

Ansökan om tillstånd
för utläggning av rörledning
enligt kontinentalsockellagen



Bilaga T

Teknisk beskrivning

Utloppsledning

Version 2.0

BILAGA T, TEKNISK BESKRIVNING UTLOPPSLEDNINGAR

MAXIMA
Projekt Tillstånd
Tillståndshandling
Kontinentalsockellagen

2023-07-06

Slutversion



8178 Tillståndshandling Teknisk beskrivning KSL Utloppsledning utg 2.0

Dokument-ID: 8178-TH-KSL-TB-T-001

Utgåva: 2.0

Titel: Bilaga T, Teknisk beskrivning utloppsledningar

Status: Slutversion

Kontaktperson: Lena Hellberg, VA SYD

Dokumenttyp: Teknisk beskrivning

Dokument-ID: 8178-TH-KSL-TB-T-001

Upprättad av: Sweco Sverige AB

Författare: Mattias Gerdin och Caroline Björkenstig

Datum: 2023-05-30

Reviderad av: Sweco Sverige AB

Författare: Mattias Gerdin

Utgåva: 2.0

Datum: 2023-07-06

Revisionshistorik i tabell

Datum	Utgåva	Orsak till revidering	Utfört av
2023-07-06	2.0	Slutlig handling KSL	Mattias Gerdin Sweco Sverige AB
2023-05-30	1.0	Slutlig handling MB	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	Nuläge.....	5
4	Förutsättningar.....	6
4.1	VA-tekniska förutsättningar.....	6
4.2	Dimensionerande havsvattennivåer.....	7
4.3	Geologiska förutsättningar.....	8
4.3.1	Batymetri och geologi.....	8
4.3.2	Föroreningar i sediment.....	8
4.4	Hydrologiska förutsättningar.....	9
5	Beskrivning av utläggning av utloppsledningar.....	11
5.1	Val av utformning.....	11
5.2	Val av ledningssträckning.....	12
5.3	Utloppsledningar.....	13
6	Drift och underhåll.....	14
6.1	Piggning.....	14
6.2	Reparationsförfarande.....	15
7	Utvärdering av bästa möjliga teknik.....	15
8	Byggmetoder och genomförande.....	16
8.1	Tidplan.....	16
8.2	Arbetsområden på land.....	17
8.3	Hantering av massor.....	17
8.4	Arbetsområden i vatten.....	18
8.5	Utläggning av utloppsledningar.....	19
8.5.1	PE-tryckrör.....	19
8.5.2	PE-profilrör.....	21
8.6	Muddring.....	24
8.7	Pålning.....	26
8.8	Transporter.....	28
8.9	Energiåtgång.....	28

8.10	Hantering av avfall.....	28
8.11	Hantering av kemiska produkter	28
8.12	Risk och säkerhet.....	29
9	Skyddsåtgärder	29
9.1	Skyddsåtgärder vid tankning	29
9.2	Skyddsåtgärder vid buller	29
10	Referenser	30

Förteckning över bilagor

Rapporten innehåller inga bilagor.

1 Läsanvisning

Föreliggande dokument utgör teknisk beskrivning för nya utloppsledningarna från Sjölunda avloppsreningsverk. Dokumentet beskriver den tekniska utformningen och arbetet med utläggning av utloppsledningarna.

2 Bakgrund

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

Avloppsreningsystemet MAXIMA är VA SYDs satsning på en ny regional infrastruktur för avloppsrening i medlemskommunerna Burlöv, Lomma och Malmö samt Svedala som VA SYD samtidigt erbjuder att bli medlem. Det är en av regionens största infrastruktuursatsningar 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.

När Sjölunda avloppsreningsverk byggs ut finns behov av att byta ut och dimensionera upp utloppsledningarna. Tunneln under Malmö kommer kunna möjliggöra hantering av större volymer avloppsvatten och dagvatten. Detta i sin tur ställer krav på ökad kapacitet vid Sjölunda avloppsreningsverk och på utloppsledningarna. Ett förändrat klimat med stigande havsnivåer och ökad risk för kraftiga skyfall är aspekter som är väsentliga för utformningen av avloppshantering i Malmö.

3 Inledning

Föreliggande teknisk beskrivning avser utläggning av utloppsledningarna. Den beskriver utformning, omfattning, lokalisering, bygg- och utläggningsmetod för utloppsledningarna. Vidare redogörs för val av teknik, förutsättningar för utläggning av utloppsledningarna och skyddsåtgärder som behöver vidtas för att omgivningspåverkan minimeras under byggskedet för utloppsledningarna.

Utläggning av utloppsledningarna innebär vattenverksamhet enligt 11 kapitlet miljöbalken eftersom muddring och pålning krävs i vattenområde. Utöver det innebär arbetet med utläggningen bullrande aktiviteter, transporter och hantering av massor och kemikalier vilket innebär miljöfarlig verksamhet enligt 9 kapitlet miljöbalken.

Utläggningen av utloppsledningarna sker till stor del inom allmänt vattenområde, vilket innebär att ansökan lämnas in enligt kontinentalsockellagen.

3.1 Avgränsning

Den tekniska beskrivningen redogör för bakgrund, samt tekniska förutsättningar och lösningar för utläggning av två utloppsledningarna inom allmänt vattenområde. För att få en nödvändig helhetsbild beskrivs arbetsmoment som är kopplade till utläggning av ledningarna i sin helhet.

3.2 Begrepp och definitioner

Arbetsområde är det område inom vilket arbetet sker till havs vid utläggning 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 inför utläggning av 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.

Piggning innebär rensning av rör genom att en rensylinder förs genom röret vilket avlägsnar beläggning på insidan av röret. Renscyklindern utgår från en så kallad piggingsstation.

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

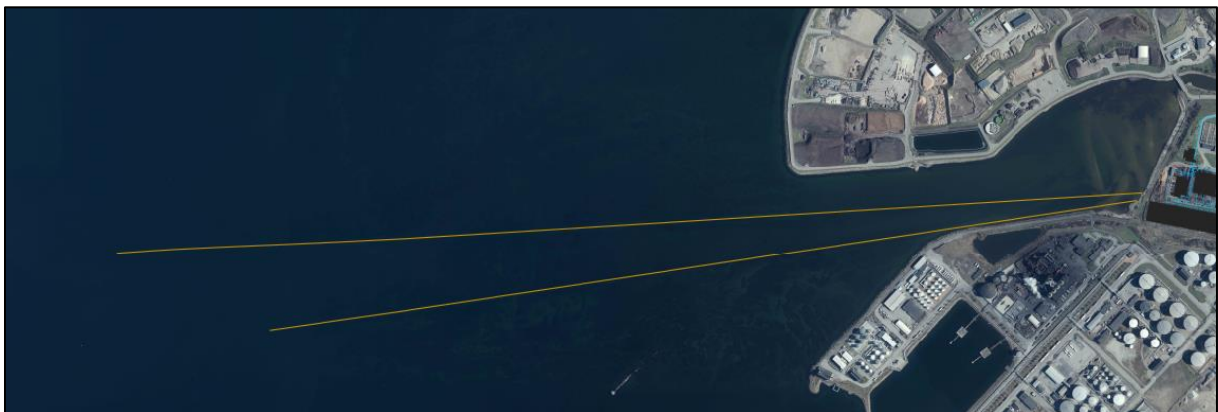
Siltgardin/Miljögardin är en finmaskig duk som används i vattnet för att förhindra sedimentspridning och grumlingsutbredning under muddringsarbete.

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 Nuläge

Befintligt avloppsreningsverk, som byggdes 1963, har idag två utloppsledning i Malmö hamnområde (se figur 3-1).

Figur 3-1. Befintliga utloppsledningar.



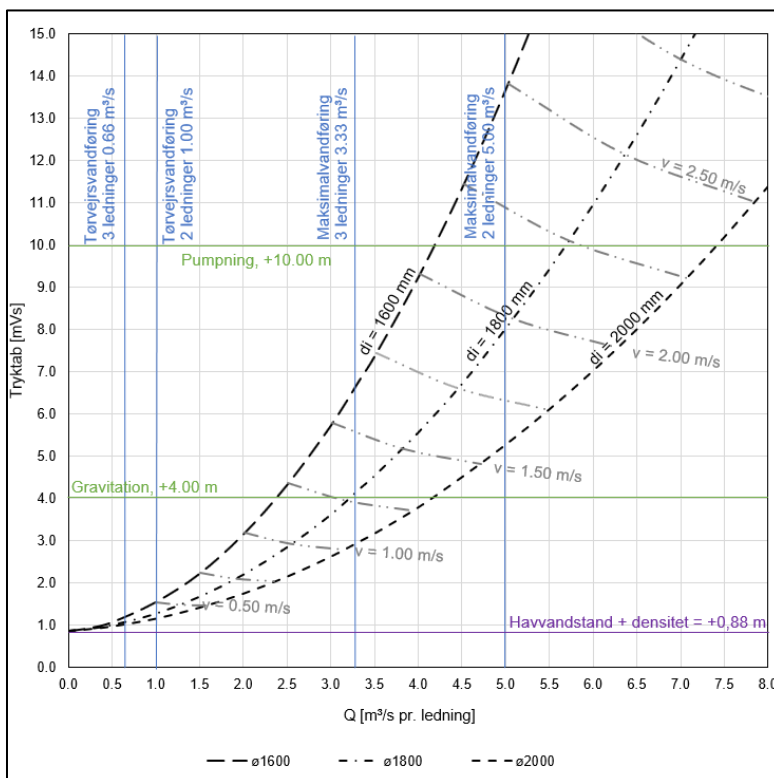
4 Förutsättningar

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 m³/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 m³/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.



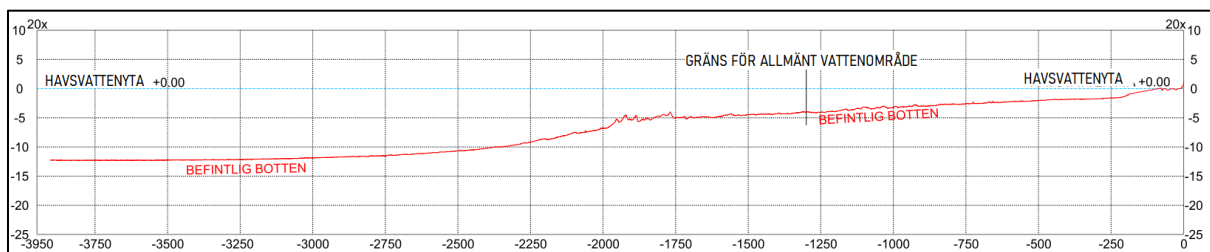
4.3 Geologiska förutsättningar

4.3.1 Batymetri och geologi

De uppgifter om förutsättningar som redovisas i detta avsnitt baseras på resultatet av undersökningar som har genomförts.

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 vattenområde (>3 meters djup) är belägen cirka 1,3 kilometer från strandkanten nordväst om avloppsreningsverket. Den yttre delen, cirka 2,7 kilometer av planerad ledningssträckning, ligger inom allmänt vattenområde. 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 (RH2000) (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 lermoränen som i sin tur överlagrar kalkberget.

Undersökning av botten har gjorts inom hela ledningskorridoren. Det huvudsakliga syftet med undersökningen var att identifiera sedimentlagerföljder samt djupet 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.

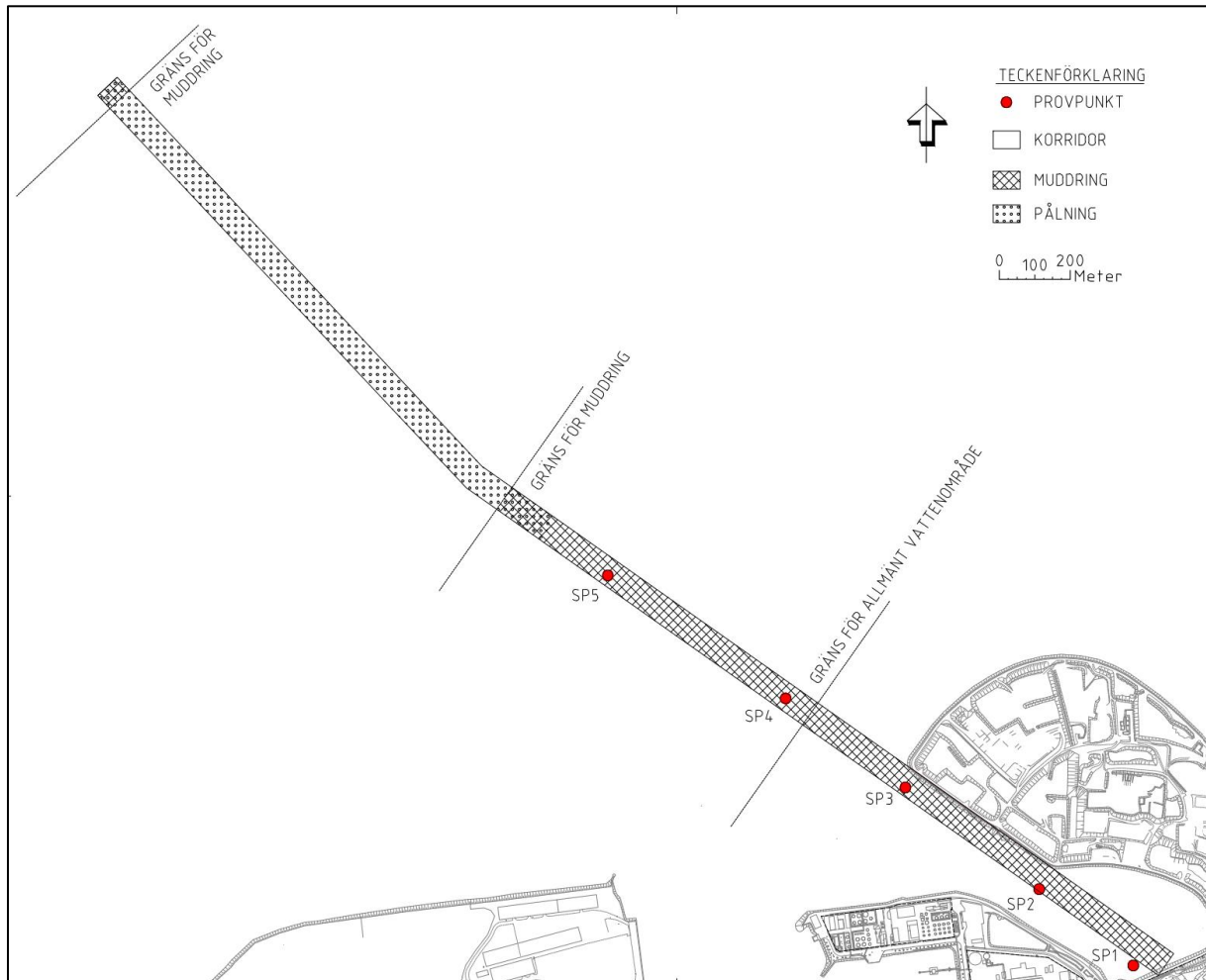
Tre djupprover (cirka 40–140 centimeter ner i sedimenten) av botten har analyserats med avseende på kornstorleksfördelning inom muddringsområdet (WSP 2021) med vibrohammarlod (vibrocorer). Samtliga analyser visar en sedimentsammansättning som innehåller cirka 10 procent lera, 30 procent silt och 60 procent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

4.3.2 Föroreningar i sediment

För att undersöka eventuella föroreningar i ytsedimenten utmed ledningssträckningen, har ytsedimentprovtagning utförts vid totalt 5 provtagningspunkter (WSP 2021) (se figur 4-4). Två av proverna (SP4 och SP5) är tagna inom allmänt vattenområde. En andra kompletterande

djupsedimentprovtagning utfördes i oktober 2021 (Geo 2021). 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). I provpunkterna SP1 och SP2 förekommer halter av enskilda PAH:er som överstiger klassgräns 3 i SGU 2017:12. Halterna av antracen och fluoranten i SP1 och SP2 överskrider riktvärden i HVMFS 2019:25 för ett eller båda av dessa ämnen.

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 Skagerrak-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

Bilaga T, Teknisk beskrivning utloppsledning

Dokument-ID: 8178-TH-KSL-TB-T-001

8178 Tillståndshandling Teknisk beskrivning KSL Utloppsledning utg 2.0

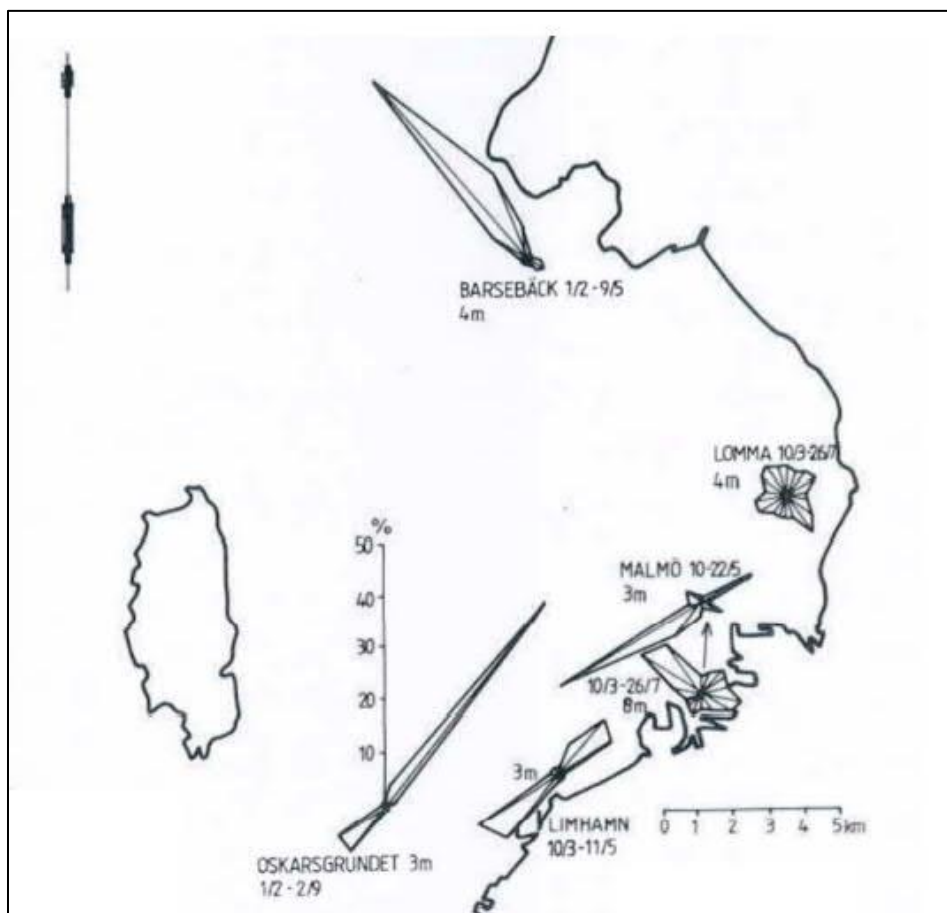
www.maxima.vasyd.se

nordgående. Vattenströmmen kan variera på djupet i och med att en bottenström med hög salthalt rör sig från Kattegatt in i Östersjön och ytligare vatten 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 (Ambjörn, Cecilia (1986)) 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. 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, Cecilia. (1986)).



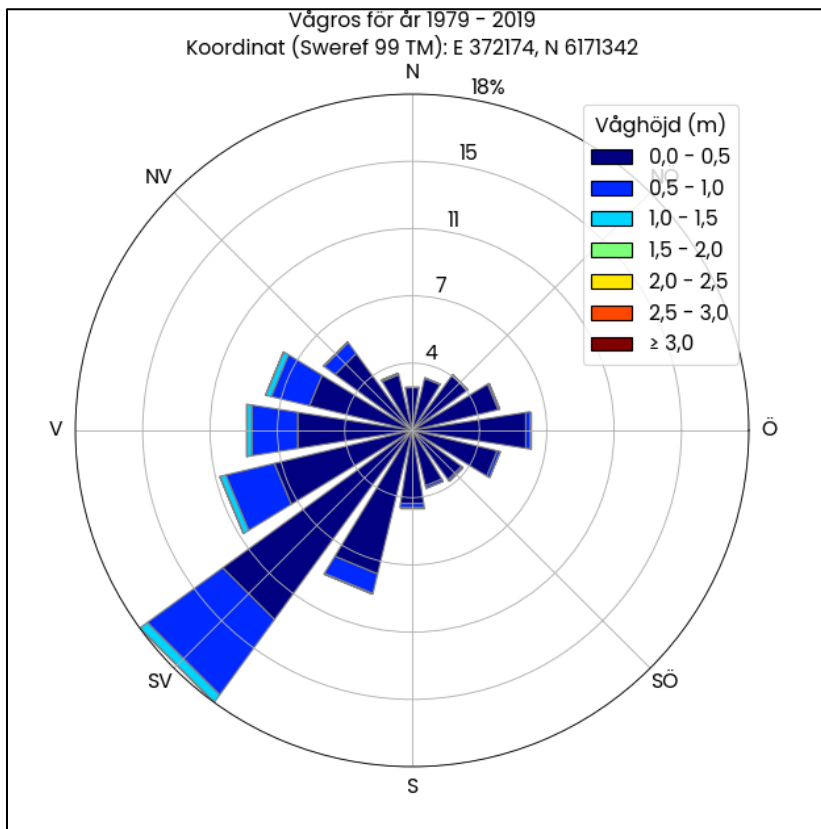
Strömmarna genom Öresund är relativt starka, vilket leder till en snabb omsättning av vattenmassan. Medelströmbilden i Öresund visar en nordgående ström i ytan och ner till 10–15 meters djup. Under det lagret strömmar vattenmassor som består av yt- och djupvatten från Kattegatt söderut (SMHI, 2009). 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 ledningarna.

I figur 4-6 visas beräknade vågor för en position i centrala Lommabukten. Den dominerande vågriktningen är från sydväst till väst (SGU Kartvisaren). 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 (SGU Kartvisaren).



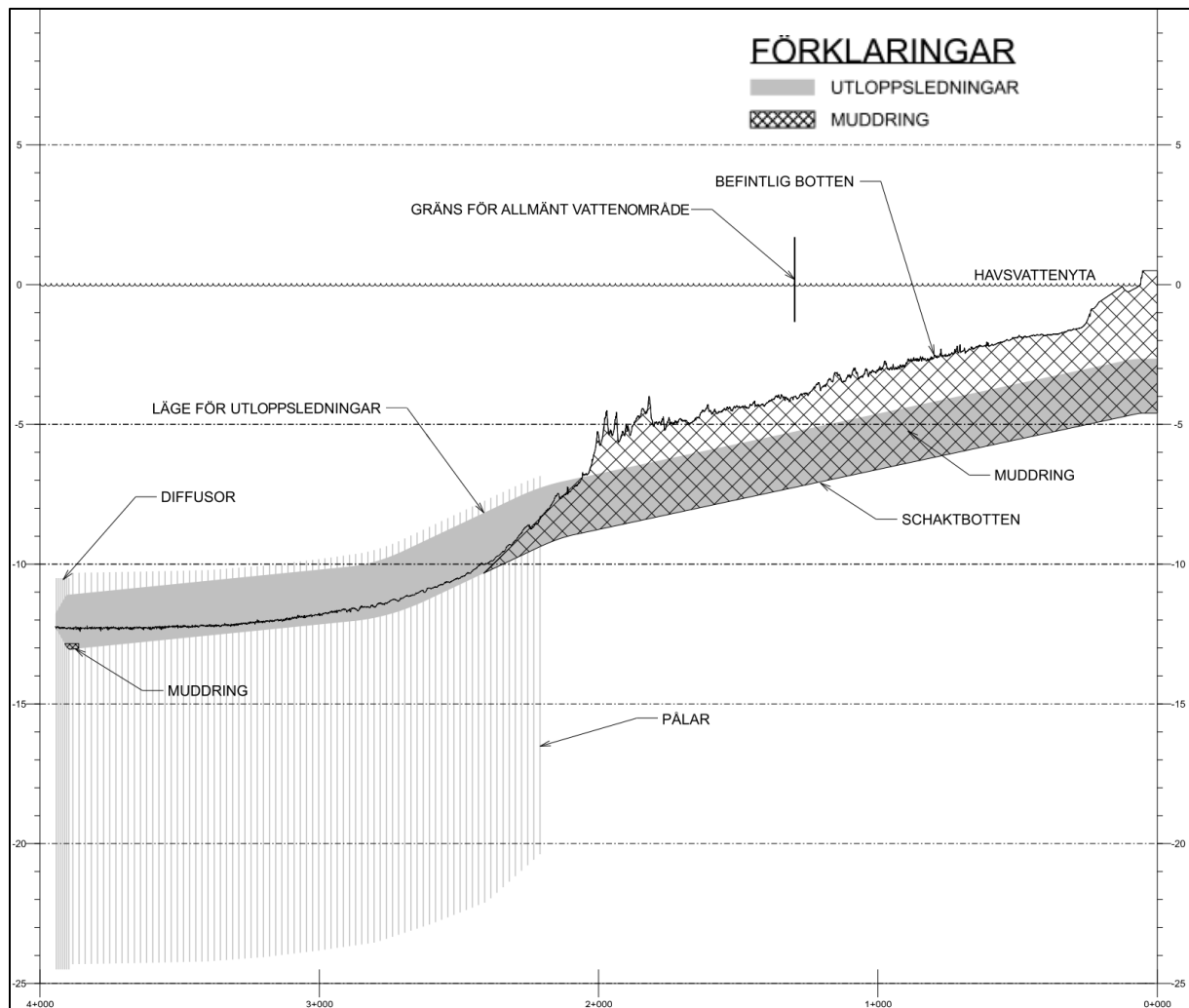
5 Beskrivning av utläggning av utloppsledningar

5.1 Val av utformning

Beskrivningen i detta kapitel innefattar utläggning av två utloppsledningar i havet samt arbetsmoment som gör dessa åtgärder möjliga.

Utloppsledningarna har en längd på cirka 4 kilometer (varav cirka 2,7 kilometer inom allmänt vattenområde) och är designade för att transportera renat avloppsvatten med självfall ut i Lommabukten. Vid mycket höga havsvattennivåer eller höga avloppsflöden finns möjlighet att pumpa ut renat avloppsvatten genom ledningarna. I figur 5-1 visas en längdprofil av en av utloppsledningarna med pålar vid de yttersta cirka 2 kilometrarna. En uppförstorad ritning finns i bilaga R.

Figur 5-1. Utloppsledningarna i muddrad ränna cirka 0–2 kilometer från land och pålar mellan cirka 2–4 kilometer från land.



5.2 Val av ledningssträckning

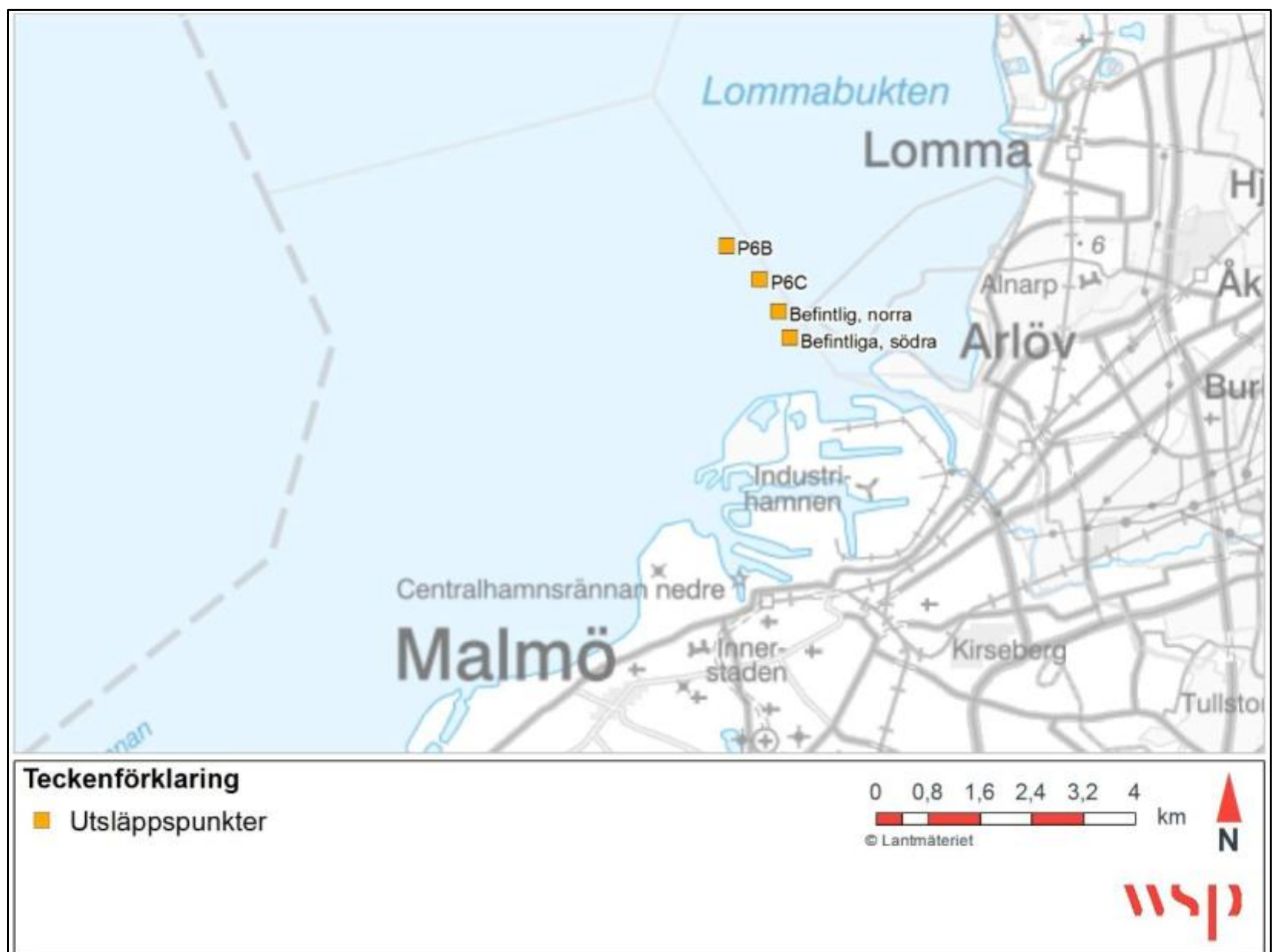
För att uppnå god utspädning och minsta möjliga omgivnings- och miljöpåverkan, mynnar utloppsledningarna cirka 4 kilometer ut i Lommabukten på ett djup av cirka 12 meter.

Placering av de nya utloppsledningarna styrs av det faktum att begränsningar uppstår från befintliga ledningars läge i söder samt av landområdet Spillepengen i norr. Endast här kan en korridor placeras för utläggning 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, läggs ledningarna ut till en ny utsläppspunkt, P6B (se figur 5-2). Norr om utloppsledningarna ligger även marina naturreservat och Natura 2000-område (se figur 8-10). Inga övriga ledningar finns inom ledningskorridoren. Utsläppspunktens läge innebär att utsläppet får en betydande utspädning som en följd 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 som utretts (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.



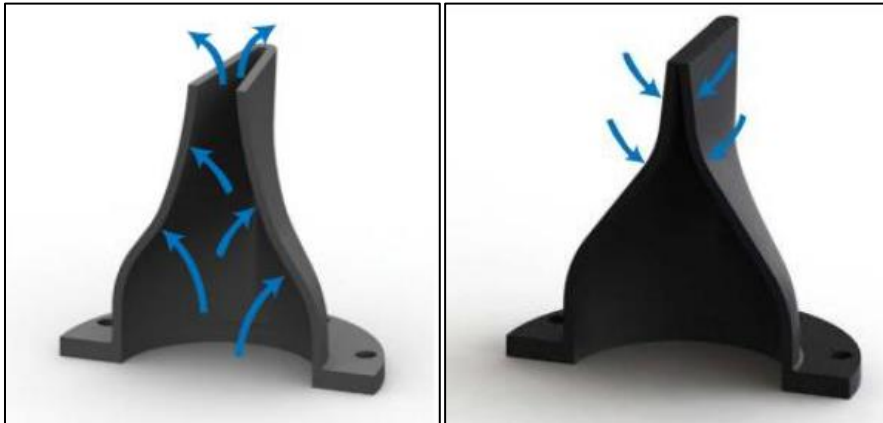
5.3 Utloppsledningar

Två alternativ på rörtyper och utläggningstekniker är aktuella som utloppsledningar (PE-tryckrör och PE-profilrör). Båda rören är tillverkade av polyeten (PE), men skiljer sig åt gällande bland annat muddringsbehov, utläggning och krav på 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.

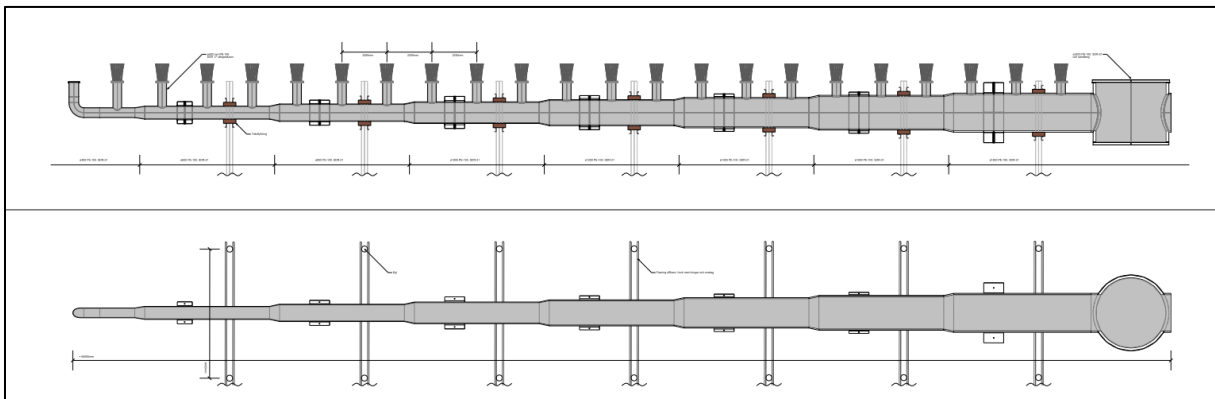
Vid utsläppspunkten, i änden av utloppsledningarna finns ett diffusorarrangemang med backventiler för att säkerställa god spridning och utspädning av det reade avloppsvattnet i Lommabukten.

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 22 utloppsdyror med backventiler som förhindrar att kallare havsvatten lägger sig i utloppsledningens ände och begränsar utflödet av det renade avloppsvattnet, se figur 5-3 och figur 5-4.

Figur 5-3. Backventil som monteras längst ut på utloppsdysor (Process Systems u.å.).



Figur 5-4. Diffusorarrangemang vid utsläppspunkt.



För att säkra utloppsledningarna från horisontella strömningskrafter på upp till cirka 2,9 m/s, fixeras ledningarna av pålar längs sträckan cirka 2-4 kilometer (se figur 8-12).

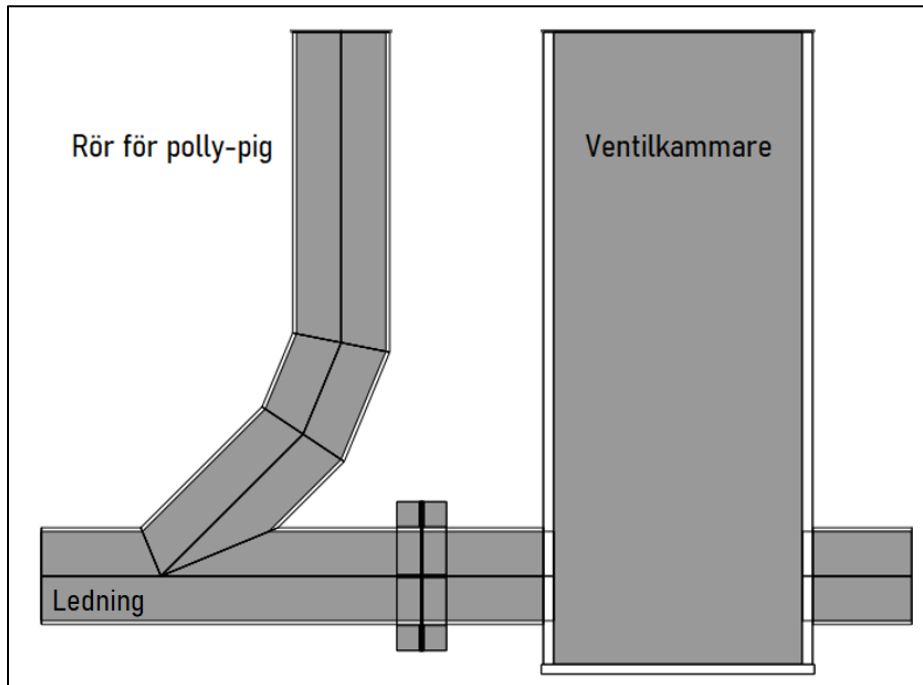
6 Drift och underhåll

6.1 Piggning

Under normal drift av avloppsreningsverket används endast en av utloppsledningarna i taget (flöden under cirka 3,5 m³/s). Vid flöden över 3,5-4 m³/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 belastningen på ledningarna vid utloppspumpstationen. Användningen av respektive ledning växlas med ett jämnt intervall.

För att möjliggöra rensning av ledningarna med en polly-pig (renscylinder) om sediment och slam skulle lägga sig på insidan på rören, byggs en så kallad piggningsstation efter utloppspumpstationen (se figur 6-1).

Figur 6-1. Piggningsstation med ventilkammare och rör där polly-piggen (renscylindern) kan föras ner i ledningen.



6.2 Reparationsförfarande

Om det skulle uppstå en mindre skada eller spricka på rören orsakade av exempelvis ankring, kan skadorna på rören lagas utan att rören behöver tas upp till ytan för påskavning och byte av rörsektioner. Viss urgrävning under ledningen kan behöva göras för att komma åt runt om röret. Vid en allvarigare skada på röret, som exempelvis ett större hål kan den skadade rördelen behöva bytas ut. Ett nytt rörstycke skarvas på med hjälp av skjutmuffar. Material finns i beredskap för att omgående kunna starta reparationsarbetet.

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.

Utloppsledningar i marina miljöer utsätts för olika krafter i utläggningsfasen, till exempel vid transport, montering, sjösättning och förankring av ledningarna på havsbotten. Även under driftfasen 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 rörmaterialens 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 utloppsrörens 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 utläggning 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 utläggning av ledningar 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, antingen konstruerade med ett enhetligt, homogent fast tvärsnitt av material (PE-tryckrör) eller spiralsvetsat med hålrumprofil i rörväggarna (PE-profilrör) med god motståndskraft mot korrosion och med en korrekt installation har PE-rör en lång livslängd i den marina miljön. På grund av PE-profilrörets utformning går det åt ungefär hälften så mycket plastmaterial vid tillverkningen, jämfört med PE-tryckrör.

Vid utredning gällande antalet ledningar som är lämpliga att lägga ut, 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 drygt 5 månader. Muddringsarbeten beräknas till 2–4 månader. De mest tidskrävande arbetena är pålning och utläggning av utloppsledningarna, vilket beräknas ta strax under 2 år.
- Driftskede: Utloppsledningarna används för att leda ut renat avloppsvatten i Lommabukten. Utloppsledningarna dimensioneras för en teknisk livslängd om 50 år.

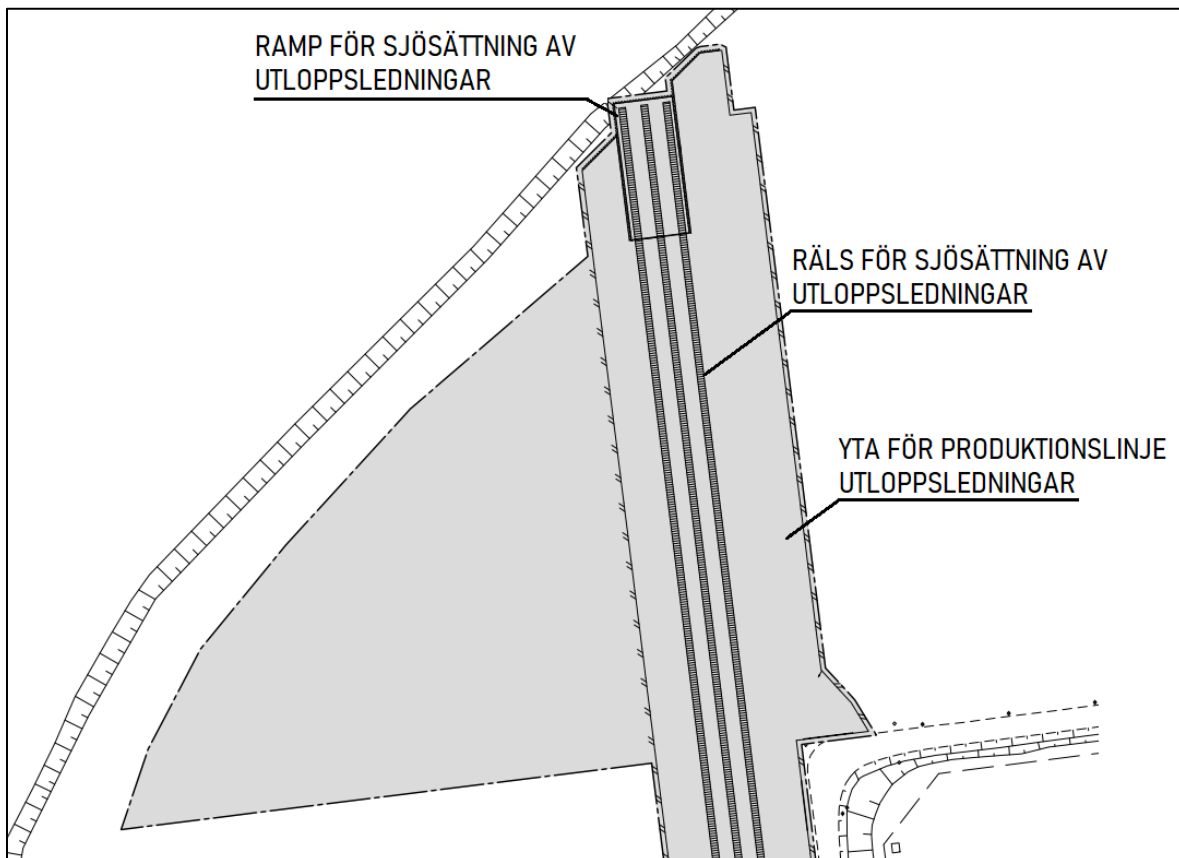
8.2 Arbetsområden på land

Yta på land krävs för förvaring av ballastvikter och vid kaj för viktning av ledning. Uppställningsplats av arbetsmaskiner så som dumpers, kranar och grävmaskiner, finns preliminärt ute i Norra hamnen.

PE-profilrören levereras landvägen, med lastbil. Förvaring sker preliminärt 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 byggs en sjösättningsramp preliminärt vid strandkanten i Norra hamnen (se figur 8-1). Den består av en cirka 20–30 meter lång hårdgjord yta på land som möter vattenytan. Ledningen läggs på vagnar och förs ner i vattnet på en räls. Den behöver endast 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 klar avvecklas rampen och strandkanten återställs till ursprunglig konstruktion.

Figur 8-1. Sjösättningsramp vid preliminär plats som anläggs vid strandkant i Norra hamnen för sjösättning av hopsvetsade PE-profilrörsledningar.

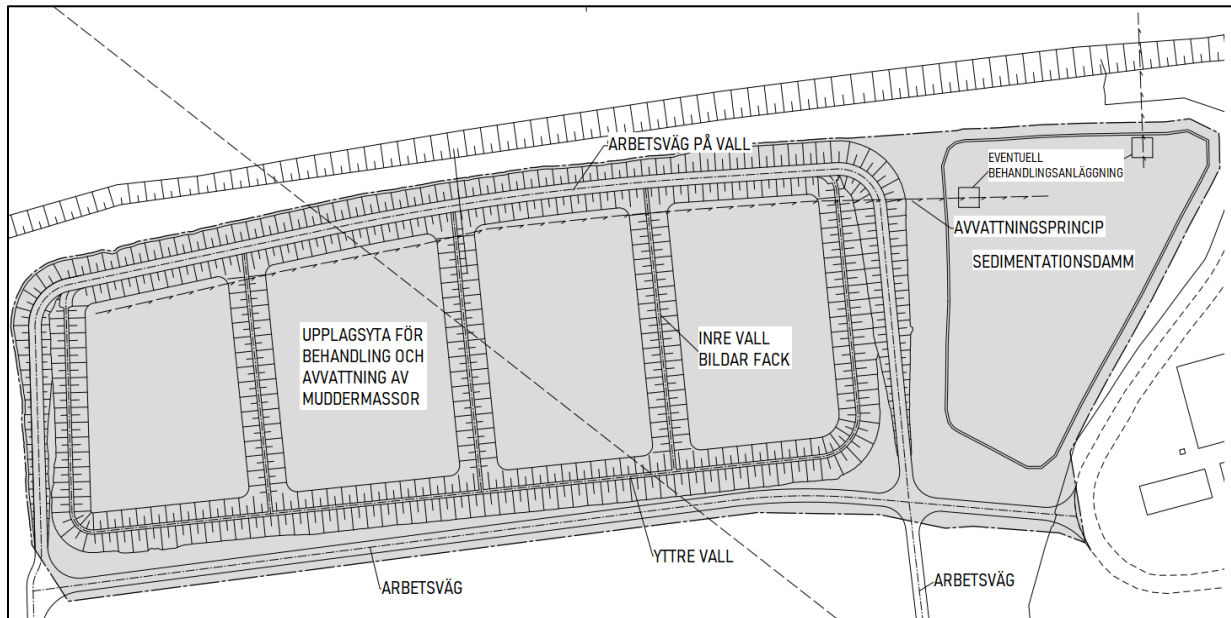


8.3 Hantering av massor

Muddermassor från ledningsschaktet mellan strandkanten och fram till cirka 2 kilometer samt massor vid de yttre cirka 50 metrarna av ledningskorridoren, beräknas totalt till cirka 190 000 tfm³ (teoretisk volym exklusive svällfaktor). Muddermassor som uppkommer inom allmänt vattenområde

uppgår till cirka 65 000 tfm³. Den yta som påverkas av muddringsarbetet är cirka 35 000 m². Muddermassorna hanteras och avvattnas på en yta om cirka 8 hektar, inklusive sedimentationsdammen på hamnområdet (se figur 8-2).

Figur 8-2. Upplagsyta för behandling av och avvattning av muddermassor ute på hamnområdet med sedimentationsdamm.



Muddermassorna lastas på pråmar som bogseras till Malmö hamn, där de lossas och transporteras till uppläggningsplatsen i Norra hamnen. För att möjliggöra hanteringen och 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.

Innan muddringen påbörjas, provtas havsbotten för att undersöka om det finns eventuella föroreningar där muddring sker. De massor som inte innehåller några betydande föroreningar avvattnas direkt på ytan med dränering. Vattnet leds med självfall ut i Öresund norr om avvattningsytan och vid behov innanför en siltgardin.

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.

8.4 Arbetsområden i vatten

Arbetsområdet i vattnet är cirka 75 meter brett. Arbetsområdets yta i allmänt vattenområde är totalt cirka 200 000 m². PE-tryckrör och PE-profilrör ställer olika krav på hantering i vattnet respektive land. PE-tryckrör levereras sjövägen i längder på cirka 500 meter. PE-tryckrör kan inte läggas upp på land eftersom de är så tunga att de riskerar att deformeras av sin egen vikt och bli ovala. Detta ställer detta krav på uppankrings- och viktningssplats vid kaj som behöver vara minst en kilometer lång och skyddad från vågor och vind.

Pålningsarbete med pålningsmaskin och avlastning av pålar från pråm till pålningsmaskin samt muddring med tillhörande arbetsmaskiner sker inom arbetsområdet. Även andra båttransporter och servicebåtar som exempelvis för tankning krävs vid arbete ute på vattnet.

8.5 Utläggning av utloppsledningar

8.5.1 PE-tryckrör

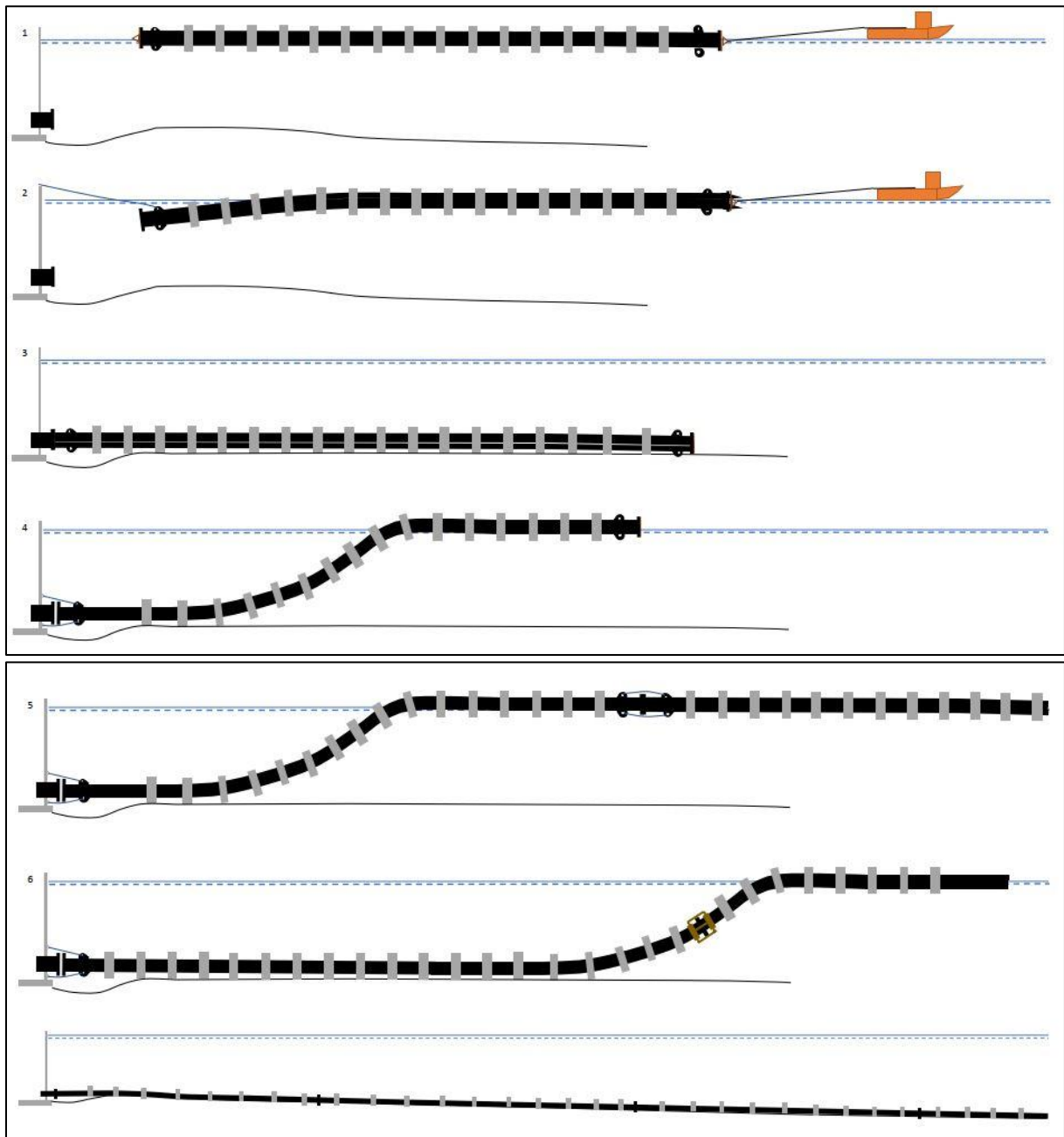
Rören levereras med sjötransport till utläggningsplatsen. Viktning av rören behöver ske vid en lämplig kaj med hjälp av pråm och mobilkran. Ballastvikterna är konstruerade som runtomslutande vikter och monteras med cirka 5 meters mellanrum. Figur 8-3 visar exempel på en oviktad och en viktad tryckledning.

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



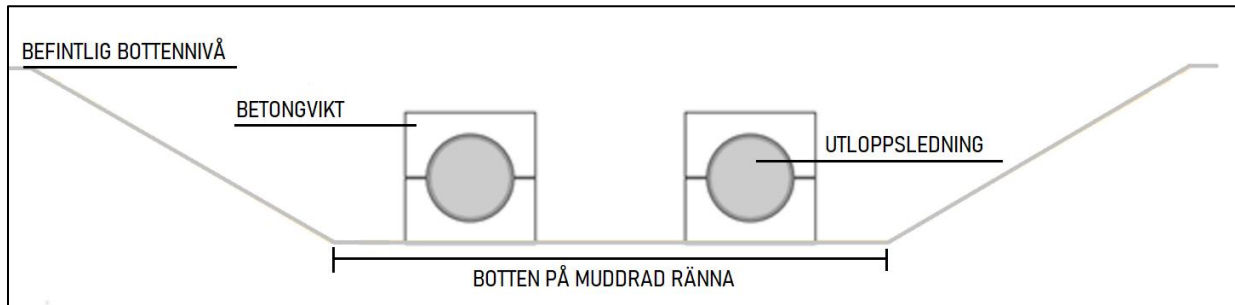
Rören bogseras sedan viktade till utläggningsplatsen och skarvas genom att den ena änden på röret lyfts upp till vattenytan (se figur 8-4). Ledningen sänks ner i sin fulla längd till botten för att sedan lyftas upp igen i ena änden för påskärvning av nästa rörlängd. Vid sänkning av röret regleras vatten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

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



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.



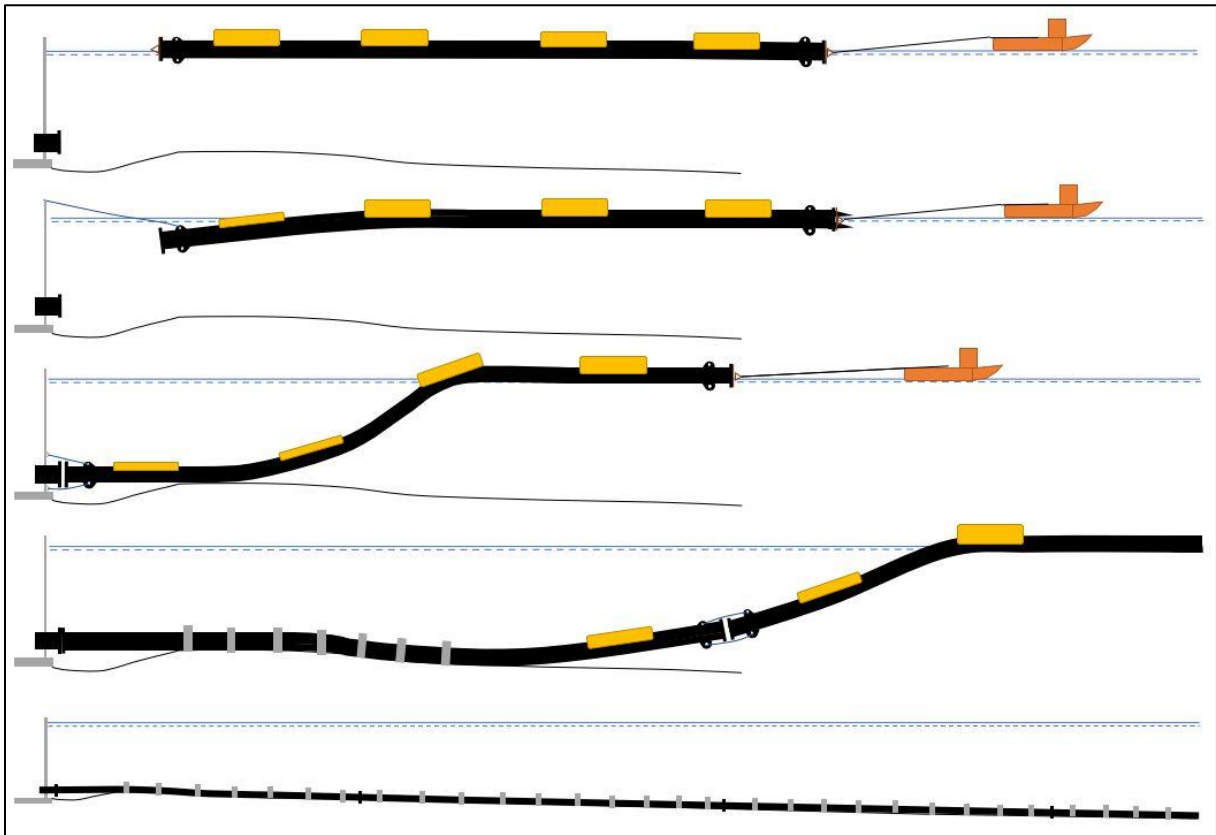
Vid utläggning av PE-tryckrör utförs ledningsschaktet djupare och bredare jämfört med PE-profilrör eftersom ballastvikterna är omslutande kring röret vilket gör att de bygger mer i höjled.

8.5.2 PE-profilrör

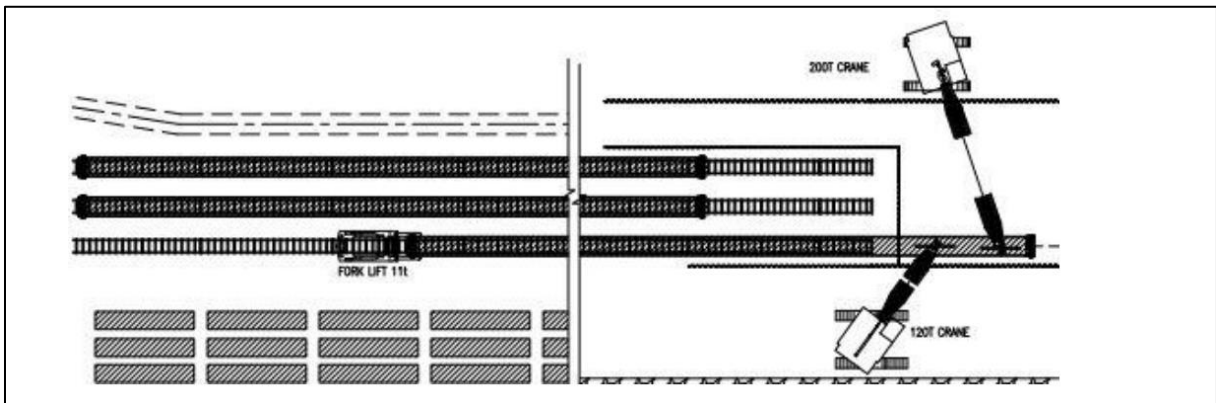
PE-profilrören som tillverkas i längder upp till 22 svetsas ihop på land till mellan 240 och 260 meters längder och flänsar monteras i ändarna på rören. En räls byggs vid svetsningsplatsen ute på hamnområdet som rören transporteras på inför sjösättning (se figur 8-7 och figur 8-9).

PE-profilrören viktas genom att fylla hålrummen i rörprofilen med en lös cementblandning. Profillyllningen 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 sänkings 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 efter vindpåverkan och strömförhållandena i Öresund.

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



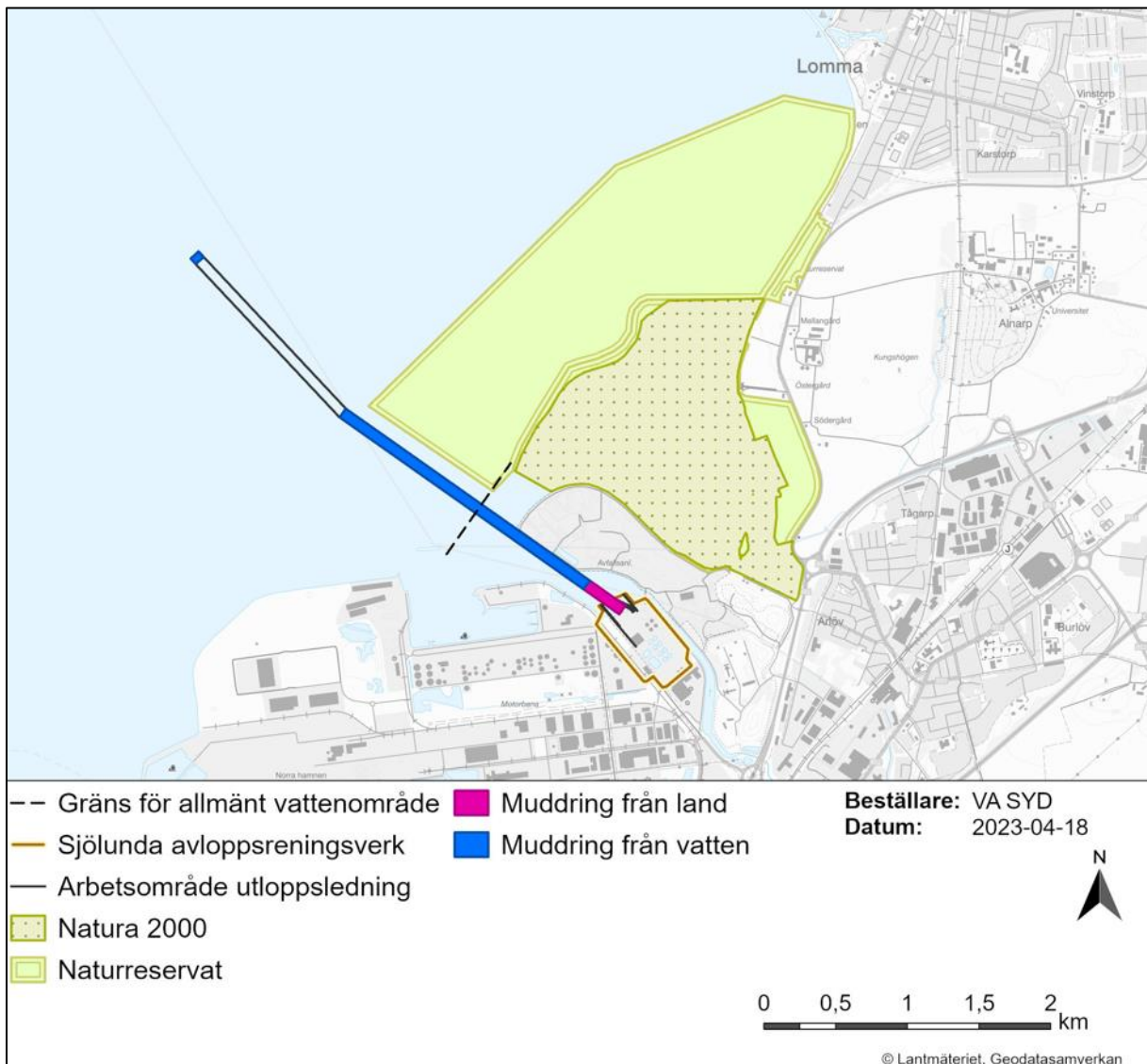
Figur 8-9. Sjösättning av PE-profilrör.



8.6 Muddring

Den totala muddervolymen beräknas till cirka 190 000 tfm³ (teoretisk fast volym). Volymen som muddras inom allmänt vattenområde uppgår till cirka 65 000 tfm³. Figur 8-10 illustrerar var muddring sker inom allmänt vattenområde. 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).

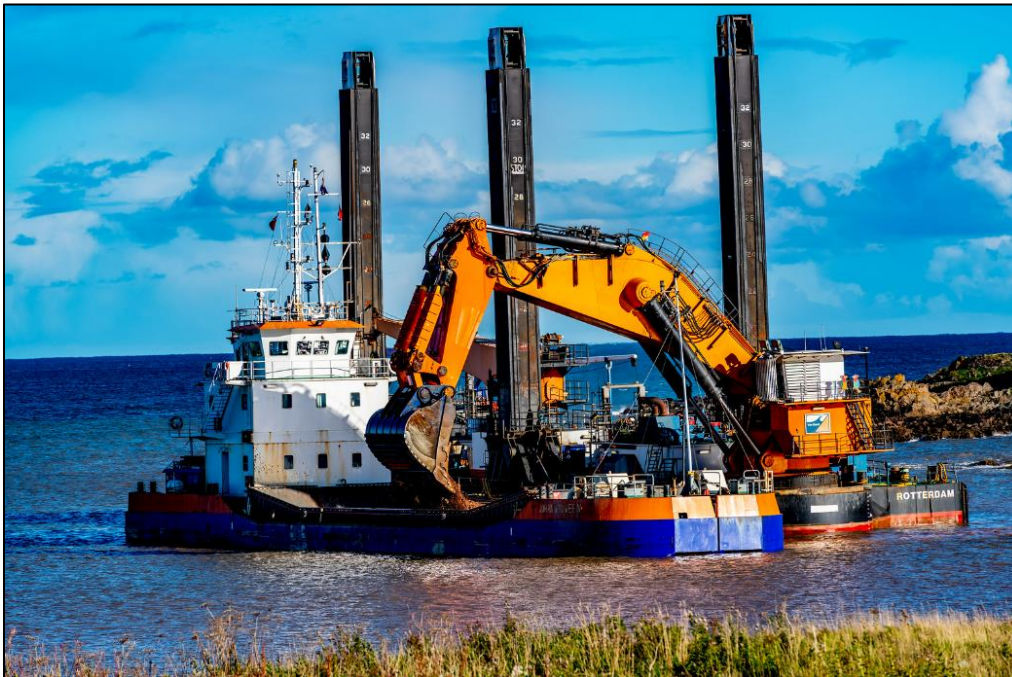
Figur 8-10. Översikt av arbetsområde i förhållande till närliggande naturreservat och Natura 2000-område. Figuren visar även var muddring sker inom allmänt vattenområde.



Muddringen från havet beräknas kunna utföras på cirka 60 dygn vid effektivt arbete, varav cirka 20 dygn inom allmänt vattenområde. I praktiken kommer det att ta längre tid beroende på hur stor del av tiden tillräckligt bra väderförhållanden råder. Beräknad muddringskapacitet är cirka 100 tfm³/timme. För PE-profilrören förväntas att muddringsvolymen blir cirka 20 000 tfm³ mindre än för PE-tryckrören, eftersom ballastvikterna (hästskovikter) för PE-profilrören inte bygger lika mycket på höjden som ballastvikterna för PE-tryckrören. Tiden för muddring beräknas därför kunna kortas med cirka 10 dagar för PE-profilrören.

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 (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 pråmar. För att bevara fastheten och strukturen hos muddermassorna samt för att minimera spill, 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. Bottenbredden är cirka 12–17 meter medan den övre schaktbredden minskar från cirka 27 meter successivt tills dess att schaktdjupet är 0 meter där muddringen avslutas.

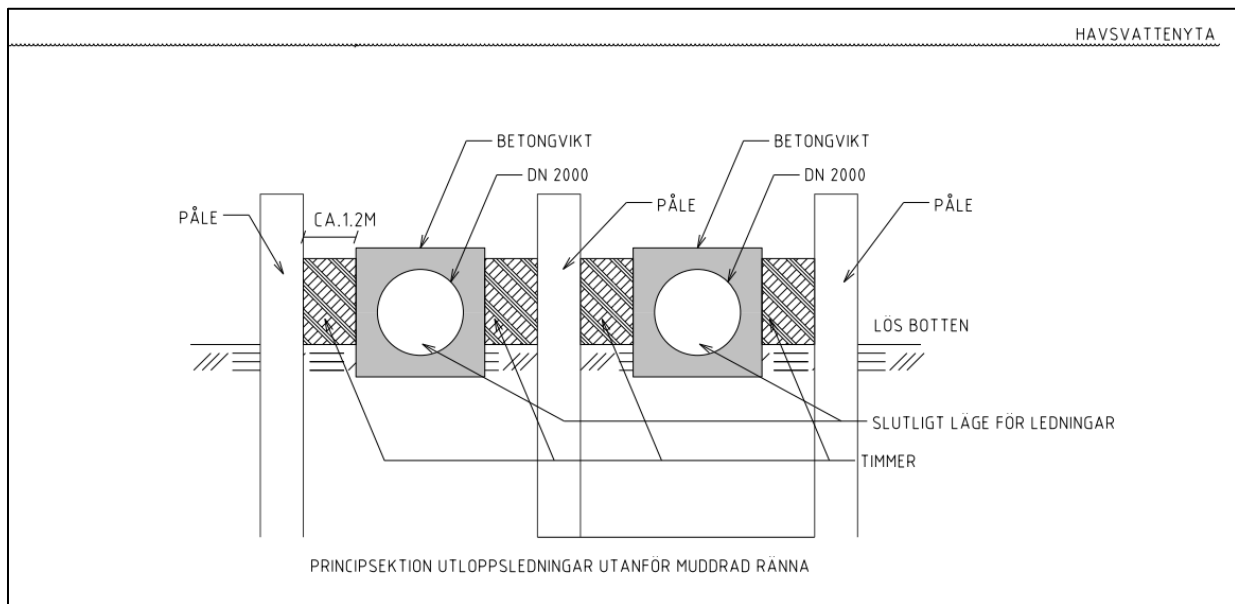
Muddring sker även vid de yttersta cirka 50 metrarna av utloppsledningarna, där diffusorerna placeras. Den totala ytan som muddras är cirka 7 hektar. Inom allmänt vattenområde utgörs den totala påverkade ytan till cirka 5 hektar (cirka 3,5 hektar för muddring och cirka 1,5 hektar för avjämning).

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

8.7 Pålning

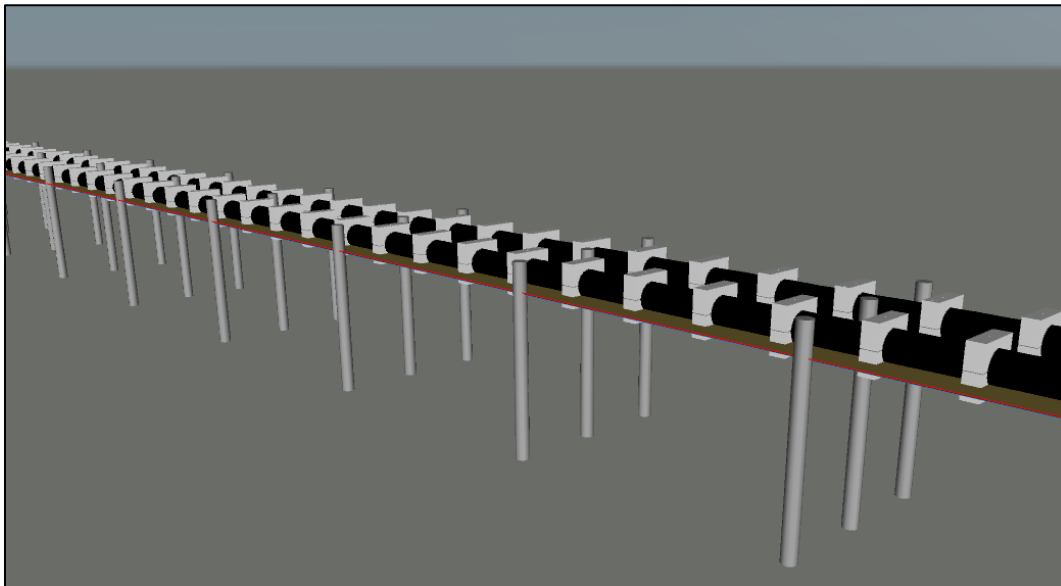
Där den muddrade rännan slutar, läggs utloppsledningarna ut på befintlig havsbotten. Utöver krafter vid utläggning/sänkning påverkas rören även väsentligt av tvärgående strömkrafter. Den primära strömriktningen i Öresund är från syd/sydväst, som till stor del är vinkelrät mot utloppsledningarna. Utloppsledningarna utsätts därför för maximala strömkrafter tvärs över ledningen, och måste säkras mot horisontell rörelse med hjälp av pålar längs ledningarna (se principiell figur 8-12, figur 8-13 och figur 8-14).

Figur 8-12. Principsektion av utloppsledningarna med pålar på sträckan cirka 2–4 kilometer från land. Rören och ballastvikterna sjunker ner i den lösare botten på den yttre delen av ledningssträckningen. Uppförstorad ritning finns i bilaga R.



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.

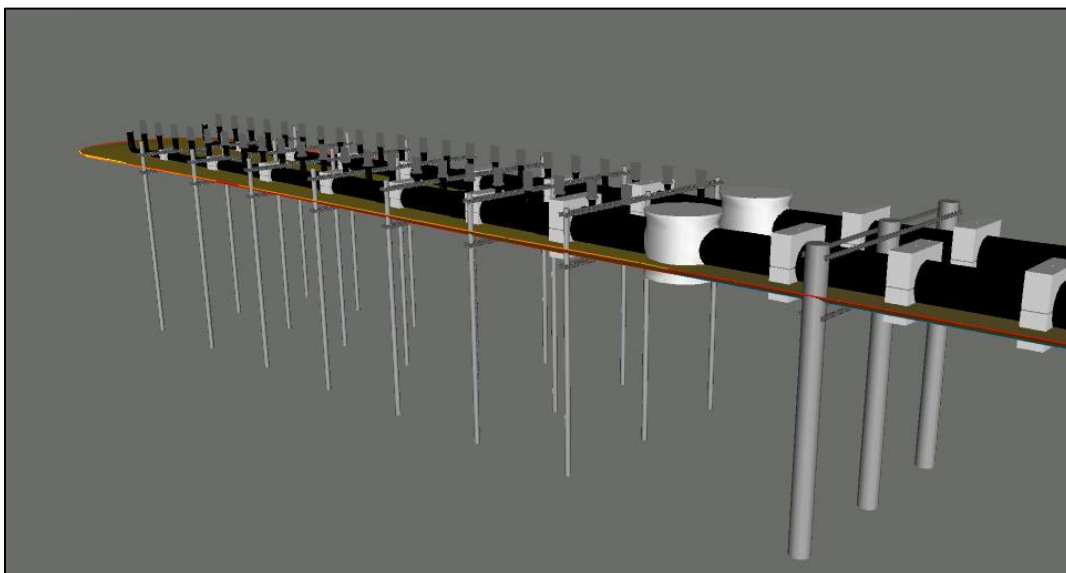
Figur 8-13. Exempel på hur pålkonstruktion kan se ut utmed utloppsledningarna för stabilisering mot horisontella krafter. Röd linje illustrerar havsbotten.



Pålningen, som endast utförs dagtid, börjar cirka 2 kilometer från stranden och sträcker sig ut 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. Diffusorn är konstruerad så att dimensionen på röret avtar successivt (se figur 5-4 och figur 8-14).

Figur 8-14. Exempel på hur pålkonstruktion kan se ut vid diffusorarrangemanget för stabilisering mot både horisontella och vertikala krafter. Röd linje illustrerar havsbotten.



8.8 Transporter

Muddermassor transporteras till sjöss med pråm från platsen vid muddringsfartyget till avlastningskaj.

Transporten av PE-tryckrören sker enbart via vatten, och bogseras till sjöss från fabriken till Malmö. Rören behöver transporteras till och från plats för uppsättning innan utläggning kan ske. Sjötransporter som krävs är bogsering av utloppsror och ballastvikter/hästskovikter till viktningsplats och rörutläggningsplats. 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 lägen eller till närmaste hamn.

8.9 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 sjöss 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.

8.10 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 i projektet utgörs främst av oljor och fetter samt hydrauloljor innehållande mineralolja, för den allmänna maskinparken. Det kan även komma fram att en viss del av muddermassorna 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.

8.11 Hantering av kemiska produkter

Hantering av kemiska produkter sker både på land och till sjöss. 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 utläggningskedet:

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

8.12 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. Utloppsledningarna markeras dock ut på sjökort för att minimera den risken. Det finns även en risk för påsegling av handelsfartyg, men risken bedöms som minimal, då fartyg som avgår eller anlöper oljehamnen är nogga med att hålla sig inom farleden och har lotsplikt.

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

9 Skyddsåtgärder

9.1 Skyddsåtgärder vid tankning

Om tankning behöver ske till sjöss 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 innebär 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.

9.2 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 kan ske dygnet runt medan pålningsarbetet endast sker dagtid.

Vid pålningen nyttjas metoden ramp up, för att minimera risken för störning av marina däggdjur i närområdet. Ramp up innebär att hammareenergin startar på ca 10 % av maximal hammarenergi. Därefter sker en succesiv ökning upp till 100 % under minst 20 minuter. Under samma tid ökas antalet hammarslag per tidsenhet succesivt till maximalt antal slag.

10 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/> [2023-04-18].

Geo (2021). Malmø. Källby-Sjölunda, Wastewater Tunnel – Outlet to Øresund, Geotechnical and Hydrogeological Investigations, Factual Report.

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

SGU. Kartvisaren. <https://gis.swedgeo.se/vagmodell/> [2023-06-21].

University of Copenhagen (1999). "Øresund Facts." Öresundsarkivet - Öresund Facts

Process Systems (u.å.). Flanged Duck Bill Check Valve. <https://www.valvesonline.com.au/flanged-duck-bill-check-valve> [2023-06-21]

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

VASYD



Om avloppsreningsystemet MAXIMA

VA SYD planerar ett nytt avloppsreningsystem som möter behovet av utbyggnad och modernisering i kommunerna Burlöv, Lomma, Malmö och Svedala. En gemensam lösning som värnar våra vattenmiljöer och möjliggör växande städer.

Avloppsreningsystemet MAXIMA omfattar i dagsläget ett nytt Sjölunda avloppsreningsverk i Malmö med nya utloppsledningar i Öresund, en ny stor pumpstation vid Sjölunda avloppsreningsverk, en avloppstunnel under Malmö samt överföringsledningar och pumpstationer för att ansluta berörda kommuner till Sjölunda avloppsreningsverk. Ansökan om tillstånd enligt kontinentalsockellagen omfattar utläggning av utloppsledningar.

Läs mer på vår webbsida: maxima.vasyd.se