

PM

ACKUMULATION – DUMPINGSPLATS SKANDIAPORTEN



V 1.0
2022-01-31

UPPDRAG 295289

Titel på rapport: PM Ackumulation

Status: Slutlig

Datum: 2022-01-31

MEDVERKANDE

Beställare: Projekt Skandiaporten

Kontaktperson: Jenny Röström (Sjöfartsverket), Kristina Bernstén (GHAB)

Konsult: Tyréns Sverige AB

Uppdragsansvarig: Martin Hörngren

Kvalitetsgranskare: Anna Karlsson

REVIDERINGAR

Revideringsdatum 2022-01-31

Version: 1.0

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	4
2	SAMMANSTÄLLNING AV UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.....	5
	2.1 RESULTAT STRÖMMAR	5
	2.1.1 STRÖMMODELLERING	5
	2.1.2 STRÖMMÄTNING	6
	2.1.3 JÄMFÖRELSE AV UPPMÄTT OCH MODELLERAD STRÖM.....	6
	2.2 RESULTAT SEDIMENT	6
	2.2.1 SEDIMENTPROVTAGNING 1	6
	2.2.2 SEDIMENTPROVTAGNING 2	7
	2.2.3 SEDIMENTPROVTAGNING 3	8
	2.2.4 SEDIMENTPROVTAGNING 4	8
3	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ACKUMULATION	11
	3.1 DEFINITIONER	11
	3.2 DUMPNINGSPLOTS SKANDIAPORTEN.....	11
4	TIDIGARE ERFARENHETER.....	13
5	SLUTSATSER.....	15
6	REFERENSER/UNDERLAGSRAPPORTER	16

Bilaga 1 – Sedimentprovtagning Dumpningsplats Skandiaporten
(sedimentprovtagning 3)

Bilaga 2 – Sedimentprovtagning Vibrocore Dumpningsplats Skandiaporten
(sedimentprovtagning 4)

1 INLEDNING

I prövningen av projekt Skandiaporten mål nr M 5520-20 och M 5515-20 ang. ansökan om tillstånd till vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken för fördjupning och breddning av farled till Göteborgs hamn m.m. och ansökan om tillstånd till vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken för kajförstärkning inkl. muddring vid Skandiahamnen i båda prövningarna, samt dispens enligt 15 kap. miljöbalken för dumpning av muddermassor m.m. har det i yttranden framförts att underlaget inte tydligt visar att det på dumpningsplats Skandiaporten långsiktigt råder ackumulationsförhållanden. Det material som inlämnats inom ramen för ansökningarna, i form av MKB, utredningsrapporter och kompletterande PM, styrker tydligt att de lämplighetskriterier som ska råda för att dumpning kan ske utan olägenhet för människors hälsa eller miljön är uppfyllda.

Ansökningarna, samt de inom yttrandeprocessen inlämnade kompletteringar och förtydliganden, utgörs av ett mycket omfattande material där bland annat beskrivningar om ackumulationsförhållandena på dumpningsplatsen redovisas under olika kapitel, beroende på vilken undersökningsmetodik som utförts. Det kan därför finnas ett behov av att sammanfatta och förtydliga den kunskap och information som specifikt avser beskrivningen av dumpningsplatsens ackumulerande förhållanden.

Detta PM sammanfattar de undersökningar som utförts inom ramen för ansökningarna, samt de kompletterande undersökningar som tidigare inte redovisats, och ger en samlad bild av förutsättningarna för ackumulation vid den tilltänka dumpningsplatsen.

2 SAMMANSTÄLLNING AV UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Nedanstående utredningar och undersökningar har utförts i syfte att bland annat fastställa rådande bottenförhållanden inom den utpekade dumpningsplatsen. Resultaten från sedimentprovtagning 3 (Bilaga 1) har tidigare redovisats i den komplettering som lämnades in till domstolen i juni 2021 men inte i detalj i form av mät rapport. Sedimentprovtagning 4 (Bilaga 2) har inte redovisats tidigare.

Datum	Undersökning	Syfte
2019	Del av lokaliseringsutredning	Övergripande lokaliseringsutredning i syfte att avgränsa havsområdet med avseende på djupintervall om ca 50-100 meter.
2019-06	Sedimentprovtagning 1	Provtagning av 0,5 m sediment i syfte att fastställa sedimentets föroreningshalter i ytan samt sedimentets kornstorleksfördelning.
2019-09	Heltäckande ekolodning	Detaljerad kartläggning av områdets batymetri, förekomst av hård- respektive mjukbotten.
2019-12	Strömmätning	Kartläggning av strömmar inom det aktuella området.
2020-04	Sedimentprovtagning 2	Provtagning av 0,5 meter sediment i syfte att fastställa sedimentets föroreningshalter, kornstorleksfördelning samt densitet.
2021-06	Sedimentprovtagning 3	Provtagning av 0,10 m sediment i syfte att fastställa sedimentets föroreningshalter i djuphålorna.
2021-12	Sedimentprovtagning 4	Provtagning av ca 2 meter sediment i syfte att fastställa sedimenttyp samt förekomst av föroreningar i ett längre perspektiv.

2.1 RESULTAT STRÖMMAR

2.1.1 STRÖMMODELLERING

Tyréns har satt upp en hydrodynamisk modell för ett havsområde i Kattegatt/Skagerack som täcker in ett 55*30 km² stort område från Marstrand i norr till Onsala i söder och ut till djupa rännen. Denna beräknar hur strömmarna varierar i tid och rum för en utvald tidsperiod, i detta fall ett helt år från september 2017 till och med augusti 2018. Modellen drivs av en regional hydrodynamisk modell för Östersjön, Kattegatt och Skagerack (DHI: operationella modell) samt meteorologi (StormGeo:s operationella modell). Modellparametrarna och drivningen har tidigare validerats i ett projekt från 2015 för Göteborgs Hamn AB med mycket god överensstämmelse mellan uppmätta och modellberäknade strömmar.

Modellresultaten ger en bra bild av hur strömmarna varierar i tid och rum. Kattegatt är ett dynamiskt område där det alltid förekommer mer eller mindre ström i hela vattenmassan. Strömmarna är som starkast i ytan för att avta mot botten. I djuphålorna inom dumpningsplats Skandiporten är strömmen svagare än på omkringliggande flacka lerbottnar på 70 m djup. Medelströmmarna vid botten för hela modellperioden, är lägre än 10 cm/s i hela dumpningsområdet. I djuphålorna är medelströmmen ca 2-3 cm/s. Modellerad maximal strömstyrka vid dumpningsplatsen är 0.35 m/s på ca 70 m djup. Maximal ström i djuphålorna är 10 respektive 15 cm/s. Strömstyrkorna i djuphålorna ligger därmed långt under de strömhastigheter som krävs för att erodera postglacial lera men är tidvis tillräckligt höga för att begränsa sedimentation av finare fraktioner såsom enskilda finsilt- och lerpartiklar.

2.1.2 STRÖMMÄTNING

En strömmätning genomfördes i december 2019 och mätaren var placerad på drygt 70 m djup i anslutning till den senare definierade dumpningsytan Skandiaporten. Till följd av bottentrålning i området trälades strömmätaren omkull redan efter 15 dygns mätning. Efter en genomgång av data konstaterades att mätperioden dock innehöll den strömvariabilitet som är representativ för området. Strömmarna på 70 m djup var i medeltal lägre än 15 cm/s och innehöll två olika tillfällen med ström upp mot 50 cm/s. De relativt höga strömstyrkorna var kortvariga och förekom under 1-2 timmar per tillfälle. De är tillräckligt höga för att resuspendera nyligen avsatta partiklar men inte för att erodera konsoliderade kohesiva sediment.

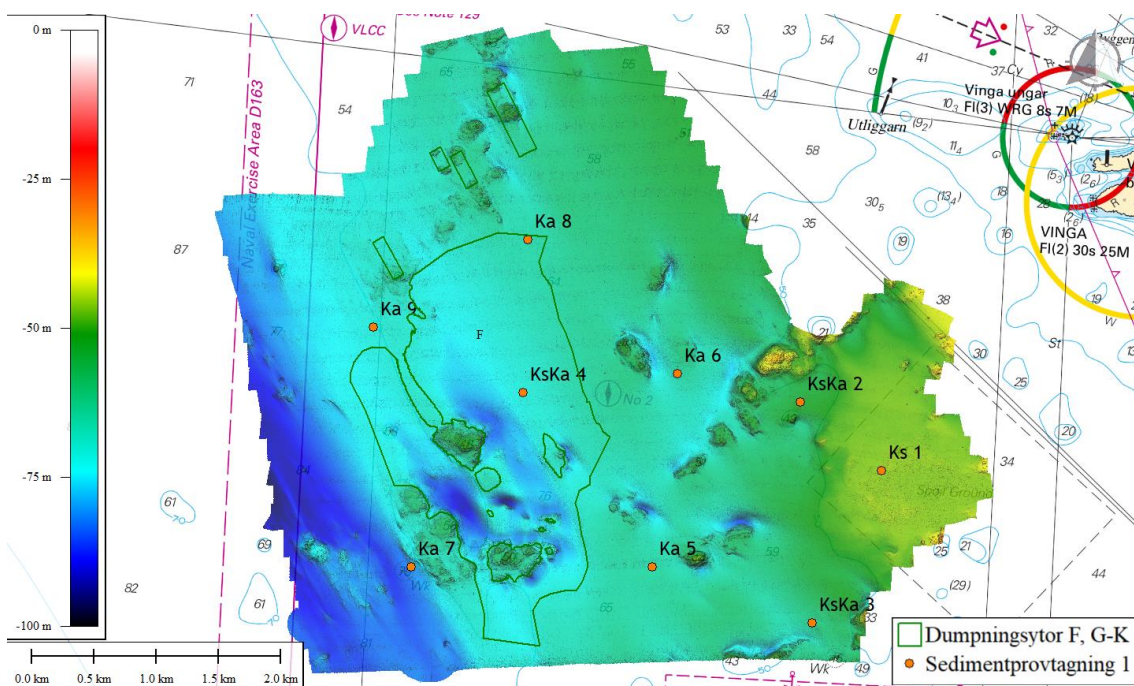
2.1.3 JÄMFÖRELSE AV UPPMÄTT OCH MODELLERAD STRÖM

Jämförelsen av uppmätt och beräknad ström blir kvalitativ eftersom modelleringen utfördes innan mätningen genomfördes, dvs för en annan tidsperiod. Både observerad och modellerad ström uppvisar samma mönster med starkast ström i ytan och avtagande mot botten. Under mätperioden var strömmarna generellt högre än för motsvarande period (vintermånaderna) med modellberäknade strömmar. Skillnaden mellan observerad och modellerad ström är dock liten, ca 5 cm/s, vilket faller inom vad som är en acceptabel differens. Sammanfattningsvis erhålls genom uppmätt och beräknad ström en god bild av strömsituationen i området för en längre period.

2.2 RESULTAT SEDIMENT

2.2.1 SEDIMENTPROVTAGNING 1

Sedimentprovtagning 1, se Figur 1, omfattade 15 laborationsanalyser fördelade på nio provtagningsstationer och utfördes innan dumpningsplats Skandiaportens avgränsning fastställdes och omfattar därför ett större område med ett flertal punkter utanför det föreslagna dumpningsområdet.



Figur 1 Provtagningspunkter för sedimentprovtagning 1.

Provtagningen utfördes i syfte att:

- Fastställa sedimentens kornstorleksfördelning inom nivåerna 0-10 cm och 30-40 cm.
- Identifiera eventuella föroreningar och halter i nivån 0-2 cm.

Resultatet visar att sedimenten i huvudsak utgörs av finpartiklar (silt med en lerhalt på ca 8-10%) och där 35 % är mindre än 0,006 mm. Vattenhalten uppgår till ca 65-70%. Förhöjda halter av föroreningar såsom kvicksilver, TBT, PAH och PCB förekommer i alla analyserade prover. Samtliga föroreningar ligger inom klass 3, förutom naftalen som uppgår till klass 4. Samtliga dessa resultat visar pågående ackumulering.

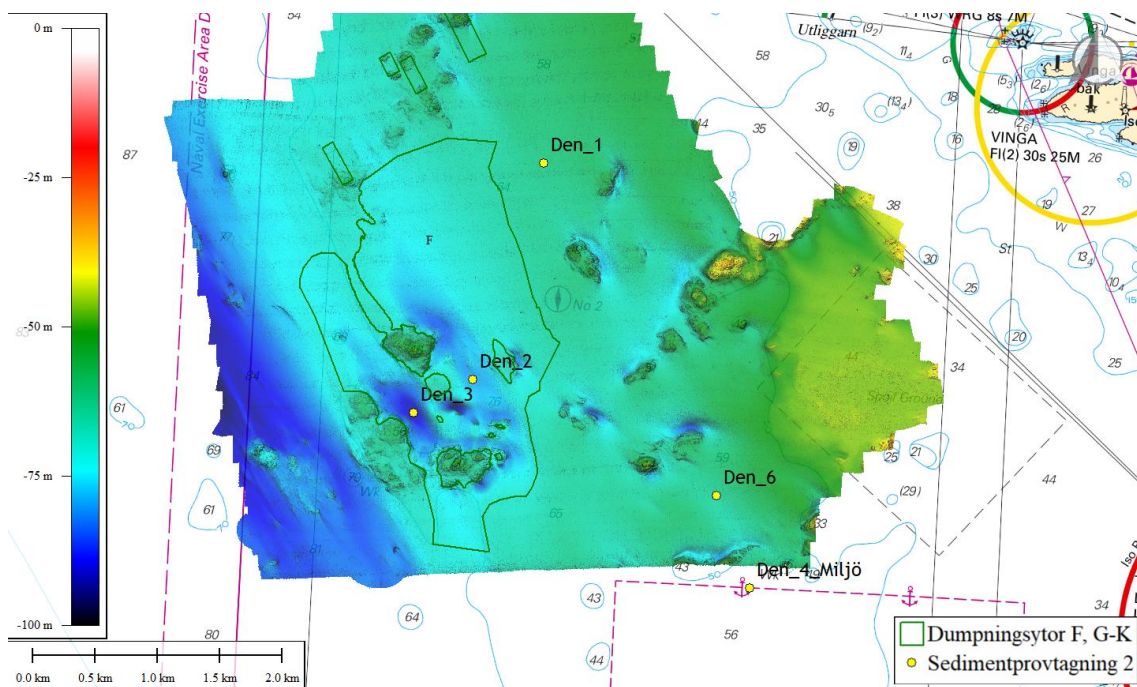
2.2.2 SEDIMENTPROVTAGNING 2

Sedimentprovtagning 2, se Figur 2, omfattade sju laborationsanalyser fördelade på fem provtagningsstationer och utfördes innan dumpningsplats Skandiaportens avgränsning fastställdes och omfattar därför ett större område.

Provtagningen utfördes i syfte att:

- Fastställa sedimentens densitet och kornstorleksfördelning i nivån 0-10 cm.
- Identifiera eventuella föroreningar i nivån 0-2 cm.
- Komplettera med information från de två större djuphålorna i området

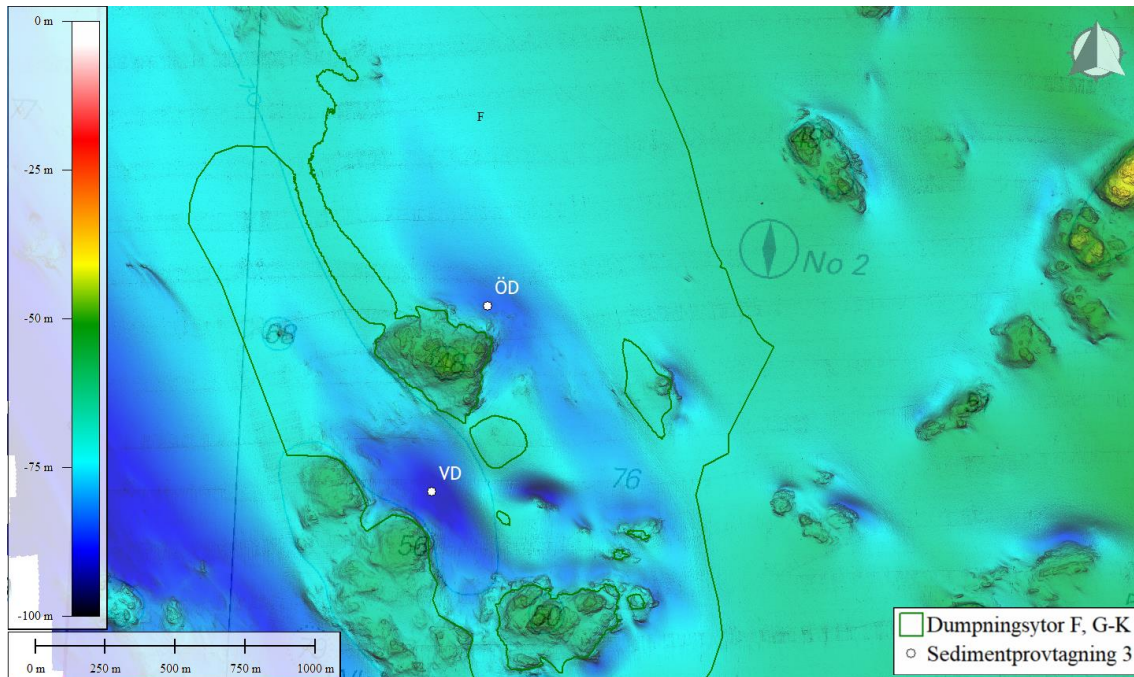
Resultatet visar att den översta decimetern av sedimentet inom området utgörs av siltig, lerig gyttja med en densitet runt ca 1,4 ton per m³. Andelen ler ligger på ca 5-6 %. Vattenkvoten, vilken är förhållandet mellan porvattnets massa och sedimentets fasta massa, ligger omkring 170 %. I det prov som analyserades med avseende på föroreningar, Den_4_Miljö, identifierades förhöjda halter av kvicksilver, TBT, PAH och PCB. Samtliga föroreningar ligger inom klass 3, förutom antracen och naftalen, vilka uppgår till klass 4. Alla prov uppvisar recent ackumulering.



Figur 2 Provtagningspunkter för sedimentprovtagning 2.

2.2.3 SEDIMENTPROVTAGNING 3

Sedimentprovtagning 3, se Figur 3, omfattade sex laboratorieanalyser fördelade på två provtagningsstationer och utfördes i de två större djuphålorna inom dumpningsplats Skandiaporten.



Figur 3 Provtagningspunkter för sedimentprovtagning 3.

Provtagningen utfördes i syfte att:

- Fastställa eventuell förekomst av föroreningar i djuphålans ytsediment (0-15 cm)

Resultaten visar att sedimenten utgörs av lös gyttjelera med oxiderad överyta. Föroreningar förekommer i analyserat djup ca 10-15 cm ned i sedimenten i båda djuphålorna. De flesta PAH-kongenerna ligger inom klass 3, förutom naftalen som ligger inom både klass 4 och klass 5. Även vissa PCB-kongener ligger inom klass 4 och klass 5. TBT, MBT och DBT ligger inom klass 3.

2.2.4 SEDIMENTPROVTAGNING 4

Sedimentprovtagning 4, se Figur 4, omfattade 71 laboratorieanalyser fördelade på sju sedimentkärnor och utfördes i de två större djuphålorna inom dumpningsplats Skandiaporten samt på det flacka mjukbottenområdet på ca 70 m djup. Provtagningen utfördes med vibrocore-provtagare vilken genererade ca 2 meter långa ostörda sedimentkärnor.

Provtagningen utfördes i syfte att:

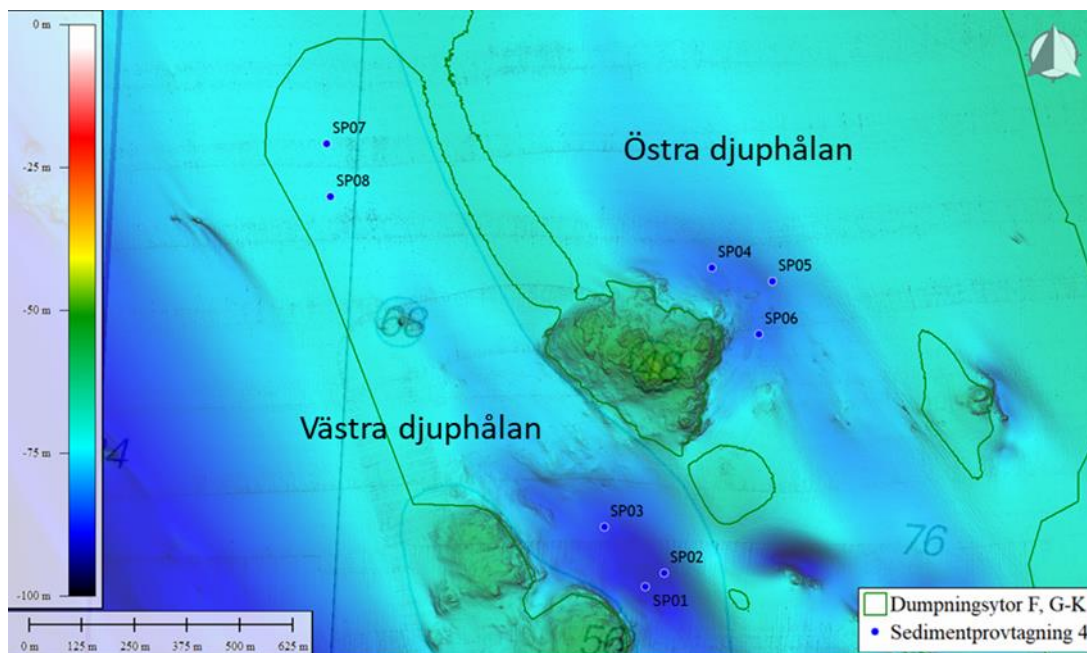
- Fastställa typ av sediment
- Fastställa obruten ackumulation
- Fastställa föroreningars halter och vertikala fördelning

Resultatet visar att sedimentet i (djupaste punkten) djuphålorna utgörs av minst två meter postglacial gyttjelera. Sedimentytan är lös (okonsoliderad) oxiderad och har en vattenhalt på ca 65%, vilket är betydligt högre än vad en glacial lera har. Vattenhalten

minskar och konsolideringen ökar succesivt med sedimentdjup. Innehållet av organiskt kol, TOC, är 6-7 % vid ytan och ca 5-6 % på två meters djup. Detta är relativt höga nivåer som bedöms vara betydligt högre än i glaciala leror. Den postglaciala gyttjeleran uppvisar tydlig obruten sedimentation genom hela kärnlängden, vilket innebär att förhållandena är, och har varit kontinuerligt ackumulerande under avsevärd tid. Den obrutna ackumuleringen bekräftas av att kärnorna är homogena med avseende på materialsammansättning samt att det inte förekommer några inbäddade horisonter med grövre material i den postglaciala gyttjeleran.

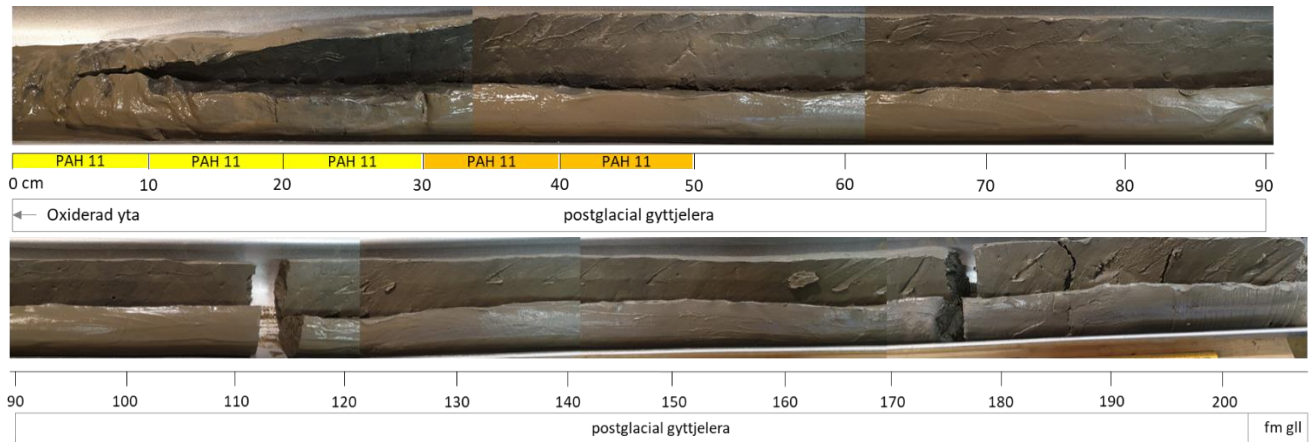
Föroreningar i form av PAH, PCB, TBT, kvicksilver och bly förekommer i varierande klasser ner till ca 0,3- 0,5 m djup i kärnan, vilket otvetydigt bekräftar observationen om kontinuerlig ackumulation. Föroreningshalter för PAH uppgår till klass 4, samt även klass 5 för enskilda kongener. För PCB, TBT och kvicksilver uppgår halterna generellt till klass 3. Analys av föroreningar har utförts till nivån 50 cm ned i sedimenten. Haltvariationerna i exempelvis PAH11 visar att det förekommer ett haltmaximum runt 30-40 cm.

Den beräknade sedimentationshastigheten i den provtagna postglaciala lera är mellan 3-6 mm per år baserat på föroreningarnas vertikala fördelning, främst förekomst och avsaknad av TBT¹ på olika sedimentdjup. Baserat på föroreningsinnehållet skulle 20-40 cm sedimentdjup representera tiden runt 1960-talet och hela det förorenade sedimentlagret motsvara en tidsrymd på ca 100-120 år. Två meter postglacial lera innebär därmed att ackumuleringen har pågått obrutet i minst 400-1000 år.



Figur 4 Provtagningspunkter för sedimentprovtagning 4.

¹ TBT började användas i stor skala i början av 60-talet.



Figur 5 Överst sedimentkärna SP02, 0-90 cm och nederst 90-200 cm. Hela kärnan utgörs av homogen postglacial gyttjelera. Översta halvmetern tydligt påverkad av föroreningar i klass 3 och klass 4. Sedimentkärna SP02.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ACKUMULATION

SGU och Naturvårdsverket beskriver definitioner av ackumulationsbotten. I detta avsnitt jämförs definitionerna samt övriga beskrivna förutsättningar för ackumulation med de förhållanden som råder inom dumpningsplats Skandiaporten.

3.1 DEFINITIONER

Enligt SGU² definieras ackumulationsbotten som:

- "Varaktig recent (nutida) sedimentation – Område inom vilket en väl etablerad, kontinuerlig och fortgående ackumulation av finkorniga sediment och organiskt material förekommer så att sedimenten består av lera, gyttjelera, lergyttja eller gyttja (innehåll av silt kan också förekomma)."

SGU anger också att det finns en alternativ definition:

- "Ett havsbottenområde inom vilket en ännu aktiv ackumulation av lera, gyttjelera, lergyttja eller gyttja (innehåll av silt kan förekomma) kan bedömas ha fortgått obruten i mer än 150 år."

Vidare anser SGU att "Bottenområdet måste i stor utsträckning vara skyddat från vattenrörelser, såväl sådana orsakade av vindvågor som sådana orsakade av strömsättning. Här finns en skillnad mellan västkust och ostkust. I det saltare vattnet på västkusten tenderar lermineral att bindas till varandra och bilda större aggregat som förmår ackumulera vid något kraftigare vattenrörelser. Exempel på lämpliga förutsättningar i kustnära områden är läade vikar, fjärdar eller fjordar med trång passage (trånga passager) eventuellt med trösklar ut mot öppet vatten. I öppna havsområden kan slutna bäcken på djup under vågbasen skapa en lämplig miljö.

Naturvårdsverket har ytterligare en definition³:

- "Områden där finmaterial med en falldiameter mindre än 0,006 mm kontinuerligt kan sedimentera, och inte sprids vidare. Sedimentens översta centimeter består av löst finmaterial med hög vattenhalt och hög halt av organiskt material. Ackumulationsbottnar finns på djupare belägna bottnar med liten lutning så att utglidning inte förekommer. Om bottenlutningen överstiger ca 5 % (det vill säga 5 m höjdskillnad på 100 m längdskillnad), kan inte finmaterial ligga stabilt."

Andra karaktäristika för ackumulerande förhållanden är förekomsten av föroreningar som inte förekommer pre-industriellt såsom exempelvis TBT, PCB och vissa PAH-kongener.

3.2 DUMPNINGSPLOTS SKANDIAPORTEN

Hur förhållandena vid dumpningsplats Skandiaporten förhåller sig till de kriterier som SGU och Naturvårdsverket anser skall uppfyllas för att ackumulerande förhållanden skall råda visas i sammanställningen nedan:

² "Marina dumpningsplatser i Västra Götaland" Rapport 2016:18, SGU.

³ "Miljöeffekter vid muddring och dumpning. En litteratursammanställning". Rapport 5999, oktober 2009, Naturvårdsverket.

Ackumulation kriterier	Dumpningsplats Skandiaporten
Område inom vilket en väl etablerad, kontinuerlig och fortgående ackumulation av finkorniga sediment och organiskt material förekommer så att sedimenten består av lera, gyttjelera, lerygttja eller gyttja (innehåll av silt kan också förekomma).	Sedimenten består av siltig lerig gyttja. Sedimentet uppvisar inga tecken på avbruten ackumulation. Baserat på föroreningshalter i sedimentkärnorna beräknas den pågående sedimentationshastigheten till 3-6 mm/år.
Ett havsbottenområde inom vilket en ännu aktiv ackumulation av lera, gyttjelera, lerygttja eller gyttja (innehåll av silt kan förekomma) kan bedömas ha fortgått obruten i mer än 150 år.	Den obrutna ackumulationen bedöms ha pågått i minst 400-1000 år baserat på de kärnor som analyserats i båda djuphålorna och mjukbottenområdet i anslutning till dessa.
Bottenområdet måste i stor utsträckning vara skyddat från vattenrörelser, såväl sådana orsakade av vindvågor som sådana orsakade av strömsättning. I öppna havsområden kan slutna bäcken på djup under vågbasen skapa en lämplig miljö.	Bottenområdet ligger så pass djupt att inga vindvågor kan generera erosion i området vare sig före eller efter planerad dumpning. Djupströmmarna i området är ibland över gränsen för deposition av de allra finaste partiklarna vilket periodvis förhindrar sedimentation av dessa, men är långt under gränsen för erosion av konsoliderade sediment.
Områden där finmaterial med en falldiameter mindre än 0,006 mm kontinuerligt kan sedimentera, och inte sprids vidare.	Sedimentet inom området utgörs av finmaterial, siltig, lerig gyttja med en densitet runt ca 1,4 ton per m ³ . Andelen ler ligger på ca 5-6 %.
Sedimentens översta centimeter består av löst finmaterial med hög vattenhalt hög halt av organiskt material.	Vattenkvoten, vilket är förhållandet mellan porvattnets massa och sedimentets fasta massa, ligger omkring 170 % i alla analyser. Den organiska halten ligger mellan 6-7 %.
Ackumulationsbottnar finns på djupare belägna bottnar med liten lutning (under 5%) så att utglidning inte förekommer.	Mjukbottenområdena runt djuphålorna och de uppstickande hårbottnarna är flacka med en lutning under 1%. Efter genomförd dumpning kommer hela området att ha en bottenlutning under 0,1 %.
Förekomst av föroreningar.	Antropogena föroreningar förekommer ca 0,5 meter ned i sedimenten, vilket ger en bedömning av den pågående sedimentationshastigheten till 3-6 mm/år.

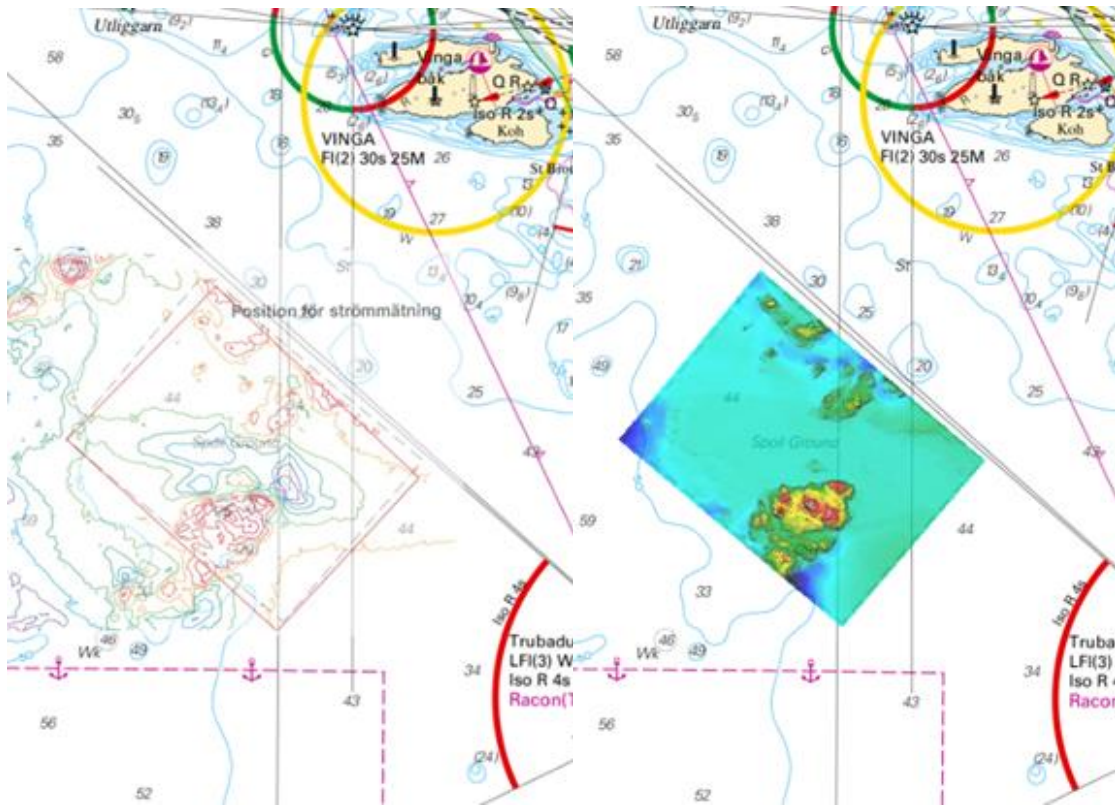
4 TIDIGARE ERFARENHETER

I projekt Säkrare Farleder 2002-2004 medgavs dispens för dumpning av muddermassor i ett område sydsydväst om Vinga (dumpningsplats SSV Vinga). Bottenförhållandena vid SSV Vinga utgjordes innan muddermassor dumpades på platsen inom Säkrare Farleder av en större djuphåla omgiven av uppstickande hårdbottentoppar, se Figur 6. De maringeologiska förhållandena vid SSV Vinga är i princip identiska med förhållandena på dumpningsplats Skandiaporten men med skillnaden att djupet på dumpningsplats Skandiaporten i medeltal är ca 25 meter större och att det finns naturligt mothåll mot utglidning av dumpade massor.

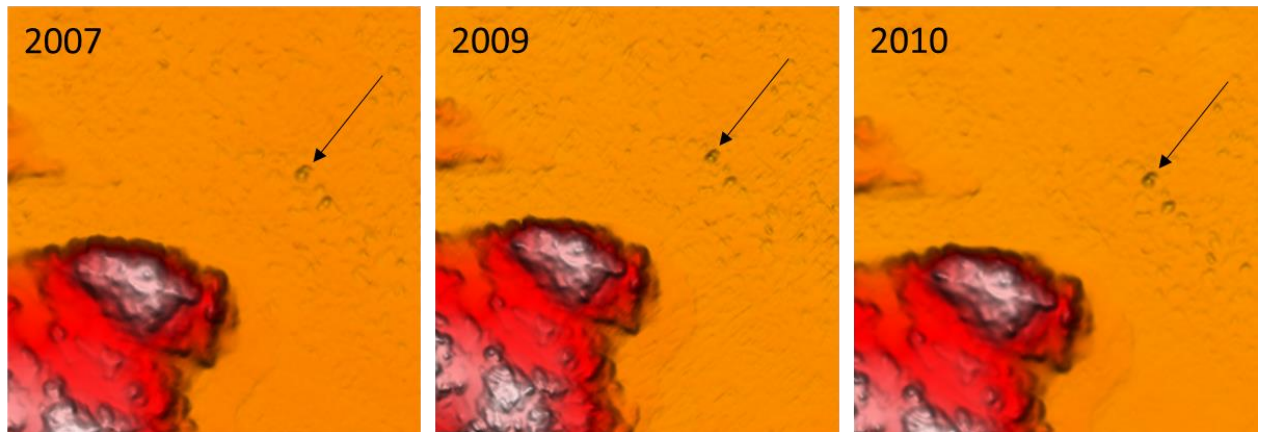
SSV Vinga har sjömätts med heltäckande ekolod vid flertalet tillfällen efter genomförandet av dumpning i samband med Säkrare Farleder. En jämförelse mellan djupmätningarna 2006, 2007, 2009 och 2010 visar att det förekommer nivåskillnader upp till ca 0,5 meter mellan mätningarna som beror på att de dumpade massorna kompakterat över tid. Det är också tydligt när djupdata analyseras i detalj i tvärsnitt att det finns felmarginaler mellan djupmätningarna på SSV Vinga som kan uppgå till tiotalet centimeter. Differenser mellan djupmätningar kan lätt misstolkas som att det förekommer erosion eller ackumulation inom området.

Generellt sett skall jämförelser mellan djupmätningar på stora ytor göras med försiktighet. På aktuell yta kan felmarginalen ge upphov till stora volymmässiga differenser. Beaktat en felmarginal mellan två djupmätningar på mellan 8-16 cm ger detta en volymdifferens ca 500 000 – 1 000 000 m³.

Att ytan inte eroderar framgår av den bibehållna bottenstrukturen, se exempel i Figur 7 med en tydligt definierad, skrovlig yta. Vid erosion förändras bottenstrukturen över tid och ytan planas ut, vilket inte är fallet inom dumpningsområdet.



Figur 6 SSV Vinga före och ca sex år efter dumpningen av muddermassor från Säkra Farleder. Den djuphåla som tidigare fanns mellan hårbottenformationerna är uppfylld av muddermassor.



Figur 7 Bottenytans struktur bibehålls på platsen. Pilen markerar en fördjupning i mjuka sediment som uppkommit i samband med dumpning och som vid erosionsförhållanden skulle ändrat form och djup. Fördjupningen är ca 10x15 meter i plan och ca 1,5 meter djup.

5 SLUTSATSER

- Undersökningarna i området för dumpningsplats Skandiaporten visar på ackumulerande förhållanden enligt de definitioner som SGU och Naturvårdsverket anger.
- De djuphålor som ligger inom dumpningsplats Skandiaporten visar på obruten ackumulation under minst 400 år och att djuphålorna har uppkommit under andra ström- och djupförhållanden än de som varit rådande i hundratals år. För att kunna erodera konsoliderade postglaciala sediment behöver bottenströmmarna vara över 1 m/s under längre perioder. Observerade och beräknade bottenströmmar i området överstiger inte 0.5 m/s och är i medeltal 0.1-0.15 m/s.
- Uppföljning av djupmätningar från dumpningsplatsen för projekt Säkrare farleder, som är mer strömutsatt än dumpningsplats Skandiaporten och ligger grundare, visar att ingen erosion sker i området för den uppfyllda djuphålan.

6 REFERENSER/UNDERLAGSRAPPORTER

Underlag för bedömning av ackumulerande förhållanden, förutom i detta PM nya bilagda mätrapporter, har tidigare redovisats i MKB samt komplettering i följande dokument:

Bilaga E11 Lokaliseringsutredning (bilaga till MKB)

- Bilaga 2 – Bedömning av erosionsrisk
- Bilaga 3 – Sedimentundersökningar V Vinga
- Bilaga 4 – Sedimentundersökningar S Vinga
- Bilaga 5 – Sedimentundersökningar M Vinga och kompletterande provtagning

Komplettering från 4 juni 2021 i mål nr M 5520-20 och M 5515-20:

	M 5520-20	M 5515-20
Punkter	1.24, 1.25, 1.26, 1.31 och 5.3	1.27, 1.28, 1.29, 1.34 och 5.3
Bilaga	5 – avsnitt 3.1, 4.1 och 4.2 samt underbilagor 1 och 2	

SEDIMENTPROVTAGNING DUMPNINGSPLATS SKANDIAPORTEN



2021-08-23

UPPDRAG 295289
Titel på rapport: Sedimentprovtagning dumpningsplats Skandiaporten
Status: Slutlig
Datum: 2021-08-23

MEDVERKANDE

Beställare: Skandiaporten
Kontaktperson: Kristina Bernstén, GHAB

Konsult: Tyréns Sverige AB
Uppdragsansvarig: Martin Hörngren
Kvalitetsgranskare: Anna Karlsson

REVIDERINGAR

Revideringsdatum 2022-01-31
Version: 1.0

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND	4
2	SYFTE.....	4
3	LOKALISERING.....	4
4	METODIK	5
5	TIDER.....	5
6	ANALYSER.....	5
7	RESULTAT	5
8	DISKUSSION.....	7
9	SLUTSATSER.....	7

Bilaga 1. Analysresultat

1 BAKGRUND

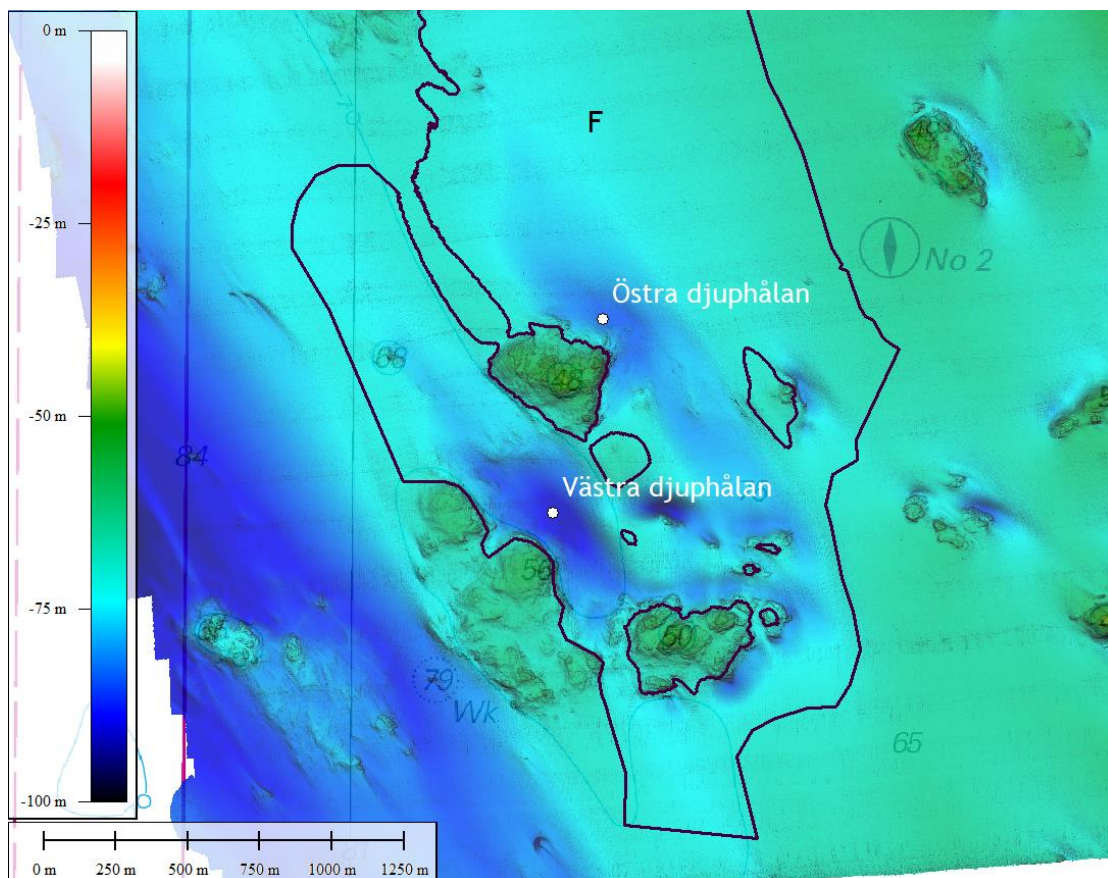
Delar inom dumpningsplats Skandiaporten utgörs av djuphålor, vilka kommer att fyllas med muddermassor. Djuphålorna bedöms ha uppkommit för länge sedan, genom att strömmande vatten med högt flöde eroderat glaciala avsättningar. Det finns i dagsläget inga strömmande processer som kan orsaka sådana höga strömhastigheter. Utförd strömmätning och strömmodellering i djuphålorna visar på maximala strömhastigheter upp till ca 15 cm/s, vilka är för små för att orsaka erosion. Förhållandena i vattenmassan i och omkring djuphålorna har bedömts vara kontinuerligt ackumulerande. För att ytterligare styrka detta har sedimentprovtagning i de två största djuphålorna utförts, Västra- respektive Östra djuphålan.

2 SYFTE

Syftet med provtagningen var att fastställa om sedimenten i djuphålorna är av recent härkomst genom att analysera halter av eventuella föroreningar.

3 LOKALISERING

Provtagningspunkterna är lokaliserade i mitten av respektive djuphåla och ligger på ca 90 meters djup i västra hålan och ca 84 meter i östra, se Figur 1.



Figur 1. Provtäckningens lokalisering i djuphålorna.

4 METODIK

Provtagningen utfördes med en 6 liters bottenhuggare av typen Van Veen från Marin Miljöanalys fartyg r/v Ranja. Fartyget positionerades med RTK-GPS. Ur varje prov togs nivå 0-3 cm, 7-10 cm och 13-15 cm ut för analys på ALS Scandinavia.

5 TIDER

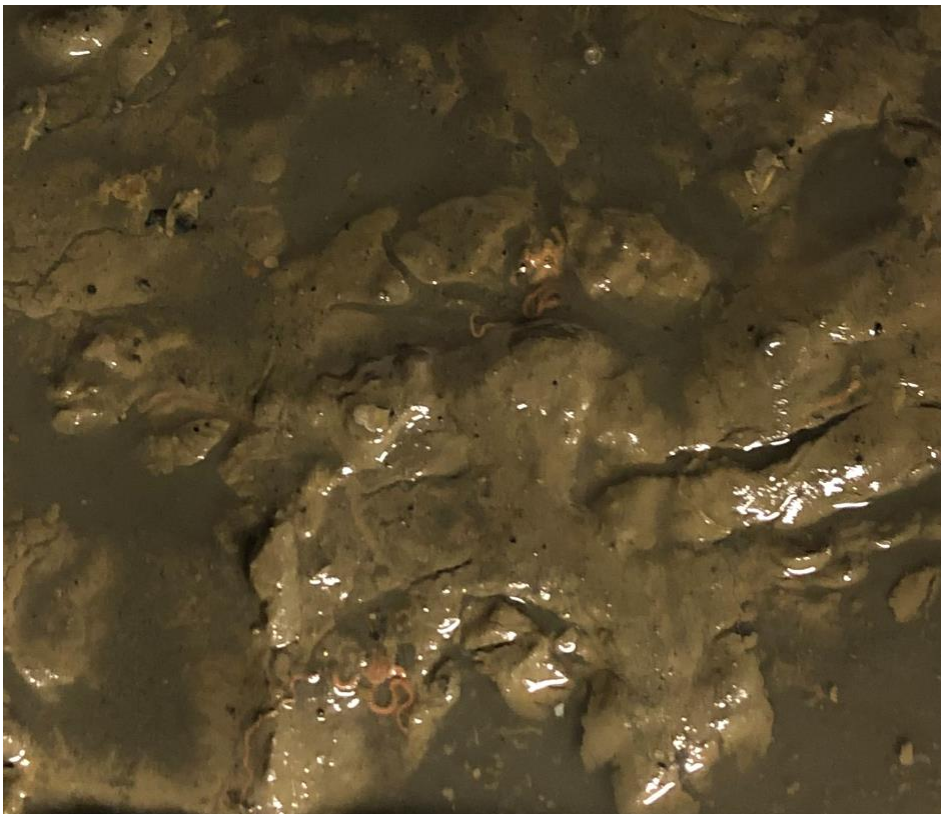
Provtagningen utfördes i maj 2021.

6 ANALYSER

Totalt analyserades sex prover med avseende på metaller, PAH, PCB och TBT.

7 RESULTAT

Översta lagret av provet består av grå silt/ler med inslag av svarta horisonter. Färgen övergår gradvis från grå till gråbrun djupare ned i provet. Provet är löst i ytan med något ökad konsolideringsgrad djupare ned. Flertalet ormsjärnor noterades i provets övre del.



Figur 2. Sedimentprov sett från ovan.

För metaller ligger analyserade halter generellt i klass 1 till klass 2 förutom för kvicksilver som i ett prov uppgår till klass 3 enligt SGU:s statistiska tillståndsklassning (SGU-rapport 2017:12).

Parameter	Enhet	Jämförvärden					Västra djuphålan			Östra djuphålan				
		Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5	0-3 cm	7-10 cm	15- cm	0-3 cm	7-10 cm	15- cm		
Sedimentdjup	cm													
TOC (analyserad)	% av TS						2,1	1,83	1,88	2,11	2,08	2,1		
glödförlost	% av TS						10,1	9,6	9,96	9,22	10,9	10		
TOC (beräknad)	% av TS						5,858	5,568	5,7768	5,3476	6,322	5,8		
TS (frysorkning)	%													
		Avvikelse från jämförvärde ¹					Riksvärde förorenad mark ⁴							
		Klass 1 ingen/obetydlig avvikelse	Klass 2 liten avvikelse	Klass 3 tydlig avvikelse	Klass 4 stor avvikelse	Klass 5 mycket stor avvikelse	KM	MKM						
Metaller (Marina sediment)														
Arsenik, As	mg/kg TS	<10	10-17	17-28	28-45	≥45	10	25	10,6	9,9	11,4	11,1	14,4	9,72
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,2	1,2-3	≥3	0,8	12	0,0969	0,0943	0,0686	0,0933	0,0888	0,0835
Kobolt, Co	mg/kg TS	<12	12-20,4	20,4-34,8	34,8-60	≥60	15	35	9,06	9,08	9,14	9,94	10,1	10,3
Krom, Cr	mg/kg TS	<40	40-48	48-60	60-72	≥72	80	150	33,7	33,1	33,9	36,1	37,5	36,8
Koppar, Cu	mg/kg TS	<15	15-30	30-49,5	49,5-79,5	≥79,5	80	200	14,8	13,2	16,6	12,8	13,5	14,7
Kvicksilver, Hg	mg/kg TS	<0,04	0,04-0,12	0,12-0,4	0,4-1	≥1	0,25	2,5	0,1	0,118	0,119	0,098	0,109	0,12
Nickel, Ni	mg/kg TS	<30	30-40	40-65	65-110	≥110	40	120	22,2	22,9	22,4	22,5	25,2	26,2
Bly, Pb	mg/kg TS	<25	25-40	40-65	65-110	≥110	50	400	24,1	23	24	25,1	26,3	26,6
Vanadin, V	mg/kg TS						100	200	60	57,2	58,8	61,7	62,8	65,2
Zink, Zn	mg/kg TS	<85	85-127,5	127,5-204	204-357	≥357	250	500	68,2	70	69,3	74,1	72,4	75,9

Figur 3. Analyserade metaller.

För PAH ligger flertalet kongener inom klass 3. Naftalen uppgår till klass 4 och klass 5.

PAH:er	Enhet	Statistisk tillståndsklassning ³					Västra djuphålan			Östra djuphålan		
		Klass 1 mycket låg halt	Klass 2 låg halt	Klass 3 medelhög halt	Klass 4 hög halt	Klass 5 mycket hög halt	0-3 cm	7-10 cm	15- cm	0-3 cm	7-10 cm	15- cm
Fenantren	µg/kg TS	<7	7-17	17-50	50-150	≥150	33	42	35	38	38	36
Antracen	µg/kg TS	<1	1-3,1	3,1-11	11-45	≥45	6	7	7	8	7	7
Fluoranten	µg/kg TS	<18	18-45	45-140	140-390	≥390	54	56	58	61	65	64
Pyren	µg/kg TS	<12	12-30	30-100	100-380	≥380	46	48	46	52	53	52
Bens(a)antracen	µg/kg TS	<7,5	7,5-19	19-62	62-180	≥180	24	25	27	27	29	28
Krysen	µg/kg TS	<11	11-26	26-67	67-200	≥200	24	26	30	29	30	29
Bens(b)fluoranten	µg/kg TS											
Bens(k)fluoranten	µg/kg TS	<32	32-69	69-200	200-440	≥440	98	96	104	112	115	115
Bens(a)fluoranten	µg/kg TS	<11	11-28	28-79	79-180	≥180	38	33	31	39	43	37
Bens(a)pyren	µg/kg TS	<12	12-31	31-99	99-240	≥240	40	37	44	38	48	46
Benso(ghi)perylen	µg/kg TS	<22	22-62	62-180	180-400	≥400	57	55	60	65	64	61
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	<24	24-76	76-220	220-530	≥530	55	53	71	76	62	74
Naftalen	µg/kg TS		<4,9	4,9-19	19-63	≥63	26	89	25	30	26	25
Acenafylen	µg/kg TS			<5,5	5,5-33	≥33	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Ace-naften	µg/kg TS						0	0	0	0	0	0
Fluoren	µg/kg TS		<2	2-9,4	9,4-35	≥35	0	0,011	0	0	0	0
Dibens(a,h)antracen	µg/kg TS	<4,4	4,4-8,9	8,9-27	27-79	≥79	12	18	12	13	13	14
PAH, summa 11	µg/kg TS	<170	170-440	440-1200	1200-2800	≥2800	475	478	513	545	554	559
PAH, summa 15	µg/kg TS	<250	250-440	440-1200	1200-4700	≥4700						
PAH, summa 16	µg/kg TS						513	596	550	588	593	588
PAH, summa cancerogena	µg/kg TS						0,291	0,288	0,319	0,334	0,34	0,343
PAH, summa övriga	µg/kg TS						0,222	0,308	0,231	0,254	0,253	0,245
PAH, summa L	µg/kg TS						26	89	25	30	26	25
PAH, summa M	µg/kg TS	<57	57-110	110-320	320-1700	≥1700	348	343	379	399	404	404
PAH, summa H	µg/kg TS	<180	180-320	320-940	940-2600	≥2600	139	164	146	159	163	159

Figur 4. Analyserade PAH:er.

För PCB är det framförallt PCB28 som uppgår till klass 4 i samtliga prover. Övriga ligger inom klass 2-3 utom PCB 180 som uppgår till klass 5.

PCB:er	Enhet	Statistisk tillståndsklassning ³					Västra djuphålan			Östra djuphålan		
		Klass 1 mycket låg halt	Klass 2 låg halt	Klass 3 medelhög halt	Klass 4 hög halt	Klass 5 mycket hög halt	0-3 cm	7-10 cm	15- cm	0-3 cm	7-10 cm	15- cm
PCB 28	µg/kg TS		<0,066	0,066-0,30	0,30-1,3	≥1,3	0,45	1,01	0,34	0,53	0,42	0,39
PCB 52	µg/kg TS		<0,12	0,12-0,40	0,40-1,9	≥1,9	0,14	0,24	0	0,13	0	0
PCB 101	µg/kg TS	<0,10	0,10-0,34	0,34-1,1	1,1-5,5	≥5,5	0	0	0	0	0	0
PCB 118	µg/kg TS	<0,084	0,084-0,31	0,31-0,84	0,84-3,6	≥3,6	0,19	0,23	0,28	0,31	0,42	0,29
PCB 138	µg/kg TS	<0,21	0,21-0,67	0,67-2,0	2,0-9,1	≥9,1	0,46	0,29	0,42	0,49	6,88	0,46
PCB 153	µg/kg TS	<0,20	0,20-0,61	0,61-2,0	2,0-7,9	≥7,9	0,45	0,36	0,35	0,5	0	0,41
PCB 180	µg/kg TS	<0,081	0,081-0,29	0,29-0,90	0,90-4,9	≥4,9	0	0	0	0	8,72	0,11
PCB, summa 7	µg/kg TS	<0,81	0,81-2,5	2,5-7,6	7,6-34	≥34	1,69	2,13	1,39	1,96	16,4	1,66

Figur 5. Analyserade PCB:er.

För TBT varierar halterna mellan klass 2 och 3, medan halter av DBT och MBT ligger inom klass 3.

Tennorganiska föreningar	Enhet	Statistisk tillståndsklassning ³					Västra djuphålan			Östra djuphålan		
		Klass 1 mycket låg halt	Klass 2 låg halt	Klass 3 medelhög halt	Klass 4 hög halt	Klass 5 mycket hög halt	0-3 cm	7-10 cm	15- cm	0-3 cm	7-10 cm	15- cm
Tributyltenn (TBT)	µg/kg TS		<1	1-19	19-55	≥55	1,34	1,57	0,9	0,9	0,9	1,01
Monobutyltenn (MBT)	µg/kg TS		<1	1-10	10-20	≥20	3,27	3,24	3,26	3,86	3,68	3,81
Dibutyltenn (DBT)	µg/kg TS		<1	1-10	10-26	≥26	1,27	1,36	1,28	1,4	1,14	1,6

Figur 6. Analyserade halter av TBT.

8 DISKUSSION

Tidigare undersökningar och modelleringar visar att området vid och omkring dumpningsplats Skandiaporten utgörs av förhållanden i vattenmassan som medger kontinuerlig ackumulation av sediment. Förekomst av sediment med förhöjda halter av föroreningar bekräftar att ackumulation sker inom området och i djuphålorna. Att föroreningar påträffats även djupare ned än i det allra översta lagret tyder på att ackumulationen har pågått under en längre tid. Orsaken till att det förekommer förhöjda halter av just PAH och PCB kan troligen förklaras genom att dessa ämnen bland annat spridits genom luft och avsatts i den fria vattenmassan.

9 SLUTSATSER

- Sedimenten i djuphålorna är påverkade av föroreningar
- Förhållandena på platsen är ackumulerande
- Ackumulationen bedöms ha pågått under en längre tid

Sammanställning av resultat och jämförelse mot svenska riktvärden för utförda laboratorieanalyser på sediment

Parameter	Enhet	Jämförvärden					Vastra djuphålan			Östra djuphålan				
							0-3 cm	7-10 cm	15- cm	0-3 cm	7-10 cm	15- cm		
Sedimentdjup	cm													
TOC (analyserad)	% av TS						2,1	1,83	1,88	2,11	2,08	2,1		
glödförlust	% av TS						10,1	9,6	9,96	9,22	10,9	10		
TOC (beräknad)	% av TS						5,858	5,568	5,7768	5,3476	6,322	5,8		
TS (frystorkning)	%													
		Avvikelse från jämförvärde ¹					Riktvärde förorenad mark ⁴							
		Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5	KM	MKM						
Metaller (Marina sediment)		ingen/obetydlig avvikelse	liten avvikelse	tydlig avvikelse	stor avvikelse	mycket stor avvikelse								
Arsenik, As	mg/kg TS	<10	10-17	17-28	28-45	≥45	10	25	10,6	9,9	11,4	11,1	14,4	9,72
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,2	1,2-3	≥3	0,8	12	0,0969	0,0943	0,0686	0,0933	0,0888	0,0835
Kobolt, Co	mg/kg TS	<12	12-20,4	20,4-34,8	34,8-60	≥60	15	35	9,06	9,08	9,14	9,94	10,1	10,3
Krom, Cr	mg/kg TS	<40	40-48	48-60	60-72	≥72	80	150	33,7	33,1	33,9	36,1	37,5	36,8
Koppar, Cu	mg/kg TS	<15	15-30	30-49,5	49,5-79,5	≥79,5	80	200	14,8	13,2	16,6	12,8	13,5	14,7
Kvikksilver, Hg	mg/kg TS	<0,04	0,04-0,12	0,12-0,4	0,4-1	≥1	0,25	2,5	0,1	0,118	0,119	0,098	0,109	0,12
Nickel, Ni	mg/kg TS	<30	30-40	40-65	65-110	≥110	40	120	22,2	22,9	22,4	22,5	25,2	26,2
Bly, Pb	mg/kg TS	<25	25-40	40-65	65-110	≥110	50	400	24,1	23	24	25,1	26,3	26,6
Vanadin, V	mg/kg TS						100	200	60	57,2	58,8	61,7	62,8	65,2
Zink, Zn	mg/kg TS	<85	85-127,5	127,5-204	204-357	≥357	250	500	68,2	70	69,3	74,1	72,4	75,9
		Statistisk tillståndsklassning ³					Riktvärde förorenad jord ⁴							
		Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5	KM	MKM						
PAH:er		mycket låg halt	låg halt	medelhög halt	hög halt	mycket hög halt								
Fenantren	µg/kg TS	<7	7-17	17-50	50-150	≥150			33	42	35	38	38	36
Antracen	µg/kg TS	<1	1-3,1	3,1-11	11-45	≥45			6	7	7	8	7	7
Fluoranten	µg/kg TS	<18	18-45	45-140	140-390	≥390			54	56	58	61	65	64
Pyren	µg/kg TS	<12	12-30	30-100	100-380	≥380			46	48	46	52	53	52
Bens(a)antracen	µg/kg TS	<7,5	7,5-19	19-62	62-180	≥180			24	25	27	27	29	28
Krysen	µg/kg TS	<11	11-26	26-67	67-200	≥200			24	26	30	29	30	29
Bens(b,k)fluoranten	µg/kg TS													
Bens(b)fluoranten	µg/kg TS	<32	32-69	69-200	200-440	≥440			98	96	104	112	115	115
Bens(k)fluoranten	µg/kg TS	<11	11-28	28-79	79-180	≥180			38	33	31	39	43	37
Bens(a)pyren	µg/kg TS	<12	12-31	31-99	99-240	≥240			40	37	44	38	48	46
Benso(ghi)perylen	µg/kg TS	<22	22-62	62-180	180-400	≥400			57	55	60	65	64	61
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	<24	24-76	76-220	220-530	≥530			55	53	71	76	62	74
Naftalen	µg/kg TS		<4,9	4,9-19	19-63	≥63			26	89	25	30	26	25
Acenafitylen	µg/kg TS								<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenafiten	µg/kg TS			<5,5	5,5-33	≥33			0	0	0	0	0	0
Fluoren	µg/kg TS		<2	2-9,4	9,4-35	≥35			0	0,011	0	0	0	0
Dibens(ah)antracen	µg/kg TS	<4,4	4,4-8,9	8,9-27	27-79	≥79			12	18	12	13	13	14
PAH, summa 11	µg/kg TS	<170	170-440	440-1200	1200-2800	≥2800			475	478	513	545	554	559
PAH, summa 15	µg/kg TS	<250	250-440	440-1200	1200-4700	≥4700								
PAH, summa 16	µg/kg TS								513	596	550	588	593	588
PAH, summa cancerogena	µg/kg TS								0,291	0,288	0,319	0,334	0,34	0,343
PAH, summa övriga	µg/kg TS								0,222	0,308	0,231	0,254	0,253	0,245
PAH, summa L	µg/kg TS						3000	15000	26	89	25	30	26	25
PAH, summa M	µg/kg TS	<57	57-110	110-320	320-1700	≥1700	3500	20000	348	343	379	399	404	404
PAH, summa H	µg/kg TS	<180	180-320	320-940	940-2600	≥2600	1000	10000	139	164	146	159	163	159
		Statistisk tillståndsklassning ³					Riktvärde förorenad jord ⁴							
		Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5	KM	MKM						
PCB:er		mycket låg halt	låg halt	medelhög halt	hög halt	mycket hög halt								
PCB 28	µg/kg TS		<0,066	0,066-0,30	0,30-1,3	≥1,3			0,45	1,01	0,34	0,53	0,42	0,39
PCB 52	µg/kg TS		<0,12	0,12-0,40	0,40-1,9	≥1,9			0,14	0,24	0	0,13	0	0
PCB 101	µg/kg TS	<0,10	0,10-0,34	0,34-1,1	1,1-5,5	≥5,5			0	0	0	0	0	0
PCB 118	µg/kg TS	<0,084	0,084-0,31	0,31-0,84	0,84-3,6	≥3,6			0,19	0,23	0,28	0,31	0,42	0,29
PCB 138	µg/kg TS	<0,21	0,21-0,67	0,67-2,0	2,0-9,1	≥9,1			0,46	0,29	0,42	0,49	6,88	0,46
PCB 153	µg/kg TS	<0,20	0,20-0,61	0,61-2,0	2,0-7,9	≥7,9			0,45	0,36	0,35	0,5	0	0,41
PCB 180	µg/kg TS	<0,081	0,081-0,29	0,29-0,90	0,90-4,9	≥4,9			0	0	0	0	8,72	0,11
PCB, summa 7	µg/kg TS	<0,81	0,81-2,5	2,5-7,6	7,6-34	≥34	8	200	1,69	2,13	1,39	1,96	16,4	1,66
		Statistisk tillståndsklassning ³					Riktvärde förorenad jord ⁴							
		Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4	Klass 5	KM	MKM						
Tennorganiska föreningar		mycket låg halt	låg halt	medelhög halt	hög halt	mycket hög halt								
Tributyltenn (TBT)	µg/kg TS		<1	1-19	19-55	≥55	150	300	1,34	1,57	0,9	0,9	0,9	1,01
Monobutyltenn (MBT)	µg/kg TS		<1	1-10	10-20	≥20	250	800	3,27	3,24	3,26	3,86	3,68	3,81
Dibutyltenn (DBT)	µg/kg TS		<1	1-10	10-26	≥26	1500	5000	1,27	1,36	1,28	1,4	1,14	1,6
Tetrabutyltenn	µg/kg TS													
Monooktyltenn	µg/kg TS													
Dioktyltenn	µg/kg TS													
Tricyklohexyltenn	µg/kg TS													
Monofenyltenn	µg/kg TS													
Difenyltenn	µg/kg TS													
Trifenyltenn	µg/kg TS													

Referenser:

¹ Bedömningsgrunder för miljökalitet, Kust och hav, Naturvärdsverkets rapport 4914

² Bedömningsgrunder för miljökalitet, sjöar och vattendrag, Naturvärdsverkets rapport 4913, tabell 19

³ SGU-rapport 2017:12, Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment

⁴ Naturvärdsverkets rapport 5976, Riktvärden för förorenade mark, 2009, rev. 2016

**SEDIMENTPROVTAGNING VIBROCORE
DUMPNINGSPLATS SKANDIAPORTEN**

2022-01-31

UPPDRAG 295289

Titel på rapport: Sedimentprovtagning dumpningsplats Skandiaporten

Status: Slutlig

Datum: 2022-01-31

MEDVERKANDE

Beställare: Skandiaporten

Kontaktperson: Kristina Bernstén (GHAB), Jenny Röström (Sjöfartsverket)

Konsult: Tyréns Sverige AB

Uppdragsansvarig: Martin Hörngren

Kvalitetsgranskare: Anna Karlsson

REVIDERINGAR

Revideringsdatum 2022-01-31

Version: 1.0

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND	4
2	SYFTE	4
3	LOKALISERING	4
4	METODIK	5
5	TIDER	5
6	FÄLT OBSERVATIONER	5
7	ANALYSER	7
8	RESULTAT	7
	8.1 SEDIMENTEGENSKAPER	7
	8.2 FÖRORENINGAR I SEDIMENT	9
	8.2.1 VÄSTRA DJUPHÅLAN.....	9
	8.2.2 ÖSTRA DJUPHÅLAN	10
	8.2.3 REFERENSPROV.....	12
9	DISKUSSION	13
10	SLUTSATSER	13

Bilaga 1. Provtagningsprotokoll

Bilaga 2. Analysresultat

1 BAKGRUND

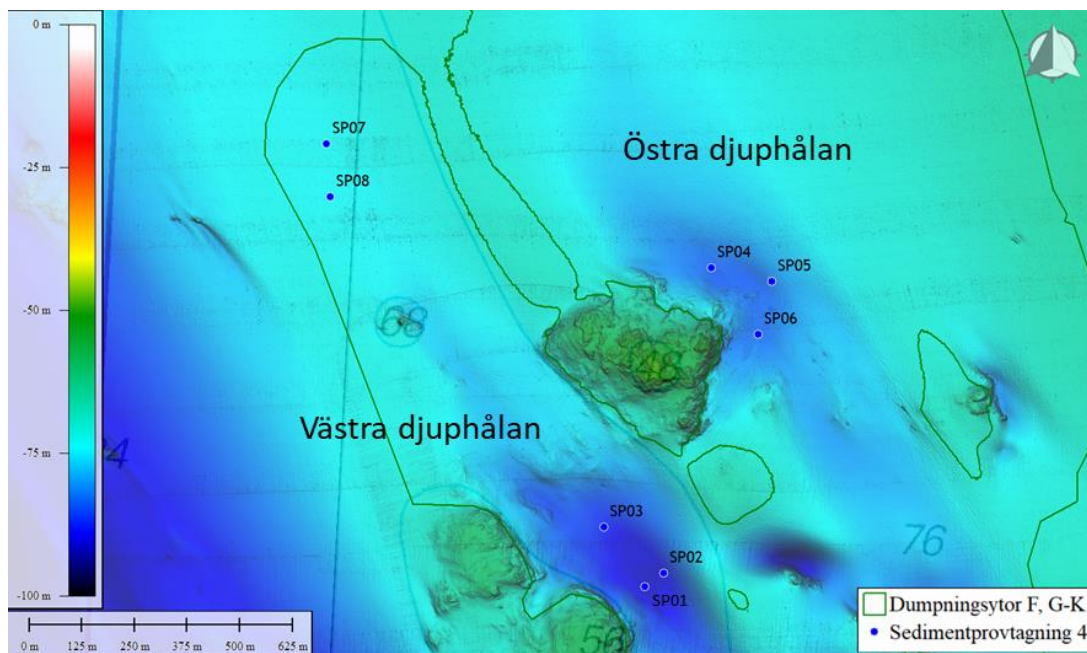
Delar inom dumpningsplats Skandiaporten utgörs av djuphålor, vilka avses fyllas med muddermassor. Djuphålorna bedöms ha uppkommit för mycket länge sedan, genom fluviala processer efter istiden. Det finns i dagsläget inga strömmande processer som kan orsaka sådana höga strömhastigheter att konsoliderad postglacial ler kan erodera. Utförd strömmätning och strömmodellering i djuphålorna visar på maximala strömhastigheter upp till ca 15 cm/s, vilka är för låga för att orsaka erosion. Förhållandena i vattenmassan i och omkring djuphålorna har bedömts vara kontinuerligt ackumulerande. Tidigare har provtagning av sedimentens översta 15 cm utförts i djuphålan, där samtliga prover visar på recent ackumulation och innehåll av föroreningar upp till klass 5. För att ytterligare styrka tidigare provtagning har djupare sedimentkärnor tagits ut inom de två största djuphålorna, benämnda Västra respektive Östra djuphålan.

2 SYFTE

Syftet med provtagningen var att fastställa omfattningen av den recenta ackumulationen, samt fastställa mäktigheten på den generella postglaciala avsättningen och om den har pågått obruten under lång tid.

3 LOKALISERING

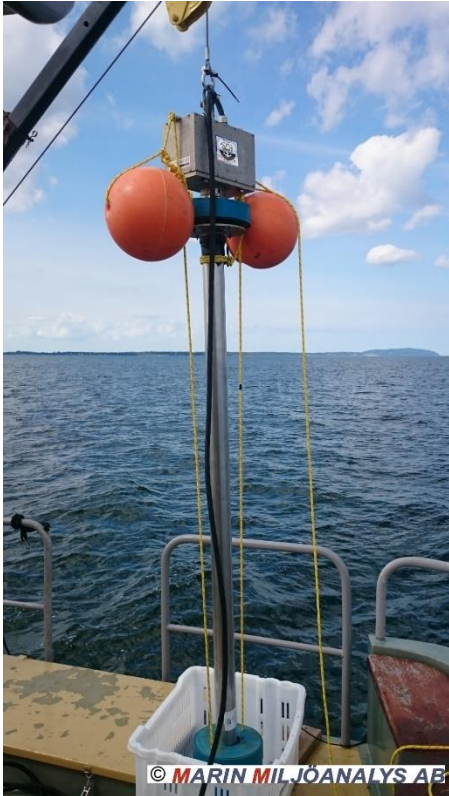
Provtagningspunkterna SP01-SP06 är lokaliserade i respektive djuphåla och ligger på ca 90 meters djup i västra hålan och ca 84 meter i östra, se Figur 1. Två referensprov togs på ca 70 meters djup, SP07 och SP08. Referensproven ligger i samma område som den strömmätning som utfördes 2019.



Figur 1. Provtakernas lokalisering i djuphålorna.

4 METODIK

Provtagningen utfördes av Marin Miljöanalys AB. Proverna togs från fartyget Kinfish med en vibrocore-provtagare utrustad med 3-metersrör. Provtagaren genererar vertikala vibrationer som långsamt driver provtagaren ned i sedimenten och möjliggör i princip ostörda kärnprover i finmaterial, sand och grus.



Figur 2. Vibrocore-provtagare.

5 TIDER

Provtagningen utfördes i december 2021.

6 FÄLT OBSERVATIONER

Då det sker kontinuerlig trålning samt förekommer hårbotten med anslutande friktionsmaterial inom området togs tre prover i respektive djuphåla i syfte att öka chanserna att erhålla ett så representativt prov som möjligt. I Tabell 1 sammanfattas provernas generella beskrivning.

Vid bärgning av prov SP01 brast det mothåll som sitter monterat i kolven (core catcher) och mer än halva provet rann ut. Provet har därför inte bedömts som representativt. Proverna SP03 och SP06 visade sig tagits på hårbotten eller i hårbottenslänt och bedöms inte som representativa. SP05 var identiskt med intilliggande SP04 och SP08 identiskt med intilliggande SP07. Vidare analyser av SP05 och SP08 bedömdes därför inte nödvändiga.

Tabell 1 Provtagningspunkter och beskrivningar.

Prov-ID	Vattendjup [m]	Provlängd [cm]	Beskrivning	Anmärkning	Analysnivåer
SP01	91.4	110	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-20 Gråbrun lös gyttjelera, stor lukt av svavelväte 20-90 Gradvis fastare lera, inslag av sten på 30 cm	Halva provet tappat vid bärgning Ej representativt för ackumulationens omfattning.	Inga
SP02	91.5	202	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-200 Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S. 200-202 Sandlager, förmodad glacial lera	OK	Var 10:e cm hela kärnlängden.
SP03	87.3	220	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-70 Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S. 70-220 Gradvis ökning av silt/sand. Skalrester i botten.	Provet taget nära hårdbotten/i slänt. Ej representativt för ackumulationens omfattning.	0-2 cm, 20-22 cm, 40-42 cm
SP04	83.7	243	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-200 Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S. 200-243 Förmodad glacial lera, sand, grus, sten, skalrester	OK	Var 10:e cm, 0-202 cm
SP05	83.1	245	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-200 Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S. 200-243 Förmodad glacial lera, sand, grus, sten, skalrester	Identiskt med SP04	Inga
SP06	83	90	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-40 Mörkgrå gyttjelera, H ₂ S-lukt, övergång till fastare lera med större innehåll av sand. 40-90 Fastare lera med innehåll av sand och sten.	Provet taget nära hårdbotten/i slänt. Stopp mot hårdbotten. Ej representativt för ackumulationens omfattning.	0-2 cm, 20-22 cm, 40-42 cm
SP07	73.3	220	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-200 Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S. 200-220 Fastare lera med inslag av sand, förmodad glacial lera.	OK	Var 10:e cm, 0-202 cm
SP08	73.5	248	0 Tunn ljusbrun oxiderad yta 0-200 Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S. 200-248 Fastare lera med inslag av sand, förmodad glacial lera.	Identiskt med SP07	Inga

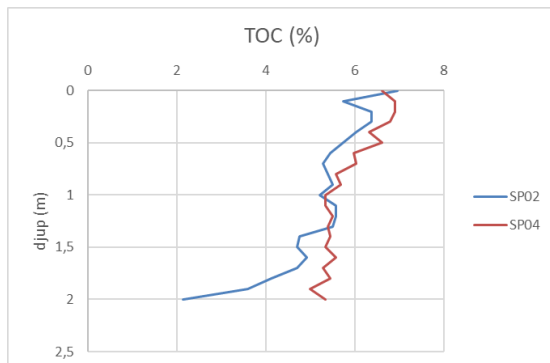
7 ANALYSER

Totalt analyserades 71 prover fördelade på åtta sedimentprover. Metaller, PAH, PCB och TBT analyserades var 10:e centimeter ned till 50 cm sedimentdjup i SP02, SP04 och SP07. Nivån 50 cm bedömdes som en fullt tillräcklig nivå för att påvisa recent ackumulering. I SP03 och SP06 analyserades metaller, PAH, PCB och TBT i nivåerna 0, 20 och 40 cm. SP02, SP04 och SP07 analyserades även TS-halt och glödförlust var 10:e cm till nivån 200 cm. För detalj, se Bilaga 2 "Sammanställning av analysresultat".

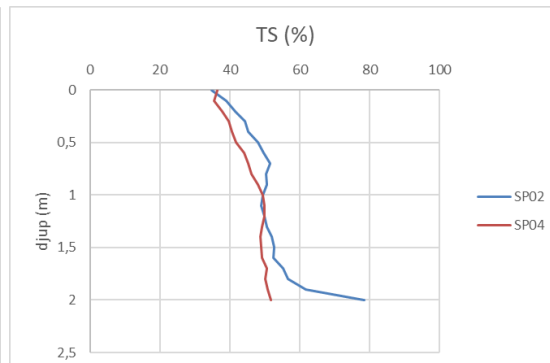
8 RESULTAT

8.1 SEDIMENTEGENSKAPER

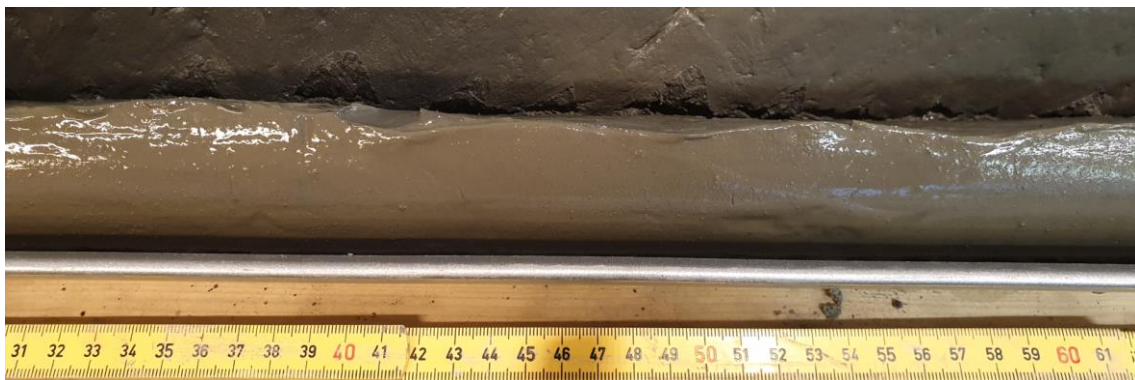
Sedimenten i djuphålan utgörs av recent postglacial gyttjelera. Det framgår bland annat av den okulära besiktningen som utfördes vid provöppningen samt sedimentens torrsubstans- och organiska halt, se Figur 3 och 4. I botten av djuphålorna är mäktigheten på den postglaciala gyttjeleran som störst och uppgår till omkring två meter. Från ca två meters sedimentdjup övergår den postglaciala gyttjeleran till en betydligt sandigare lera med inslag av skalrester och småsten. Detta kan tydligt observeras i prov SP02, SP04, SP05, SP07 och SP08, se Figur 7. Avsättningen mellan noll och ca två meter är helt homogen och saknar hiatus (avbrott i sedimentationen) med avseende på struktur, homogenitet, färg och materialsammansättning. Sedimentet är löst på ytan med en gradvis ökande kompaktion på djupet.



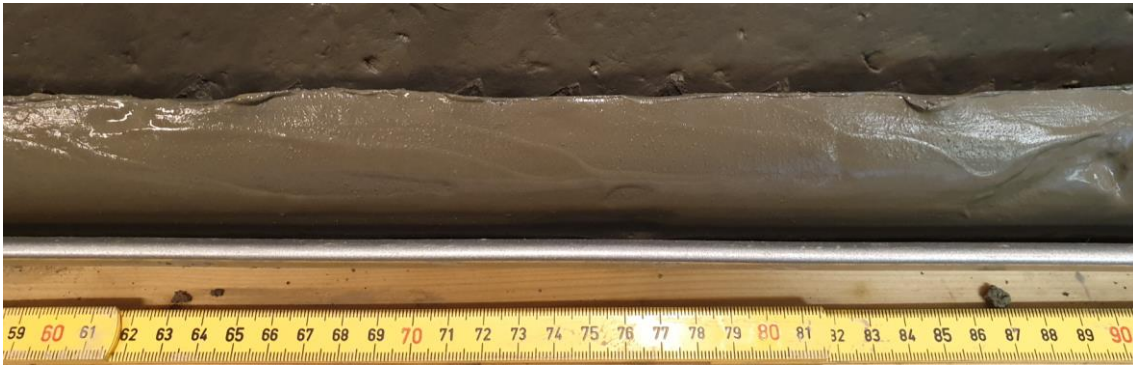
Figur 3 TS halt i prov SP02 och SP04.



Figur 4 TOC-halt SP02 och SP04.



Figur 5 SP02, 30-60 cm.



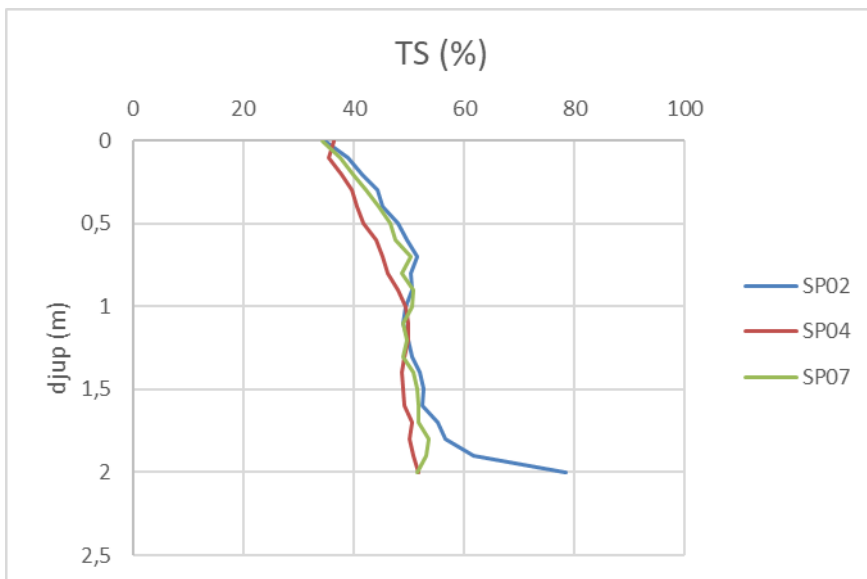
Figur 6 SP02, 60-90 cm.



Figur 7 Övergången till sandig lera med inslag av småsten och skalrester på ca två meters sedimentdjup.

På djuphålans slänter, i närhet till hårbottenformationer eller där underliggande hårbotten ligger nära bottenytan är den postglaciala gyttjeleran tunnare och har generellt en högre inblandning av sand och även enskilda stenar. Detta kan observeras i SP03 och SP06 där den postglaciala gyttjeleran uppgår till ca 70 respektive 30 cm.

Referensprovet SP07 som togs på flackare botten norr om den västra djuphålan på ca 70 meters djup visar på samma sedimentationsförhållanden som i botten på bägge djuphålorna. Proverna SP07 och SP08 samt SP02 och SP04 är i det närmaste identiska.



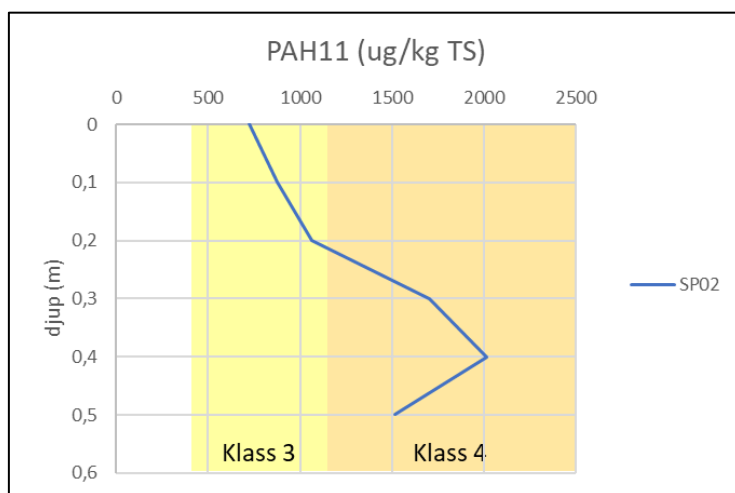
Figur 8 Jämförelse i TS-halt mellan de två djuphålorna och referensprov.

8.2 FÖRORENINGAR I SEDIMENT

Föroreningar återfinns i samtliga analyserade prov ned till minst 50 cm sedimentdjup. Halterna varierar mellan klass 3, klass 4 och klass 5.

8.2.1 VÄSTRA DJUPHÅLAN

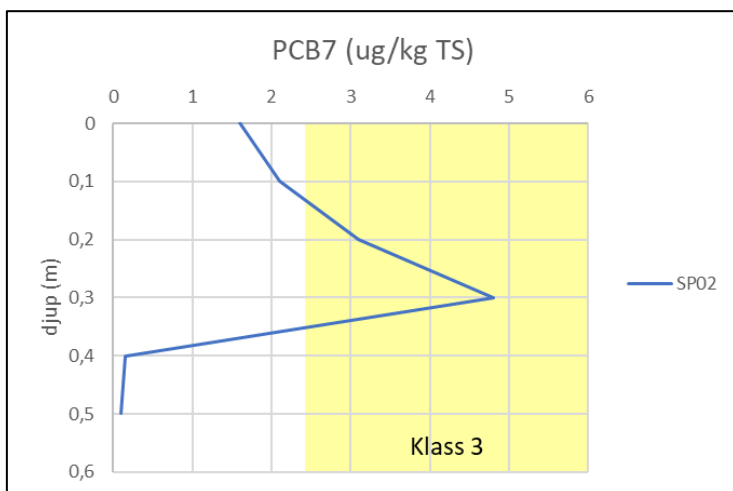
Av de två analyserade proverna, SP02 och SP03, som tagits i Västra djuphålan är det SP02 som ger det mest representativa resultatet för att bedöma ackumulationens omfattning. I SP02 förekommer tungmetallerna kvicksilver och bly upp till klass 3. Halter av PAH uppgår generellt till klass 3 och klass 4, där PAH-kongenena naftalen uppgår till klass 5. Den vertikala fördelningen av PAH11 redovisas i Figur 9 där det tydligt framgår att det finns ett haltmaximum omkring 40 cm ned i sedimentet.



Figur 9 Vertikal fördelning av PAH11 för SP02.

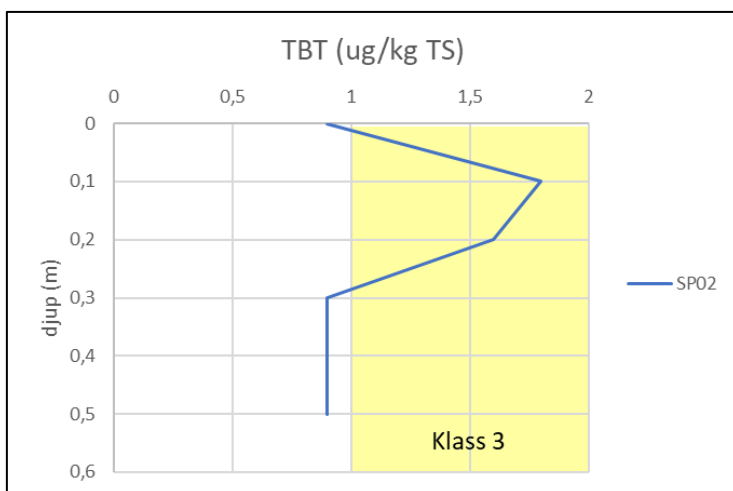
PCB förekommer i bägge prov (SP02 och SP03), men framför allt i SP02 där halterna av enskilda kongener uppgår till klass 3 och klass 4. I Figur 10 visas den vertikala

fördelning av PCB7, där det framgår att det finns ett haltmaximum omkring 30 cm ned i sedimentet.



Figur 10 Vertikal fördelning av PCB7 i SP02.

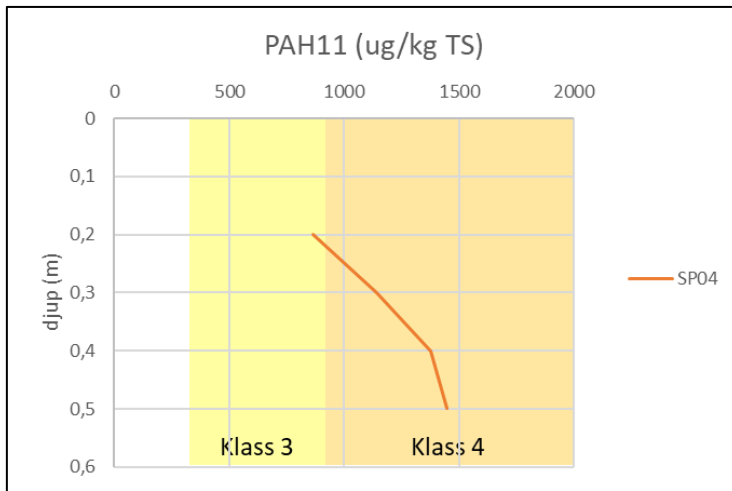
TBT uppgår till klass 3 i bägge prov med ett haltmaximum omkring 10 cm ned i sedimentet, se Figur 11.



Figur 11 Vertikal fördelning av TBT i SP02.

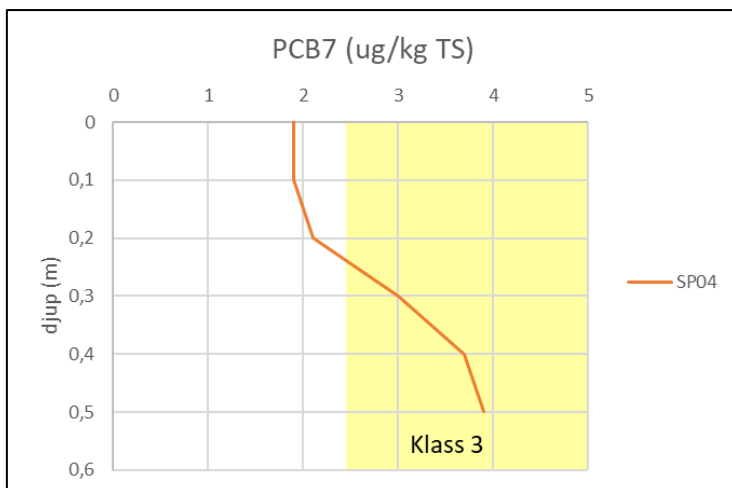
8.2.2 ÖSTRA DJUPHÅLAN

Av de tre prover som tagits i Östra djuphålan, SP04, SP05 och SP06 är det SP04 och SP05 som ger det mest representativa resultatet för att bedöma ackumulationens omfattning. SP05 är i sin sammansättning identiskt med SP04 och har därför inte analyserats vidare. I SP04 förekommer tungmetallerna kvicksilver och bly upp till klass 3. Halter av PAH uppgår generellt till klass 3 och klass 4, där naftalen uppgår till klass 5. Den vertikala fördelningen av PAH11 redovisas i Figur 12 där det tydligt framgår att det finns ett haltmaximum omkring 50 cm ned i sedimentet. I SP06 förekommer generellt lägre halter på grund av att provet innehåller mer sand. Analyser på nivåerna 0 och 10 cm kunde inte utföras på grund av för liten provmängd.



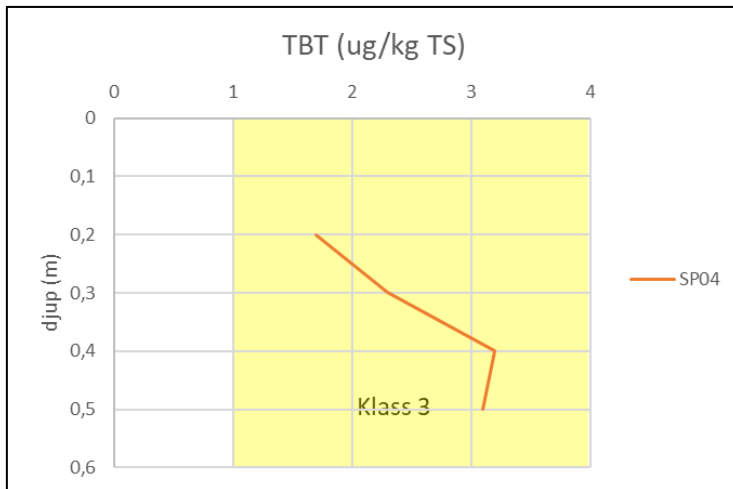
Figur 12 Vertikal fördelning av PAH11 i SP04.

PCB förekommer i bägge prov, men framför allt i SP04 där halterna av enskilda kongener uppgår till klass 3 och klass 4. I Figur 13 visas den vertikala fördelning av PCB7, där det framgår att det finns ett haltmaximum omkring 50 cm ned i sedimentet.



Figur 13 Vertikal fördelning av PCB7 i SP04.

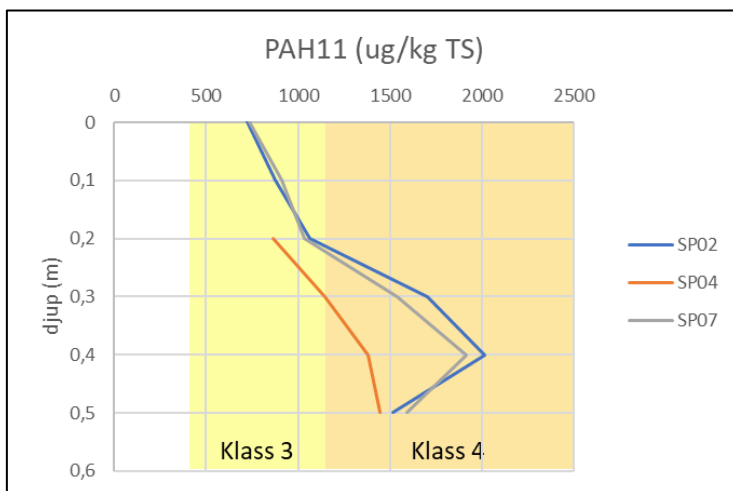
TBT uppgår till klass 3 i SP04 med ett haltmaximum omkring 40 cm ned i sedimentet, se Figur 14.



Figur 14. Vertikal fördelning av TBT i SP04.

8.2.3 REFERENSPROV

Den vertikala fördelningen av föroreningar i referensprov SP07 bekräftar att den recenta ackumulationen inte skiljer sig åt mellan djuphålorna och omkringliggande grundare bottenområden. I Figur 15 redovisas ett exempel av den vertikala fördelningen av PAH11 i samtliga prover. Även om inbördes halter varierar något är trenderna mycket tydliga med succesivt ökande halter med djupet. Haltmaximum för den västra djuphålan ligger på ett sedimentdjup på omkring 40 cm och bedöms ligga på omkring 50 cm för den östra.



Figur 15. Vertikal fördelning av PAH11 i samtliga analyserade representativa provpunkter.

9 DISKUSSION

Resultatet av sedimentprovtagningen bekräftar observationer, resultat och slutsatser från tidigare sedimentprovtagningar, strömmätning samt strömmodellering. Förhållandena i vattenmassan medger kontinuerlig ackumulation av finmaterial i såväl djuphålor som på omkringliggande bottenytor. Förekomst av homogen postglacial gyttjelera med obruten sedimentation kan inte förklaras på något annat sätt än att förhållandena är ackumulerande och har varit det under en lång tid. Även förekomst av föroreningar i sedimentets övre halvmeter med tydliga halttrender visar att ackumulationen är recent och pågår just nu. Mäktigheten på det postglaciala gyttjelerlagret uppgår till ca två meter, vilket gäller för både djuphålornas djupaste delar samt omkringliggande, grundare och flackare bottenområden. Den uppskattade sedimentationshastigheten inom området varierar och bedöms vara något högre i den östra djuphålan men ligger runt 0,5 cm per år. Det innebär att den postglaciala avsättningen minst är ca 400-1000 år.

Två av proverna, SP03 och SP06 innehöll en tunnare avsättning av postglacial gyttjelera. Orsaken till detta är att ackumulationens omfattning, förutom förekomsten av lösta partiklar i vattenmassan, något förenklat påverkas av både rådande strömmar och områdets batymetri. Detta innebär att ackumulationen inom vissa delar av ett sammanhängande område, exempelvis en sluten djuphåla, är betydligt större än i ett område som exempelvis utgörs av en slänt eller ytor med stora batymetriska variationer (hårdbottenformationer). Det innebär emellertid inte att förhållandena inte är ackumulerande, utan att det förekommer variationer i ackumulationens omfattning.

10 SLUTSATSER

- Sedimenten i de djupaste delarna av djuphålorna utgörs av postglacial gyttjelera med en mäktighet på ca två meter.
- Sedimenten har en homogen sammansättning och ackumulationen är obruten.
- Föroreningar såsom PAH, PCB, TBT, kvicksilver och bly i klass 3 klass 4 och klass 5 förekommer i sedimentens översta halvmeter.
- Baserat på föroreningsinnehållet har ackumulationen har pågått i minst 400-1000 år, men sannolikt betydligt längre än så.

Martin Hörngren
072 711 76 94

2022-01-10
Revidering nr 1

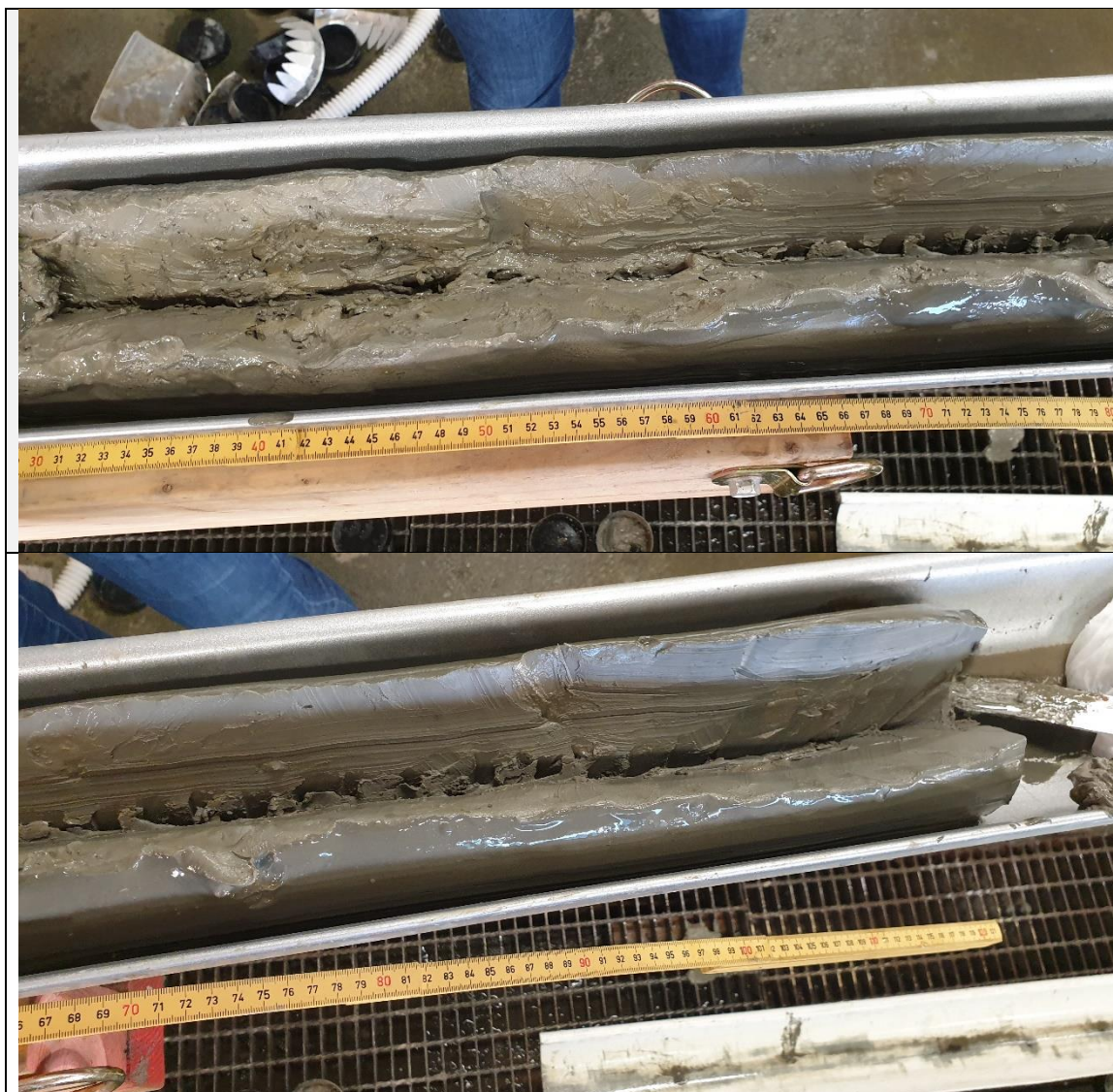
PROVTAGNINGSPROTOKOLL VIBROCORE DUMPINGSPLATS SKANDIAPORTEN

Sedimentproverna togs under vecka 50 2021 av Marin Miljöanalys. Proverna togs med vibrocore-provtagare med 3-metersrör.

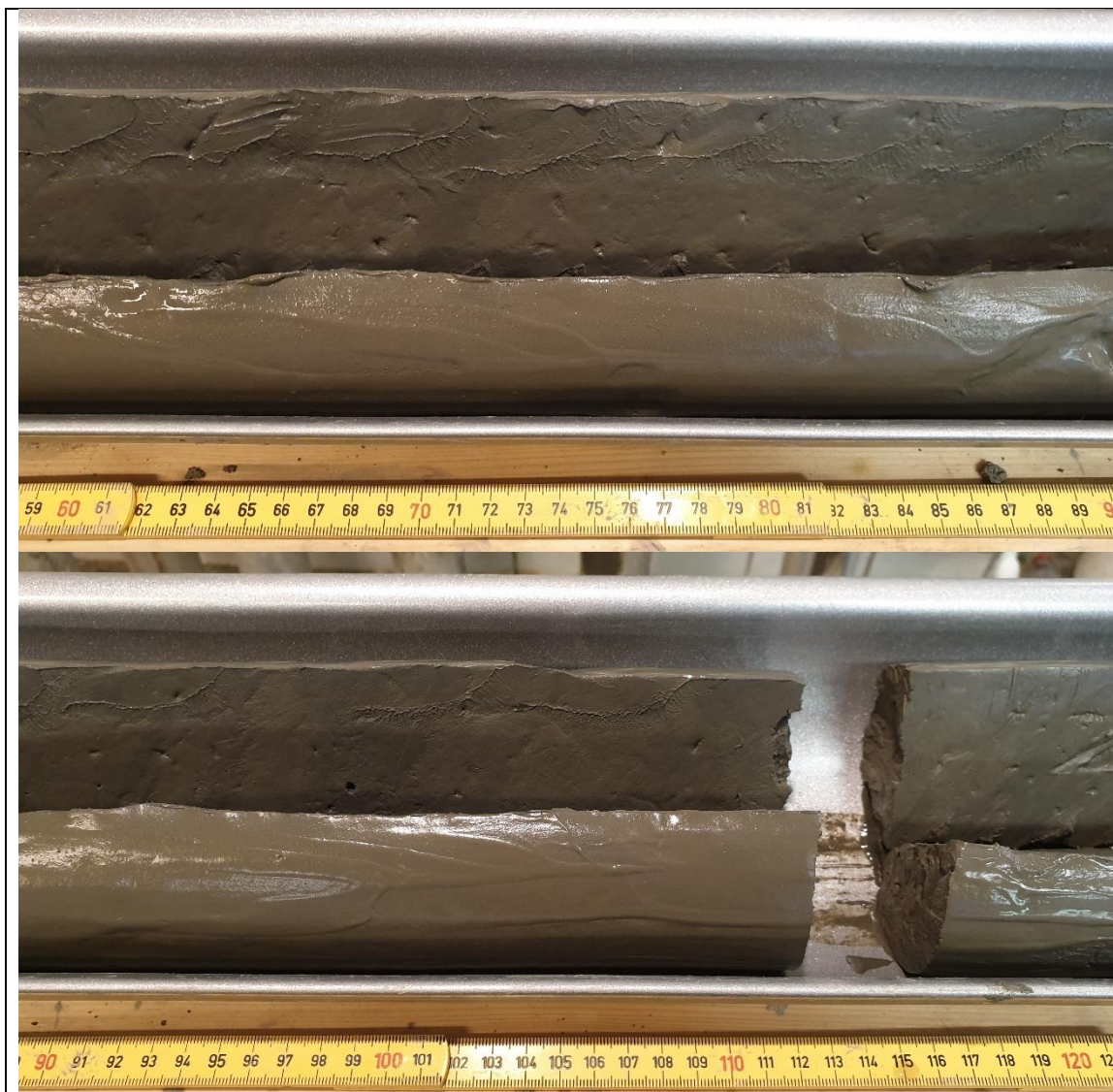
Öppning av prover utfördes 2022-01-10 i Marina Miljöanalys lokaler i Göteborg. Närvarande vid provöppning för verifiering av prover var Martin Hörngren och Anna Karlsson (Tyréns), Kristina Bernstén (projekt Skandiaporten, GHAB) samt Fredrik Klingberg (tidigare SGU).

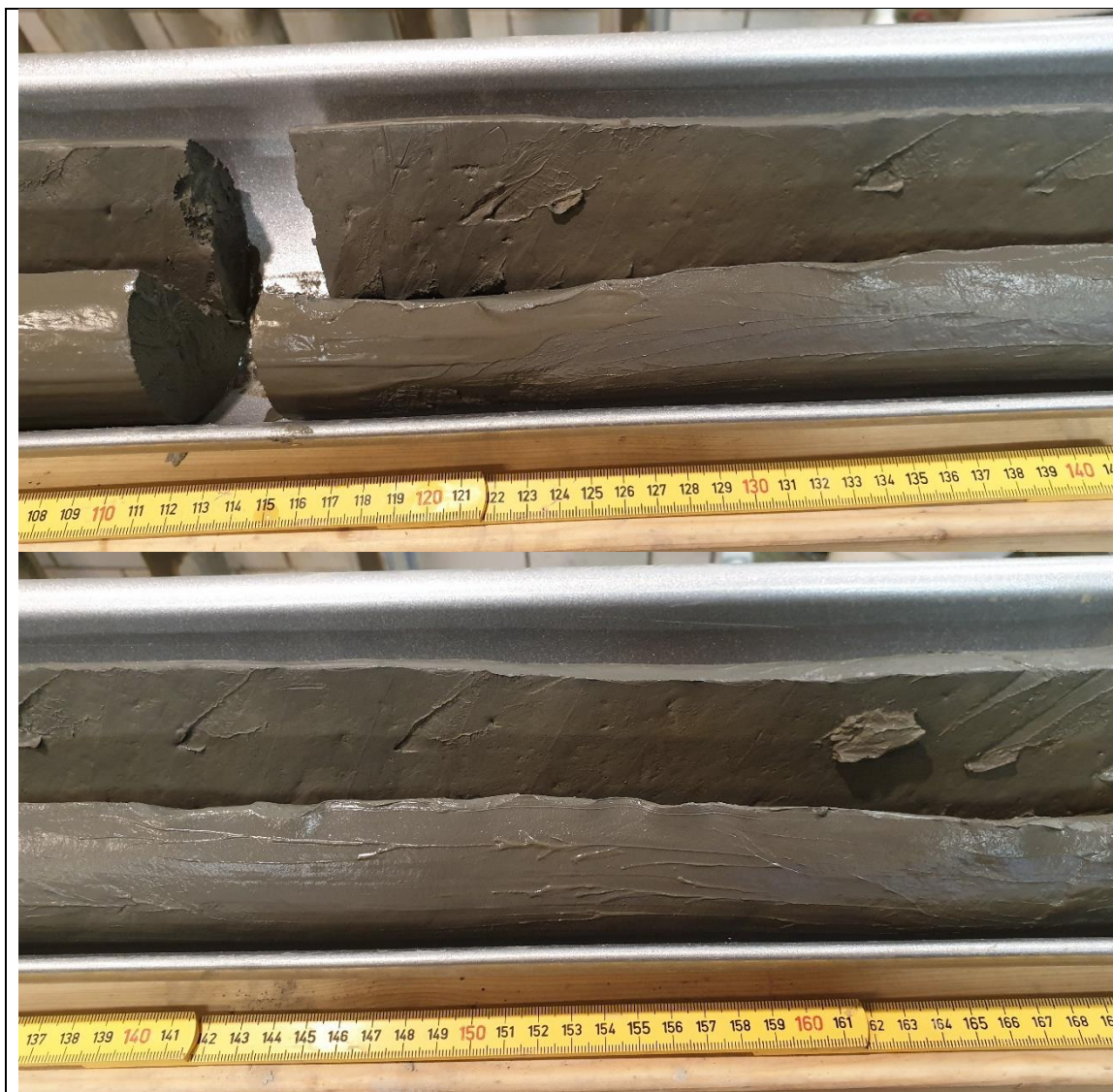
PROVPUNKT	SP01								
OBSERVATIONER	Del av prov: 110 cm, provet rann ut vid bärgning. <table border="1" data-bbox="651 898 1353 1055"> <thead> <tr> <th>Nivå (cm)</th> <th>Observation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Tunn ljusbrun oxiderad yta</td> </tr> <tr> <td>0-20</td> <td>Gråbrun lös gyttjelera, stark lukt av H₂S.</td> </tr> <tr> <td>20-110</td> <td>Gradvis fastare lera, inslag av sten på 30 cm.</td> </tr> </tbody> </table>	Nivå (cm)	Observation	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta	0-20	Gråbrun lös gyttjelera, stark lukt av H ₂ S.	20-110	Gradvis fastare lera, inslag av sten på 30 cm.
Nivå (cm)	Observation								
0	Tunn ljusbrun oxiderad yta								
0-20	Gråbrun lös gyttjelera, stark lukt av H ₂ S.								
20-110	Gradvis fastare lera, inslag av sten på 30 cm.								
UTTAGNA PROVER	Inga uttagna prover								
VATTENDJUP	91,4 m								





PROVPUNKT	SP02	
OBSERVATIONER	Helt prov: 202 cm	
	Nivå (cm)	Observation
	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta
	0-200	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.
	200-	Sandlager.
UTTAGNA PROVER	Var 10:e cm, hela kärnlängden. 0-50 kemisk analys. 50-200 TS.	
VATTENDJUP	91,5 m	
		

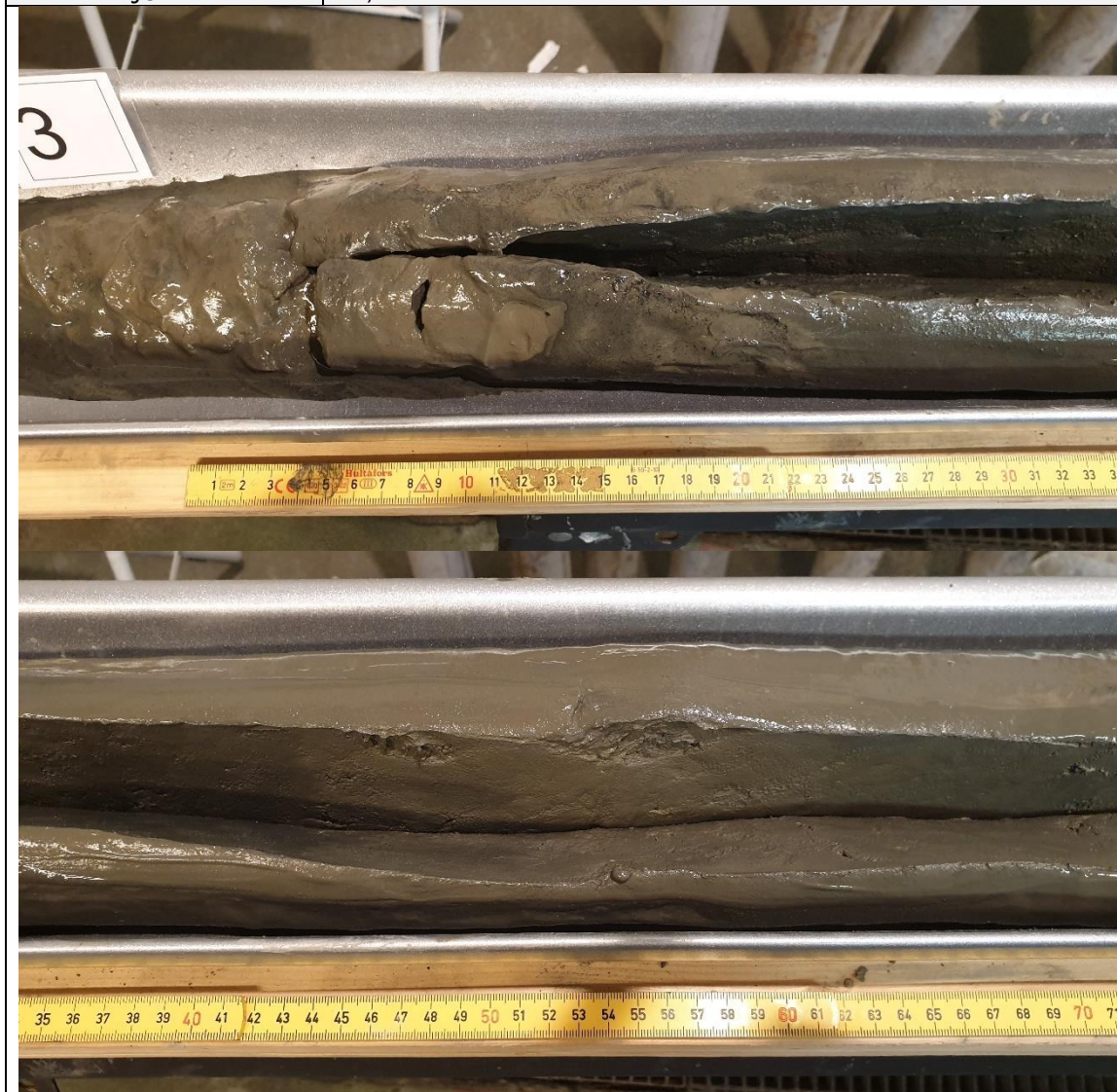


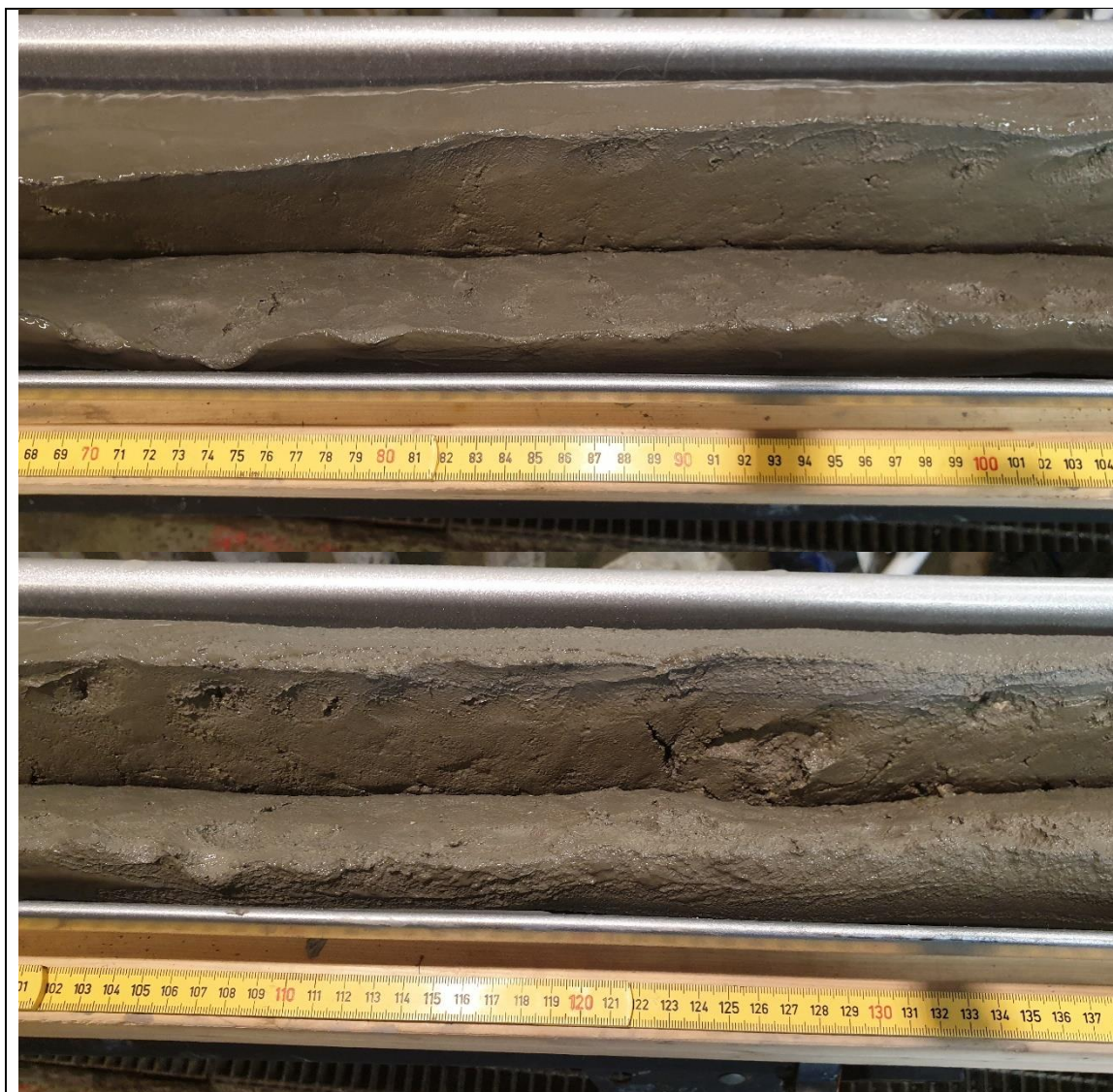


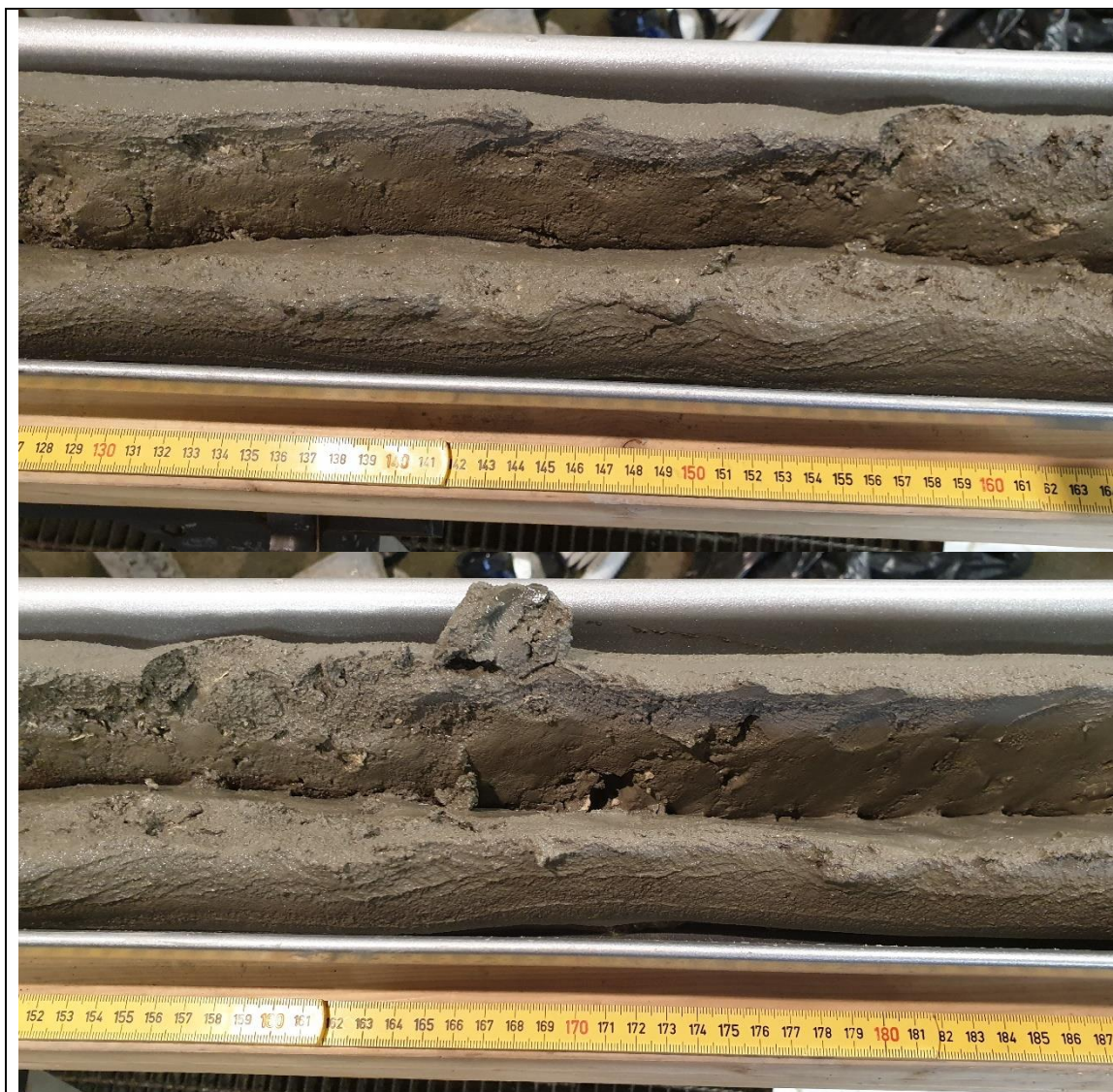


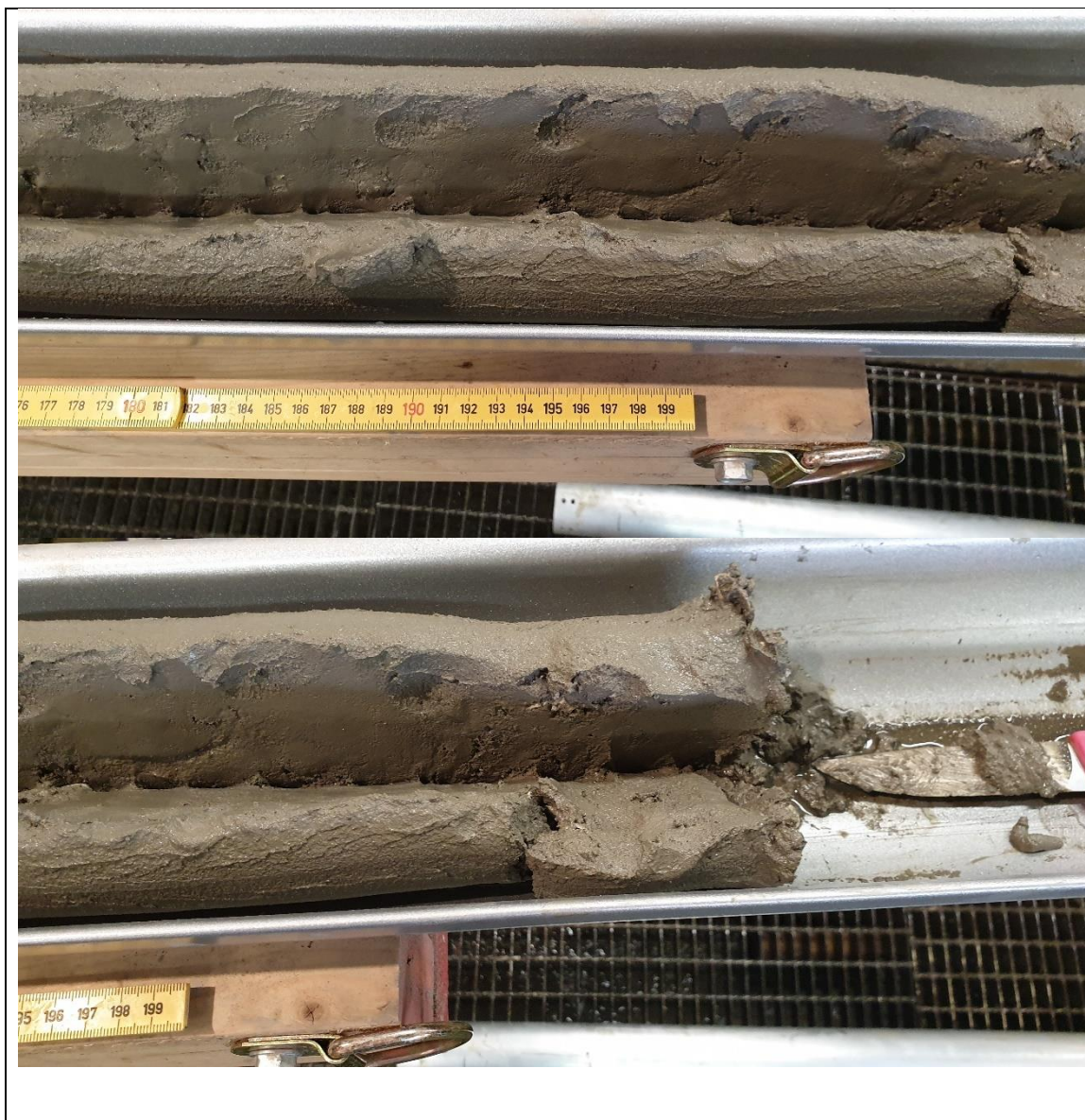
BOTTENNIVÅ

PROVPUNKT	SP03										
OBSERVATIONER	Helt prov: 220 cm										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivå (cm)</th> <th>Observation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Tunn ljusbrun oxiderad yta</td> </tr> <tr> <td>0-70</td> <td>Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H₂S.</td> </tr> <tr> <td>70-220</td> <td>Gradvis ökning av silt/sand. Snäcka i botten.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Notering: Underliggande nära hårdbotten</td> </tr> </tbody> </table>	Nivå (cm)	Observation	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta	0-70	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.	70-220	Gradvis ökning av silt/sand. Snäcka i botten.		Notering: Underliggande nära hårdbotten
Nivå (cm)	Observation										
0	Tunn ljusbrun oxiderad yta										
0-70	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.										
70-220	Gradvis ökning av silt/sand. Snäcka i botten.										
	Notering: Underliggande nära hårdbotten										
UTTAGNA PROVER	0-2, 20-22, 40-42										
VATTENDJUP	87,3 m										



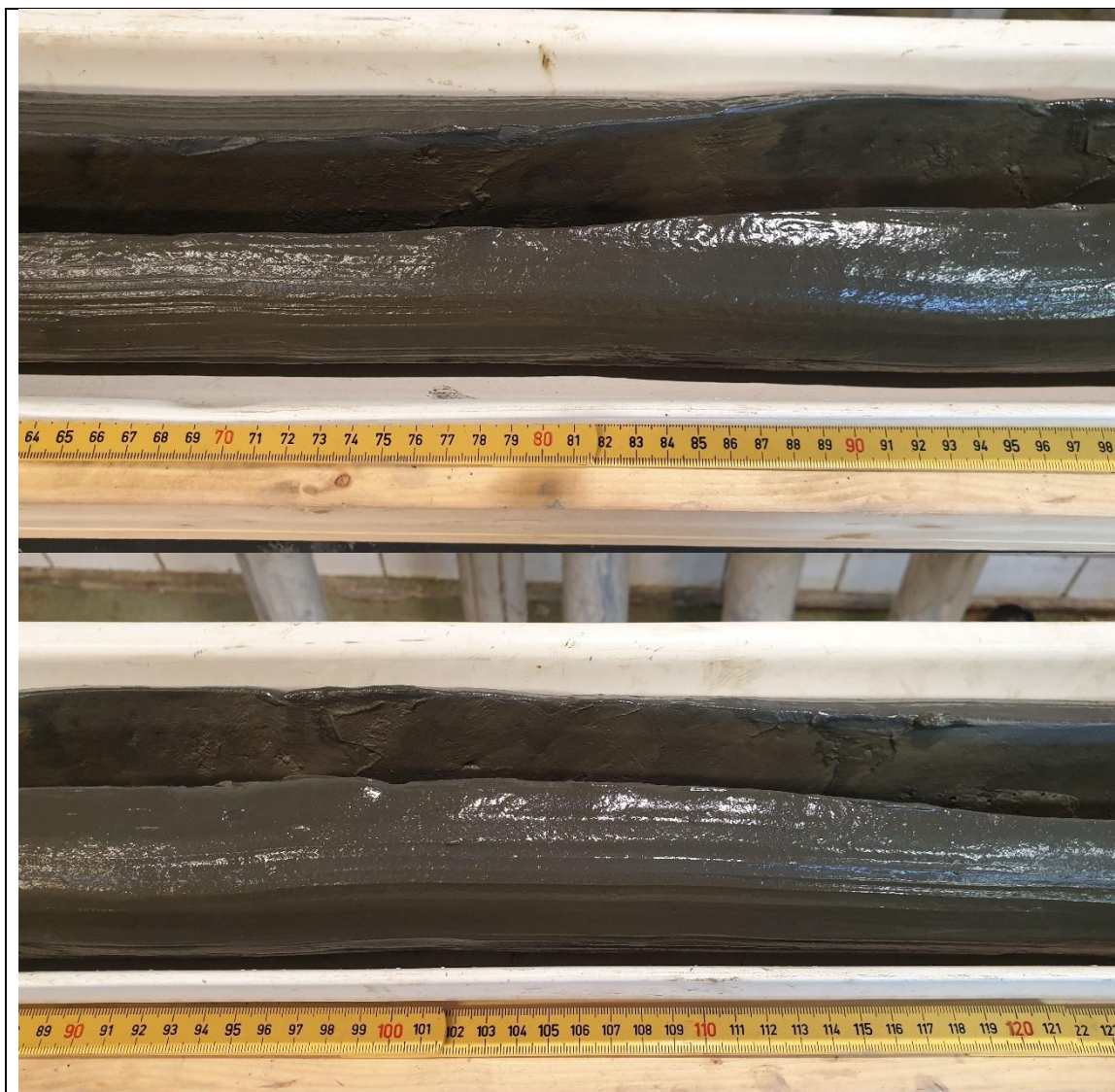


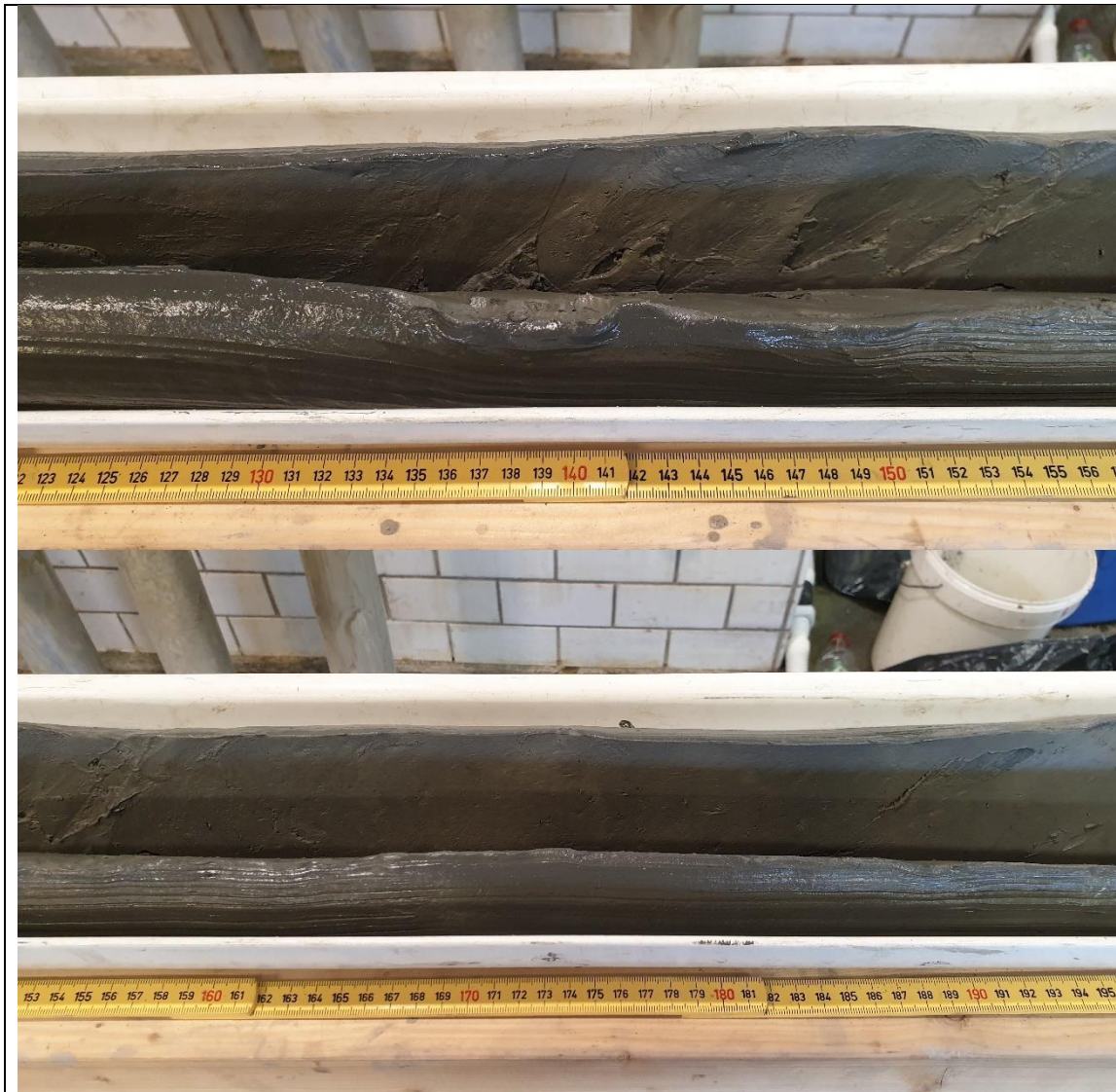




PROVPUNKT	SP04	
OBSERVATIONER	Helt prov: 243 cm	
	Nivå (cm)	Observation
	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta.
	0-200	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.
	200-243	Glacial lera, sand, grus sten.
	Notering: 0-50 cm generellt kladdigare än övrigt prov.	
UTTAGNA PROVER	Var 10:e cm. 0-50 kemanalys. 50-200 TS.	
VATTENDJUP	83,7 m	



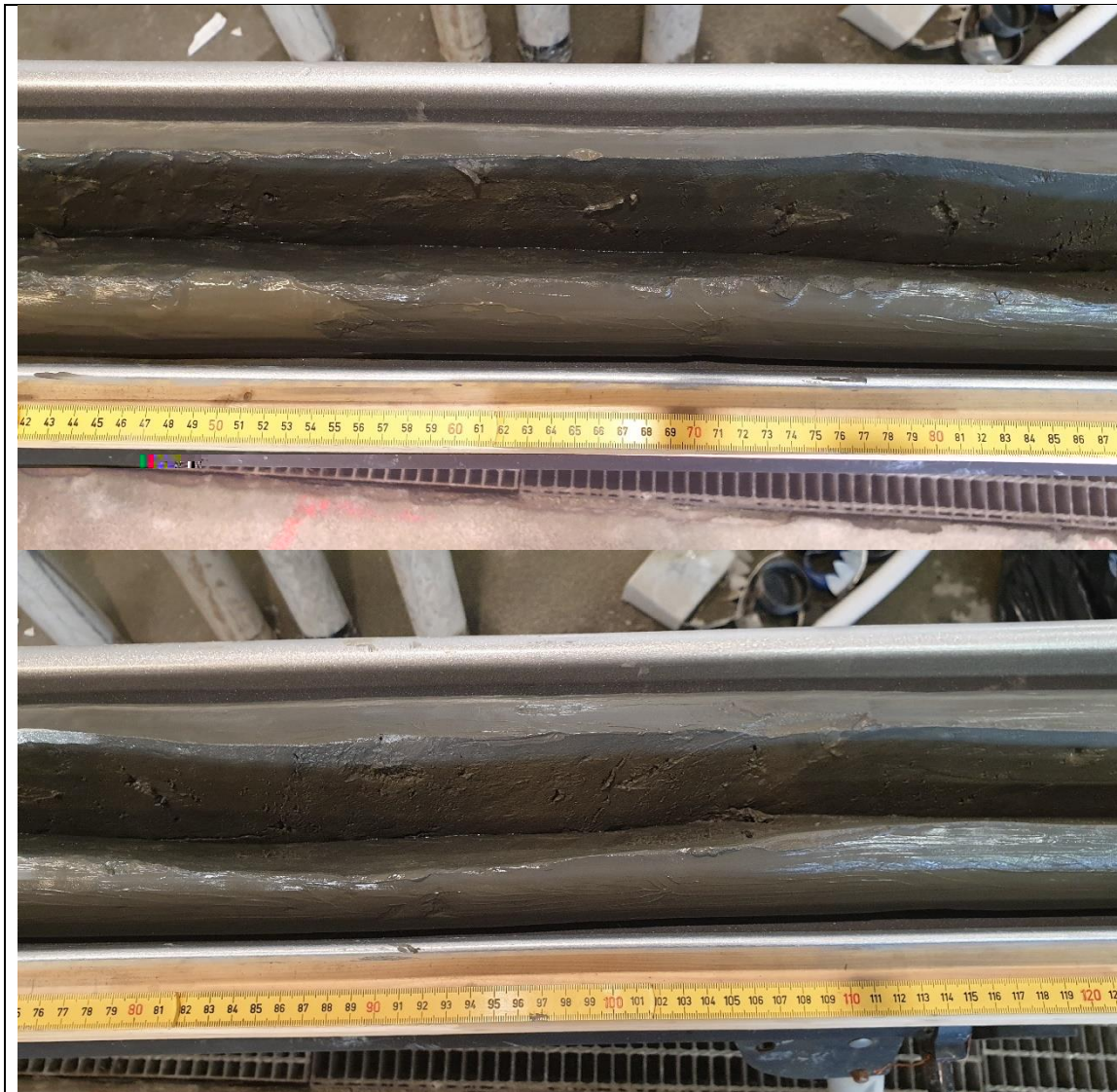


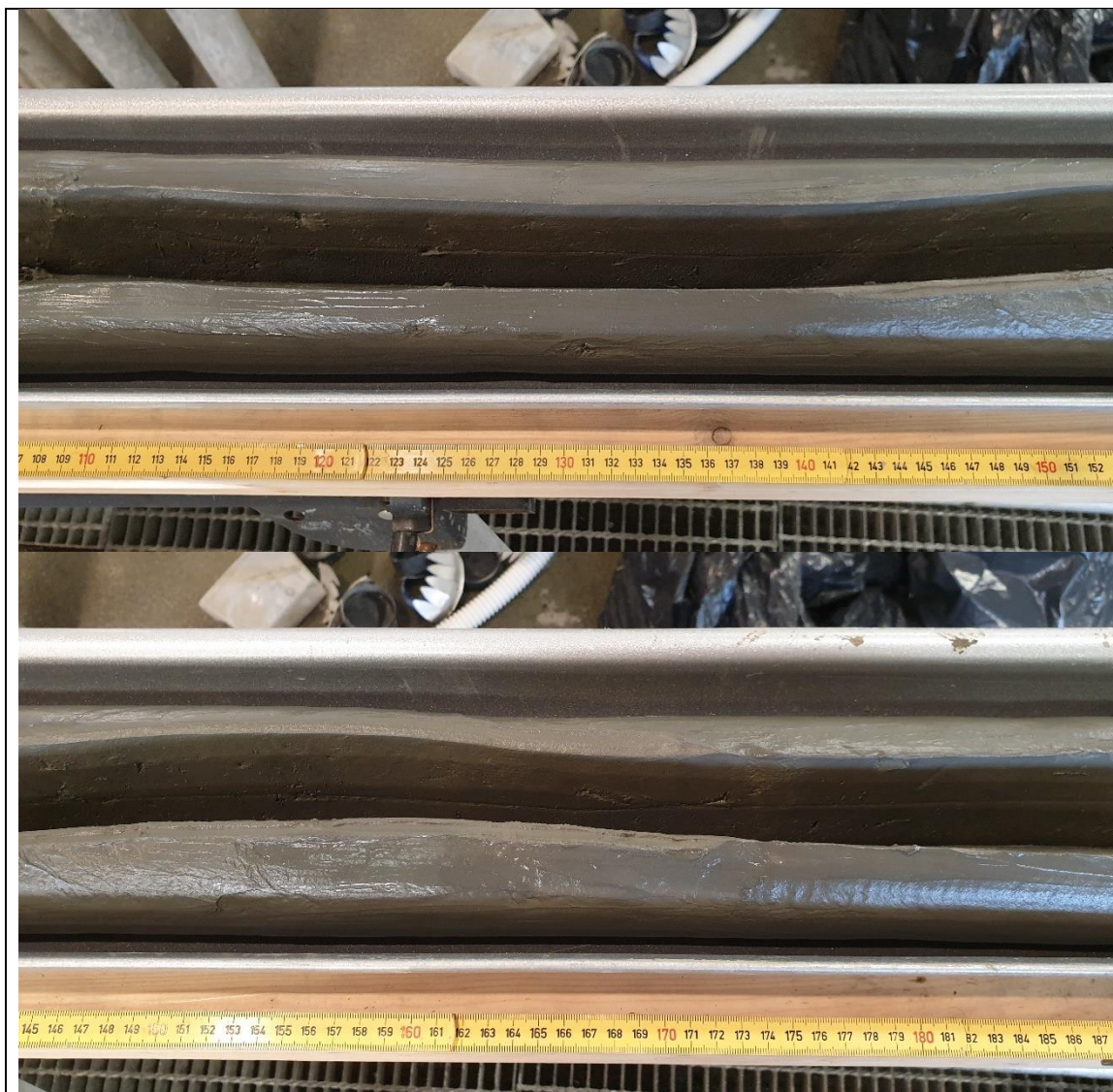




PROVPUNKT	SP05	
OBSERVATIONER	Helt prov: 245 cm	
	Nivå (cm)	Observation
	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta.
	0-200	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.
	200-245	Glacial mera fast lera, sand, grus sten.
UTTAGNA PROVER	Identisk med SP04- inga prover uttagna.	
VATTENDJUP	83,1 m	

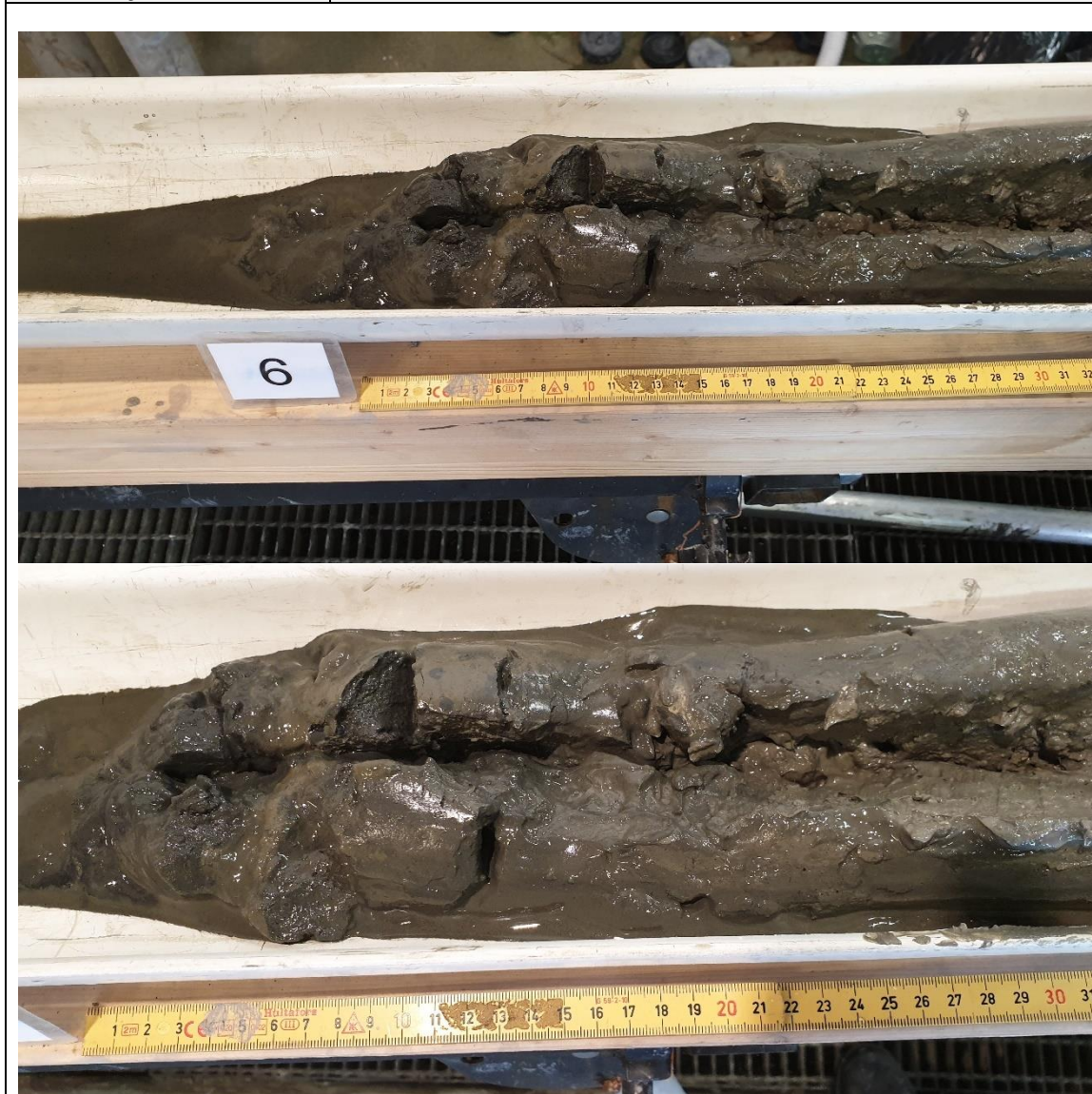


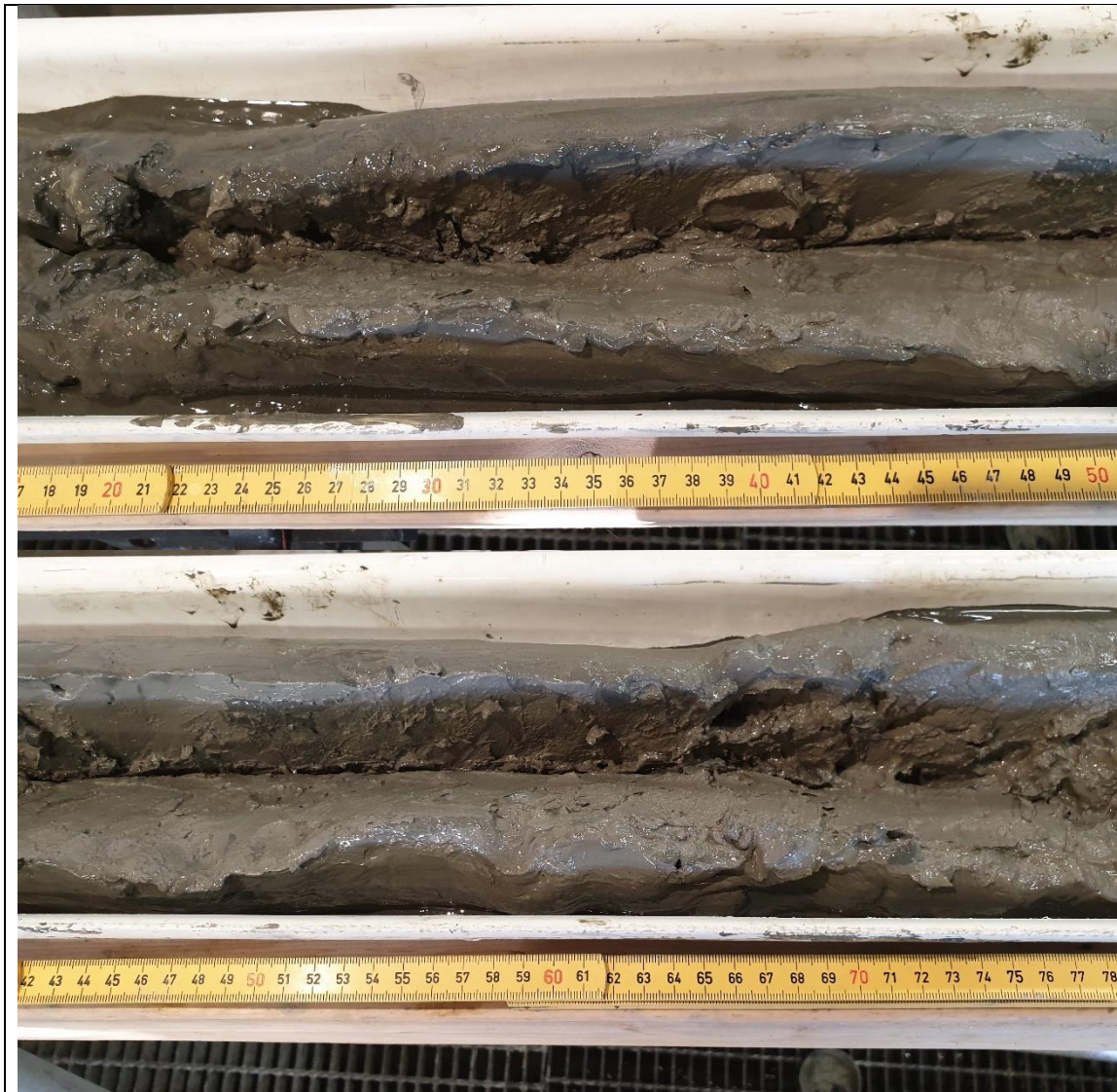






PROVPUNKT	SP06	
OBSERVATIONER	Helt prov: 90 cm	
	Nivå (cm)	Observation
	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta
	0-40	Mörkgrå gyttjelera, H ₂ S-lukt, övergång till fastare lera med större innehåll av sand
	40-90	Fastare, fm glacial lera med innehåll av sand och sten.
UTTAGNA PROVER	0-2, 20-22, 40-42	
VATTENDJUP	83 m	

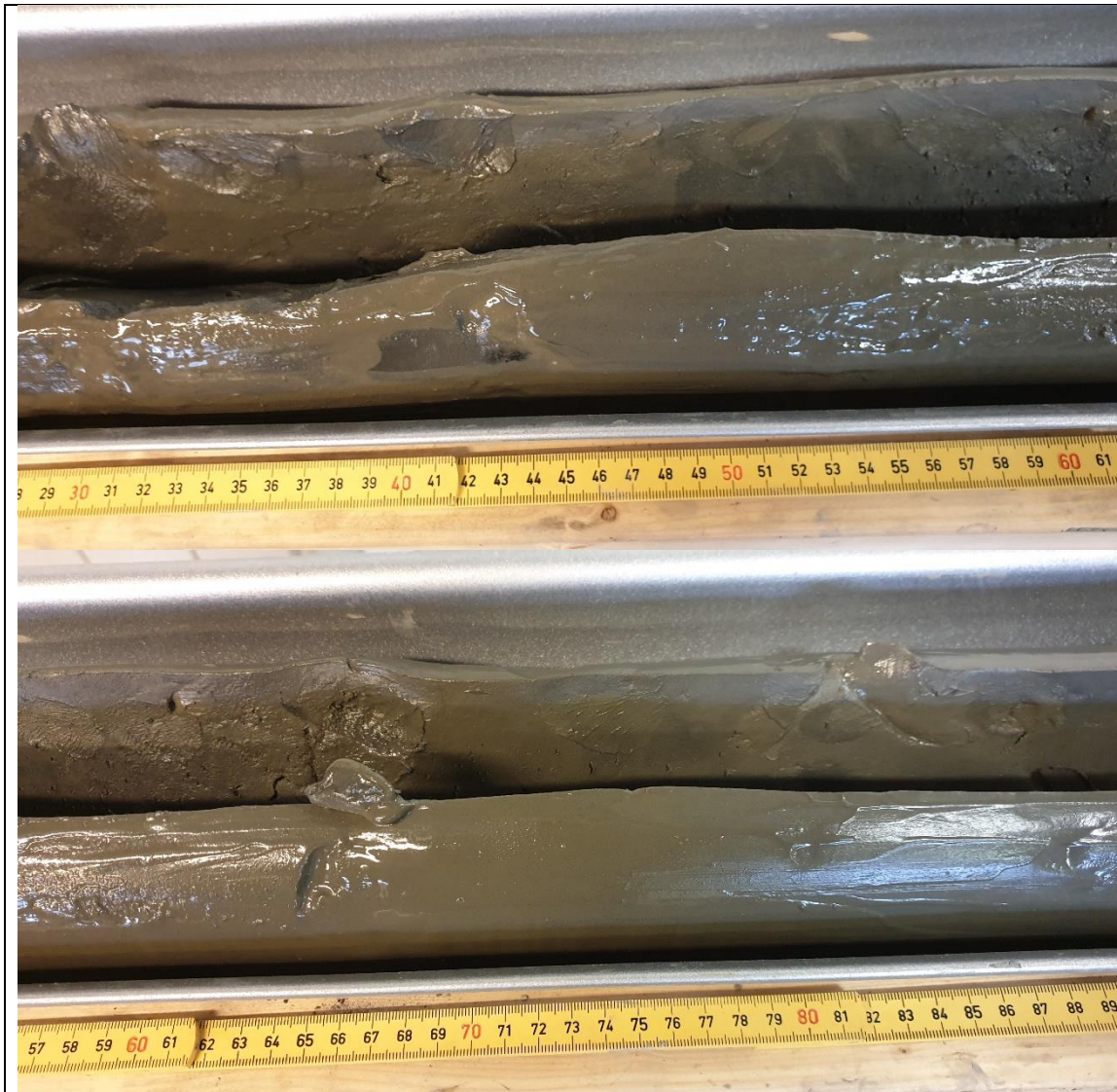


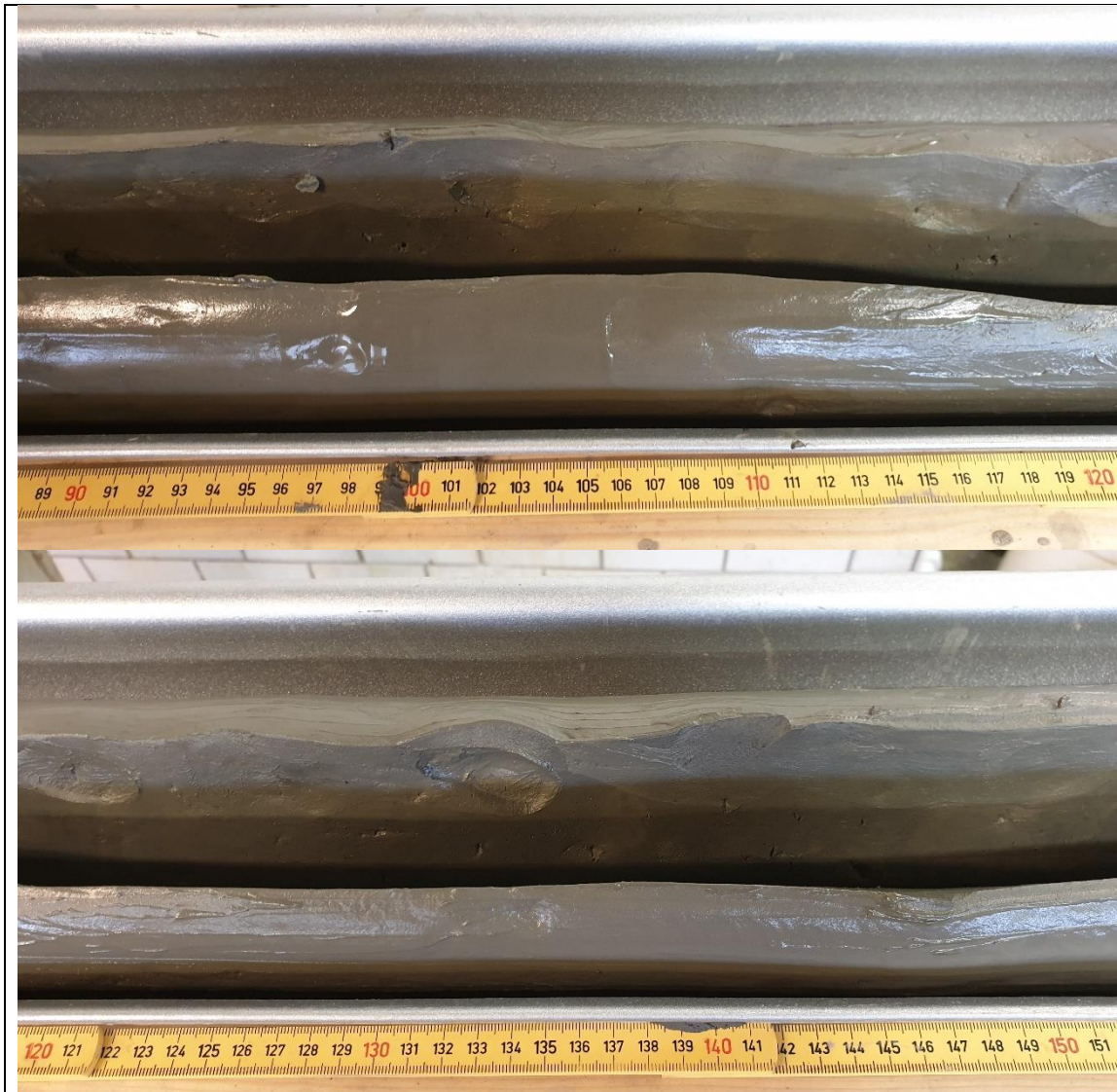


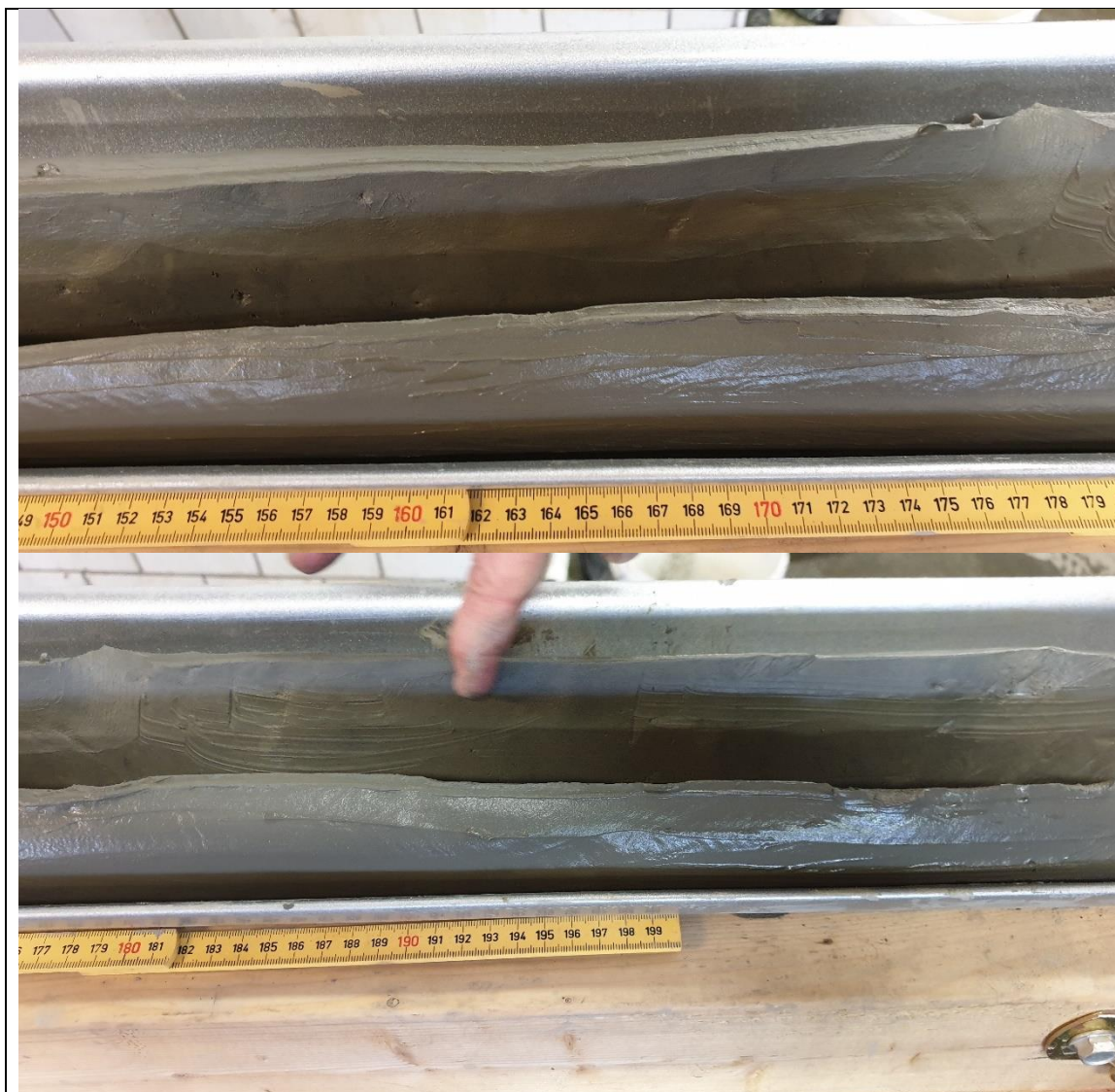


PROVPUNKT	SP07								
OBSERVATIONER	Hel kärna: 220 cm								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivå (cm)</th> <th>Observation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Tunn ljusbrun oxiderad yta</td> </tr> <tr> <td>0-200</td> <td>Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H₂S.</td> </tr> <tr> <td>200-220</td> <td>Fastare lera med inslag av sand. Fm glacial.</td> </tr> </tbody> </table>	Nivå (cm)	Observation	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta	0-200	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.	200-220	Fastare lera med inslag av sand. Fm glacial.
	Nivå (cm)	Observation							
	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta							
0-200	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.								
200-220	Fastare lera med inslag av sand. Fm glacial.								
UTTAGNA PROVER	Var 10:e cm. 0-50 kemprov. 50-200 TS.								
VATTENDJUP	73,3 m								











PROVPUNKT	SP08	
OBSERVATIONER	Helt prov: 248 cm	
	Nivå (m)	Observation
	0	Tunn ljusbrun oxiderad yta
	0-200	Mörkgrå till gråbrun homogen postglacial gyttjelera. Lös i ytan, gradvis ökande konsolideringsgrad med djupet. Lukt av H ₂ S.
	200-248	Fastare lera med inslag av sand. Fm glacial.
UTTAGNA PROVER	Inga uttagna prover. Identiskt med SP07	
VATTENDJUP	73,5 m	



