aktiviteten ökar vid 14 cm och att sedimentackumulationen kan uppskattas till omkring 0,6 cm per år på 20,7 m djup (fig. 1:37). Grafen visar dock att halten går ner till omkring 0 Bq/kg TS vid 7 cm för att sedan öka igen. Denna företeelse kan bero på att sedimentet blivit omrört eller på annat sätt stört och siffran för ackumulationshastigheten får anses som osäker.



Figur 1:37. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimentet på punkt 10_0061. Aktiviteten fluktuerar vid 5–10 cm djup vilket kan bero på att sedimentet har störts på något sätt. Tidpunkten för år 1986 har dock bestämts till 14 cm.

Metaller

Av de metaller som analyserats i punkt 10_0061 uppvisar kvicksilver högst halt, inom klass 5 (tabell 1:22). Halterna av kadmium, koppar och bly kan placeras inom intervallet för klass 4, stor avvikelse. Resterande ämnen skiljer sig inte nämnvärt från bakgrundshalten och kan sorteras in under klasserna 1–3. I punkt 11_0376 är fibersedimentet i fiberbanken mycket förorenat av kvicksilver och halten ligger i klass 5. Resterande metallhalter håller sig inom klass 1–3.

Organiska miljögifter

Halterna av de analyserade organiska miljögifterna är höga till mycket höga i sedimenten i och intill fiberbanken (tabell 1:23). Dioxinerna är den ämnesgrupp som uppvisar låga värden i båda provtagningspunkterna och sorteras in i klass 2 enligt det norska bedömningssystemet. Sedimentet från fiberbanken, punkt 11_0376, är mycket förorenat av alla de andra analyserade organiska miljögifterna som samtliga uppvisar halter i klass 5. Sedimentet från punkt 10_0061 är också mycket förorenat av organiska ämnen. Summaparametrarna för HCH och DDT har halter som ligger inom klass 4 medan PAH, HCB, PCB och klordaner ligger i klass 5.

Diskussion

Fiberbanken i område K ligger strax söder om fabriksområdet och sträcker sig förmodligen längre in mot stranden där sjökortet visar ”icke sjömätt”. Detta gäller även de fiberrika sedimenten som förmodligen ligger deponerade hela vägen längs strandkanten.

De höga metallhalterna skulle kunna förklaras med kisaska som ofta, förutom arsenik, kan innehålla bly, koppar och zink. Kisaska har deponerats på industriområdet och det är inte otänkbart att den lakats ur och följt med markvatten ut i recipienten. Blyföroreningen kan även ha sitt ursprung i den forna tillverkningen av blyrör. Det kan inte uteslutas att kvicksilver, som är den metall som

Tabell 1:22. Metallhalter i sedimenten i område K, Utansjö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	GF % av TS	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
10_0061	0–30	98	20,2	11,4	1,23	8,02	36,3	118	0,796	30,8	82,9	34,2	172
11_0376	270–280	13,8		<0,6	0,712	4,75	24,4	38,7	0,957	49	60	15,7	83,3

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:23. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område K, Utansjö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	TotalPCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klordaner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
10_0061	0–30	4833	1,5	35	320	2,0	0,31	5,0	0,0079	0,01
11_0376	270–280	5100	1,2	20		6,07		11,3	0	0,0036

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

uppvisar den högsta kontamineringsgraden, kan komma från slembekämpning i processutrustningen. Det finns ingen dokumentation över användningen av kvicksilver vid fabriken, men ofta användes kvicksilverfyllda tryckgivare och elektriska brytare som tilläts tappa sitt innehåll när dessa gick sönder och skulle bytas ut. Ytterligare en källa till kvicksilver i detta område kan bero på upphettningen av kis i kisugnarna. Innehållet av kvicksilver i kisen kom då att förångas och avgå till omgivningen. När gaserna kom i kontakt med kall luft kondenserade kvicksilvret och föll ned på omgivande mark eller i vattenområdet.

Vid Utansjö har ingen blekning av pappersmassan förekommit och klor har förmodligen inte släppts ut i betydande mängder. Samtliga organiska miljögifter utom dioxiner som analyserats i sedimenten visar ändå höga till mycket höga halter. Det är svårt att fastställa källorna till de olika ämnena. Halten av DDT kan eventuellt förklaras med timmerflottning och en ”tratteffekt” som ansamlat DDT på barken genom diffust nedfall i skogen (Olsson m.fl. 2005). Kolningsslagg, som idag utgör en del av utfyllnaden vid kajen, kan delvis vara orsaken till de höga PAH-halterna.

OMRÅDE M, NENSJÖ

Område M är ca 2 km^2 stort och beläget norr om Nensjö och Sprängsviken i Ramöfjärden. Den norra gränsen för området går en bit söder om Sandöbron. Undersökningarna av området påbörjades 2010 då den största delen mättes hydroakustiskt med en linjetäthet på 100 m (fig. 1:38). Två prover togs vid samma tillfälle. Den västligaste delen av området mättes med en transekt 2011 då även det största antalet prover togs. Totalt har 12 prover tagits i området (tabell 1:24).

Ett gammalt industriområde är beläget längst ute på udden vid Sprängsviken, där Nensjö sulfatmassafabrik har varit den mest omfattande industrin (fig. 1:38). Området har också varit plats för flottning av timmer och gamla dykdalber finns kvar längs de västra strandkanterna och i Sprängsviken (fig. 1:38). I anslutning till industriområdet, norr om Nensjö sulfatmassafabrik, har en fiberbank och ett fiberrikt område identifierats.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

I stort sett hela området är kartlagt som postglacial lera. I den norra delen ligger ett tunt lager silt på leran och i den södra delen ligger postglacial sand och grus samt lite isälvsmaterial (fig. 1:39).

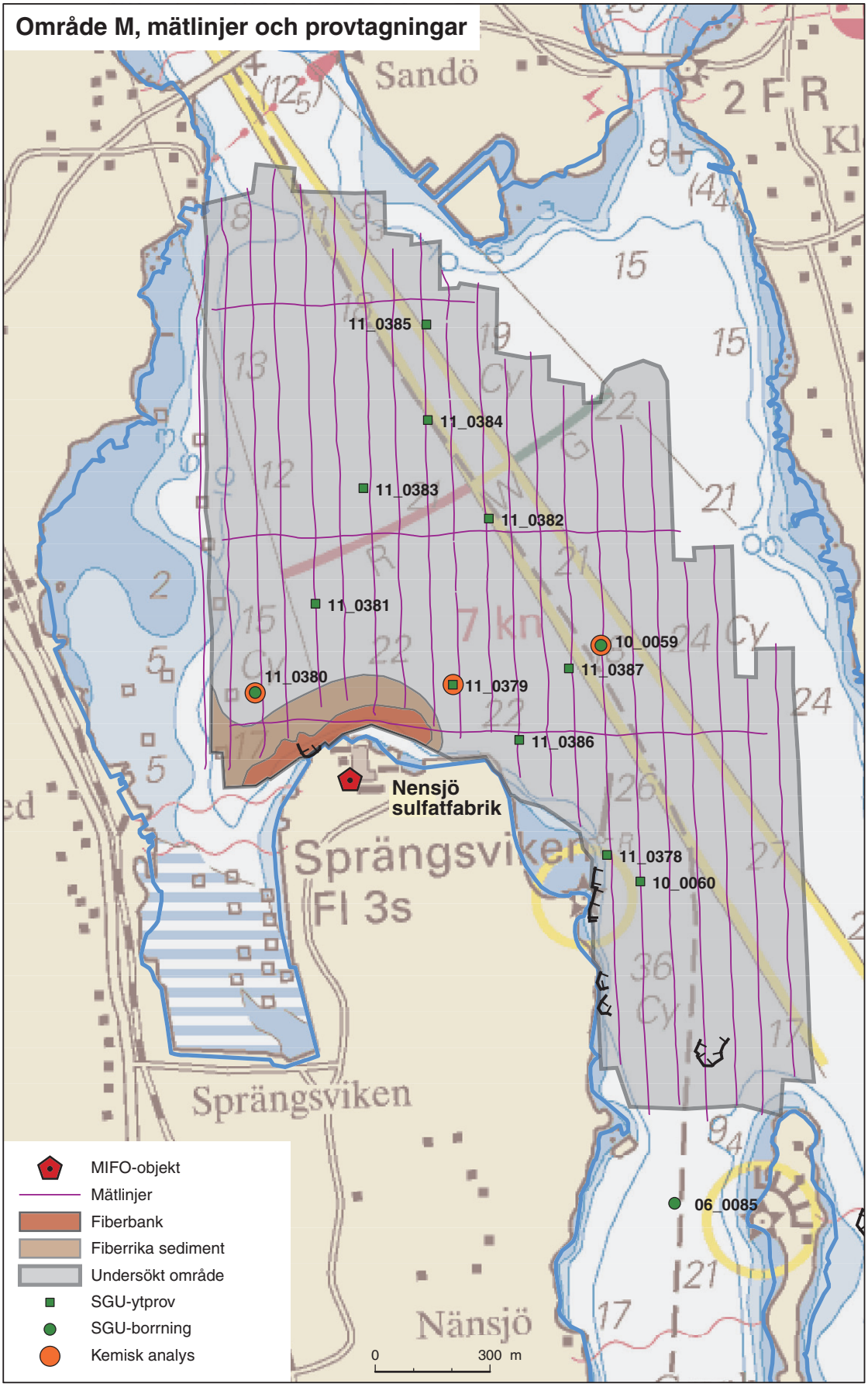
Det finns en fiberbank i området utanför Nensjö sulfatmassafabrik. Den sträcker sig i en halvmåne runt halvön och täcker en yta av ca 30 000 m^2 (fig. 1:38, 1:39, 1:40 och 1:41). Det finns inga prover tagna i banken på grund av att det är för grunt för att komma åt. Fiberbanken är utritad på basis av det hydroakustiska underlaget och är en uppskattning av yta och utbredning (fig. 1:41). Detsamma gäller utbredningen av de fiberrika sedimenten där det heller inte finns några prover. Det området är också utritat på basis av det hydroakustiska underlaget och uppskattas till omkring 90 000 m^2. Proverna som tagits i det undersökta området tyder inte på någon större påverkan av den gamla massafabriken. Sedimenten är mer eller mindre reducerade i ytan och underlagras av postglacial lera med reducerade skikt. I punkt 10_0059 återfanns en bank av bark. Barken är uppblandad med svart gyttja och luktade starkt av svavelväte och petroleum. I profilen från sedimentekolodet syns den morfologiska formen av en bank tydligt (fig. 1:42). Det finns inslag av bark

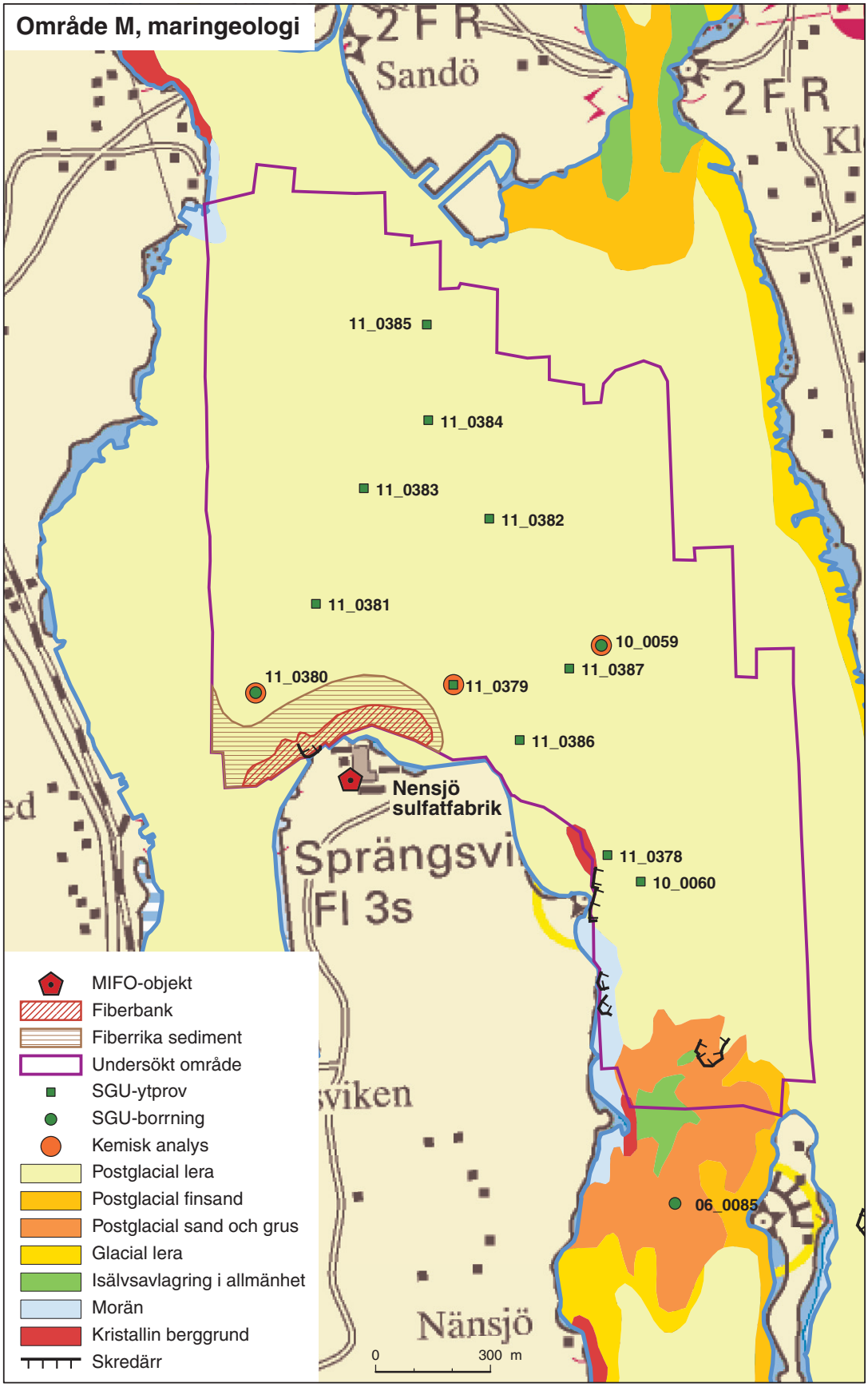
Tabell 1:24. Sedimentprovtagningar utförda i område M, Nensjö. Typ av analys: K = kemisk analys.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
10_0059	6974338,2	647282,5	Vibrohammarlod	19,9	Bark- och flisansamling	K
10_0060	6973721,9	647384,8	Stor gripskopa	23,9	Postglacial gyttjelera	
11_0378	6973788,3	647298,1	Stötlod	20,2	Postglacial lera	
11_0379	6974232,8	646895,3	Stötlod	19,2	Postglacial gyttjelera	K
11_0380	6974212,0	646379,5	Vibrohammarlod	18,0	Postglacial gyttjelera	K
11_0381	6974444,3	646536,4	Stötlod	19,3	Postglacial gyttjelera	
11_0382	6974666,7	646989,0	Stor gripskopa	20,3	Postglacial gyttjelera	
11_0383	6974746,0	646661,2	Stötlod	18,5	Postglacial gyttjelera	
11_0384	6974923,7	646829,4	Stötlod	19,4	Postglacial gyttjelera	
11_0385	6975173,7	646826,0	Stötlod	17,8	Postglacial gyttjelera	
11_0386	6974088,4	647068,3	Stor gripskopa	20,7	Postglacial gyttjelera	
11_0387	6974275,5	647198,0	Stötlod	20,7	Postglacial gyttjelera	

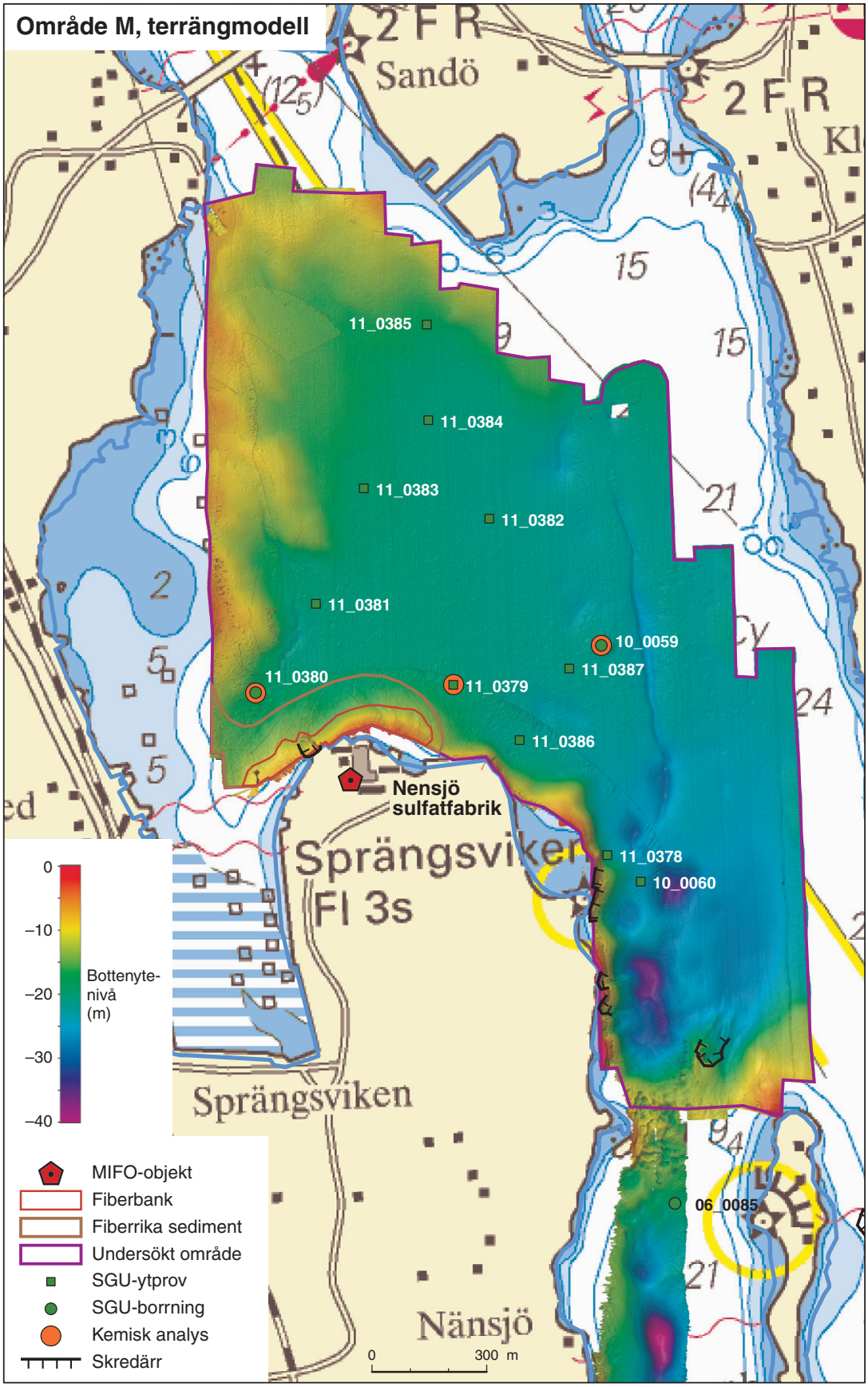
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.

Figur 1:38. Det undersökta området M täcker en yta av ca 2 km^2 och undersöktes med hydroakustiska metoder år 2010 då även två av de totalt 12 sedimentprovtagningarna utfördes. Resterande provtagningar gjordes år 2011. Mättransekterna ligger med ett mellanrum på ca 100 m. En fiberbank och en yta med fiberrika sediment har identifierats utanför Nensjö sulfatmassafabrik. Längs den västra strandkanten ligger dykdalber kvar från tiden då flottning skedde i älven. Stora timmerupplag förvarades innanför dykdalberna och har gett upphov till sjunktimmer och barkavlagringar på botten.


Område M, mätlinjer och provtagningar
Sandö
11_0385
11_0384
11_0383
11_0382
11_0381
11_0380
11_0379
10_0059
11_0387
11_0386
Nensjö sulfatfabrik
Sprängsviken
Fl 3s
11_0378
10_0060
06_0085
Nänsjö
MIFO-objekt
Mätlinjer
Fiberbank
Fiberrika sediment
Undersökt område
SGU-ytprov
SGU-borrning
Kemisk analys
0
300 m



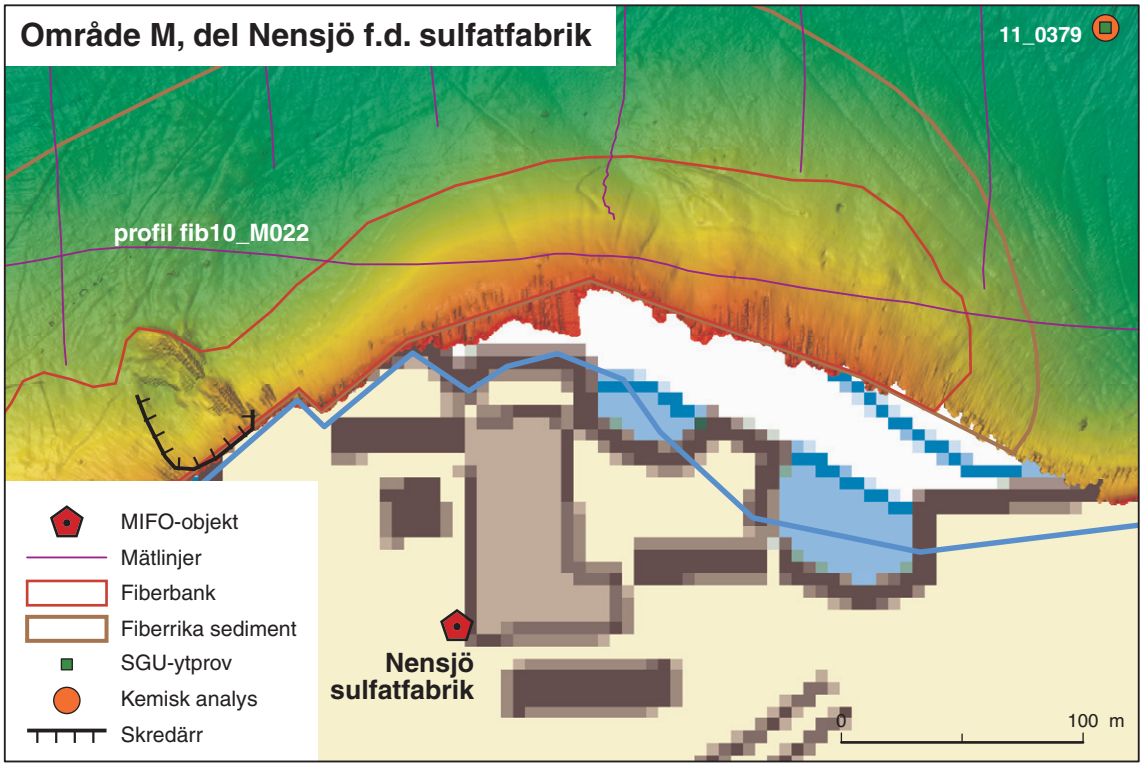
Figur 1:39. Bottnen i område M består nästan uteslutande av postglacial lera. I den södra delen ligger grövre sediment som postglacial sand och grus, morän samt lite isälvsavlagringar.



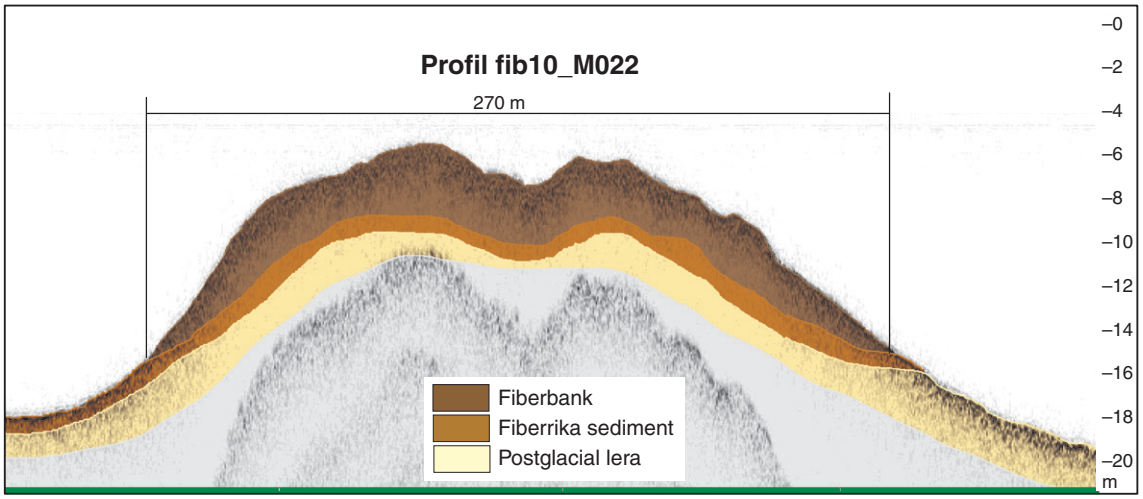
Figur 1:40. I terrängmodellen visas strukturen på havsbottnen i område M. Groparna i den östra delen kan vara orsakade av utflöde av grundvatten från isälvsmaterialet eller vara s.k. dödisgropar.

i fler av provpunkterna, och sedimentet i punkt 11_0380 är rikt på bark. Punkten ligger närmast den västra strandlinjen där gamla dykdalber är utsatta på sjökortet.

Spår av strandnära skred syns i det hydroakustiska underlaget öster om Nensjö och i området där fiberbanken förekommer (fig. 1:40 och 1:41). I det batymetriska underlaget syns tydligt ett skredärr och skredmassor i fiberbanksområdet (fig. 1:41). Det finns också spår av ett sedimentskred i mitten av älven i den allra sydligaste delen av undersökningsområdet (fig. 1:40).



Figur 1:41. I terrängmodellen kan strukturen på fiberbanken anas precis utanför Nensjö sulfatmassafabrik. Denna struktur har legat till grund vid inringandet av fiberbanken och det fiberrika sedimentet. Utanför den östra delen av fabriksområdet har ett mindre sedimentskred inträffat.



Figur 1:42. Sedimentekolodsprofilen visar en tydlig morfologisk bankform på bottnen. Banken består av bark uppblandat med lergyttja, och miljön på platsen är mycket reducerad på syrgas.

Gropar i bottenreliefen syns i den södra delen av undersökningsområdet i anslutning till isälvsmaterial och kan vara orsakade av ett grundvattenflöde från isälvsmaterialet till bottenytan eller vara s.k. dödisgropar. (fig. 1:40).

Föroreningshistoria och situation

I huvudsak två fabriksverksamheter har varit i drift i Nensjöområdet: Sprängsvikens sågverk mellan 1872 och 1911 samt Nensjö sulfatmassafabrik mellan år 1914 och 1964 (MIFO F2282-0005). Sulfatmassafabriken Nensjö cellulosa AB anlades på samma plats där sågen stått några år tidigare. Produktionen ökade från starten år 1914 fram till år 1932. Året därpå bytte fabriken ägare. Fabriken var då förhållandevis liten men producerade sulfatmassa av bra kvalitet fram till år 1961 då den började gå med förlust. Fabriken lades slutligen ner år 1964. Sedan sulfatmassafabriken lades ner har flera olika verksamheter bedrivits i lokalerna. Av dem hör framför allt tillverkning, lagring och reparation av transformatorer till de mest miljöpåverkande aktiviteterna.

Eftersom sågverket avvecklades innan blånadsskydd började användas, är förmodligen bark och flis den enda restprodukten från denna verksamhet. Sulfatmassafabriken producerade oblekt sulfatmassa. Enligt dokumentation fanns den 1 januari år 1941 flytande harts, terpentin, glaubersalt, svavelsyra, kalksten, koks samt kol i lager på fabriken. Från den senare tidens verksamheter kan PCB-haltig olja ha läckt ut från transformatorer eller hydrauliksystem som förvarats på platsen.

Sediment för miljöanalys

Sediment från tre provpunkter från område M har skickats på analys: punkterna 10_0059, 11_0379 och 11_0380. Den förstnämnda punkten, 10_0059, ligger på ett djup av 20 m och mitt i älven. Till största delen består provet av bark och flis uppblandat med svart lergyttja som hade en stark lukt av petroleum och svavelväte och är mycket förorenat. Analyserna av ytsedimentet har gjorts på ett blandprov av sediment från 0–50 cm sedimentdjup som togs med stor gripskopa. Analyser av metaller gjordes även på djupare nivå i bottnen, 280–300 cm ner. Detta prov togs ut från en kärna tagen med vibrohammarlod.

I punkt 11_0379 valdes en nivå på 20–26 cm i sedimentet ut för analys av organiska miljögifter. På denna nivå består sedimentet av reducerad postglacial lergyttja som beskrivs som förorenad. Provpunkt 11_0380 ligger väster om fiberbanken på ett djup av 18 m. Sedimentet består uteslutande av postglacial gyttjelera. Ett blandprov på 0–40 cm togs ut för analys av både metaller och organiska miljögifter från detta ställe.

Metaller

Sedimentet på platsen vid 10_0059 uppvisar förhöjda halter av två metaller i ytsedimentet: kadmium och kvicksilver (tabell 1:25). Båda ämnena ligger inom klass 4, stor avvikelse. Resterande metallhalter ligger inom klass 1–3. Sedimentet från nivån 280–300 cm uppvisar metallhalter som inte nämnvärt skiljer sig från bakgrundshalten och ligger inom klass 1 och 2 (tabell 1:25). Metallhalterna vid punkt 11_0380 uppvisar samma mönster som det översta sedimentet i punkt 10_0059 med höga kadmium- och kvicksilverhalter.

Organiska miljögifter

Resultaten av analysen av de organiska miljögifterna från punkt 10_0059 visar höga halter av alla parametrar utom HCB och dioxin (tabell 1:26). Halten av summaparametern för PCB är mycket hög, i klass 5. PAH, HCH, klordaner och DDT uppvisar alla halter inom klass 4. Dioxinhalten på platsen är relativt låg. Summan av de 17 kongenerna uppvisar en koncentration som ligger inom intervallet för bakgrundsnivån enligt det norska bedömningssystemet (tabell 1:26). Sedimentet från punkt 11_0379 har bara förhöjda halter av HCB. Resterande analyserade ämnen ligger inom

Tabell 1:25. Metallhalter i sedimenten i område M, Nensjö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	GF % av TS	As mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Fe mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Pb mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
10_0059	0–50	20,8	34,9	18,1	0,842	9,94	39,3	32	26600	0,29	24	32,2	30,3	153
10_0059	280–300	56,9	3	7,23	0,0875	15,8	48,1	21,3	35200	<0,04	38,9	13,3	46,4	92,1
11_0380	0–40	38,3		17,3	1,64	6,99	36,3	38,4		0,383	19,2	40,6	20,5	117

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:26. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område M, Nensjö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	TotalPCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klor-daner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
10_0059	0–50	1277	0,18	33	300	0,37	0,087	1,6	0,0044	0,0058
11_0379	20–26	1300	0,63	1,9		<0,1		0,56		
11_0380	0–40	2900	2,3	8,6		4,77		46,7	**0,047**	**0,05**

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

klass 3. Provet från punkt 11_0380 visar höga till mycket höga halter av samtliga analyserade ämnen utom dioxin. Speciellt halten DDT är mycket hög. Dioxinhalterna ligger i klass 3 enligt de norska bedömningsgrunderna.

Diskussion

Fiberbanken i område M har inte kunnat verifieras med provtagning vilket medför att dess utbredning inte kunnat bestämmas med samma säkerhet som på andra ställen. Eftersom de provtagningar som gjorts i området inte visat på fibrer någonstans är även utbredningen av de fiberrika sedimenten en uppskattning. För att med säkerhet kunna fastställa den spatiala utbredningen av förekomsterna måste provtagning ske.

Barkansamlingen som har provtagits i punkt 10_0059 ligger mitt i farleden på ett djup av ca 20 m. Det har förekommit timmerflottning i stor skala i Ångermanälven och dykdalberna längs strandkanten tyder på att timmer har legat samlat i området. Det är möjlighet att själva barken och fliset har dumpats av pråmar som transporterat bort avbarkat material från sågverket eller från botten då barkansamlingarna blivit för tjocka i upplagen. Inne i den västra viken, Sågviken, har en barkdeponi legat. Det är möjligt att delar av denna deponi har dumpats i farleden utanför. Föroreningarna som hittas i detta sediment kan komma från Nensjö industriområde eller uppströms från Svanöområdet. Det finns, enligt MIFO-dokumentationen, ingen specifik källa för kvicksilver och kadmium i Nensjö. Men som vid de flesta industrier verksamma under samma period, har förmodligen kvicksilver använts i tryckgivare och elektriska brytare och spridits när dessa gått sönder. Fabriken eldades med kol och olja för energiproduktion, vilket kan vara orsaken till den höga halten av PAH:er som påträffats i sedimentet. Kol har lagrats på platsen enligt

MIFO-dokumentationen. Enligt samma dokumentation kan PCB-haltiga oljor ha läckt ut och förorsakat de höga halterna av PCB i sedimentet. Transformatorer, som har hanterats på platsen, innehöll ofta PCB-haltiga komponenter som kan ligga bakom den höga kontamineringsgraden av PCB. De höga halterna av klordan, HCH och DDT kan vara en ”tratteffekt” genom den stora timmermängd som kommit in till fabriken (Olsson m.fl. 2005). Sedimentet från punkt 11_0379 uppvisar lägre kontamineringsgrader av alla ämnen utom HCB. Detta är något förvånande eftersom ingen blekning eller klorframställning har skett vid Nensjö eller Svanö.

OMRÅDE N, SVANÖ

Öster om Svanö ligger ett undersökningsområde med omkring 0,9 km^2 storlek. Området, som benämns N, är beläget öster om den redan kända och undersökta fiberbanken utanför Svanös sydöstra strandkant i Kramforsfjärdens södra del (fig. 1:43, 1:44 och 1:45). Enligt tidigare undersökningar är fiberbanken mycket förorenad av tungmetaller, 250 000 m^3 innehållande ungefär 50–250 kg kvicksilver (Nordbäck 2011). Undersökningarna av området inleddes år 2011 då de hydroakustiska mätningarna utfördes med en linjetäthet på ca 75 m (fig. 1:43). All provtagning utfördes år 2011 (tabell 1:27). I norra delen av området ligger en stor fiberbank utanför Hallstanäs träsliperi. Denna del av älven har undersökts i samband med att SGU befann sig i området, men Hallstanäs har inte ingått som prioriterat område i detta projekt. De två kända fiberbankarna i Svanö och Hallstanäs undersöks för närvarande inom andra projekt utanför SGU vilket är en av anledningarna till att de inte behandlas i denna rapport.

Fibermaterialet och tungmetallerna kommer från Svanö sulfitmassafabrik som en gång var i drift på ön. Runt ön finns gamla timmermagasinsytor som i sjökortet är utmärkta som ”icke sjömätt” (fig. 1:43). Bottnarna här är förmodligen täckta av sjunktimmer. Inom det i detta projekt undersökta området utanför Svanö finns fiberrika sediment deponerade (fig. 1:43, 1:44 och 1:45).

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Den övre delen av botten i området utanför Svanö består av postglacial lera enligt SGUs maringeologiska karta över Ångermanälven (fig. 1:43). Längs den kant av området som gränsar mot Lugnvikstrand förekommer glacial lera i bottenytan.

Svanö har en sedan tidigare välkänd fiberbank utanför sin östra strand. Den är inte undersökt ytterligare inom detta projekt. Däremot förekommer ett område med fiberrika sediment med en yta av omkring 0,2 km^2 en bit längre ut från strandlinjen där det är djupare (fig. 1:43, 1:44 och 1:45). Proverna som är tagna inom detta område visar att sedimenten har en hög fiberhalt, är reducerade och rika på gas. Större delen av ytsedimenten i undersökningsområdet verkar vara reducerade.

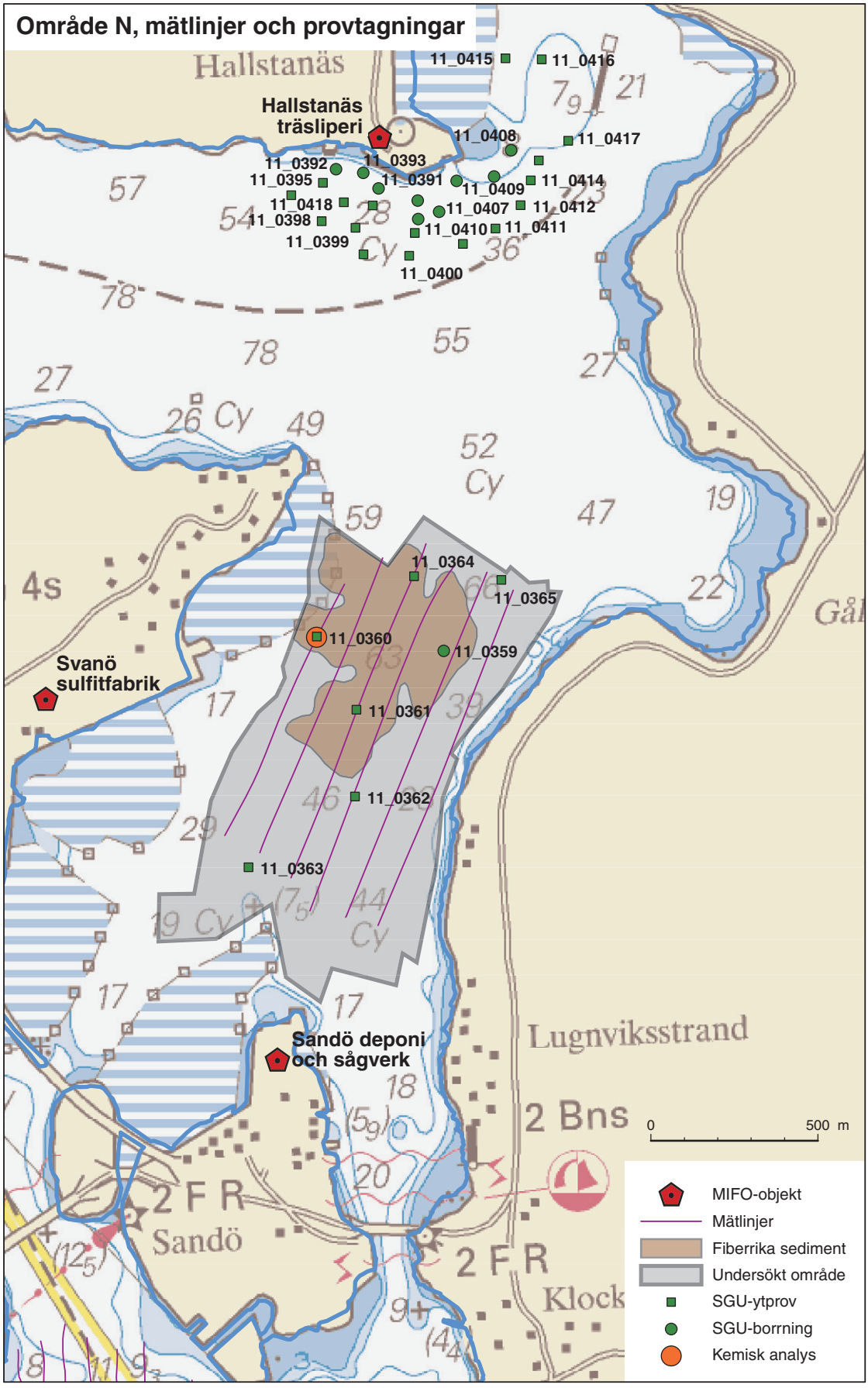
Spår av skred i form av skredmassor och skredärr förekommer både i östra och västra delen av området (fig. 1:45). Större gropar i bottenreliefen (fig. 1:44) och isälvsmaterial (fig. 1:44) framkommer också i terrängmodellen. Detta kan tyda på dödisgropar eller att ett grundvattenflöde mynnar i bottenytan.

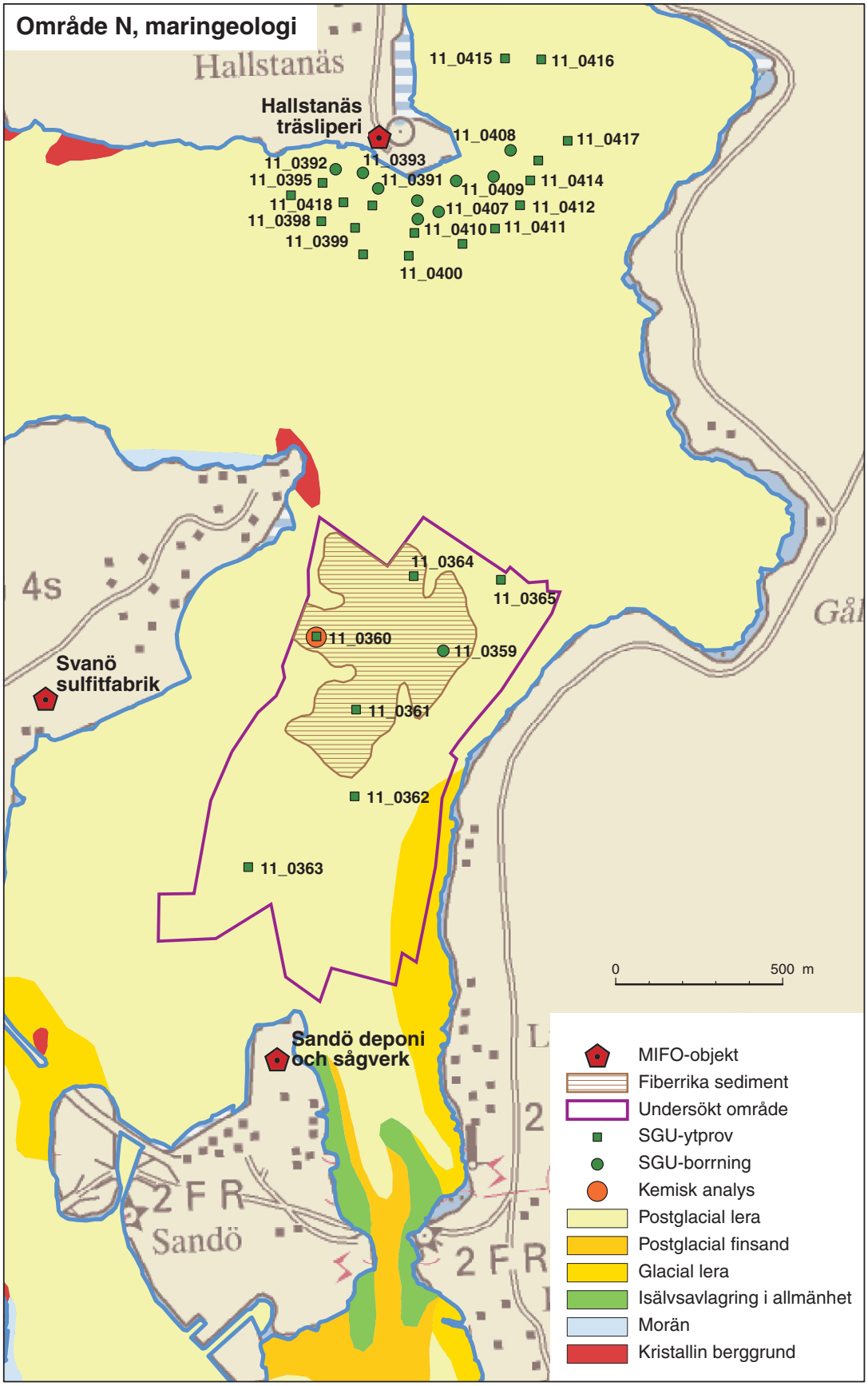
Tabell 1:27. Sedimentprovtagningar utförda i område N, Svanö. Typ av analys: K = kemisk analys.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
11_0359	6977594,3	647565,0	Vibrohammarlod	82,2	Postglacial lergyttja	K
11_0360	6977637,7	647184,0	Stötlod	48,8	Postglacial lergyttja	
11_0361	6977418,4	647303,1	Stötlod	69,5	Postglacial lergyttja	
11_0362	6977159,1	647298,6	Stötlod	59,2	Postglacial lergyttja	
11_0363	6976946,9	646979,4	Stötlod	22,6	Postglacial lergyttja	
11_0364	6977818,6	647475,1	Stötlod	68,4	Postglacial lergyttja	
11_0365	6977807,2	647737,0	Stötlod	52,3	Postglacial lergyttja	

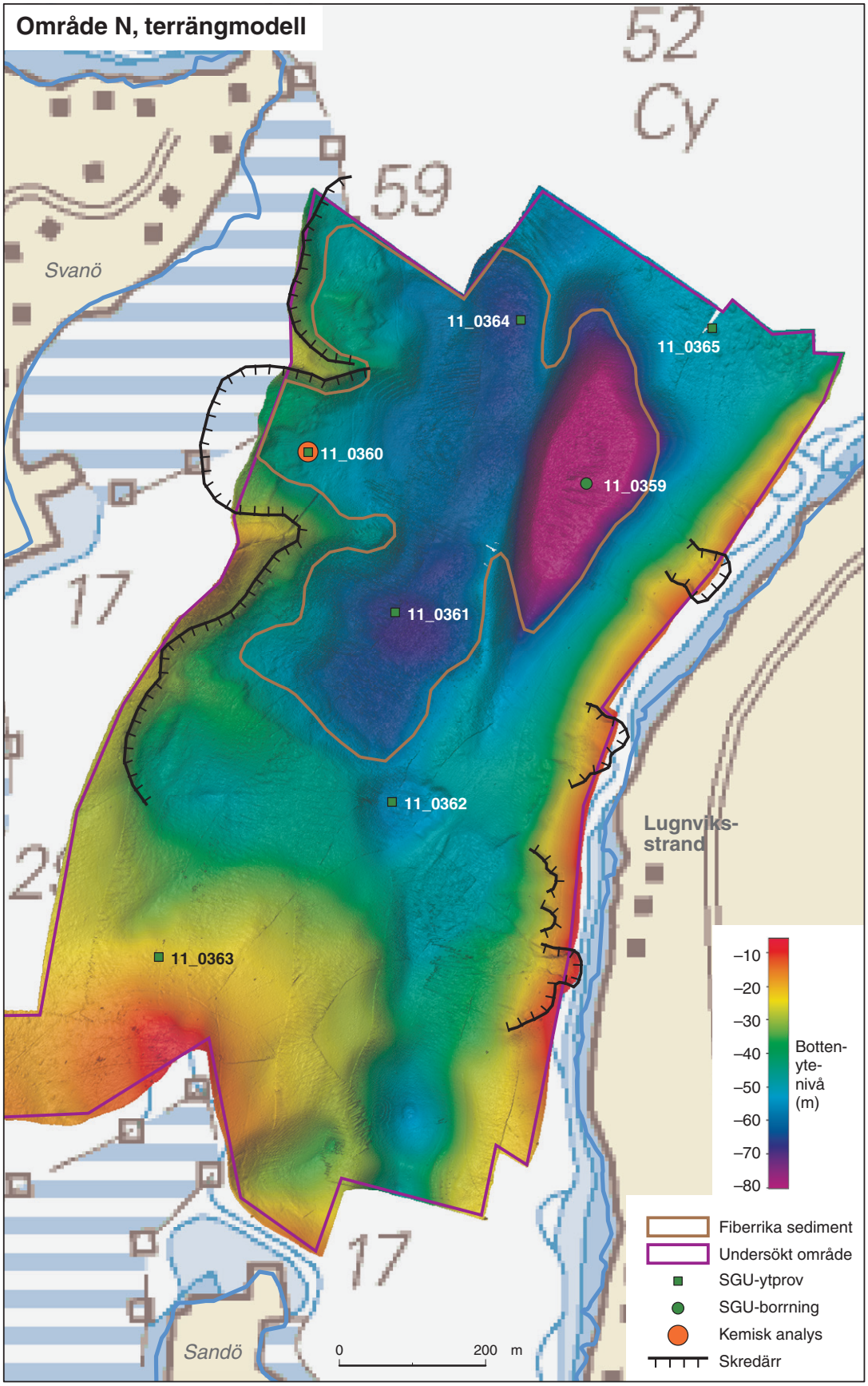
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.

Figur 1:43. Undersökningsområde N ligger öster om Svanö och täcker en yta av ca 0,9 km^2. Området undersöktes med både hydroakustiska metoder och med sedimentprovtagningar år 2011. Mättransekterna ligger på ett avstånd till varandra på ca 50–75 m. En yta med fiberrika sediment har identifierats i område N. Längs strandkanten vid Svanö finns dykdalber kvar. Innanför dessa har timmerupplag legat vid tiden då flottning av timmer skedde på älven.


Område N, mätlinjer och provtagningar
Hallstanäs
Hallstanäs träsliperi
11_0415
11_0416
11_0417
11_0408
11_0392
11_0393
11_0395
11_0391
11_0409
11_0414
11_0418
11_0407
11_0412
11_0398
11_0410
11_0411
11_0399
11_0400
11_0364
11_0365
11_0360
11_0359
Svanö sulfitfabrik
11_0361
11_0362
11_0363
Sandö deponi och sågverk
Lugnviksstrand
Sandö
2 Bns
2 F R
0
500 m
MIFO-objekt
Mätlinjer
Fiberrika sediment
Undersökt område
SGU-ytprov
SGU-borrning
Kemisk analys



Figur 1:44. Bottnen i område N består nästan uteslutande av postglacial lera. I sydvästra hörnet ligger glacial lera i ytan.



Figur 1:45. Terrängmodellen visar att sedimentskred har gått på båda sidor av området och att de fiberrika sedimenten har sedimenterat i de djupare delarna av bassängen. I modellens sydöstra hörn samt på vardera sida om åsen i den norra delen syns gropar som kan tyda på ett utflöde av grundvatten eller vara s.k. dödisgropar.

Föroreningshistoria och situation

Den närmast belägna föroreningskällan i denna del av utflödet från Ångermanälven är Svanö sulfitmassafabrik (MIFO F2282-0015) som var i drift mellan åren 1906 och 1966. På samma plats låg också ett sågverk mellan år 1867 och 1930 samt en sulfitspritfabrik. Den förorening som framför allt förknippas med verksamheterna på Svanö är kisaska. Svavelkisen som användes för framställning av svaveldioxid förvarades i lagerbyggnader och transporterades med transportbana till kisugnen. Efter rostningen lagrades kisaskan i magasin i väntan på utlastning med båt eller så deponerades den på platsen. Processvattnet från fabriken gick orenat ut i Ångermanälven. I dagsläget har åtgärder genomförts för att ta hand om de förorenade massorna på land och delar av massorna under vattnet. En huvudstudie pågår för att avgöra om åtgärder kan genomföras för fiberbanken närmast stranden i området.

Sediment för miljöanalys

Eftersom utförliga undersökningar av både sediment och förorenade landmassor utanför Svanö redan är igång i samband med ett saneringsprojekt har bara en provpunkt (11_0360) i det fiberrika sedimenten skickats på analys. Provet togs med stötlod på ett djup av ca 49 m och innehåller postglacial lergyttja med fibrer på en nivå på 15–38 cm. Ett blandprov på nivån 20–30 cm har skickats på kemisk analys.

Metaller

Trots de stora mängderna kvicksilver som beräknats ligga begravda i Svanös fiberbank är halten i provet från det fiberrika sedimentet relativt låg, inom klass 3 (tabell 1:28). De grundämnen som uppträder i störst kontamineringsgrad är arsenik och koppar, båda inom klass 4. Resterande ämnen befinner sig inom klass 1–3.

Tabell 1:28. Metallhalter i sedimenten i område N, Svanö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	GF % av TS	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
11_0360	20–30	49,5		37,8	0,311	14,8	44,6	67,2	0,136	35,2	35,9	47,2	107

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:29. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område N, Svanö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
11_0360	20–30	1600	0,28	0,1	<0,1	0,21	0,017	0,02

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

Organiska miljögifter

Även resultaten från analyserna av organiska miljögifter visar att sedimenten inte är så förorenade som kunde förväntas. Halterna av alla ämnen utom HCB håller sig inom rimliga gränser, klass 1–3. HCB-halten ligger något högre, inom klass 4 (tabell 1:29).

Diskussion

Fiberbanken invid Svanö sulfitmassafabrik är välkänd och dokumenterad till ytan. Den är belägen på den södra delen av Svanös östra strand, där avloppsröret gått ut från land. År 1994 hittades höga halter av bland annat arsenik och kvicksilver på land längs den östra stranden vid en undersökning gjord av SGU (Dag Fredriksson, muntlig kommunikation 2013). Längs den södra stranden har höga halter av tungmetaller påträffats i sedimentprover tagna vid undersökningar gjorda av Länsstyrelsen i Västernorrlands län år 1996 (Heinemo 2001). Det är därför inte så förvånande att det är tungmetaller som är den stora föroreningsfaktorn i det fiberrika sedimentet i område N. De organiska miljögifterna visar relativt låga halter i jämförelse med andra ställen i Ångermanälven. Det enda ämne som uppträder i hög halt är HCB. Eftersom ingen blekning av pappersmassa har förekommit på Svanö, är det troligt att ämnet har transporterats med älven från någon av massafabrikerna uppströms där blekning förekommit.

OMRÅDE O, FRÅNÖ

Område O i Kramforsfjärdens södra del ligger norr om Svanö, utanför Frånö, och sträcker sig längs älven mellan Brunne sågverk i norr och Svanö i söder och täcker en yta av omkring 2,7 km^2 (fig. 1:46, 1:47 och 1:48). Område O undersöktes år 2011 då både hydroakustiska mätningar och provtagningar utfördes (tabell 1:30). Linjetätheten vid de hydroakustiska mätningarna var 75 m (fig. 1:46).

Längs den västra stranden har två fabriker med potentiella fiberutsläpp legat: Frånö sulfatmassafabrik och Björknäs sågverk. Dykdalber finns bevarade hela vägen mellan de två industriområdena och tyder på att timmer legat samlat längs kanten. En fiberbank och ett något större område med fiberrika sediment har ringats in i området. I mitten av området, nordost om Björknäs, är sedimentackumulationshastigheten uppskattad till ca 0,5 cm per år (fig. 1:50).

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Den övre delen av bottnen inom område O består till största delen av postglacial lera. Längs områdets nordöstra kant och längst i söder förekommer glacial lera samt kalt berg i bottenytan (fig. 1:47).

Utanför Frånö sulfatmassafabrik ligger en fiberbank som täcker en yta av omkring 30 000 m^2 (fig. 1:46, 1:47, 1:48 och 1:49). Provet som är taget i fiberbanken innehåller cellulosafibrer uppblandade med postglacial lera ner till 455 cm djup i sedimentet (Bilaga 2). Enligt beskrivningen var sedimentet gasrikt vilket tyder på anaerob nedbrytning av det organiska materialet. Det fiberrika sedimentets front sträcker sig utanför fiberbanken och täcker en area på ca 80 000 m^2. Provet i denna typ av sediment indikerar på en relativt syrgasfri miljö i bottenmaterialet ner till 28 cm där den mer opåverkade leran återfinns. Övriga provtagningar inom området uppvisar laminerade, relativt opåverkade sediment. I provpunkt 11_0352 påträffades plankor och järnbalkar på botten vilket kan tyda på att skredet som gått i älvkanten kan ha dragit med sig någon typ av byggkonstruktion (fig 1:48 och Bilaga 2). Spår av större skred i form av ärr och massor förekommer i den södra delen av undersökningsområdet i Svanösundet och längs med hela den västra strandkanten.

Mätning av aktiviteten av cesium-137 i sedimentet i punkt 11_0358 ger vid handen att sedimentets ackumulationshastighet är ungefär 0,5 cm per år i den djupaste delen av älvfåran (fig. 1:50).

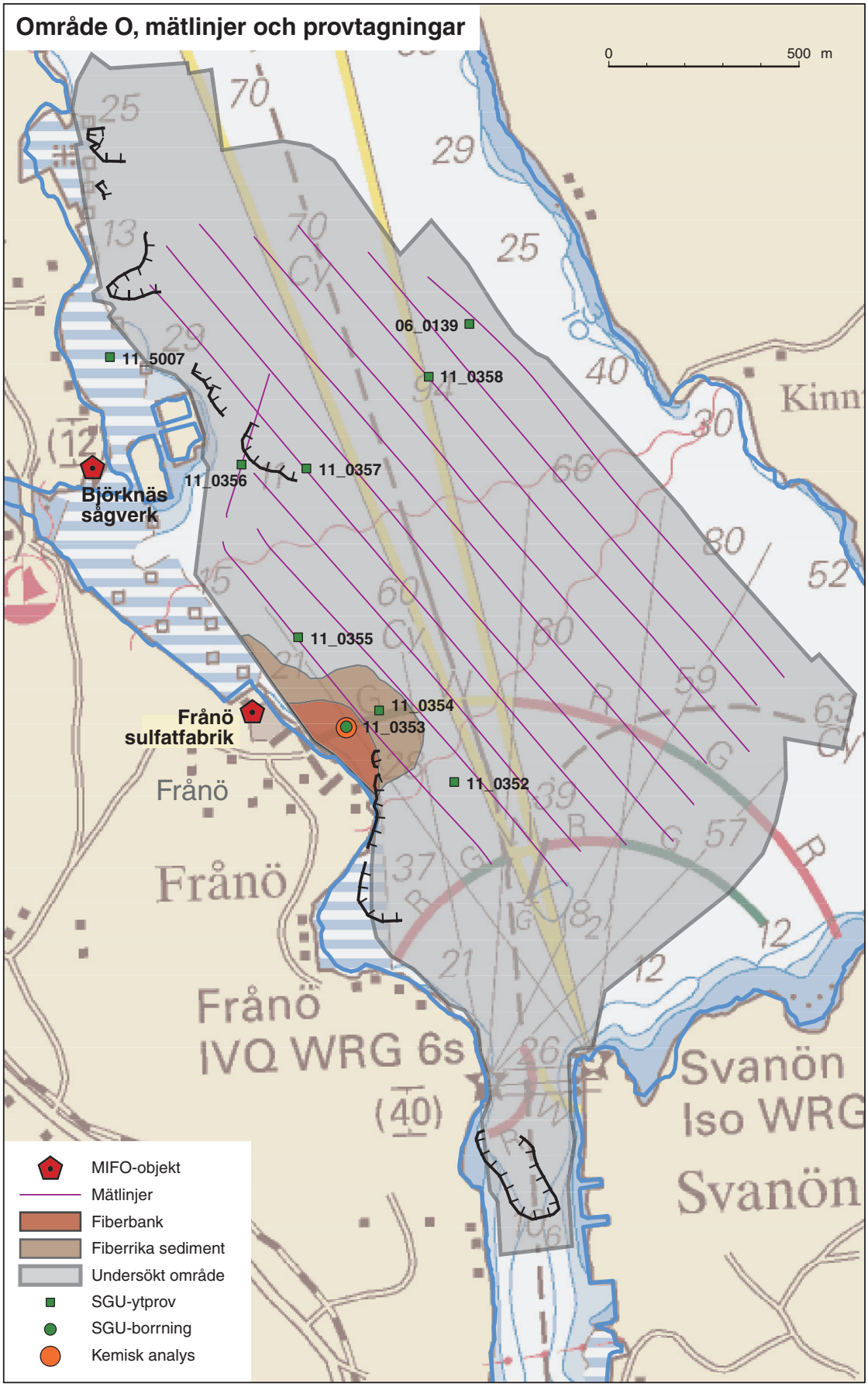
Tabell 1:30. Sedimentprovtagningar utförda i område O, Frånö. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

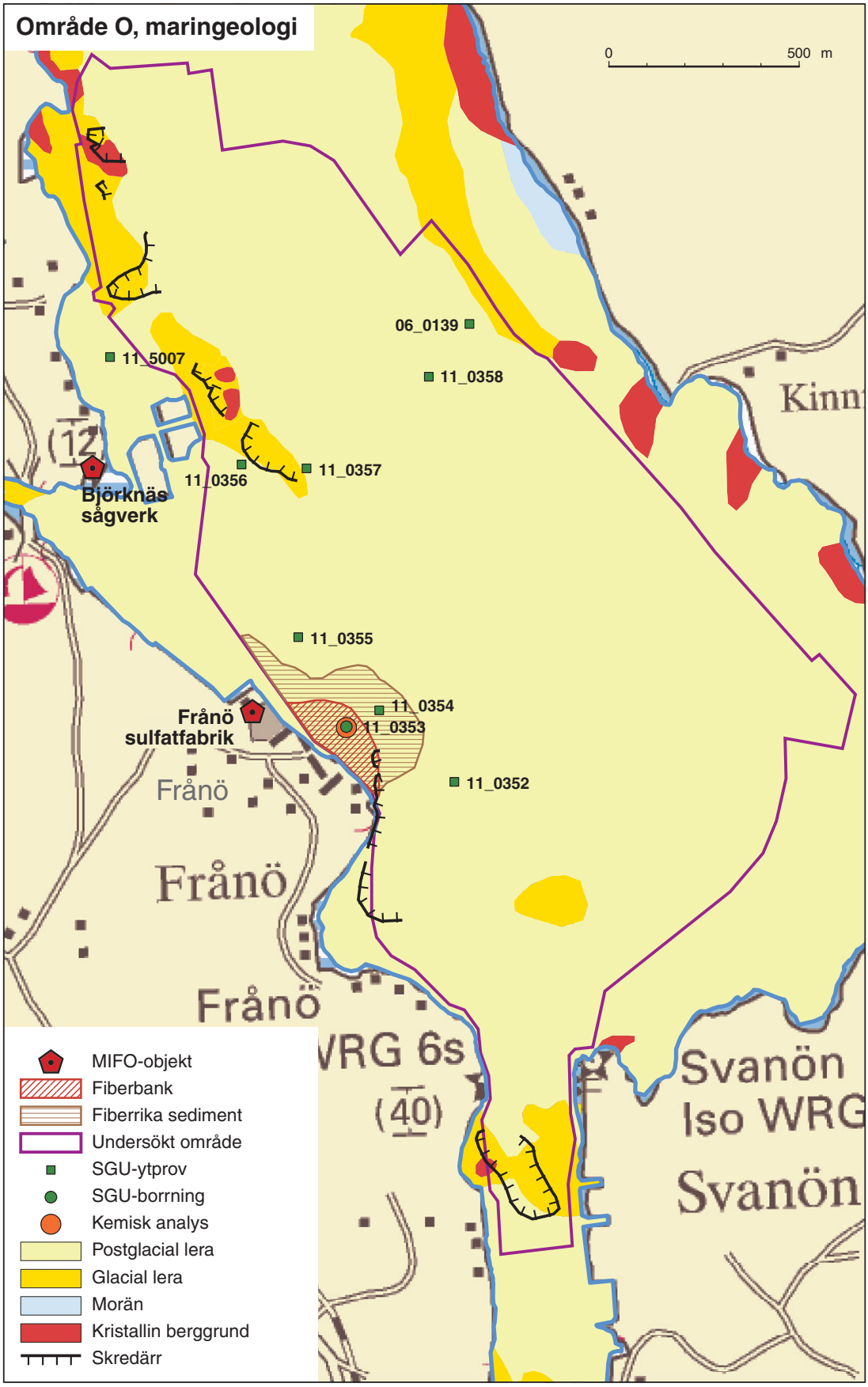
Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
11_0352	6978654,3	645166,9	Stötlod	54,0	Plankor och järnbalkar	
11_0353	6978799,1	644883,9	Stötlod	13,5	Fibrer Postglacial gyttjelera	K
11_0354	6978842,4	644969,3	Stötlod	25,9	Postglacial lergyttja	
11_0355	6979034,8	644756,8	Stötlod	21,0	Postglacial lergyttja	
11_0356	6979489,3	644607,6	Stötlod	16,4	Postglacial lergyttja	
11_0357	6979479,1	644778,2	Stötlod	48,4	Postglacial lergyttja	
11_0358	6979720,2	645100,0	Gemini	94,2	Postglacial lergyttja	Cs

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.

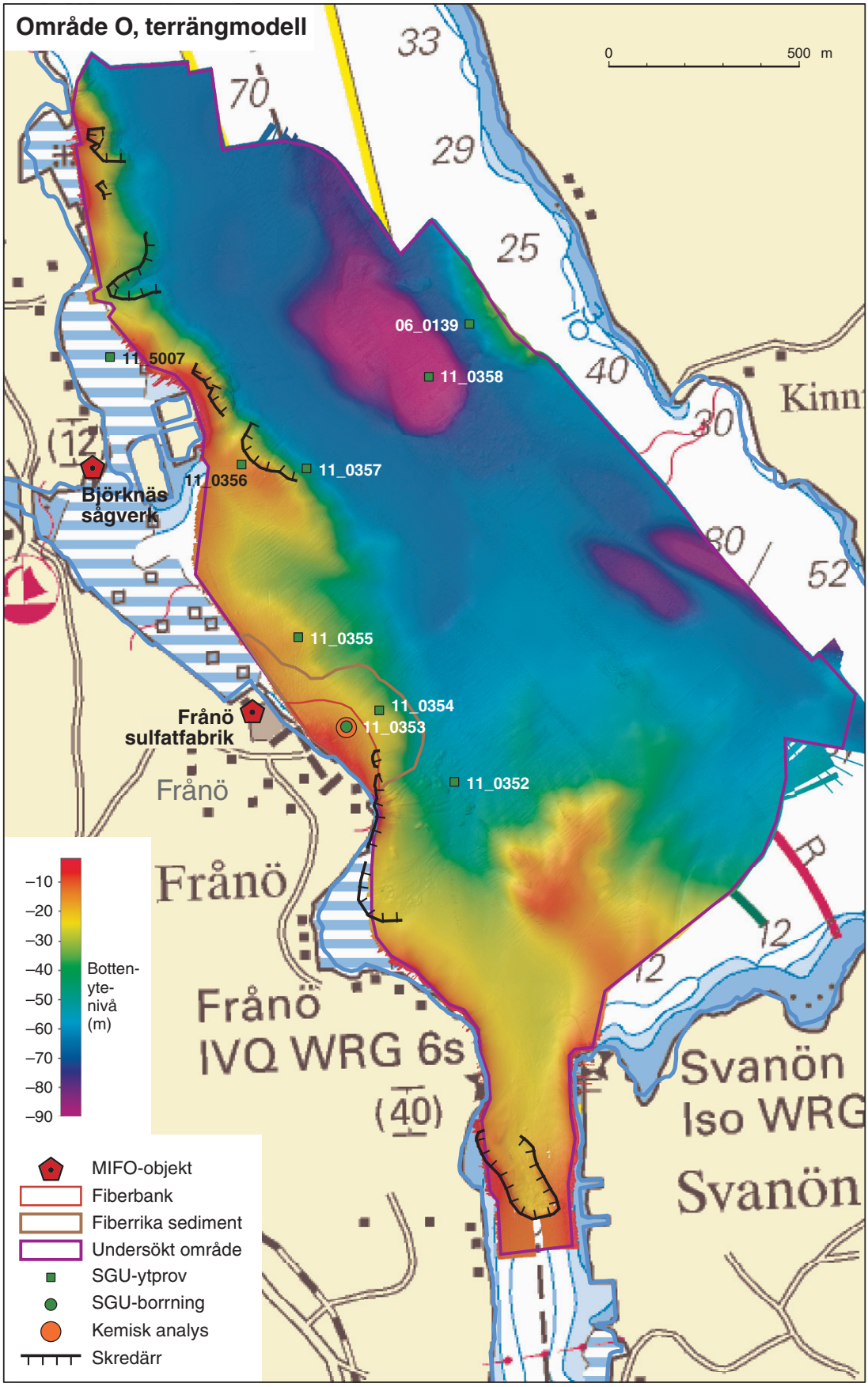
Figur 1:46. Undersökningsområde O ligger utanför Frånö sulfatfabrik och täcker en yta av omkring 2,7 km^2. Både de hydroakustiska mätningarna och sedimentprovtagningarna i området gjordes år 2011. Mättransekterna har en täthet på ca 75 m. Utanför Frånö sulfatfabrik har en fiberbank och en yta med fiberrika sediment identifierats. Längs den västra strandkanten finns dykdalber kvar från tiden då timmerflottning skedde i älven.

Område O, mätlinjer och provtagningar

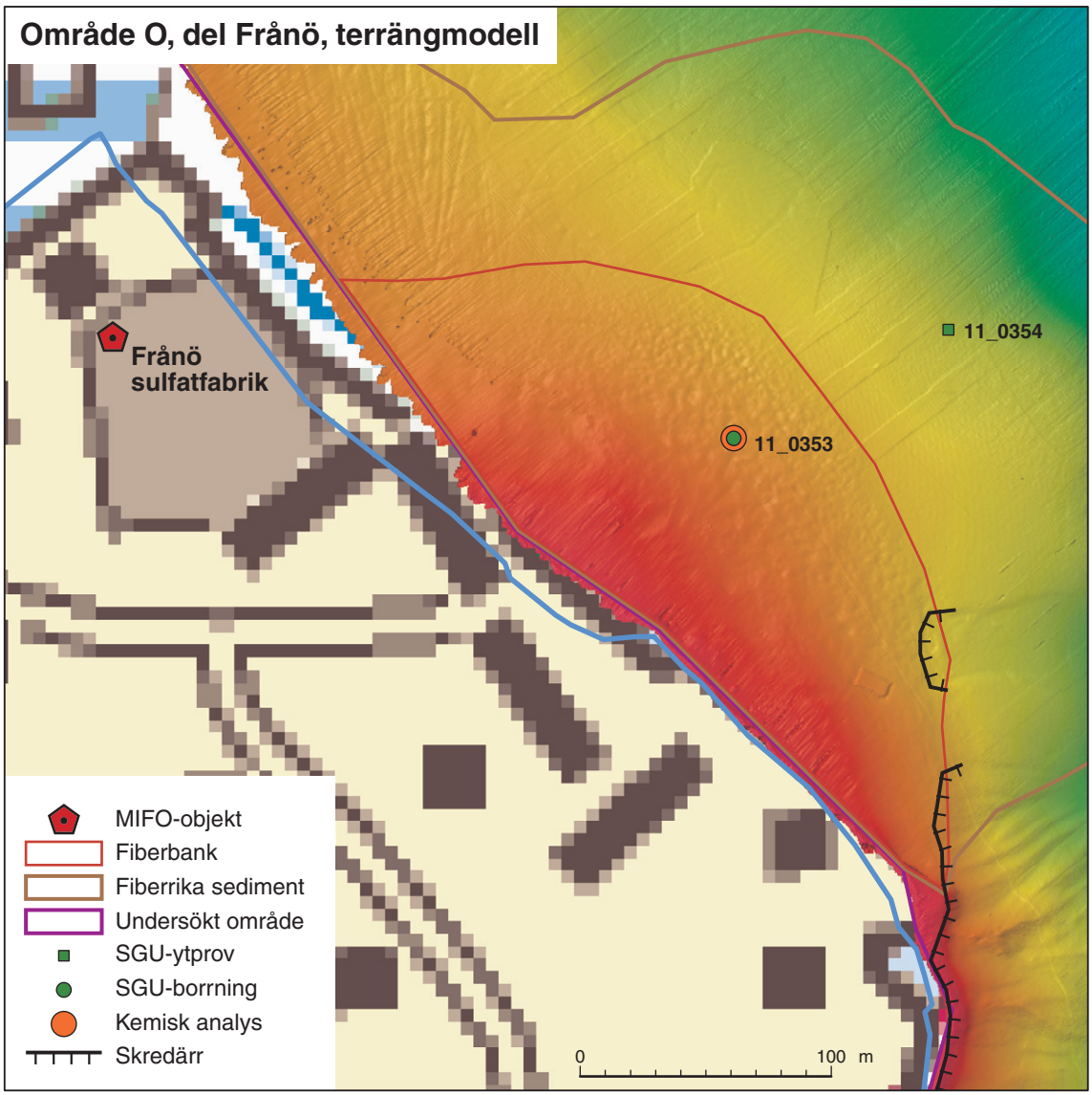




Figur 1:47. Bottnen i område O består nästan uteslutande av postglacial lera med glacial lera och blottat kristallint berg i ytan på ett fåtal ställen.



Figur 1:48. Terrängmodellen över område O avslöjar ett flertal skredärr längs den västra strandkanten.

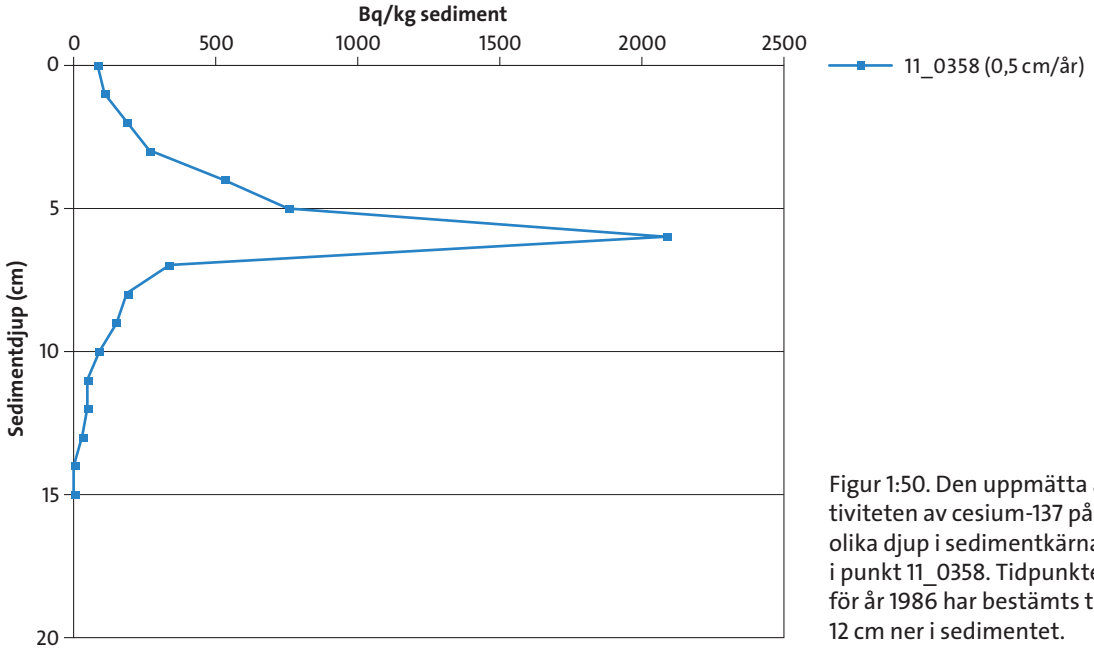


Figur 1:49. I terrängmodellen från området precis utanför Frånö sulfatmassafabrik kan den ojämna apelsinskalsliknande strukturen i bottenytan skönjas i den inringade fiberbanken.

Föroreningshistoria och situation

Det har legat två fabriker i området som kan ha gett upphov till fiberutsläpp: Björknäs sågverk (MIFO F2282-0115) och Frånö sulfatmassafabrik (MIFO F2282-0006). Sågverket var i drift mellan år 1882 och 1924 och producerade sågade trävaror, gruvstöttor och träkol. Sågverket är rivet för länge sedan och det enda som återstår av den gamla verksamheten är virkesrester. Det finns inga uppgifter om impregnering av virket.

Frånö sulfatmassafabrik är Norrlands första sulfatmassafabrik och där har man tillverkat oblekt sulfatmassa under perioden 1896 till och med 1945. Innan sulfatmassafabriken grundades fanns en ångsåg på platsen. Den revs och flyttades år 1897. Fabriken drevs fram till år 1907 med el från det egna gasverket som eldades med antracit. Efter en brand i lokalerna samma år återuppbyggdes och moderniserades verksamheten, och elförsörjningen skedde därefter med hjälp av vattenkraft vilket var en mer lönsam energiform. År 1917 byggdes fabriken om så att all massa behandlades



Figur 1:50. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimentkärnan i punkt 11_0358. Tidpunkten för år 1986 har bestämts till 12 cm ner i sedimentet.

i kollergångar. Under samma period utgjordes restprodukterna från tillverkningen av terpentin och flytande harts. I början av 1940-talet reducerades fabrikens produktion på grund av virkesbrist och några år senare lades fabriken ned och försök att framställa spånskivor påbörjades. Försöken gick inte särskilt bra och spånskivetillverkningen lades ner i mitten av 1950-talet. Isolerings- och distansmaterialet wellit producerades i fabriken under 1950-talet och fram till mitten av 1970-talet. Wellit tillverkas genom att wellpapp och slätt papper limmas ihop till tjocka lager. En del wellit impregnerades genom att doppas i en lösning av trikloretylen, beck och asfalt i ett slutet system. I slutet av 1950-talet startades produktionen av cellplast som fortgår även idag.

Sediment för miljöanalys

Sediment från en provpunkt (11_0353) har skickats på analys av både metaller och organiska miljögifter. Denna punkt ligger i fiberbanken precis utanför den gamla sulfatmassafabriken. Sedimentet består här till största delen av träfibrer och flis. Ett prov på nivån 400–410 cm valdes ut för analyserna. Sedimentet vid punkt 11_0358 provtogs med Geminilod och den erhållna kärnan har analyserats på aktiviteten av cesium-137. Hastigheten av sedimentets ackumulation på 94,2 m djup bestämdes till ca 0,5 cm per år (fig. 1:50). Prov har tagits på nästan samma plats i undersökningar som utfördes år 1998. Sedimentationshastigheten bestämdes då till 0,8 cm per år på 96 m djup (Persson m.fl. 1999).

Metaller

Resultaten från metallanalyserna visar att fiberbankens sediment inte är förorenat av metaller. Samtliga halter ligger inom klass 1–2 (tabell 1:31).

Organiska miljögifter

Även de organiska miljögifterna förekommer i låg halt i fiberbanken utanför Frånö (tabell 1:32). Nivåerna av HCB och HCH är högst och infaller i värsta fall i klass 4. Dessa två halter är dock angivna som ”mindre än”-värden. Resterande ämnen kan sorteras in i klass 1–3.

Tabell 1:31. Metallhalter i sedimentet i område O, Frånö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
11_0353	400–410	24,9	2,62	0,284	2,19	25,2	29,1	0,0748	12,4	22,7	8,17	45,1

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:32. Halter av organiska miljögifter i sedimentet i område O, Frånö. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
11_0353	400–410	770	<0,3	<1,1	<0,9	<0,9	0,003	0,0061

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

Diskussion

Frånö sulfatmassafabrik var i drift fram till år 1945 och var aldrig uppe i särskilt stora årsproduktioner. Det kan vara förklaringen till att fiberbanken och det fiberrika området utanför fabriken är relativt små till ytorna. Eftersom fabriken lades ner så tidigt är det inte troligt att kvicksilver har använts som slembekämpning. Sågverket lades ner redan vid förra sekelskiftet då impregnering av trä inte förekom. Det är alltså inte förvånande att fiberbanken innehåller relativt låga koncentrationer av föroreningar.

OMRÅDE P & Q, KRAMFORS

De prioriterade områdena P och Q ligger i anslutning till varandra och behandlas som ett område, PQ, i denna rapport. Området är omkring 7 km^2 stort och det är beläget i Kramforsfjärden där Ångermanälven mynnar ut och sträcker sig från Sandviken i norr till Brunne i söder (fig. 1:51, 1:52 och 1:53). Område PQ undersöktes år 2011 då både hydroakustiska mätningar och sedimentprovtagningar utfördes. De hydroakustiska mätningarna gjordes i transekter med en täthet på ca 75 m (fig. 1:51). Totalt har 26 sedimentprover tagits i området inom detta projekt (tabell 1:33).

I Kramforstrakten har fyra olika fabriker legat som har varit potentiella fiberkällor: Sandvikens sågverk, Sandviken sulfatmassafabrik, Kramforsvikens sågverk och Kramfors sulfitmassafabrik. I området en bit norr om Kramfors ackumuleras de finkorniga sedimenten med en hastighet på omkring 0,4 cm per år (fig. 1:56).

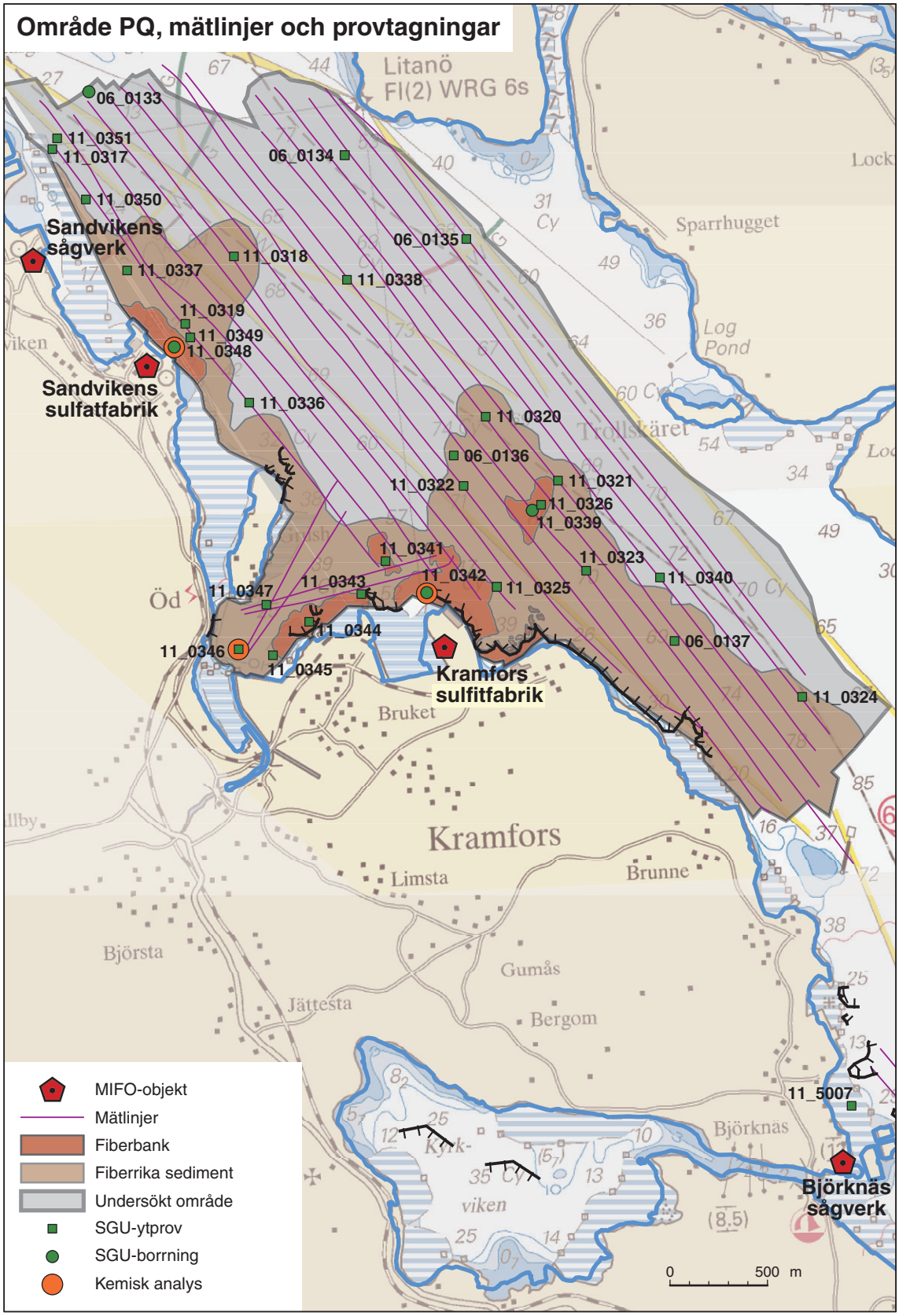
Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Huvudtypen av materialet i bottenytan i undersökningsområdet är postglacial lera med glacial lera och blottat berg fläckvis längs strandkanten enligt SGUs kartläggning från år 2006 (fig. 1:52).

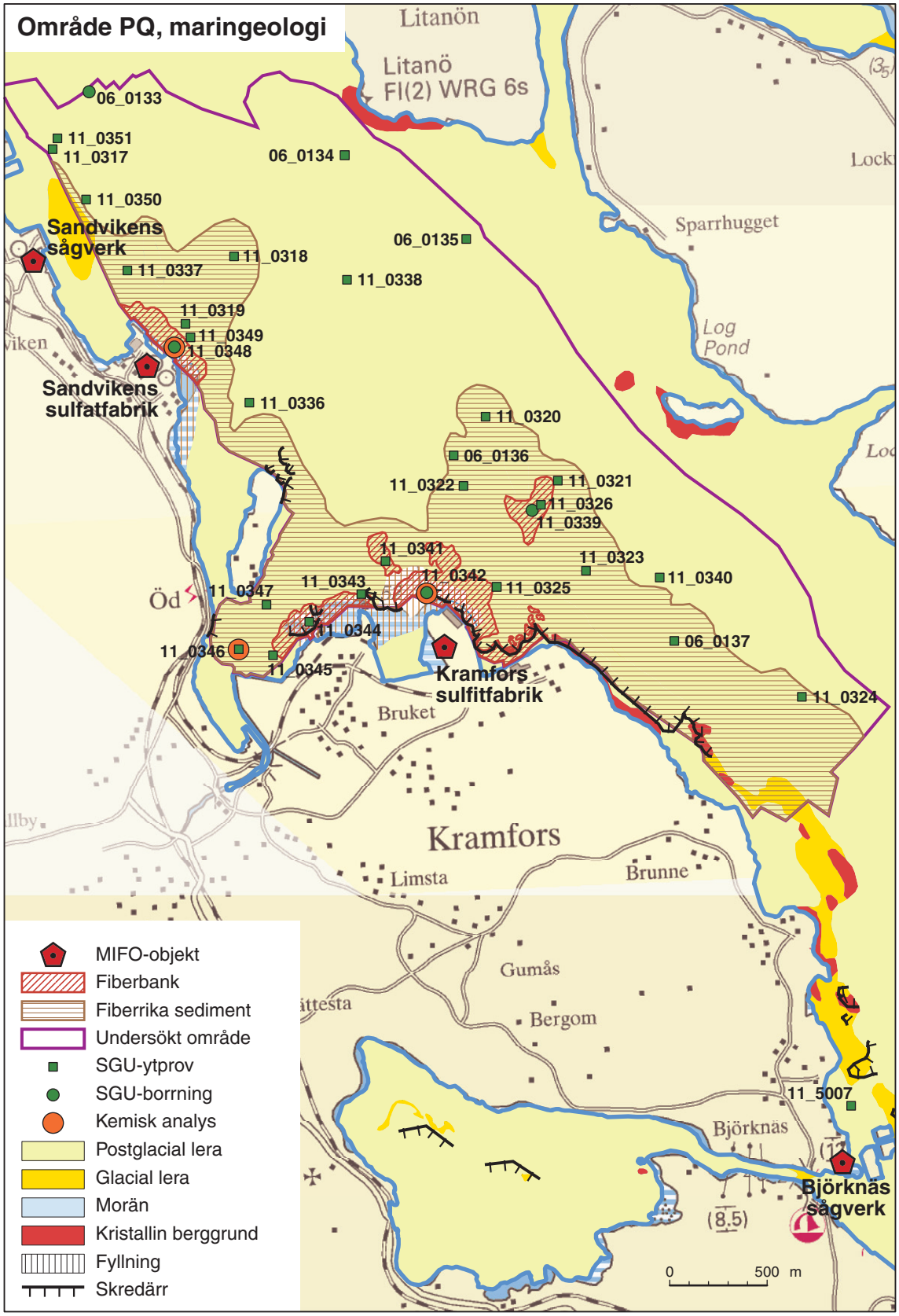
Tabell 1:33. Sedimentprovtagningar utförda i område PQ, Kramfors. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
11_0317	6984680,1	640163,1	Bottenobservation	16,4	Timmer	
11_0318	6984129,8	641093,8	Stötlod	64,6	Postglacial lergyttja Postglacial lergyttja	
11_0319	6983783,0	640844,7	Stötlod	20,8	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0320	6983306,7	642384,7	Stötlod	98,9	Postglacial lergyttja	
11_0321	6982978,6	642756,4	Stor gripskopa	69,7	Postglacial lergyttja	
11_0322	6982951,3	642271,9	Stötlod	77,9	Postglacial lergyttja	
11_0323	6982516,1	642901,0	Stötlod	70,5	Postglacial lergyttja	
11_0324	6981870,0	644008,6	Stötlod	89,4	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0325	6982433,4	642442,1	Geminilod	63,8	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	Cs
11_0326	6982854,9	642670,0	Stötlod	62,0	Fibrer	
11_0336	6983378,8	641173,4	Stötlod	42,9	Postglacial lergyttja postglacial gyttjelera	
11_0337	6984057,4	640546,2	Stötlod	20,0	Postglacial lergyttja postglacial gyttjelera	
11_0338	6984009,8	641673,5	Stötlod	69,9	Postglacial lergyttja postglacial gyttjelera	
11_0339	6982825,9	642625,6	Vibrohammarlod	59,3	Postglacial gyttjelera	
11_0340	6982482,2	643279,4	Stötlod	71,5	Postglacial lergyttja	
11_0341	6982565,1	641871,2	Stötlod	53,4	Postglacial lergyttja	
11_0342	6982402,7	642084,3	Vibrohammarlod	7,2	Postglacial lergyttja	K
11_0343	6982397,1	641747,2	Stötlod	23,0	Postglacial lergyttja	
11_0344	6982254,5	641480,4	Stor gripskopa	13,1	Fibrer	
11_0345	6982083,2	641294,2	Stötlod	14,4	Postglacial lergyttja	
11_0346	6982114,3	641118,6	Stötlod	11,4	Postglacial lergyttja	K
11_0347	6982342,2	641260,1	Stötlod	22,4	Träflis Postglacial lergyttja Fibrer Postglacial gyttjelera	
11_0348	6983663,9	640788,8	Vibrohammarlod	12,2	Postglacial lergyttja Träflis och träfibrer Postglacial lergyttja	K
11_0349	6983714,1	640870,2	Stötlod	21,2	Postglacial lergyttja Postglacial lergyttja med träfibrer Postglacial gyttjelera	
11_0350	6984421,9	640334,6	Stötlod	18,1	Postglacial lergyttja	
11_0351	6984735,5	640187,9	Stötlod	18,3	Postglacial lergyttja	

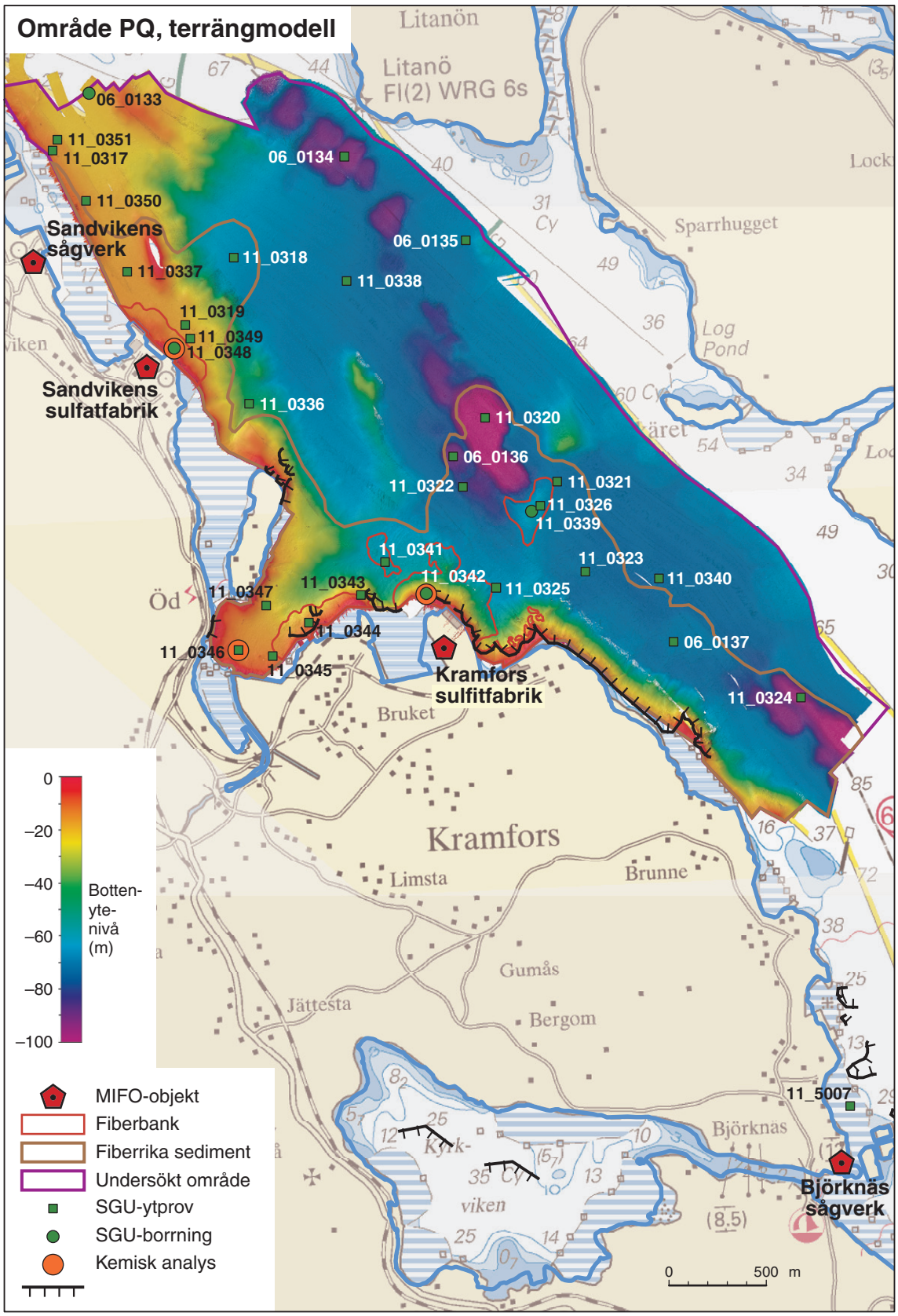
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:51. Undersökningsområde PQ täcker en yta av 7 km² och undersöktes med både hydroakustiska metoder och sedimentprovtagning år 2011. Mättransekterna har en täthet på ca 75 m. Ett flertal fiberbankar och en sammanhängande yta med fiberrika sediment har kunnat identifieras i området.



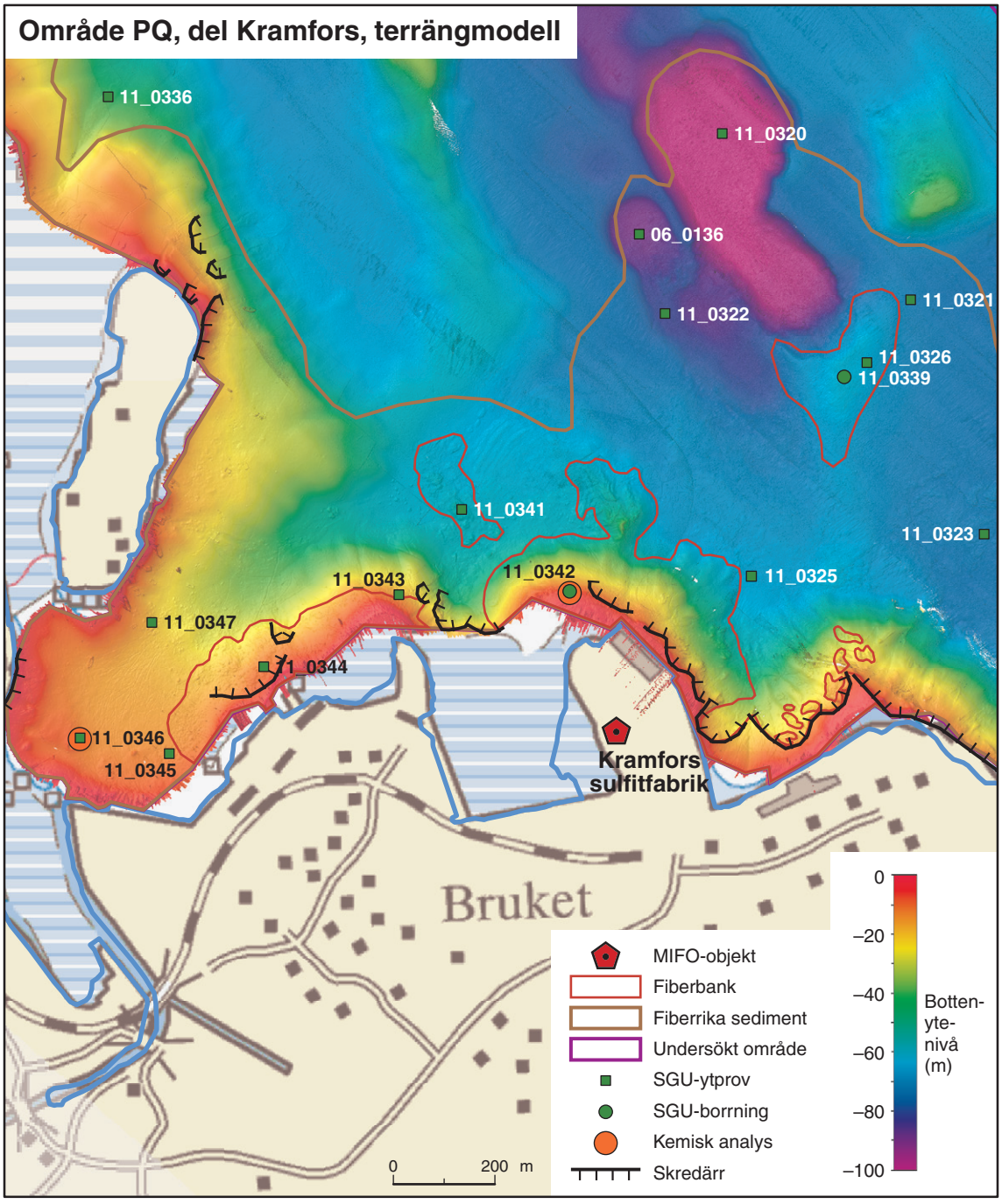
Figur 1:52. Bottnen i område PQ består nästan uteslutande av postglacial lera med glacial lera och blottat kristallint urberg i ytan på ett fåtal ställen.



Figur 1:53. I terrängmodellen över område PQ har ett flertal sedimentskred ringats in längs den västliga strandkanten. De fiberrika sedimenten sträcker sig ut från strandkanten ner mot djuphålan i mitten av älven. I området i och runt djuphålan har muddermassor från Kramfors industriområde dumpats i flera omgångar genom årens lopp.

Spår av skred i form av både skredärr och skredmassor syns i bottentopografin i områden med både fiberbankar och fiberrika sediment längs strandkanterna runt Kramfors bruk och Kramforsviken samt söder om Sandvikens sulfatmassafabrik (fig. 1:53 och 1:54).

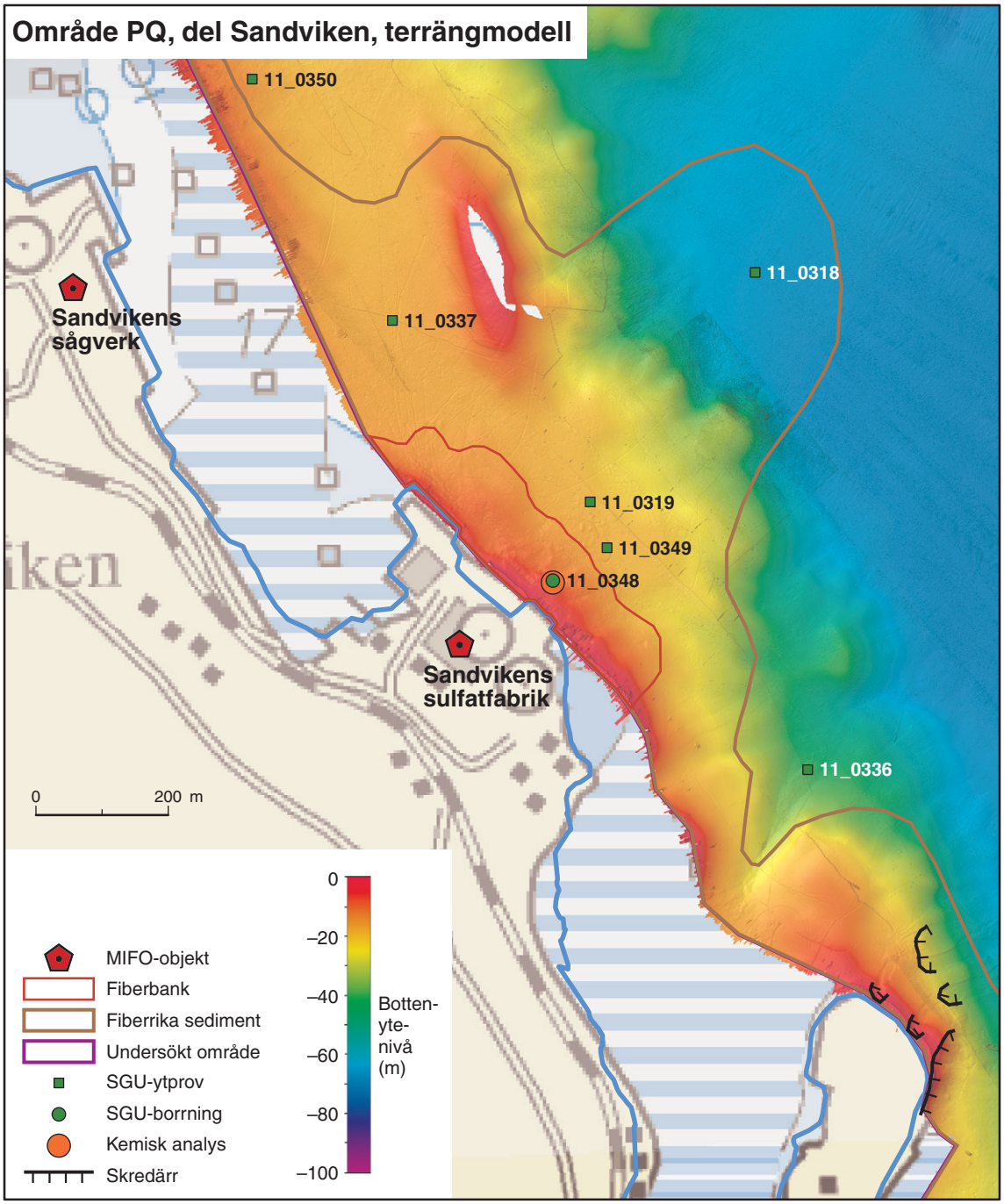
Fiberbankar finns på sex ställen inom det undersökta området (fig. 1:51, 1:52 och 1:53). Fem av platserna har sammanhängande fiberbankar medan det sjätte området, öster om Kramfors sulfitmassafabrik, består av ett antal mindre förekomster (fig. 1:54). Tillsammans utgör samtliga bankar en total yta på omkring 135 000 m^2. Fyra av de större bankarna ligger direkt utanför Kramforsviken och Kramfors sulfitmassafabrik och industriområde (fig. 1:54). I provpunkt 11_0342 utanför



Figur 1:54. Fiberbankarna i Kramforsområdet som är utspridda längs industriområdet består av fyra större och åtta mindre förekomster.

Kramfors sulfitmassafabrik har fiberbanken en mäktighet på över 6 m. Nordost om Kramfors industriområde, längre ut i fjärden, ligger en isolerad fiberbank med formen av ett hjärta (fig. 1:54). Denna bank har en mäktighet på ca 2,5 m i punkten 11_0339.

Fiberbanken utanför Sandvikens sågverk har en yta av ca 55 000 m^2 och en mäktighet på nästan 6 m i provpunkt 11_0348 (fig. 1:55). Övriga provtagningar inom fiberbankarna i område PQ visar att fibermassorna är över- eller underlagrade av andra sediment och på så sätt inte lika mäktiga.



Figur 1:55. Fiberbanken utanför Sandviken sulfatmassafabrik har en yta av ca 55 000 m^2 och en mäktighet på nästan 6 m i provtagningspunkten 11_0348.

De fiberrika sedimenten breder ut sig på ungefär 3 km^2 och sträcker sig hela vägen längs den västliga strandkanten i området (fig. 1:51, 1:52 och 1:53). Proverna visar på varierande grad av fiberinnehåll och sedimenten är mer eller mindre reducerade på samtliga platser.

Föroreningshistoria och situation

Fyra större industriområden har funnits i Kramforstrakten som möjligtvis kan ha bidragit till fiberbankarnas och de fiberrika sedimentens ackumulation. I det undersökta områdets norra del låg Sandvikens sågverk (MIFO F2282-0119). Det grundades 1869 och blev med tiden en av Ådalens största sågverk. Sågen byggdes ut med fler ramar under senare delen av 1800-talet och var i stort sett komplett med fem ramar och ett hyvleri år 1882. År 1928 lades sågen ner och slogs ihop med Graningeverken som ersatte sågen med en sulfatmassafabrik på den plats som idag är Kramfors motorsportklubb. Sulfatmassafabriken (MIFO F2282-0008) togs i drift 1929 och tillverkade under hela verksamhetsperioden oblekt sulfatmassa. Produktionen byggdes ut 1934–1935, och 1937 installerades en mesabrännugn. Under 1940- och 1950-talen gick verksamheten på sparlåga under långa perioder. Mellan åren 1953 och 1955 moderniserades anläggningen. Ett ägarbyte genomfördes i början på 1960-talet men då hade oblekt sulfatmassa blivit en omodern produkt. Verksamheten fortsatte dock fram till 1979 då fabriken revs och deponerades på plats. Rivningsmassorna täcktes över med bark och mesa (Siv Sundström, Kramfors kommun, muntlig kommunikation 2012).

Vid Kramforsvikens industriområde (MIFO F2282-0010) har ett antal verksamheter varit i drift, bl.a. sågverk, impregnering av kätting och ytbehandling. I början av 1850-talet grundades en ångsåg i Kramforsviken, Lilla sågen, som brann ner 1888. En ny såg, Östra sågen, uppfördes och moderniserades och byggdes om i omgångar. Fabriken hade ett timmerupplag i viken väster om Kramfors sulfitmassafabrik. Östra sågen lades ner 1969. ”Stora” eller ”Västra” sågen byggdes år 1870 och brann ner år 1879 då den också återuppfördes. Efter några år minskades denna såg i storlek för att ge utrymme för en lådfabrik. År 1915–1916 upprättas en ny ”Västra sågen” som var i drift fram till år 1934 då den brann ner. Den återuppbyggdes aldrig. På området låg även en elektrisk sparrsåg, ett hyvleri, en lådfabrik, en trähusfabrik och en bensinpump. Det finns också uppgifter om att pråmar och båtar har reparerats i en grävd kanal i området sydost om utloppet av Kramforsån. År 1963 startades en ytbehandlingsverksamhet på västra sidan om Kramforsviken. Ytbehandlingen pågick fram till år 1975.

Kramfors sulfitmassafabrik (MIFO F2282-0013) grundades 1907 och tillverkade sulfitmassa mellan åren 1907 och 1977. Fabriken tillverkade även hård board mellan år 1944 och 1969 samt papper mellan år 1955 och 1975. Någon blekning av sulfitmassan infördes aldrig men sulfitsprit tillverkades som komplement till produktionen av massan. Fabriken och alla tillhörande verksamheter lades ner år 1977. Precis som vid många andra sulfitmassafabriker framställdes svaveldioxid genom rostning av svavelkis. Hanteringen av restprodukten, kisaskan, var öppen vilket medförde spill av materialet. Kisaskan spreds till Ångermanälven i samband med lastning till båtar och genom avvattning av våt kisaska i den så kallade Lagunen mellan 1960 och 1962. År 1963 installerades ett slutet system för hantering av kisaskan och den fördes till Härnösand för utskeppning. Processvattnet från sulfitmassatillverkningen gick orenat ut till Ångermanälven fram till stängningen år 1977. Enligt uppgift släpptes bark, vedavfall och träfibrer ut med en omfattning på omkring 25 ton per dygn. Vid tillverkningen av board användes, enligt muntliga källor, salter av arsenik eller kvicksilver för att förhindra mögelangrepp.

Sediment för miljöanalys

Sediment från tre provpunkter har valts ut för kemisk analys av metaller och organiska miljögifter. Två av punkterna ligger i Kramforsområdet och en i fiberbanken utanför Sandvikens sulfatmassafabrik. Punkt 11_0342 ligger i fiberbanken utanför Kramfors sulfitmassafabrik på ett vattendjup

av 7,2 m. Sedimentet består uteslutande av cellulosafibrer med en mäktighet på över 6 m och det provtogs med vibrohammarlodet. Provnivåer på 0–5 cm, 10–20 cm och 410–420 cm från kärnan togs ut för analys.

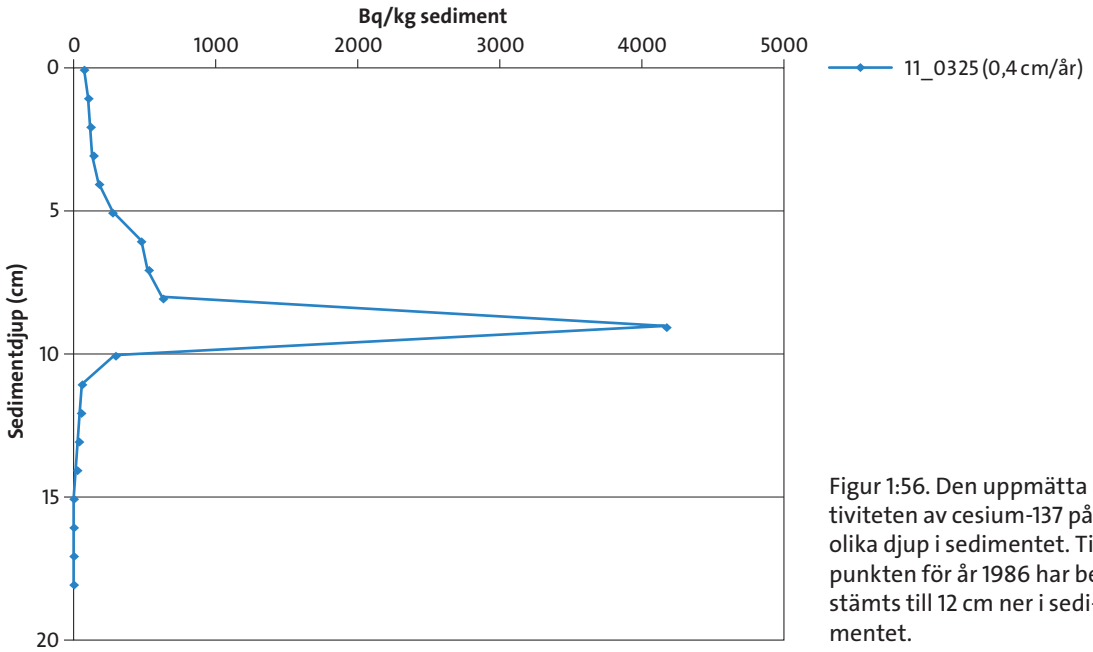
En bit väster om den ostligaste av Kramforsvikens fiberbankar ligger punkt 11_0346. Sedimentet där är mycket reducerat, innehåller fibrer och har stor gasbildning i de översta 50 cm. Provet togs med stötlod på ett vattendjup av 11 m. I fiberbanken utanför Sandviken ligger provpunkt 11_0348. Denna punkt ligger på ett vattendjup av 12 m och sedimentet provtogs med vibrohammarlod. Sedimentet består av träfibrer och träflis ner till nästan 6 m djup. Tre nivåer i sedimentet valdes ut för analys av metaller och två för analys av organiska miljögifter. Sedimentytan i nivån 0–2 cm togs ut för analys av metaller.

I punkt 11_0325 togs en sedimentkärna med Geminilod. Kärnan sektionerades upp och delproverna analyserades på aktiviteten av cesium-137. Mätningarna visar att aktiviteten ökar vid ett djup av ungefär 11 cm och sedimentackumulationshastigheten har beräknats till ca 0,4 cm per år på 63,8 m djup (fig. 1:56). Prov har tidigare tagits ca 300 m söder om punkt 11_0324 i södra delen av område PQ. Sedimentationshastigheten där bestämdes 1998 till 0,87 cm per år på 95 m djup (Persson m.fl. 1999).

I fiberbanken utanför Sandvikens sulfatmassafabrik togs ett prov (11_ 0348) som till största delen består av träfibrer och träflis från en bit ner under sedimentytan till 595 cm ner under bottnen (fig. 1:55). Punkten ligger på ett vattendjup av 12 m och provtogs med vibrohammarlod.

Metaller

Det ytligaste sedimentet (10–20 cm) i punkt 11_0342 visar sig vara relativt fritt från förorening av tungmetaller och arsenik (tabell 1:34). Samtliga ämnen ligger i klass 1, ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten. Analysresultatet av kvicksilver visar ett värde på mindre än 0,5 µg/kg TS vilket innebär att kvicksilverhalten kan ligga inom ramen för någon av klasserna 1–4. I den djupare nivån i samma sediment, mellan 410 och 420 cm, är halterna något högre. Här ligger kvicksilverhalten i klass 5 och resterande ämnen i klass 1. I den västligaste av punkterna (11_0346) är ytsedimentet kontaminerat av framför allt koppar, kvicksilver, bly och



Figur 1:56. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimentet. Tidpunkten för år 1986 har bestämts till 12 cm ner i sedimentet.

zink. Koppar och bly finns i halter som sammanfaller med klass 4 och kvicksilver och zink finns i halter som sorterar in dem i klass 5. Återstoden analyserade grundämnen i punkt 11_0346 ligger på halter inom klass 1–3. I punkten i fiberbanken utanför Sandvikens sulfatmassafabrik är ytan relativt opåverkad av tungmetaller. Nivån längre ner (10–20 cm) uppvisar förhöjda halter av krom och kvicksilver som ligger i klasserna 5 respektive 4. Den djupaste analyserade nivån, 410–420 cm, har förhöjda halter av kadmium och kvicksilver som båda ligger inom ramen för klass 4.

Organiska miljögifter

Analysresultaten från sedimentet i punkt 11_0342 visar att kontamineringsgraden är ganska jämn längs kärnan (tabell 1:35). Halterna av HCH ligger i klass 5 medan HCB och PCB ligger inom klass 4 i båda de analyserade nivåerna. DDT-halten är dock högre i den lägre nivån än i den övre. Halten av PAH är densamma i båda nivåer och faller i klass 2. Dioxinhalten är låg, i klass 1 enligt det norska bedömningssystemet. Ytsedimentet (0–5 cm) har analyserats på dioxinhalten och resultatet visar att halten är låg. Inne i Kramforsviken, i ytsedimentet i punkt 11_0346, är halterna av organiska miljögifter något högre. PAH, HCH och DDT uppvisar alla halter inom ramen för klass 4 medan HCB och PCB ligger i klass 5. Sedimentet i fiberbanken utanför Sandvikens sulfatmassafabrik uppvisar mycket höga halter av framför allt PAH, PCB och DDT. Dessa tre

Tabell 1:34. Metallhalter i sedimenten i område PQ, Kramfors. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS	MeHg µg/kg TS
11_0342	10–20	6,3	3,25	<0.1	1,56	<1	5,72	<0.5	<1	8,21	<3	14,3	
11_0342	410–420	10,1	13	0,153	2,43	4,04	18,4	2,98	2,89	21,3	6,68	32,2	
11_0346	0–2	16,3	4,17	0,945	6,35	28,7	78,2	1,44	23,2	66,2	32,8	367	2,39
11_0348	0–2	48,1	6,32	0,21	10,3	35,2	18,7	0,0579	26,9	13,7	34,8	81,1	
11_0348	10–20	17,1	2,26	0,391	3,25	104	22,8	0,746	15,9	17,8	14,2	65,3	
11_0348	410–420	31,7	8,38	2,64	6,15	44,6	34,8	0,543	33,7	56	20,1	128	

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:35. Halter av organiska miljögifter i sedimentet i område PQ, Kramfors. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
11_0342	0–5						0	0,0038
11_0342	10–20	180	0,5	6,1	4,2	0,45		
11_0342	410–420	180	0,62	11	4,72	2,0	0	0,0038
11_0346	10–20	1200	14	42	2,6	2,75		
11_0348	10–20	3600	0,45	72	2,6	10	0,077	0,08
11_0348	410–420	4300	0,12	20	0,15	2,5	0,45	0,45

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

ämnen ligger alla i klass 5 på sedimentnivån 10–20 cm. HCB och HCH uppvisar halter i klass 4 och dioxin har en halt som ligger i klass 3 i samma nivå. Den djupare nivån, 410–420 cm, är också mycket förorenad av PAH och PCB som båda ligger i klass 5. DDT uppvisar en något lägre halt från ovanliggande analyserade lager och placeras i klass 4. Dioxinhalten har ökat något längre ner och hamnar i klass 4. HCB och HCH uppvisar medelhöga halter och hamnar i klass 3.

Diskussion

Fiberbankarna i område PQ är belägna på de platser som kan förväntas utanför de båda industrierna Kramfors sulfitmassafabrik och Sandvikens sulfatmassafabrik. Utloppsröret från sulfitmassafabriken gick inåt viken mellan Kramfors sulfitmassafabrik och Kramforsvikens sågverk. Detta betyder att även viken, som på sjökortet är utmärkt som ”icke sjömätt”, består av fiberbankar. Fiberbanken som ligger isolerad längre ut i älven har sitt ursprung i fibermassan utanför Kramfors industriområde. En stor mängd muddermassor tippades under 1970-talet i viken (Siv Sundström, Kramfors kommun, muntlig kommunikation 2012). Tippningen av muddermassor skedde delvis efter tillståndsprövning. Terrängmodellen över området tyder på att ett skred har gått genom fibermassorna invid industriområdet i Kramfors (fig. 1:54). Skredet kan ha fört med sig förorenade fibermassor ut i älven där de deponerats.

Det är generellt höga koncentrationer av kvicksilver på samtliga provtagna platser i område PQ. Undantaget är fiberbanken utanför Sandviken där halten i ytan ligger i klass 2. Längre ner i fibersedimentet utanför Sandviken är halterna högre. Enligt MIFO-dokumentationen har inga kvicksilverpreparat använts i produktionen av papper, men däremot kan kvicksilverhaltiga instrument finnas begravda i rivningsmassorna från fabriken. Eftersom kvicksilver inte hade något skrotvärde vid tiden för rivning finns risk att kvicksilver även kan ha tömts ut i avlopp som mynnat i älven. I samma punkt återfinns även höga halter organiska miljögifter. Halten av PCB i nivån 10–20 cm är mycket hög, men även PAH och DDT visar höga halter. Det är mycket svårt att härleda ursprunget till dessa föroreningar eftersom det inte finns någon dokumentation om att speciella industrikemikalier har använts i Sandvikens sulfatmassafabrik. En tänkbar källa kan vara rivningsmassorna som lakats ur och hamnat i älven. Analysresultaten från sedimentet utanför Sandviken visar också att dioxinhalterna är förhöjda, i klass 3 och 4, för den djupare respektive den ytligare av de analyserade nivåerna. Dessa förhöjda halter är svåra att förklara eftersom ingen blekning av massan förekommit på platsen.

I det provtagna sedimentet i fiberbanken utanför Kramfors industriområde är det kvicksilver som uppvisar högst föroreningsgrad av alla metaller. Enligt MIFO-dokumenteringen har kvicksilver använts för mögelbekämpning vid boardframställning och det är inte otänkbart att de höga kvicksilverhalterna i fibersedimentet kommer från denna process.

Att de övriga metallerna finns i koncentrationer som ligger inom klass 1–2 är förvånande eftersom våt kisaska har hanterats på platsen och spill i samband med hanterandet har dokumenterats. En del av kisaskan blev kvar på deponi i området efter avvattning och har bidragit till markföroreningar på platsen.

När det kommer till de organiska miljögifterna är det bara PAH och dioxiner som inte förekommer i särskilt förhöjda halter. Det är svårt att fastställa orsaken till de höga till mycket höga halterna av resterande ämnen i punkt 11_0342. Pappersmassan blektes aldrig och det finns inga uppgifter om att klorhaltiga preparat använts vid framställningen av massan. Däremot doppades virket vid Kramforsvikens sågverk och impregneringsmedlen innehöll ofta klorfenoler.

Längre in i Kramforsviken är halterna av både metaller och organiska miljögifter generellt sett lite högre. Provpunkt 11_0346 ligger i de fiberrika sedimenten inne i Kramforsviken och innehåller höga halter av kvicksilver och zink (klass 5) och koppar och bly (klass 4). Det är mycket svårt att härleda källan eller källorna till de höga metallhalterna men prover på grundvatten i området visar

förhöjda halter av arsenik och zink från kisaskan. All hantering av kisaska utfördes på udden utanför sulfitmassafabriken. Men eftersom en fiberbank kunnat bildas i den yttre delen av Kramforsviken, är det inte omöjligt att föroreningar som spillts vid hanteringen av kisaska kan ha spritt sig till dessa delar. De höga halterna av organiska miljögifter och speciellt HCB skulle kunna tyda på att det har skett en transport av ämnen från andra delar av älven. De höga halterna av de organiska gifterna är också svåra att koppla till en källa.

OMRÅDE R, VÄJA

Det prioriterade området i Bollstafjärden, intill nordöstra hörnet av Kramforsfjärden där Ångermanälven mynnar ut, benämns R och är nästan 2 km^2 till ytan. Området följer Bollstafjärden och sträcker sig från sydost om Bollstabruk ner till udden mellan Dynäs och Sandviken (fig. 1:57, 1:58 och 1:59). Undersökningarna av Väjaområdet inleddes år 2011 med både hydroakustiska mätningar och sedimentprovtagning. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med ett avstånd på ca 75 m (fig. 1:57). Totalt arton prover har tagits i området inom projektet (tabell 1:36).

I området finns två fiberbankar och ett område med fiberrika sediment. I Väjatrakten har två sågverk varit igång på 1900-talet, och en sulfatmassafabrik, Väja pappersbruk, grundades under tidigt 1900-tal och är fortfarande i drift. Dessa tre verksamheter tros kunna ligga bakom fiberutsläppen på platsen. Den nordligaste delen av Bollstafjärden är belastad med två sågverk: Graningeverkens sågverk och Bollsta sågverk. Inga fiberbankar bedöms ha uppstått vid dessa varför de inte ingått i aktuell undersökning.

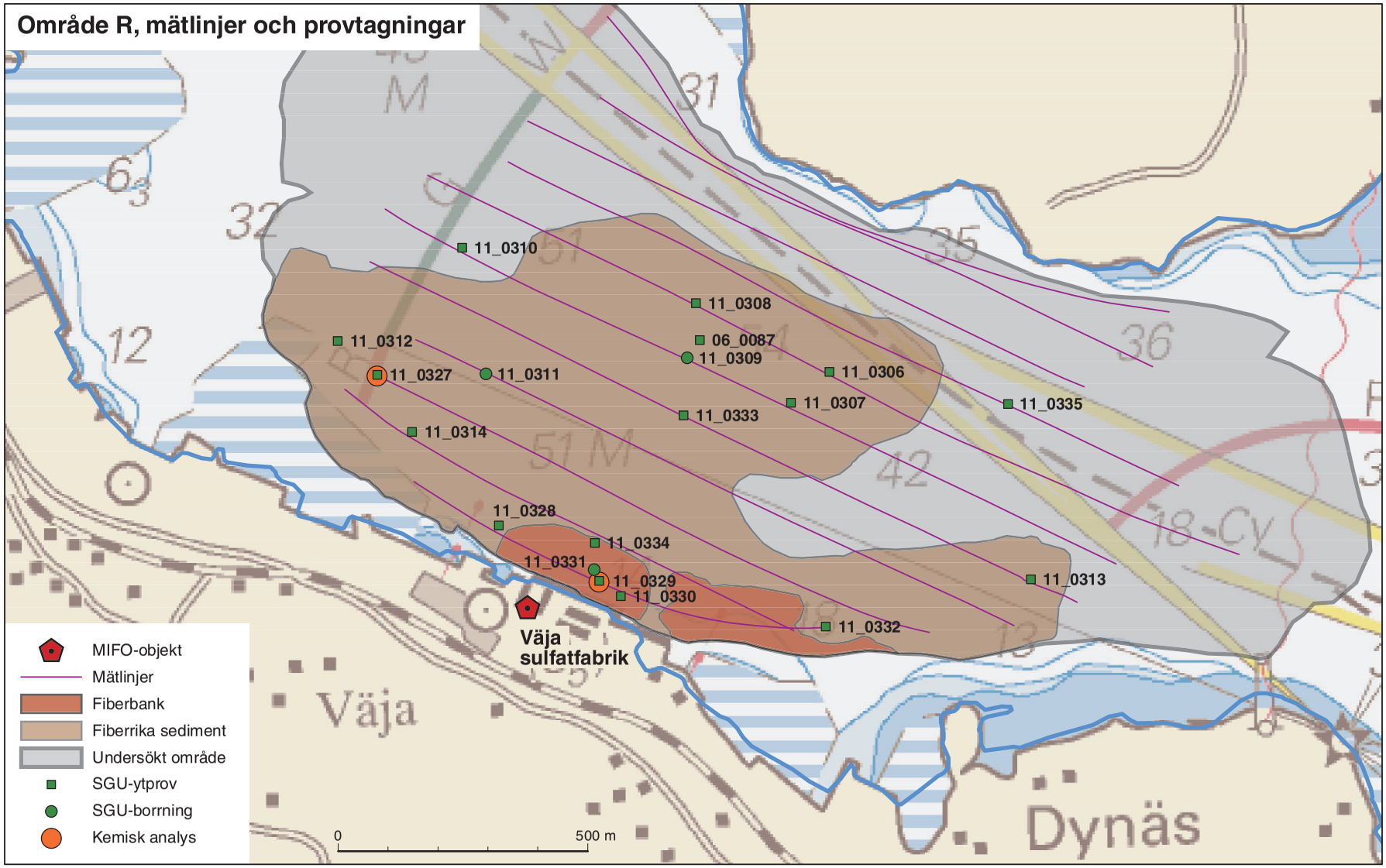
Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Bottenytan i undersökningsområde R består i huvudsak av postglaciala leror enligt SGUs kartläggning (fig. 1:58). Skredmassor och skredärr från ett antal sedimentskred som inträffat i undersökningsområdet förekommer (fig. 1:58 och 1:59).

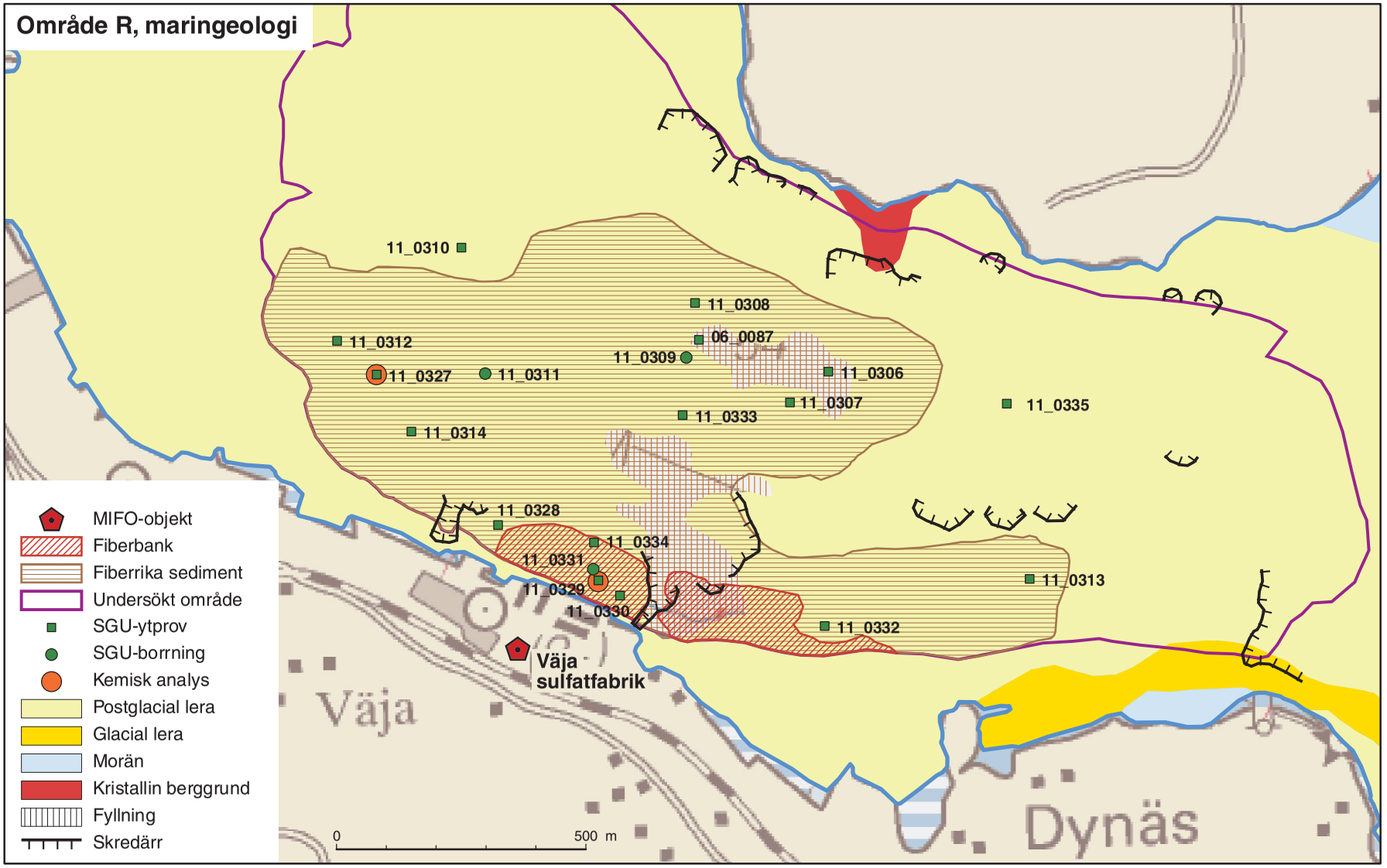
Tabell 1:36. Sedimentprovtagningar i utförda i område R, Väja. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
11_0306	6986249,1	638341,9	Stötlod	53,7	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0307	6986187,4	638264,6	Stötlod	53,1	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0308	6986386,9	638074,0	Stötlod	50,7	Postglacial gyttjelera	
11_0309	6986276,8	638057,0	Vibrohammarlod	47,8	Postglacial gyttjelera Postglacial finsand Postglacial gyttjelera Fibrer	
11_0310	6986498,1	637605,2	Stötlod	50,3	Postglacial gyttjelera Postglacial lera	
11_0311	6986244,9	637653,1	Vibrohammarlod	49,3	Postglacial lergyttja	
11_0312	6986311,2	637355,4	Bottenobservation	35,6	Skorsstenar?	
11_0313	6985832,7	638746,1	Stötlod	18,9	Postglacial lergyttja Postglacial laminerad gyttjelera	
11_0314	6986128,8	637504,6	Bottenobservation	35,2	Timmer	
11_0327	6986243,1	637434,9	Stötlod	39,2	Postglacial lergyttja Postglacial lergyttja	K
11_0328	6985940,7	637678,6	Stötlod	15,6	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0329	6985829,6	637880,0	Stor gripskopa	14,8	Postglacial lergyttja Postglacial laminerad gyttjelera	K
11_0330	6985798,8	637923,3	Stor gripskopa	15,4	Postglacial lergyttja Postglacial sand Postglacial lergyttja	
11_0331	6985851,6	637870,5	Vibrohammarlod	16,7	Fibermassa	
11_0332	6985737,9	638334,7	Stötlod	18,7	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0333	6986161,8	638049,3	Stötlod	52,6	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0334	6985905,7	637871,5	Stötlod	27,4	Postglacial lergyttja Fibermassa Postglacial gyttjelera Glacial finlera	
11_0335	6986184,9	638700,5	Geminilod	47,9	Postglacial lergyttja	Cs

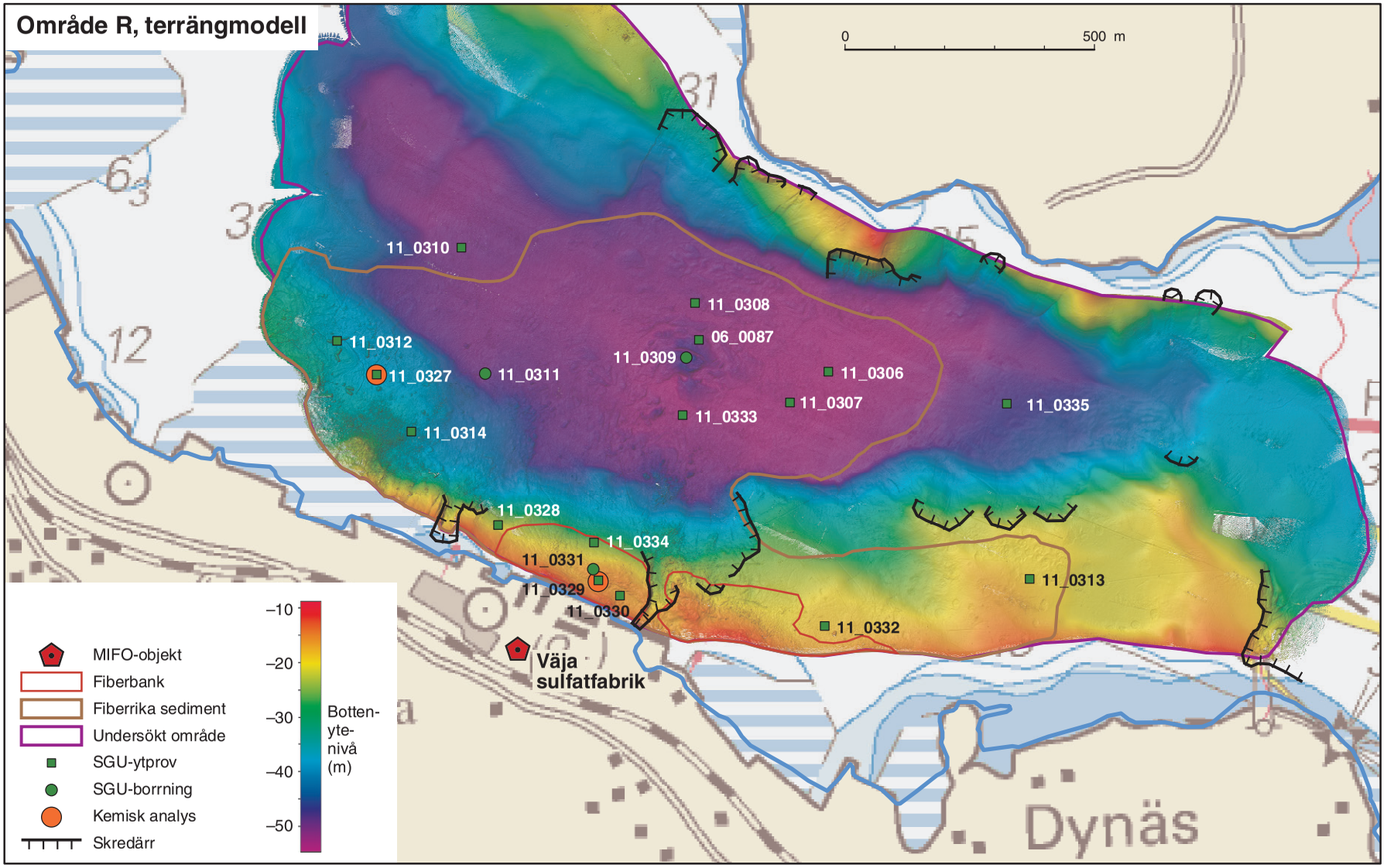
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:57. Undersökningsområde R ligger utanför Väja sulfatmassafabrik och täcker en yta av ca 2 km². Området undersöktes med både hydroakustiska mätmetoder och sedimentprovtagningar år 2011. Mättransekterna har en täthet på ca 100 m. Två fiberbankar och ett område med fiberrika sediment har identifierats inom område R.



Figur 1:58. Bottnen i område R består nästan uteslutande av postglacial lera med lite blottat urberg i den norra delen. Två ytor med skredmassor breder ut sig mot mitten av älven.



Figur 1:59. Terrängmodellen visar att ett flertal sedimentskred har gått längs strandkanterna på båda sidor av området. Skredmassor från fiberbankarna har hamnat i den djupare delen av älven.

Två fiberbankar, som separeras av ett skred eller erosion, har lokaliserats utanför fabrikskajen i Väja (fig. 1:60). Detta innebär förmodligen att en tidigare sammanhängande fiberbank här har delats i två delar. Provpunkterna i fiberbankarna visar alla på sediment med högt fiberinnehåll. I punkt 11_0331 är fiberbanken minst 6 m tjock och består uteslutande av cellulosafibrer. Undervattensbilderna visar alla på syrefria miljöer i sedimentet, och på plats 11_0334 syns tillväxt av svavelbakterien *Beggiatoa* (Bilaga 2). I farleden norr om Dynäs ackumuleras sedimentet med en hastighet av ca 0,4 cm per år (fig. 1:61).

Fiberrika sediment breder ut sig över stora delar av område R (fig. 1:57, 1:58 och 1:59). Förutom en direkt avsättning av fibrer efter utsläpp är det troligt att delar av de fibrer som ligger deponerade ute i de djupare delarna av undersökningsområdet har kommit med skred eller erosion från kajkanten eller med muddrat material. Proverna ute i den djupare delen av området visar en blandning av vedrester, fibrer och leror i oregelbundna lagerföljder. De fiberrika sedimenten i området innehåller mycket gas, vilket kännetecknas av den rika förekomsten av gaskratrar (pockmarks).

Föroreningshistoria och situation

Vid Väja pappersbruk (MIFO F2282-0083) har en sulfatmassafabrik och två sågverk varit i drift. Sågverken, Dynäs sågverk och Wäjasågen, anlades under senare delen av 1800-talet och bedrevs parallellt tills Dynäs sågverk lades ner 1948. Wäjasågen lades ner 1981. Vid båda sågverken bedrevs doppning av virket.

Sulfatmassafabriken i Väja grundades 1914–1915 med en planerad produktion på 12 000 ton oblekt massa per år. Denna siffra steg gradvis och år 1969 var produktionen uppe i 100 000 ton per år. År 1978 planerades ett utbygge av fabriken varpå Wäjasågen började rivas.

Avloppsvattnet från fabriken har genomgått rening under olika perioder. Det sanitära avloppsvattnet från de 500 anställda gick till rötbrunnar och sedan ut i recipienten fram till 1975 då det sanitära avloppet anslöts till det kommunala nätet. Mesan, slammet som bildas vid framställning av massa med sulfatprocessen, gick rakt ut i älven fram till 1955. Fiberhaltigt vatten spolades ut fram till 1969 då en sedimenteringsbassäng anlades. Grönlutslam innehållande aluminium och magnesium spolades ut i avloppet fram till 1975.

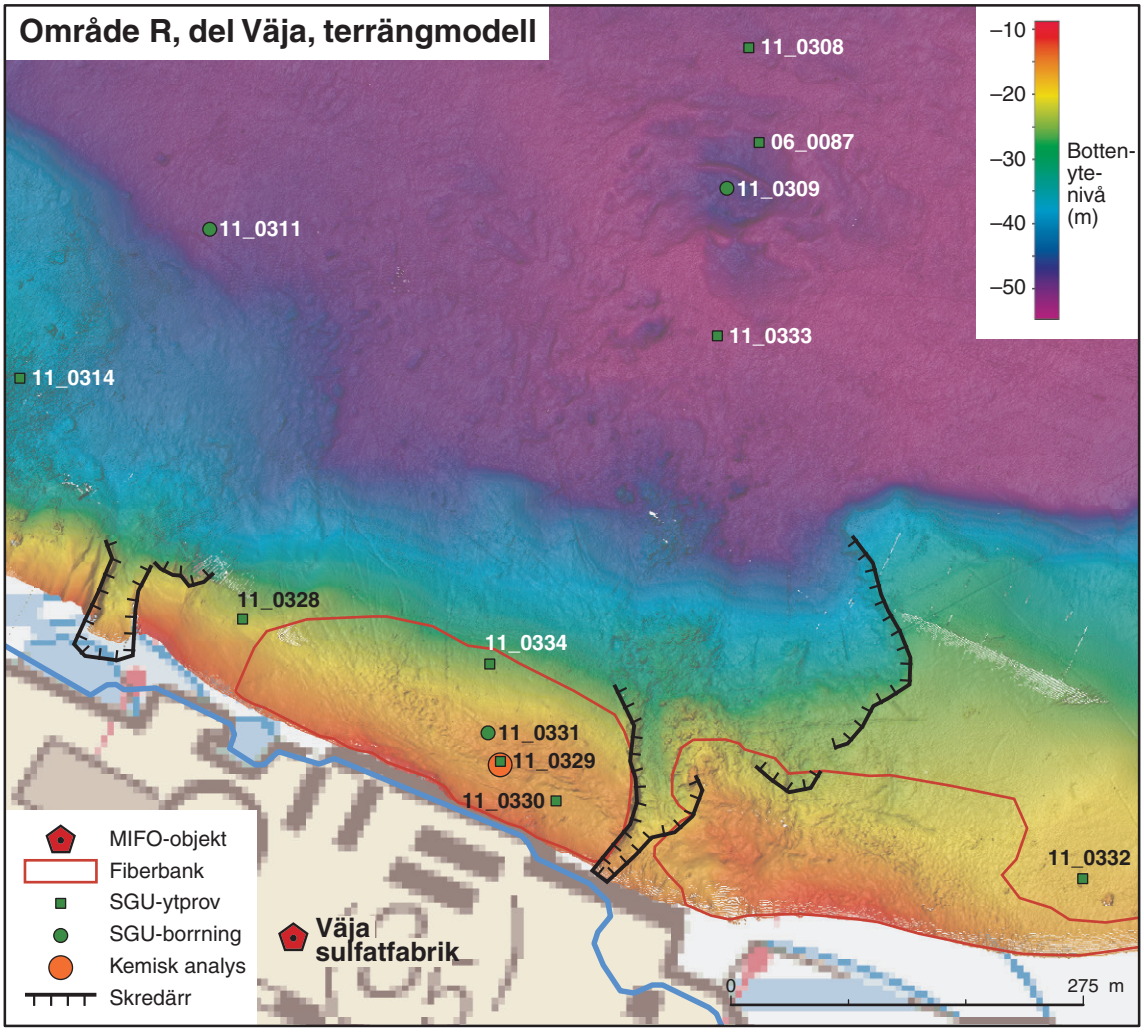
Vid Graningeverkens sågverk, längst upp i Bollstafjärden, har impregnering av virke skett med kreosot. Stora förluster av kreosot uppstod ut till fjärden genom ovarsam hantering vid pumpning av kreosot från tankbåtar. Tidigare undersökningar av sediment och fisk visar på spridning och negativa miljöeffekter. Kraftig förekomst av kreosot i marken intill kajen på Bollsta sågverks brädgård har även upptäckts vid en ombyggnation. Där har marksanering genomförts för att motverka miljöskada.

Sediment för miljöanalys

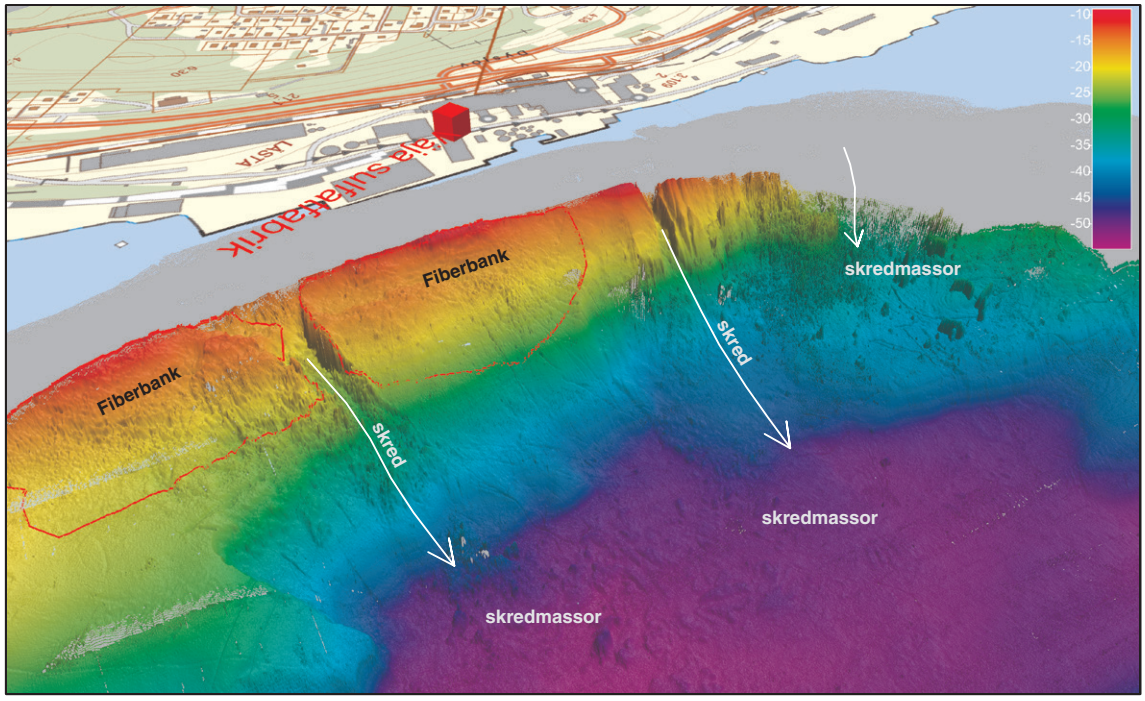
Sediment från två provtagningsplatser har valts ut för kemisk analys. Punkt 11_0327 ligger nordost om Väja på ett vattendjup av 39 m inom det fiberrika sedimentområdet. Detta sediment är fiberrikt i ytan, 0–30 cm, och gashaltigt. Här har ett blandprov på nivån 5–15 cm valts ut för analys. Provet i punkt 11_0329 består av cellulosafibrer i ytan, 0–10 cm, och av träflis i resten av provet ner till 40 cm. Material från nivåerna 0–5 cm och 15–25 cm har analyserats på innehållet av miljögifter.

Figur 1:60. **A.** Avloppsrören från fabriken har haft sina mynningar vid de utritade sedimentskreden och kan ha orsakat dessa. **B.** Terrängmodellen i ett vinklat perspektiv visar tydliga spår av inträffade skred i den branta bottnen längs med kajen..

A


Område R, del Väja, terrängmodell
11_0308
06_0087
11_0309
11_0311
11_0333
11_0314
11_0328
11_0334
11_0331
11_0329
11_0330
11_0332
−10
−20
−30
−40
−50
Botten-yte-nivå (m)
MIFO-objekt
Fiberbank
SGU-ytprov
SGU-borrning
Kemisk analys
Skredärr
Väja sulfatfabrik
0
275 m

B


Väja sulfatfabrik
Fiberbank
Fiberbank
skred
skred
skredmassor
skredmassor
skredmassor

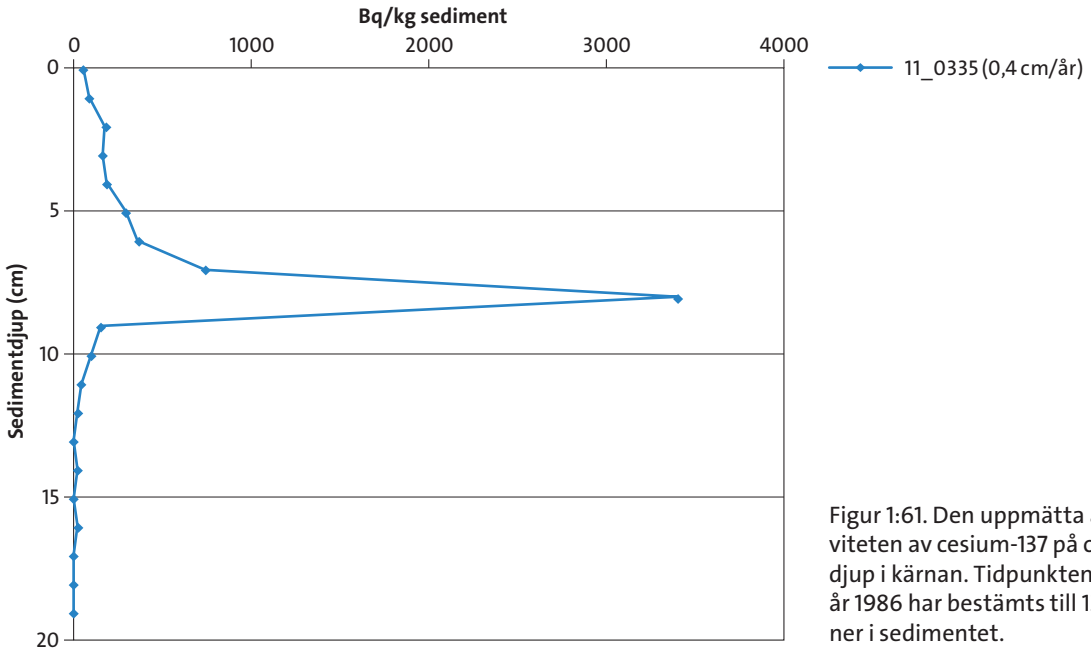
Provpunkt 11_0335 har provtagits med Geminilod och analyserats med avseende på aktiviteten av cesium-137. Resultatet gav en sedimentackumulationshastighet på 0,4 cm per år på 47,9 m djup (fig. 1:61). Prov har tidigare uttagits ca 700 m norr om punkt 11_0310 i den norra delen av område R. Sedimentationshastigheten bestämdes vid denna tidpunkt, år 1998, till 0,7 cm per år på 33 m djup (Persson m.fl. 1999).

Metaller

I punkt 11_0327 är halterna av metallerna kadmium, krom och zink förhöjda i det analyserade sedimentet (tabell 1:37). Krom uppvisar den högsta kontamineringsgraden och kan placeras i klass 5 medan kadmium och zink sorteras in i klass 4. Resterande metaller ligger i klasserna 1–3. Kvicksilverhalten presenteras som <0,3 mg/kg vilket innebär att metallen kan befinna sig inom någon av klasserna 1–4. Ytsedimentet i punkt 11_0327 är analyserat på metylkvicksilver. I punkt 11_0329 är det bara krom som sticker ut med betydligt förhöjda halter i nivån 15–25 cm, inom klass 4. Resterande metaller håller sig inom måttliga halter i båda nivåerna i prov 11_0329. I ytsedimentet presenteras kvicksilverresultatet som <0,4 mg/kg vilket betyder, precis som i fallet vid 11_0327, att halten som högst kan sorteras in i klass 4.

Organiska miljögifter

Analysresultaten från de två provplatserna där organiska ämnen analyserats uppvisar höga halter av samtliga ämnen utom dioxin (tabell 1:38). Sedimentet i punkt 11_0327, belägen inom det fiberrika området, innehåller mycket höga halter PAH och PCB i nivån 5–15 cm. Även resterande analyserade ämnen förekommer i höga halter, inom klass 4. Punkt 11_0329 uppvisar mycket höga halter PCB i ytan medan halterna av PAH och HCH är högst i nivån 15–25 cm. I ytsedimentet ligger DDT-halterna inom klass 4. I den djupare nivån är det halterna av HCB och PCB som ligger inom klass 4. Dioxinhalterna är låga, inom klass 1 enligt de norska bedömningsgrunderna.



Figur 1:61. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i kärnan. Tidpunkten för år 1986 har bestämts till 12 cm ner i sedimentet.

Diskussion

Väjaområdets fiberbank är delad i två delar, förmodligen av ett skred (fig. 1:60). Det är också möjligt att erosion av sedimenten, orsakat av utsläpp från en avloppstub som har sin mynning i närheten, kan ha orsakat delningen av fiberbanken (Siv Sundström, Kramfors kommun, muntlig kommunikation 2012). Längre västerut syns också en liknande företeelse i bottenreliefen som kan vara orsakad av ett skred eller erosion av sediment. (fig. 1:60). Denna företeelse ligger också belägen vid mynningen av en avloppstub vilket tyder på att processvattenutflöden kan ha orsakat erosion eller skred och påverkat stabiliteten på fibersedimenten.

Det analyserade sedimentet i punkt 11_0327, nordväst om Väja sulfatmassafabrik, innehåller höga halter PAH. Detta är inte helt överraskande eftersom stora delar av Bollstafjärden är förorenade av kreosot från Graningesågen och Bollstabruks sågverk (WSP 2009). PAH kan också tänkas komma från ovarsam hantering av bunker- och spillolja från de fartyg som tidigare trafikerat fabrikskajerna i området. Det är svårare att få klarhet i var de höga halterna av de resterande ämnena kommer ifrån. DDT-halten kan vara en ”tratteffekt” genom stor hantering av timmer i området (se mer om ”tratteffekt” under avsnitt B). Vid punkt 11_0312 syns avlånga rörliknande formationer på botten (fig. 1:60a). Det är inte verifierat vad dessa formationer verkligen är, men de kan bestå av delar av sänkta pråmar från tiden då sågverken lastade ut virket till segelfartyg som låg på redden. Sänkta virkespråmar förekommer på bottnarna kring andra sågverk i länet.

Sedimentet i provpunkt 11_0329, belägen i fiberbanken utanför Väja, har mycket höga halter av PCB i ytan. Även på denna plats är det svårt att avgöra varifrån de höga halterna kommer. Det finns ingen dokumenterad källa till utsläpp av PCB-haltiga ämnen. Det som är värt att notera i sammanhanget är att halten PCB är mycket högre i ytsedimentet än i den något djupare delen,

Tabell 1:37. Metallhalter i sedimenten i område R, Väja. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS	MeHg µg/kg TS
11_0327	0–2	9,9											3,75
11_0327	5–15	11,8	10,5	1,44	11,6	72,4	37,9	<0,3	32,8	24,1	56,6	243	
11_0329	0–5	8,7	<1	0,169	0,79	22	34,2	<0,4	8,89	14,1	4,83	82,3	3,92
11_0329	15–25	20,2	3,69	0,0891	1,59	83,9	29,5	0,344	5,17	46,4	11,1	56,3	

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:38 Halter av organiska miljögifter i sedimentet i område R, Väja. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
11_0327	5–15	2900	0,73	19	1,92	3,23		
11_0329	0–5	1100		59	0,15	2,30	0	0,0031
11_0329	15–25	5500	0,21	7	3,27	0,78		

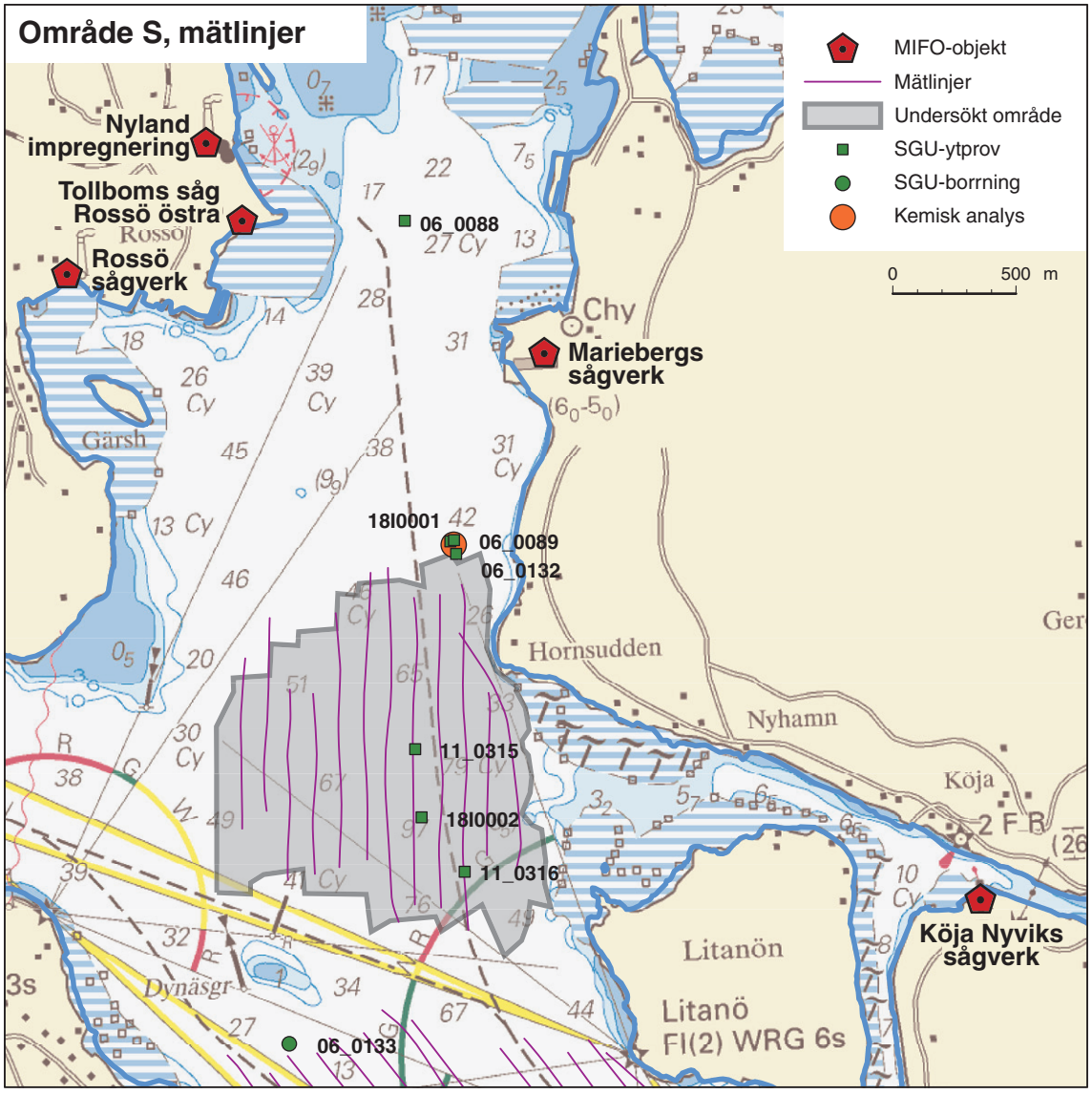
Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

15–25 cm. Även för DDT är halterna något högre i ytan än längre ner. För PAH och HCH är trenden den motsatta med högre halter i den djupare nivån än i ytan. Detta fenomen skulle kunna tyda på att det finns en aktuell källa till DDT och PCB i området.

OMRÅDE S, HORNSUDDEN

Undersökningsområde S, utanför Hornsudden i Kramforsfjärdens nordligaste del vid utloppet från Ångermanälven, har en yta av omkring 1,5 km². År 2011 undersöktes området med både hydroakustiska metoder och med sedimentprovtagningar. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med en täthet på ca 150 m (fig. 1:62). Totalt har fyra provtagningar utförts i området (tabell 1:39).

Havsbottnen i området består uteslutande av postglacial lera vilket tyder på att det är en ackumulationsbotten (fig. 1:63). I områdets östra del har två skred identifierats (fig. 1:63 och 1:64). Inga fiberbankar eller fiberrika sediment har kunnat urskiljas i området. Två prover har tagits inom ramen för projektet och ett prov är taget i samband med kartläggningen år 2006. Utanför områdets norra del har ytterligare tre prover tagits i samband med kartläggning varav ett ytprov har skickats på kemisk analys (tabell 1:39).



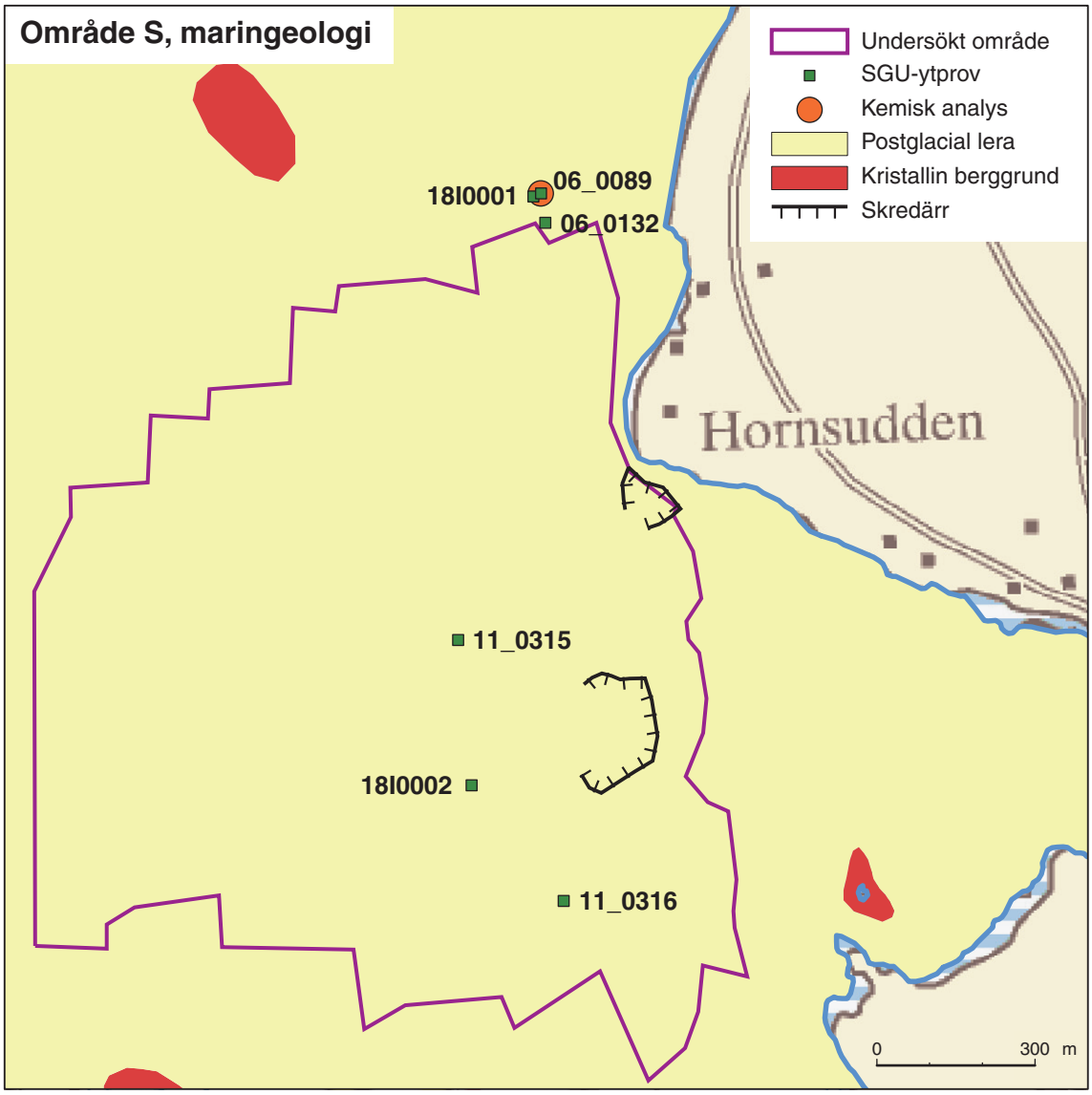
Figur 1:62. Undersökningsområde S täcker en yta av ca 1,5 km² och undersöktes med hydroakustiska metoder år 2011. Mättransekterna har ett avstånd på ca 150 m. Sedimentprovtagningen utfördes, förutom år 2011, år 2003 och 2006 i samband med SGUs maringeologiska kartläggning.

Av analyserna kan utläsas att det är krom och HCB som uppvisar höga halter. Resterande ämnen förekommer i halter som faller i klass 1–3 (tabell 1:40 och 1:41). Inom detta projekt har inga prover skickats på analys från område S.

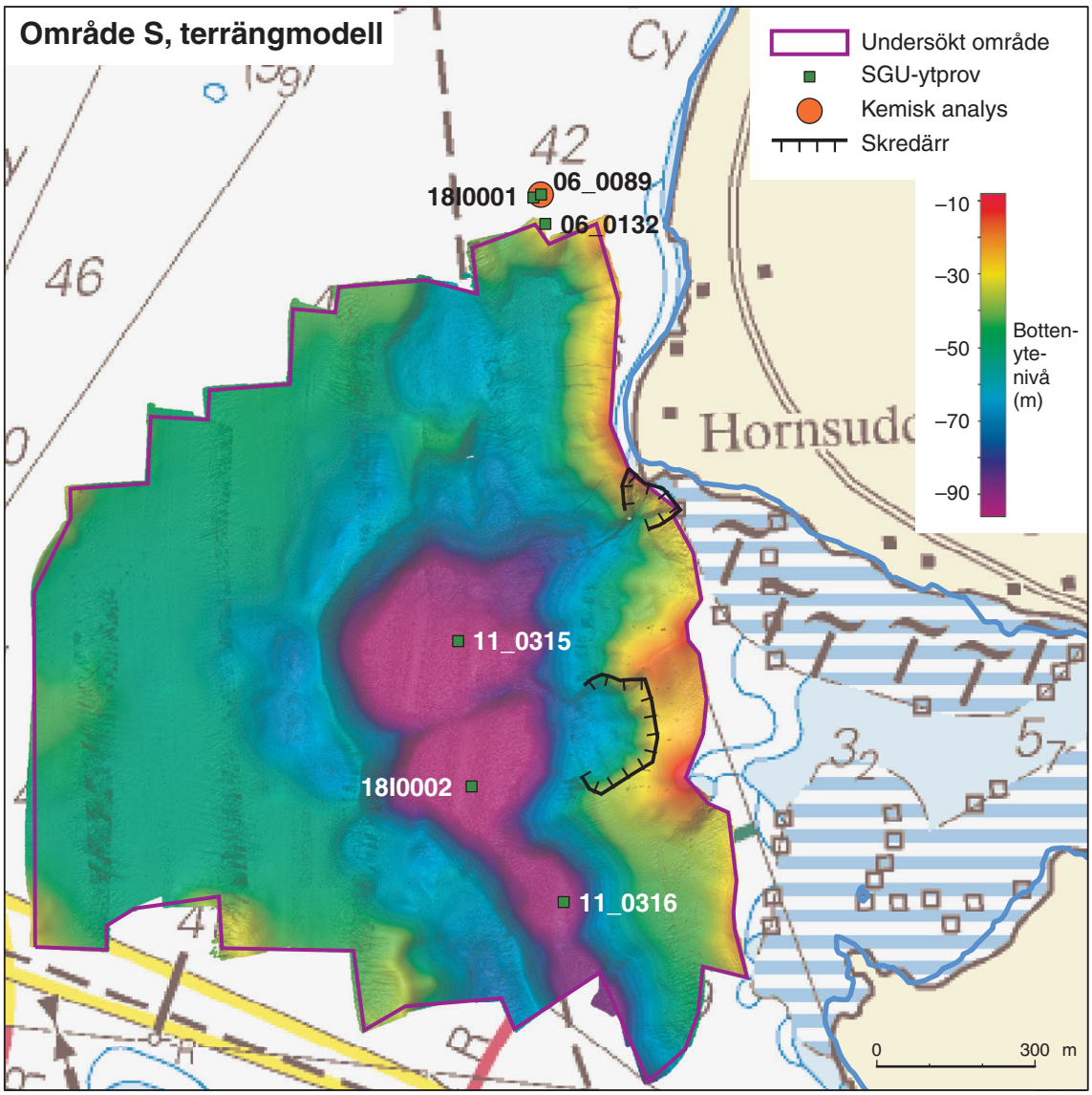
Tabell 1:39. Sedimentprovtagningar utförda i eller i anslutning till område S, Hornsudden.
Typ av analys: K = kemisk analys.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
18I0002	6985895	640887	Geminilod	94,4	Postglacial siltig gyttjelera	
06_0089	6987000	641019	Geminilod	40,6	Postglacial gyttjelera	K
11_0315	6986168,4	640861	Geminilod	96,8	Postglacial lergyttja	
11_0316	6985672,2	641062	Stötlod	94,0	Postglacial lergyttja	

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:63. Bottnen i område S består uteslutande av postglacial lera.



Figur 1:64. I terrängmodellen syns att två sedimentskred har gått i den östra delen av området.

Tabell 1:40. Metallhalter i sedimentet norr om område S, Hornsudden. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	As mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Co mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Fe mg/kg TS	Hg mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Pb mg/kg TS	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
06_0089	0–1	6,38	0,133	13,6	102	22,9	49,2	<0,04	<10	15,5	85,6	84,2

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:41. Halter av organiska miljögifter i sedimenten norr om område S, Hornsudden. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	TotalPCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klordaner µg/kg	Sum DDT µg/kg
06_0089	0–1	120	2,2	0,9	6	0,12	0,021	0,28

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

OMRÅDE T, SÖDER OM KÖPMANHOLMEN

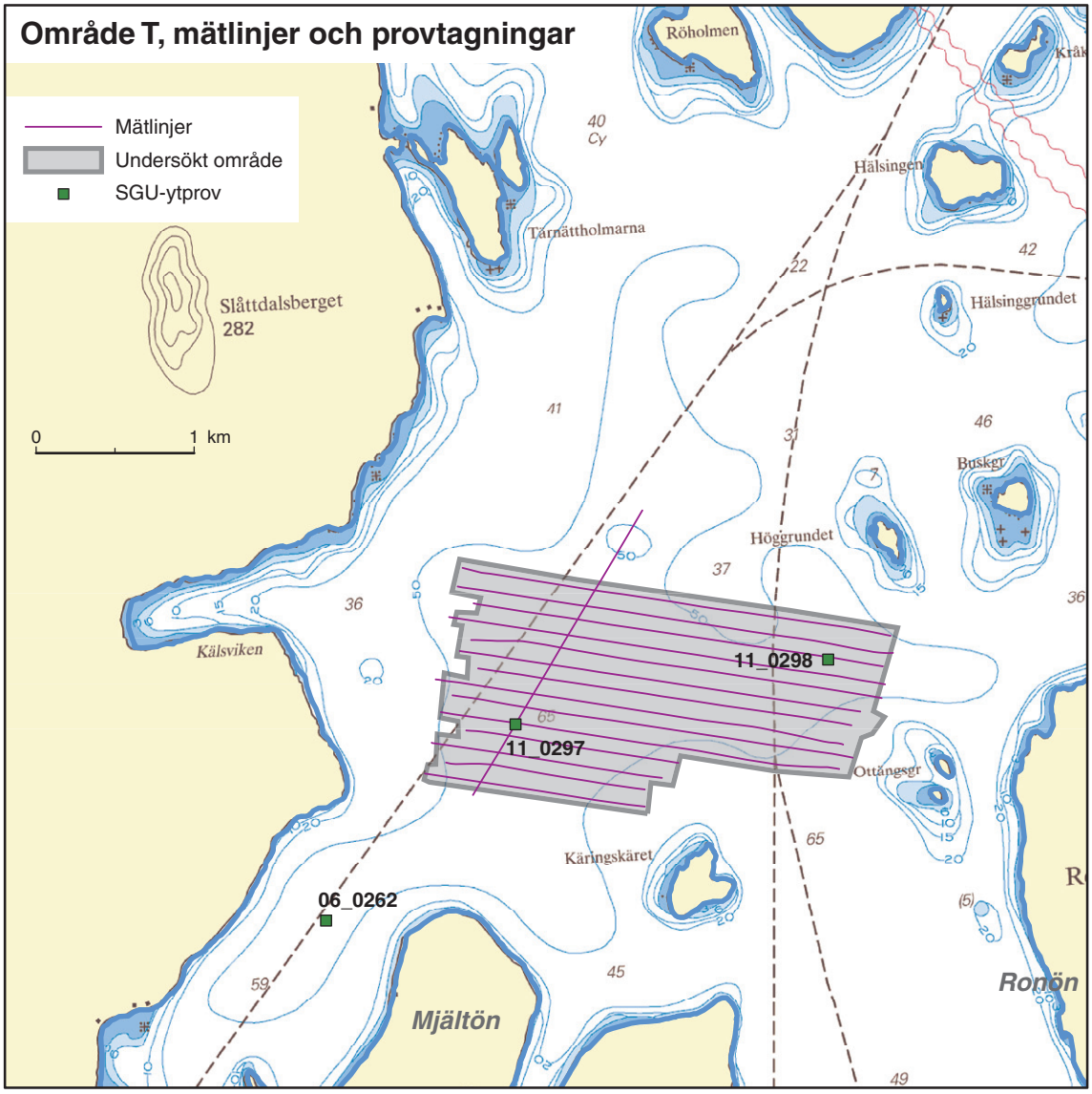
Undersökningsområdet T ligger söder om Köpmanholmen och täcker en yta av 3,3 km^2. År 2011 undersöktes området med både hydroakustiska metoder och med sedimentprovtagningar. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med en täthet på ca 75 m (fig. 1:65). Totalt har två sedimentprovtagningar gjorts i område T (tabell 1:42).

Områdets botten består tills största delen av postglacial lera vilket tyder på en ackumulationsbotten (fig. 1:66). Inga fiberbankar eller fiberhaltiga sediment har dock påträffats inom den defi-

Tabell 1:42. Sedimentprovtagningar utförda i område T, söder om Köpmanholmen.

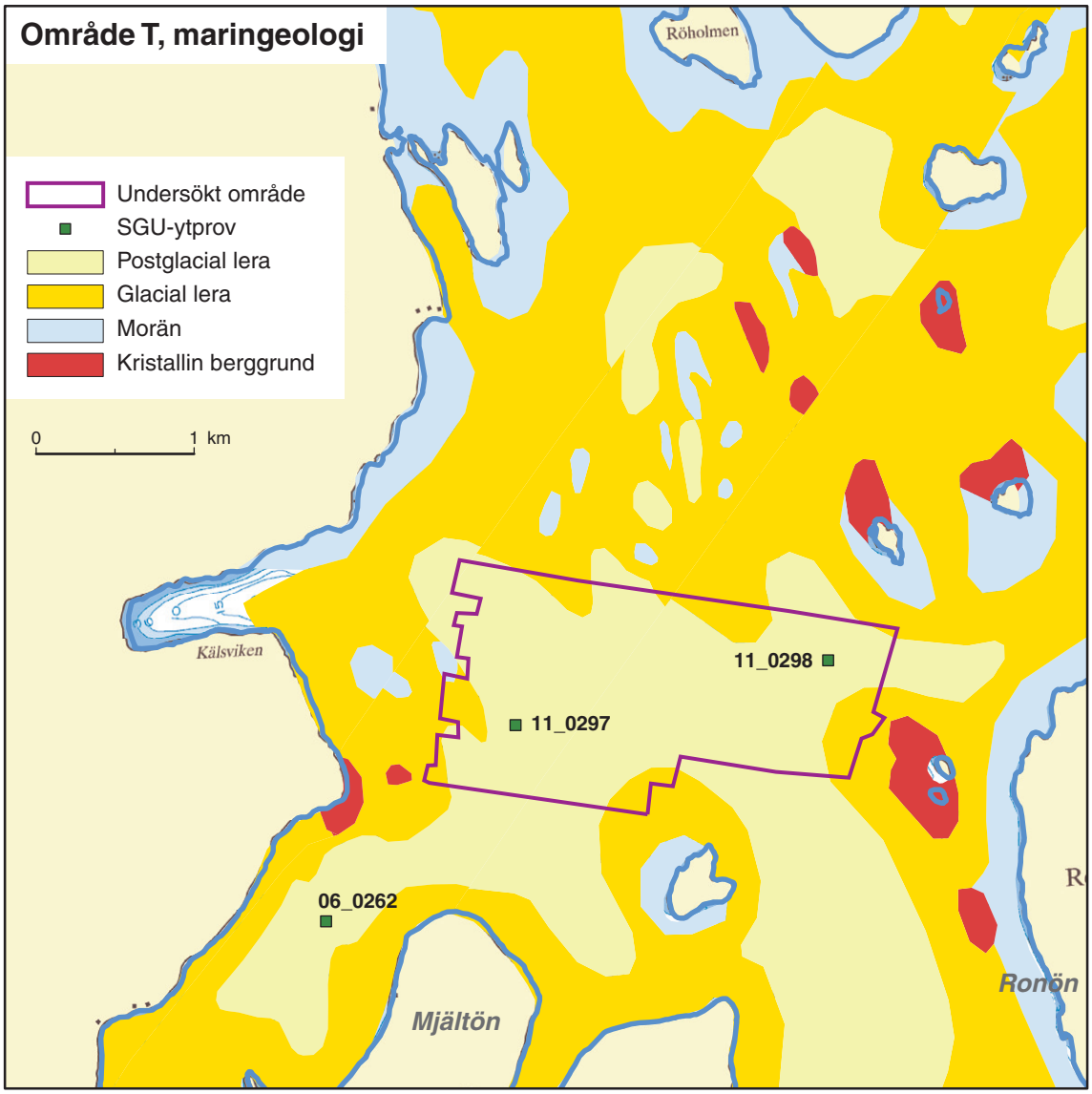
Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd
06_0297	6999286,8	678870,8	Geminilod	69,1	Postglacial lergyttja
06_0298	6999697,8	680845,9	Stötlod	68,8	Postglacial lergyttja

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.

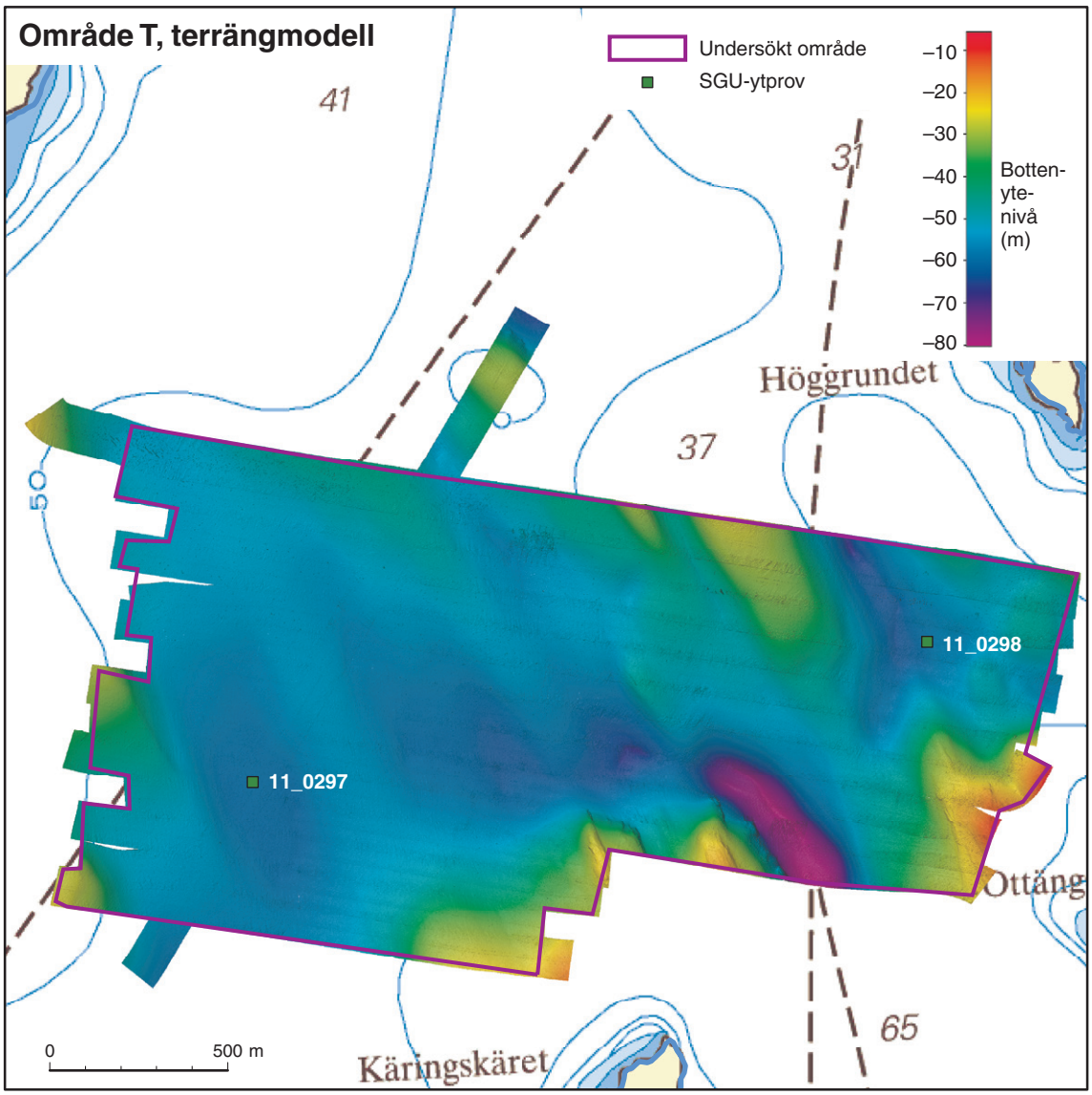


Figur 1:65. Undersökningsområde T täcker en yta av 3,3 km^2 och undersöktes med både hydroakustiska metoder och sedimentprovtagningar år 2011. Mättransekterna ligger på ett avstånd av ca 75 m.

nierade ytan (fig. 1:67). De två sedimentprover som tagits vid tillfället består av postglacial lergyttja utan fiberinnehåll (tabell 1:42). Inga prover från område T har skickats på analys.



Figur 1:66. Bottnen i område T består nästan uteslutande av postglacial lera. I områdets ytterkanter ligger glacial lera i bottenytan.



Figur 1:67. Terrängmodellen avslöjar att området är djupast i mitten.

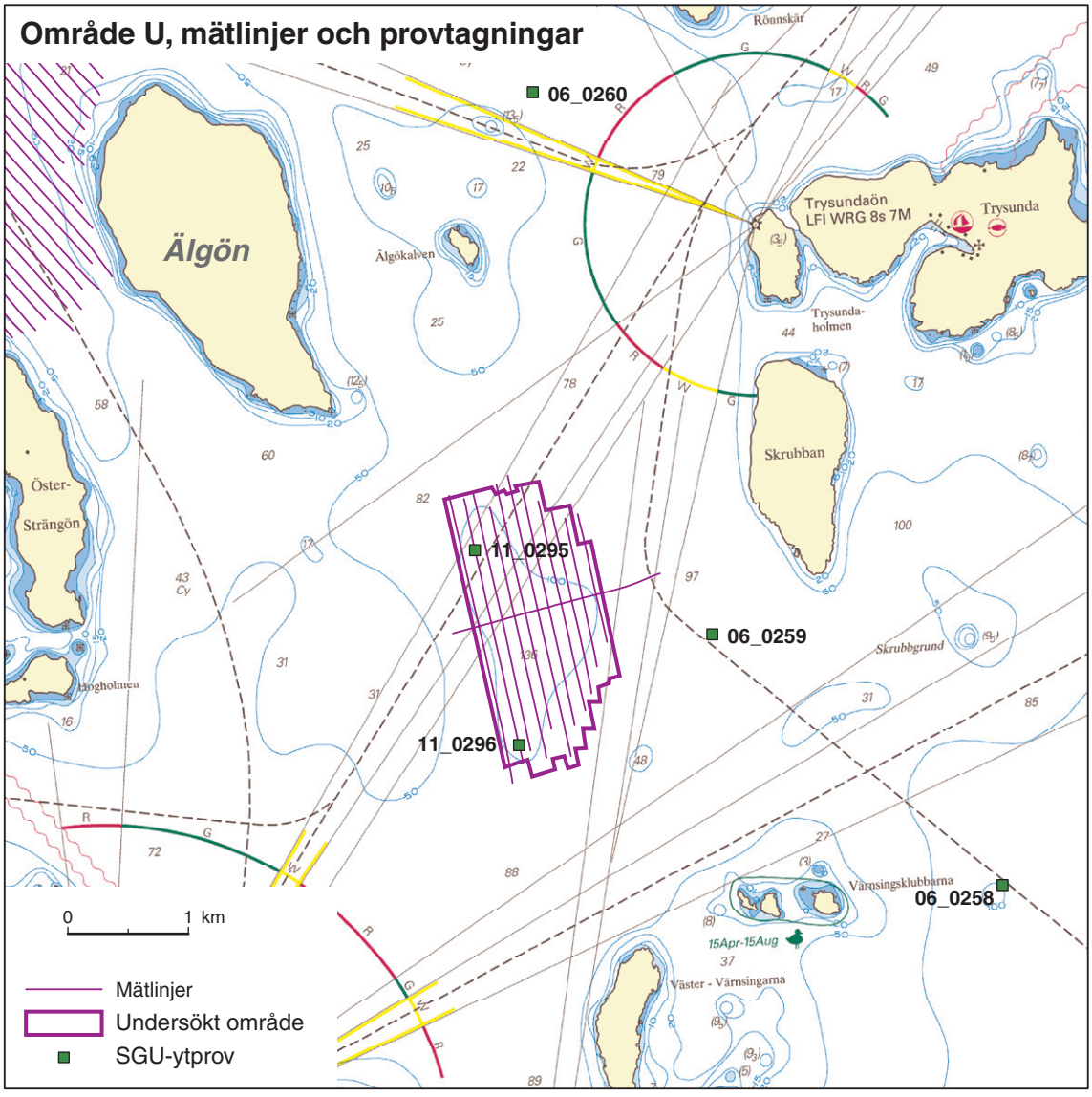
OMRÅDE U, SYDOST OM KÖPMANHOLMEN

Sydost om Köpmanholmen ligger område U, beläget i Nätrafjärden som är öppen ut mot Bottenhavet. Området har en ungefärlig yta på 1,8 km^2 och har undersökts med både hydroakustiska mätmetoder och med provtagning år 2011. De hydroakustiska mätningarna gjordes i transekter med en täthet på ca 100 m (fig. 1:68). Totalt har två sedimentprovtagningar gjorts i område U (tabell 1:43)

Tabell 1:43. Sedimentprovtagningar utförda i område U, sydost om Köpmanholmen

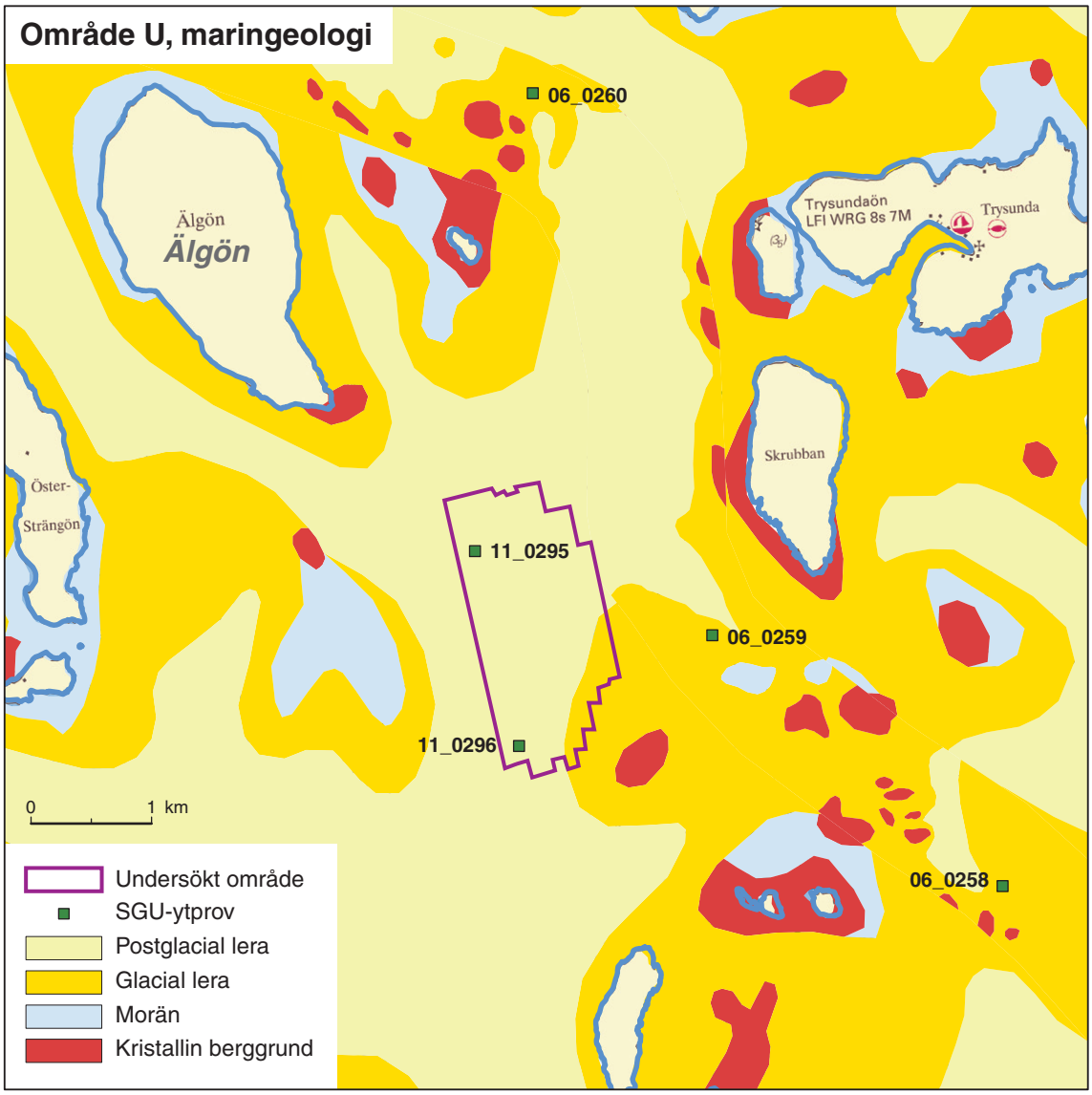
Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd
11_0295	7004098,3	686919,3	Geminilod	104,1	Postglacial lergyttja
11_0296	7002479,7	687285,2	Stötlod	101,1	Postglacial lergyttja

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.

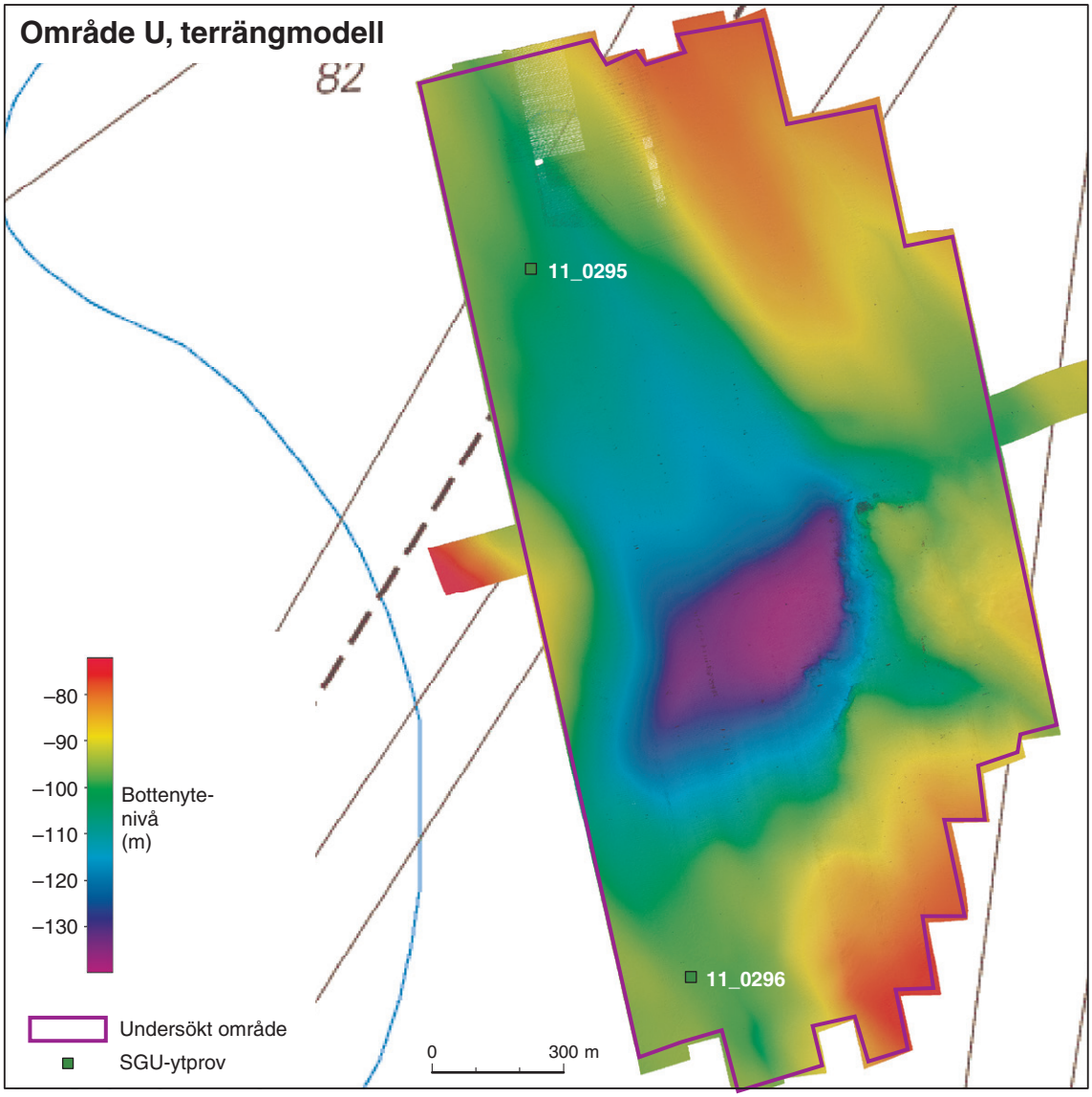


Figur 1:68. Undersökningsområde U täcker en yta av ca 1,8 km^2 och undersöktes med både hydroakustiska metoder och med sedimentprovtagningar år 2001. Mättransekterna ligger med ett avstånd på ca 100 m.

Enligt SGUs maringeologiska kartläggning av området består bottenytan på platsen till största delen av postglacial lera vilket tyder på en ackumulationsbotten (fig. 1:69). Det har dock inte gått att identifiera några fiberbankar eller fiberrika sediment i området (fig. 1:70). De två provtagningar som utförts år 2011 uppvisar båda sediment bestående av postglacial lergyttja utan fiberinnehåll (tabell 1:43). Inga prover från område U har skickats på kemisk analys.



Figur 1:69. Bottnen i område T står nästan uteslutande av postglacial lera med glacial lera i ytan i sydvästra hörnet.



Figur 1:70. Terrängmodellen avslöjar att området är djupast i mitten.

OMRÅDE U2, KÖPMANHOLMEN

Undersökningsområdet runt Köpmanholmen är beläget i Nätrafjärdens västra del och täcker en yta av runt 9 km^2. Undersökningsområde U2 undersöktes med både hydroakustiska metoder och sedimentprovtagning år 2011. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med en täthet på ca 150 m (fig. 1:71). Totalt 17 prover har tagits i området i samband med detta projekt (tabell 1:44).

Utanför Köpmanholmen ligger en sedan tidigare känd fiberbank (Heinemo 2005). Utbredningen av denna fiberbank är undersökt och ytterligare ett område med fiberrika sediment är identifierat (fig. 1:71, 1:72, 1:73 och 1:74). Två industrier med verksamhet som behandlat träråvara har funnits i Köpmanholmstrakten: Köpmanholmens sågverk och Köpmanholmens massafabrik. Båda ställena torde ha bidragit till de deponerade fibrerna. I mitten av fjärden ackumuleras de fina sedimenten med en hastighet av nästan 1,4 cm per år medan takten en bit söderut, mellan Älgön och fastlandet, är något lägre, runt 0,8 cm per år (fig. 1:75). Området utanför Köpmanholmen är ganska väl undersökt med avseende på fibersedimentens kemiska status och har därför i denna rapport inte fått så stort fokus.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

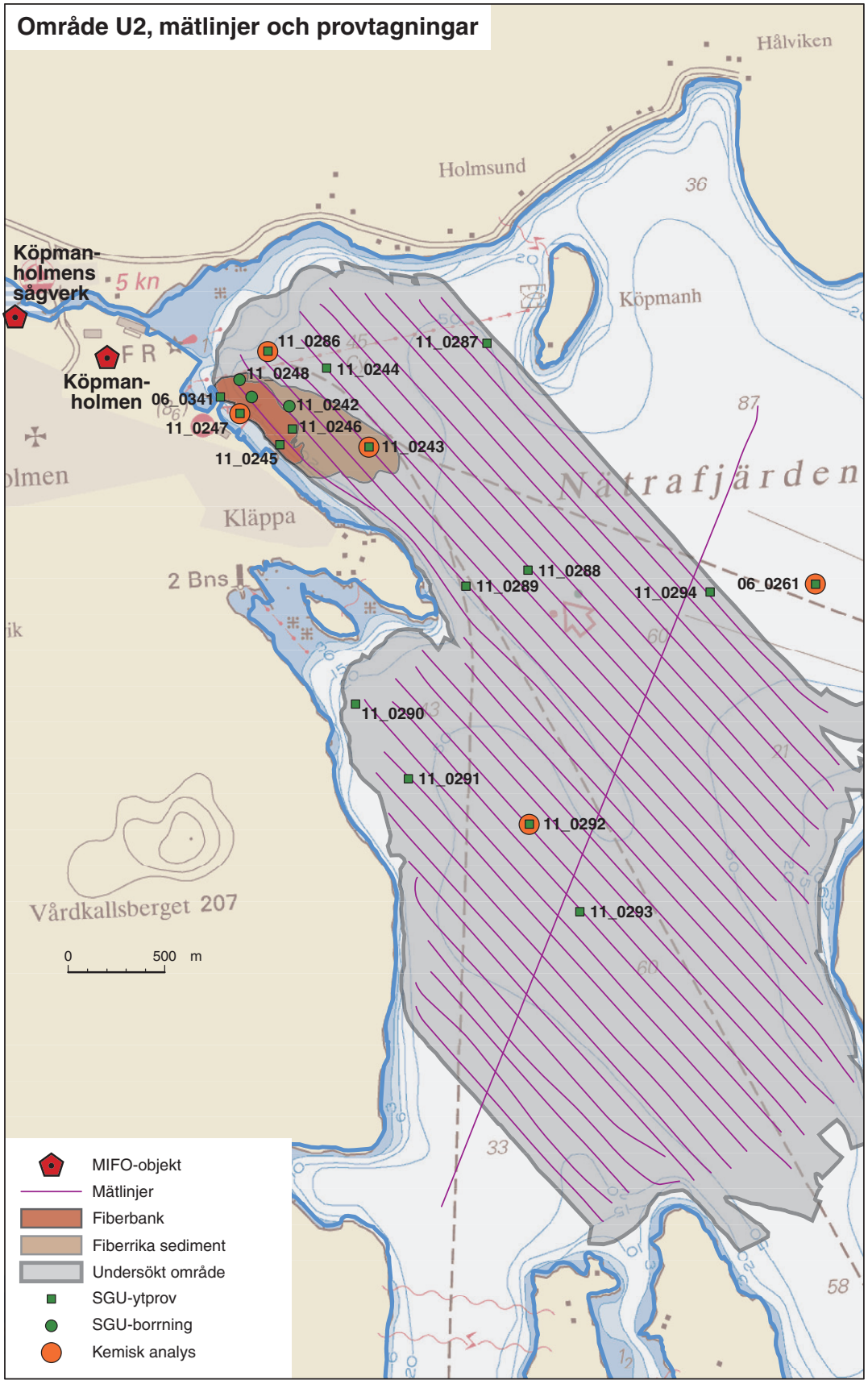
Bottenytan i undersökningsområdets centrala delar består av postglacial lera. Längs strandlinjerna och en bit ut förekommer glacial lera, och längs Älgöns norra strand finns morän i bottenytan (fig. 1:72).

Sedimentet utanför Köpmanholmens kaj är undersökt sedan tidigare år 2004. Vid detta tillfälle kartlades en fiberansamling utanför kajen där nu ett avlyst område är avgränsat i sjökortet.

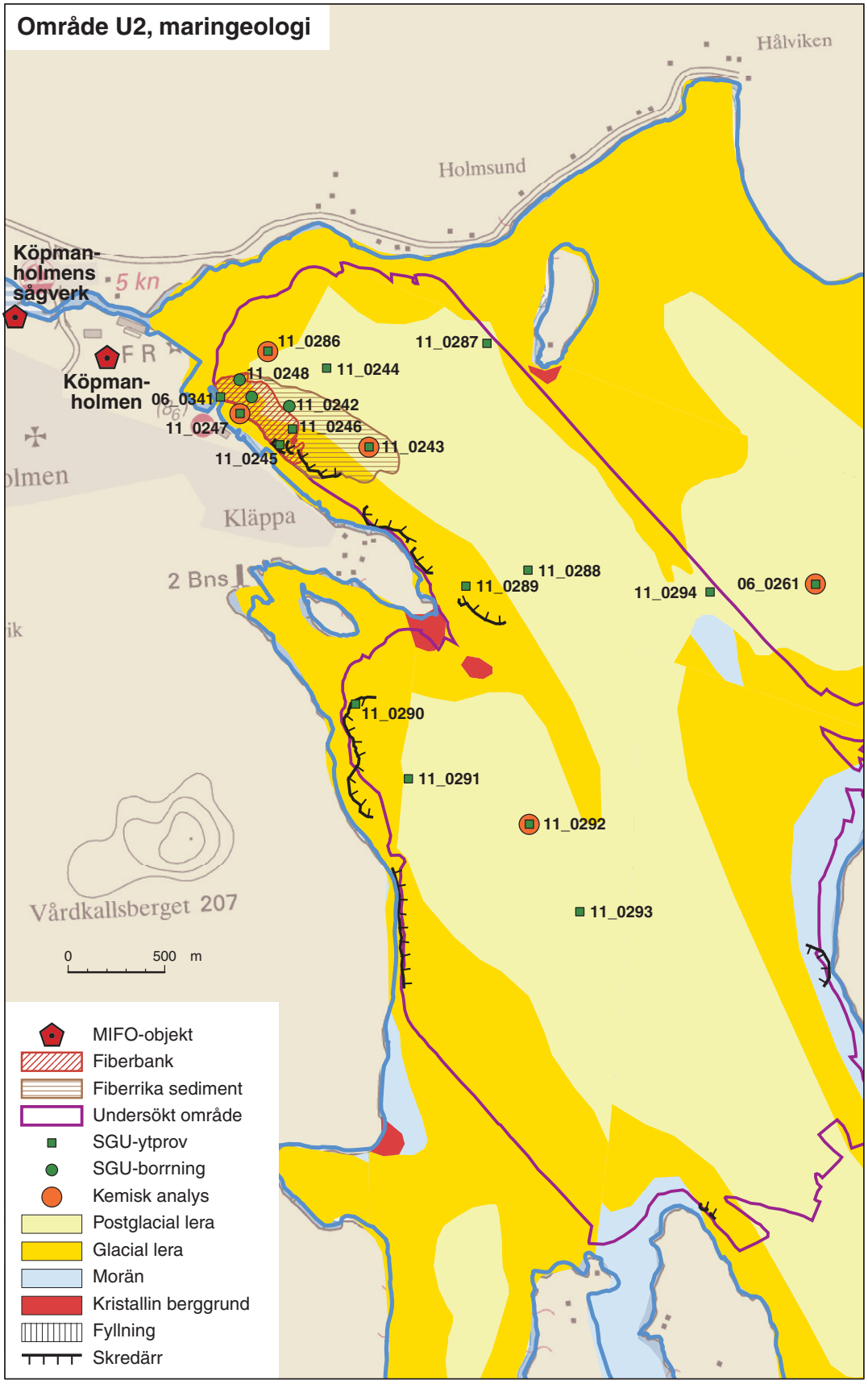
Tabell 1:44. Sedimentprovtagningar utförda i område U2, Köpmanholmen. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
06_0261	7008955	683708	Gemini	95,6	Postglacial lergyttja	K, Cs
11_0241	7009920,0	680787,9	Kolvlod	21,1	Postglacial gyttjelera Fibrer Postglacial silt Postglacial siltig lera	
11_0242	7009872,0	680982,8	Vibro	32,9	Fiberhaltig lergyttja Postglacial siltig gyttjelera Postglacial lerig silt Postglacial lera	
11_0243	7009662,9	681394,2	Stötlod	45,6	Postglacial lergyttja Postglacial lerig silt Postglacial siltig lera	
11_0245	7009673,7	680932,1	Stötlod	10,6	Gyttjigt fibersediment	
11_0244	7010070,8	681174,6	Stötlod	32,1	Postglacial silt Postglacial siltig gyttja Postglacial silt	
11_0246	7009756,1	680998,2	Gemini	27,7	Gyttjigt fibersediment	
11_0247	7009836,3	680726,7	Stötlod	12,3	Gyttjigt fibersediment	K
11_0248	7010009,7	680725,4	Vibro	22,5	Postglacial gyttjig silt Postglacial siltigt lerigt fibersediment Postglacial siltig lera	
11_0286	7010158,6	680870,6	Stor gripskopa	17,6	Postglacial lera Postglacial silt	K
11_0287	7010199,8	682005,9	Stötlod	57,1	Postglacial lera	
11_0288	7009023,9	682218,2	Shipec	63,5	Postglacial lera	
11_0289	7008942,0	681896,5	Stötlod	56,9	Postglacial lera	
11_0290	7008330,7	681323,7	Stor gripskopa	34,1	Postglacial lera	
11_0291	7007943,6	681597,7	Stötlod	55,1	Postglacial lera	
11_0292	7007709,0	682225,1	Gemini	68,2	Postglacial lergyttja	K, Cs
11_0293	7007255,1	682486,3	Stötlod	69,2	Postglacial lera	
11_0294	7008911,4	683160,7	Stötlod	84,3	Postglacial lergyttja	

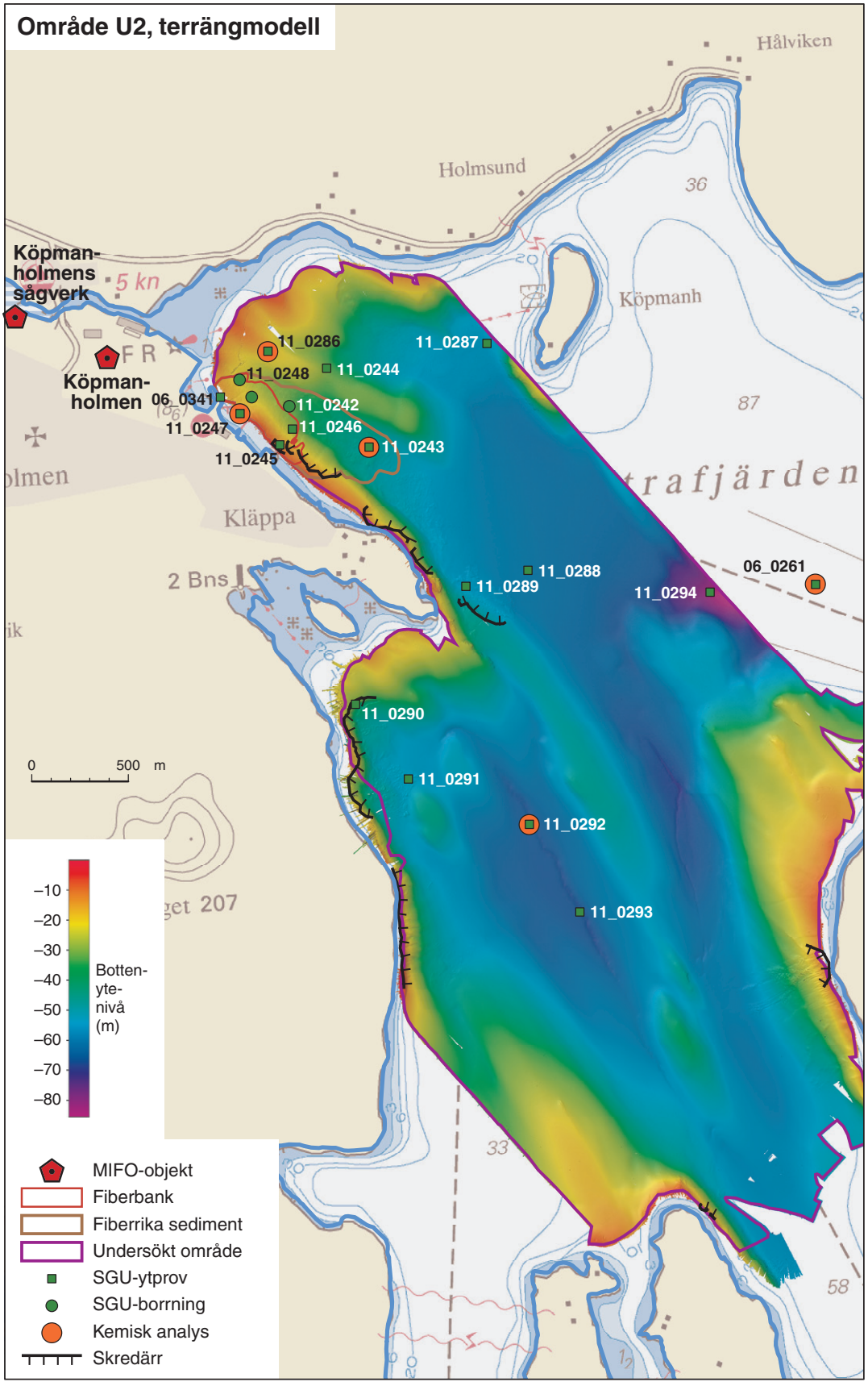
Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



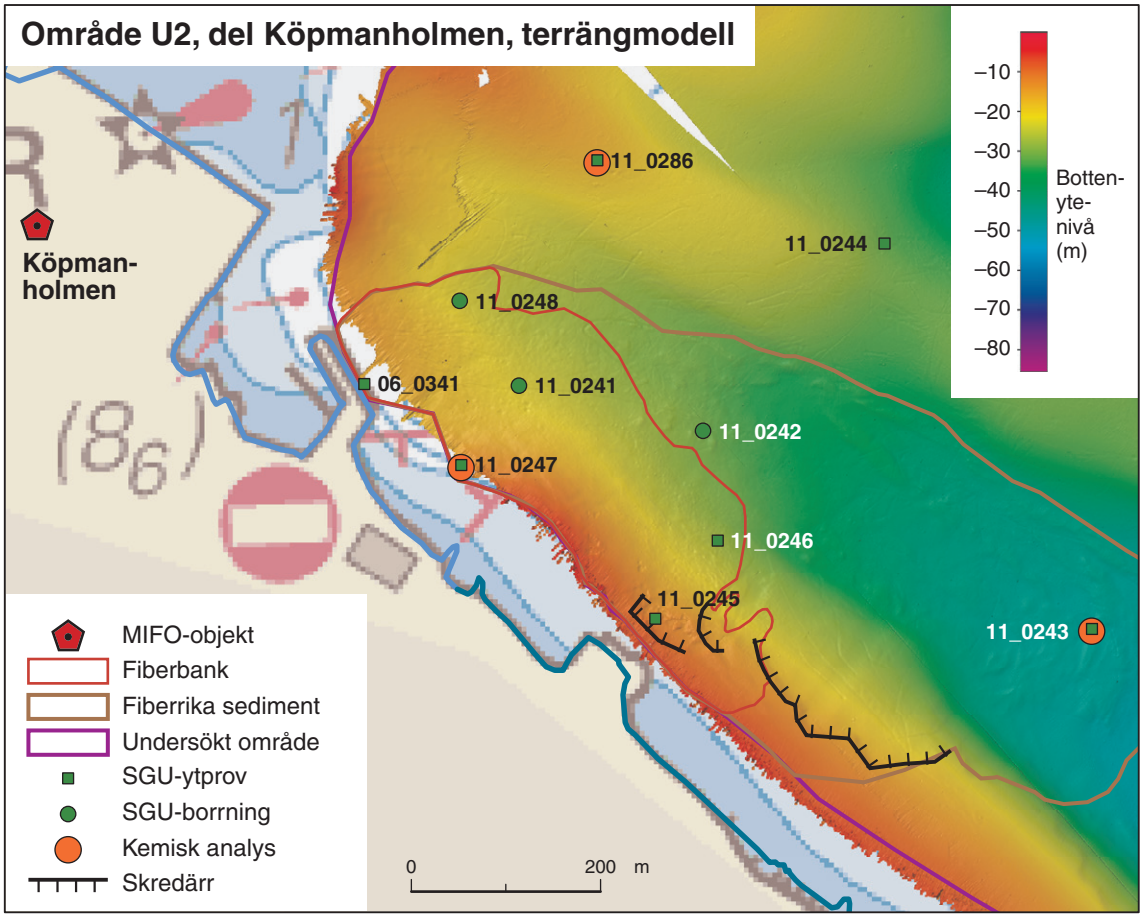
Figur 1:71. Undersökningsområde U2 täcker en yta av ca 9 km² och undersöktes med både hydroakustiska mätmetoder och sedimentprovtagningar år 2011. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med en täthet på ca 150 m. Utanför kajen i Köpmanholmen finns ett förbudsområde för sjöfart på grund av fiberavsättningen på platsen.



Figur 1:72. Bottnen i område U2 består uteslutande av leror. De centrala delarna är täckta med postglacial lera medan kanterna består av glacial lera.



Figur 1:73. Längs den västra strandkanten har ett antal sedimentskred inträffat.



Figur 1:74. Fiberbanken utanför kajen i Köpmanholmen täcker en yta av omkring 90 000 m² och varierar i mäktighet. Förbudsområdet ligger i mitten av fiberbanken. I den sydöstra delen av banken och i de fiberrika sedimenten utanför har sedimentskred inträffat.

Fiberbankens yta uppskattades till 60 000 m². Köpmanholmen har haft två industrityper som gett upphov till fiberutsläpp, Köpmanholmens sågverk och Köpmanholmens massafabrik. Den redan tidigare kända fiberbanken på platsen ligger precis utanför kajen och sträcker sig längs hela kajsträckan. Projektets undersökningar visar dock på att fiberbanken har en större utbredning än tidigare beräknat. Enligt SGUs beräkningar har fiberbanken en yta av omkring 90 000 m² och en varierande mäktighet. Längs den västra strandkanten i området har ett antal sedimentskred inträffat. Fiberbankens södra del och området söder om fiberbanken som består av fiberrika sediment har utsatts för skred (fig. 1:73 och 1:74).

På grund av djupförhållandena och den branta lutningen in mot kajen var det inte möjligt att ta längre kärnor för undersökning av fiberbankens tjocklek här. Banken består av olika typer av fibermaterial. I punkt 11_0246 är sedimentet mycket löst och förorenat med en tydlig lukt av kloak. Provtagningspunkten 11_0245 visar på en fiberavlagring som är kompakt och filtliknande. På resterande ställen består fiberbanken av cellulosafibrer blandat med postglacial lera. Området med fiberrika sediment har en yta av omkring 0,3 km² och sträcker sig i en sydostlig riktning ut från kajen. Erosionsspår i sedimenten inom fiberbanksområdet från propellervatten syns vid färjelägret och då banken ligger grunt eroderas förmodligen fiberbanken även av vind- eller vågenererad bottenström.

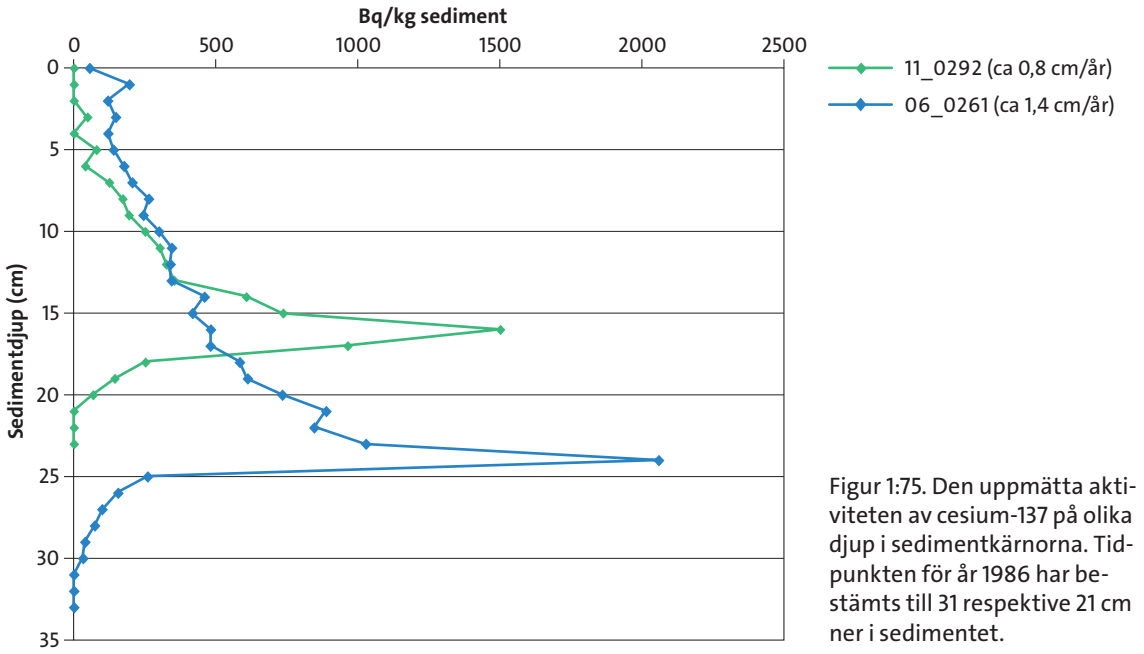
Föroreningshistoria och situation

Vid Köpmanholmen har ett flertal olika tillverkningsprocesser varit i drift. Köpmanholmens sågverk (MIFO F2284-0015) grundades år 1864 och låg vid den södra strandkanten vid Åfjärdens utlopp mot Nätrafjärden. Den dubbelramiga sågen kompletterades år 1872 med två nya ramar, en gasklocka och en utbyggnad av såghuset. Sågen elektrifierades år 1907 och ett hyvleri, en klyvsåg, ett kantverk samt kapsågar införskaffades. År 1922 påbörjades uppförandet av en ny åttaramig såg. Denna stod klar fyra år senare och den gamla sågen revs. Ett torkhus byggdes år 1934 men det brann ner år 1941. På 1940-talet moderniserades delar av sågverket men i slutet av 1950-talet fick verksamheten produktionssvårigheter och lades slutligen ner år 1977. Ingen doppning eller impregnering av virket har skett enligt offentliga källor, men vid en undersökning av platsen återfanns fyra behållare för impregneringsmedel. Enligt muntliga källor användes medel som skydd mot blånadsmögel.

Köpmanholmens massafabrik (MIFO F2284-0014) har fungerat både som en sulfit- och en sulfatmassafabrik. Sulfitmassafabriken uppfördes år 1907 och genererade sprit som biprodukt. Omkring år 1963 byggdes sulfitmassa- och spritfabriken om till björksulfatmassafabrik, kloralkalifabrik och svavelsyrafabrik. I samband med ombyggnationen bestod produktionen av sågade trävaror, sulfatmassa, natronlut, svavelsyra, harts- och terpentinolja samt elenergi. Ett sulfatmassablekeri inrättades år 1938 varpå största delen av pappersmassan blektes. Kloret framställdes i kloralkalifabriken med hjälp av kvicksilvermetoden. Under tiden då sulfitmassa framställdes har ingen kisbränning förekommit och därför har ingen kisaska deponerats på platsen. Däremot har rivningsmassor från fabrikerna deponerats inom området utan någon större sorteringsåtgärd. Asbesthaltigt material ska dock ha förvarats på ett särskilt ställe på deponin.

Sediment för miljöanalys

Vid de maringeologiska undersökningarna 2006 har ett prov i området analyserats på halterna av föroreningar. Provpunkten, 06_0261, ligger utanför det område som har undersökts inom detta projekt och visar inga tecken på fiberinslag. Sedimentet består av postglacial lera och är reducerat vilket innebär att det förmodligen innehåller höga halter av organiskt material. Mätning av cesium-



Figur 1:75. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimentkärnorna. Tidpunkten för år 1986 har bestämts till 31 respektive 21 cm ner i sedimentet.

137-aktiviteten i kärnan avslöjar att sedimentackumulationshastigheten på 95,1 m djup är nästan 1,4 cm per år (fig. 1:75). Nätrafjärden är sedan tidigare väl undersökt (Heinemo 2005) varvid höga halter av bland annat dioxin, Hg, PAH och HCB i sediment och biota konstaterats.

Inom detta projekt har sediment från tre platser skickats på analys: 11_0247, 11_0286 och 11_0292 (tabell 1:44). Punkten 11_0247 ligger i fiberbanken på ett djup av ca 12 m där sedimentet består av gyttjigt reducerat cellulosafibermaterial med en mäktighet på över en meter. På bottenytan identifierades svavelbakterien *Beggiatoa*, som är en tydlig indikator på att det råder anoxiska förhållanden i sedimentet. Provet togs med stötlod eftersom bottnen sluttar så mycket att provtagning med vibrohammarlod inte var möjlig. En provnivå på 75–65 cm valdes ut för analys. En bit norr om fiberbanken ligger provpunkt 11_0286 på ett djup av ca 18 m. Provet togs med stötlod och ytsedimentet tog ut för analys av metaller. Längre ut i Nätrafjärden, en bra bit utanför de fiberpåverkade sedimenten, togs prov 11_0292. Denna provplats är belägen på 68 m djup och innehåller inga fibrer. Sedimentet är dock recent och mycket reducerat. Syftet med analysen av provet från denna plats är att se om platsen påverkats av föroreningssituationen direkt utanför Köpmanholmens industrier. På denna plats har ytan av sedimentet, 0–2 cm, valts ut för kemisk analys. Provet togs med Geminilod och sektionerades upp för analys av cesiumaktivitet. Resultatet visar en ackumulationshastighet på ca 0,8 cm per år på platsen (fig. 1:75).

Metaller

I punkt 06_0261, tagen 2006, är föroreningsgraden varierande för de olika ämnena (tabell 1:45). Arsenikhalten befinner sig i klass 5, och koppar- och kvicksilverhalterna ligger inom ramen för klass 4. Resterande metaller på platsen ligger inom klass 1–3. Metallhalterna i provet i fiberbanken, 11_0247, är inte jättehöga. Bly är den metall som uppvisar högst kontamineringsgrad och kan inordnas i klass 5. Kvicksilver uppvisar också hög halt, i klass 4. Resterande metaller kan inordnas i klass 1–3. I den yttre delen av Nätrafjärden, där prov 11_0292 är taget, är det bara halten av arsenik som visar nämnvärd avvikelse från bakgrundshalten, i klass 4. Resultatet av analysen av kvicksilverhalten visar ett värde på <0,3 mg/kg och hamnar på så vis i någon av klasserna 1–4.

Organiska miljögifter

Organiska miljögifter är analyserade på två provpunkter i området Köpmanholmen. Sedimentet i punkt 11_0247, belägen i fiberbanken, uppvisar mycket höga halter av PAH och HCB på djupet 65–75 cm (tabell 1:46). Resterande ämnen håller sig inom måttliga föroreningsnivåer och kan sorteras in i klasserna 1–3. Även dioxinhalten är låg, i klass 1 enligt de norska bedömningsgrunderna.

Tabell 1:45. Metallhalter i sedimenten i område U2, Köpmanholmen. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS
06_0261	0–1		85,6	0,211	22,8	167	43,8	0,341	20,1	27,7	94,3	140
11_0286	0–1	12,2	46	0,546	8,03	48,1	33,9	1,1	22,6	20,7	42,8	119
11_0292	0–2	10,9	27	0,276	12,1	47,4	28	<0,3	23,7	23,6	57,7	115
11_0247	65–75	47,2	2,31	0,403	1,98	29,7	25,7	0,278	13,3	152	7,88	45,4

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:46. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område U2, Köpmanholmen. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klor-daner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub µg/kg TS
11_0247	65–75	2700	2,9	0,87	<0,1	<0,010	<0,1	0	0,0038
11_0292	0–2							0	0,0033

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

Diskussion

Vid SGUs undersökningar av fiberbanken utanför Köpmanholmen fastslogs att förekomsten är något större än tidigare beräknats. Denna nya estimering kan helt tillskrivas den nya tekniken som använts vid dessa undersökningar.

Analyssvaren från sedimentproverna som togs i fiberbanken visar höga halter av bly, PAH och HCB. De höga halterna av HCB kan med stor sannolikhet kopplas till de tekniska blandningarna som användes vid kloralkaliprocessen. De höga halterna av PAH är, som på många andra platser, svåra att knyta till en specifik källa. Även de höga blyhalterna är svårförklarliga. De höga arsenikhalterna i sedimentet på platsen närmast Åfjärdens mynning kan eventuellt tyda på att impregnering av trä faktiskt har förekommit vid sågverket. Arsenikhalten verkar sedan avta med avståndet från källan, men är mycket hög ute i Nätrafjärden i punkt 06_0261. Detta prov togs år 2006 och enligt den uppskattade ackumulationshastigheten av sedimentet på platsen kan sedimentet ha byggts på med omkring 7 cm fram till år 2011. Det betyder att arsenikhalterna i ytsedimenten från punkterna 11_0286 och 06_0261 inte är helt jämförbara. Kvicksilver återfinns också i högst halt i sedimentet längst in mot Åfjärdens mynning. Kvicksilvret kommer från framställningen av kloralkali med kvicksilvermetoden varifrån kvicksilver läckt ut i miljön. Att halten av metallen är högre i ytsedimentet i punkten norr om fiberbanken än i själva fiberbanken är anmärkningsvärt. Men provet från fiberbanken är ett blandprov medan halten av ämnet i 11_0286 speglar ytsedimentet, vilket indikerar läckage i området. Vid undersökningarna 2004 visades att avloppsledningsnätet inom området var kontaminerat med höga halter av kvicksilver. Läckage från detta ledningsnät verifierades genom analys av ytsediment i den närmast liggande industrihamnen. Åtgärder för sanering av ledningsnätet har dock genomförts på senare så att läckaget ska kunna upphöra.

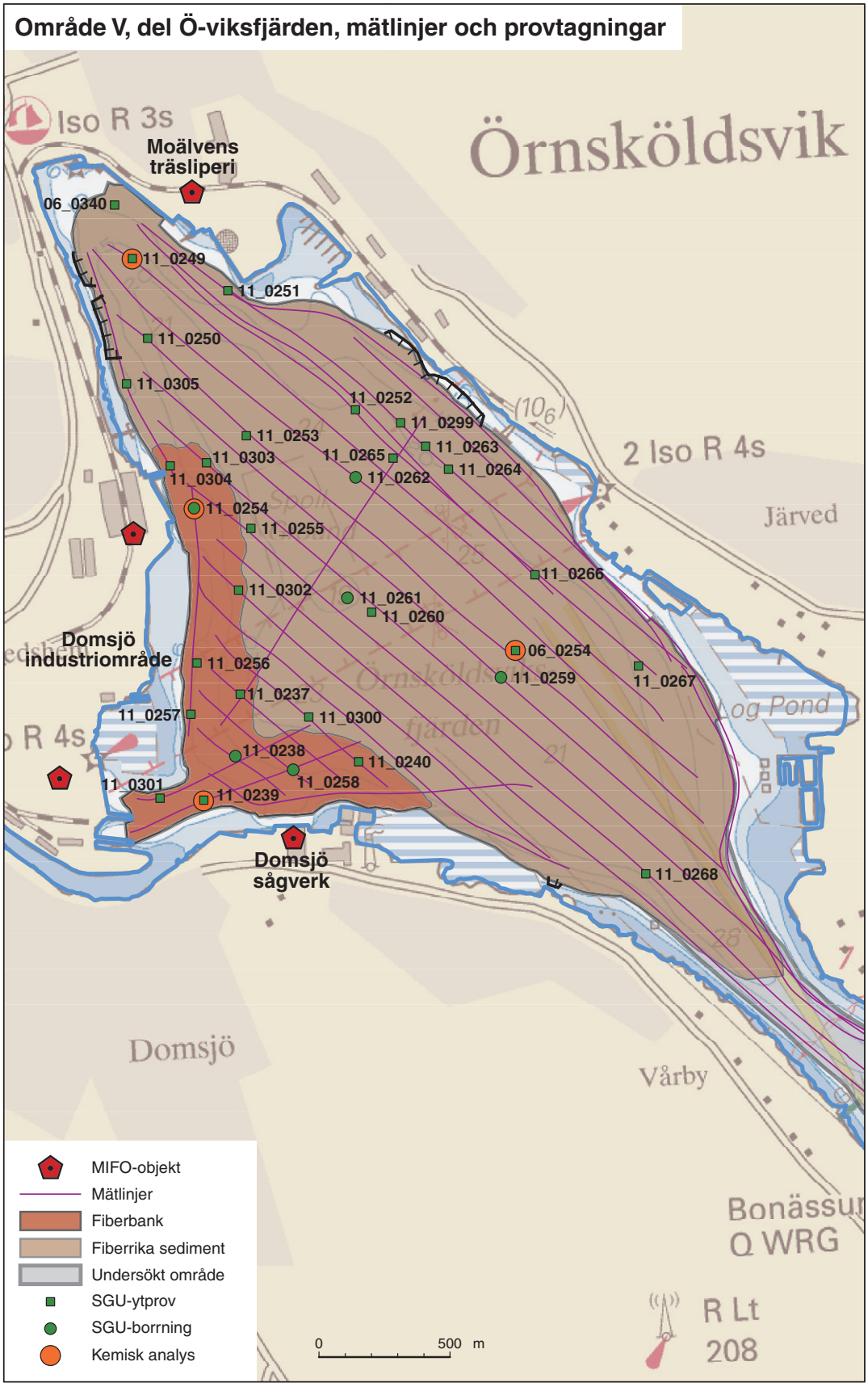
OMRÅDE V, ÖRNSKÖLDSVIK

Örnsköldsviksfjärden, Dekarsöfjärden och södra delen av Nötbolandsfjärden utgör ett undersökningsområde som betecknas V och har en yta av ca 8 km^2. Område V undersöktes år 2011 då både hydroakustiska mätningar och sedimentprovtagning genomfördes. De hydroakustiska mätningarna har utförts i transekter med en täthet av 150 m (fig. 1:76). Totalt 33 prover har tagits i området inom projektet (tabell 1:47).

Tabell 1:47. Sedimentprovtagningar utförda i område V, Örnsköldsvik. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
06_0254	7021129	687753	Geminilod	26,3	Postglacial lergyttja	K, Cs
11_0237	7020960,1	686701,5	Bottenobservation	17,5	Sjunktimmer	
11_0238	7020722,5	686683,6	Vibrohammarlod	14,6	Träfibermaterial Postglacial lera	
11_0239	7020554,8	686562,2	Stor gripskopa	9,4	Träfibersediment	K
11_0240	7020701,9	687153,0	Geminilod	19,4	Postglacial gyttjelera Träfibersediment Postglacial lera	Cs
11_0249	7022622,5	686289,7	Stötlod	18,4	Postglacial gyttjelera	K
11_0250	7022317,7	686348,3	Stötlod	20,3	Postglacial lergyttja	
11_0251	7022500,0	686654,1	Stor gripskopa	14,2	Stenigt sandigt grus	
11_0252	7022045,2	687141,6	Stötlod	22,3	Postglacial lergyttja	
11_0253	7021946,3	686725,1	Stötlod	26,8	Postglacial lergyttja	
11_0254	7021668,6	686525,8	Vibrohammarlod	13,7	Träfibermassor Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	K
11_0255	7021592,2	686742,3	Stötlod	19,8	Postglacial lergyttja	
11_0256	7021079,0	686536,3	Bottenobservation	7,9	Sjunktimmer	
11_0257	7020883,2	686512,8	Bottenobservation	7,2	Timrad konstruktion på botten	
11_0258	7020670,6	686904,8	Vibrohammarlod	15,9	Postglacial siltig lergyttja Postglacial lergyttja Postglacial sandig lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0259	7021023,2	687698,0	Vibrohammarlod	27,1	Postglacial lergyttja Mudder Postglacial lergyttja Postglacial gyttjelera	
11_0260	7021272,8	687203,3	Bottenobservation	24,5		
11_0261	7021326,3	687111,5	Vibrohammarlod	20,7	Muddermassor	
11_0262	7021786,6	687142,8	Vibrohammarlod	24,4	Postglacial lergyttja Mudder Postglacial lergyttja	
11_0263	7021905,9	687409,8	Stötlod	18,5	Antropogent	
11_0264	7021818,2	687496,7	Stötlod	22,6	Postglacial lergyttja	
11_0265	7021860,5	687285,3	Stötlod	25,3	Postglacial lergyttja	
11_0266	7021415,5	687826,9	Stötlod	21,8	Postglacial gyttjelera	
11_0267	7021067,3	688222,4	Stötlod	20,1	Postglacial gyttjelera	
11_0268	7020274,5	688249,7	Geminilod	23,1	Postglacial gyttjelera Postglacial silt Postglacial gyttjelera	Cs
11_0269	7018771,1	690981,3	Stötlod	32,6	Postglacial gyttjelera	
11_0270	7019708,7	690621,4	Stötlod	18,9	Postglacial gyttjelera	
11_0299	7021995,2	687313,9	Stötlod	20,4	Postglacial lergyttja	
11_0300	7020872,7	686963,5	Stötlod	22,3	Postglacial lergyttja	
11_0301	7020562,4	686395,6	Stötlod	8,1	Postglacial siltig lergyttja	
11_0302	7021357,2	686695,1	Stötlod	18,9	Postglacial lergyttja	
11_0303	7021843,4	686573,0	Stötlod	19,8	Postglacial lergyttja	
11_0304	7021831,1	686433,9	Stötlod	14,2	Postglacial grusig sandig Postglacial lergyttja	
11_0305	7022145,0	686267,0	Stötlod	9,8	Postglacial lera	

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:76. Undersökningsområde V täcker en yta av ca 8 km² och undersöktes med både hydroakustiska metoder och sedimentprovtagning år 2011. Mättransekterna ligger med ett mellanrum på ca 150 m. I den centrala delen av fjärden ligger en muddertippningsplats benämnd ”Spoil Ground”. En fiberbank har identifierats utanför Domsjö industriområden. De fiberrika sedimenten täcker hela fjärden.

Inom området har fibermaterial släppts ut från ett flertal olika ställen. Speciellt fabrikerna runt Domsjö har bidragit till de fiberbankar och fiberrika sediment som identifierats i Örnsköldsviksfjärden. Sedimentackumulationshastigheten i fjärden varierar mellan omkring 0,6 och 1 cm per år.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Örnsköldsviksfjärdens och Dekarsöfjärdens bottenytor består till största delen av postglacial lera enligt SGUs maringeologiska kartläggning. Längs strandlinjerna vid Bonäset och Dekarsön ligger glacial lera frameroderad i bottenytan. Den smala havsremsa som undersöktes i Nötbolandsfjärden består till hälften av sand och till hälften av postglacial lera. Utanför Framnäsholmen vid punkt 11_0251 finns ett snötippningsområde där sand och grus förekommer i bottenytan. Spår av tippning av andra typer av material förekommer också i delar av Örnsköldsviksfjärden. Spår av skred förekommer i de nordöstra, nordvästra och södra delarna av fjärden (fig. 1:77).

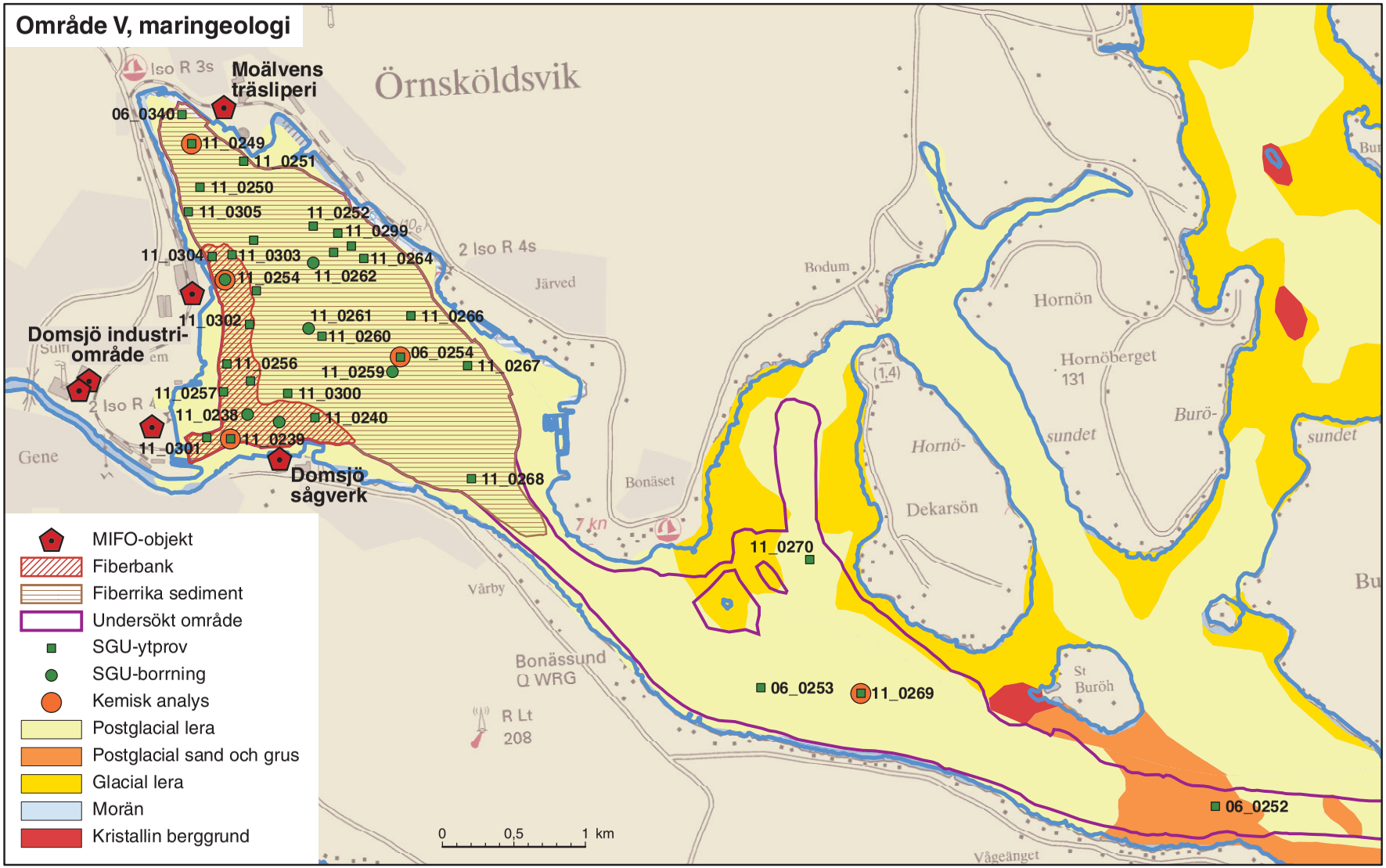
Området inhyser både fiberbankar och fiberrika sediment (fig. 1:76, 1:77 och 1:78a). Fiberbanken sträcker sig från kajen vid Domsjö industriområde vid Hörneborg hela vägen ner till Domsjö industriområde norr om Moälvens utlopp och vidare längs kajen vid Domsjö sågverk (fig. 1:78b). Ytan på banken är ungefär 0,5 km^2. Fiberbanken är som mäktigast i punkt 11_0254 där den uppgår till en tjocklek av 2 m. Resterande provpunkter inom fiberbanken visar på varierande mäktighet av fiber och bark. På de flesta platser är sedimenten starkt reducerade, märkbart förorenade och innehåller gas, vilket förekomsten av gaskratrar (pockmarks) vittnar om. De fiberrika sedimenten täcker en yta av nästan 4 km^2 vilket innebär i stort sett hela Örnsköldsviksfjärdens botten. På två platser, 11_0256 och 11_0257, ligger sjunktimmer som förhindrade provtagning av bottnen.

Föroreningshistoria och situation

Runt Örnsköldsviksfjärden har ett antal industrier haft sin verksamhet sedan slutet av 1800-talet. Pappers- och massafabrikerna utgör fyra av industriobjekten. Längst upp i norra delen av fjärden låg Moälvens träsliperi (MIFO F2284-0020) som grundades år 1873 med en ångsåg, Framnäs ångsåg. Denna ångsåg var i drift fram till 1925. År 1926 grundades träsliperiet för tillverkning av slipmassa. Från år 1939 tillsattes slipmassan pulpasan vid tillverkningen, ett kvicksilverhaltigt impregneringsmedel. Tillverkningen lades ner år 1947.

Domsjö industriområde är ett fabriksområde med träförädlingsindustri. Industriområdet tillhörde Modo-koncernen fram till 1999 då det köptes upp av ett privat konsortium och Domsjö Fabriker AB bildades (MIFO F2284-0095). I den norra delen av området anlades år 1872 en ångsåg. År 1887 anlades även ett hyvleri på platsen. Huvudprodukten i denna del av Domsjö industriområde var boardtillverkning och den verksamheten började 1930. Till denna verksamhet inrättades ett eget provtagnings- och forskningslaboratorium 1940. En anläggning för barkning av timmer uppfördes 1947. Verksamheten moderniserades och utvecklades med ett nytt sileri, oljehärdningsanläggning och en ny värmehärdningsanläggning på 1950-talet. På 1960-talet anlades en ny kaj och man investerade i ny utrustning för utvidgad framställning av träfiberskivor. Tillverkningen av denna halvmjuka boardskiva, kallad Treetex, innebar att en del av produktionen impregnerades med arsenik som skydd mot angrepp av bl.a. termiter. År 1970 lades tillverkningen av fiberskivor ner.

I den västra delen av Domsjö industriområde har fabriker för framställning av sulfitmassa, kloralkali och klorat varit i drift (MIFO F2284-0008 och F2284-0078). Sulfitmassafabriken grundades 1903 med en produktion av oblekt massa. På 1920-talet försågs fabriken med ett blekeri och mängden producerad pappersmassa ökade och övergick till blekt. Det första blekeriet byggdes 1923 med en tillverkning av hypoklorit och alkali. År 1936 moderniserades blekningen och en ny anläggning anlades i syfte att förse blekeriet med blekmedel. Under 1960-talet byggdes klorframställningen ut och under samma period uppgick mängden tillverkad klor till 3 500 ton



Figur 1:77. Bottnarna i undersökningsområde V består nästan uteslutande av postglacial lera. I områdets sydöstra del, utanför Örnsköldsviksfjärden, ligger glacial lera samt postglacial sand och grus i ytan på ett fåtal ställen.

per år (Valeur 2000). Under 1960-talet byggdes även en anläggning där klorat framställdes ur natriumklorid. Blekningsprocessen ändrades under 1974 vilket ledde till reducerade utsläpp av syrgasförbrukande ämnen till recipienten, som vid denna tid var kraftigt påverkad av utsläppen. År 1991 infördes blekning med syrgas och peroxid varvid klorblekeriet stängdes. Processvattnet från kloratfabriken gick orenat ut i Moälven fram till år 1971. Från sulfitprocessen slutade processvattnet släppas ut orenat år 1983.

Utöver den sedvanliga sulfitsprittillverkningen och den för Domsjö dominerande viskosmassan, anlades kemitekniska fabriker inom Domsjöområdet. Där tillverkades etylacetat, acetataldehyd och ättikssyra till plastindustrin och glykol, men också DDT som kom att användas i regionen. En resistent fluga uppstod i området beroende på ovarsamt nyttjande av denna DDT.

I Domsjö industriområdes södra del ligger industrifastigheter som har tjänstgjort som förvaringsplats och deponi för restprodukter från massaindustrin (MIFO F2284-0080). Kisaska från rostningen av svavelkis vid sulfitprocessen deponerades på platsen i väntan på bortförsel med båt från hamnen. Här förvarades även kemikalier och virke. Slam från klorframställningsprocesserna förvarades i en deponeringsgrop. Gropen var 10 × 15 m och 3,5 m djup, försedd med spontad plank och var delad i två fack, ett fack för kromhaltigt slam och ett för kvicksilverhaltigt slam från kloralkalifabriken. Här förvarades allt slam som producerades mellan 1971 och 1980. År 1983 avslutades deponin och slammet överfördes till en betongkassun i väntan på transport till slutdestruering. I samband med överflyttandet av slammet brast skiljeväggen i deponeringshålet och de två slamtyperna blandades.

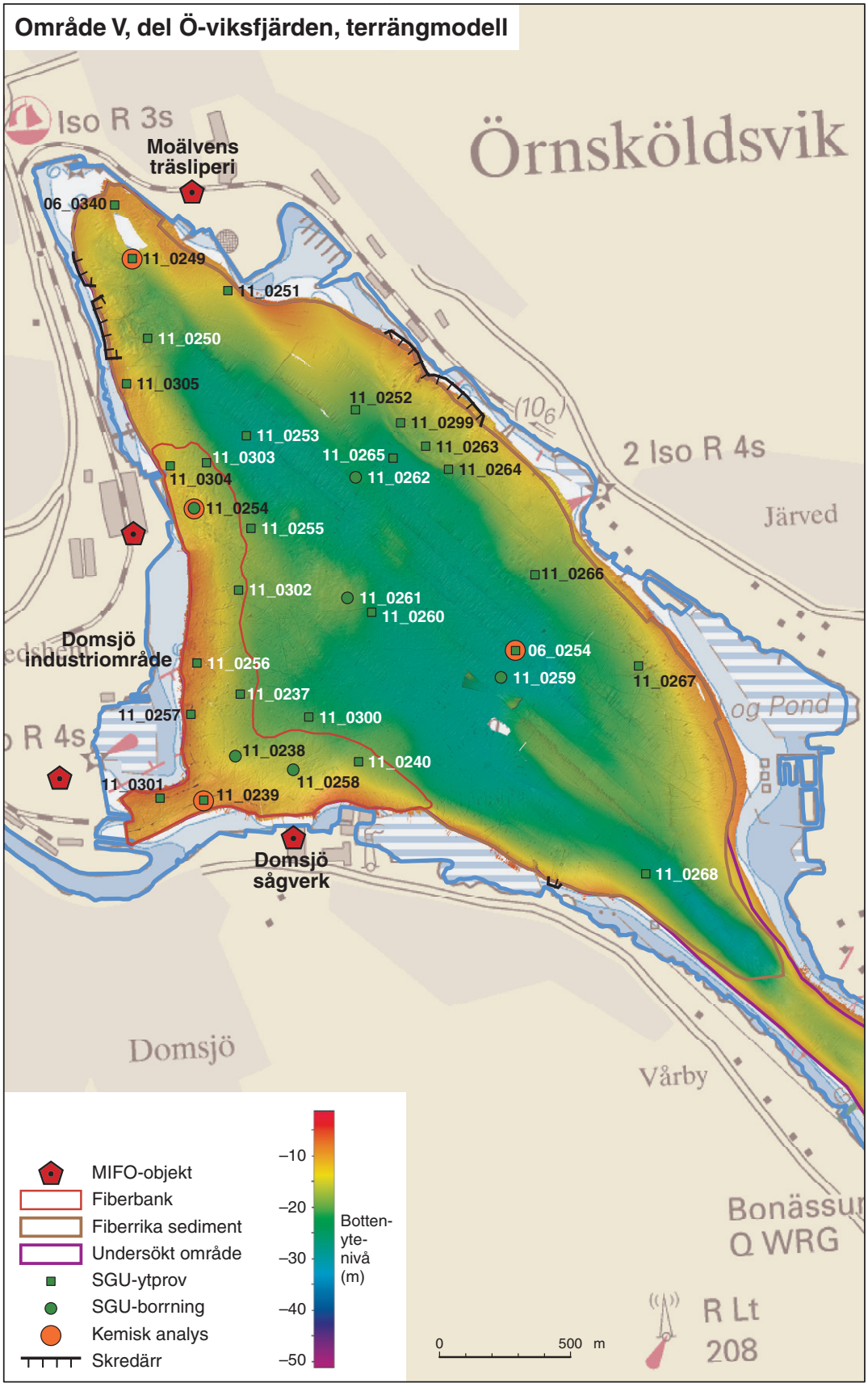
Vid Örnsköldsviksfjärdens södra strandlinje ligger Domsjö sågverk (MIFO F2284-0010) som grundades år 1865. Under 1950-talet investerades i en stor barkanläggning och sågavdelning. Under 1960-talet satsades det på dimensionssortering, tork och magasin. Modern sågutrustning, strölägggningsanläggning och justerverk införskaffades på 1980-talet. I området skedde lagring, barkning och sågning av timret. Vidare hyvlades, strölades och torkades de framtagna produkterna. Under en period fram till 1959 impregnerades det sågade virket med pentaklorfenol. Timmerlagret bevattnades med vatten från fjärden till vilken det också återfördes orenat vatten som innehöll fenoler från barken på timret.

Sediment för miljöanalys

Sediment från tre punkter har analyserats på innehållet av metaller och organiska miljögifter (tabell 1:47). Vid SGUs undersökningar år 2006 analyserades sediment från en provpunkt, 06_0254. Provet, som togs med Geminilod, är beläget i den centrala delen av fjärden och har analyserats på aktiviteten av cesium-137. Resultatet visar att aktiviteten av isotopen började stiga vid 19 cm i sedimentet år 2006. Detta resultat ger en sedimentackumulationshastighet på omkring 1 cm per år på 26,3 m djup. Från undersökningarna som har genomförts inom detta projekt har sediment från två punkter, 11_0240 och 11_0268, analyserats på aktiviteten av cesium-137. På båda platser har en sedimentackumulationshastighet på ca 0,6 cm per år uppskattats på 19,4 respektive 23,1 m djup (fig. 1:79).

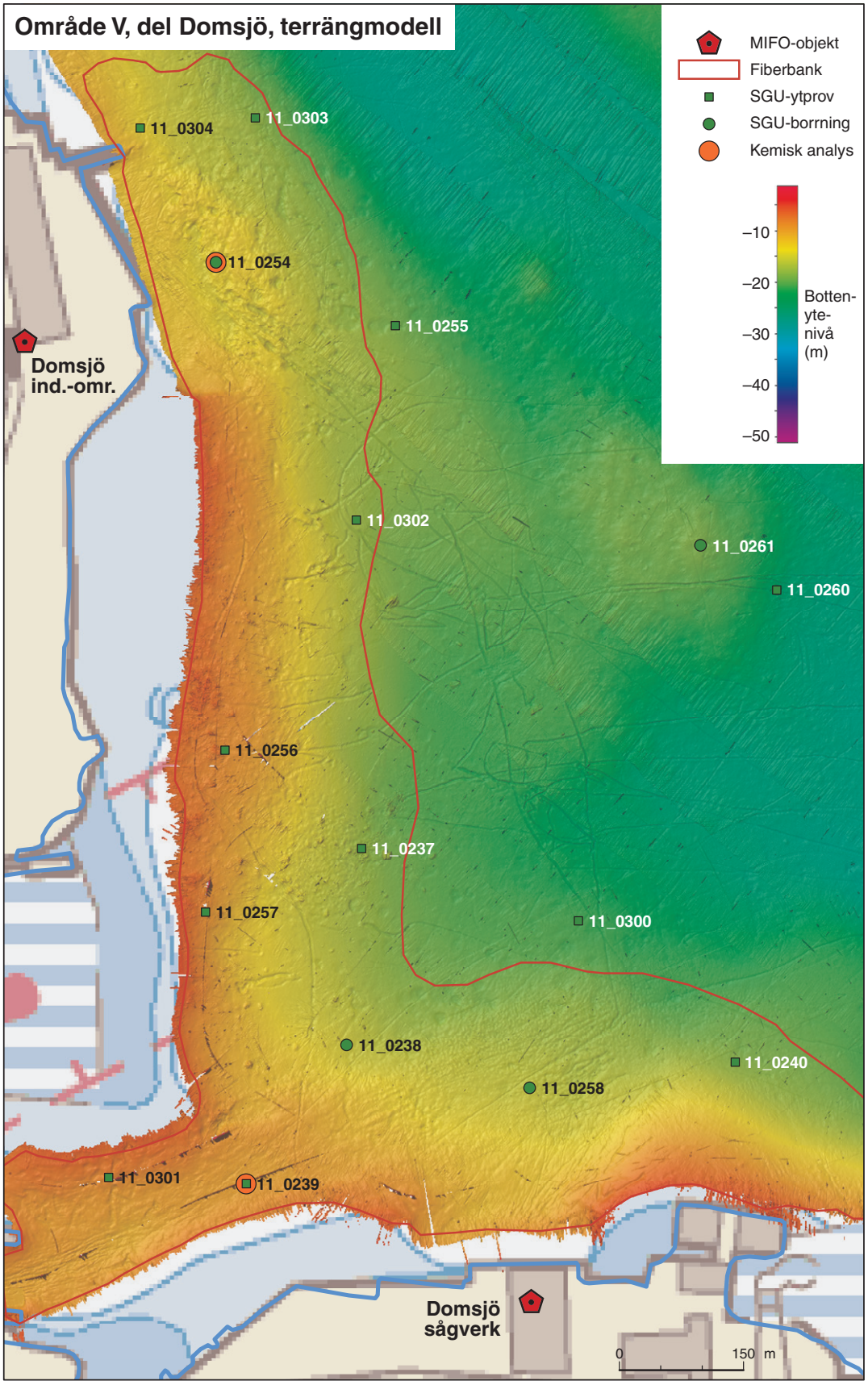
Punkt 11_0249 ligger längst in i fjärden, väster om Moälvens träsliperi, på ett djup av 18 m. Sedimentet på platsen består av reducerad postglacial lergyttja med innehåll av gas. Provet togs med stötlod och sediment från nivåerna 0–2 cm och 18–26 cm i kärnan togs ut för analys. Två sedimentprover från fiberbanken har analyserats: 11_0254 och 11_0239. Det förstnämnda provet ligger utanför det nordligaste av Domsjös industriområden på ett djup av ca 14 m. Vid provtagningen har vibrohammarlod använts. Sedimentkärnan visar att sedimentet här består av träfibermassor ner till 2 m djup. Ur detta fibersediment har två nivåer valts ut för kemisk analys: 15–25 cm och 195–200 cm. I fiberbankens sydliga del, mellan Domsjös södra industriområde och Domsjö sågverk, ligger provpunkt 11_0239. Provet som uteslutande består av träfibersediment togs med

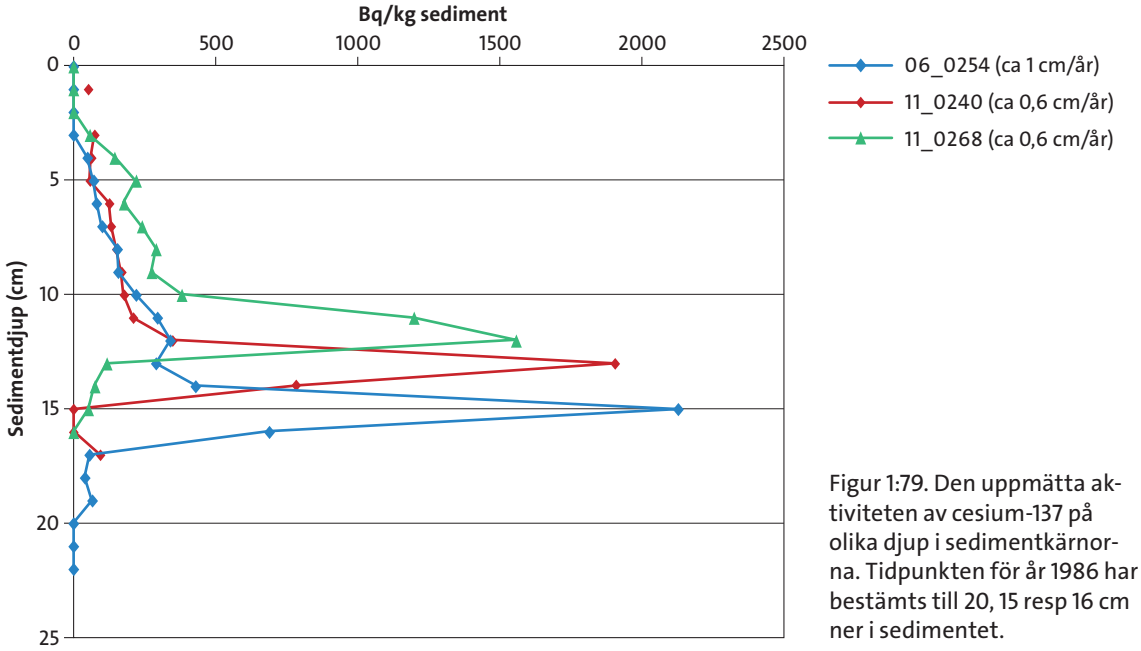
A



Figur 1:78. **A.** Terrängmodell över Örnsköldsviksfjärden vittnar om en relativt platt bottenyta med uppgrundning inåt strandkanterna. **B.** Terrängmodell över fiberbanken utanför Domsjö visar den apelsinskalsliknande strukturen i bottenytan i den norra delen. Figuren visar också tydliga släpspår över fjärdens bottenyta.

B


Område V, del Domsjö, terrängmodell
MIFO-objekt
Fiberbank
SGU-ytprov
SGU-borrning
Kemisk analys
–10
–20
–30
–40
–50
Botten-yte-nivå (m)
11_0304
11_0303
11_0254
11_0255
Domsjö ind.-omr.
11_0302
11_0261
11_0260
11_0256
11_0237
11_0257
11_0300
11_0238
11_0240
11_0258
11_0301
11_0239
Domsjö sågverk
0
150 m



Figur 1:79. Den uppmätta aktiviteten av cesium-137 på olika djup i sedimentkärnorna. Tidpunkten för år 1986 har bestämts till 20, 15 resp 16 cm ner i sedimentet.

stor gripskopa. Miljön på bottnen är reducerad med gashål. Ur gripskopan har ett blandprov på 0–40 cm tagits ut för analyser.

Metaller

Analyserna som gjordes i punkt 06_0254 i samband med SGUs maringeologiska kartläggning, visar förhöjda halter i klass 5 av främst krom i ytsedimentet. Även koppar och kvicksilver förekommer i högre halter, inom klass 4. Analyserna gjorda i samband med detta projekt visar höga halter av olika metaller på de olika provtagningsplatserna. Sedimentet i punkt 11_0239, belägen i den södra delen av fiberbanken, är mycket förorenat av krom och kvicksilver som båda kan sorteras in i klass 5. Även sedimentet i punkt 11_0249 visar höga halter av krom och kvicksilver i både ytsedimentet och längre ner på 18–26 cm nivå. Halterna av resterande ämnen kan sorteras in i klass 1–3 i ytsedimentet medan kadmium, koppar, bly och zink återfinns i klass 4 i den djupare nivån. I fiberbanken i punkt 11_0254 är föroreningsgraden av arsenik och kvicksilver mycket stor i den ytligare nivån 15–25 cm där halterna hamnar i klass 5. Även koppar visar höga halter, inom klass 4. I den underliggande delen på 195–200 cm är det arsenik- och blyhalterna som är högst, i klass 5, och kvicksilver och koppar återfinns i klass 4. Resterande analyserade ämnen avviker inte mer från den naturliga bakgrundshalten än att de faller i klass 1–3. Metylkvicksilverhalten i punkt 11_0249 ligger på 26,3 µg/kg TS.

Organiska miljögifter

Provet från punkt 06_0254 visar mycket höga halter av samtliga organiska miljögifter förutom PAH, som ligger inom klass 3. Även för de sediment som har analyserats inom detta projekt är kontamineringsgraden hög för de flesta ämnen. I den södra delen av fiberbanken, i punkt 11_0239, är halterna av samtliga analyserade ämnen utom dioxin höga. Det är bara HCH som inte sorteras in i klass 5. Längst in i fjärden i punkt 11_0249 ligger halterna av alla analyserade ämnen i klass 5, förutom HCH och dioxiner som ligger inom klass 4 respektive 2. Även i punkt 11_0254, i fiberbanken utanför Domsjö, är halterna höga både i den övre och den undre delen av sedimentkärnan. I den övre delen, 15–25 cm, är det PAH som har lägst kontamineringsgrad, i klass 3. I den lägre

Tabell 1:48. Metallhalter i sedimenten i område V, Örnsköldsvik. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS	MeHg µg/kg TS
06_0254	0–1		15,6	0,859	12,7	155	54,7	0,617	<10	22,5	64,6	154	
11_0239	0–40	40,7	6,57	0,995	7,69	249	36,8	7,32	30,4	27	30,3	195	
11_0249	0–2	21,1	14,4	0,716	11,9	75,8	46,2	0,891	32,6	36,5	69,4	181	26,28
11_0249	18–26	27,8	20	2,09	10,3	75,2	75,4	7,76	26,8	71,4	52,4	247	
11_0254	15–25	15,2	49,7	0,987	4,14	49,5	55,8	2,44	11,6	34,4	23,4	153	
11_0254	195–200	23	90	0,604	8,4	35	51,7	0,717	19,3	117	39,8	149	

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:49. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område V, Örnsköldsvik. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	TotalPCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klor-daner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO -PCDD-F lb* µg/kg TS	sum WHO -PCDD-F ub** µg/kg TS
06_0254	0–1	620	6,2	17	110	0,83	0,19	8,8		
11_0239	0–40	3300	140	80		1,06		72,6	0,021	0,023
11_0249	18–26	6400	3,8	93		0,45		119,7	0,039	0,043
11_0254	15–25	1700	21	23		0,53	<0,010	38,56		
11_0254	195–200	3800	1,8	1,6		0,15		1,75	0,023	0,027
11_0269	20–28	1300	12	23		1,62		14,4		

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

nivån, 195–200 cm, är det PCB och HCH som är minst kontaminerande, i klass 3. PAH och HCB ligger i klass 5 och DDT i klass 4. Dioxinhalten landar inom ramen för klass 3 enligt det norska bedömningssystemet. I Dekarsöfjärden syns påverkan från Domsjöområdet vid punkt 11_0269 i skiktet 20–28 cm genom höga halter av alla analyserade organiska ämnen. Där noteras DDT, HCB och PCB i klass 5, medan HCH och PAH ligger inom klass 4.

Diskussion

Ett antal olika industrier har under årens lopp varit förlagda kring Örnsköldsviksfjärden. Det är dock i det sydvästliga hörnet som fiberbankarna har ackumulerats. Det är också här den stora pappersmassaproduktionen har funnits. Med tiden har fibermaterial och föroreningar spridit sig över hela fjärden.

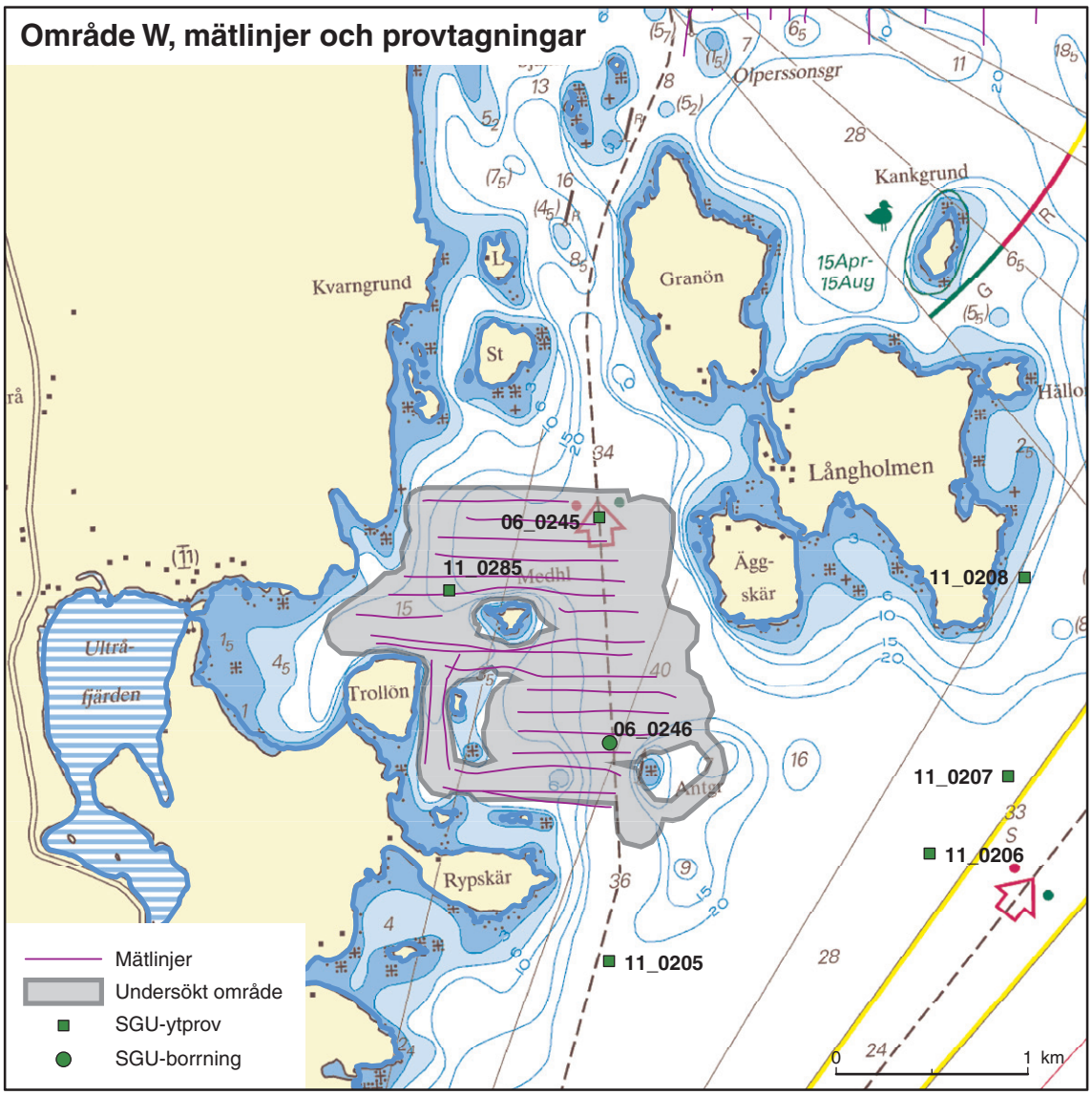
I område V är det inte lika svårt att förklara de mycket höga halterna av HCB. Den absolut högsta halten av HCB återfinns i fiberbanken utanför Domsjö industriområde. De höga halterna av HCB kan med stor sannolikhet kopplas till de kemikalier som användes vid kloralkaliprocessen i fabrikerna vid Domsjö. Även kvicksilvret kan komma från kloralkalifabriken eftersom kvicksilvermetoden tillämpades vid klorframställningen och grafitslammet släpptes ut med avloppsvattnet i Moälven. Vid kloratfabriken bildades även ett kromhaltigt fällningsslam som skulle kunna förklara

den mycket höga kromhalten i fiberbanken och längre ut i fjärden. I den norra delen av fjärden, utanför Moälvens träsliperi, är kvicksilverhalten också mycket hög. Denna höga koncentration kommer förmodligen från det kvicksilverhaltiga impregneringsmedlet Pulpasan som tillsattes slipmassan vid träsliperiet. De höga halterna av arsenik i sedimentet i den centrala delen av fjärden har troligen samband med tillverkningen av arsenikimpregnerade Treetexskivor, även om kisaskan som mellanlagrades på kiskajen också skulle kunna var en av orsakerna till de förhöjda halterna. Att arsenikhalterna är högre längre ut i fjärden än i fiberbanken är något oväntat. Tillverkning av DDT har skett inom Domsjö industriområde. Därför är det troligt att de höga halterna i sedimenten i fjärden är ett resultat av förluster från denna verksamhet.

OMRÅDE W, SÖDER OM HUSUM

Söder om Husum vid Bottenhavet ligger område W. Området har en yta av 2,3 km^2 och har undersökts både hydroakustiskt och med provtagning år 2011. De hydroakustiska mätningarna gjordes i transekter med en täthet på omkring 200 m (fig. 1:80). Totalt 3 sedimentprov har tagits i området mellan åren 2006 och 2011 (tabell 1:50). I området finns ingen ackumulationsbotten enligt SGUs maringeologiska kartläggning (fig. 1:81).

Inga fiberbankar eller fiberrika sediment kunde identifieras (fig. 1:82) i området. Tre prov är tagna inom området (tabell 1:50). De två östligaste provpunkterna togs i samband med SGUs maringeologiska kartläggning av norra Bottenhavet. Den västligaste togs i samband med detta projekt. Inga prover har skickats på analys.

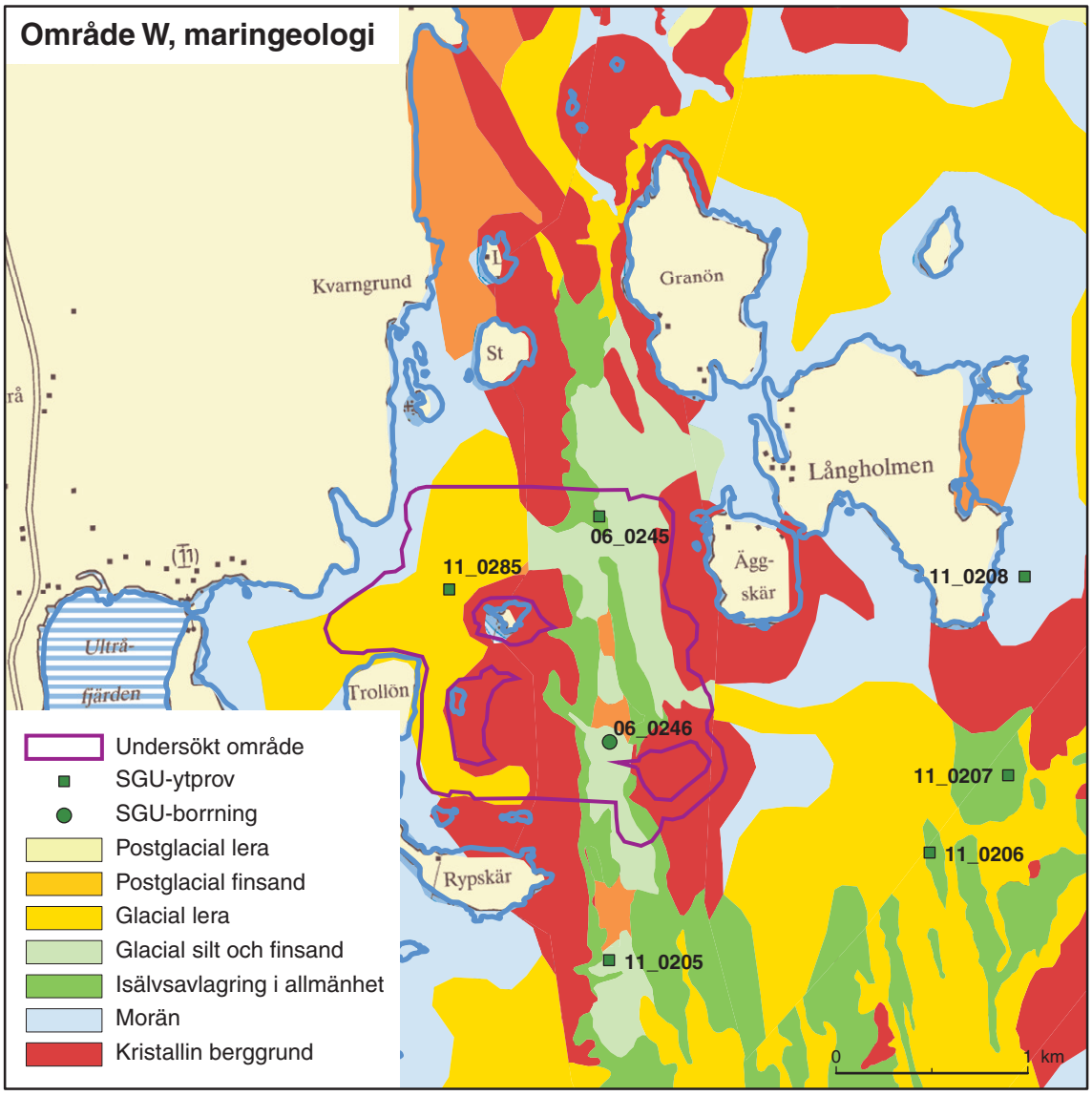


Figur 1:80. Undersökningsområde W täcker en yta av ca 2,3 km^2 och undersöktes med både hydroakustiska metoder och med sedimentprovtagningar år 2011. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med ett mellanrum på ca 150–250 m.

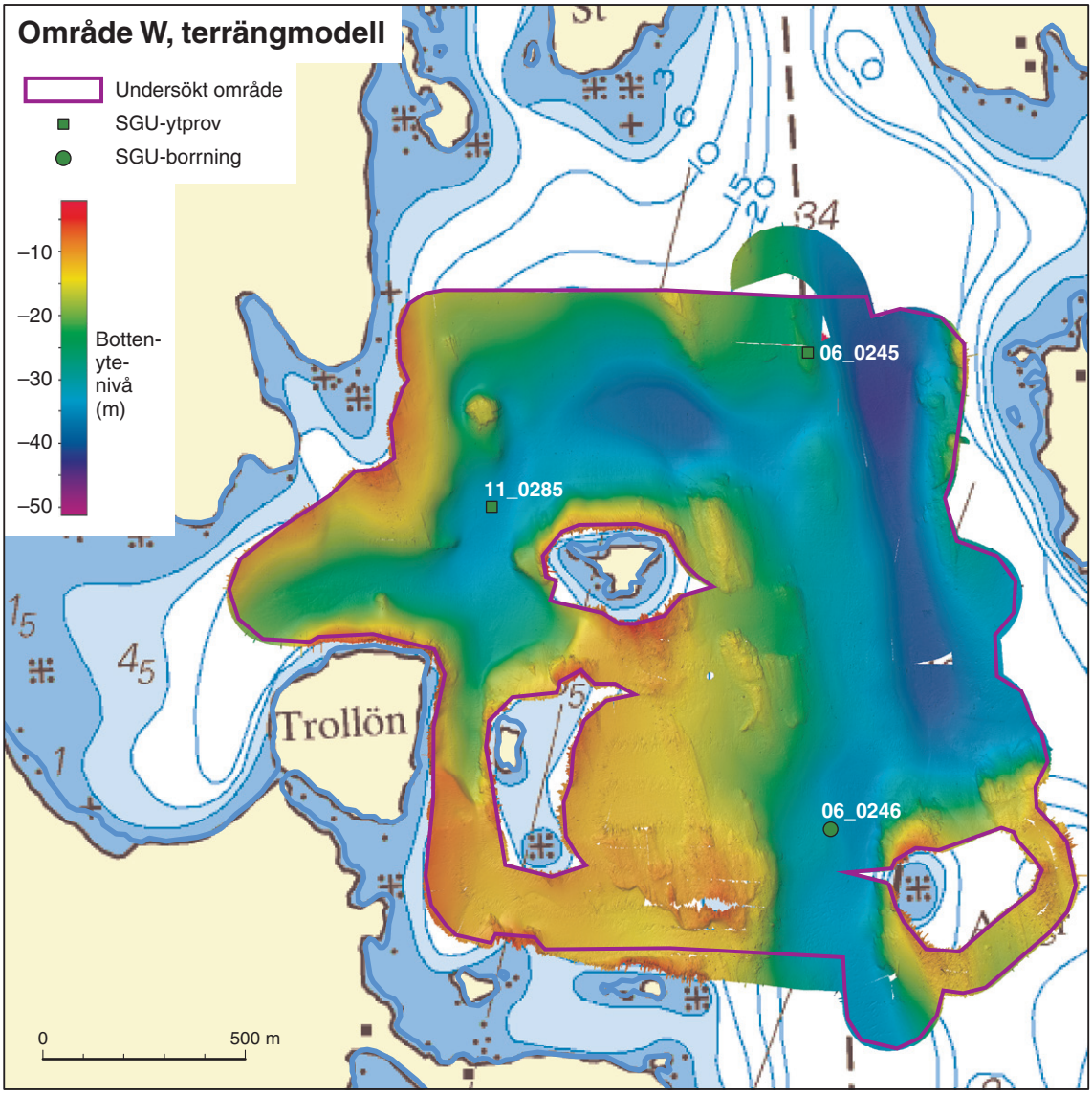
Tabell 1:50. Sedimentprovtagningar utförda i område W, söder om Husum.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd
06_0245	7022677	707561	Stor gripskopa	22,6	Postglacial stenig grusig grovsand
06_0246	7021500	707618	Vibrohammarlod	30,7	Glacial silt
11_0285	7022313,5	706780,4	Stötlod	34,3	Postglacial siltig gyttjelera

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.



Figur 1:81. Enligt SGUs maringeologiska kartläggning finns inga ackumulationsbottnar i området.

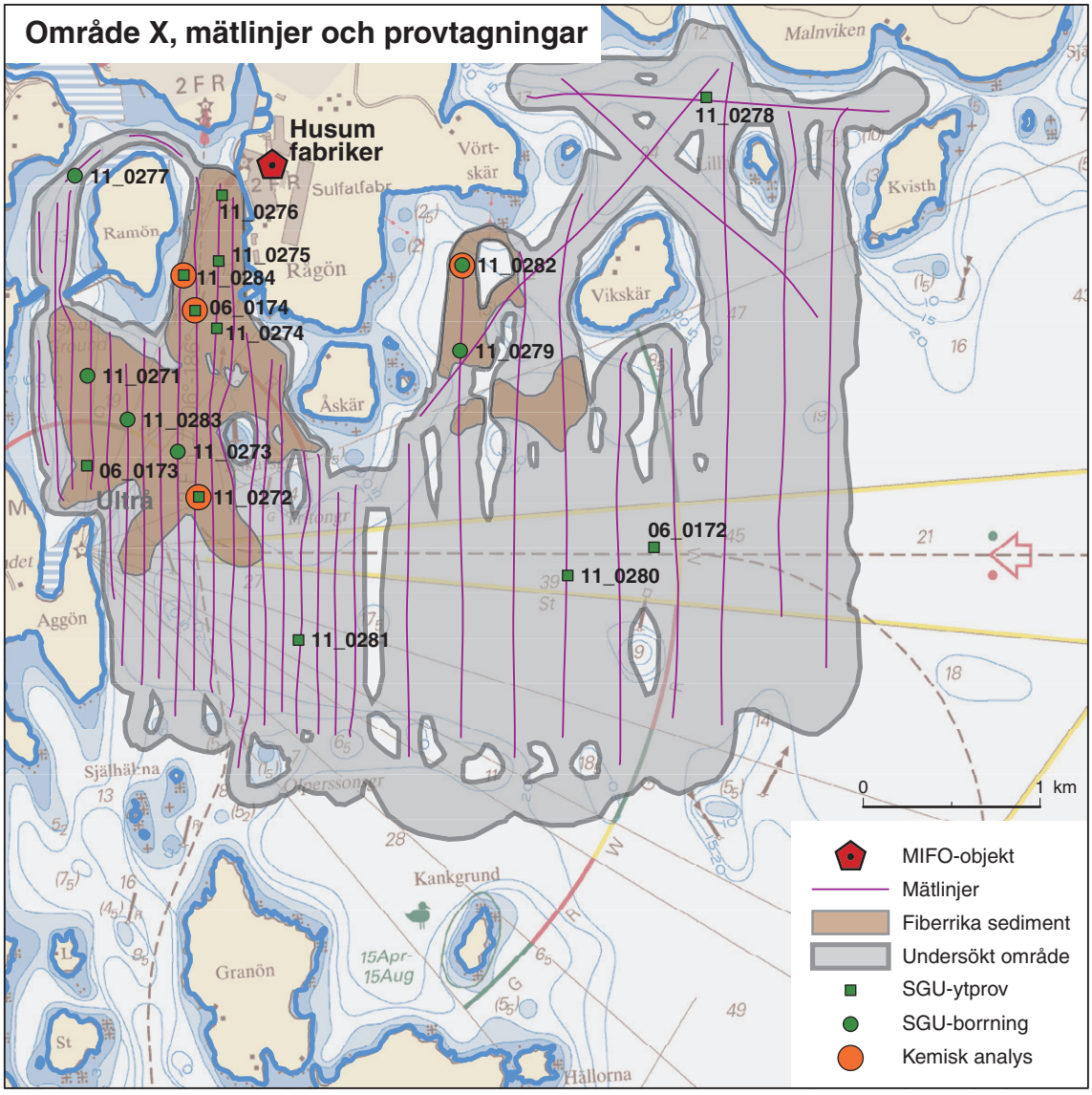


Figur 1:82. I terrängmodellen syns hur det kristallina berget blottats och bottnen grundar upp mot öarna. Inga tecken på fiberhaltiga sediment kan skönjas i modellen.

OMRÅDE X, HUSUM

Området runt Husum, område X i Husumbukten, är det nordligaste undersökta området inom projektet och det har en yta av nästan 13 km². Område X undersöktes år 2011 med både hydroakustiska mätmetoder och sedimentprovtagning. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med skiftande täthet anpassat efter djupförhållandena i de olika delarna av fjärden (fig. 1:83). Inom projektet har totalt 15 sedimentprover tagits (tabell 1:51).

I Husum ligger en sulfatmassafabrik sedan början av 1900-talet som kan ha gett upphov till fiberutsläpp. Fiberrika sediment har påträffats på flera platser i området. Inga fiberbankar har kunnat identifieras i området. Sedimentackumulationshastigheten beräknas vara omkring 0,6 cm per år sydväst om Husums fabriker.



Figur 1:83. Undersökningsområde X täcker en yta av ca 13 km² och undersöktes med både hydroakustiska metoder och sedimentprovtagning år 2011. De hydroakustiska mätningarna utfördes i transekter med olika avstånd beroende på geologin.

Geologiska förhållanden och utbredning av fibrer i sedimenten

Husumområdet omfattas inte till fullo av SGUs lokala maringeologiska kartläggning. Den regionala kartläggningen visar däremot en variation av olika bottentyper inom undersökningsområdet. Inom det undersökta områdets västra och södra delar förekommer postglacial lera till största delen i den övre delen av bottnen. I den mittersta och östra delen förekommer huvudsakligen glacial lera, morän och blottat kristallint berg i bottenytan (fig. 1:84).

I Husumfabrikens närhet finns inga fiberbankar. Fiberrika sediment täcker dock stora delar av den västra delen av området och två mindre ytor sydväst om Vikskär (fig. 1:83, 1:84 och 1:85). Tillsammans utgör de en yta av omkring 0,5 km^2. Punkt 11_0282 är den enda plats i provtagningen där cellulosafibrer förekommer i koncentrerad form. På de övriga provtagningsplatserna är sedimenten utblandade med träfibrer, bark och flis.

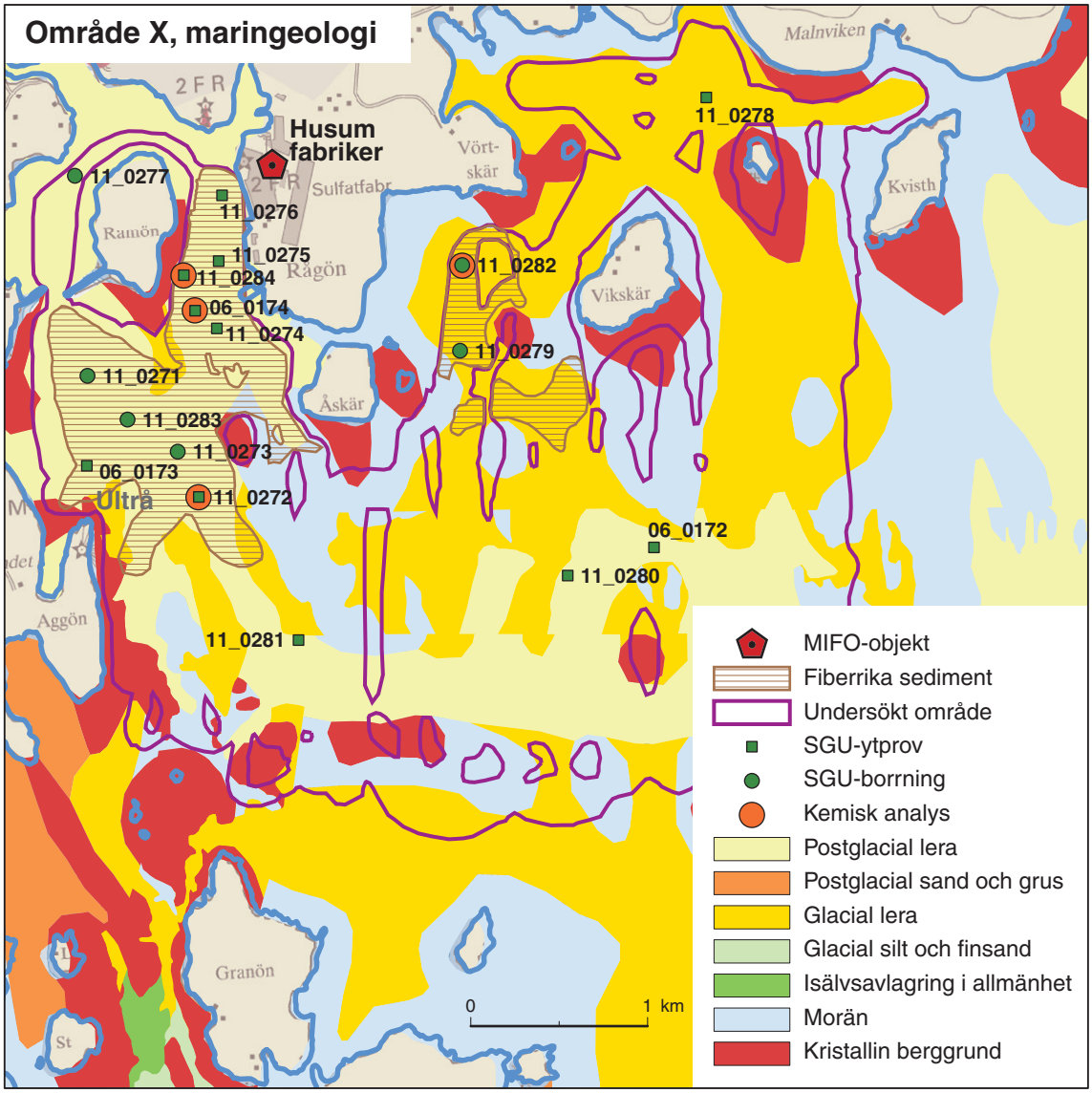
Föroreningshistoria och situation

Sulfatmassafabriken i Husum (MIFO F2284-0019) uppfördes år 1916. År 1937–1939 byggdes fabriken ut och spelade efter det en central roll i utvecklingen av blekning av pappersmassa. År 1946 byggdes en anläggning där man blekte en del av produktionen med klordioxid. Husum (Modo) var först i världen med att bleka med klordioxid i större skala och var ensam i Europa med detta fram

Tabell 1:51. Sedimentprovtagningar gjorda i område X, Husum. Typ av analys: K = kemisk analys, Cs = analys av cesium-137.

Provnummer	X	Y	Provtagare	Djup (m)	Sediment & lagerföljd	Analys
06_0174	7027685	707760	Geminilod	13,5	Postglacial lergyttja	K
11_0271	7027312,1	707151,3	Vibrohammarlod	18,2	Postglacial siltig lergyttja Postglacial lergyttja Postglacial siltig gyttjelera Postglacial finnsandig silt Postglacial gyttjelera	
11_0272	7026627,6	707779,6	Stötlod	23,6	Postglacial siltig gyttjelera Postglacial gyttjig lerig silt	K
11_0273	7026882,4	707661,9	Vibrohammarlod	22,3	Postglacial lera Mudder Postglacial lera	
11_0274	7027580,5	707881,6	Stor gripskopa	15,5	Postglacial lera Postglacial finsand	Cs
11_0275	7027961,2	707892,2	Stor gripskopa	13,5	Postglacial lera	
11_0276	7028333,1	707910,9	Stötlod	11,3	Postglacial finsand Postglacial lera	
11_0277	7028443,0	707081,6	Vibrohammarlod	11,0	Postglacial lera Postglacial sand Postglacial lera	
11_0278	7028886,5	710648,9	Stor gripskopa	24,5	Postglacial lergyttja Postglacial gyttjig sand Postglacial grusig sand	
11_0279	7027453,0	709259,5	Vibrohammarlod	24,6	Postglacial lera Postglacial sand Postglacial lera	
11_0280	7026184,0	709866,7	Stötlod	39,1	Postglacial siltig lergyttja	
11_0281	7025819,3	708343,6	Stor gripskopa	27,2	Postglacial lergyttja Postglacial finsandig silt	
11_0282	7027936,9	709270,6	Vibrohammarlod	16,2	Bark Postglacial lera Glacial silt Morän	K
11_0283	7027064,7	707377,9	Vibrohammarlod	19,7	Mudder & timmer Postglacial lera	
11_0284	7027882,6	707694,4	Stötlod	8,5	Postglacial finsand Postglacial lergyttja	K
11_0285	7022313,5	706780,4	Stötlod	34,3	Postglacial siltig gyttjelera	

Lagerföljden som beskrivs i tabellen anger det ytligaste sedimentlagret först. För detaljerad information om enskilda provs geologiska uppbyggnad se Bilaga 2.

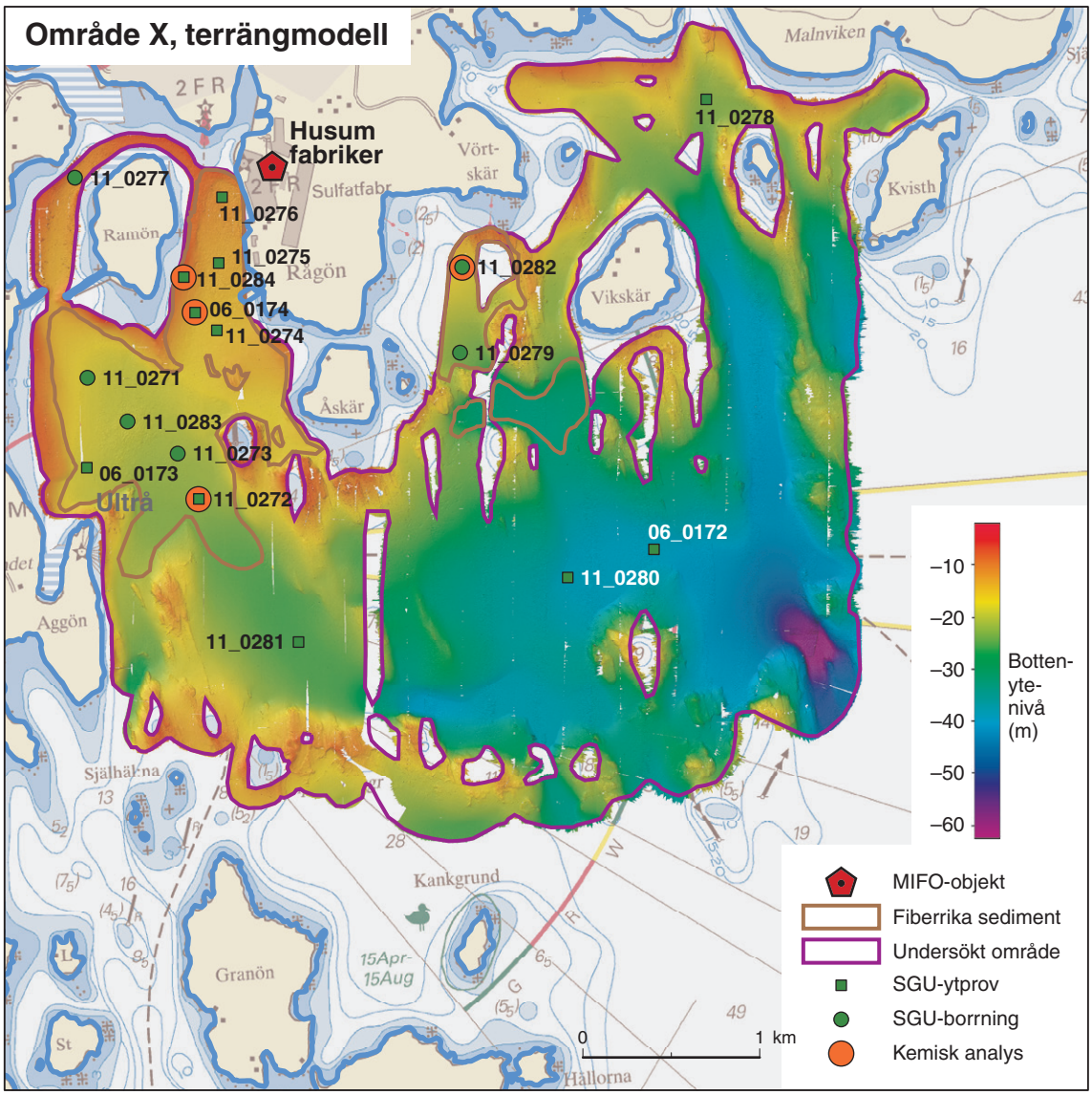


Figur 1:84. SGUs maringeologiska kartläggning visar att ackumulationsbottnar finns i den västra och södra delen av området. Undersökningarna har koncentrerats till den västra delen där också den största ytan med fiberrika sediment hittades.

till mitten av 1950-talet. Under de kommande åren utvidgades produktionen betydligt i flera steg och år 1967 var den uppe i 400 000 årston blekt massa. På 1960-talet började Modo intressera sig för massablekning med hjälp av syrgas, en billigare och mycket miljövänligare process än den med klordioxidblekning. År 1977 började den nya blekmetoden att tillämpas på delar av produktionen. År 1991 övergavs klordioxidblekning helt. Fenylkvicksilver användes som slembekämpningsmedel fram till mitten av 1960-talet. I området har också verksamhet bedrivits med ytbehandling av kätting där processen medförde spridning av olja och PAH till miljön.

Sediment för miljöanalys

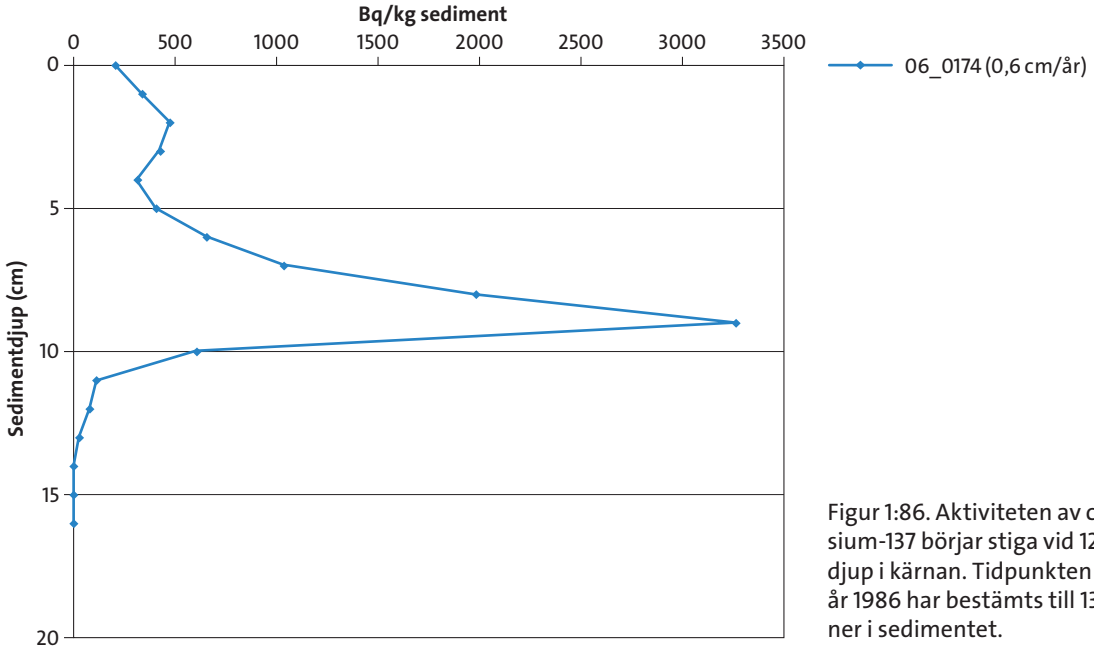
Vid SGUs maringeologiska kartläggning i området år 2006 togs ett miljöprov för att undersöka belastningen av miljöfarliga ämnen i ytsedimentet, 0–1 cm. Denna provpunkt, 06_0174, är belägen sydväst om Husums fabriker (fig. 1:83, 1:84 och 1:85). Provet togs med Geminilod och den erhållna



Figur 1:85. I terrängmodellen kan inga typiska spår av fiberbankar skönjas.

kärnan sektionerades upp för att kunna genomföra analys av cesium-137-aktiviteten. Resultatet av analysen visar hur cesiumaktiviteten ökar på ett djup av 12 cm i kärnan (fig. 1:86). Utifrån denna information har en sedimentackumulationshastighet på ca 0,6 cm per år beräknats på 13,5 m djup. Det har gått 5 år sedan undersökningen gjordes och uppskattningsvis har 3 cm nytt finkornigt material ackumulerats på platsen sedan dess.

Tre provpunkter har valts ut för analys av organiska miljögifter och metaller inom ramen för detta projekt (tabell 1:51). Samtliga punkter ligger inom de fiberrika områdena. Punkt 11_0284 ligger väster om Rågön mot Ramön och är den provtagningsplats som ligger närmast Husums fabriker. Provet här togs med vibrohammarlod på ett djup av ca 16 m. Provtagningen visar att sedimentet består av reducerad postglacial lergyttja med sand på ytan. Ytan valdes ut för analys av metaller. Längre ner i sedimentet, på 25–35 cm, har även organiska miljögifter analyserats. Öster om Rågön ligger punkt 11_0282. Provtagningen, som även den gjordes med vibrohammarlod, uppvisar ett sediment med stor inblandning av fibermassor och bark ner till en nivå av 60 cm. Här har ett bland-



Figur 1:86. Aktiviteten av cesium-137 börjar stiga vid 12 cm djup i kärnan. Tidpunkten för år 1986 har bestämts till 13 cm ner i sedimentet.

prov på nivån 35–45 cm tagits och skickats på analys av både metaller och organiska miljögifter. Den tredje punkten, 11_0272, ligger i den södra delen av det västliga fiberrika området på ett djup av ca 24 m. Provet på platsen togs med stötlod och visade att bottnen består av siltig gyttjelera. Här valdes ett blandprov på nivån 23–33 cm ut för analys av både metaller och organiska miljögifter.

Metaller

Det analyserade ytsedimentet från punkt 06_0174 visar att miljöbelastningen av kadmium, koppar, krom och zink var högre år 2006 än år 2011 i närliggande punkt 11_0284. Resterande metaller ligger i klasserna 1 och 3. I ytsedimentet i provpunkt 11_0284 är inte halterna av metaller högre än att de faller inom ramen för klass 1–3. På den djupare nivån 25–35 cm ligger halterna av kadmium och zink inom klass 4 och krom i klass 5 medan resterade metaller ligger inom klass 1–3. Föroreningsgraden av metaller öster (11_0282) och söder (11_0272) om Rågön är relativt låg och håller sig för samtliga metaller inom klass 1–3. Kvicksilverhalterna på dessa punkter och i ytan på punkt 11_0284 redovisas som <0,05 mg/kg TS vilket innebär att metallen som värst hamnar i klass 2. Halten av metylkvicksilver i ytsedimentet i punkt 11_0272 ligger på 1,7 µg/kg TS.

Organiska miljögifter

Prov 06_0174 är taget och analyserat år 2006, visar att halterna av organiska miljögifter är höga i ytsedimentet. PAH och HCB uppvisar högst kontamineringsgrad, i klass 5. Resterande ämnen hamnar inom ramen för klass 4.

Många av de organiska miljögifterna som analyserats inom område X inom ramen för detta projekt, uppvisar höga till mycket höga halter. På samtliga platser och nivåer, undantaget 11_0282, är halterna av PAH mycket höga. HCB-halterna hamnar också inom klass 5 vid alla platser och nivåer i sedimenten som analyserats år 2011, med undantag för 11_0272 där halten begränsas till klass 4. Kontamineringsgraden av PCB är något lägre, inom klass 4, för samtliga analyser med undantag för punkt 11_0284 där halten är mycket hög, i klass 5. DDT återfinns också i mycket höga halter på samtliga platser som analyserats. HCH ligger inom klass 4 på alla platser utom 11_0272 där ämnet sorteras in i klass 3.

Tabell 1:52. Metallhalter i sedimenten i område X, Husum. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	TS %	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	V mg/kg TS	Zn mg/kg TS	MeHg µg/kg TS
06_0174	0–1		9,15	1,95	9,82	109	54,9	0,195	<10	24,9	55,2	230	
11_0272	0–2	47.1											1.7
11_0272	23–33	57,8	11,7	0,737	5,7	30,7	16,7	<0.05	13,3	16,9	35,3	71,9	
11_0282	35–45	40,3	5,07	0,496	5,3	39,9	18,5	<0.08	14,3	8,08	30,4	86,5	
11_0284	0–2	62,3	2,76	0,936	3,61	21,8	12,4	<0.05	9,78	7,34	19,9	125	
11_0284	25–35	46,8	5,67	2,06	6,53	75,5	32,2	0,191	21,3	18,1	32,2	230	

Klass 1	Ingen eller obetydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 2	Liten avvikelse från bakgrundshalten
Klass 3	Tydlig avvikelse från bakgrundshalten
Klass 4	Stor avvikelse från bakgrundshalten
Klass 5	Mycket stor avvikelse från bakgrundshalten

Tabell 1:53. Halter av organiska miljögifter i sedimenten i område X, Husum. Färgkodningen är i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999a).

Prov	Nivå (cm)	Sum 11 PAH µg/kg	HCB µg/kg	Sum 7 dutch PCB µg/kg	Total PCB µg/kg	Sum HCH µg/kg	Sum klor-daner µg/kg	Sum DDT µg/kg	sum WHO-PCDD-F lb* µg/kg TS	sum WHO-PCDD-F ub** µg/kg TS
06_0174	0–1	3100	1,1	10	67	0,7	0,19	4,7		
11_0272	23–33	3500	0,78	4,6		0,22		6,28		
11_0282	35–45	610	7,4	5,4		1,13		23,65		
11_0284	25–35	6200	3,4	18		0,66		6,18	0,12	0,12

Klass 1	Ingen halt
Klass 2	Låg halt
Klass 3	Medelhög halt
Klass 4	Hög halt
Klass 5	Mycket hög halt

Diskussion

I det undersökta området i Husum har fiberrika sediment påträffats på tre platser. Inga fiberbankar har dock kunnat identifieras. Att inga rena cellulosafibrer har deponerats utanför Husums fabriksområde beror förmodligen på att vattenområdet utanför fabriken är relativt öppet och en transport av de utsläppta fibrerna bort från området har skett kontinuerligt.

Till skillnad från andra fiberrika områden vid gamla industrier som använt kvicksilverhaltiga preparat vid slembekämpning, återfinns inga riktigt höga halter av kvicksilver vid någon av provtagningsplatserna. Däremot visar kadmium, krom och zink höga halter på två platser. I Husumområdet är dioxinhalterna höga, inom klass 4 enligt de norska bedömningsgrunderna. Dessa halter och de höga halterna av HCB kan förmodligen knytas till blekningsprocesserna. DDT återfinns i höga halter i området och särskilt i punkten 11_0282 utanför industritippen. Detta kan vara orsakat av tillförsel via barken till fabriken som sedan hamnat på industritippen. Barken kan ha kontaminerats genom ”tratteffekten” (Olsson m.fl. 2005). Det kan också vara så att lokal hantering av plantdoppningskemikalier har skett i området (se även avsnitt om område H, Härnösand). De höga halterna av PAH på flertalet provpunkter inom Husumområdet kan ha olika förklaringar. Som på de flesta andra fabriker i länet har en stor mängd kol, olja och bark förbränts för energiproduktion vilket lett till utsläpp av PAH. En mer trolig förklaring kan vara ovarsam hantering av bunker- och spillolja på fartygen som trafikerat området under flera decennier. Det är känt att verksamheten med ytbehandling av kätting också har inverkat på förekomsten av PAH i vattenområdet.