Ansökan om tillstånd
enligt 9 och 11 kap. miljöbalken

Bilaga T2
Teknisk beskrivning
Utloppsledningar

Version 2.0

VASYD MAXIMA

BILAGA T2 TEKNISK BESKRIVNING UTLOPPSLEDNINGAR

MAXIMA
Projekt tillstånd
Tillståndshandling
Miljöbalken

2025-05-28 **Slutversion**

Bilaga T2 Teknisk Beskrivning Utloppsledningar utg 2.0
Dokument-ID: 8178-TH-MB-TB-T2-001
Utgåva: 2.0

Titel: Bilaga T2 Teknisk beskrivning Utloppsledningar

Status: Slutversion

Kontaktperson: Lena Hellberg, VA SYD

Dokumenttyp: Teknisk beskrivning

Dokument-ID: 8178-TH-MB-TB-T2-001

Upprättad av: Sweco Sverige AB

Författare: Mattias Gerdin, Caroline Björkenstig

Datum: 2023-05-30

Reviderad av: Sweco Sverige AB; VA SYD

Författare: Caroline Björkenstig, Mattias Gerdin (Sweco); Lisa Erichs (VA SYD)

Utgåva: 2.0

Datum: 2025-05-28

Revisionshistorik i tabell

Datum	Utgåva	Orsak till revidering	Utfört av
2025-05-28	2.0	Slutlig handling ny omfattning inklusive Lund	Caroline Björkenstig, Mattias Gerdin, Sweco Sverige AB Lisa Erichs VA SYD
2023-05-30	1.0	Slutlig handling ny omfattning	Mattias Gerdin, Caroline Björkenstig, Sweco Sverige AB

Innehållsförteckning

1 Läsanvisning 4
2 Bakgrund 4
3 Inledning 4
3.1 Avgränsning 4
3.2 Begrepp och definitioner 5
3.3 Nuvarande verksamhet 5
4 Förutsättningar 6
4.1 VA-tekniska förutsättningar 6
4.2 Dimensionerande havsvattennivåer 8
4.3 Geologiska förutsättningar 8
4.3.1 Batymetri och geologi 8
4.3.2 Föroreningar i sediment 9
4.3.3 Föroreningar på land 11
4.4 Hydrologiska förutsättningar 11
5 Anläggningsbeskrivning och systemval 13
5.1 Val av utformning 13
5.2 Val av ledningssträckning 14
5.3 Utloppsledningar 15
6 Drift och underhåll 16
7 Utvärdering av bästa möjliga teknik 16
8 Byggmetoder och genomförande 17
8.1 Tidplan 17
8.2 Arbetsområden på land 18
8.3 Hantering av massor 19
8.4 Arbetsområden i vatten 21
8.5 Anläggning av utloppsledningar 21
8.5.1 PE-tryckrör 21
8.5.2 PE-profilrör 24
8.6 Muddring 27
8.7 Tillfällig vägbank 29
8.8 Pålning 30
8.9 Transporter 32
8.10 Energiåtgång 33

8.11 Hantering av avfall 33
8.12 Hantering av kemiska produkter 33
8.13 Risk och säkerhet 34
9 Skyddsåtgärder 34
9.1 Skyddsåtgärder mot grumling 34
9.1.1 Siltgardin innanför Spillepengen 34
9.1.2 Fulla skopor 35
9.1.3 Stopp i muddringsarbetet 35
9.2 Skyddsåtgärder mot damning 35
9.3 Skyddsåtgärder vid tankning 35
9.4 Skyddsåtgärder vid buller 36
10 Uppföljning och kontroll under byggskedet 36
11 Referenser 37

Förteckning över bilagor

Inga bilagor

1 Läsanvisning

För att tydliggöra vilken text som har tillkommit i ansökningshandlingarna med anledning av att Avloppstunnel Norr inkluderas i ansökt verksamhet, har text som ingick i föregående tillståndsansökan gråmarkerats i föreliggande dokument. Text som inte är gråmarkerad innefattar således ny information.

För tillgänglighetsanpassningen av ansökningshandlingarnas skull inleds gråmarkerade textstycken med följande markering: **. Vid uppläsning av dokumentet indikerar markeringen att innebörden av gråmarkering ska förklaras.

** Föreliggande dokument utgör teknisk beskrivning för nya utloppsledningar från Sjölunda avloppsreningsverk. Dokumentet beskriver den tekniska utformningen och anläggningsarbetet av utloppsledningarna. Teknisk beskrivning för utloppsledningarna är bilaga T2 och ska läsas jämte *Bilaga T1 Teknisk beskrivning Sjölunda ARV*, *Bilaga T3 Teknisk beskrivning Avloppstunnel Söder* samt *Bilaga T4 Teknisk beskrivning Avloppstunnel Norr*. Ritningar till ansökan finns i *Bilaga R Ritningsförteckning*.

2 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.

3 Inledning

3.1 Avgränsning

Den tekniska beskrivningen omfattar främst anläggningen av utloppsledningar, muddring och pålning. Sjölunda avloppsreningsverk, Avloppstunnel Söder och Avloppstunnel Norr behandlas inte i denna tekniska beskrivning.

3.2 Begrepp och definitioner

**** Arbetsområde** är det område inom vilket arbetet sker till havs vid förläggning av utloppsledningarna.

Ballastvikt är en vikt, ofta gjord i betong som används för att öka vikten på ett objekt för bland annat stabilisering och sänkning.

Batymetri syftar till havsbottens terräng och är motsvarigheten till topografi på land.

Diffusor är en konstruktion som har utfallsportar för att fördela utloppsvattnet på ett större område, för att minska miljöpåverkan, som det blir om det släpps vid en punkt.

Ledningskorridor är den yta i arbetsområdet inom vilken utloppsledningarna avses placeras.

Muddermassor är de massor som grävs upp från havsbotten för att kunna förlägga utloppsledningarna.

Muddring är när schaktning sker i och under vatten exempelvis i syfte att fördjupa ett område. Detta kan exempelvis göras med grävmaskin eller mudderverk.

Natura 2000-område är ett nätverk av värdefulla naturområden inom EU där det finns särskilt skyddsvärda naturtyper eller arter.

Schakt är ett urgrävt område för anläggning av rör eller andra konstruktioner eller för att arbete ska kunna göras under marknivå.

Siltgardin är en finmaskig duk som används i vattnet för att förhindra sedimentspridning och grumlingsutbredning under muddringsarbete.

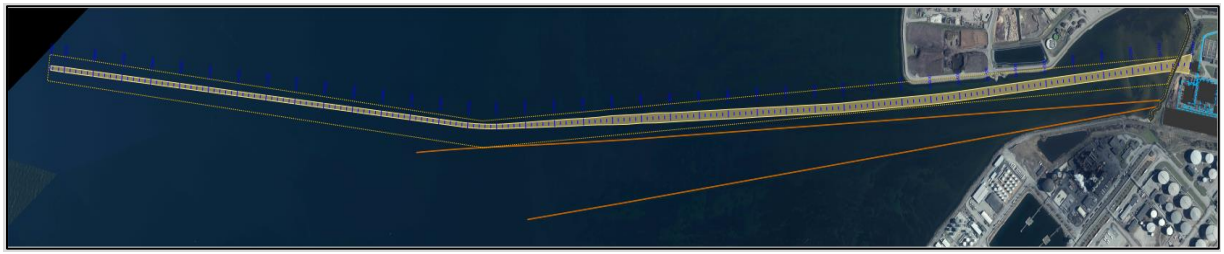
Självfall betyder att vatten transporteras genom ett dike, tunnel eller ledning som är förlagd med lutning, det vill säga utan behov av pumpning.

3.3 Nuvarande verksamhet

I nuläget tar Sjölunda avloppsreningsverk emot och renar avloppsvatten från Turbinens, Rosendals, Spillepengens, Södra Sallerups och Hamnens avloppsområden. I avloppsreningsverket renas även avloppsvattnet från Burlöv samt delar av Lomma, Staffanstorp och Svedala kommun.

Befintligt avloppsreningsverk som byggdes 1963, har idag två utloppsledningar i Malmö hamnområde som ligger separat förlagda i två olika stråk (se figur 3-1), för mer information om de befintliga utloppsledningarna se *Bilaga T1 Teknisk beskrivning Sjölunda ARV*.

Figur 3-1. Arbetsområdet (prickad linje runt ledningskorridor). Ledningskorridoren (gul sträckning) där de två utloppsledningarna förläggs samt de två befintliga utloppsledningarna markerade som bruna linjer.



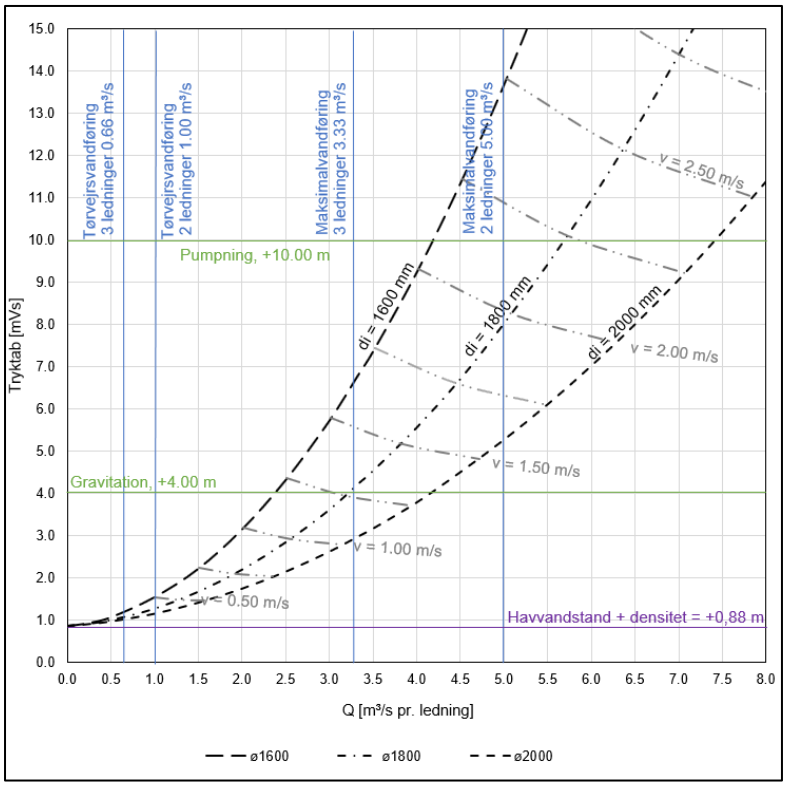
4 Förutsättningar

4.1 VA-tekniska förutsättningar

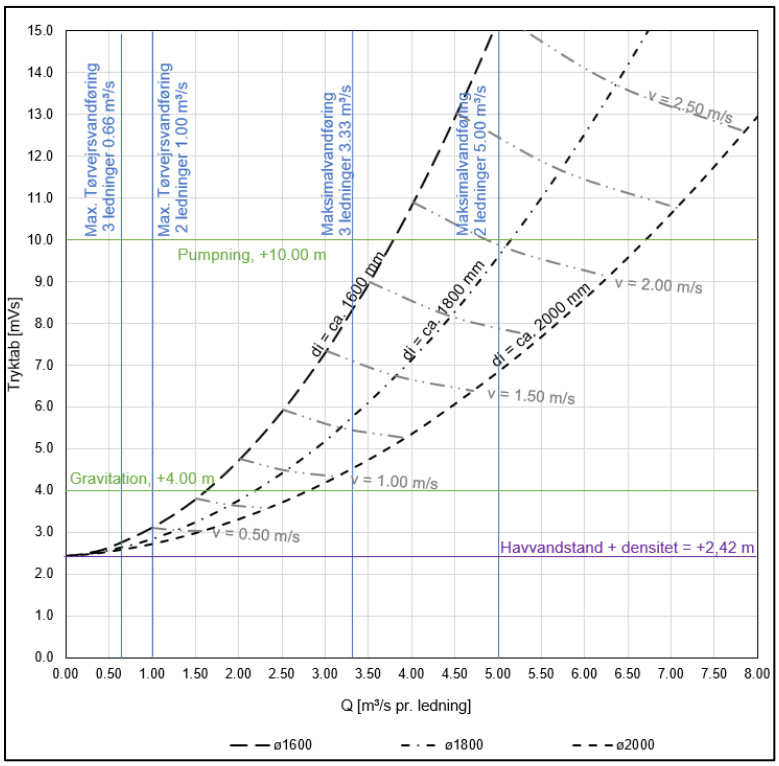
**Vid dimensioneringen av utloppsledningarna har hänsyn tagits till minimala flöden under torrväder samt maximala flöden vid skyfall. Torrväderflödet definieras som ett mindre vattenflöde genom avloppsreningsverket, och förekommer ofta. Detta flöde beräknas ligga mellan 1,6 - 2,0 m^3/s. Det maximala flödet definieras som det maximalt förekommande vattenflöde som Sjölunda avloppsreningsverk måste kunna släppa ut via utloppspumpstationen till utloppsledningarna. Det maximala utloppsflödet som de båda utloppsledningarna är dimensionerade för är 10 m^3/s, vilket motsvarar det flöde som maximalt kan släppas ut från avloppsreningsverket.

Hydrauliska beräkningar har utförts för utloppsledningarnas framtida kapacitet. Ur ett hydrauliskt perspektiv är det möjligt att använda två ledningar med en diameter på cirka 2 meter, där kapaciteten då är tillräcklig vid maximalt vattenflöde och hög vattennivå i havet (se figur 4-1 och 4-2).

Figur 4-1. Kapacitetskurva för olika rördimensioner vid normal havsvattennivå.



Figur 4-2. Kapacitetskurva för olika rördimensioner vid hög havsvattennivå.



**Vid normala flöden, leds avloppsvattnet ut med självfall (se figur 4-1 och 4-2) där det framgår olika flöden för olika rördimensioner i förhållande till havsvattennivå. Vid förhöjda vattennivåer i Öresund

och/eller vid större flöden reduceras den tillgängliga tryckgradienten så att det inte längre går att leda bort avloppsvattnet med självfall. I dessa fall pumpas det renade avloppsvattnet upp i ett svalltorn för att uppnå en högre trycknivå.

Svalltornet är utformat så att en trycknivå motsvarande +10,0 meter (RH2000) kan uppnås. Trycknivån gör det möjligt att släppa ut renat avloppsvatten vid höga vattennivåer i Öresund, i kombination med högt vattenflöde från avloppsreningsverket.

För att undvika att luft skapar problem med lyftkraft i ledningarna och minskad flödeskapacitet anläggs ledningarna med sådant fall att luft kan vandra bakåt mot utloppspumpstationen vid låga flöden och ut via diffusordelen vid höga flöden. Vid anläggandet av ledningarna krävs att inga hög- och lågpunkter skapas så att luftfickor kan ackumuleras i ledningarna. Detta säkerställs genom att ledningsschaktet får en jämnt fallande profil och att ledningarna stabiliseras på botten.

4.2 Dimensionerande havsvattennivåer

Malmö stad har, baserat på FN:s klimatpanels rapport och RCP (Representative Concentration Paths) 8,5 scenario, pekat på en dimensionerande havsnivå för år 2100 som motsvarar +2,5 meter (RH2000) (Malmö stad, 2025). Dimensioneringen baseras på ett extremt högvatten vid Sjölunda fram till år 2100, till +3,2 meter (RH2000) inklusive vågbidrag på 0,7 meter. Eftersom år 2100 ligger långt fram i tiden och med tanke på alla osäkerheter det medför avseende medelvattennivån, bedöms en dimensionering på cirka 75 procent av det scenariot vara ett rimligt antagande. Därmed är utloppsledningar dimensionerande till högvatten på +2,0 meter (RH2000). Dimensioneringen av utloppspumpstationen utförs genom att svalltornet kan byggas på i höjdled.

4.3 Geologiska förutsättningar

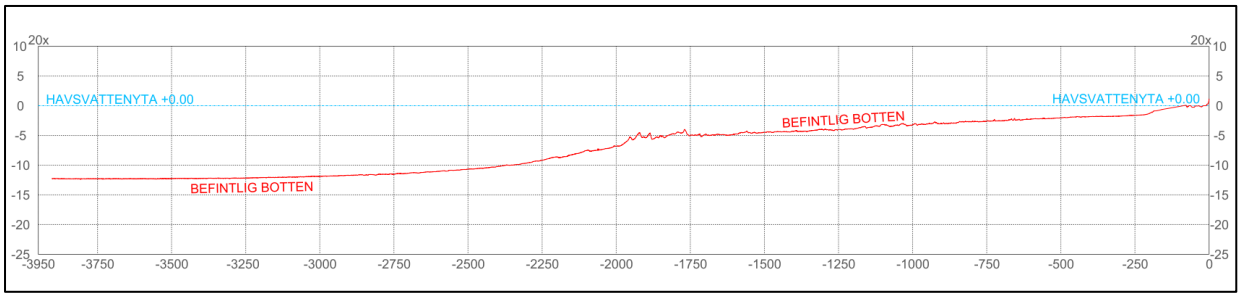
4.3.1 Batymetri och geologi

De uppgifter om förutsättningar som redovisas i detta avsnitt baseras på resultatet av följande undersökningar:

- Heltäckande multibeam-ekolodning, Side scan sonar, Seismik (utfört 2021)
- Ytsedimentprovtagning för analys av föroreningar och kornstorlek (utfört 2021)
- Djupsedimentprovtagning för analys av föroreningar och kornstorlek (utfört 2021).

Från land, vid anslutningspunkten mot utloppspumpstationen, cirka 2 kilometer ut i havet, utgörs ledningssträckningen av ett grundare område som svagt sluttar mot nordväst. Gränsen för allmänt vatten (>3 meters djup) är belägen drygt 1 kilometer från strandkanten nordväst om avloppsreningsverket. Drygt 2 kilometer från land följer ett brantare område där djupet faller från cirka 5 meter till cirka 10 meter (RH2000) på en sträcka av cirka 500 meter. Den yttre delen av ledningskorridoren är relativt plan där djupet ökar från 10 till 12 meter (se figur 4-3).

Figur 4-3. Batymetrin längs ledningskorridoren.



**Botten i den inre grundare delen består av ett tunnare lager sand samt ytliggande block och sten som överlagrar lermorän. Sandlagret uppskattas vara cirka 0–0,5 meter mäktigt, men lokala variationer kan förekomma.

Den yttre djupare delen av ledningssträckningen har överst ett siltigt relativt löst lagrat sediment, med visst organiskt innehåll. Mäktigheten ökar utåt från 0 meter till cirka 6 meter vid utsläppspunkten. Detta sediment överlagrar lermorän som i sin tur överlagrar kalkberget.

Seismisk undersökning i form av bottenpenetrerande ekolod har utförts inom hela ledningskorridoren. Det huvudsakliga syftet med undersökningen var att identifiera sedimentlagerföljder samt djup till berg. Inget berg har registrerats på de nivåer som omfattar muddringen.

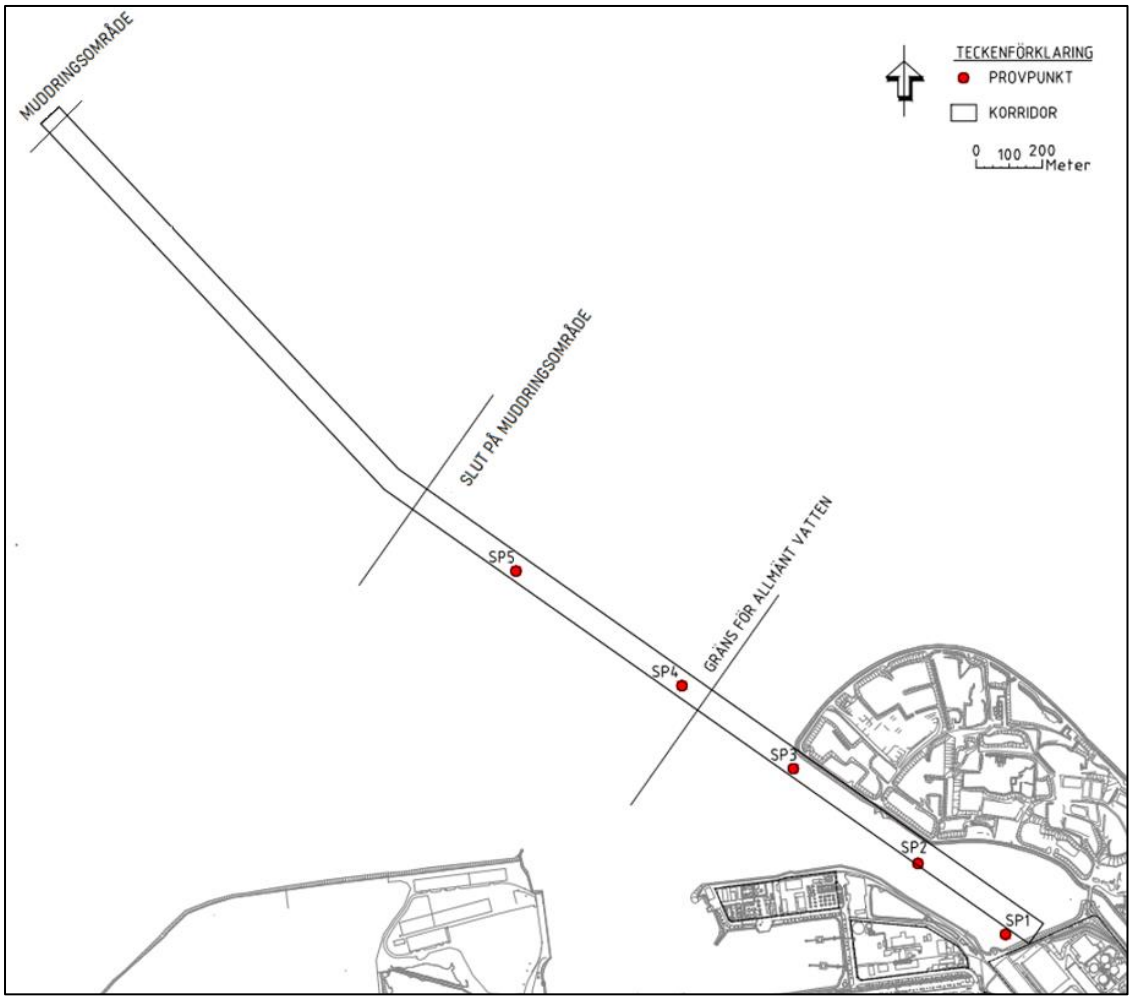
Fem ytprover (cirka 5 centimeter ner i sedimenten) har analyserats med avseende på kornstorleksfördelning inom muddringsområdet: SP1–SP5 (WSP 2021). Analyserna visar att den övervägande delen av det analyserade sedimentet utgörs av sand.

Tre djupprover (cirka 40-140 centimeter ner i sedimenten) av bottnen har analyserats med avseende på kornstorleksfördelning inom muddringsområdet (WSP 2021) med vibrohammarlod (vibrocorer). Samtliga analyser visar en sedimentsammansättning som innehåller cirka 10 procent lera, 30 procent silt och 60 procent sand.

4.3.2 Föroreningar i sediment

För att undersöka eventuella föroreningar i ytsedimenten utmed ledningssträckningen, har WSP (2021) utfört ytsedimentprovtagning vid totalt 5 provtagningspunkter (se figur 4-4). En andra kompletterande djupsedimentprovtagning utfördes av GEO i oktober 2021 då sedimentprover uttogs med vibrohammarlod (vibrocorer). På grund av hårda sediment kunde provtagning endast utföras ner till 1,4 meters djup. I djupsedimenten vid provtagningspunkterna påvisades inga föroreningar över gränsvärdena.

Figur 4-4. Provpunkter för ytsedimentprovtagning.



**Analysresultaten från sedimentprovtagningen har jämförts mot ett antal olika riktvärden och bedömningsgrunder, både för marin miljö och markmiljö. Sammantaget visar provtagningen att riskerna för påverkan på marin miljö kopplade till förorenade sediment är låga och avgränsade till de inre delarna av hamnen (provpunkt SP1 och SP2, se figur 4-4). Halterna av antracen och fluoranten i SP1 och SP2 överskrider riktvärden i HVMFS 2019:25 (HaV 2019) för ett eller båda av dessa ämnen.

Analysresultaten visar vidare att inga halter över klassgräns 3 återfinns i provpunkt SP3 – SP5. I provpunkt SP1 och SP2 har dock halter av PAH i klass 4 påträffats för ett antal PAH och i SP1 påträffades antracen i klass 5. Kompletterande provtagning kommer att genomföras innan arbeten startar.

Jämförelse mot klassgränser enligt NVV4914 (Naturvårdsverket 1999) och SGU 2017:12 (SGU 2017) visar att samtliga prover utanför hamnområdet har föroreningshalter under klassgräns 3 (förutom enstaka rapporterad PAH i ytprov i punkt 21TG106), vilket innebär att halterna faller inom 25:e till 75:e percentilen för föroreningshalter i svenska kust- och utsjövatten. Denna klassgräns har i ett antal större sentida domslut använts som gräns för att avgöra tillåtligheten vid dumpning av muddermassor. Det bör dock poängteras att sedimentklassningen inte är avsedd för riskbedömning av förorenade sediment, utan enbart för jämförelse mot förekommande halter i kust- och utsjösediment.

För mer information om hantering av massor se *Bilaga M13 Masshantering*.

4.3.3 Föroreningar på land

Kompletterande markundersökningar på land utförs inför byggskedet.

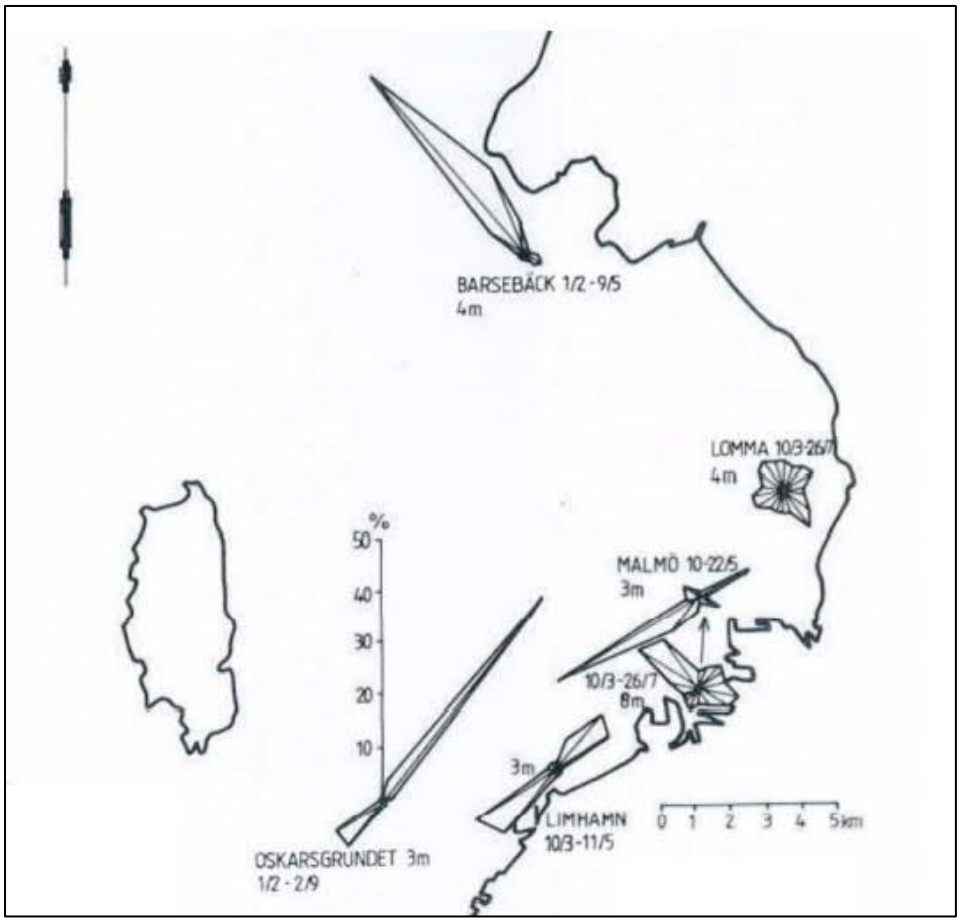
4.4 Hydrologiska förutsättningar

**Sötvattentillskottet till Östersjön skapar en cirkulation med utströmmande vatten genom Öresund och Bälten. Strömmarna i Öresund styrs av detta sötvattenöverskott tillsammans med vind- och lufttrycksförhållandena över Östersjön och Skagerack-Kattegatt, vilket ger upphov till vattenståndsskillnader som i sin tur driver strömmarna. Lokalt kan vinden modifiera ytströmmarna i grunda områden. De batymetriska förhållandena tillsammans med tidvatten är faktorer som också inverkar. I Öresund har strömmen dels av topografiska skäl två huvudriktningar, sydgående eller nordgående. Vattenströmmen kan variera på djupet i och med att en bottenström med hög salthalt rör sig från Kattegatt in i Östersjön och ytligare ström med lägre salinitet samtidigt strömmar åt motsatt håll.

Strömmarna i Öresund styr till viss del strömmarna i Lommabukten genom att det bildas en virvel som kan ge upphov till motriktad ström i den inre delen av bukten. Vid nordgående ytström i Öresund, som är vanligast förekommande, kan en medurs virvel bildas och vid sydgående en moturs. Om det uppstår en virvel eller inte är kopplat till strömhastigheten och lokal vind.

Under år 1984 genomfördes strömmätningar vid ett antal platser i Öresund, bland annat i Lommabukten, en bit utanför Lomma hamn på 4 meters djup (se figur 4-5). Här visade strömmätningen att alla riktningar var vanliga och ingen tydlig kustparallell komponent fanns. I södra Lommabukten, nordväst om Malmö hamn, förekom ofta en tydligt motriktad ström jämfört med strömmen vid Oskarsgrundet i Öresund (Ambjörn 1986). SMHI (1986) drog slutsatsen från strömmätningarna att det vid sydgående ström i Öresund utbildas en virvel cirka hälften av tiden med tyngdpunkt i norra Lommabukten, och att det vid nordgående ström förekom virvelbildning med tyngdpunkt i södra Lommabukten.

Figur 4-5. Strömningsriktningar vid mätningen 1984 (Ambjörn, 1986).

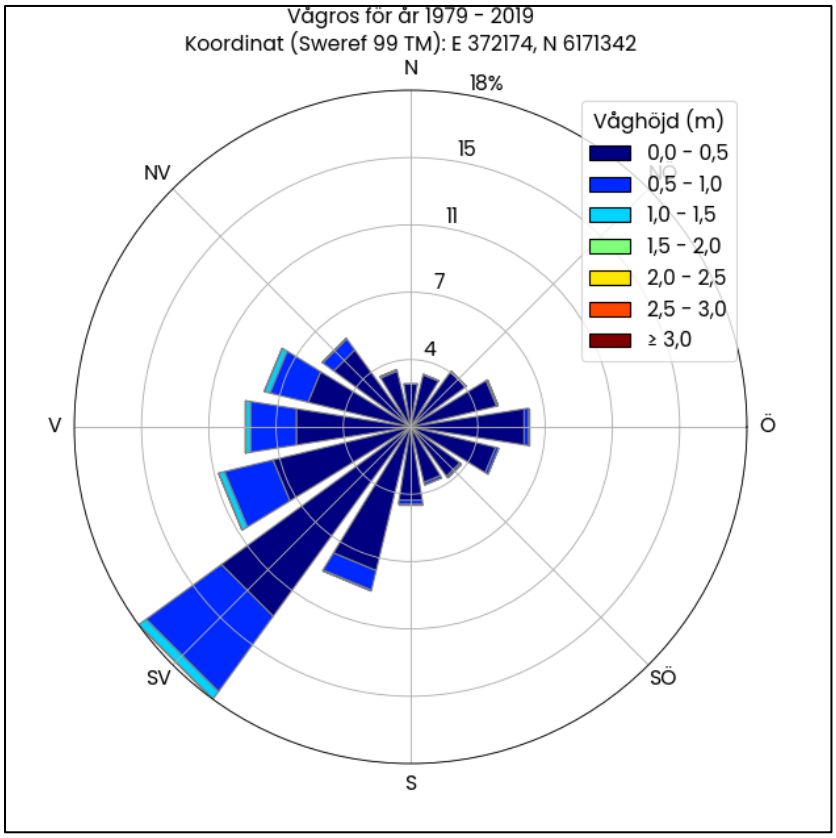


**Strömmarna genom Öresund leder till en snabb omsättning av vattenmassan. Medelströmbilden i Öresund visar en nordgående ström i ytan och ner till 10–15 meters djup. Under det lagret strömmar vattenmassor som består av yt- och djupvatten från Kattegatt söderut (SMHI, 2009). Denna djupgående bottenström tvingas vid Limhamnströskeln delvis upp och blandas in med det nordgående, lättare och mer bräckta ytvattnet från södra Östersjön. Under ungefär 60 procent av tiden är ytströmmen norrgående och resterande tiden sydgående eller stillastående, medan bottenströmmen under cirka 70 procent av tiden är sydgående (University of Copenhagen, 1999).

De förväntade strömhastigheterna för en dimensionerande strömningskraft med en upprepningsperiod på 50 år är cirka 2,9 m/s, som en tvärgående kraft på ledningen.

I figur 4-6 visas beräknade vågor för en position i centrala Lommabukten. Den dominerande vågriktningen är från sydväst till väst (SGI Kustdataportal). Våghöjden i Lommabukten är moderat eftersom möjligheten för vågor att växa till, är begränsad av land.

Figur 4-6. Beräknade vågor för perioden 1979–2019 (SGI Kustdataportal).

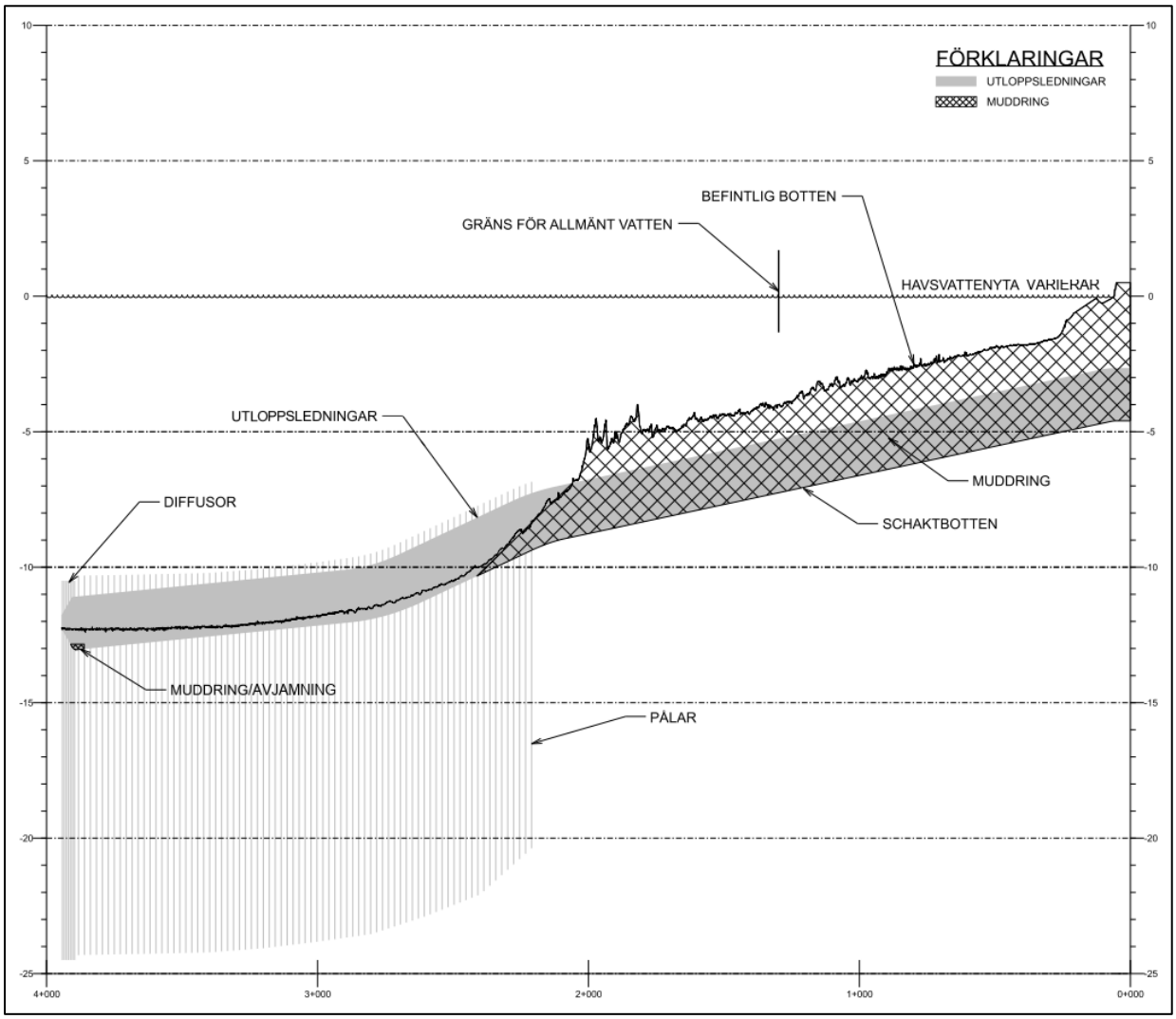


5 Anläggningsbeskrivning och systemval

5.1 Val av utformning

**Utloppsledningarna har en längd på cirka 4 kilometer, och är utformade för att transportera renat avloppsvatten med självfall ut i Öresund. Vid mycket höga havsvattennivåer eller höga avloppsflöden finns möjlighet att pumpa ut renat avloppsvatten genom ledningarna via svalltornet. I figur 5-1 visas en längdprofil av en av utloppsledningarna med pålar vid de yttersta cirka 2 kilometrarna. En uppförstorad och mer detaljerad ritning finns i *Bilaga R Ritningsförteckning*.

Figur 5-1. Utloppsledningarna i muddrad ränna cirka 0–2 kilometer från land och pålar mellan cirka 2–4 kilometer från land. Uppförstorad och mer detaljerad ritning finns i Bilaga R Ritningsförteckning.



5.2 Val av ledningssträckning

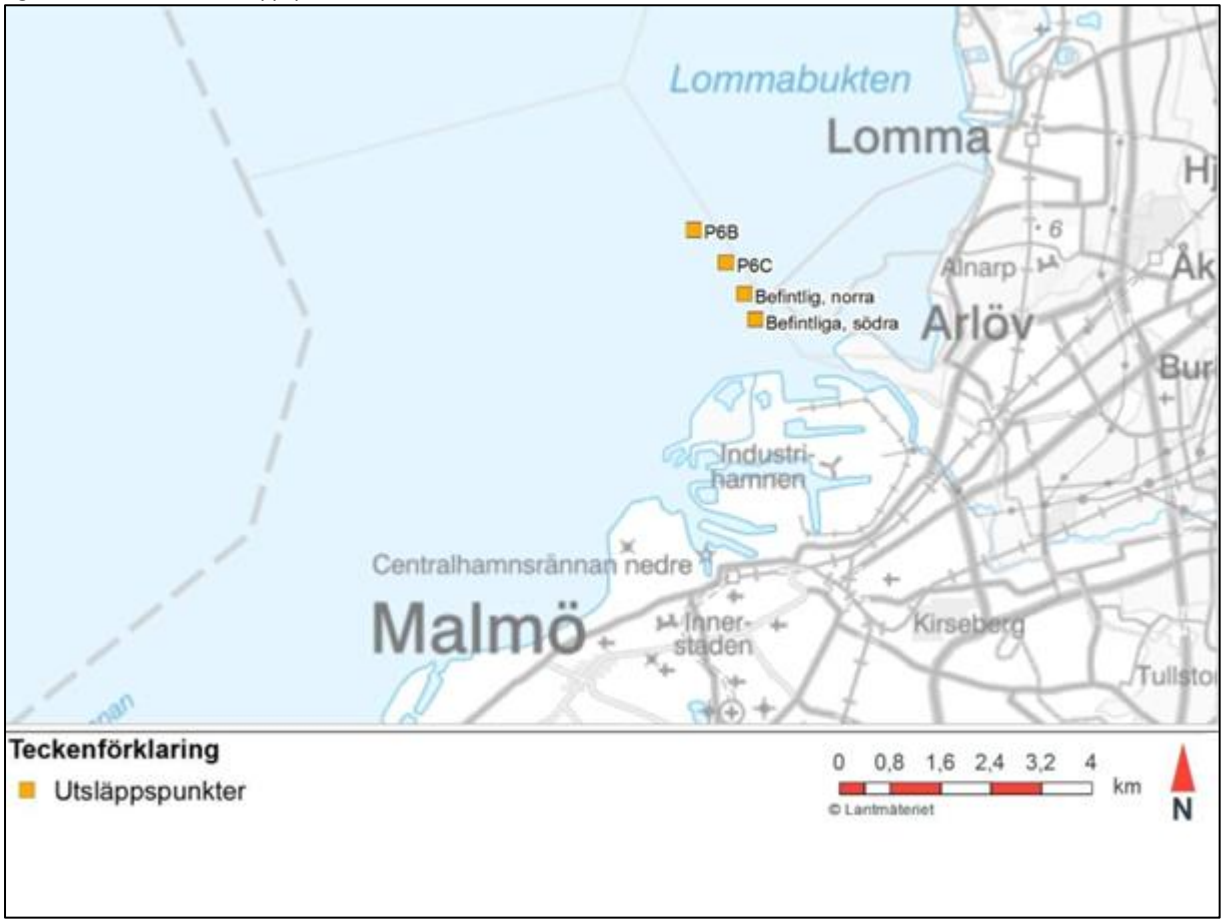
**För att uppnå god utspädning och minsta möjliga omgivnings- och miljöpåverkan mynnar utloppsledningarna cirka 4 kilometer ut i Öresund på ett djup av cirka 12 meter.

Placering av de nya utloppsledningarna styrs av att begränsningar uppstår från befintliga ledningars läge i söder samt av landområdet Spillepengen i norr. Endast här kan en korridor placeras för förläggning av de två nya utloppsledningarna. Ledningssträckningen kräver även hänsyn till farleden in mot Malmö oljehamn och kan därför inte förläggas längre åt sydväst. Vid sträckningen utanför de befintliga utloppsledningarna och Spillepengen förläggs ledningarna ut till en ny utsläppspunkt (se figur 5-2). Norr om utloppsledningarna ligger även marina naturreservat och Natura 2000-område (se figur 8-10). Inga övriga ledningar finns inom i ledningskorridoren. Utsläppspunktens läge, innebär att utsläppet får en betydande utspädning av den nordgående strömmen.

Den dominerande strömmens påverkan på utsläppet gör att utsläppsplymen pressas åt nordost och att påverkan på de skyddade områdena i Lommabukten och Natura 2000-området minimeras. En recipientutredning har gjorts som redogör för tre alternativa utsläppspunkter (se figur 5-2).

- Befintliga ledningar med befintlig utsläppspunkt (norra och södra)
- Utsläppspunkt cirka 3 kilometer från land (P6C)
- Utsläppspunkt cirka 4 kilometer från land (P6B).

Figur 5-2. Alternativa utsläppspunkter som har utretts.



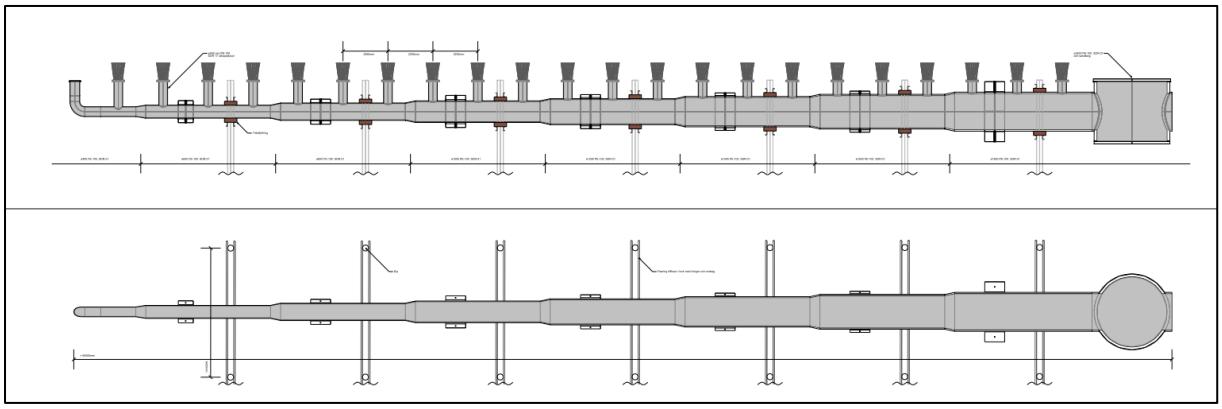
5.3 Utloppsledningar

**Två alternativ på rörtyper och anläggningstekniker har utretts (PE-tryckrör och PE-profilrör). Båda rören är tillverkade av polyeten (PE), men skiljer sig åt gällande bland annat muddringsbehov, tekniskt utförande med ballastvikter, antal skarvningar och behov av arbetsområde på land. Rördimensionen är samma för de båda rörtyperna, cirka 2 meter i diameter. PE-rör är lämpliga att använda som utloppsrör på havsbotten eftersom de tål saltvatten, är flexibla och därmed anpassar sig till ojämnheter på botten.

Vid utloppspunkten, i änden av utloppsledningarna finns ett diffusorarrangemang med backventiler för att säkerställa god spridning och utspädning av det renade avloppsvattnet i Öresund.

I och med att diffusordelen ligger vinkelrätt mot havsströmmen förbättras omblandningen och utspädningseffekten blir effektivare. Diffusorarrangemanget är cirka 50 meter långt och består av cirka 20 utloppsdysor, se figur 5-3.

Figur 5-3. Princip för diffusorarrangemang vid utsläppspunkt.



Ett alternativ för att säkra utloppsledningarna från horisontella strömningskrafter på upp till cirka 2,9 m/s, är att ledningarna förankras med pålar längs sträckan cirka 2-4 kilometer ut från land (se figur 8-15). Alternativa förankringsmetoder utreds vidare. Utloppsledningarna bedöms påverka Lommabuktens strömningsförhållanden i liten omfattning. Se *Bilaga M16 Utloppsledningarnas påverkan på strömmarna*.

6 Drift och underhåll

**Under normal drift av avloppsreningsverket används endast en av utloppsledningarna i taget (flöden under cirka 3,5 m^3/s). Vid flöden över 3,5-4 m^3/s, sätts båda ledningarna i drift. Vid situationer med högt vattenstånd i Öresund eller höga avloppsvattenflöden finns möjlighet att pumpa ut renat avloppsvatten via svalltornet. När rensning, reparation eller annat underhåll krävs på någon av ledningarna finns möjlighet att styra om flödet på ledningarna vid utloppspumpstationen. Användningen av respektive ledning växlas med ett jämnt intervall.

Om det skulle uppstå en mindre skada eller spricka på utloppsledningarna orsakade av exempelvis ankring, kan skadorna lagas utan att ledningen behöver tas upp till ytan för påskarvning och byte av rörsektioner. Vid en allvarligare skada på utloppsledningen, som exempelvis ett större hål kan den skadade rördelen behöva bytas ut.

7 Utvärdering av bästa möjliga teknik

Enligt hänsynsreglerna i 2 kap. 3 § miljöbalken ska bästa möjliga teknik användas för att förebygga och minska skador och olägenheter vid yrkesmässig verksamhet. Tekniken ska vara vetenskapligt och praktiskt beprövad, tekniskt tillgänglig och ekonomiskt rimlig att använda.

Utloppsrör i marina miljöer utsätts för olika krafter i anläggningsfasen, till exempel vid transport, montering, sjösättning och förankring av ledningarna på havsbotten. Även under driftskedet utsätts ledningarna för krafter, både inre krafter i rören från utloppsflödet och yttre krafter från strömmar i Öresund och av sjötrafik. Det ställs således höga krav på rörmaterialets förmåga att hantera olika krafter, och olika materialtyper är mer eller mindre lämpliga att använda. Ett styvare rörmaterial kräver till exempel ett annat handhavande vid bogsering och sänkning än mer flexibla rör.

Utöver materialegenskaper spelar även andra parametrar in i bedömningen av vilket material som är lämpligt:

- Den tekniska lösningen avseende rörens kvalitet och egenskaper i förhållande till installation och drift under utloppsledningarnas livslängd
- Risker för den valda lösningen i förhållande till säkerhet vid genomförande
- Ekonomiska parametrar med hänsyn till materialkostnader, utförande och risker för oväntade kostnader vid anläggning samt drift under utloppsledningarnas hela livslängd
- Miljöpåverkan av de olika alternativen, bland annat sett till muddermassor och sedimentspridning.
- Miljömässig hållbarhet sett till materialåtgång vid tillverkning och transporter
- Masshantering med avseende på volymer som genereras vid anläggandet och hur dessa kan hanteras.

De rörmaterial som har utretts är armerade betongrör, stålrör, GRP-rör (Glass Reinforced Polyester), PVC-rör samt PE-tryckrör och PE-profilrör. PVC-rör tillverkas inte i tillräckligt stora dimensioner för att vara aktuellt. Betongrör, stålrör och GRP-rör kräver alla stabila bottenförhållande för att undvika att sättningar uppstår som riskerar att orsaka skador på ledningarna. Vidare kan inte lika långa längder sänkas åt gången som med PE-rör, vilket innebär att installationsprocessen blir mer omfattande tidsmässigt och mer undervattensarbete för att skarva rördelarna måste utföras.

PE-rör är ett flexibelt rör med god motståndskraft mot korrosion och med en korrekt installation har PE-rör en lång livslängd i den marina miljön.

PE-tryckrör kan i fabrik tillverkas i längder upp till 630 meter per rör, och rören måste levereras via sjövägen till ett arbetsområde i havet för montering av utanpåliggande nedsänkningsvikter innan rören transporteras vidare till installationsplatsen. Arbetsområde vid kaj för viktning behövs för levererade längder. Tidplanen är beroende av gynnsamma väderförhållande under hela förloppet från det att röret transporteras från fabrik tills att röret är installerat på havsbotten.

PE-profilrör är ett spiralsvetsat rör med hålrumsprofil i rörväggarna och tillverkas i längder upp till cirka 22 meter. Profilrören kan levereras med lastbil till ett landbaserat arbetsområde nära installationsplatsen för att svetsas ihop till längder om cirka 250 meter. Viktning av röret sker först genom att fylla hålrummet med en cementbaserad fyllning, varmed röret kan bogseras ut till installationsplatsen för sänkning. Efter sänkning viktas ledningen med hästskoformade betongvikter. I och med att viktning och montering kan ske på land är tidplanen inte lika väderberoende som med PE-tryckrör.

Vid utredning gällande antalet ledningar som är lämpliga att anlägga framkommer att två ledningar är det optimala med hänsyn till bland annat minimering av muddringsvolymen. Även utförandetiden och den ekonomiska aspekten har varit avgörande för valet av två ledningar.

8 Byggmetoder och genomförande

8.1 Tidplan

Tidplanen utgörs av tre skeden; planeringsskede, byggskede och driftskede.

- Planeringsskede: Projektering, ansökan om erforderliga tillstånd och upphandling av entreprenör. Produktion av byggmaterial inleds under planeringsskedet och sträcker sig in i byggskedet.

- Byggskede: Första aktiviteten i byggskedet består av tillverkning av material, vilket gör att planeringsskede och byggskede överlappar. Schaktning på land och muddring sker samtidigt och arbeten på land beräknas ta cirka 5 månader. Muddringsarbeten beräknas till cirka 3–4 månader. De mest tidskrävande arbetena är pålning och anläggande av utloppsledningarna, vilket beräknas ta strax under 2 år. Den eventuella tillfälliga vägbanken som anläggs för muddring längst in mot land anläggs innan muddringen påbörjas och avvecklas när muddringen är avslutad och ledningen närmast land är förlagd.
- Tiden för eventuell avvattning av muddermassorna beräknas till cirka 2 år.
- ** Driftskede: Utloppsledningarna används för att leda ut renat avloppsvatten i Öresund. Utloppsledningarna dimensioneras för en teknisk livslängd om 50 år.

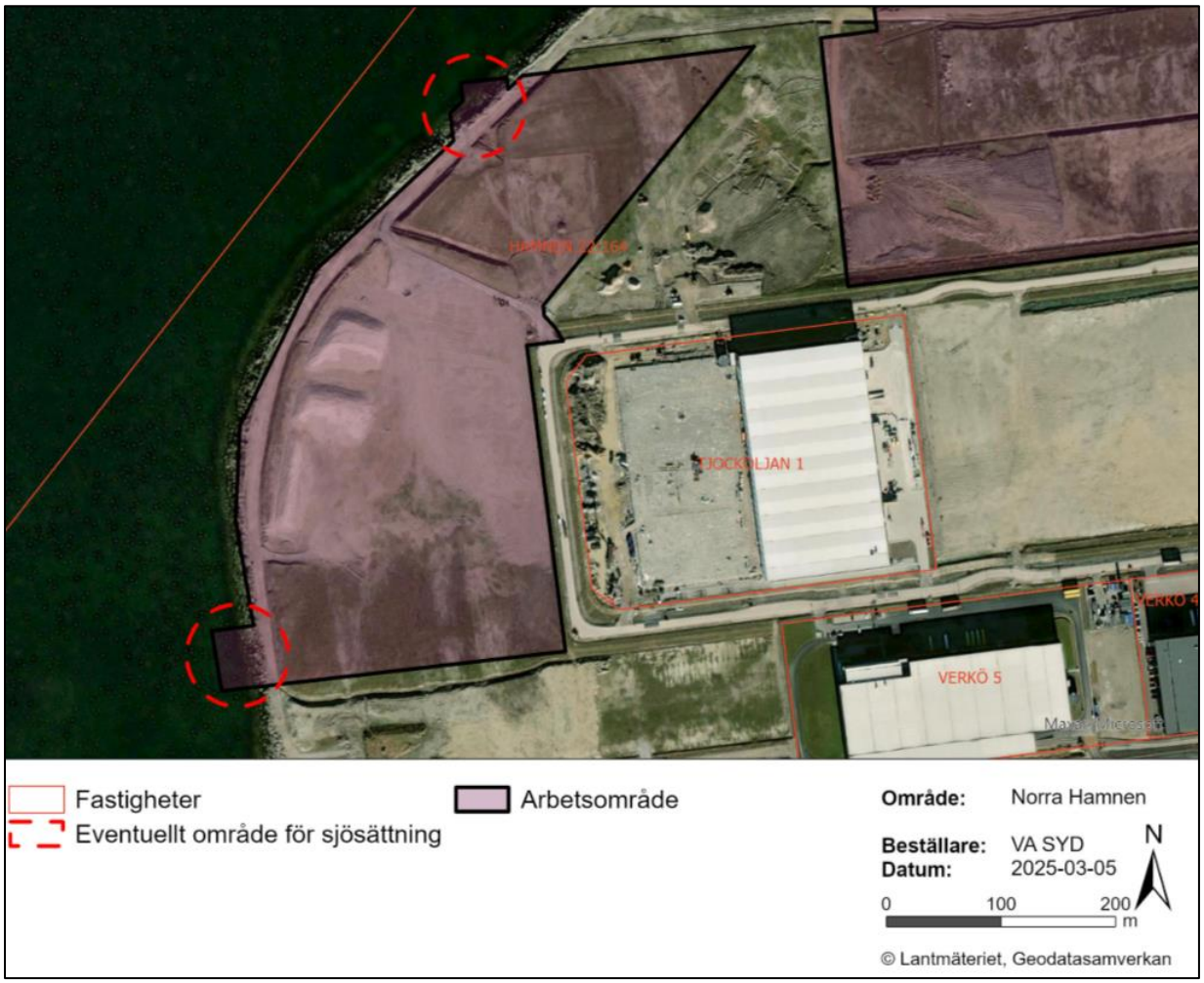
8.2 Arbetsområden på land

Yta på land krävs för förvaring av ballastvikter. Uppställningsplats av arbetsmaskiner så som dumpers, kranar och grävmaskiner, planeras en plats i Norra hamnen.

PE-profilrören levereras landvägen, med lastbil. Förvaring planeras på en yta i västra delen av Norra Hamnen. Inom inhägnat område, sker ihopsvetsning och montering av ledningsdelar och flänsar. Ytan som är cirka 4 hektar är tillräcklig för att innehålla bland annat avfallscontainrar, manskapsbodar, parkering för tunga fordon, yta för kemikaliehantering och arbetsytor för övriga aktiviteter som sker i området.

För att sjösätta PE-profilrören planeras en sjösättningsramp vid strandkanten ute på Norra hamnen. Två alternativa lägen finns, se figur 8-1. Sjösättningsrampen består av en cirka 20–30 meter lång hårdgjord yta på land som möter vattenytan. Den behöver sträcka sig så långt ut i vattnet så att ledningen blir flytande och vagnarna som ledningen ligger på kan flyttas undan (se figur 8-7 och figur 8-9). När arbetet med sjösättningen är klart avvecklas rampen och strandkanten återställs till ursprunglig konstruktion.

Figur 8-1. Alternativa lokaliseringar av sjösättningsramp som anläggs vid strandkant i Norra hamnen för sjösättning av hopsvetsade PE-profilrörsledningar. Detaljerad ritning finns i Bilaga R Ritningsförteckning.

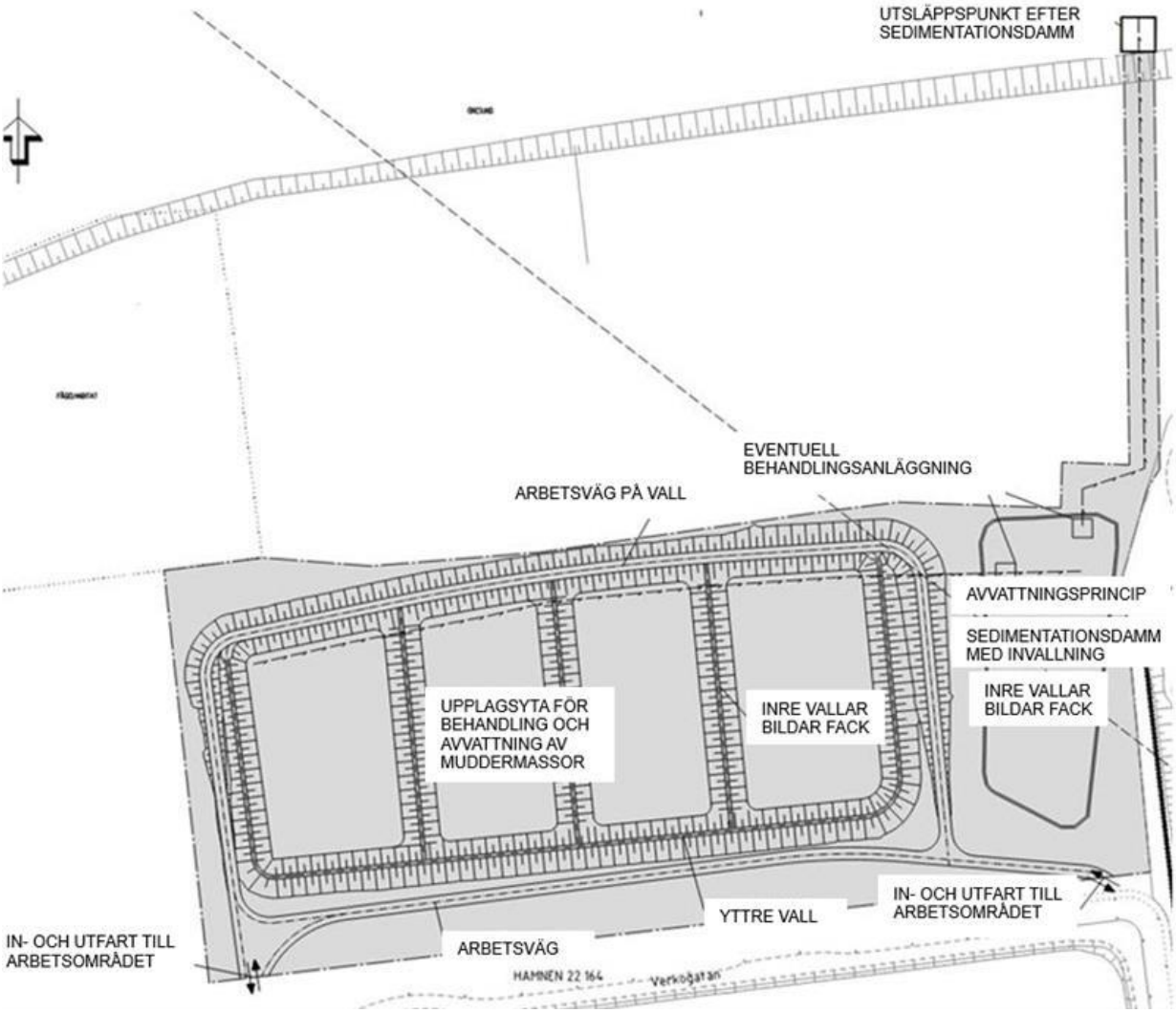


8.3 Hantering av massor

Muddermassor från ledningsschaktet mellan strandkanten och fram till cirka 2 kilometer ut i Öresund samt massor vid de yttre, cirka 50 metrarna av ledningskorridoren beräknas totalt till cirka 200 000 tfm3 (teoretisk volym exklusive svällfaktor). Volymen muddermassor är beräknade utifrån tfm3 vilket innebär att vattnet som tillkommer massorna vid muddringen inte är inräknat. I volymen muddermassor finns även schaktmassor som genereras vid urgrävningen på land för utloppsledningarna inräknade.

**Ett alternativ är att muddermassorna hanteras och avvattnas på en yta om cirka 7 hektar, inklusive sedimentationsdammen på hamnområdet (se figur 8-2) och Bilaga R Ritningsförteckning.

Figur 8-2. Planerad upplagsyta för eventuell behandling av och avvattning av muddermassor ute på hamnområdet med sedimentationsdamm och utsläppspunkt. Uppförstorad och mer detaljerad ritning finns i Bilaga R Ritningsförteckning.



Om alternativet med avvattning av muddermassorna väljs, lastas muddermassorna på prämar som bogseras till Malmö hamn där de lossas och transporteras till uppläggningsplatsen i Norra hamnen. För att möjliggöra hanteringen och eventuella avvattningen av massorna byggs vallar upp för att rymma cirka 2,5–3,5 meter massor på höjden. Vallarna byggs upp av befintliga massor som finns på avvattningsplatsen och stabiliserade muddermassor. Uppgrävda massor närmast land bedöms ha minst vatteninnehåll och mest lämpliga för stabilisering och användning för byggandet av vallarna. Om behov finns sker stabilisering av muddermassorna genom att bränd kalk blandas in för att göra dessa tillräckligt fasta så att de kan utgöra skiljeväggar och yttre vallväggar. Vallarna har en lutning på ungefär 1:2 och är avskilda i separata sektioner. Syftet med indelning av ytan i sektioner är att massorna kan delas upp efter dess vatteninnehållande egenskaper. För att möjliggöra avvattning av muddermassorna avjämnas den befintliga marken och ett dräneringslager av sand/grus läggs ut. Dräneringsrör anläggs i sand/gruslagret för uppsamling av vattnet och bortledning till en sedimentationsdamm. Avjämning av upplagsytan utförs så att dräneringslagret och ledningarna förläggs ovan högsta grundvattenyta. Körvägar för dumpers anläggs på vallarnas krön för transport och avlastning i sektionerna.

De massor som inte innehåller några betydande föroreningar avvattnas direkt på ytan med dränering. Allt dräneringsvatten leds vidare till en sedimentationsdamm där det finns möjlighet för partiklar att sedimentera innan vattnet släpps ut i Öresund, se figur 8-2. Vattnet leds ut norr om sedimentationsdammen, vid behov innanför en siltgardin.

**Massor med sådana föroreningar och föroreningshalter som hittills påträffats vid undersökningar utmed ledningssträckningen (se avsnitt 4.3.2), hanteras och avvattnas som beskrivits.

Om det vid undersökning av sedimenten som ska muddras visar sig att det finns massor i något parti av ledningskorridoren som är mer förorenade än de som hittills provtagits, hanteras dessa massor utifrån vilken förorening och vilken koncentration det är fråga om.

Kompletterande undersökning och provtagning av sediment i ledningskorridoren kommer utföras innan muddringsarbetet påbörjas.

Muddermassor transporteras direkt till godkänd mottagare med tillstånd, alternativt efter eventuell avvattning och stabilisering transporteras de till mottagningsanläggning med godkänt tillstånd.

Enligt fastighetsägaren finns inga massor över MKM på avvattningsytan.

Innan iordningställandet av ytan för avvattning av muddermassorna påbörjas kommer en inventering med inriktning på naturvärden och invasiva arter att genomföras. Inventeringen utförs under lämplig säsong, sen vår eller sommar. Vid eventuella fynd av invasiva arter tas en handlingsplan fram som säkerställer rätt hantering för att undvika spridning och destruktion av aktuell invasiv art.

8.4 Arbetsområden i vatten

** Arbetsområdet i vattnet för ledningskorridoren är cirka 75 meter brett. PE-tryckrör och PE-profilrör ställer olika krav på hantering i vattnet respektive land. PE-tryckrör levereras sjövägen i längder på cirka 500 meter. Eftersom ledningen inte kan dras upp på land ställer detta krav på uppankringsplats i skyddat läge.

Arbetsområdet där montering av vikter på PE-tryckrör sker anpassas till rörlängderna och kan uppgå till cirka 1 000 meter. Efter installation av vikter måste de färdigviktade rördelarna förvaras på en skyddad plats till havs i väntan på bogsering till installationsplatsen.

Vid pålning krävs en yta till havs för pålningsmaskinen och avlastning av pålar från pråm till pålningsmaskin. Även andra båttransporter och servicebåtar som exempelvis för tankning krävs vid arbetet ute på vattnet.

Muddringen i den innersta delen mot Sjölunda avloppsreningsverk, kan utföras via en uppbyggd tillfällig vägbank som en dumper och grävmaskin kan köra på och muddra ifrån (se mer information under 8.7 Tillfällig vägbank).

8.5 Anläggning av utloppsledningar

8.5.1 PE-tryckrör

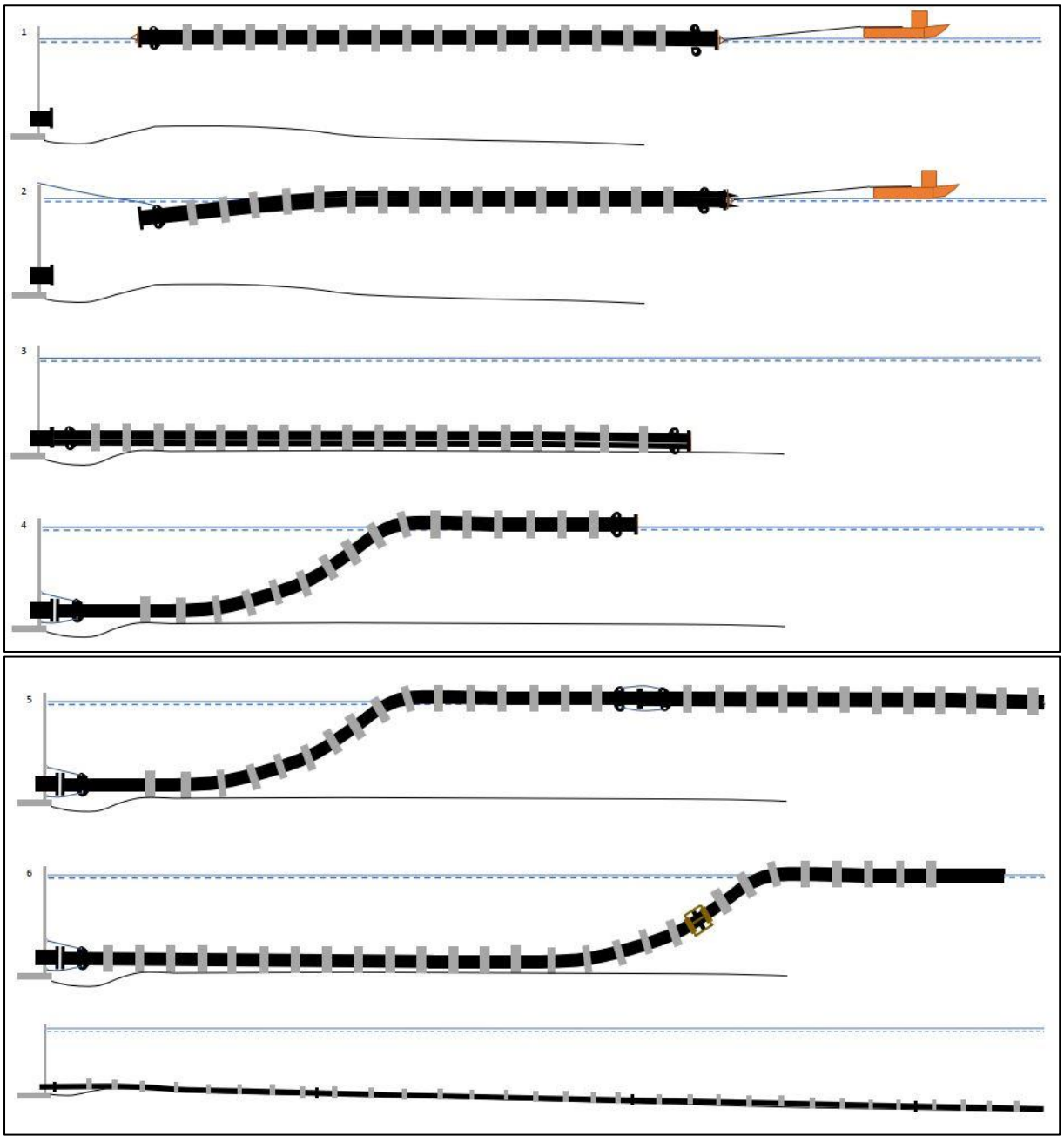
PE-tryckrör är konstruerade med ett enhetligt, homogent fast tvärsnitt av PE-material. Rören tillverkas i sådana längder som innebär sjötransport till installationsplatsen. Rören kan inte läggas upp på land eftersom de är så pass tunga att de riskerar att deformeras av sin egen vikt och bli ovala. Vikten på

tryckröret är cirka 620 kg/m. Rören förankras därför på lämplig plats i skyddat läge från våg- och vindpåverkan i väntan på viktning och anläggning. Viktning av rören behöver ske vid en lämplig kaj med hjälp av pråm och mobilkran. Ballastvikterna är konstruerade som runtomslutande vikter och monteras med cirka 5 meters mellanrum. Figur 8-3 visar exempel på en oviktad och en viktad tryckledning.

Figur 8-3. Exempel på en viktad och en oviktad tryckledning som ligger flytande inför transport till viktnings och sänkningsplats.

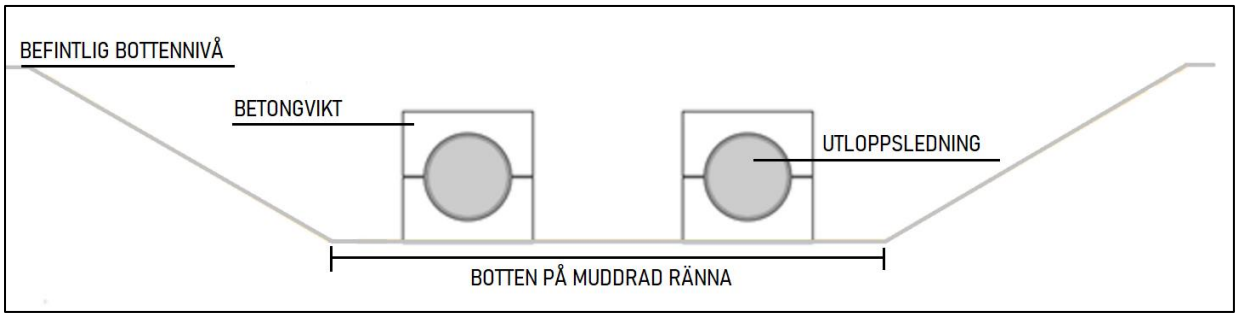
**Rören bogseras sedan viktade till installationsplatsen och skarvas genom att den ena änden på röret lyfts upp till vattenytan (se figur 8-4). Ledningen sänks ner i sin fulla längd till botten för att sedan lyftas upp igen i ena änden för påskarvning av nästa rörlängd. Vid sänkning av röret regleras vatten och luftvolymen i röret för att möjliggöra stabil, kontrollerad och säker nedsänkning i ledningsschaktet eller direkt på havsbotten.

Figur 8-4. Illustration över sänknings och skarvningsförfarandet av PE-tryckrör. Skarvning sker vid vattenytan och rörlängderna levereras viktade till installationsplatsen.



**Avståndet (cc-avstånd) mellan ledningarna på djupet 0–6 meter är cirka 6 meter och på djupet 6–12 meter cirka 7 meter. Se figur 8-5 för en principiell illustration över profilen på den muddrade rännan med utloppsledningarna och betongvikterna.

Figur 8-5. Principsektion av utloppsledningar i muddrad ränna.



**Vid anläggande av PE-tryckrör utförs ledningsschaktet djupare och bredare jämfört med PE-profilrör eftersom ballastvikterna är omslutande kring röret vilket gör att de bygger mer i höjdled. Muddermassorna som genereras vid anläggandet av PE-tryckrör omfattar därför cirka 20 000 tfm^3 mer än för anläggandet av PE-profilrör.

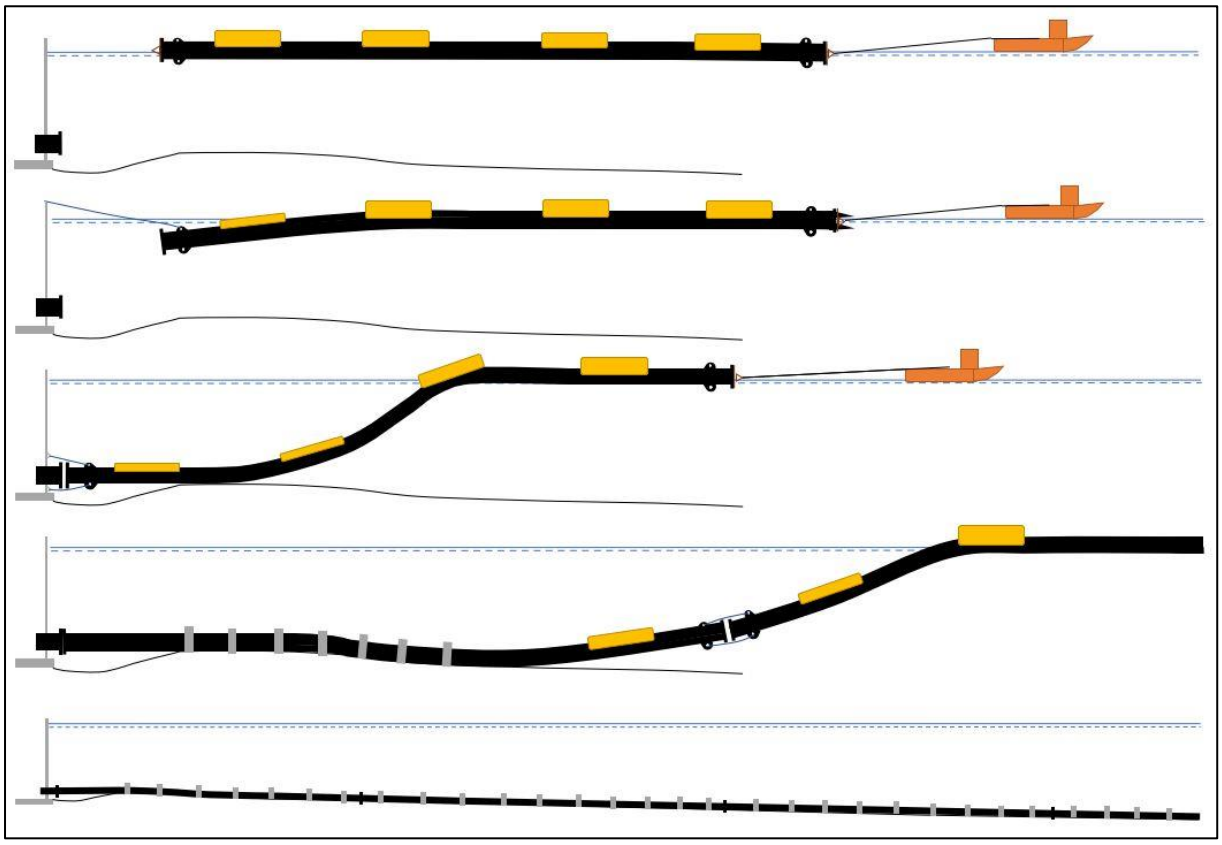
8.5.2 PE-profilrör

PE-profilröret är tillverkat som ett spiralsvetsat profilrör med en hålrumsprofil. Röret bildar således en tunn inre och yttre rörvägg, vilket medför robust hållfasthet med förhållandevis lite plastmaterialåtgång. Det går åt ungefär hälften så mycket plastmaterial vid tillverkningen av PE-profilrör som för PE-tryckrör.

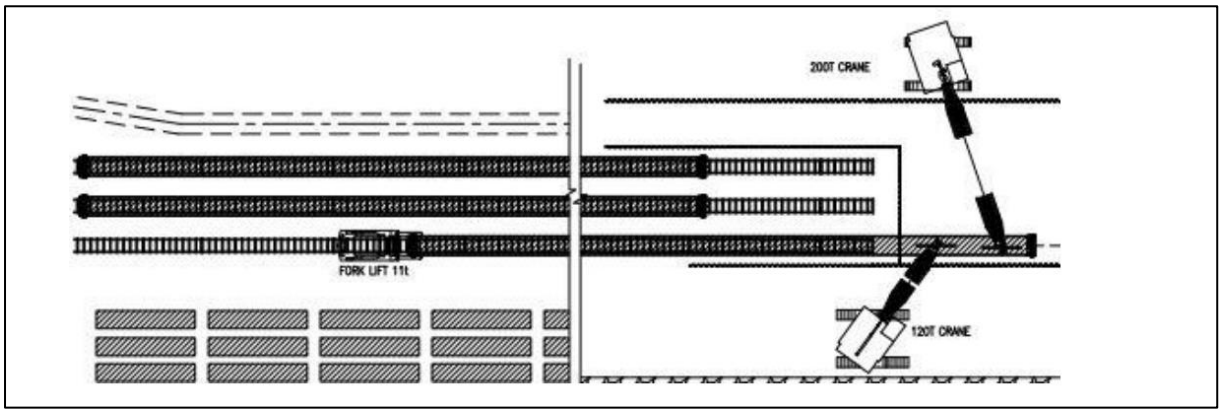
PE-profilrören tillverkas i längder upp till 22 meter och transporteras med lastbil. Rörlängderna svetsas ihop på land till mellan 240 och 260 meters längder och flänsar monteras i ändarna på rören. En räls byggs vid svetsningsplatsen ute på hamnområdet som rören transporteras på inför sjösättning (se figur 8-7 och figur 8-9).

PE-profilrören viktas genom att fylla hålrummen i rörprofilen med en lös cementblandning. Profilfyllningen skapar en viktökning av röret med cirka 20 procent. Rören bogseras ut till installationsplatsen och sänks ner till botten på ett kontrollerat sätt med hjälp luftsäckar. Rören vinschas till rätt plats på botten för skarvning i och med att endast en kortare sträcka ligger an mot botten. Luftsäckarna som monteras på rören möjliggör en kontrollerad och stabil nedsänkning på havsbotten (se figur 8-6). För att röret ska ligga förankrat på botten ställs hästskovikter i betong (se figur 8-8) över rören när de ligger på rätt plats på botten.

Figur 8-6. Illustration över sänknings och skarvningsförfarandet av PE-profilrör. Skarvning av rören sker på botten och hästskovikter ställs på plats när röret ligger på botten.



Figur 8-7. Produktionslinje för PE-profilrör. Profilrören skarvas och förs fram på en räls för sjösättning.



**Installation av både PE-tryckrör och PE-profilrör kräver relativt lugna väderförhållanden. Arbetet styrs därför av vindpåverkan och strömförhållandena i Öresund.

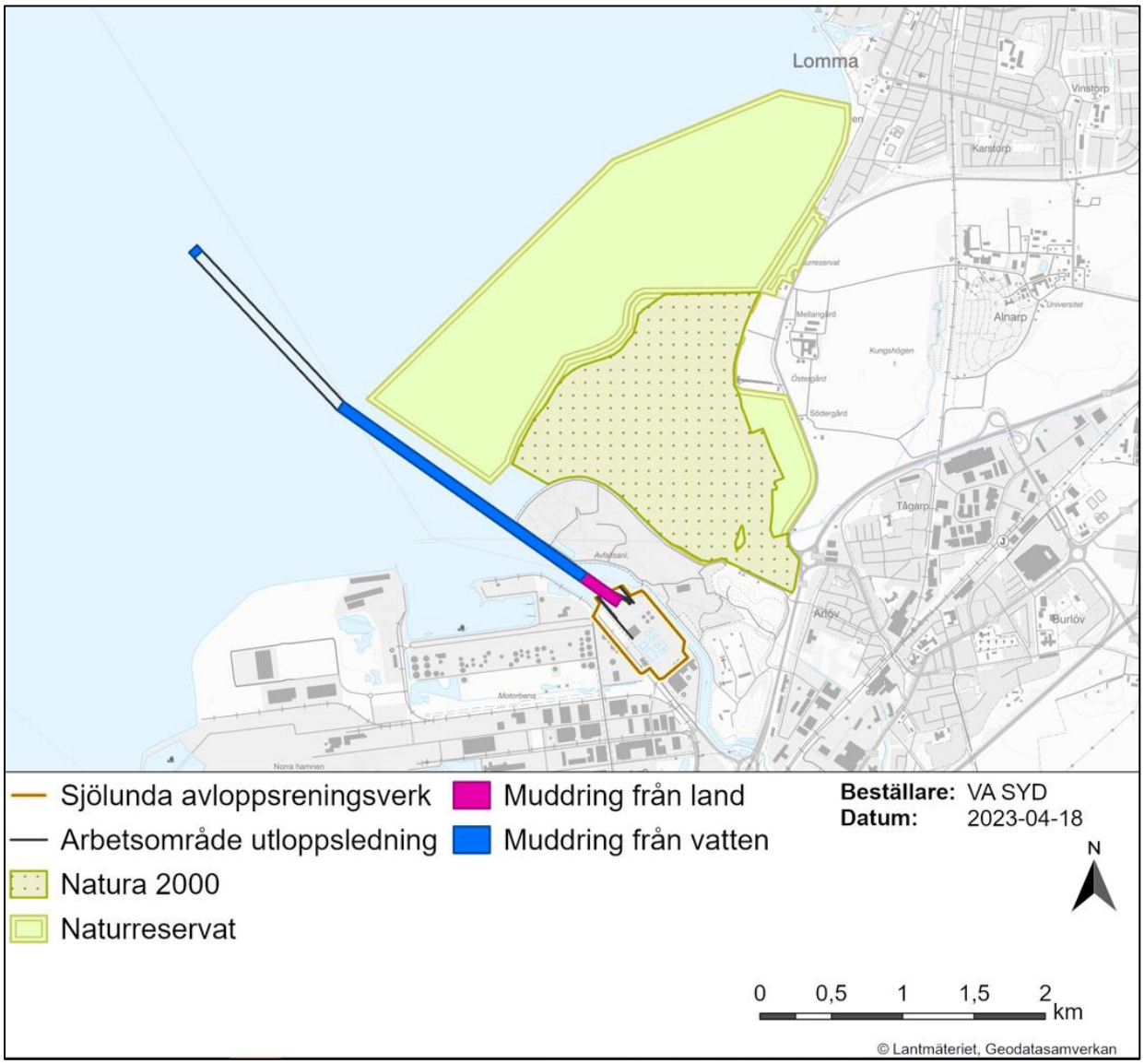
Figur 8-8. Hästskovikter som ställs ovanpå PE-profilrören på botten.

Figur 8-9. Sjösättning av PE-profilrör.

8.6 Muddring

**Den totala muddervolymen beräknas till cirka 190 000 tfm^3 (teoretisk fast volym). Med en antagen densitet på 2,2 ton/m^3 motsvarar detta cirka 420 000 ton. Behovet av muddring styrs av avståndet från havsbotten till vattenytan och av hydrauliska skäl, för att skapa självfall till utsläppspunkten. Avståndet från ledningens hjässa eller som minst i nivå med omgivande naturlig botten, ska vara cirka 3 meter (segelfritt djup). Muddring från havet beräknas omfatta en volym om cirka 150 000 tfm^3 och muddring från en eventuell tillfällig vägbank till cirka 40 000 tfm^3 (mer information om tillfällig vägbank se avsnitt 8.7). Figur 8-10 visar var muddring sker från den eventuella tillfälliga vägbanken respektive från vattnet. Muddringsarbeten inför anläggande av utloppsledningar kommer att ske oberoende av årstid.

Figur 8-10. Översikt av arbetsområde i förhållande till närliggande naturreservat och Natura 2000-område.

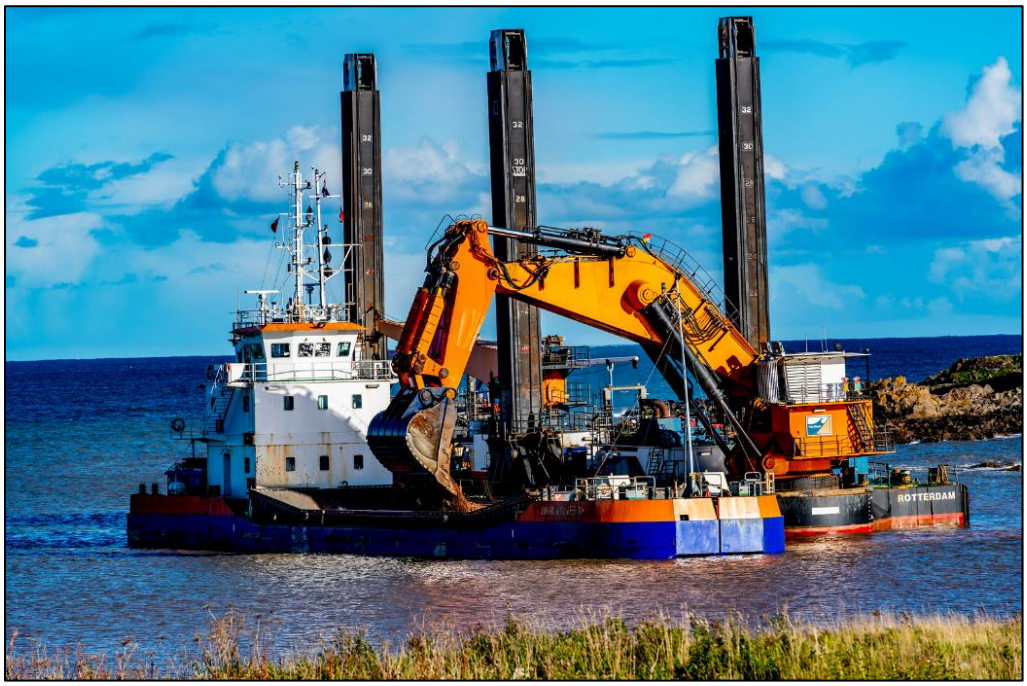


** Muddringen beräknas kunna utföras under cirka 3-4 månader vid kontinuerligt arbete dygnet runt i goda väderförhållanden. Beräknad muddringskapacitet är cirka 100 tfm^3/timme. För PE-profilrören förväntas att muddringsvolymen blir cirka 20 000 tfm^3 mindre än för PE-Tryckrören eftersom

ballastvikterna (hästskovikter) för PE-profilrören inte bygger lika mycket på höjden som ballastvikterna för PE-tryckrören.

Muddringen sker med ett mudderverk/enskopsverk exempelvis en så kallad Backhoe Dredger (se figur 8-11) som kan gå in till cirka 1,4 meters vattendjup. Bredvid mudderverket ligger en pråm som muddermassorna lastas på som sedan går in till kaj för avlastning om muddermassorna ska avvattnas (se figur 8-11). Skopstorleken som används är cirka 5–10 m3. Det maximala grävdjupet med mudderverket är cirka 13 meter. Muddringen startar längst ute på största vattendjup och fortsätter in mot land. Detta för att samtidigt skapa ett vattendjup för själva muddringsfartyget samt prålmar. För att bevara fastheten och strukturen hos muddermassorna samt för att minimera spill och grumling, grävs massorna upp med så fulla skopor som möjligt.

Figur 8-11. Exempel på mudderverk och pråm som kan användas (Flickr, 2023).



**Den muddrade rännans bottenbredd är vid cirka 10 meters avstånd från strandkanten cirka 12–17 meter och har en övre bredd på cirka 32 meter. Schaktdjupet vid denna punkt är cirka 5 meter. Mellan cirka 10 meter från strandkanten och cirka 250 meter minskar den övre schaktbredden från cirka 32 meter till cirka 27 meter. Djupet längs denna sträcka minskar från cirka 5 meter till cirka 4 meter. Från cirka 250 meter till cirka 2 kilometer är den övre schaktbredden, bottenbredden och djupet oförändrat. Efter cirka 2 kilometer avtar djupet successivt till 0 meter (ledningen ligger på befintlig botten). Bottenbredden är cirka 12–17 meter.

Den muddrade rännan kommer inte att läggas igen efter att utloppsledningarna lagts på plats. Inga åtgärder för att förhindra att organiskt material ansamlas i rännan kommer att vidtas.

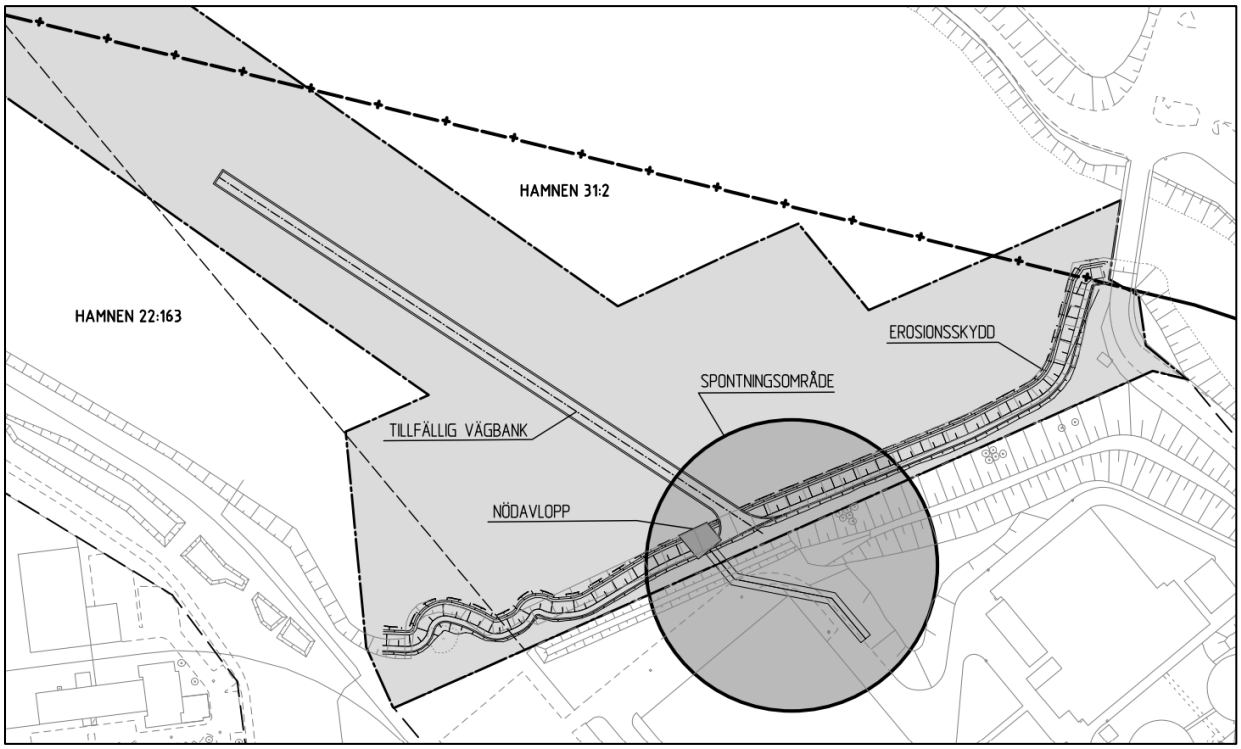
** Muddring sker även vid de yttersta cirka 50 metrarna av utloppsledningarna, där diffusorerna placeras. Den totala ytan som muddras är cirka 7 hektar.

Mellan sträckan cirka 2 kilometer till cirka 4 kilometer sker viss avjämning av botten och borttagande av eventuellt större sten och block, endast på den yta där ledningen förläggs.

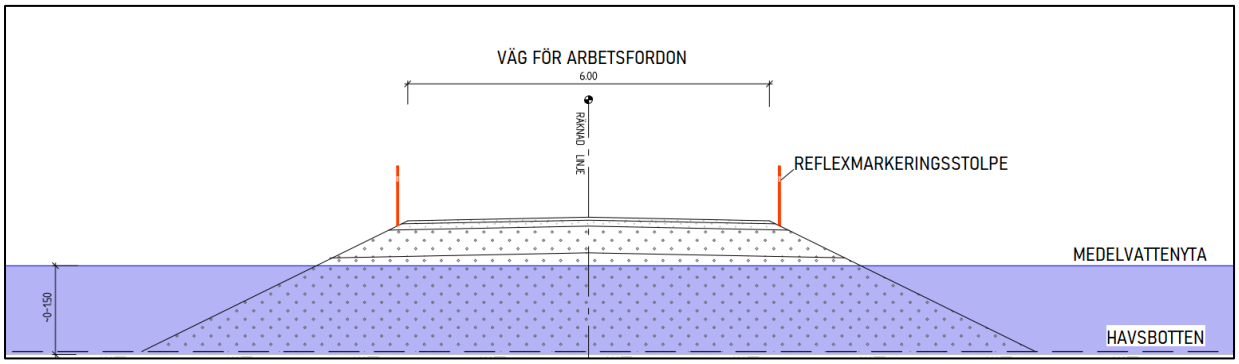
8.7 Tillfällig vägbank

Muddringen på sträckan upp till cirka 1,5 meters vattendjup (cirka 300 meters sträcka) kan utföras från en tillfällig vägbank som löper parallellt med mudderrännan (se figur 8-12). Figur 8-13 visar en princip på uppbyggnaden av den eventuella tillfälliga vägbanken. Den eventuella vägbanken anläggs av kross- eller friktionsmaterial eller annat lämpligt material på en geotextilduk. Materialet som används till att bygga upp vägbanken utgörs av inköpta jungfruliga massor till exempel från bergtäkt. Bottenbredden är cirka 15 meter och har en körbredd på cirka 6 meter (se figur 8-13). Den totala bottenytan som tas i anspråk av vägbanken är cirka 4 500 m^2.

Figur 8-12 Eventuell tillfällig vägbank som anläggs där muddring sker ifrån, vid den innersta delen av muddringsrännan. Uppförstorad och mer detaljerad ritning finns i Bilaga R Ritningsförteckning.



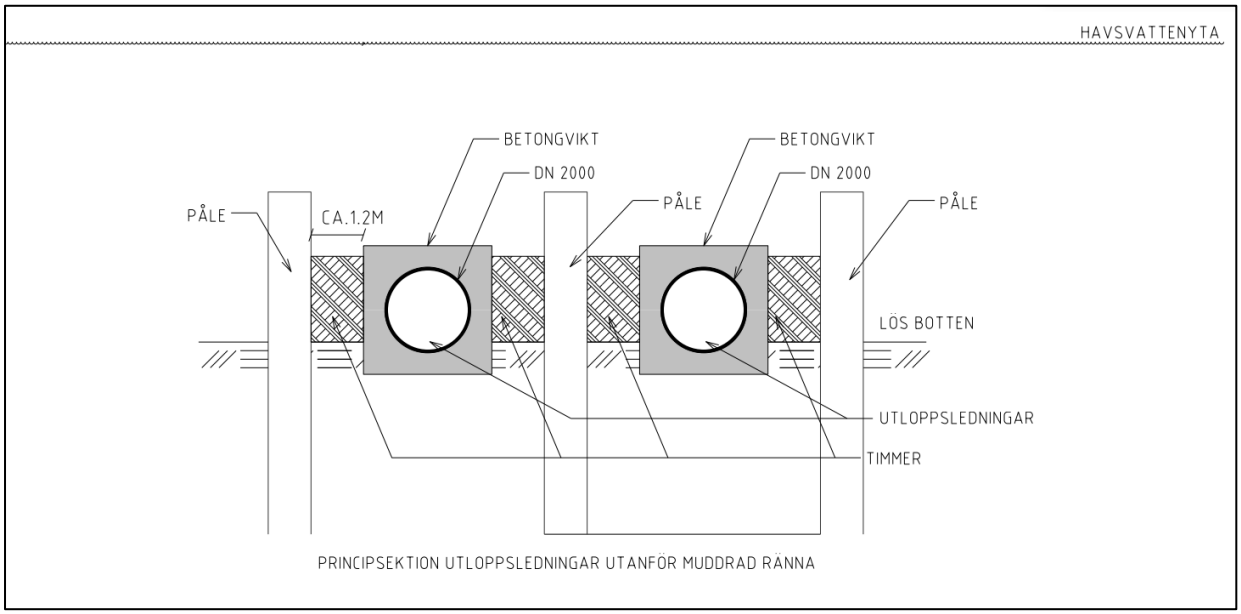
Figur 8-13 Figuren visar ett tvärsnitt av den eventuella tillfälliga vägbanken. Uppförstorad och mer detaljerad ritning finns i Bilaga R Ritningsförteckning.



8.8 Pålning

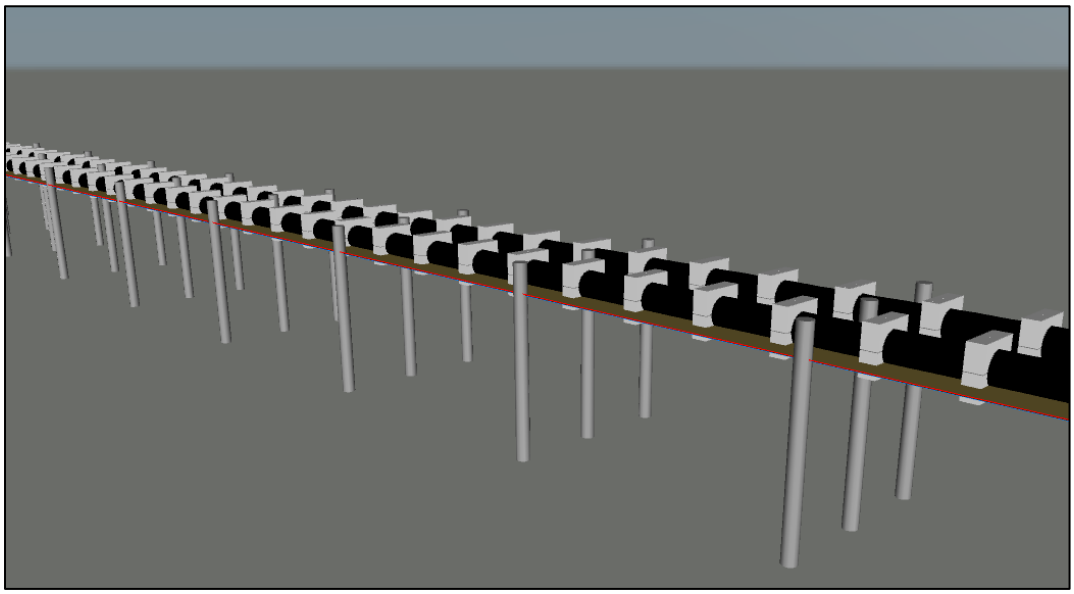
Där den muddrade rännan slutar förläggs utloppsledningarna på befintlig havsbotten. Utöver krafter vid anläggning/sänkning påverkas rören även väsentligt av tvärgående strömkrafter. Den primära strömriktningen i Öresund är från syd/sydväst, som till stor del är vinkelrät mot utloppsledningarna. Utloppsledningarna utsätts därför för strömkrafter tvärs över ledningen, och kan behöva säkras mot horisontell rörelse med hjälp av exempelvis pålar längs ledningarna (se principiell figur 8-15 och figur 8-16). Metod för alternativ förankringsmetod utreds vidare.

Figur 8-14. Principsektion av utloppsledningarna med pålar på sträckan cirka 2–4 kilometer från land. Rören och ballastvikterna sjunker ner i den lösare bottnen på den yttre delen av ledningssträckningen. Uppförstorad och mer detaljerad ritning finns i Bilaga R Ritningsförteckning.



**De förväntade strömhastigheterna för en dimensionerande strömningskraft med en upprepningsperiod på 50 år är karakteristiskt cirka 2,9 m/s, som en tvärgående kraft på ledningarna.

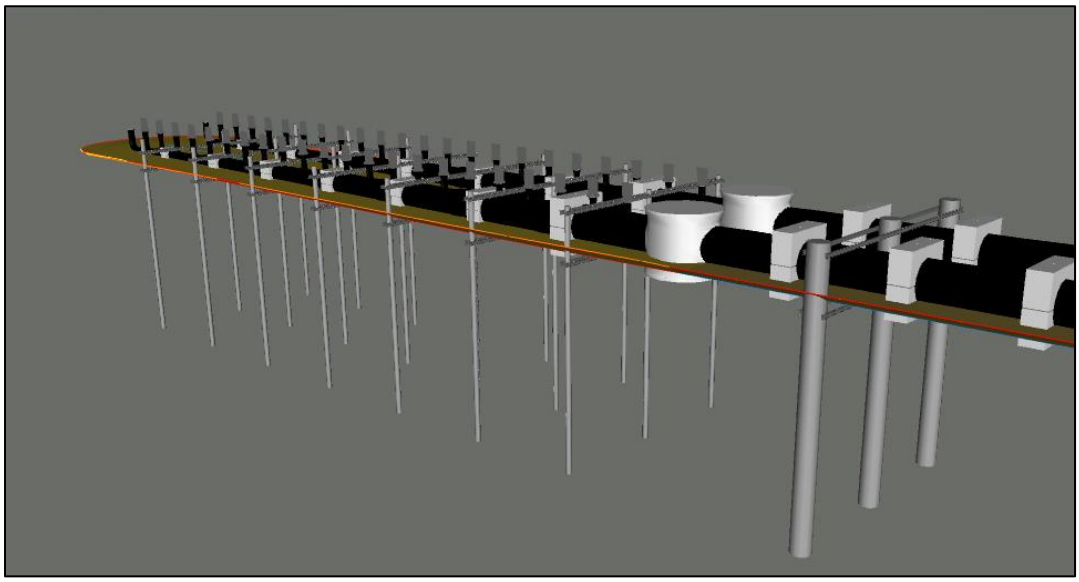
Figur 8-15. Exempel på hur pålkonstruktion kan se ut utmed utloppsledningarna för stabilisering mot horisontella krafter. Röd linje illustrerar havsbotten.



**Pålningen som endast utförs dagtid, börjar cirka 2 kilometer från stranden och sträcker sig upp till cirka 4 kilometer.

Diffusorerna säkras från påverkan av horisontella och vertikala krafter, som uppstår från tvärgående havsströmmar, sättningar i havsbotten och pulserande tryckkrafter från utloppet, med fixering genom ett pålverk med en undre och övre tving. Diffusorarrangemanget hålls på plats med pålar. Alternativ förankringsmetod utreds vidare. Diffusorn är konstruerad så att dimensionen på röret avtar successivt (se figur 5-3 och figur 8-16).

Figur 8-16. Exempel på hur pålkonstruktion kan se ut vid diffusorarrangemanget för stabilisering mot både horisontella och vertikala krafter. Röd linje illustrerar havsbotten.



8.9 Transporter

Transporter av muddermassor sker eventuellt från kaj där avlastning från pråm sker till plats för avvattning av massorna. Där muddring sker från den eventuella tillfälliga vägbanken sker transport med lastbil/dumper från muddringsplats till avvattningsplats. Den totala körsträckan för dessa två körsträckor uppskattas till cirka 52 000 kilometer fördelat över cirka 110 arbetsdagar. Åtgärder för trafiksäkerhet genomförs för tillfälliga vägar om behov finns.

Ett alternativ till avvattning av muddermassor är att massorna transporteras direkt med pråm till godkänd mottagare. Transporten kan eventuellt ske direkt med pråm till godkänd mottagare.

**PE-profilrören med tillhörande svetsutrustning och räls för sjösättning transporteras via land med lastbil till svetsningsplatsen. Transporter av ballastvikter sker till förvaringsplats för vidare transport till plats för viktning.

Vid nedläggning av ledningar avses körytor längs vattnet på Spillepengens södra sida och sträckan längs vattnet från avloppsreningsverket och korsningen Cisternvägen/Kusthamnsgatan att användas. En grävmaskin avses köra på vardera sida med bogserlinor fastsatta i ledningen, för att stabilisera ledningen vid montering.

Transporter till och från uppställningsyta för fordon sker längs Verkögatan-Renögatan-Hemsögatan. Trafik som ska till utloppsledningarna tar efter Hemsögatan, Spillepengsvägen norrut. En alternativ transportväg till Spillepengsgatan norrut är Nordreflintvägen på norra sidan av avloppsreningsverksområdet längs Sege å.

Körvägen till området för lagring och montage av vikter går längs Hemsögatan fram till upplagsplatsen.

Fordonstrafik som ska lämna området, använder Spillepengsgatan söderut, som ansluter till flera stora vägar, bland annat väg E6. Samma vägar används för fordon som ansluter till området.

Muddermassor transporteras till havs med pråm från platsen vid muddringsfartyget till Malmö hamnområde. Muddringen pågår dygnet runt i cirka 3-4 månader exklusive driftstopp till följd av till exempel hårt väder eller maskinhaveri.

Transporten av PE-tryckrören sker enbart via vatten, och bogseras till havs från fabriken till Malmö. Rören behöver transporteras till och från plats för uppankring innan anläggning kan ske. Sjötransporter som krävs är bogsering av utloppsrör och ballastvikter/hästskovikter till viktningsplats och rörförläggningsplats. Transporter sker även av pålar som lastas på vid kaj och körs ut till pålningsmaskinen (som exempelvis står på en pråm). Andra sjötransporter som är aktuella är transporter av bränsle till och från pålningsmaskin och grävmaskin på pråm. Vid eventuellt uppehåll i arbetet på grund av hårt väder körs arbetsmaskiner och lastpråmar in i skyddande läge eller till närmaste hamn.

8.10 Energiåtgång

Den största energiåtgången förekommer under byggskedet, främst i form av bränsleenergi. De mest energikrävande posterna är arbetsmaskiner. Exempel på arbetsmaskiner i vatten är mudderverk, pålningsmaskiner, båtar för muddermassor, samt fordon för transport av material till havs och på land.

Energiåtgången under driftskedet är mycket begränsad för utloppsledningarna. Normalt förs renat avloppsvatten ut i ledningarna via självfall. Vid höga havsvattennivåer kan pumpning krävas vilket förbrukar el. Detta beskrivs närmare i tekniska beskrivningen för Sjölunda avloppsreningsverk (se *Bilaga T1 Teknisk beskrivning Sjölunda ARV*).

8.11 Hantering av avfall

Avfall som uppkommer under byggskedet material- eller energiåtervinns. Med att ”återvinna avfall” avses avfallshantering som beskrivs i bilaga 2 till avfallsförordningen, eller som på annat sätt innebär att avfallet kommer till nytta som ersättning för annat material eller förbereds för att komma till sådan nytta eller en avfallshantering som innebär förberedelse för återanvändning. Energiåtervinning avser förbränning.

Farligt avfall som uppstår utgörs främst av oljor och fetter samt hydrauloljor innehållande mineralolja, för den allmänna maskinparken. Det kan även komma fram att en viss del av muddermassor och schaktmassor är förorenade. Farligt avfall omhändertas av godkänd mottagare.

Tillfällig förvaring av farligt avfall sker oåtkomligt för obehöriga i täta, förslutna kärl och transporter sker med godkänd transportör.

8.12 Hantering av kemiska produkter

Hantering av kemiska produkter sker både på land och till havs. Förvaring och hantering av miljöfarliga kemiska produkter, drivmedel och brandfarliga produkter, sker så att risk för skada på människors hälsa och miljö minimeras.

Följande är exempel på kemiska produkter som är aktuella i bygg- och anläggningsskedet:

- Drivmedel
- Smörjmedel
- Hydrauloljor

- Rengöringsmedel (PE-cleaner vid svetsning av PE-profilrör)
- Bränd kalk (stabilisering av muddermassor).

8.13 Risk och säkerhet

Eftersom utloppsledningarna ligger i öppen muddrad ränna och direkt på befintlig havsbotten, finns en risk att skador på ledningarna och diffusorerna kan uppkomma vid till exempel ankring. Utmärkning på sjökort är ett exempel för att minimera risken. Sjöfartsverkets rekommendationer om utmärkning av ledningar kommer att följas. Andra skyddsåtgärder kommer att diskuteras med berörd myndighet.

En risk under byggskedet är läckage av drivmedel och oljor från arbetsfordon på land och till havs. Platsspecifika skyddsåtgärder vidtas där läckage kan förekomma.

En överhängande risk är att arbetet med ledningsförläggningen är att förseningar uppstår på grund av hårt väder.

9 Skyddsåtgärder

9.1 Skyddsåtgärder mot grumling

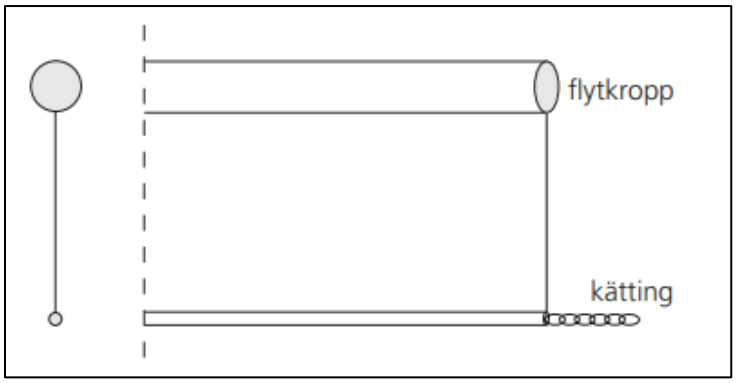
9.1.1 Siltgardin innanför Spillepengen

Sedimentspridning med grumling som följd, uppstår främst vid muddringsarbetet men även till viss del vid anläggandet av den eventuella tillfälliga vägbanken varifrån muddring från land sker, alternativt för att skydda inlopp för vattenintag.

Vid risk för att villkor kopplat till sedimentspridning överskrids, ses möjligheten över att använda siltgardiner, eller annan likvärdig metod innanför Spillepengen. Siltgardinen består av en finmaskig duk med en flytkropp som tyngs ned av en kätting som ligger an mot botten (se figur 9-2). Figur 9-1 redovisar hur en siltgardin kan användas för att begränsa sedimentspridningen.

Figur 9-1. Exempel på hur siltgardin kan användas för begränsning av sedimentspridning (Tecomatic, 2023).

Figur 9-2. Principskiss av siltgardin för mer öppet och strömmande vatten med kätting för tättslutande och förankring mot botten (Tecomatic, 2023).



**En annan funktion med siltgardinen är att den kan fungera som absorbent vid exempelvis oljeläckage.

9.1.2 Fulla skopor

Försiktighetsåtgärder som kommer vidtas vid muddring på öppet vatten är att massorna grävs upp med så fulla skopor som möjligt för att minimera grumling.

9.1.3 Stopp i muddringsarbetet

Muddringsarbetet stoppas tillfälligt om halten suspenderat material överskrider tillståndsgivet riktvärde, se vidare *Bilaga K1 Förslag till kontrollprogram byggskede,* avsnitt 7.7.

9.2 Skyddsåtgärder mot damning

** Bränd kalk till stabilisering av muddermassor, hanteras så att risken för damning minimeras.

Vägar och planer hålls rena genom sopning och vattning. Eventuellt förorenad utrustning tvättas av på plats där vatten vid behov kan omhändertas.

9.3 Skyddsåtgärder vid tankning

Om tankning behöver ske till havs utförs det så att risken för spill och eller utsläpp till havet undviks. Spillfria kopplingar används vid tankning och länsar appliceras vid behov. Tankning utförs inte om väderförhållanden gör att det inte kan utföras på ett säkert sätt.

Tankning och service av fordon sker på särskilt iordningsställda hårdgjorda ytor där eventuellt spill kan omhändertas. Saneringsutrustning för omhändertagande av eventuellt läckage ute vid mudderverk

eller pålningsmaskin finns i beredskap på arbetsplatsen och alla anställda har utbildning i åtgärdshantering och sanering. Mobila bränsletankar som används vid arbetet är dubbelmantlade och invallade och förvaras i inhägnat låst område nattetid.

9.4 Skyddsåtgärder vid buller

Arbetsmoment som genererar buller är pålningsarbete, muddring, schaktning och transporter som arbetet med förberedelse och nedläggning av utloppsledningarna innebär. De högsta bullernivåerna i både luft och under vatten bedöms alstras vid pålningsarbetet. Muddringsarbetet sker dygnet runt medan pålningsarbetet endast sker dagtid.

Vid pålningen nyttjas metoden ramp up (soft start och slow start) för att minimera risken för störning av marina däggdjur i närområdet.

Vid soft start, startar hammarenergin på cirka 10 % av maximal hammarenergi. Därefter sker en succesiv ökning upp till 100 % under minst 20 minuter.

Slow start innebär att antalet hammarslag per tidsenhet ökar succesivt till maximalt antal slag under minst 20 minuter.

Inga skyddsåtgärder kommer att vidtas för att minska undervattensbuller vid muddring.

10 Uppföljning och kontroll under byggskedet

** Förslag till kontrollprogram bifogas tillståndsansökan, se *Bilaga K Förslag till kontrollprogram*. Programmet omfattar kontroll av miljöpåverkan som kan uppkomma i byggskedet.

Behov och omfattning av skyddsåtgärder kopplas till uppmätta nivåer av omgivningspåverkan, de gräns- och/eller riktvärden för påverkan som ställs, samt villkor i kommande tillståndsbeslut.

Utformningen av det slutliga kontrollprogrammet fastställs efter att tillstånd är erhållet och då mark- och miljödomstolen har fastställt villkor för ansökt verksamhet. Kontrollprogrammet tas fram i samråd med berörda tillsynsmyndigheter.

11 Referenser

Ambjörn, Cecilia. (1986). *UTBYGGNAD VID MALMÖ HAMN; EFFEKTER FÖR LOMMABUKTENS VATTENUTBYTE. SMHI Oceanografi.*

Flickr. (2023). https://www.flickr.com/photos/p300njb/44820666912/in/photostream/ Hämtad 2023-04-18.

Havs- och vattenmyndigheten (2019). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.*

Naturvårdsverket. (1999). *Bedömningsgrunder- Kust och Hav.*

Malmö stad. (2025). *Malmö stads klimatunderlag*. Hämtat från https://gis.malmo.se/portal/apps/storymaps/stories/85f8af82d8694ecea374dae25072ffb8

SMHI. (2009). *Årsrapport 2008, Hydrografi, Öresunds Kustvattenkontroll*.

SGI Kustdataportal. Statens geotekniska institut- gis.sgi.se/kustdataportal SGI - Kustdataportal (vågmodell v2, portal v1.0) Hämtad 2024-07-04.

SGU. (2017). *SGU-rapport 2017:12 Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment.* SGU.

SGU. (2021). *Fysiska och dynamiska förhållanden längs Skånes kust – underlag för klimatanpassningsåtgärder*

Tecomatic. (2023). *Produktblad Miljögardin.* https://tecomatic.cdn.prismic.io/tecomatic/7909fe78-1f1a-4ecb-bd0a-ba4cb66a6411_miljögardin-produktblad.pdf Hämtad 2023-01-03.

University of Copenhagen. (1999). *Öresund facts*. Hämtad från http://www.oresundsakvariet.ku.dk/svenska/dokument15/

Pocess systems. (u.å.) https://www.valvesonline.com.au/flanged-duck-bill-check-valve Hämtad 2024-09-19.

WSP. (2021). PM Sjölunda muddringsprover, bedömning enligt miljökvalitetsnormer för sediment och riktvärden.

VASYD MAXIMA

maxima.vasyd.se