BILAGA 12-K-A BOTTENUTREDNING KRING SJÖLUNDA AVLOPPSRENINGSVERK BEFINTLIGA UTSLÄPPSPUNKTER

MAXIMA
Projekt tillstånd
Tillståndshandling
Miljöbalken

2026-03-11 **Version 3.0**

Titel: Bilaga 12-K-a Bottenutredning kring Sjölunda avloppsreningsverk befintliga utsläppspunkter

Status: Version 3.0

Kontaktperson: Lena Hellberg, Maxima, VA SYD

Dokumenttyp: Kompletteringshandling

Dokument-ID: 8178-TH-MB-KOMPL-Omtag 2-01-K-a-BU-001

Upprättad av: WSP Sverige AB

Författare: Nadine Krupinski

Datum: 2021-04-16

Reviderad av: WSP Sverige AB

Författare: Erica Svensson, Lisa Lindberg och Peter Jonsson

Utgåva: 3.0

Datum: 2026-03-11

Revisionshistorik i tabell

Datum	Utgåva	Orsak till revidering	Utfört av
2026-03-11	3.0	Slutlig handling ny omfattning inklusive Lund, komplettering A	Erica Svensson, Lisa Lindberg och Peter Jonsson, WSP Sverige AB
2024-03-22	2.0	Slutversion - Referensrapport	Lisa Lindberg, Nadine Krupinski, Erica Svensson, Peter Jonsson, WSP Sverige AB
2021-04-16	1.0	Slutgiltig handling - Referensrapport	Nadine Krupinski, WSP Sverige AB

Innehållsförteckning

1 Syfte och bakgrund 3
1.1 Bakgrund 3
1.2 Beskrivning av utredning 3
2 Förutsättningar 4
2.1 Utsläpp till vatten 4
3 Metod 5
3.1 Provtagningsplan 5
3.2 Provtagning 7
3.3 Analyser 7
3.4 Sjömätning, Multibeam echosounder 8
3.4.1 Bakgrund för mätning 8
3.4.2 Utförande 8
3.5 Analys av resultat 10
3.5.1 Värdering och analys av sedimentgeokemiska resultat 10
3.5.2 Värdering och analys av bottenfauna data 11
4 Resultat och diskussion 12
4.1 Sjömätning, Multibeam 12
4.2 Sedimentgeokemi 15
4.2.1 Riktvärden 19
4.2.2 Påverkanssammanfattning 21
4.3 Bottenfauna 22
5 Slutsatser 24
5.1 Multibeam echosounder (flerstråligt ekolod) 24
5.2 Sedimentgeokemi 24
5.3 Bottenfauna 24
6 Referenser 25
6.1 Lagstiftning och föreskrifter 25

1 Syfte och bakgrund

1.1 Bakgrund

VA SYD är ett politiskt styrt kommunalförbund som med sex kommuner och över en halv miljon kunder är en av Sveriges största VA- och avfallsorganisationer.

Avloppsreningssystemet MAXIMA är VA SYDs satsning på en ny regional infrastruktur för avloppsrening i kommunerna Burlöv, Lomma, Lund och Malmö. Systemet ska även rena avloppsvatten från Bara och Klågerup i Svedala kommun samt Hjärup i Staffanstorps kommun, som sedan tidigare är anslutna till Sjölunda avloppsreningsverk. Det är en av regionens största infrastruktursatsningar i närtid och en viktig förutsättning för att tillväxtregionen Sydvästra Skåne ska kunna fortsätta växa. Med en gemensam lösning möter VA SYD behovet av utbyggnad och modernisering av avloppsreningen i kommunerna, värnar närliggande vattenmiljöer och möjliggör växande städer.

De delar av avloppsreningssystemet MAXIMA som ingår i tillståndsansökan är ett ut- och ombyggt Sjölunda avloppsreningsverk i Malmös utkant intill Öresund med nya utloppsledningar i Öresund, en ny stor pumpstation vid Sjölunda avloppsreningsverk och två avloppstunnlar. Avloppstunnel Söder sträcker sig under Malmö mellan Turbinen och Sjölunda avloppsreningsverk och Avloppstunnel Norr mellan Källby i Lund och Sjölunda avloppsreningsverk. Överföringsledningar och nödvändiga pumpstationer för att ansluta Bjärred och Borgeby till avloppsreningsverket är en del av MAXIMA men ingår inte i tillståndsansökan.

1.2 Beskrivning av utredning

I föreliggande rapport redovisas utredning av Sjölunda avloppsreningsverkets miljöpåverkan på havsbotten gällande sedimentföroreningar, bottenfauna och morfologiska förändringar i bottenstruktur vid befintliga utsläppspunkter i Lommabukten.

Syftet är att klargöra om det finns skillnader i sedimentföroreningar, bottenfaunasamhället och bottenstruktur lokalt i anslutning till utloppet (utsläppsområdet) i jämförelse med opåverkade områden i Lommabukten (referensområdet). Aktuellt område ses nedan i Figur 1-1.

Figur 1-1 Översiktskarta över Lommabukten och utsläppspunkterna (ledningar i röd, utsläppet i lila på ledningarnas slut) för Sjölunda avloppsreningsverkets renade vatten.

2 Förutsättningar

2.1 Utsläpp till vatten

Sjölunda avloppsreningsverk släpper, enligt befintligt tillstånd, renat avloppsvatten till Lommabukten. Sjölunda togs i drift i 1963 och har cirka 300 000 personer anslutna. Verket tar idag emot avloppsvatten från större delen av Malmö stad samt Burlöv och delar av kommunerna Lomma, Staffanstorp och Svedala, och släpper ut cirka 1200 l/s vatten idag.

Sjölunda har två utloppsledningar som sträcker sig nordväst från avloppsreningsverket. Utloppsledningarna består av en äldre ledning som benämns södra ledningen, 2159 meter lång, respektive norra ledningen, 2565 meter lång. Vattnet släpps ut via dysor som utgör de sista 100 (södra) och 80 meter (norra) av ledningarna. Dysorna är placerade var tionde meter på den södra ledningen (tio dysor) och varje 15 meter på norra ledningen (sex dysor). Allt renat avloppsvatten släpps ut i Lommabukten på botten vid cirka tio meter vattendjup, drygt två kilometer från avloppsreningsverket nordväst om Malmös oljehamn (Figur 1-1, Figur 3-1). Sjölunda avloppsreningsverks möjliga påverkan på havsbotten har inte undersökts tidigare.

3 Metod

Utredningen har genomförts i tre olika moment:

1. Provtagningsplan
2. Provtagning och sjömätning
3. Analys

3.1 Provtagningsplan

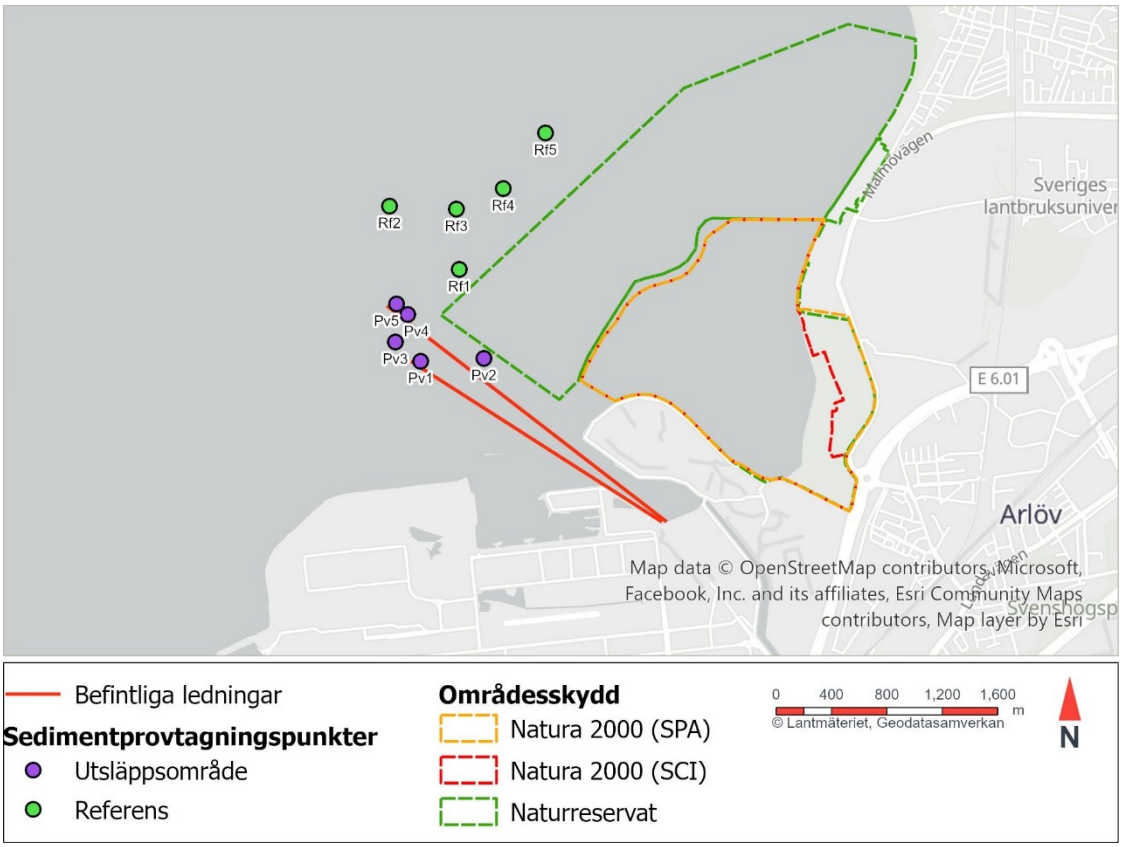
Utsläppspunkterna från Sjölunda avloppsreningsverk är belägen i sydöstra delen av Lommabukten, cirka 2,2 och 2,6 kilometer nordväst om Sjölunda avloppsreningsverk (Figur 1-1, Figur 3-1). Strax nordost om Sjölunda avloppsreningsverk mynnar Sege å i Malmö hamnområde. Åns flöde utgör ett utsläpp av sötvatten till bukten som kan påverka bland annat bottenfauna och sediment. Därför är det viktigt att undersöka provpunkter som främst ligger inom ett möjligt påverkansområde av Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp, men huvudsakligen utanför Sege ås påverkansområde för att kunna bedöma Sjölunda avloppsreningsverks eventuella miljöpåverkan på havsbotten.

För att möjliggöra analys av skillnader i bottenfaunasamhället och sedimentföroreningar inom och utanför utsläppsområdet togs det fram en provtagningsplan genom en geografisk analys. Utsläppsområdet med möjlig påverkan avgränsades geografiskt med utgångspunkt i modellering av utspädning och spridning av Sjölunda avloppsreningsverks utsläppsvatten, se Figur 3-2 (DHI, 2025). Beräkningsmodellen som visar utspädning och spridning av Sjölunda avloppsreningsverks utsläppsvatten har justerats flertal gånger under åren med ny mät- och klimatdata för att den ska vara aktuell. Bottenutredningen har därför uppdaterats utifrån den senaste beräkningsmodellen för att ge en samstämmig bild av spridningsplymen. Målet var att finna fem positioner i närheten av utsläppspunkterna som kan jämföras med fem positioner inom ett referensområde som inte berörs i betydlig utsträckning av Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp. Fem positioner i varje grupp är att föredra för att ha tillräckliga underlag för en statistisk jämförelse (HVMFS 2019:25).

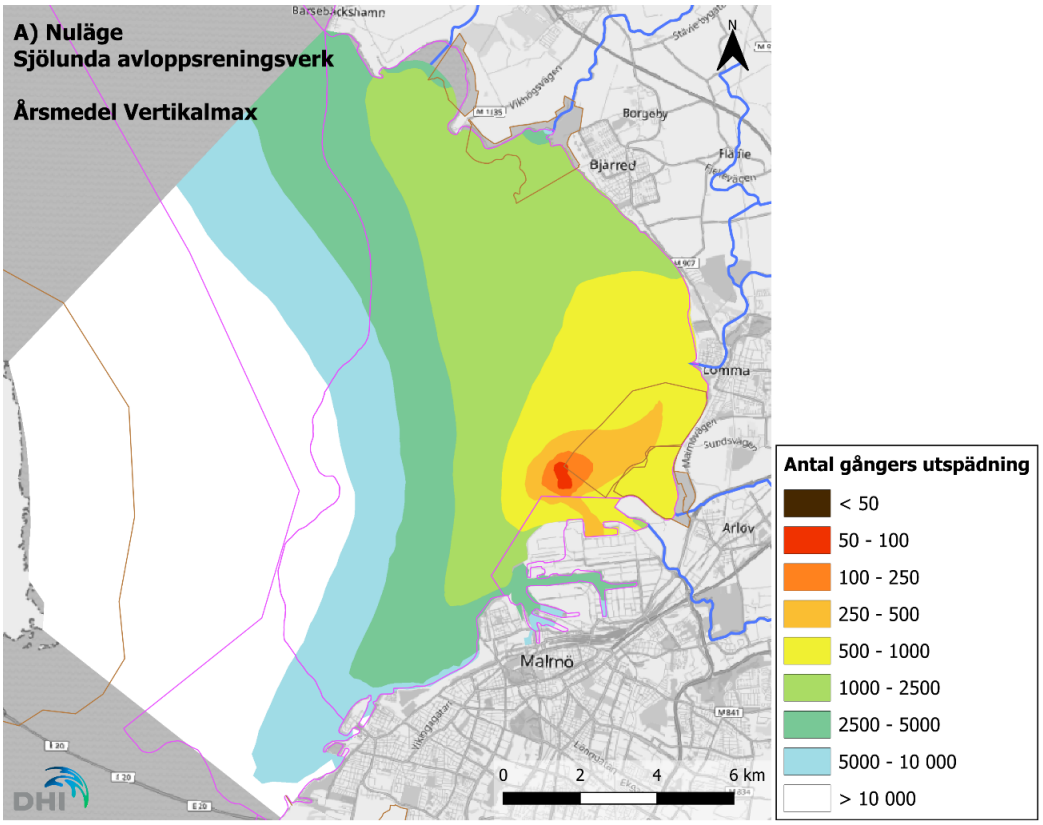
Val av provpunkterna baserades på modellerade påverkansområdet och annan underlagsinformation såsom substrat, djupförhållanden, och exponeringsgrad. Information om substrat och strömexponeringsgrad hämtades från SGU:s maringeologiska bakgrundskarta (SGU, 2021), medan djupförhållanden togs från sjökortet (Sjöfartsverket, 2021).

Baserat på underlagsinformationen valdes provpunkter vid utsläppsområdet nära Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp (med ett avstånd av cirka 50–320 m) där det förväntades mjukt sediment och samma vattendjup som vid utsläppspunkterna. Provpunkterna (Pv1-Pv5) ligger även i Sjölunda avloppsreningsverks utsläppsplym som följer de nordostriktade strömmarna i Lommabukten, se Figur 3-2. Mjukt sediment är viktigt för att det ska kunna tas upp av bottenhuggaren, och eftersom det bäst speglar vilken deposition av föroreningar som förekommer i området. Samtidigt valdes referenspunkter i så stor utsträckning som möjligt med liknande förutsättningar som provpunkterna vid utsläppsområdet, det vill säga liknande djup- och substrat- och strömförhållanden.

Figur 3-1 Översiktskarta med lokalisering av Sjölunda avloppsreningsverks utloppsledningar och två kategorier av sedimentprovtagningspunkter (prov vid utsläppsområdet (Pv) och referensprov (Rf)).



Figur 3-2 Medelutspädning för ett spårämne som följer med det renade avloppsvattnet från Sjölunda avloppsreningsverk, nuläge. Årsmedelvärde av minsta utspädning sett till hela djupet. Vattenförekomsterna anges med rosa linjer och naturskyddsområden med bruna.



3.2 Provtagning

Prover delas upp i två grupper: bottenutredningsprover (tio styck, fem prov vid utsläppsområdet (Pv) och fem referensprover (Rf).

Undersökningen av sedimentgeokemi (föroreningsanalys) och bottenfauna gjordes i tio prover (prover Pv1-5 och Rf1-5) med en van Veen-huggare med 0,1 m^2 yta (25 kg, 30x30 cm). Två hugg gjordes per lokal till cirka 20 cm sedimentdjup: ett helt hugg användes till bottenfauna och ett till sedimentgeokemi. Dessa prover togs 2020-12-08. Bottenfaunaproven sållades med 1 mm maskvidd, bottenfauna spritades med etanol och transporterades till kontor för bestämning av antal arter och antal individer samt biomassa (våtvikt) per art. Provmaterialet från hugget för sedimentgeokemi delades upp i analysburkar och transporterades kylda till laboratoriet. Vädret vid provtagning var molnig 5–8°C med vind 3–6 m/s.

3.3 Analyser

Samtliga sedimentprover analyserades med avseende på total organiskt kol (TOC), glödförlust, torrsubstans, tungmetaller, och PAH. Prover förvarades i provkärl från laboratoriet för avsedd analys och transporterades i enlighet med laboratoriets krav. Alla prover sparades i tre månader. Certifierade analyser har utförts av Synlab A&S (nu SGS).

3.4 Sjömätning, Multibeam echosounder

3.4.1 Bakgrund för mätning

Vid sjömätningarna har båten Sephia, en 6,5 meter lång båt av typ Quicksilver 675 Pilot House, använts som plattform, se Figur 3-3.

Ett uttalat syfte med sjömätningen av botten har varit att ta fram en 3D karta av havsbotten med syfte att bedöma om eller var Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp av renat avloppsvatten kan ha påverkat bottenstruktur, batymetri (bottentopografi) eller hårdhet.

Karteringen har utförts med en flerstrålig-ekolod (multibeam echosounder, MBES) kopplat till en Real Time Kinetic (RTK) baserad positionering. Nätverks-RTK innebär att ett antal permanenta referensstationer samverkar för att ge användaren tillgång till sömlös RTK-mätning med jämförbar kvalitet i hela täckningsområdet. Det innebär att MBES-mätningarna som utförs från exempelvis en båt som rör sig kontinuerligt kompenseras för båtens rörelser. Ekolodet skapar en bild av havsbottenytan genom ett punktmoln som kan interpoleras till en yta. Varje datapunkt i punktmolnet innehåller information om position i x, y och z koordinat tillsammans med information om hur stark signalen som kommer tillbaka till ekolodet är. Styrkan i signalen kan sedan användas för att beräkna hårdheten på substratet som också presenteras i kartbilder (backscatter).

Ett avancerat flerstrålig-ekolod (MBES) av typ R2sonic 2020 används för insamling av högupplösta djupdata i punktformat. Resulterande punktmoln utgör ingångsdata för beräkning av en 3D-modell som återger de batymetriska förhållandena i undersökningsområdet.

Ekolodet arbetar med ett frekvensomfång på 200 - 450 kHz. Data i denna utredning är insamlade i 300 kHz. Positionering sker med ett kopplat system (Applanix PosMV SurfMaster) mellan RTK-stödd GNSS-mottagare (satellitpositionering) och rörelsesensor (Applanix IMU) för att kompensera mätbåtens rörelser i vattnet. Noggrannheten på den batymetriska inmätningen är på centimeternivå och uppfyller Transportstyrelsen samt Sjöfartsverkets standard FSIS-44.

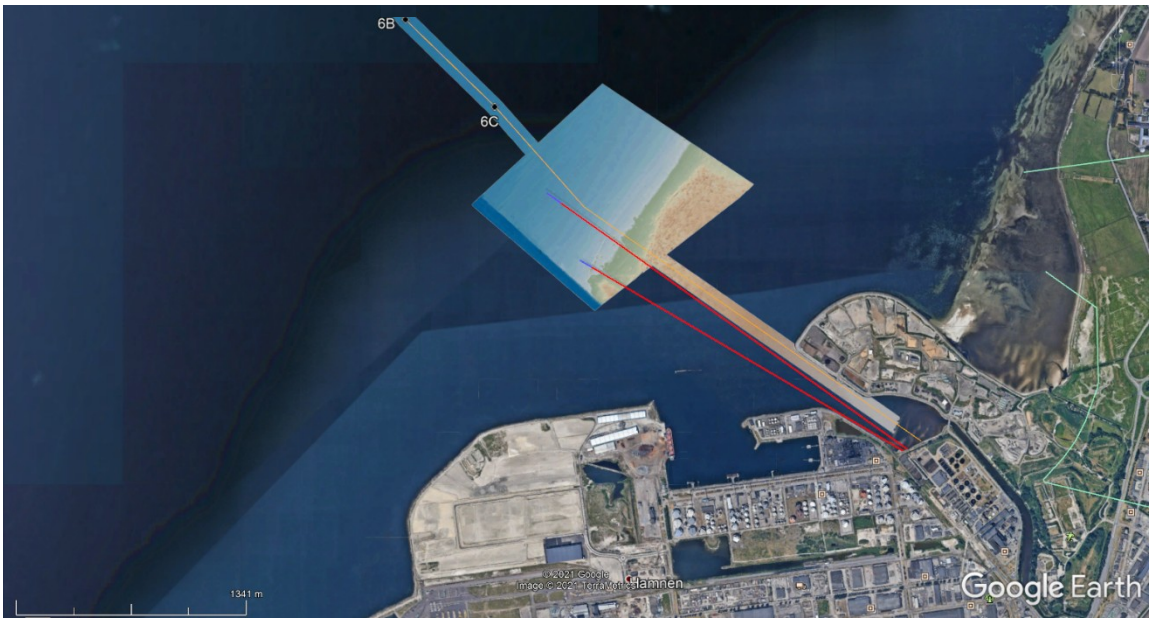
3.4.2 Utförande

MBES mätningen utfördes i två överlappande områden utanför Sjölunda avloppsreningsverk. Undersökningsområde 1 var en 1x1 kilometer fyrkant, nordost från Sjölunda avloppsreningsverks utsläppspunkter från norra och södra ledningar. Syftet med mätningen utförd i område 1 var att bedöma huruvida Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp har påverkat bottenstruktur, höjd och hårdhet. Undersökningsområde 2 var en 5 kilometer lång och 100 meter bred korridor ut från land mot nordväst till central-södra Lommabukten där framtida utloppsledningar planeras anläggas (området går genom ovannämnde 1x1 kilometer fyrkanten). Syfte med område 2 var att undersöka bottenstruktur längs planerade utloppsledning (Figur 3-4).

MBES-mätning genomfördes utanför Sjölunda ARV 2021-01-19 till 2021-01-20 klockan 13:30-07:00. Vädret var molnig och 2–7 °C med sydväst vind 6–8 meter per sekund mellan kl. 13:30-22:30, och 8–10 meter per sekund efter kl. 22:30.

Figur 3-3 Båten Sephia som använts vid sjömätningen och som dykplattform.

Figur 3-4 Undersökningsområde för MBES omkring befintliga ledningar (i röd, med utsläppsområden i lila) och planerade ledningen (i gul, med P6B och P6C som slutpunktalternativen). Färgskalan visar batymetriresultat från MBES undersökning, där ljusgrå-brun är grunt och blå är djup.



3.5 Analys av resultat

3.5.1 Värdering och analys av sedimentgeokemiska resultat

För att bedöma om halterna av vissa ämnen utgör en risk för bottenlevande organismer krävs en jämförelse med effektbaserade riktvärden. Dessa riktvärden indikerar vid vilka nivåer toxiska effekter på organismer kan börja påvisas på grund av halter av olika ämnen. Inom svenska föreskrifter anges effektbaserade riktvärden i Havs- och vattenmyndighetensföreskrift ”Klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten” (HVMFS 2019:25), parametrar med riktvärden för matrisen sediment redovisas i HVMFS 2019:25. För många ämnen i HVMFS 2019:25 finns dock ännu inga riktvärden för sediment (klassgränser som anges till exempel av Naturvårdsverket för sediment är inte effektbaserade, utan innebär en bedömning av om halterna är låga eller höga i förhållande till övriga prover och säger ingenting om risk för negativa effekter på miljön). Riktvärden för sediment i Sveriges HVMFS 2019:25 anges bara för fem ämnen bland de 35 som analyserats i prover från aktuell undersökning. Därför måste också andra källor för riktvärden användas. En annan källa som kan användas är gränsvärden från Norska Miljödirektoratet (M-608, år 2020), där gränsvärden finns för de flesta av de analyserade ämnena. Dessa värden är också effektbaserade och indikerar vid vilka föroreningsnivåer negativa effekter på organismer kan påvisas.

Av Miljödirektoratet (2020) delas halter av alla behandlade ämnen in i en fem-klassad effekt-baserad skala (från I=Bakgrundshalt, II=God, III=Moderat, IV=Dålig, V=Mycket dålig, Tabell 3-1).

Övre gränsen av klass II (God) motsvarar en internationell miljökvalitetsstandard som kallas Annual Average Environmental Quality Standards (AA-EQS), vilket motsvarar gränsen där kroniska effekter vid långtidsexponering detekteras i organismer. Övre gränsen av klass III (Moderat) motsvarar en internationell miljökvalitetsstandard som kallas MAC-QS, vilket motsvara gränsen där akut toxiska effekter vid korttidsexponering detekteras i organismer. Jämförelse av halter från denna utrednings

sedimentprover utförs med HVMFS 2019:25 för de fem ämnen där riktvärden anges, och med Norska Miljödirektoratet (M-608, år 2020) för alla ämnen där riktvärden anges.

Tabell 3-1 Norska Miljödirektoratets (M-608, år 2020) effektbaserade klassificeringssystem

I Bakgrund	II God	III Moderat	IV Dålig	V Mycket dålig
Bakgrundsnivå	Inga toxiska effekter	Kroniska effekter av långvarig exponering	Akuta toxiska effekter från kortvarig exponering	Omfattande toxiska effekter
Övre gräns: bakgrund	Övre gräns: AA-QS, PNEC	Övre gräns: MAC-QS, $PNEC_{akut}$	Övre gräns: $PNEC_{akut}$* AF[1]	

Riktvärden för sediment gällande PAH och koppar i HVMFS 2019:25 baseras på halten av total organisk kol (TOC) i sedimentet. Detta betyder att dessa ämnens halter ska korrigeras för TOC halt före jämförelsen med jämförvärdet (värdena avser sediment med 5 % TOC, och vid avvikande kolhalt hos sedimentet multipliceras analyserad ämneshalt med förhållandet av 5 % TOC till uppmätt TOC i % (5/(uppmätt TOC, %)) före jämförelsen). För koppar ska även bakgrundshalter för sediment subtraheras från halten innan TOC korrigering (här används 20 mg/kg torrsubstans som bakgrundshalt för koppar (bakgrundshalt för sediment i kustvatten, Norska Miljödirekt., 2020)). Enligt HVMFS 2019:25 korrigeras inte bly och kadmium för TOC halt.

3.5.2 Värdering och analys av bottenfauna data

Värdering av resultatet från provtagningspunkterna vid utsläppsområdet och referensområdet (Pv- och Rf-prov) genomförs utifrån bedömningsgrunder i föreskrift HVMFS 2019:25 (Havs- och Vattenmyndigheten, 2013). Bottenfauna klassas utifrån ett BQIm-index (Benthic Quality Index) som baseras på tre parametrar: artsammansättning, antal arter och antal individer. Indexet varierar mellan 0 (döda bottnar) och cirka 22 (hög status). Utöver detta används ett t-test för att bedöma om BQIm resultaten mellan Pv och Rf skiljer sig statistisk.

4 Resultat och diskussion

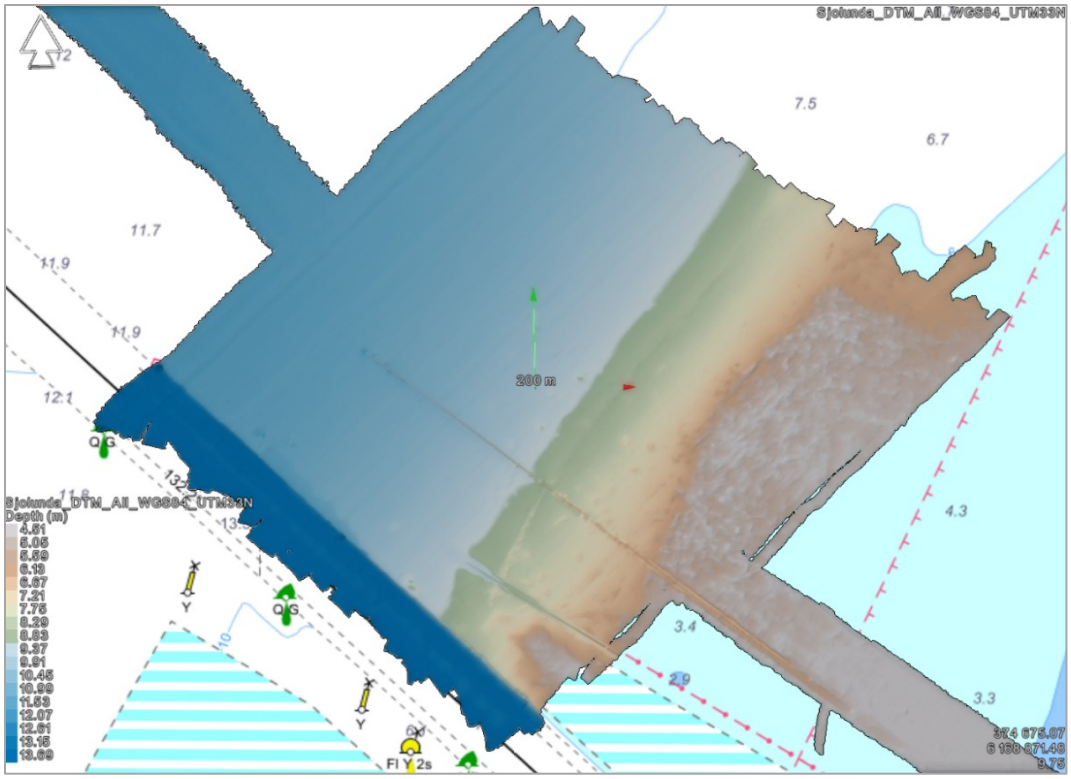
4.1 Sjömätning, Multibeam

Här redovisas multibeam echosounder (MBES) och backscatteranalys resultat för område 1, den 1 x 1 kilometer fyrkanten omkring och mot nordost från Sjölunda avloppsreningsverks utsläppspunkter från nuvarande ledningarna (Figur 4-1, Figur 4-2. Resultat från område 2 (längs planerade ledningen) redovisas inte i denna rapport.

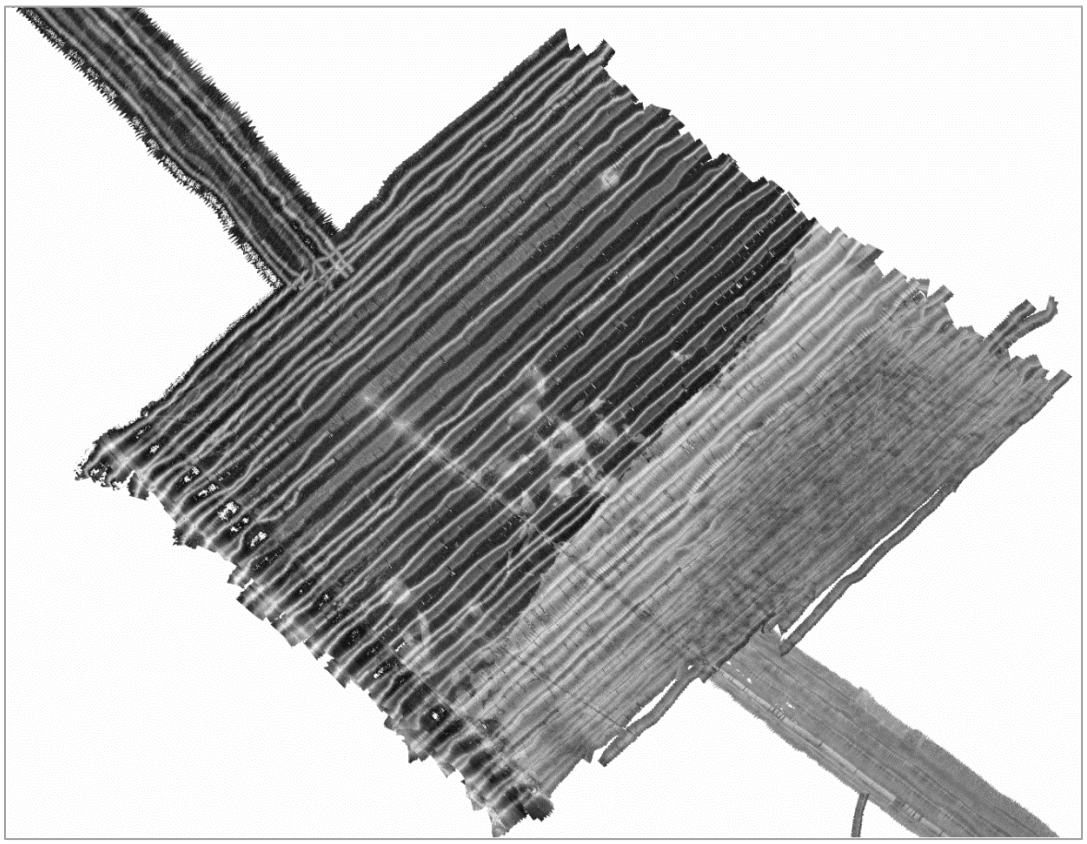
Baserad på MBES och backscatteranalys resultat bedöms det att Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp har medfört en mycket liten fysisk påverkan på havsbotten gällande batymetri, bottenstruktur och bottenhårdhet. Den lilla påverkan som finns avtar inom ett kort avstånd (<15 m). Från MBES och backscatteranalys resultat ses inget som pekar på en omfattande avlagring från Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp.

I bottenutredningens undersökningsområde varierar djupet mellan cirka 4–12 m, och Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp sker i vattendjup mellan cirka 8–12 meter (Figur 4-1). Dessutom ingår en smal bit av farleden till Malmö hamn i västra delen av undersökningsområdet med maximaldjup 14 m. I sydöstra delen av undersökningsområdet där vattnet är som grundast förekommer en mer stenig/blockig botten, och nordväst finns två tydliga naturliga övergångar synliga till något mjukare botten med färre sten och block, och sedan hårdare men finkornig botten längs en tydlig naturlig nordost-sydvästlinje. Den naturliga nordost-sydvästlinje tolkas som en möjlig tidigare strandlinje, det vill säga en tidigare lägre havsnivå.

Figur 4-1 Detaljvy av batymetri i undersökningsområdet. Sjölunda avloppsreningsverks utloppsledningar syns i sydvästra delen av mätområdet. Utsläpp sker inom cirka de sista 100 meter av varje ledning. I färgskalan visar olika djup i olika färger, den går från ljusgrå-brun (grunt) till blått (djupt). Skalan i figuren går från 4,51 meter till 13,69 meter.



Figur 4-2 Backscatteranalys av batymetridata i bottenutredningens undersökningsområde. Ljus färg visar mjukare botten medan mörk färg visar hårdare botten. Parallella nordost-sydvästlinjerna över hela området är mätbåtens körlinjer och visar inte någon skillnad i bottenhårdhet. Sjölunda avloppsreningsverks utloppsledningar syns i sydvästra delen av mätområdet.

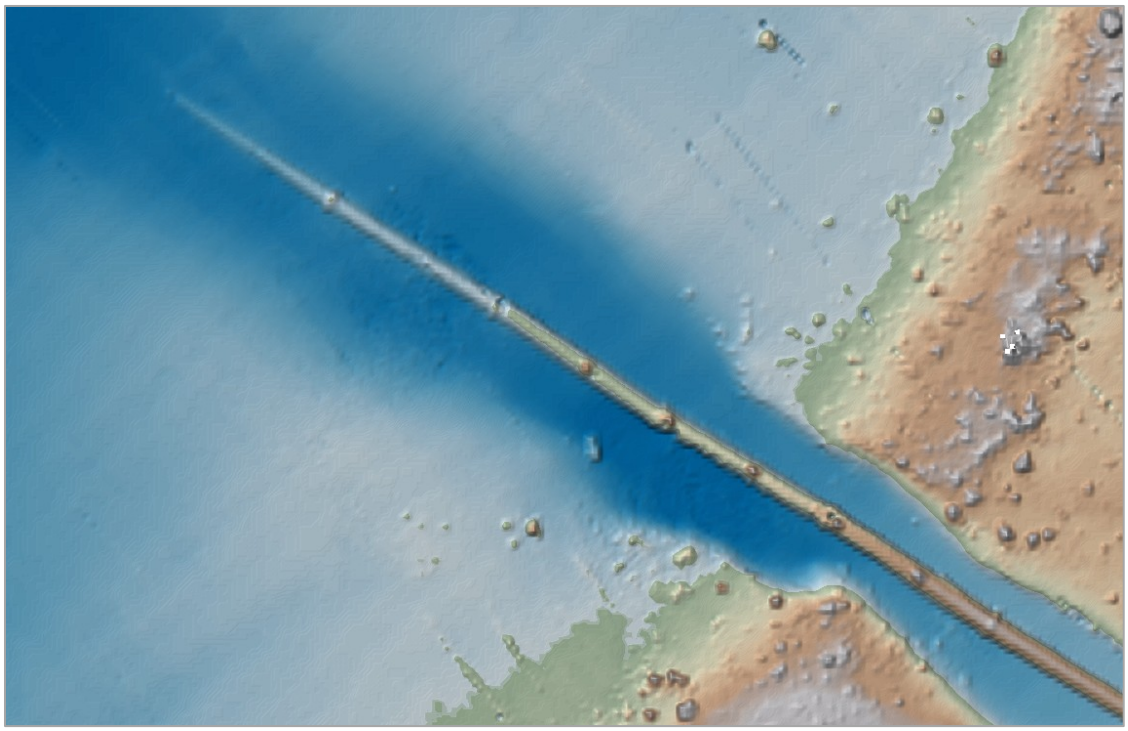


I Figur 4-3 och Figur 4-4 visas in-zoomade bilder över Sjölunda avloppsreningsverks utsläppspunkter med MBES-baserad batymetri. I MBES-vyn av södra ledningen ser man tydligt de flesta av de tio uppåtriktade toppdysorna med cirka tio meter avstånd där vattnet släpps ut (Figur 4-3). Den södra (äldre) utloppsledningens utsläpp visar inga tydliga anomalier avseende batymetri, bottenstruktur eller bottenhårdhet i MBES eller backscatter-analysdata.

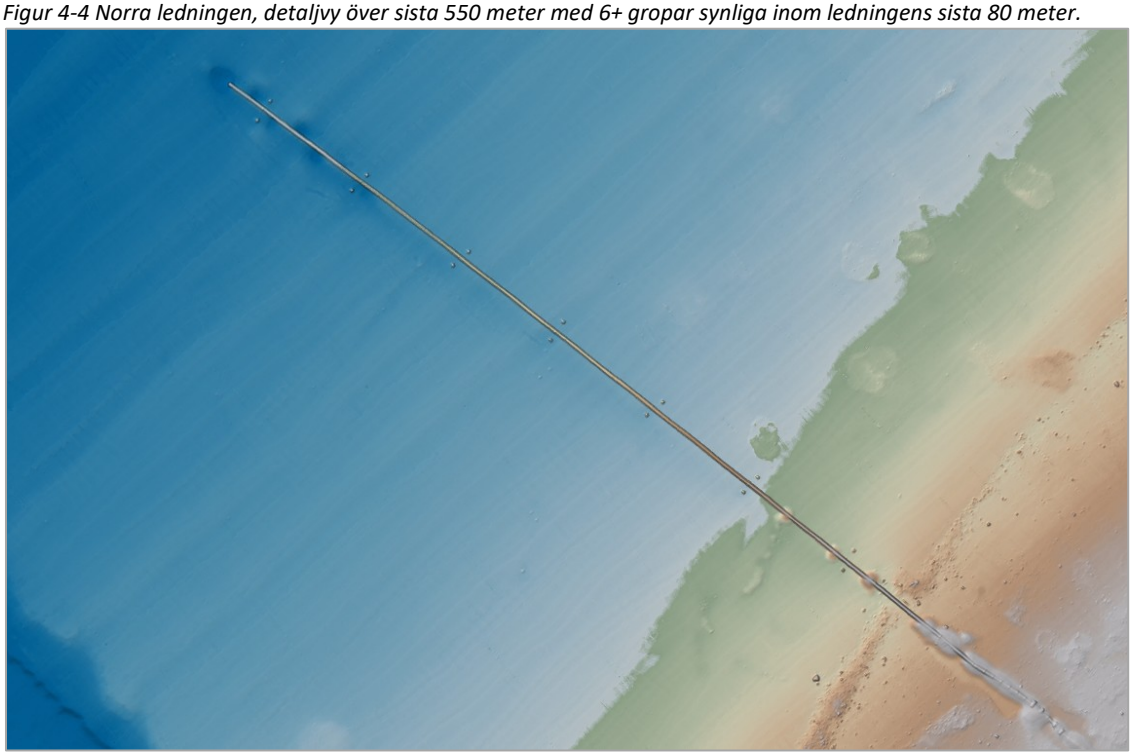
Norra ledningen har sex sidodysor med cirka 15 meter avstånd som pekar alternerande åt nordost och sydväst (Figur 4-4). Norra ledningens dysor är dock inte lika tydliga i MBES-vyn som södra ledningen. Inom ledningens sista cirka 80 meter där utsläppsdysorna är placerade förekommer tydliga mindre anomalier i bottenstruktur som består av fem till sex grunda gropar av 3–10 meter bredd på alternerande norr- och sydsida. Dessa bedöms utgöra erosionsgropar bildade av vattenutsläppet från sidodysorna. Ingen eller väldig liten skillnad i bottenhårdhet syns i dessa gropar i backscatter (Figur 4-2). Utanför cirka 15 meter avstånd från norra ledningen syns inga förändringar i bottenstruktur eller bottenhårdhet i MBES eller backscatter resultat.

Backscatter data visar en skillnad i bottnens hårdhet längs båda utloppsledningarna (Figur 4-2), där det förekommer mjukare sediment än i området utanför. Det är dock svårt att bedöma om detta mjukare sediment härrör från omblandning av bottensediment när ledningarna placerades, naturlig sedimentation, eller sedimentation av slam från Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp. På vissa avsnitt längs ledningarna förekommer mer mjukt sediment på ledningarnas nordost sida än sydvästsidan, vilket tolkas som en naturlig sedimentation på ledningarnas läsida på grund av nordostriktade strömmar.

Figur 4-3 Södra ledningen, detaljvy över sista 115 meter med 10 toppdysor synliga inom ledningens sista 100 meter.

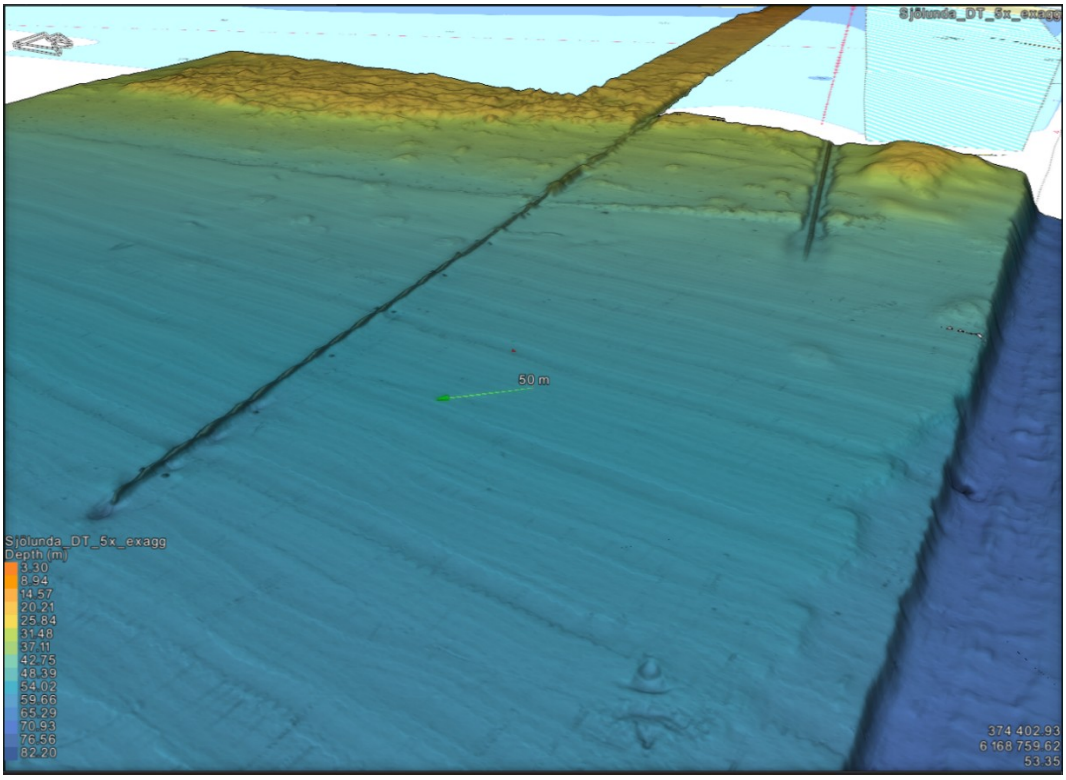


Figur 4-4 Norra ledningen, detaljvy över sista 550 meter med 6+ gropar synliga inom ledningens sista 80 meter.



Från den 3D-modell som tagits fram baserad på MBES-mätningarna med bottendata kan olika sidovyer över utsläppsområden tas fram. Ett exempel på en sidovy över utsläppsområdet med 3D-bild av batymetrin redovisas i Figur 4-5. Höjdskalan är fem gånger överdriven för att accentuera och lättare kunna urskilja olika anomalier i batymetrin.

Figur 4-5 En Digital Terrain Model (DTM) som visar batymetri (djup) i 3D baserad på MBES-mätningarna av havsbotten. Här visas en vy som tittar mot sydost över utsläppsområden samt Sjölundas norra och södra ledningar (5x överdriven z-skala).



4.2 Sedimentgeokemi

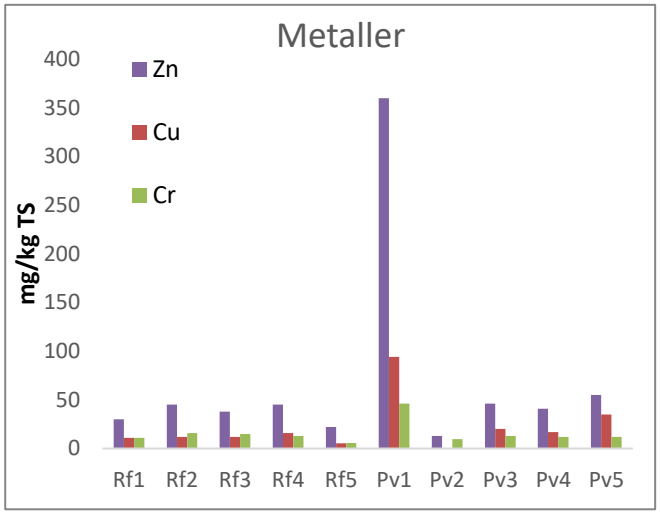
Sedimentbeskrivningarna för prov vid utsläppsområdet (Pv) och referensområdet (Rf) kan sammanfattas enligt följande: grå siltig sand med förekomst av musslor, dels med inslag av lera, och vanligtvis en brun-grå oxiderad sedimentyta. Alla prover förutom ett liknade varandra mycket i kornstorlek och sedimentbeskrivning (prov Pv2 hade en tydlig grövre kornstorlek jämfört med de andra proverna, och innehöll grov sand och grus).

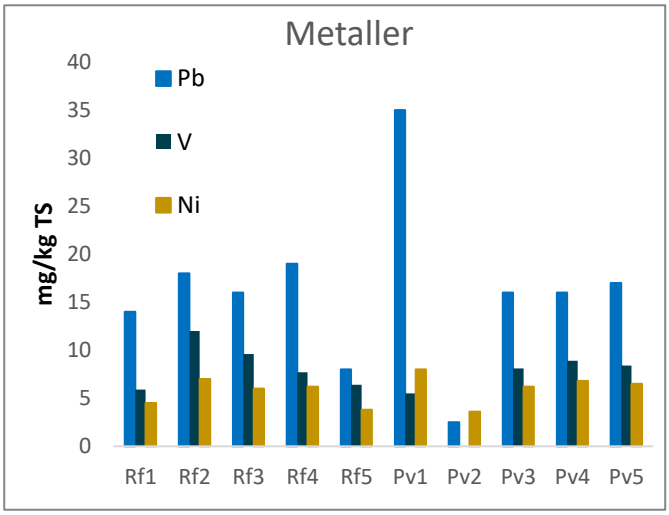
För proven vid utsläppsområdet och referensområdet utfördes analyser med avseende på tungmetaller, TOC, PAH, glödförlust, och torrsubstans. Samtliga analysresultat redovisas Tabell 4-1.

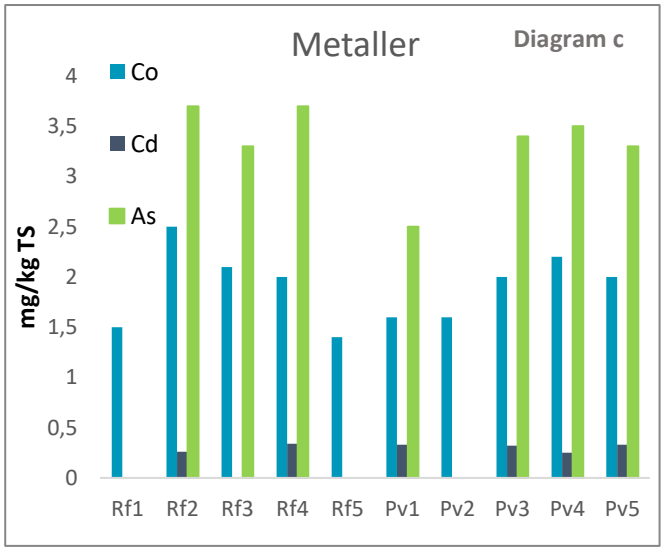
Ordet ”riktvärden” används nedan när båda HVMFS 2019:25 bedömningsgrunder/gränsvärden och under Norska Miljödirektoratets (2020) gränsvärden nämns tillsammans.

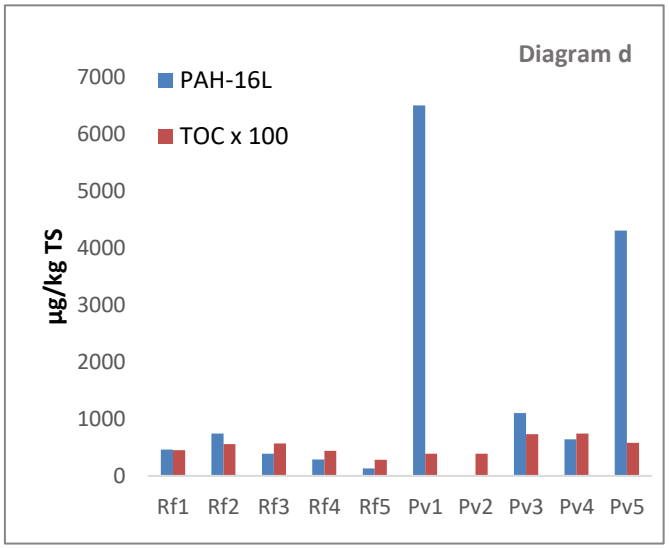
TOC halten är låg i alla prover (medelvärdet 0,5 %), dock är TOC i medelvärdet 20 % förhöjd i Pv proverna jämfört med Rf proverna (Figur 4-6).

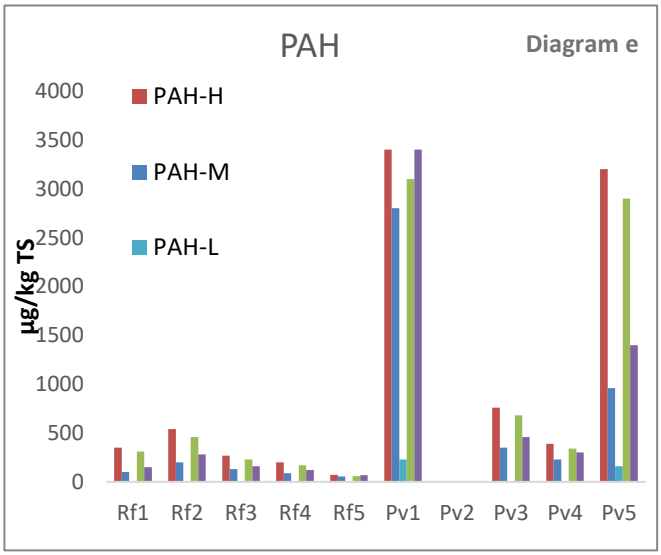
Figur 4-6 Analysresultat för metaller, PAH och TOC i prov vid utsläppsområdet (Pv) och referensprover (Rf). Diagram a redovisar metallerna kobolt, kadmium och arsenik, Diagram b redovisar metallerna bly, vanadin och nickel, Diagram c redovisar metallerna zink, koppar och krom, Diagram d redovisar PAH-16L och TOC och Diagram e redovisar PAH.











Tabell 4-1 Provresultat för samtliga sedimentprover från provtagning 2020-12-08 och 2021-01-21. Resultat som överskriver riktvärden från HVMFS 2019:25 visas i fetstil och med svart ram. Färgerna visar klassindelning enligt Norska Miljödirektoratet: Blå = Klass I =Bakgrundshalt, Grön = Klass II =God, Gul = Klass III =Moderat, Orange = Klass IV =Dålig, Röd = Klass V =Mycket dålig.

	Referensområde					Utsläppsområde					HVMFS 2019:25		Norska Miljødir. 2020
Provets märkning	**Rf1**	**Rf2**	**Rf3**	**Rf4**	**Rf5**	**Pv1**	**Pv2**	**Pv3**	**Pv4**	**Pv5**	**Bedömnings-grund**	**Gräns-värde**	**Gränsvärde, Klass II max**
Fysikaliska/kemiska egenskaper											*mg/kg torrsubstans*		
Glödgnings-förlust (% av TS)	1,9	2,6	2,4	2,1	1,7	2,7	1,1	2,7	3,1	3,4			
Glödgnings-rest (% av TS)	98,1	97,4	97,6	97,9	98,3	97,3	98,9	97,3	96,9	96,6			
Torrsubstans (%)	70,2	62,5	66,4	68,8	66,7	70,3	78,9	68,3	63,7	64,8			
TOC (% av TS)	0,45	0,56	0,57	0,44	0,28	0,39	0,39	0,73	0,74	0,58			
Metaller i fast material bestämda med ICP/AES (enhet för alla: mg/kg torrsubstans)													
Arsenik	<2,5	3,7	3,3	3,7	<2,5	2,5	<2,5	3,4	3,5	3,3			18
Bly	14	18	16	19	8	35	2,5	16	16	17		120	150
Kadmium	<0,2	0,26	<0,2	0,34	<0,2	0,33	<0,2	0,32	0,25	0,33		2,3	2,5
Kobolt	1,5	2,5	2,1	2	1,4	1,6	1,6	2	2,2	2			-
Krom	11	16	15	13	5,7	46	9,7	13	12	12			620
Koppar	11	12	12	16	5,3	94	<5	20	17	35			84
*Koppar, bakgrund & TOC korrigerad **	<52	<52	<52	<52	<52	**949**	<52	<52	<52	**129**	52		
Nickel	4,5	7	6	6,2	3,8	8	3,6	6,2	6,8	6,5			42
Vanadin	5,9	12	9,6	7,7	6,4	5,5	<5	8,1	8,9	8,4			-
Zink	30	45	38	45	22	360	13	46	41	55			139
Kvicksilver	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			0,52
Organiska miljöanalyser - Polyaromatiska föreningar (enhet för alla: µg/kg torrsubstans)													
Acenaften	<10	<10	<10	<10	<10	21	<10	<10	<10	30			96
Acenaftylen	<10	<10	<10	<10	<10	71	<10	18	<10	73			33
Naftalen	<10	<10	<10	<10	<10	140	<10	15	14	52			27
Antracen	<10	<10	<10	<10	<10	140	<10	14	<10	87			4,8

	Referensområde					Utsläppsområde					HVMFS 2019:25		Norska Miljødir. 2020
Provets märkning	**Rf1**	**Rf2**	**Rf3**	**Rf4**	**Rf5**	**Pv1**	**Pv2**	**Pv3**	**Pv4**	**Pv5**	**Bedömnings-grund**	**Gräns-värde**	**Gränsvärde, Klass II max**
Antracen, TOC korrigerad	<24	<24	<24	<24	<24	**1795**	<24	**96**	<24	**750**		24	
Fenantren	19	31	21	13	13	810	<10	71	53	170			780
Fluoranten	44	81	56	37	23	1000	<10	120	96	360			400
Fluoranten, TOC korrigerad	489	723	491	420	411	**12 821**	<2000	822	649	**3103**		2000	
Fluoren	<10	<10	<10	<10	<10	92	<10	12	<10	48			150
Pyren	42	93	52	37	19	800	<10	130	85	290			84
Benso(a)antracen	33	47	25	16	<10	440	<10	78	39	380			60
Benso(a)pyren	47	68	33	25	10	500	<10	110	49	510			183
Benso(b)fluoranten	80	130	61	53	21	720	<10	170	88	690			140
Benso(k)fluoranten	30	47	22	18	<10	280	<10	67	32	270			135
Benso(ghi)perylen	42	78	35	31	12	280	<10	78	48	320			84
Krysen + Trifenylen	55	63	42	26	14	730	<10	130	67	560		Krysen**	280
Dibens(a,h)antracen	15	22	11	<10	<10	120	<10	32	16	140			27
Indeno(1,2,3-cd)pyren	47	82	39	35	14	310	<10	91	52	350			63
PAH,summa cancerogena	310	460	230	170	59	3100	<20	680	340	2900			
PAH,summa övriga	150	280	160	120	67	3400	<50	460	300	1400			
PAH-H,summa	350	540	270	200	71	3400	<25	760	390	3200			
PAH-L,summa	<40	<40	<40	<40	<40	230	<40	<40	<40	160			
PAH-M,summa	100	200	130	87	55	2800	<15	350	230	960			
PAH16L summa 16 st	460	740	390	290	130	6500	<75	1100	640	4300			2000

* Som koppar bakgrundshalt användes 20 mg/kg torrsubstans (bakgrundshalt för sediment i kustvatten, Norska Miljödirekt., 2020).

** Ingen jämförelse utfört eftersom analysresultatet är en summa av två ämnen

4.2.1 Riktvärden

Halter av metaller i två av de tio proverna ligger under HVMFS 2019:25 bedömningsgrunder/gränsvärden och Norska Miljödirektoratets (2020) gränsvärden för klass I och II (inga toxiska effekter). HVMFS 2019:25 bedömningsgrund för *särskilda förorenande ämnen* (*SFÄ*) för kemisk ytvattenstatus överskrids för koppar i två prover (Pv1 och Pv5). Halterna av bly och kadmium överskrider inte HVMFS gränsvärden för *prioriterade ämnen* i något prov (Tabell 2). Miljödirektoratets gränsvärde för zink överskrids i prov Pv1, men inga andra metallers riktvärden överskrids i dessa prover. För kobolt och vanadin anges inga gränsvärden i Miljödirektoratet (2020) eller i HVMFS 2019:25. Pv1 och Pv5 ligger närmast Sjölunda avloppsreningsverks utsläppspunkter (inom 50 meter avstånd) av alla prover (Figur 3-1, Figur 4-7, Figur 4-8, Figur 4-9).

En jämförelse av PAH halterna med HVMFS 2019:25 gränsvärden kan utföras för de för de två ämnen där riktvärden anges. Denna jämförelse visar att bland PAH överskrids *prioriterade ämnen* gränsvärden för antracen i tre av tio proverna (Pv1, Pv3 och Pv5), och gränsvärden för fluoranten överskrids i två av tio proverna (Pv1 och Pv5, se Tabell 4-1).

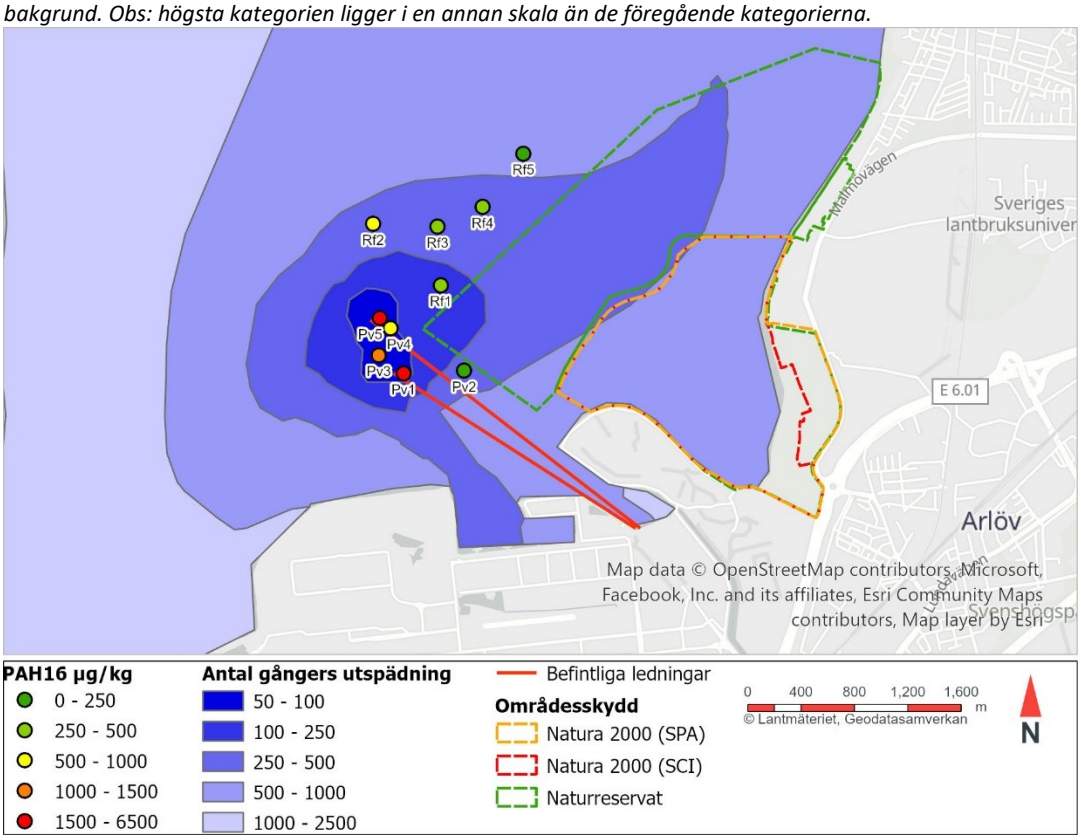
När halter av PAH i undersökta de proverna jämförs med Miljödirektoratets (2020) gränsvärden för klass I och II (inga toxiska effekter) överskrider två av 10 prover (Pv1 och Pv5) Miljödirektoratets gränsvärde för PAH16 (summan av 16 PAH ämnen), se Tabell 4-1. Dock överskrider vissa prover gränsvärden för många enskilda av dessa PAH ämnen: prover Pv1, Pv5 och Pv3 överskrider mellan 13 och sex av de 15 ämnen med gränsvärden, i fallande ordning.

Inget prov överskrider Miljödirektoratets (2020) gränsvärden för klass I och II för PAH ämnen acenaften och fluoren. Gränsvärdet för pyren överskrids i flest prover (fem av tio prov). Analysresultatet för krysen + trifenylen kan inte bedömas eftersom Miljödirektoratets (2020) gränsvärden anges bara för krysen och inte för summan av båda.

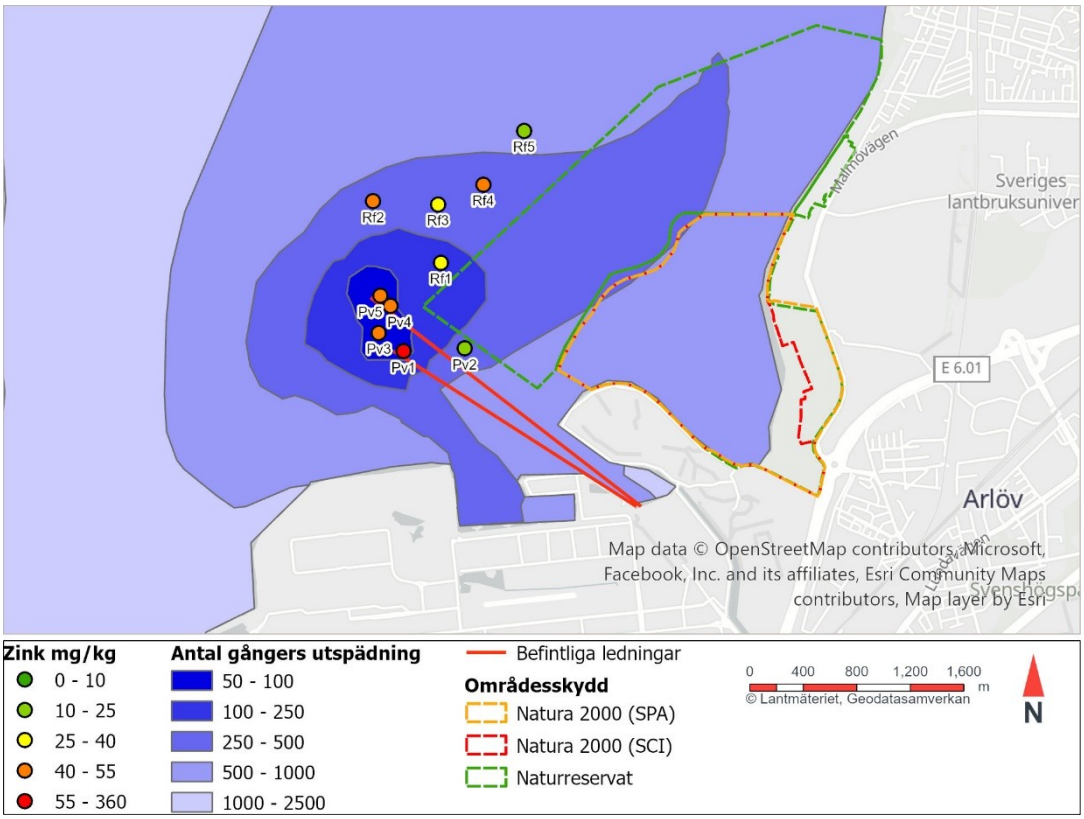
Prov Pv2 visar halter av alla uppmäta ämnen (metaller och PAH) i bakgrundsnivå (klass I) enligt Miljödirektoratet (2020). Detta beror troligtvis på grövre kornstorlek (sand och grus ackumulerar inte föroreningar lika lätt som finkornigt sediment).

När PAH resultat från dessa prover delas upp enligt molekylvikt i hög, medel, låg (PAH-H, PAH-M- PAH-L), cancerogena och övriga PAH, visar PAH-H, PAH-cancerogena och PAH-övriga de högsta halter, och PAH-L förekommer i låga halter i dessa prover (Figur 4-6, Tabell 4-1).

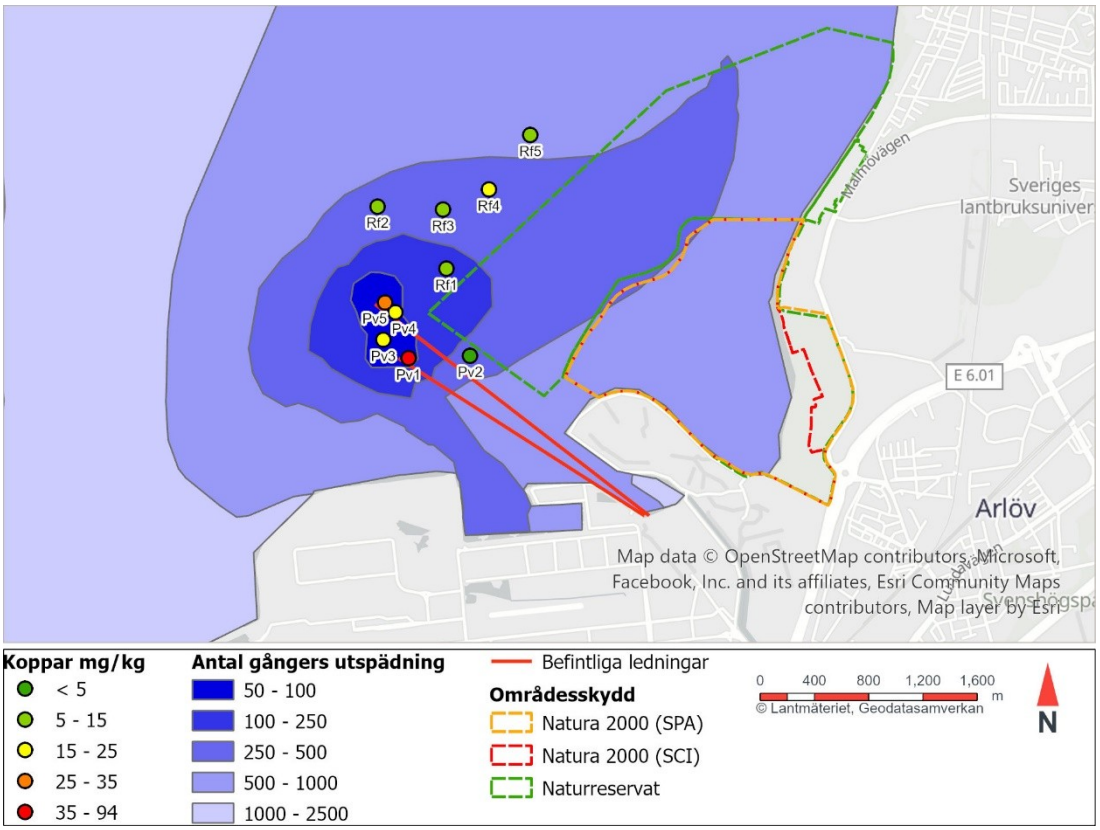
Figur 4-7 Kartvy av PAH-halter för alla prover med utspädning av Sjölunda avloppsreningsverks befintliga utsläpp som bakgrund. Obs: högsta kategorien ligger i en annan skala än de föregående kategorierna.



Figur 4-8 Kartvy av halter zink för alla prover med utspädning av Sjölunda avloppsreningsverks befintliga utsläpp som bakgrund. Obs: högsta kategorien ligger i en annan skala än de föregående kategorierna.



Figur 4-9 Kartvy av halter koppar för alla prover med utspädning av Sjölunda avloppsreningsverks befintliga utsläpp som bakgrund. Obs: högsta kategorien för ligger i en annan skala än de föregående kategorierna.



4.2.2 Påverkanssammanfattning

Proverna som ligger direkt nedströms från och närmast Sjölunda avloppsreningsverks utsläppspunkterna (Pv1, dels Pv5, båda inom 50 meter avstånd från ledningarnas utsläpp) visar högst och mest frekvent förhöjning i vissa ämnen, PAH och två tungmetaller, och överskrider oftare riktvärden än resterande proverna, se Tabell 4-1 samt Figur 4-7 - Figur 4-9. Detta tyder på en trolig påverkan av föroreningar i sediment av Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp. Vissa PAH ämnen överskrider också riktvärden vid Pv3, vilket inte ligger direkt vid ledningarnas utsläppspunkter men ändå i närheten av båda (Pv3, cirka 230 meter avstånd till båda ledningar). Riktvärden för samtliga ämnen överskrids dock nästan aldrig vid punkt Pv4 (110 meter och 380 meter avstånd till norra och södra utsläpp, respektive), lika som i de näst-närmaste referenspunkterna (Rf1,2,3, med 570, 750, 860 meter avstånd till närmaste utsläppspunkterna, respektive).

Detta visar att påverkan på sedimentgeokemi av Sjölunda avloppsreningsverks historiska utsläpp avtar snabbt: en påverkan visas mellan cirka 100–250 meter avstånd runt utsläppspunkterna (beroende på provet), men under 100 meter avstånd visas en tydlig avvikelse mot riktvärden. Ingen påverkan visas längre vid 380 meter avstånd. Påverkan från metaller från Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp avtar inom en kortare distans än påverkan från PAH.

Avståndet där påverkan på sedimentkemi av Sjölunda avloppsreningsverks historiska utsläpp inte går att skilja från referenspunkterna är cirka 100–250 meter och ligger inom området med 50 - 100 gångers utspädning med möjligtvis lite kortare avstånd för metallerna än för PAH, se Figur 4-7,Figur 4-8, Figur 4-9).

4.3 Bottenfauna

Resultatet av bottenfaunaundersökningen redovisas i Bilaga 2 och Tabell 4-2. Sammanfattningsvis visar undersökningen och beräkning av BQIm (Benthic Quality Index) att ingen negativ påverkan på bottenfauna av Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp syns i anslutning till utsläppet (Pv, prov vid utsläppsområde) jämfört med prover som ligger längre bort från Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp (Rf, referensprover).

Ett BQIm har beräknats för alla prover inom bottenutredningen (5 Pv och 5 Rf prover) baserad på artsammansättning, antal arter och antal individer. Beräkning beskrivs i HVMFS 2019:25, ”Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon, Bilaga B till Handbok 2007:4”. Indexet varierar mellan 0 (döda bottnar) och 22 (hög status). Enligt HVMFS 2019:25 används 20 % percentilen av BQIm-medelvärden för klassificering. För att beräkna BQIm ska ett känslighetsvärde anpassat till detta havsområde (Öresund, i detta fall) användas för alla arter. För vissa arter saknas ett känslighetsvärde för Öresund, och där har ett känslighetsvärde för samma släkte, familj eller ordning används istället.

Utöver detta användes ett t-test på BQIm resultaten för Pv och Rf områden för att bedöma om det finns statistisk signifikanta skillnader i BQIm resultaten mellan dessa två områden.

Beräkning av BQIm visar att påverkansprovernas (Pv) bottenfaunasamhälle kan klassas till Otillfredställande status (BQIm 20:e percentil för området = 3.68). Referenrovernas (Rf) bottenfaunasamhälle kan klassas till Dålig status (BQIm 20:e percentil för området = 2.83).

Även om BQIm värdet är lite högre i Pv än Rf området så visar t-testet (två-provs, t(8) = 1,1, p = 0,14) att det inte finns någon statistisk signifikant skillnad mellan BQIm-värden för Pv och Rf områden. En gräns av p <0,05 beräknas som signifikant.

Ett av proverna, Pv2, skiljer sig från resterande nio proverna i både kornstorlek (grövre) och vattendjup (grundare) på så sätt att det kan ha påverkat BQIm värdet. Detta prov har det högsta BQIm värdet av alla prover, vilket kan bero på att skillnaderna i båda parametrar kan ha lett till ett högre BQIm än annars hade förekommit. Om man utesluter Pv2 är BQIm värdet för båda områden även mer lika.

Tabell 4-2 Bottenfauna sammanfattade resultat samt beräknad BQI per prov (artsammansättning redovisas i Bilaga 2). Ekologisk status baseras på 20:e percentil av de fem prover inom en lokal (Pv och Rf grupper), enligt HVMFS 2019:25.

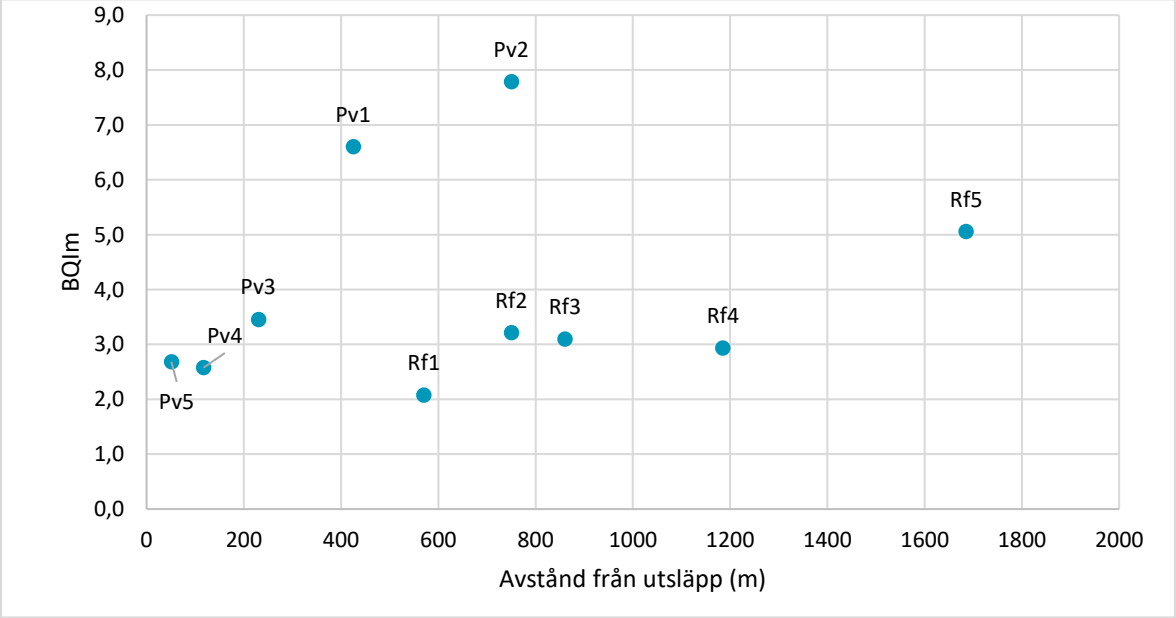
Station	Vatten-djup (m)	Totalt antal individer	Totalt antal arter	BQIm enskild punkt	BQIm 20:e percentil per provgrupp	Ekologisk status för provgrupp
Pv1	8.6	542	18	6.60		
Pv2	4.9	558	18	7.79		
Pv3	10.4	733	13	3.45	3.68	Otillfredsställande
Pv4	10.6	890	8	2.58		
Pv5	11	521	8	2.68		
Rf1	10	829	5	2.07		
Rf2	11.7	240	8	3.21		
Rf3	10.7	656	11	3.09	2.83	Dålig
Rf4	9.7	934	10	2.93		
Rf5	9	857	14	5.05		

Trots att BQIm värden inte skiljer signifikant mellan Pv och Rf undersökningsområden motsvarar resultatet från bottenfaunaundersökningen inte den ursprungliga hypotesen att närheten till Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp skulle vara kopplat till en lägre ekologisk status. Tvärtom faller BQIm värdet för utsläppsområdet i en högre ekologisk statusklass än referensområdet, eller statistisk sett skiljer sig inte de två områden signifikant. Det förekommer inget tydligt mönster mellan avstånd från utsläppet och BQIm värden (Figur 4-10).

Det finns flera möjliga förklaringar för detta. Det kan vara att vissa arter gynnas av vissa ämnen från avloppsreningsverkets utsläpp, till exempel organiskt material i utsläppsslammet: medelvärdet av organiska halter i påverkansområdet är 20 % högre än i referensområdet (0,57 % för Pv och 0,46 % för Rf, se Tabell 4-1). Eftersom organiska halter är låga i båda områden kan detta möjligtvis betyda att en brist av organiskt material påverkar bottenfaunasamhället. Utöver detta kan kornstorlek ha en viss påverkan, eftersom kornstorleken är lite grövre i medelvärde i Pv punkterna (speciellt prov Pv2) än Rf punkterna (dock är detta troligtvis inte på grund av Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp utan naturliga geologiska skillnader i bottenförhållanden). Högre temperaturen på utsläppsvattnet nära ledningarna jämfört med omkringliggande vattnet bedöms inte påverka bottenfaunan eftersom detta sötvatten tar sig direkt mot ytan.

Resultaten från analys av sedimentgeokemi visar att vissa ämnen förekommer i toxiska halter i närheten av utsläppet (flera PAH ämnen och några tungmetaller), men det syns ingen påverkan i bottenfaunan baserad på BQIm. Detta kan möjligtvis bero på att vissa känsliga arter varken förekommer i referensområdet eller påverkansområdet.

Figur 4-10 Bottenkvalitetsindex (BQIm) jämfört med avstånd från utsläppspunkterna (medelvärde av avstånd till båda utsläppspunkter). Inget tydligt mönster syns mellan parametrarna.



5 Slutsatser

Resultaten visar att prov från utsläppsområdet (Pv) och referensprover (Rf) har i stora delar liknande förhållanden (vattendjup, kornstorlek). Det är därför möjligt att jämföra proverna.

5.1 Multibeam echosounder (flerstråligt ekolod)

MBES och backscatter resultat visar ingen större påverkan på utsläppsområden gällande bottenstruktur, höjd eller hårdhet. Den enda påverkan som syns är fem till sex grunda gropar i direkt anslutning till norra ledningen (inom cirka 15 meter avstånd från ledningens utsläpp), vilka tolkas härröra från sidodysornas vattenutsläpp (erosionsgropar). Detta anses som en oväsentlig påverkan även inom 15 meter avstånd. Ingen påverkan syns utanför 15 meter avstånd.

5.2 Sedimentgeokemi

Resultaten från analys av sedimentgeokemi i jämförelse med effektbaserade riktvärden visar att halter av tungmetaller och PAH16 (summan av 16 PAH ämnen) i åtta av de tio analyserade proverna ligger under HVMFS 2019:25 bedömningsgrunder/gränsvärden och Norska Miljödirektoratets (2020) gränsvärden för klass I och II (inga toxiska effekter). I två prover, Pv1 och Pv5, överskrids riktvärden för zink och/eller koppar, och för PAH16. Vid jämförelse av samtliga prov ligger Pv1 och Pv5 närmast Sjölunda avloppsreningsverks utsläppspunkter (inom 50 meter avstånd).

Att de två proven som visar högst och mest frekvent förhöjning i vissa ämnen (PAH och flera tungmetaller) ligger närmast Sjölunda avloppsreningsverks utsläppspunkter (inom cirka 50 meter avstånd) tyder på en påverkan gällande föroreningar i sediment av reningsverkets utsläpp under dess nästan sextioåriga drift. Dessa två prover överskrider också fler riktvärden än resterande proverna. De näst närmaste proverna visar mycket färre eller nästan inga halter som överskrider riktvärden. Detta visar att påverkan på sedimentkemi av Sjölunda avloppsreningsverks historiska utsläpp avtar snabbt.

Avståndet mellan Sjölunda avloppsreningsverks historiska utsläpp och referenspunkterna är cirka 100–250 m. Påverkan på sedimentgeokemi går inte att skilja punkterna emellan. De ligger inom området med 50 - 100 gångers utspädning med möjligtvis lite kortare avstånd för metallerna än för PAH.

5.3 Bottenfauna

Analys av bottenfauna visar att bottenkvalitetsindexen (BQIm) är statistiskt sett samma för utsläppsområdet och referensområdet. Det klassar dock statusen i det utsläppsområdet till Otillfredsställande och referensområdet får Dålig status, en klass sämre än det utsläppsområdet. Något högre organisk halt i utsläppsområdet, möjligtvis på grund av Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp, kan vara en anledning att vissa organismer trivs i närheten av utsläppet. Sammanfattningsvis förekommer ingen statistisk signifikant skillnad i bottenfaunakvalitet-indexen mellan de två områden, och trots Sjölunda avloppsreningsverks utsläpp klassas utsläppsområdet inte som ekologisk lägre än referensområdet.

6 Referenser

DHI. (2025). *Bilaga M6.1 Recipientutredning – Påverkan av miljöstatus för ytvatten vid utsläpp av renat avloppsvatten till två skånska vattendrag* . Malmö: DHI.

SGU. (2021). *Marinekologi*. Hämtat från SGUs Kartvisare : https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-maringeologi.html

Sjöfartsverket. (2021). *Kartvisare fyren*. Hämtat från Sjöfartsverkets geodatakatalog: https://geokatalog.sjofartsverket.se/kartvisarefyren/

6.1 Lagstiftning och föreskrifter

Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25. Havs och Vattenmyndigheten

Norska Miljødirektoratet, Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. M-241, 2014.

Norska Miljødirektoratet, *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608, 2016. Revidert 30.10.2020*. https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M608/M608.pdf

VASYD
MAXIMA