



**Stockholms
stad**

Exploateringskontoret
Norra Djurgårdsstaden

Dokumentnamn	C-TB-400-0001.docx
Dokumenttyp	TB - Teknisk beskrivning
Område	Hjorthagen
Projekt	NDS Kolkajen Ropsten
Projekteringsskede	TILLSTÅNDSPRÖVNING
Entreprenad	Ej tillämpligt
Ansvarig part	C: Teknikövergripande
Upprättad av	Robert Jansson, KFS Pär Elander, Elander Miljöteknik Kristina Borgström, GeoMind
Ansvarig	
Upprättad datum	2025-03-01

Teknisk beskrivning för ansökan om vattenverksamhet

Kolkajen - Ropsten

TEKNISK BESKRIVNING TILL ANSÖKAN OM TILLSTÅND ENLIGT MILJÖBALKEN AVSEENDE RIVNING, MUDDRING, UTFYLLNAD OCH UPPFÖRANDE AV NYA KAJKONSTRUKTIONER

Innehållsförteckning

A. ALLMÄNT	4
A.1 INLEDNING.....	4
A.2 OMFATTNING.....	5
A.3 NUVARANDE FÖRHÅLLANDEN OCH FÖRUTSÄTTNINGAR.....	9
A.3.1 BEFINTLIGA MARK- OCH SJÖBOTTENNIVÅER.....	9
A.3.2 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	9
A.3.3 FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN.....	9
A.3.4 BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR	10
A.4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN OCH FÖRUTSÄTTNINGAR.....	11
A.4.1 UTFORMNING OCH NIVÅER FÖR KAJER OCH PÅLDÄCK.....	11
A.4.2 STOCKHOLMS EXERGIS VÄRMEVERK.....	11
A.4.3 HUS.....	11
A.5 TEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	11
A.5.1 HÖJD- OCH KOORDINATSYSTEM	11
A.5.2 KARAKTERISTISKA VATTENSTÅND	12
A.5.3 TEKNISK LIVSLÄNGD	12
B. FÖRBEREDANDE ÅTGÄRDER	13
B.1 ALLMÄNT	13
B.2 PLANERADE ÅTGÄRDER	14
B.2.1 RENSNING AV BOTTEN	14
B.2.2 SCHAKT AV FÖRORENAD JORD, DELVIS UNDER VATTEN	14
B.2.3 MUDDRING AV SEDIMENT I TILLSTÅNDSKLASS 5.....	15
B.2.4 ÖVERTÄCKNING	16
B.2.5 BEHANDLING AV MUDDERMASSOR AV SEDIMENT I TILLSTÅNDSKLASS 5.....	18
B.2.6 EXTERNT OMHÄNDERTAGANDE	20
B.2.7 VATTENRENING.....	20
B.3 MÄNGDER.....	20
B.4 SKYDDSÅTGÄRDER.....	20
C. DJUPSTABILISERING, MUDDRING AV SEDIMENT KLASS 1-4 & UTFYLLNAD 22	
C.1 ALLMÄNT	22
C.1.1 VÄSTER OM STOCKHOLM EXERGIS UTLOPP, CA LM 0/000 - 0/340.....	22
C.1.2 ÖSTER OM STOCKHOLM EXERGIS UTLOPP, CA LM 0/400 – 0/540	25
C.2 PLANERADE ARBETEN	26
C.2.1 FÖRARBETEN.....	26
C.2.2 DJUPSTABILISERING	26
C.2.3 MUDDRING AV SEDIMENT I TILLSTÅNDSKLASS 1-4	28
C.2.4 DUMPNING AV MUDDERMASSOR I TILLSTÅNDSKLASS 1-4.....	28
C.2.5 Fyllning och packning till nivå -3 m	30
C.2.6 INSTALLATION VINKELSTÖDMURSELEMENT	31
C.2.7 Fyllning och packning till nivå ca +3 m	31
C.2.8 KONTROLL AV SÄTTNINGAR	31
C.3 MÄNGDER.....	31
C.4 SKYDDSÅTGÄRDER.....	31
D. KONSTRUKTIONER	33
D.1 ALLMÄNT	33
D.2 PLANERADE ARBETEN	34
D.2.1 UTRIVNING KAJER	34
D.2.2 VINKELSTÖDMURSKAJER, SEKTION 0/000 – 0/340 (6B, ENLIGT FIGUR 14)	35
D.2.3 SPONTKAJER (7A - 7C, 10)	35
D.2.4 DUBBELSPONT MED BETONGVALV (8)	37

D.2.5	PÅLDÄCKSKAJER (9A – 9C).....	38
D.2.6	REPARATION AV DYKDALB (11).....	39
D.2.7	KONSTRUKTIONER INOM STOCKHOLM EXERGIS OMRÅDE.....	39
D.2.8	ÖVERSYN STRANDSKONING HUSARVIKEN (14).....	41
D.2.9	MARINPARKEN (15).....	41
D.2.10	FLYTANDE KONSTRUKTIONER (16A – 16C).....	42
D.2.11	NY FASTIGHET SÖDER OM LILLA LIDINGÖBRON, BROKVARTEREN (17).....	42
D.3	MÄNGDER.....	42
D.4	SKYDDSGÅRDAR.....	42
D.4.1	STOCKHOLM EXERGI.....	43
E.	SAMMANSTÄLLNING AV MÄNGDER.....	44
E.1	SCHAKT, MUDDRING OCH OMHÄNDERTAGANDE AV MASSOR.....	44
E.2	DJUPSTABILISERING	45
E.3	FYLLNING	45
E.4	KONSTRUKTIONSMÄNGDER	46
F.	TIDPLAN OCH GENOMFÖRANDE.....	47
F.1	ETAPP 1	47
F.2	ETAPP 2	47

BILAGOR

Bilaga	Avser	Upprättad av	Datum	Rev
1	Konstruktionsritningar	KFS	2023-03-01	2024-12-11
2	Ritningar muddring och övertäckning	Bjerking	2023-03-01	2025-01-24
3	Befintliga konstruktionsritningar	-	-	
4	Åtgärder Stockholm Exergi	KFS, EM	2025-03-01	
5	Rapport Djupstabilisering Sammanställning av provpelare och kontroller i vatten	GeoMind	2022-06-27	
6	Isolation Cap Preliminary Design Recommendations			
7a	Täckning av förorenade sediment, Pilotförsök.	Golder	2020-08-31	
7b	PM Geoteknik – Utvärdering av provtäckning av förorenade sediment	GeoMind	2020-08-31	

A. ALLMÄNT

A.1 Inledning

Kolkajen - Ropsten är ett delområde inom Stockholms stads stadsutvecklingsprojekt Norra Djurgårdsstaden. Projektet omfattar i två etapper landvinning (d.v.s. tillskapande av nytt markområde) efter muddring och utfyllnad i vattenområde samt uppförande av nya kajer, påldäck och flytande konstruktioner i vattenområde. I ett senare skede kommer bebyggelse att uppföras på landvinningen/det nya markområdet. Uppförande av bebyggelsen utgör inte vattenverksamhet och ingår inte i förevarande prövning och beskrivs därför inte i förevarande handling.

Planerade åtgärder och konstruktioner utförs i flera huvudsteg, kortfattat beskrivet i den ordning som de utförs (numrering enligt kapitelindelning):

B. Förberedande åtgärder, i huvudsak omfattande

- Rivning av befintliga kajer samt schakt av förorenad jord bakom dessa,
- Muddring av sediment i tillståndsklass 5¹ inom exploateringsområdet med efterföljande avvattning och borttransport av muddermassorna,
- Övertäckning av sediment med förhöjda föroreningshalter inom ett område utanför exploateringsområdet

C. Grundförstärkning, i huvudsak omfattande

- Djupstabilisering
- Muddring av sediment i tillståndsklasserna 1-4 med efterföljande dumpning av muddermassorna i Kanholmsfjärden,
- Utfyllnad

D. Uppförande av konstruktioner, i huvudsak omfattande

- Vinkelstödmurskajer
- Spontkajer
- Påldäckskajer
- Flytande konstruktioner

Exploateringen kommer att ske i två etapper, där etapp 1 omfattar delen väster om Stockholm Exergis värmeverk (detaljplan Kolkajen) och etapp 2 omfattar delen framför och öster om värmeverket (detaljplan Ropsten). Utbyggnaden redovisas i sin helhet i Figur 1 och på ritningarna K-0001 (konstruktioner) och N-0004 (muddring och övertäckning) medan Etapp 1 särredovisas i Figur 2 och på de respektive ritningarna K-0004 och N-0005. Arbetsordningen enligt ovan kommer att följas i båda etapperna.

¹ Tillståndsklassning enligt SGU Rapport 2017:12, Klassning av organiska föroreningar i sediment.

A.2 Omfattning

Omfattningen av samtliga planerade åtgärder framgår av tabell 1. Den planerade utbyggnaden efter utbyggnad av båda etapperna framgår av Figur 1 medan den del som ingår i etapp 1 redovisas i Figur 2. Resterande delar ingår i etapp 2.

Tabell 1, Planerade åtgärder med numrering enligt Figur 1. Angivna ytor och volymer (tf avser teoretiskt fast volym) är ungefärliga. Lägen och utformning redovisas på ritningar i Bilaga 1-2. Planlägen redovisas översiktligt även i bilaga 1 till ansökan.

Nr	Avser	Total yta (m ²)	Volym (m ³ tf)
1	Rivning av befintliga kajer samt schakt av förorenad jord bakom dessa (delvis under vatten), för utbredning se Figur 3.		20 000
2	Muddring av sediment i tillståndsklass 5 (avgränsning enligt Figur 3). Avvattning och borttransport av muddermassor.	40 000	67 000
3	Utläggning av isolationsövertäckning ² (se även Figur 3).	46 000	45 000
4	Djupstabilisering av botten med inblandningspelare.	14 100	141 000
5	Muddring av sediment i tillståndsklasserna 1-4. Dumpning av muddermassorna i Kanholmsfjärden	22 900	150 000
6	Utfyllnad med uppförande av vinkelstödmurskaj ³ : a) Tillskapande av landyta b) Slänter under vatten	28 000 varav 21 000 7 000	470 000 ⁴
7	Uppförande av dubbelspontkajer: a. Väster om Stockholms Exergis utlopp. b. Öster om Stockholms Exergis utlopp ⁵ . c. Söder om Stockholm Exergis intagsledning.	4 720 varav 710 400 + (1400) 1030 + (1180)	95 000
8	Anläggande av dubbelspont med betongvalv över Stockholm Exergis intagsledning.	1 260	
9	Anläggande av:	4 730 varav	

² Avser endast arean utanför utfyllnadens slänter.

³ Totalt ca 550 m vinkelstödmurskaj. Yta avser ny mark bakom ny kajlinje. Yta för Marinparken är inte inräknad

⁴ Inklusive uppfyllnad för Marinparken.

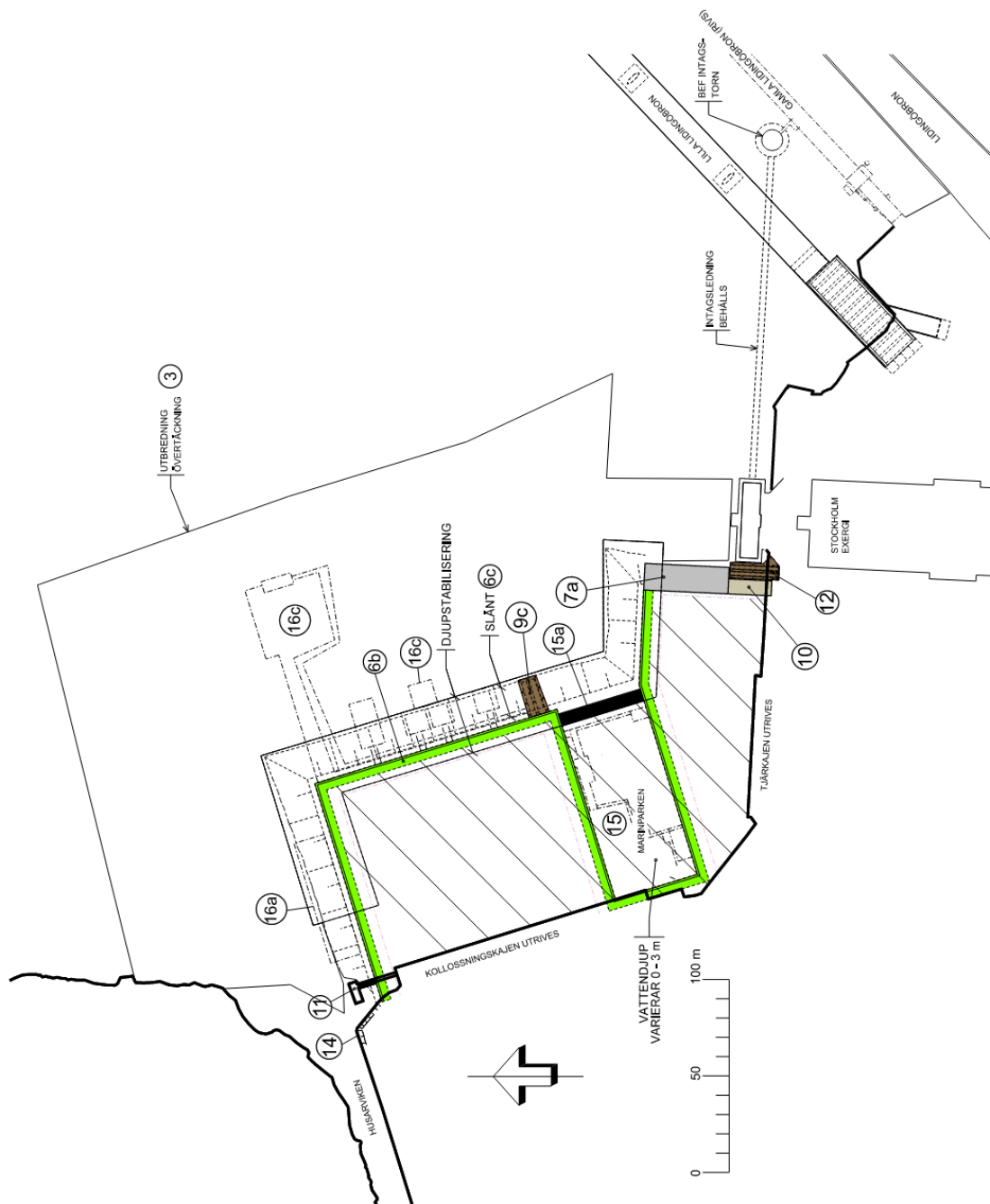
⁵ Yta inom () avser utfylld yta bakom dubbelspont.

	a. Påldäck framför Stockholms Exergis utlopp.	2 070	
	b. Påldäck norr om Stockholms Exergis intagsledning.	2 450	
	c. Pir vid Marinparken.	210	
10	Anläggande av påldäckskaj med spont i framkant.	175	
11	Reparation av befintlig dykdalb och uppförande av ny landgång.	-	
12	Uppförande av två nya kajer inom Stockholm Exergis område.	450 (2x225)	
13	Utbyte av Stockholms Exergis intagsledning ⁶ .	180 m	
14	Översyn av befintlig strandskoning i Husarviken.	-	
15	Anläggande av Marinparken (under vatten) och gångbro ⁷ .	4 500 40 m	
16	Anläggande av flytande konstruktioner a. Bostäder. b. Anläggningar för småbåtshamn. c. Övriga bryggor och kajer.	7 000	
17	Anläggande av påldäckskaj söder om Lilla Lidingöbron (Brokvarteren) ⁸ .	2 000	
	Total landvinning (ny mark):	Ca 34 000	
	Inklusive utfyllnader under vatten (slänter, övertäckning, Marinparken)	Ca 91 500	

⁶ Samma sträckning som befintlig ledning.

⁷ Vattendjup i Marinparken varierar mellan 0 – 3 m.

⁸ Avser den yta som är över befintligt vattenområde, varav Gamla Lidingöbron upptar ca 400 m².



Figur 2, Planerad utbyggnad, etapp 1.

A.3 Nuvarande förhållanden och förutsättningar

A.3.1 Befintliga mark- och sjöbottennivåer

Marknivåer bakom befintliga kajer och strandlinjer varierar huvudsakligen mellan ca +2,5 och ca +3,0 m.

Befintlig Kollossningskaj, med anslutande spontkaj och träkaj, har samma nivå som bakomliggande markyta, ca +2,6 m. Detsamma gäller för Stockholm Exergis värmepumpsanläggning och för spontkajen vid småbåtshamnen öster om värmepumpsanläggningen. Längs övriga sträckor finns slänter ner mot vattnet. Tjarkajen har nivå ca +1,2 till ca +1,5 m. I övrigt avslutas slänten mot äldre utrivna kajkonstruktioner av trä vars nivåer varierar mellan ca +0 och +1 m.

Sjöbotten sluttar relativt brant ned till -6 m ca 20 m utanför befintliga strand- och kajlinjer och vidare ned till ca -14 m längst ut för planerad utbyggnad. Farleden i Lilla Värtan är som djupast ca 20 m.

A.3.2 Geotekniska förhållanden

Grundförhållandena i vatten utgörs i huvudsak av gyttja och ett löst lerlager, som överlagrar morän direkt på berg. Lerlagrets mäktighet är ett par meter närmast land och tilltar ut i Lilla Värtan till ca 17 m längst ut i aktuellt område. Berget återfinns på nivå ca -6 närmast land och sluttar ned till nivå ca -35 längst ut inom det planerade utfyllnadsområdet.

På land är Hjorthagen ett utfyllt område och bakom befintliga kajer och längs slänter ligger ett ca 4–6 m mäktigt lager med fyllning som överlagrar lera med varierad mäktighet. Under leran finns ett tunt lager morän på berget. Stora delar av området närmast kajlinjerna utgörs av fyllning direkt på morän eller berg.

Mer information om de geotekniska förhållandena finns i Markteknisk undersökningsrapport för projektet. Denna erhålls på förfrågan från Stockholms stad, Exploateringskontoret.

A.3.3 Föroreningsförhållanden

Ytliga sediment inom området är förorenade av tidigare verksamheter inom området, främst av biprodukter (stenkolstjära) från tillverkning av gas med stenkolk som råvara. Stenkolstjära och andra biprodukter lagrades inom landområdet bakom Tjarkajen som användes för utlastning av biprodukterna. Den dimensionerande föroreningen i sedimenten är tjärföroreningar redovisade som PAH16, men även arsenik, bly, koppar, kvicksilver, zink och oljeföroreningar förekommer i förhöjda halter. Halterna av tennorganiska föroreningar och PCB7 är låga (tillståndsklass 2 respektive tillståndsklass 1). Förhöjda halter av metaller och petroleumkolväten har generellt påträffats där halterna av PAH varit förhöjda. Utbredningen av PAH16 i plan och djupled bedöms därmed vara styrande för hanteringen av muddermassor.

Inom området för landvinningen återfinns sediment med föroreningshalter i tillståndsklass 5 ned till som mest ca 6 m under sjöbotten. Halterna PAH16 i sediment i tillståndsklass 5 varierar från ca 4,7 mg/kg TS (haltgränsen mellan tillståndsklass 4 och tillståndsklass 5) och uppåt, till att även förekomma i fri fas. De största föroreningsdjupen och högsta föroreningshalterna återfinns utanför Tjarkajen där fri fas observerats vid provtagning i några punkter. Medianhalten PAH16 i tagna prover av sediment i tillståndsklass 5 är ca 100 mg/kg TS och 90-percentilen är ca

3 600 mg/kg TS. På grund av förekomst av tjära i fri fas är medelhalten i dessa prover 4 400 mg/kg TS. Riktad provtagning har medfört att prover med fri fas är överrepresenterade och medelhalten bedöms därför inte som representativ. Halterna i ett större samlingsprov representerande de fem mest förorenade punkterna sammanföll med 90-percentilen och bedöms bättre representera den verkliga medelhalten. I detta samlingsprov var halten TOC 50%, medan medelvärdet av samtliga TOC-analyser på enskilda prover av sediment i tillståndsklass 5 var ca 13%. En fullständig avfallsklassning utförd av Sweco enligt Avfallsförordningen och EU-kommissionens tekniska vägledning om klassificering av avfall (C/2018/1447) visade att samlingsprovet skulle klassificeras som icke-farligt avfall, medan en översiktlig bedömning av samtliga enskilda prover indikerade att ca 10% av dessa skulle klassificeras som farligt avfall. Avgörande för klassningen är främst innehållet av en enskild PAH, benzo(a)pyren.

Inom området som ska övertäckas är föroreningsdjupen mindre och föroreningshalterna lägre.

Mer information om föroreningssituationen återfinns i rapporterna ”Miljöteknisk provtagning av sediment och ytvatten, Kolkajen – Ropsten” och ”Undersökning av sediment inom planerat muddringsområde vid Kollossningskajen och Tjärkajen - Fältrapport” (bilagorna 15 och 16 till miljökonsekvensbeskrivningen).

Under de förorenade sedimenten återfinns lera med föroreningshalter i tillståndsklass 4 och lägre. Med ökande sedimentdjup minskar föroreningshalterna.

A.3.4 Befintliga anläggningar

A.3.4.1 Stockholm Exergis värmeverk

Stockholm Exergis värmepumpsanläggning är byggd år 1985 och utgörs av en kajanläggning där sjövattnet tas in och ut. Vattnet leds i kulvertar under marken till en kompressoranläggning på land.

Befintliga ritningar på anläggningen är troligtvis redovisade i koordinatsystem St74 och höjdsystem RH 00 (RH 2000 = RH 00 + 0,52 m).

A.3.4.1.1 Kaj

Anläggningen mot vattnet är grundlagd på pålade betongstöd. Utloppet i anläggningen utgörs av totalt 20 öppningar à BxH = 700x1000 mm jämnt fördelade längs konstruktionens långsida mot vattnet. Öppningarnas överkant är belägna strax under medelvattenytan. Runt kajanläggningen finns en 2 m bred betongkonsol på nivå ca +2,4 m.

Bakom kajanläggningen finns tre kulvertar (två tillloppskulvertar och en utloppskulvert). Överkant kulvert är enligt äldre ritningar belägen ca 200 – 400 mm under befintlig mark. Marköverbyggnaden utgörs av beläggning med betongplattor.

A.3.4.1.2 Intagsledning

Anläggningen har sitt intag vid Gamla Lidingöbron, varifrån en intagsledning är förlagd på sjöbotten. Ledningen är en trätub ø3 m. Ledningens vattengång har enligt äldre ritningar nivå -4,18 m närmast värmeverket. Ledningen, som följer sjöbotten, sluttar flackt (ca 1:20) de första 50 metrarna och därefter brantare (ca 1:10) resterande sträcka till intaget beläget ca 170 m från värmeverket. Vattengången vid intaget har nivå ca -18 m.

A.3.4.2 Kajer

Inom området finns idag ett flertal olika kajkonstruktioner. Konstruktionerna utgörs bland annat av spontkajer, pålgrundlagda betongdäck och träkajer. Rester av äldre rivna kajkonstruktioner, träpålar och träspont, finns längs en stor del av strandlinjen. Kajerna är i huvudsak uttjänta och nya kajer behövs för att klara framtida krav på bärighet, funktion och beständighet.

A.3.4.3 Lilla Lidingöbron

Lilla Lidingöbron har sitt landfäste ca 50 m utanför befintlig strandlinje. En påldäckskaj är uppförd som landanslutning. Bron och landanslutningen är två separata konstruktioner varav bron uppförts av Lidingö kommun och landanslutningen av Exploateringskontoret, Stockholms Stad.

A.3.4.4 Dykdalb

Norr om Kollossningskajen finns en dykdalb uppbyggd av en stenkista med överbyggnad av betong. Dykdalben byggdes troligen kring 1938. Anslutning till Kollossningskajen utgörs av en landgång uppbyggd av tvärgående träplank på två längsgående stålbalkar.

Betongöverbyggnaden är i dåligt skick med omfattande frost- och vittringsskador. Landgången är utriven pga. rasrisk.

Konstruktionen klarar inte gällande krav på bärighet och beständighet. Dykdalben behöver repareras och ny landgång uppföras.

A.4 Framtida förhållanden och förutsättningar

A.4.1 Utformning och nivåer för kajer och påldäck

Nya kajlinjer utförs i huvudsak på nivå ca +2,8 m.

A.4.2 Stockholms Exergis värmeverk

Befintliga marknivåer inom Stockholm Exergis område behålls. Staden avser att höja intilliggande gator, varför stödmurar uppförs längs gränsen mot Stockholm Exergi och deras infart utförs med ramp.

Värmeverket skall fortsätta sin verksamhet, varför planerade konstruktioner anpassas för att säkerställa detta.

A.4.3 Hus

Nya byggnader uppförs bakom de nya konstruktionerna. Byggnaderna grundläggs på egen pålgrundläggning och är oberoende av stadens kajkonstruktioner. Husen projekteras och byggs av respektive byggherre. Stadens konstruktioner utförs innan byggnation av hus påbörjas.

A.5 Tekniska förutsättningar

A.5.1 Höjd- och koordinatsystem

Koordinatsystem: Sweref 99 18 00

Höjdsystem: RH 2000

A.5.2 Karakteristiska vattenstånd

Vattenstånd enligt SMHI 2016.

Högsta högvatten, HHW	+1,29 m
Medelhögvatten, MHW	+0,73 m
Medelvatten, MW	+0,12 m
Medellågvatten, MLW	-0,33 m
Lägsta lågvatten, LLW	-0,57 m

Apparent landhöjning är ca 0,39 cm/år.

Isen i aktuellt område bedöms kunna ha en tjocklek på upp till 40 cm. I anslutning till Stockholm Exergis värmeverk blir det ingen is av betydelse.

A.5.3 Teknisk livslängd

Konstruktionerna kommer att dimensioneras för en teknisk livslängd på 120 år enligt gällande regelverk.

B. FÖRBEREDANDE ÅTGÄRDER

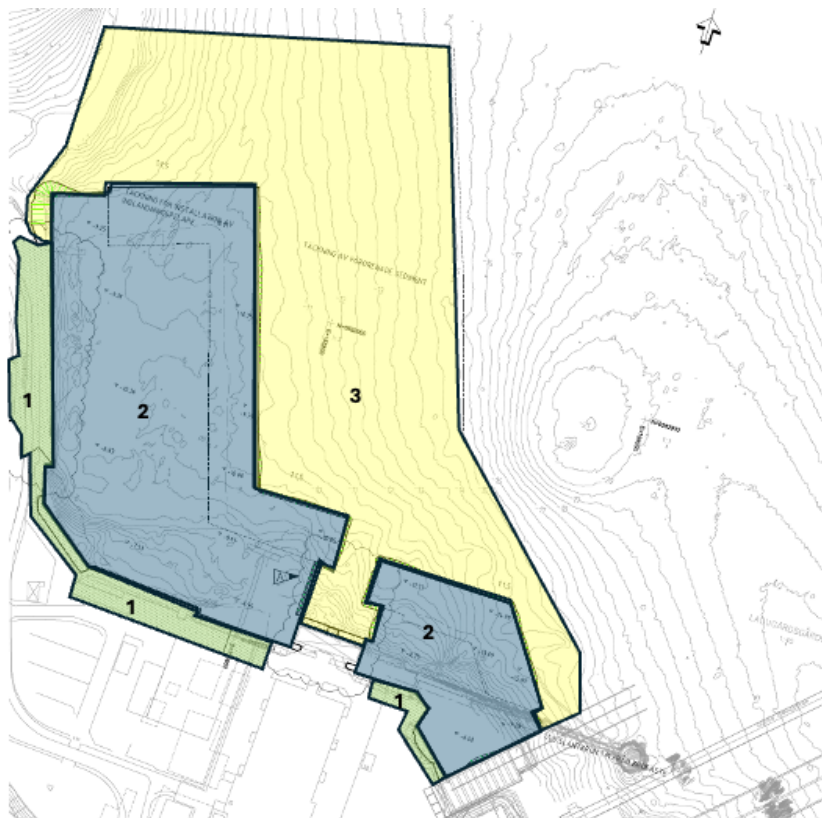
B.1 Allmänt

Innan grundläggningsarbeten, utfyllnader och konstruktioner kan utföras kommer några förberedande åtgärder vidtas. Dessa omfattar utrivning av befintliga konstruktioner som inte ska bibehållas samt vidtagande av åtgärder som förhindrar att de föroreningar som finns inom området ska spridas eller orsaka framtida risker för människor och miljö till följd av exploateringsarbetena. Dessa förberedande arbeten består huvudsakligen av följande, se Figur 3:

1. Installation av siltgardiner.
2. Rivning av kajer samt schakt av förorenad jord, delvis under vatten (område nr 1).
3. Rensning av botten (inom området för muddring).
4. Muddring av sediment i tillståndsklass 5 inom området för planerad landvinning (område nr 2).
5. Övertäckning av förorenade sediment utanför landvinningen (område nr 3).
6. Transport av muddermassorna (sediment i tillståndsklass 5) till kaj där de lossas till utjämningsmagasin.
7. Avvattning av muddermassor i en avvattningsanläggning på plats inom arbetsområdet.
8. Utlastning av muddermassor efter avvattning till ett mellanlager för avfallsklassificering.
9. Efter klassificering transporteras avvattnade muddermassor till en godkänd mottagningsanläggning.
10. Sten och block som inte kan hanteras i avvattningsanläggningen sorteras ut och transporteras direkt till godkänd mottagningsanläggning.

Ordningsföljden kan komma att ändras av praktiska skäl, t.ex. kan rivning av kajer komma att senareläggas om det bedöms som lämpligt att utnyttja dessa för lossning av muddermassor. Dock kommer del av muddringen alltid att behöva genomföras efter det att kajerna rivits ut.

- 1 Rivning av kajer,
schaktsanering**
- 2 Muddring
tillståndsklass 5**
- 3 Övertäckning**



Figur 3, Förberedande arbeten för landvinning inom Kolkajen - Ropsten. Se även förslagsritningar i Bilaga 2.

B.2 Planerade åtgärder

Mängder som anges i avsnittet (volymer, ytor m.m.) avser totalmängder för båda etapperna. För uppdelning mellan etapperna, se kapitel E.

B.2.1 Rensning av botten

Inom området som ska muddras förekommer hinder som försvårar muddringsarbetet och riskerar att öka spill och grumling vid muddring. Upptäckta hinder kommer att avlägsnas innan muddring påbörjas. Batymetriska undersökningar inklusive inspektion med en kameraförsedd ROV visar hinder såsom betongblock och andra konstruktionsrester, master, äldre vrak efter pråmar och småbåtar m.m. Bottenrensning kommer sannolikt att utföras med hjälp av dykare och en kran på pontoner. Upptaget avfall rengörs och transporteras till en godkänd mottagningsanläggning.

B.2.2 Schakt av förorenad jord, delvis under vatten

Inom landområdet bakom Tjarkajen pågår arbeten med markrening som kommer att vara slutförda innan arbeten i vatten påbörjas. Markreningen utförs så nära befintliga kajer och släntkrön som det är möjligt med bibehållen stabilitet. Med nödvändighet kvarlämnar detta föroreningar i en markremsa innanför strandlinjen som behöver saneras i samband med att kajer och släntkonstruktioner rivs. Förorenad jord (jord med föroreningshalter som överskrider av tillsynsmyndigheten godkända åtgärdsgränser) kommer att omhändertas genom schaktsanering, delvis som muddring under vattenytan. Hur långt in på land som schakt behöver utföras beror på vilken släntlutning som kan användas med bibehållen stabilitet. Förorenade massor på större djup under markytan kan komma att kvarlämnas och i stället saneras med in situ-metoder på samma sätt som vid den pågående markreningen inom bakomliggande

områden. De metoder som används för detta är kemisk oxidation med persulfat, biologiskt stimulerad aerob nedbrytning genom injektering av syreavgivande medel samt injektering av kolloidalt aktivt kol för fastläggning av föroreningar.

Förorenade schaktmassor transporteras till godkänd mottagningsanläggning.

Marken bakom Kollossningskajen är inte förorenad i samma utsträckning men kommer även den att schaktas ur i samband med rivning av kajen. I den mån jorden är förorenad i halter som överskrider av tillsynsmyndigheten godkända åtgärds mål kommer även denna jord att transporteras till godkänd mottagningsanläggning.

För utrivning av befintliga kajer se avsnitt D.2.1.

B.2.3 Muddring av sediment i tillståndsklass 5

Muddring av sediment i tillståndsklass 5 kommer att utföras inom ytan för landvinning inklusive utanförliggande område där inblandningspelare ska installeras, totalt ca 40 000 m². Avgränsningen framgår i detalj av ritning N-0001 i Bilaga 2. Volymen sediment med föroreningshalter i tillståndsklass 5, som denna muddring avser, uppskattas till ca 50 000 m³. Inklusive övermuddring i sediment med lägre föroreningshalter beräknas denna muddring uppgå till totalt ca 67 000 m³, varav ca 5 000 m³ antas vara grovmaterial som kommer att sorteras ut och 62 000 m³ finkorniga sediment. Fördelningen mellan sediment i tillståndsklass 5 och sediment i tillståndsklasserna 1-4 är osäker vilket kan påverka den totala volymen som kommer att muddras som sediment i tillståndsklass 5. Övermuddring utförs för att säkerställa att muddringen överallt når ner minst till avsett djup.

Muddring av sediment i tillståndsklass 5 kommer huvudsakligen att utföras som försiktig grävuddring med ett enskopeverk (grävmaskin på pontoner med stödben) med skopa anpassad för muddring av förorenade sediment. Vilken typ av skopa som kommer att användas beror främst på förekomsten av dolda muddringshinder som inte kunnat lokaliseras och avlägsnas i samband med bottenrensningen. En sluten miljöskopa av typen HGP (Horizontal Grab Profiler) kan användas i områden där större hinder saknas. Förekomst av hinder innebär däremot att muddring med HGP riskerar att medföra onödigt spill eftersom hinder ofta medför att skopan inte kan slutas. Bland annat finns stödfyllningar utanför Tjärs kajen som består av stora stenar och mindre block där denna typ av skopa är direkt olämplig att använda. I sådana fall är det bättre att använda en traditionell skopa. Sannolikt kommer en s.k. habitatskopa att användas. Denna skopa är konstruerad för att minska risken för spill utan att inblandningen av vatten blir onödigt stor. Muddermassorna lastas i pråmar och transporteras in till kajen för omlastning till en avvattningsanläggning inom arbetsområdet, se vidare avsnitt B.2.5.

Vid muddring sker en samtidig grovsortering. Främmande föremål, större stenar och block kommer att så långt som det är praktiskt möjligt att separeras från de finkorniga muddermassorna. Bortsorterat material läggs i annan pråm för utlastning inom arbetsområdet och borttransport till en godkänd mottagningsanläggning.

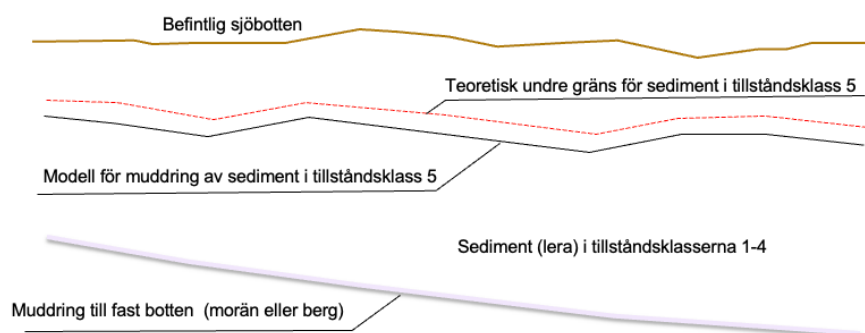
Rengöring av bortsorterat material kan komma att ske på plats vid Kolkajen eller vid mottagningsanläggningen.

Muddringskapaciteten kommer att begränsas av avvattningsanläggningens kapacitet. Mest sannolikt är att kapaciteten kommer att begränsas till 300-500 m³ per dygn, men det är inte uteslutet att muddring kan komma att ske med upp till 1000 m³ per dygn. För denna kapacitet är det tillräckligt med ett mindre eller medelstort mudderverk, men två små mudderverk kan komma att användas samtidigt beroende på varierande bottenförhållanden.

Eventuellt kan sugmuddring (exempelvis mammutpumpning) behöva utnyttjas för små volymer sediment där skopa inte kan användas med hänsyn till åtkomligheten eller med hänsyn till befintliga konstruktioner. Vid behov kan det även bli aktuellt med eftermuddring med ett sugmudderverk som är särskilt anpassat för avverkning av tunna lager återsedimenterat förorenat sediment.

Överskottsvatten kommer att uppstå eftersom muddring alltid medför att en viss mängd vatten tas upp med muddermassorna. Överskottsvatten kommer vid behov att pumpas från pråmar och behandlas innan det återbördas till Lilla Värtan. Förorenat vatten som behöver behandlas uppkommer även från avvattningsanläggningen och vid eventuell rengöring och tvättsiktning av grovmaterial, se avsnitt B.2.7.

En koordinatsatt tredimensionell modell av sediment tillhörande tillståndsklass 5 kommer att upprättas för att underlätta maskinstyrning vid muddring. Modellen baseras på utförda sedimentprovtagningar. Undermuddring (att muddringen inte når ner till avsedd nivå) kommer inte att accepteras. Övermuddring kommer att accepteras, preliminärt med 20 cm. När muddringen av sediment i tillståndsklass 5 slutförts kommer den nya sjöbotten att provtas och analyseras (preliminärt som i tidigare sedimentprovtagningar i skikt om 25 cm). Muddringsområdet delas in i rutor, preliminärt med sidan 20 m inom vilket några provtagningspunkter slumpas ut, provtas och slås samman till samlingsprover för respektive ruta och nivå samt analyseras. Om något prov visar halter i tillståndsklass 5 kommer den/de aktuella rutan/rutorna att muddras för att ånyo provtas till dess att inga sediment i tillståndsklass 5 återstår. Övermuddringen tillsammans med provtagning och analys av ny sjöbotten säkerställer att sediment i tillståndsklass 5 inte ingår i muddringen av sediment i tillståndsklass 1–4 som avses dumpas. Förfarandet illustreras i Figur 4.



1. Sediment i tillståndsklass 5 muddras först. Övermuddring med ca 20 cm tillämpas när muddringsmodellen för maskinstyrning tas fram
2. Efter muddring av sediment i tillståndsklass 5 utförs provtagning av ytliga sediment (ny botten).
3. Vid behov utför kompletterande muddring av kvarvarande sediment i tillståndsklass 5
4. Förnyad provtagning av kompletteringsmuddrade ytor utförs.
5. När endast sediment i tillståndsklasserna 1-4 återstår utförs muddring till fast botten.

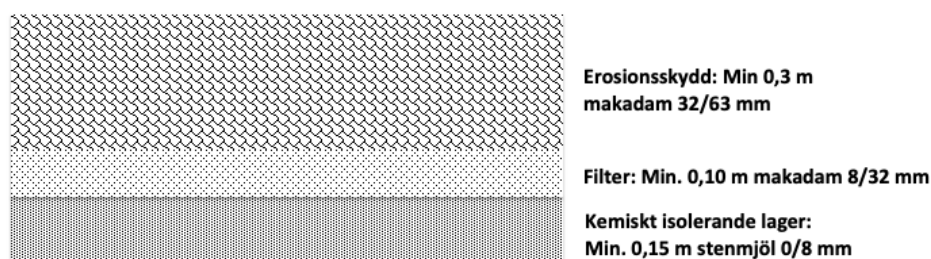
Figur 4, Muddringsförfarande vid muddring av sediment i tillståndsklass 5.

B.2.4 Övertäckning

Övertäckningen av förorenade sediment utanför landvinningen, omfattar en yta av ca 55 000 m². Därtill kommer utläggningen av arbetsbädd över ytan där inblandningspelare ska installeras, se avsnitt C.2.1, ca 14 000 m² och för vilken samma utrustning kommer att användas. Områdena för övertäckning respektive arbetsbädd för inblandningspelare framgår av ritning N-0003 i Bilaga 2.

Övertäckning för att begränsa spridning av föroreningar från sediment är en beprövad metod som är vanligt förekommande bland annat i USA och i Norge och har även använts på några platser i Sverige. Det finns flera typer av övertäckningar som kan användas på förorenade sediment. Den täckning som kommer att anläggas utanför Kolkajen – Ropsten är av typen isolationsövertäckning med tre funktionella skikt. Först anläggs ett kemiskt isolerande lager direkt på de förorenade sedimenten. Detta kommer att bestå av stenmjöl (bergkross) i fraktionen 0-8 mm och behöver därför skyddas av ett erosionsskydd och ett mellanliggande filter. Dimensioneringen av det kemiskt isolerande lagret som fungerar som den primära barriären för spridning av föroreningar samt det överlagrande filtret har utförts av Anchor QEA i USA. Rapporten (Isolation Cap Preliminary Design Recommendations (AQEA, April 2020)) som redovisar dimensioneringsberäkningarna redovisas i Bilaga 6.

Erosionskrafter som kan påverka täckningen uppkommer dels av de strömmar som orsakas av värmeverkets utlopp och som i dagsläget svarar för spridning av förorenade sediment från området, dels av propellerverkan från båttrafik i området. De utredningar av strömhastigheter som genomförts visar att trafik av typen skärgårdsbåtar och pendlarbåtar blir dimensionerande för framtida erosionsrisker inom området. Planerna för områdets utbyggnad innebär att fartyg i denna storlek inte kan trafikera områden med mindre vattendjup än 10 m. Det innebär att ett erosionsskydd av sorterad bergkross i fraktionen 32-63 mm eller större fraktioner kommer att vara stabilt. Ett exempel på hur täckningen kan komma att utformas utgående från utförda dimensioneringsberäkningar framgår av Figur 5.



Figur 5, Principiell utformning av täckningen

Längs den blivande norra kajlinjen minskar vattendjupet in mot Husarvikens mynning. Om större fartyg av typen SL-båtar och Skärgårdsbåtar kan komma att trafikera denna kaj behöver grövre fraktioner användas i erosionsskyddet. Slutlig dimensionering av erosionsskyddet kommer att utföras inom ramen för detaljprojekteringen.

Täckningens utbredning har begränsats till nivån -15 m även om större fartyg kan orsaka resuspension av sediment på större vattendjup utanför området som täcks. Orsaken till avgränsningen är att det endast är i närområdet som landvinningen bedöms medföra en ökad båttrafik, och att denna inte kommer att omfatta sådana större fartyg.

Dimensioneringen av övertäckningens erosionsskydd är baserad på strömningsutredningar utförda av Sweco⁹.

Täckningen kommer att läggas ut successivt i tunna lager för att inte riskera skjuvbrott i de underlagande lösa sedimenten. Tekniken med utläggning i tunna lager har provats i ett pilotförsök inom området och visats fungera väl. I pilotförsöket

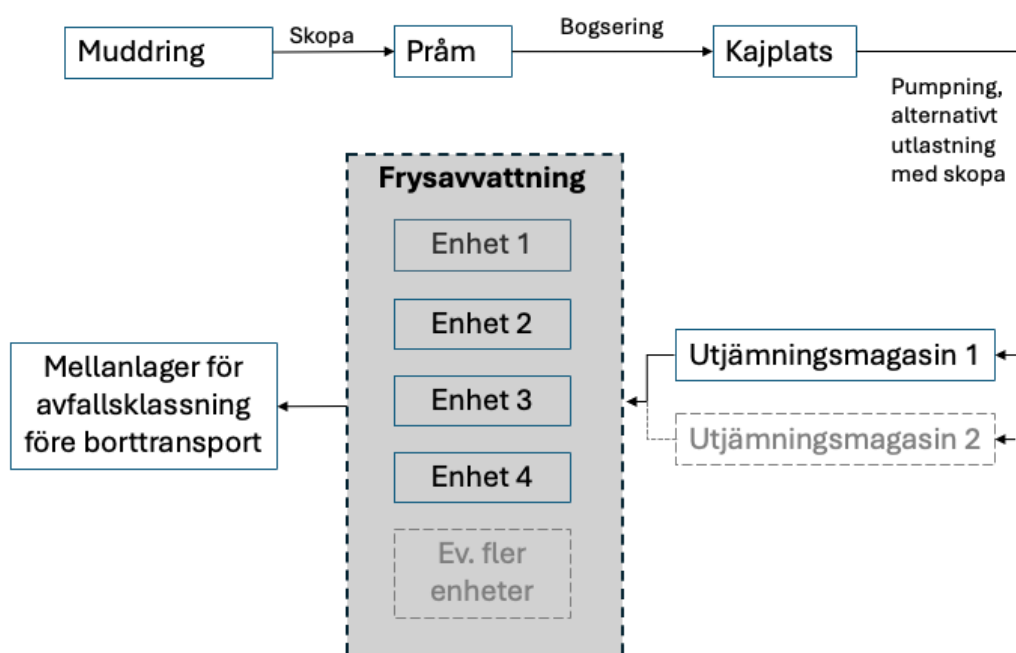
⁹ Samtliga strömningsberäkningar biläggs miljökonsekvensbedömningen (bilagorna 7-11).
2025-04-15 11:38

användes grävmaskin med sluten gripskopa för utläggning men det är också möjligt att använda en för ändamålet särskilt konstruerad utrustning för utläggning nära botten i tunna lager och med hög precision. Rapporterna från det utförda pilotförsöket bifogas som Bilaga 7.

B.2.5 Behandling av muddermassor av sediment i tillståndsklass 5

Muddermassorna från muddring av sediment i tillståndsklass 5 kommer att lastas av vid kaj och avvattnas inom arbetsområdet alternativt transporteras direkt till en godkänd mottagningsanläggning.

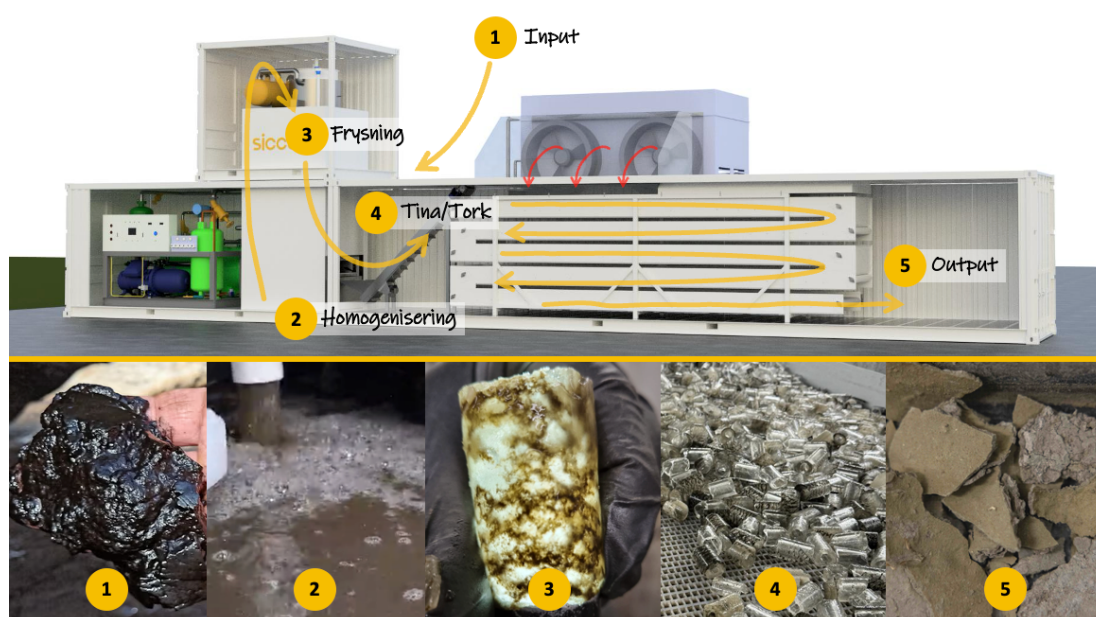
I första hand avser staden att avvattna muddermassorna i en anläggning bestående av flera parallella enheter för frysavvattning. Sannolikt kommer finkorniga sediment att pumpas från pråm till ett eller två alternerande utjämningsmagasin vilka även kommer att fungera som förtjockare. Eventuellt kommer polymer att tillsättas i detta steg för att påskynda sedimentering. Från utjämningsmagasinen dekanteras vatten som omhändertas i vattenreningsanläggningen (se avsnitt B.2.7), medan förtjockade muddermassor pumpas vidare till enheterna för frysavvattning. Efter avvattning lastas muddermassorna ut till ett mellanlager där massorna kommer att provtas, analyseras och klassificeras enligt anvisningarna i EU-kommissionens tekniska vägledning för klassificering av avfall (C/2018/1447). Klassificerade massor kommer sedan att transporteras till för respektive avfallsslag godkända mottagningsanläggningar. Ett översiktligt processchema redovisas i Figur 6.



Figur 6, Processchema för hantering av muddermassor klass 5 vid Kolkajen

Frysavvattning är en relativt nyutvecklad teknik som demonstrerats i flera pilotförsök på varierande typer av sediment och slam, men som inte tidigare använts i större skala. Metoden bygger på att finkorniga sediment homogeniseras och transporteras in i en frysenhet där vattenfasen fryser till is. Genom att använda en låg temperatur frigörs även adsorberat och cellbundet vatten. De infrusna sedimenten transporteras därefter in i en enhet för tining och torkning, där den värme som alstras vid infrysningen återanvänds. Hela utrustningen är inbyggd i containrar. De olika stegen

i processen framgår av Figur 7. Staden förutser att flera enheter av denna typ kommer att behövas för att klara kapacitetsbehovet.



Figur 7, Översikt över de olika stegen i frysavvattningsprocessen (1 - muddrade sediment, 2 - inmatning till infrysningsenheten, 3 - muddermassor i fryssteget, 4 – infryssta muddermassor till tining/torkning, 5 – avvattnade muddermassor).

Bänkskaleförsök har utförts för att undersöka metodens effekter på ifrågavarande sediment. Försöken har visat att höga TS-halter uppnås vilket medför dels en betydande reduktion av den mängd muddermassor som behöver transporteras till mottagningsanläggningar, dels att de ursprungligen mycket lösa muddermassorna blir fastare och enklare kan hanteras. I försöken med de mest förorenade muddermassorna avgick fri fas i samband med infrysningen. Volymen var för liten för att kunna samlas upp och analyseras, men jämförelser mellan analyser på ingående respektive utgående muddermassor tyder på att den fria fasen bestod av lätta oljefraktioner, BTEX¹⁰ och naftalen. Naftalen och bensen har smältpunkter som är högre än normal rumstemperatur men kan ha hållits i lösning av TEX och lätta oljefraktioner även vid de låga temperaturer som råder vid infrysningen. Dessa ämnen är också lättflyktiga och kan även ha avgått till luft i tina/tork-steget. Staden förutser därför att avvattningsenheterna behöver utrustas både med uppsamling av fri fas från fryssteget och filter för rening av frånluft från tina/torksteget.

Staden avser att genomföra pilotförsök med muddermassor från Kolkajen som en del av projekteringen, dvs. innan projektet genomförs. Eftersom metoden är nyutvecklad och inte provats i fullskala ännu finns en viss risk att kapaciteten är otillräcklig och metoden inte kan användas. I sådant fall överväger staden två alternativa förfaranden för omhändertagande av muddermassor:

- En förenklad avvattning genom sedimentation/förtjockning i de planerade utjämningsmagasinen (se Figur 6). Från utjämningsmagasinen pumpas muddermassorna till täta containrar för borttransport till godkänd mottagningsanläggning.
- Lastning av muddermassor från pråmar direkt till täta containrar för transport till godkänd mottagningsanläggning, utan föregående avvattning.

¹⁰ Bensen, Toluol, Etylbensen och Xylen.

I båda dessa fall kommer slutlig provtagning och avfallsklassificering sannolikt att ske på mottagningsanläggningen.

B.2.6 Externt omhändertagande

Utsorterat grovmaterial

Grovmaterial som sorteras ut i samband med muddring och som kvarstannar i pråmar efter det att finkorniga muddermassor pumpats till behandlingsanläggningen kommer att transporteras med bil till en anläggning med tillstånd att ta emot dessa massor, företrädesvis stadens eget masslogistikcentrum som förfogar över en våtsikt. Detsamma gäller den friktionsjord som schaktas bort i samband med den anslutande markreningen, se avsnitt B.2.2.

Muddermassor av sediment i tillståndsklass 5

Muddermassor av sediment i tillståndsklass 5 består huvudsakligen av gyttja med vissa inslag av friktionsmaterial. Baserat på analyser av de enskilda proverna förväntas ca 10% utgöra farligt avfall (farligt avfall förekommer endast i sediment i tillståndsklass 5). Oavsett avfallsklassning kommer dessa muddermassor att transporteras till av staden upphandlade godkända mottagningsanläggningar.

Halten totalt organiskt kol i sediment i tillståndsklass 5 varierar stort och baserat på hittills utförda analyser bedöms att en dispens enligt 20 § NFS 2004:4 från förbudet att deponera organiskt avfall behövs för en relativt stor andel av muddermassorna om dessa ska deponeras. För den delmängd som utgör farligt avfall och samtidigt har en hög halt TOC behövs en dispens enligt 35b § NFS 2004:10 om avfallet ska deponeras. Det kan även bli aktuellt med termisk behandling (sannolikt förbränning) av farligt avfall med hög halt TOC, inklusive fri fas som samlas upp från infrysningssteget i avvattningsanläggningen.

B.2.7 Vattenrening

Allt överskottsvatten som uppkommer i samband med muddring, avvattning, rengöring eller andra arbeten med förorenade massor kommer att samlas upp och omhändertas i en vattenreningsanläggning.

Anläggningen kommer att utformas så att de riktvärden som gäller för utsläpp av länshållningsvatten från stadens markreningsarbeten inom Norra Djurgårdsstaden (Stockholms stad, 2019) samt, i de fall ämnen saknas i dessa, miljöförvaltningens riktvärden för hantering av länshållningsvatten med avledning till yt- eller grundvatten (Stockholms stad 2022), kan innehållas. Anläggningen kan t.ex. utformas med en buffertbassäng för utjämning av flödet, oljeavskiljning, sedimentering för avskiljning av partikelbundna föroreningar och ett efterföljande kolfilter för avskiljning av lösta organiska föroreningar. Vid behov kan även ett steg med kemisk fällning och/eller jonbytarfilter användas.

B.3 Mängder

Mängder presenteras i kapitel E.

B.4 Skyddsåtgärder

Muddring av sediment i tillståndsklass 5 inklusive schakt under vatten av förorenad jord bakom befintliga kajer (som ska rivas) kommer att utföras innanför dubbla bottenslutande siltgardiner. Längs en kortare sträcka kommer siltgardinerna att ersättas med en bubbelläns för att möjliggöra in- och utpassering vattenvägen. I

anslutning till Stockholm Exergis anläggning kan siltgardinerna komma att kompletteras med spont eller motsvarande skydd för att möjliggöra arbete även när värmeverket är i drift utan att strömningen påverkar avskärmningen. Turbiditeten kommer att kontrolleras dagligen under tid som muddring men även övertäckning pågår.

Oljelänsar och absorberande material kommer att finnas tillgängliga för att användas om oljeläckage eller spill uppkommer. Det förutses att absorbenter kommer att behöva läggas ut när muddring utförs i sediment med fri fas tjära utanför Tjärkajen.

Okulära besiktningar av siltgardiner, ledningar m.m. kommer att utföras dagligen.

Grovmaterial som sorterats ut i samband med muddring kommer att lastas ut till täta ytor med uppsamling av avrinnande vatten som ska föras till vattenreningsanläggningen.

De utjämningsmagasin/förtjockare dit finkorniga muddermassor pumpas kommer att byggas som täta bassänger, vilka vid behov täcks för att begränsa luktolägenheter. Bassängerna kan t.ex. utgöras av prefabricerade gödselbrunnar försedda med takpresenning. Pumpar, pumpledningar m.m. kommer att utformas som slutna system.

Enheter för frysavvattnings kommer att förses med ett system för uppsamling av avrinnande fri fas som förhindrar läckage samt frånluftsfilter för begränsning av luktolägenheter och avgång till luft.

Flytande kemikalier förvaras i dubbelmantlade cisterner med påkörningsskydd, alternativt på invallad och tät yta för uppsamling av eventuellt spill.

De ytor som använts för hantering av sediment i tillståndsklass 5 kommer efter avslutad hantering att rengöras, liksom kommer rengöring att ske av utrustning som använts vid nämnda hantering. Efter rengöring rivs ytorna och rivningsmassor transporteras efter kontroll av föroreningsinnehållet till godkända mottagningsanläggning. Utrustning som visas vara fri från föroreningar kan komma att återanvändas i andra projekt. Om det finns behov kommer staden även göra en kontroll av mark och grundvatten där sediment i tillståndsklass 5 hanterats.

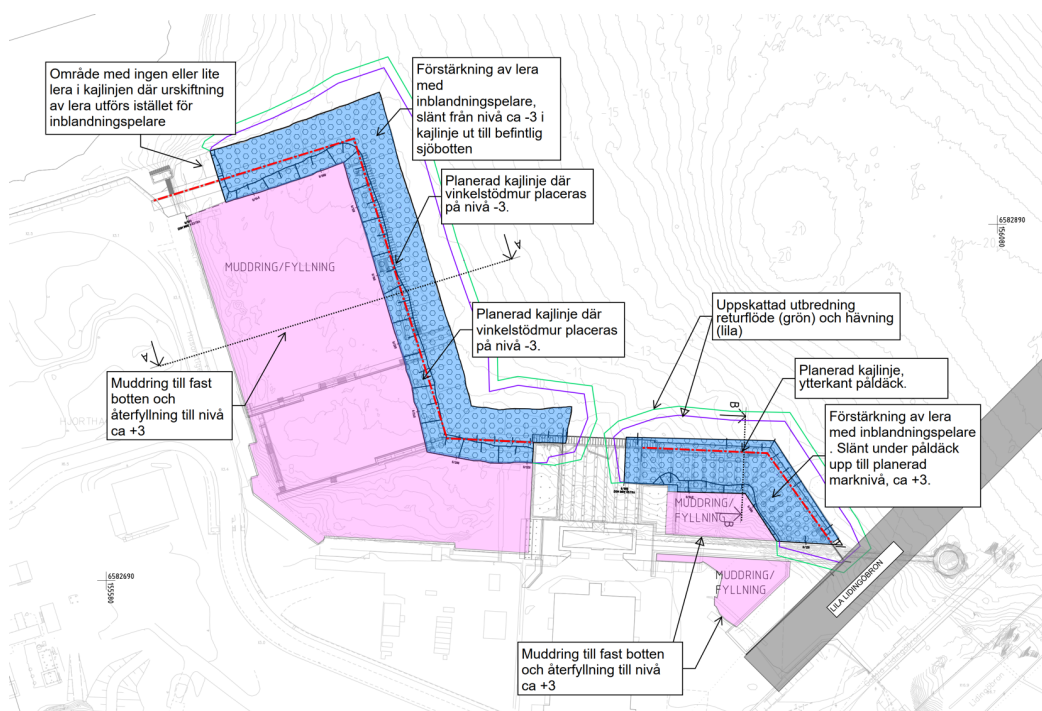
C. DJUPSTABILISERING, MUDDRING AV SEDIMENT KLASS 1-4 & UTFYLLNAD

I föreliggande kapitel beskrivs hur landvinning planeras att utföras. För området väster om Stockholm Exergis utlopp, dvs. etapp 1, utgörs kajlinjen av en vinkelstödmur som placeras på packad fyllning på lera som har förstärkts med inblandningspelare (s.k. djupstabilisering). Djupstabilisering kommer även att utföras öster om Stockholm Exergis utlopp, dvs. etapp 2, där kajlinjen utgörs av en påldäckskaj.

C.1 Allmänt

C.1.1 Väster om Stockholm Exergis utlopp, Ca Im 0/000 - 0/340

Område för landvinning väster om Stockholm Exergis utlopp, etapp 1, kommer genomföras som en utfyllnad med sprängstensmassor från bergprojekt i Stockholm. Bergmassorna återanvänds och tippas i vattnet för att succesivt byggas upp till planerad marknivå där bostadskvarteren kommer att byggas. En principiell utformning av planerad konstruktion redovisas i Figur 8 och Figur 9.

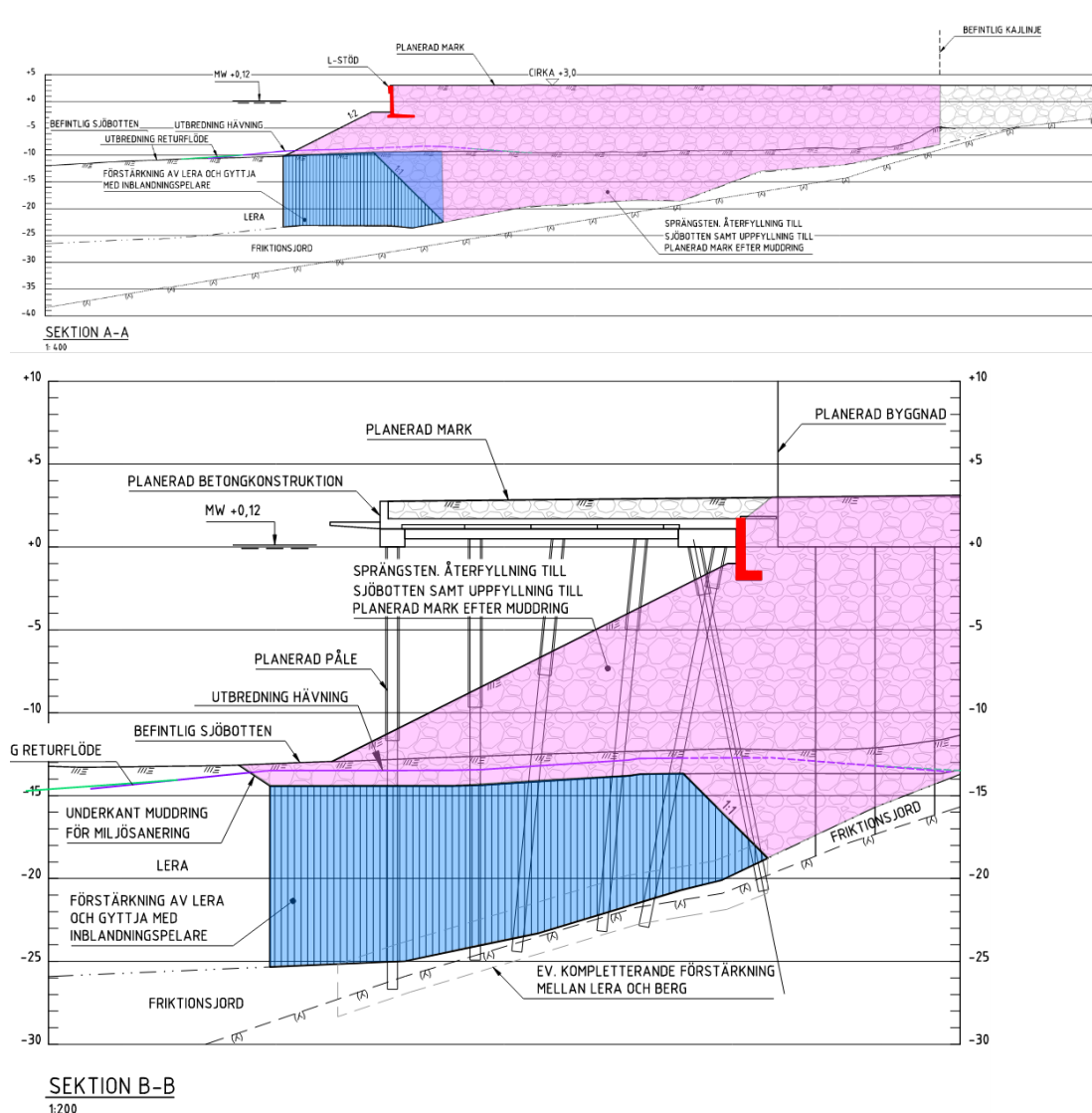


Figur 8, Planerade områden i plan där djupstabilisering, muddring och utfyllnad ska utföras för planerad landvinning.

Utfyllnaden genomförs genom att kvarvarande lösa sediment (tillståndsklass 1-4) muddras ut ner till moränen och därefter sker återfyllning med sprängsten. Fyllning läggs upp och packas stegvis till planerad marknivå. I kajlinjen placeras vinkelstödelement på nivå ca -3 m. Från nivå ca -3 m kommer fyllningsmassorna att läggas med slänt ner till befintlig sjöbotten.

För att kunna utföra muddringen behövs en stabil ytterzon för att minska muddringens utbredning samt för att skapa stabila förhållanden i den lösa leran. I detta fall kommer den zonen att utgöras av inblandningspelare installerade i block. Inblandningspelare tillverkas genom att ett bindemedel (t.ex. cement eller

cement/slagg) i en suspension tillsätts marken och blandas med de lösa sedimenten. I och med inblandningen av bindemedel kommer de lösa sedimenten inom några veckor att härda och få en högre hållfasthet. Innan muddringen av de lösa sedimenten påbörjas installeras därför inblandningspelare så att ett homogent block av förstärkt jord skapas i den planerade framtida kajlinjen. Muddring av de lösa sedimenten sker sedan innanför den förstärka zonen. Efter muddringen placeras fyllningen ut och packas innanför och över de installerade inblandningspelarna upp till nivå ca +3 m.



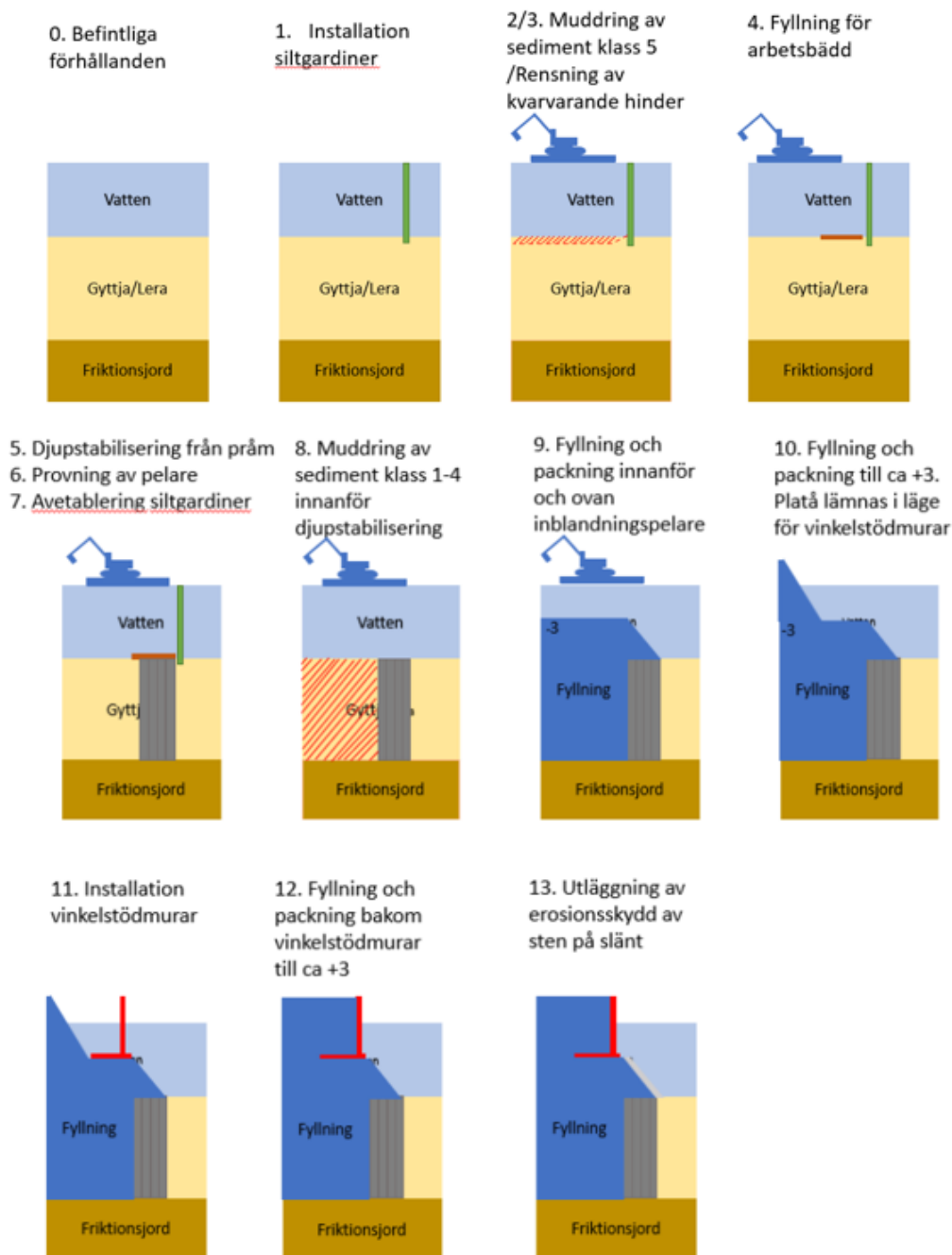
Figur 9, Planerade områden i sektion, där djupstabilisering, muddring och utfyllnad ska utföras för planerad landvinning. Sektion A visar typsektion för område väster om Stockholm Exergis utlopp, etapp 1. Sektion B visar typsektion för område öster om Stockholm Exergis utlopp, etapp 2. För placering av sektioner i plan se Figur 8.

Nedan ges en översiktlig beskrivning av hur landvinning med inblandningspelare och vinkelstödmurselement väster om Stockholms Exergi planeras att utföras. Där det är möjligt kommer dessa arbeten att utföras parallellt med övriga arbeten som utförs för landvinningen i området.

1. Installation av siltgardiner.
2. Muddring av sediment i tillståndsklass 5, cirka 0,5–6 m, se avsnitt B.2.3.
3. Eventuell rensning av kvarvarande hinder i sjöbotten efter muddring av sediment i tillståndsklass 5.

4. Fyllning med cirka 1,0 m arbetsbädd av material t.ex. 0–63 mm som läggs ut i området där inblandningspelare ska installeras.
5. Installation av inblandningspelare från pråm.
6. Provning av pelare (utförs succesivt vid installation av inblandningspelare).
7. Avetablering av siltgardiner (kvarlämnas eventuellt under muddring av sediment klass 1–4 av delen öster om värmeverket, se avsnitt C.4)
8. Muddring av lösa sediment i tillståndsklass 1-4 innanför inblandningspelarna.
9. Fyllning och packning innanför och ovan inblandningspelarna.
10. Fyllning och packning till planerad marknivå, ca +3m. Platå lämnas i läge för vinkelstödmurar
11. Installation av vinkelstödmurar
12. Fyllning och packning bakom stödmurar till planerad marknivå, ca +3 m.
13. Utläggning av erosionsskydd av sten på slänt
14. Kontroll av återstående krypsättningar.

Arbetsordning Djupstabilisering, fyllning och packning



Figur 10 Arbetsordning djupstabilisering, muddring av sediment klass 1–4, fyllning och packning

C.1.2 Öster om Stockholm Exergis utlopp, Ca lm 0/400 – 0/540

Norr om intagsledning uppförs, i etapp 2, ny mark/görs landvinning bakom en påldäckskaj. I kajlinjen förstärks de lösa sedimenten med inblandningspelare på samma sätt och med samma syfte som väster om Stockholm Exergis utlopp, dvs. etapp 1. Vid behov kan jetinjektering behöva utföras i den nedre delen av inblandningspelarna i anslutning till berget för att uppnå erforderlig hållfasthet i konstruktionen. Landvinning sker sedan genom muddring bakom de förstärkta sedimenten till fast botten och utfyllnad med sprängsten till planerad marknivå. Över

de förstärkta sedimenten placeras en slänt som ansluter till planerad marknivå i bakkant med pådäckskajen. Se Figur 9.

Planerad arbetsgång följer den för området väster om Stockholm Exergi, d.v.s. etapp 1, med undantag för att arbetena angivna i punkt 10 i Figur 10 inte utförs, dvs. fyllning och packning utförs till planerad marknivå med en gång, samt kommer eventuellt installation av jetinjektering utföras efter de arbeten som anges i punkt 6 i Figur 10. I områden där det inte är möjligt att packa kommer sättningar att tas ut med överlast. Eventuellt kommer siltgarden att lämnas kvar för att skydda Stockholm Exergis intagstorn (beror på driftsituationen när arbetet utförs).

C.2 Planerade arbeten

C.2.1 Förarbeten

Eventuellt rensning av kvarvarande hinder efter muddring av sediment i tillståndsklass 5

Ytliga hinder ska tas bort i samband med muddring av sediment i tillståndsklass 5. Om det finns hinder som inte har kunnat tas bort vid det tillfället ska dessa tas bort vid en separat rensning innan resterande arbeten utförs.

Fyllning arbetsbädd

Innan installation av inblandningspelarna ska en ca 1,0 m tjock arbetsbädd av till exempel 0–63 mm material placeras på sjöbotten. Utläggning av arbetsbädden sker på samma sätt som vid övertäckning av förorenade sediment utanför utbyggnadsområdet, se avsnitt B.2.4. Eftersom arbetsbädden läggs ut på muddrad botten med högre hållfasthet kan utläggningen dock ske med större lagertjocklek. Arbetsbädden är till för att bland annat minska grumling och returflöde samt för att maskinoperatörer tydligt ska kunna känna botten och därmed veta när blandning ska påbörjas.

C.2.2 Djupstabilisering

Teknisk lösning

I läge för den planerade utbyggnaden är bottensedimenten extremt lösa. Den odränerade skjuvhållfastheten i den översta metern är i princip noll och ökar med ca 1 kPa per meter. För att kunna muddra sedimenten med slänt och utan en stödkonstruktion, hade slänterna behövts vara flackare än 1:6 för att undvika risk för skred. Då detta skulle ta ett alltför stort område i anspråk och dessutom generera stora mängder ytterligare muddermassor bestämdes att en förstärkningslinje i den yttre kajlinjen behövdes. Genom att förstärka de lösa sedimenten i kajlinjen kan muddring av de lösa sedimenten innanför utföras med en betydligt brantare slänt. Hur brant det är möjligt att schakta i den förstärkta delen kommer att fastställas i detaljprojekteringen, men brantare än 1:1 bedöms som genomförbart.

Lera och lösa jordar förstärks konventionellt i Sverige med kalkcementpelare (inblandningspelare). Det innebär att bindemedel tillförs jorden genom att bindemedlen blåses ut med kraft i leran genom ett munstycke på ett verktyg som roterar ner och upp i jorden. Djupförhållandena (> 25 m) samt de stora kraven på att kunna installera pelare rakt med små avvikelser för att få en fungerande konstruktion har gjort att denna konventionella metod inte bedömts kunna användas i föreliggande fall. Runt om i Europa och världen, framför allt i USA och Japan, görs inblandningspelare med så kallad våt metod, d.v.s. att bindemedel och vatten blandas till en suspension i en blandare varifrån suspensionen sedan pumpas ut till maskinen

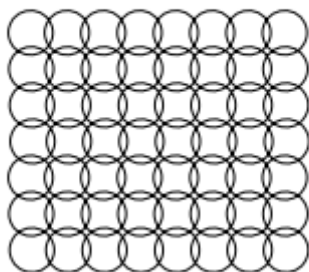
och tillsätts jorden genom att suspensionen pumpas ut ur blandningsverktyget medan verktyget roterar ned och upp genom jorden. Efter att suspensionen med vatten och bindemedel tillsatts de lösa sedimenten (gyttjan och lera) sker en härdning, och inom några veckor är skjuvhållfastheten i jorden betydligt högre än tidigare.

Då metoden är ovanlig i Sverige utfördes under mars 2022 provpelare för att verifiera att det gick att utföra pelare till önskat djup, med önskad rakhet och önskad skjuvhållfasthetstillväxt. Försöket visade på goda resultat avseende samtliga parametrar. Hela utförandet och resultaten från samtliga tester redovisas i detalj i ”Rapport Djupstabilisering – Sammanställning av provpelare och kontroller i vatten”, daterad 2022-06-27 (Bilaga 5).

Inblandningspelare kommer att installeras i ett ca 30 m brett block runt kajlinjen enligt Figur 8. Inblandningspelarna kommer framför allt att vara placerade under vinkelstödmuren och slänten utanför, samt under slänten under pådäckskajen öster om Stockholm Exergis utlopp. Pelarna kommer att placeras med överlapp, se Figur 11, vilket innebär att all gyttja och lera i den 30 m breda zonen där blocket installeras kommer att förstärkas. I den norra delen där det nya landområdet ska ansluta till befintlig mark intill Husarviken finns ingen eller väldigt lite lera. Där kommer lera att muddras bort istället för att förstärkas.

Vid installation av inblandningspelare sker en höjning av sjöbotten pga. hävning och returflöde som bildas när suspensionen med bindemedlet tillförs jorden. En höjning av sjöbotten bedöms kunna ske inom ett område från den förstärkta ytan, motsvarande pelarnas längd, och returflödet bedöms kunna spridas något längre, se Figur 8 och Figur 9. Höjningen är som störst ovan förstärkningen.

BLOCK



Figur 11, Inblandningspelare installeras med överlapp i block så att all lera förstärks.

Utförande och utrustning

Installation av inblandningspelare utförs från pråm. Pråmen måste vara tillräckligt stabil för att klara sidorörelser orsakade av vind- och vågförhållanden. Maskinen som används för installation kommer att väga drygt 100 ton. Detta innebär att pråmen kommer att vara utrustad med stödben och även vara förankrad med vinschar till ankrade bojar som ligger runt pråmen. Alternativt kan en så kallad jack-up-pråm användas. Blandningsstation för tillverkning av bindemedelssuspensionen kommer antingen att placeras på land och då läggs bindemedelsslangarna till maskinen på bryggor ut till pråmen. Alternativt placeras blandningsstationen på pråm.

Försök med provpelare och inblandningsförsök på laboratorium under vintern och våren 2022 har visat att lämplig bindemedelsmängd är ca 100 kg/m³. Båda bindemedelstyperna, cement och kombinationen cement/slagg, som undersöktes

visade på tillfredsställande resultat. Man kan idag se att slagg används i fler och fler projekt då detta är ett mer miljövänligt alternativ, med den påföljden att produkten tar slut på marknaden. Vilket bindemedel som kommer att användas får därför bestämmas när byggstart närmar sig, då det finns aktuell information om vilka bindemedel som finns tillgängliga.

Tidsåtgång

Cirka 110 000 m³ lera ska förstärkas med inblandningspelare för landvinningen väster om Stockholm Exergi. I dagsläget är bedömd produktionshastighet att förstärka cirka 400 m³ per dagskift (kl 7–22) och maskin. Förutsatt att två maskiner används för arbetet kommer det att ta cirka åtta månader att installera alla inblandningspelare.

För arbetena med djupstabilisering öster om Stockholm Exergis utlopp bedöms ca 31 000 m³ lera behöva förstärkas. Med samma arbetsintensitet som på västra sidan kommer detta att ta ca tre månader. Det eventuellt tillkommande arbetet med installation av jetinjektering bedöms ta ca tre månader.

C.2.3 Muddring av sediment i tillståndsklass 1-4

Innanför den förstärkta kajlinjen ska, när inblandningspelarna har härdat tillräckligt, muddring utföras av kvarvarande lös jord ner till den fasta moränen. Volymen som ska muddras efter det att muddring av sediment i tillståndsklass 5 är utförd uppskattas till ca 160 000 m³ sammanlagt för både etapp 1 och 2. På grund av osäkerhet i djupet till fast botten mellan undersökningspunkterna kan volymen komma att öka, men bedöms inte kunna överskrida 200 000 m³. Muddringens kapacitet kommer att variera beroende på om muddring utförs innanför eller utanför spont. Högst kapacitet erhålls vid muddring utanför spont och beräknas uppgå till 1 500 – 2 000 m³ per dygn. Kapacitetsbehovet kan tillgodoses med ett mudderverk. Vid muddring innanför spont blir kapaciteten lägre.

Muddring av sediment i tillståndsklass 5 utförs innan muddring av sediment i tillståndsklass 4, se avsnitt B.2.3. Den kvarvarande lösa jorden efter muddringen av sediment i tillståndsklass 5 utgörs av gytta och lera med lägre föroreningshalter (motsvarande tillståndsklass 4 och lägre enligt SGU 2017:12 och Naturvårdsverkets rapport 4914). Föroreningshalterna avtar med jorddjupet, vilket innebär att föroreningshalter i tillståndsklass 4 efter muddring av sediment i tillståndsklass 5 återfinns i ett övre skikt närmast den nya sjöbotten medan jord på större djup utgörs av lera med föroreningshalter i lägre tillståndsklasser. Sediment i tillståndsklass 4 utgör en mindre andel av den totala volymen sediment i tillståndsklasserna 1-4.

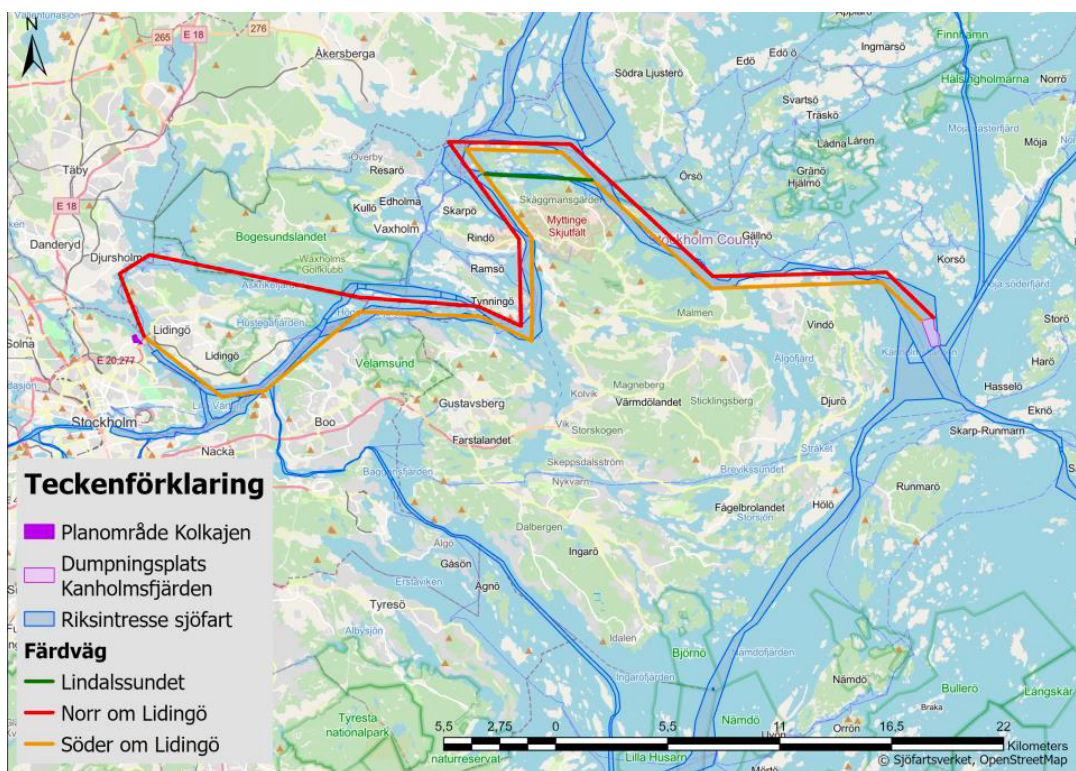
C.2.4 Dumpning av muddermassor i tillståndsklass 1-4

Muddermassorna kommer att lastas till bottentömmande pråmar som transporteras till ett dumpningsområde i Kanholmsfjärden, se Figur 13 och Figur 13. Dumpningen följer etappindelningen och kommer således att utföras under två skilda tidsperioder. Båda dumpningssäsongerna förläggs till perioden 15 september – 15 april respektive år.

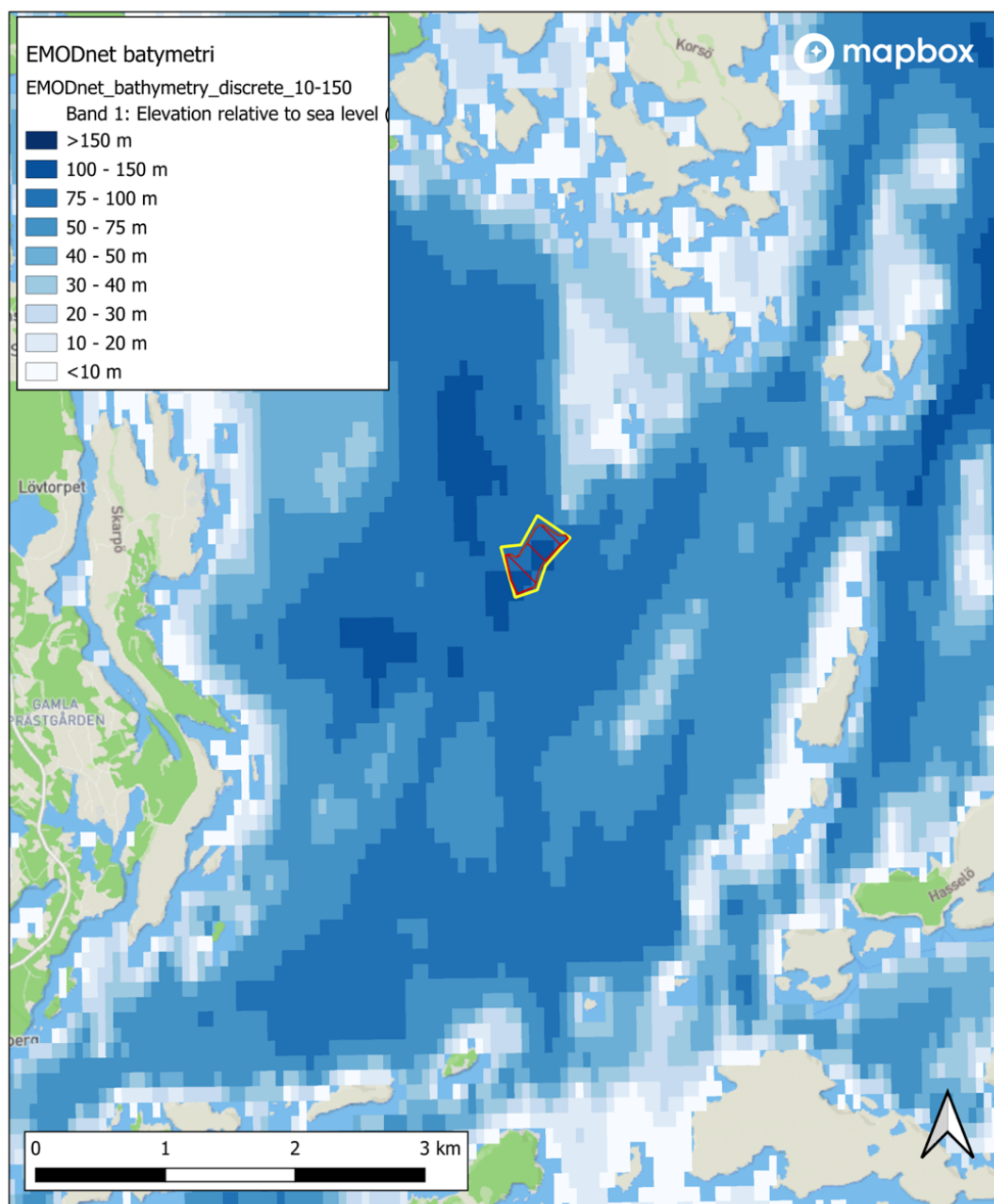
Lossning av muddermassorna kommer preliminärt att ske med bottentömmande pråmar, varvid tippade massor sjunker genom vattenpelaren ner till botten. Dumpningsområdet utgörs av en djuphåla med vattendjup ca 100 m. Genom successiv muddring kan sediment med föroreningshalter i tillståndsklass 4 muddras och dumpas först, för att därefter täckas av sediment med lägre föroreningshalter.

Den nya bottenyta som uppstår efter slutförd dumpning kommer att utgöras av sediment med föroreningshalter i tillståndklasserna 1-3.

Med den uppskattade volymen 160 000 m³ bedöms antalet transporter med pråm komma att uppgå till som 300-350 st (antagen lastkapacitet 500-600 m³ per pråm). I ett worst case (ökning av den muddrade volymen till 200 000 m³) kan antalet transporter öka till som mest 400 st. Antalet transporter minskar om större pråmar används, vilket bedöms som mer troligt. Under den mest intensiva muddringsperioden kommer uppskattningsvis fyra pråmar att behöva transporteras och tömmas varje dygn.



Figur 12, Dumpningsplatsens läge i förhållande till Kolkajen och alternativa transportvägar



Figur 13, Dumpningsplatsens avgränsning i Kanholmsfjärden. Bakgrundskartan ger översiktlig djupinformation (från European Marine Observation and Data Network).

C.2.5 Fyllning och packning till nivå -3 m

Efter muddring sker fyllning med bergkrossmassor från andra infrastrukturprojekt i Stockholmsområdet. Massorna kommer att kontrolleras med avseende på kväve- och sulfidinnehåll för att verifiera att de uppfyller gällande riktlinjer för Norra Djurgårdsstaden. Sannolikt kommer massorna att hämtas ifrån Stockholms stads masslogistikcenter i Frihamnen. Utfyllnad kommer att ske med bottenbottentömmande pråm. Kapaciteten för arbetet med utfyllnaden bedöms till ca 10 pråmar per arbetsdag.

Teknisk lösning

För att minimera storleken på sättningarna i fyllnadsmaterialet ska packning utföras. Om för stora sättningar uppstår kan det påverka den ovanliggande infrastrukturens funktion, så som ledningar, gator och stödmurar. Packning kan komma att utföras

antingen stegvis i pallar allteftersom materialet läggs ut eller i en eller två omgångar när allt material har lagts ut.

Utförande och utrustning

Packning kommer att utföras under vatten och maskinen kommer då att stå på pråm. Packning kan exempelvis ske genom fallviktspackning eller vibrationspackning. Packningsutrustningen varierar beroende på vilken metod som används.

För området öster om Stockholm Exergi, etapp 2, utförs packning enligt beskrivet där så är möjligt, men det kan finnas område intill befintliga konstruktioner där detta inte går. I dessa delar placeras en överlast för att få ut sättningar. Efter att överlasten placerats ut mäts sättningarna i fyllningen. När mätningarna visar att sättningarna har avtagit tas överlasten bort.

C.2.6 Installation vinkelstödmurselement

Enligt kapitel D.2.2.

C.2.7 Fyllning och packning till nivå ca +3 m

Efter installation av vinkelstödmurarna sker fyllning och packning till planerad marknivå, ca +3 m (varierar över ytan). För att inte skada stödmurarna utförs packning intill dem med försiktighet. Alternativt används överlast intill stödmurarna. Utfyllnaden kommer till övervägande delen ske med lastbilar. Kapaciteten för arbetet med utfyllnaden bedöms till ca 100 lastbilar per arbetsdag.

Utförande och utrustning

Packningsutrustningen står på den utfyllda marken.

Packningsutrustningen varierar beroende på vilken metod som används.

För området öster om Stockholm Exergi, etapp 2, utförs packning enligt beskrivet där så är möjligt, men det kan finnas område intill befintliga konstruktioner där detta inte går. I dessa delar placeras en överlast för att få ut sättningar. Efter att överlasten placerats ut mäts sättningarna i fyllningen. När mätningarna visar att sättningarna har avtagit tas överlasten bort.

Tidsåtgång

Packning och fyllning upp till ca nivå +3 m beräknas ta ca ett år för etapp 1 och ca 3 månader för etapp 2.

C.2.8 Kontroll av sättningar

Sättningar kontrolleras genom att installera markpegel på den packade fyllningen. Innan mätningarna påbörjas utförs beräkningar på förväntade sättningar, både i inblandningspelarna och i fyllningen, som mätningarna sedan verifieras mot.

C.3 Mängder

Mängder presenteras i kapitel E.

C.4 Skyddsåtgärder

Arbeten avseende installation av inblandningspelare, muddring och fyllning utförs till största delen i vatten. Arbete med installation av inblandningspelare kommer att utföras inom dubbla bottenslutande siltgardiner, förutom en kortare sträcka som

kommer utgöras av bubbelläns för in- och utpassage till området. Kontroller av turbitet och pH kommer att utföras kontinuerligt under hela produktionstiden.

Muddring av sediment i tillståndsklasserna 1-4 och fyllning utförs normalt utan siltgardiner. Vid behov vidtas grumlingsbegränsande åtgärder.

På pråmen kommer oljelänsar och absorberande material finnas tillgängligt ifall läckage sker från någon av maskinerna.

Under arbetet med djupstabiliseringen kommer tankning av maskiner att ske innanför de dubbla siltgardinerna.

Slangar, kopplingar och övrig utrustning kontrolleras regelbundet för att minimera risken för slangbrott och liknande. All utrustning kommer vara placerad innanför de dubbla siltgardinerna eller på land, förutom pråmar och bogserbåtar som transporterar lös jord till dumpningsplatsen.

Vid muddring norr om intagsledningen öster om värmeverket finns en risk för att grumling kan påverka intaget till detta. Skyddsåtgärder kommer därför att vidtas i samråd med Stockholm Exergi för att undvika påverkan på deras anläggning och värmeproduktion, se Bilaga 4.

Sjömätningar utförs innan dumpning påbörjas och efter det att dumpning avslutats för att verifiera att muddermassorna dumpats inom avsett område.

Muddring, dumpning och efterföljande fyllning kommer att generera ett stort antal sjötransporter. Fartyg kommer att vidta säkerhetsåtgärder avseende lantern- och dagsignalföring enligt de internationella sjövägsreglerna med tillhörande svenska tillägg (TSFS 2009:44). Vid behov kommer det egna fartyget att belysas på ändamålsenligt sätt. Befälhavaren ombord avgör om och när detta är lämpligt och hur det ska utföras för att minimera kollisionrisker.

Transport av massor och dumpning kommer inte att utföras när väderleksförhållandena är olämpliga. Befälhavaren bevakar väderleksprognoser och avgör när olämpliga förhållanden föreligger och ska avbryta operationen i god tid innan väderförhållandena riskerar att bli kritiska.

Sjöfartsverkets lotskontor meddelas minst 6 veckor innan dumpning ska påbörjas. Information om verksamheten (muddring, sjötransporter och dumpning) ska dessutom förmedlas via Sjöfartsverkets underrättelser för sjöfarande (Ufs) och navigationsvarningar. Under tid med pågående transporter hålls löpande kontakt med lotskontoret samt med VTS för planering av lämplig rutt och tid för transporter. I normalfallet kommer transporter av muddermassor till dumpningsplatsen att använda den mindre trafikerade farleden norr om Lidingö och undvika transporter under Lidingöbroarna och genom Värtahamnen.

Pråmtransporter av fyllningsmassor behöver ske genom Värtahamnen och anpassas för att inte interferera med den reguljära trafiken med Ropaxfartyg. Staden kommer att inrätta en trafikkoordinerande funktion för samordning med hamnens trafik- och bevakningscentral och Sjötrafikområdets VTS-central.

En beredskapsplan kommer att upprättas för att begränsa konsekvenserna av eventuella incidenter och olyckor. Bland annat ska alla farkoster som används för projektets transporter vara utrustade med länsar och absorbenter.

D. KONSTRUKTIONER

D.1 Allmänt

Tabell 2, Anläggningar i vattenområde, läge enligt Figur 14. Numreringen är en del av en mer ingående tabell. Se tabell 1 för övrig numrering.

Del	Avser	Kapitel	Etapp*
6.	Utfyllnader		E1 / E2
a.	Övertäckning sjöbotten (under vatten)		E1 / E2
b.	Vinkelstödmurskaj på djupstabiliserad lera, sektion 0/000 - 0/340.	D.2.2	E1
7.	Dubbelspontkajer med påldäck mellan sponter.	D.2.3	
a.	- Väster om utlopp Stockholms Exergi.		E1
b.	- Öster om utlopp Stockholms Exergi.		E2
c.	- Söder om intagsledning.		E2
8.	Dubbelspont med betongvalv över intagsledning.	D.2.4	E2
9.	Påldäckskajer	D.2.5	
a.	- Påldäck framför värmeverkets utlopp.		E2
b.	- Påldäck norr om intagsledning.		E2
c.	- Pir vid Vattenparken.		E1
10.	Påldäckskaj med spont i framkant väster om värmeverket.	D.2.3	E1
11.	Reparation av dykdalb och uppförande av ny landgång.	D.2.6	E1
12.	Uppförande av två påldäckskajer på vardera sida om värmeverket.	D.2.7.1	E1/E2
13.	Utbyte av intagsledning Stockholm Exergi. Ledning grundläggs på pålade stållok.	D.2.7.2	E2
14.	Översyn av strandskoning i Husarviken.	D.2.8	E1
15.	Vattenparken	D.2.9	E1
a.	Gångbro		
16.	Flytande konstruktioner.	D.2.10	
a.	- Bostäder		E1
b.	- Småbåtshamn.		E1
c.	- Övriga bryggor och kajer.		E1 / E2
17.	Anläggande av påldäckskaj söder om Lilla Lidingöbron (Brokvarteren).	D.2.11	E2**

* Avser utbyggnadsetapp, se kapitel A figur 1 & 2.

** Utförs av byggherre hus i egen entreprenad.



Figur 14, Planerade arbeten. Fet linje = befintlig strand-/kajlinje.

D.2 Planerade arbeten

D.2.1 Utrivning kajer

Planerad ny kajlinje är belägen ca 70-100 m utanför befintliga kaj- och strandlinjer. Befintliga kajer utrives. Kajer rivs i samband med muddring, grundläggning kapas i nivå med schaktbotten. Kajer som utrives är,

- Kollossningskajen.
- Tjärkajen väster om värmeverket.
- Rester från träkajer ställvis längs hela sträckan.
- Spontkajer öster om värmeverket.

D.2.2 Vinkelstödmurskajer, sektion 0/000 – 0/340 (6b, enligt Figur 14)

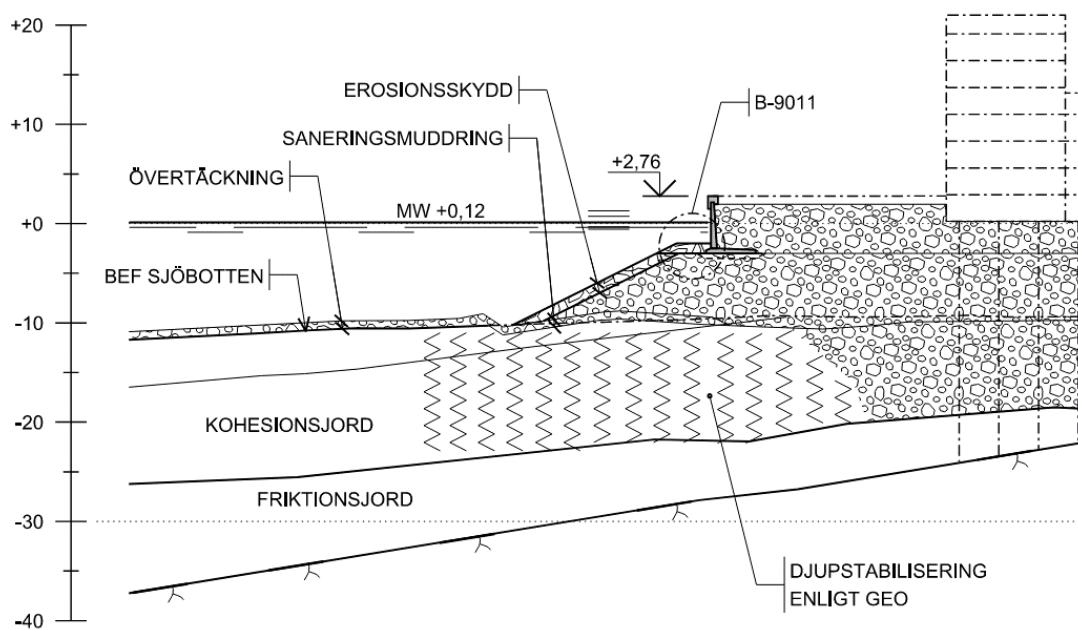
I sektion 0/000 – 0/340 uppförs vinkelstödmurskaj med installation av prefabricerade vinkelstödmurelement. Elementen integreras med en platsgjuten krönbalk.

Vinkelstödmur ställs på sprängstensfyllning utlagd på djupstabiliserad lera.

Utrymmet bakom djupstabiliseringen muddras till fast botten och återfylld utförs med sprängsten. Utanför Vattengasverket planeras en vattenpark (Marinparken) med varierande vattendjup mellan 0 och 3 m. Marinparken skapas med uppförande av vinkelstödmurar runt om. Längd vinkelstödmurskaj blir totalt ca 550 m.

Hus bakom kajerna grundläggs på egen pålgrundläggning.

Djupstabilisering och utfyllnad av området beskrivs närmare i kapitel C.



Figur 15, Vinkelstödmurskaj, del av ritning K-0011, bilaga 1.

D.2.3 Spontkajer (7a - 7c, 10)

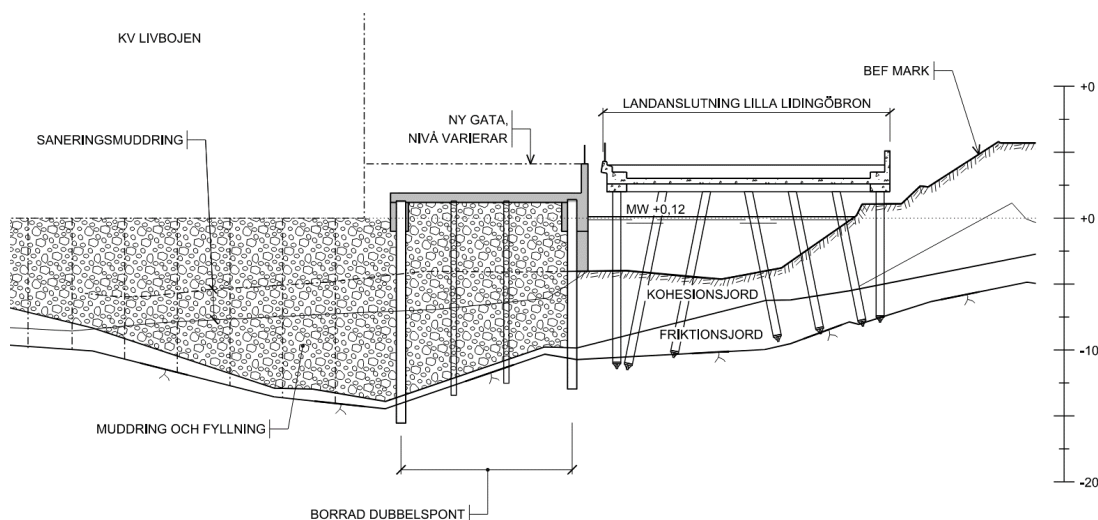
Ny mark skapas med installation av dubbelspont i ytterkant av exploateringen.

Befintlig lera inom och bakom dubbelsponton schaktas ur ner till moränen.

Återfyllning utförs med krossmaterial. Stålrörspålar installeras för ytan mellan sponterna varefter ett betongdäck gjuts dels för att förhindra sättningar i marken dels för att hålla ihop sponterna. I byggskedet stabiliseras sponterna mot varandra med stålsträvor. Strävorna kvarlämnas, men har ingen funktion i driftskedet.

Sponter utgörs av borrarad rörpålevägg. Den inre spanten placeras ca 2 m från fastighetsgräns för att skapa distans till byggnader, utrymmet täcks med länkplatta.

En krönbalk gjuts mot vattenområdet upp till gatunivå och spanten skyddas mot avrostning med pågjutning spont i skvalpzonen och därunder rostskyddsmålning ned till sjöbotten.



Figur 16, Dubbelspontkaj, del av ritning K-0024, bilaga 1.

Väster om värmeverket utförs ny påldäckskaj med enkelspont i framkant (5). Påldäcket utförs med pålbock i bakkant med bergstag i påle för att ta horisontallaster. Dubbelspont behövs inte eftersom bergnivån är högre och det är mindre mängd lera.

D.2.3.1 Muddring av sediment i klass I-4

Utrymmet inom och bakom spontkajerna muddras till fast botten och återfylls med sprängsten upp till ny mark. Muddermassorna utgörs av lös jord (gyttja och lera) och kommer att hanteras på samma sätt som vid muddring bakom inblandningspelare, se avsnitt C.2.2. Fallviktspackning utförs inte med hänsyn till risk för skada eller oönskade deformationer på sponterna.

Muddring och utfyllnad kommer utföras dels från vattnet med mudderverket dels med grävmaskin från land.

D.2.3.2 Arbetsordning

Uppförande av dubbelspontkajer omfattar:

Dubbelspont

1. Installation av borrad dubbelspont.
2. Installation av hammarband och strävor mellan sponter.
3. Muddring inom sponterna ned till fast botten. Återfyllning inom dubbelspont upp till befintlig sjöbotten.
4. Muddring till fast botten bakom spont. Återfyllning upp till befintlig sjöbotten.
5. Successiv fyllning inom och bakom spont upp till underkant påldäck (ca +1 m).

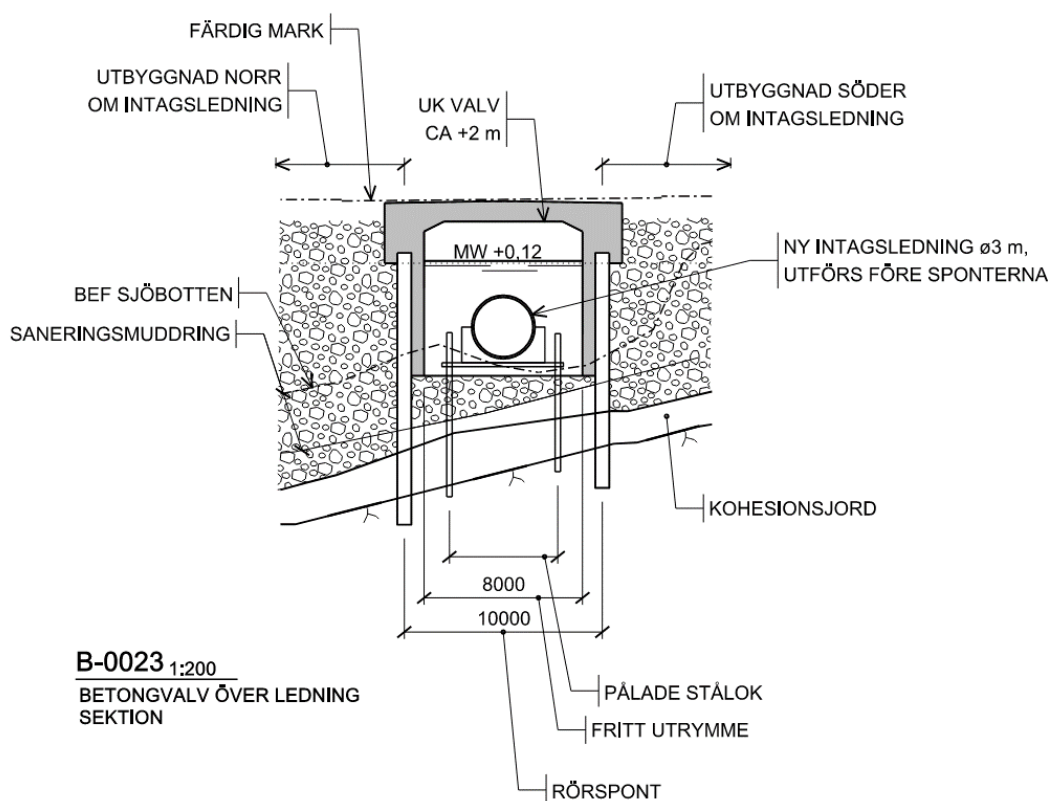
Påldäck mellan sponter

6. Pålning, borrade pålar.
7. Pågjutning spont.
8. Gjutning av påldäck.
9. Gjutning av krönbalk.
10. Fyllning och ledningar.
11. Finplanering, kajustrustning etc.

D.2.4 Dubbelspont med betongvalv (8)

Värmeverkets intagsledning är belägen genom planerad landvinning. För att möjliggöra drift- och underhåll av ledningen uppförs en kulvert. Sponter installeras längs med båda sidor om ledningen. Ett tak uppförs genom ett betongvalv som gjuts mellan sponterna. Valvets undersida placeras ca 2 m över medelvatten med hänsyn till arbetsbåt, pråm etc. Öppningen vid kajlinjen förses med låsbart galler för att hindra åtkomst för allmänheten.

Sponterna utgörs av borrade rörspontar lika övriga sponter. Ledningen byts ut innan spontarbetena utförs.



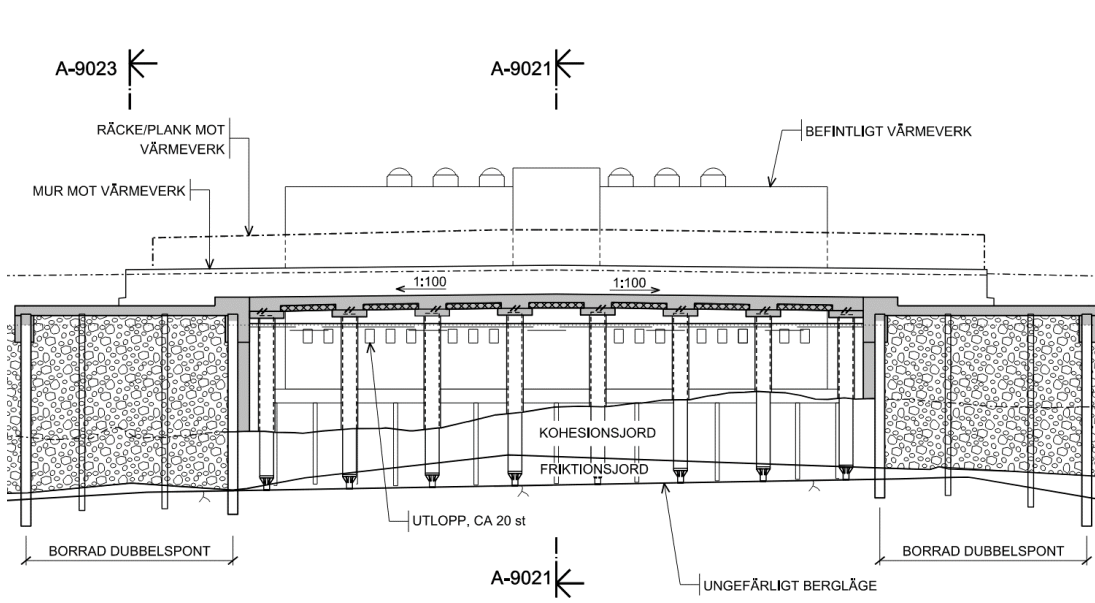
Figur 17, Betongvalv över intagsledning, del av ritning K-0023, bilaga 1.

D.2.5 Påldäckskajer (9a – 9c)

Påldäckskajerna utförs med längsgående huvudbalkar och platta. Plattan utförs med prefabricerade betongplattor upplagda mellan huvudbalkarna och pågjudes. Grundläggning utförs med slagna grova stålrörspålar. Pålarna fylls med betong och förses med is- och korrosionsskydd med ett PE rör utanpå pålen.

Påldäck framför värmeverkets utlopp (9a)

Utanför värmeverket utförs påldäcket med underkant ovan vatten för att inte påverka utloppet.

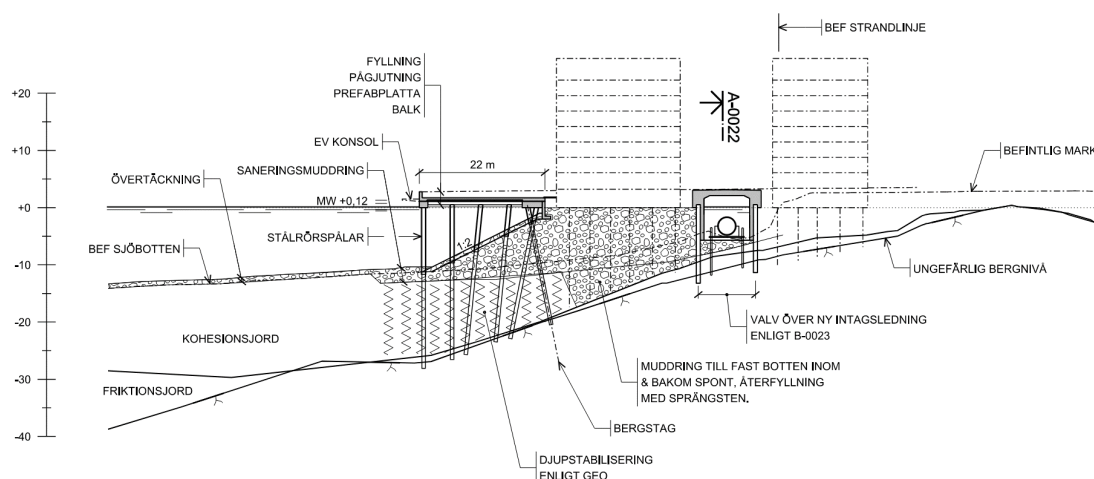


Figur 18, Vy mot värmeverket, del av ritning K-0021, bilaga 1.

Påldäck norr om intagsledning (9b)

Norr om intagsledningen, sektion ca 0/400 – 0/540, är mäktigheten lera utanför ny kajlinje drygt 10 m varför ett påldäck bedöms mer lämpligt än en dubbelspontkaj. Ny mark bakom påldäcket möjliggörs genom muddring till fast botten och utfyllnad. Påldäcket utförs över slänten på utfyllnaden och husen bakom uppförs på vanlig mark.

För att säkra släntfoten och minska mängden muddring utförs djupstabilisering av befintlig lera. Detta är samma förfarande som området i väster och beskrivs närmare i kapitel C. Anledningen att vinkelstödmur inte valts är för att slänterna framför vinkelstödet skulle inkräkta på värmeverket och Lilla Lidingöbron.



Figur 19, Påldäckskaj norr om intagsledningen, del av ritning K-0023, bilaga 1.

Pir vid Vattenparken (9c)

I utkanten på den norra sidan av Marinparken planeras en pålgrundlagd pir som en förlängning av gatan.

D.2.6 Reparation av dykdalb (11)

Överbyggnaden av betong rivs och ersätts med en ny som i princip kommer att vara lika den befintliga dykdalben. Nya sidor utförs med pågjutning av stenkistan ned till sjöbotten.

Ny landgång utförs med längsgående stålbalkar med trädäck med i princip samma utförande som den befintliga landgången. Landgången läggs upp på upplag på dykdalben respektive på ny vinkelstödmurskaj.

Utförandet framgår av ritning K-0031, bilaga 1.

D.2.7 Konstruktioner inom Stockholm Exergis område

D.2.7.1 Kajer Stockholm Exergi (12)

Stadens exploatering medför att Stockholm Exergis landområde blir mindre. För att ersätta denna yta kommer staden uppföra två nya kajer över vattenområdet på vardera sidan om Stockholm Exergis kajanläggning.

Kajerna utförs som påldäckskajer med längsgående huvudbalkar och platta. Plattan utförs med prefabricerade plattor mellan balkarna och pågjutning. Grundläggning utförs med borrarade stålrörspålar för att undvika påverkan på befintliga konstruktioner. Eventuellt installeras bergstag i bakre pålarna med hänsyn till horisontella laster. Pålarna fylls med betong och förses med is- och korrosionsskydd. I kajens bakkant installeras en erosionsskärm. Befintlig slänt och träspont behålls under kajen.

Kajens nivå förläggs i nivå med bakomliggande befintlig mark och ansluts till nuvarande släntröner.

Kajerna utförs med fritt utrymme mot befintliga konstruktioner (konsol och kulvert) och mot stadens påldäck. Detta för att tillåta oberoende rörelser orsakat av temperatur, last etc.

D.2.7.1.1 Arbetsordning

Byggnationen av kajerna omfattar i huvudsak:

1. Lokal schakt i befintlig slänt för erosionsskärm, under vatten.
2. Installation av erosionsskärm, under vatten.
3. Pålning.
4. Armering och gjutning balkar.
5. Utläggning av prefabricerade betongplattor mellan balkarna.
6. Armering och pågjutning kajdäck.
7. Återställande mark i anslutning kaj.
8. Räcken och ev andra detaljer.

D.2.7.2 Utbyte intagsledning, Stockholm Exergi (13)

Stockholm Exergis befintliga intagsledning är en trätub $\varnothing 3$ m som är förlagd på sjöbotten. Sjöbotten har mycket låg bärighet och stort säkerhetsavstånd till ledningen erfordras för att inte riskera skred och skada på ledning vid muddring och övertäckning. För att möjliggöra en komplett sanering och övertäckning av sjöbotten planeras därför ett utbyte av ledningen.

Ny ledning utförs $\varnothing 3$ m och preliminär bedömning är att det i likhet med befintlig ledning utgörs av en trätub. Ledningen kan även utföras med plast- eller stålrör. Detta utreds närmare i kommande detaljprojektering. Ledningen grundläggs på pålgrundlagda stållok. Pålgrundläggning medför att ledningen är mindre känslig för omgivningspåverkan då dubbelspontkajer utförs. Ledningen placeras i samma läge som den befintliga, se Figur 17.

D.2.7.2.1 Arbetsordning

Utbyte av ledningen utförs i saneringsentreprenaden i huvudsak enligt,

1. Driftsstopp av värmeverket.
2. Rivning av befintlig ledning.
3. Installation siltgardin inför muddring.
4. Muddring av sediment i tillståndsklass 5 och successiv övertäckning av sjöbotten.

Då steg 3 är på betryggande avstånd:

5. Installation av pålar och stållok.
6. Installation ny ledning.
7. Betongarbeten i anslutning till intagstorn respektive värmeverk.
8. Driftstart.

Arbetet utförs i möjligaste mån under tid då värmeverket inte är i full drift. Projektering och genomförandet ska utföras i samarbete med Stockholms Exergi.

D.2.7.3 Övrigt

Framför värmeverket blir det en ca 3 m bred vattenspegel mellan befintlig konsol och stadens nya pådäck. För att minska bullret från värmeverket täcks denna yta med bullerdämpande plattor. Plattorna dimensioneras för trängselast (personlast) och utförs i demonterbara sektioner. Plattorna läggs upp på stålkonsoler som förankras i stadens pådäck. Vid temperaturrelser kommer en spalt att uppstå mellan plattorna och den befintliga konsolen på värmeverket. Om så erfordras, av bullerskäl, överbryggas spalten med plåt.

D.2.8 Översyn strandskoning Husarviken (14)

Slänterna längs Husarviken är i behov av översyn, i huvudsak av estetiska skäl.

Slänterna återskapas så att de får i huvudsak samma utförande som de befintliga. Stenarna demonteras, erforderlig schakt sker delvis under vatten, fyllning och avjämning av slänten sker samt sker återmontering av sten. Befintliga stödmuren närmast Kollossningskajen rivs och ersätts med en ny platsgjuten vinkelstödmur.

Arbetet utförs i samband med övrig muddring och utfyllnad.

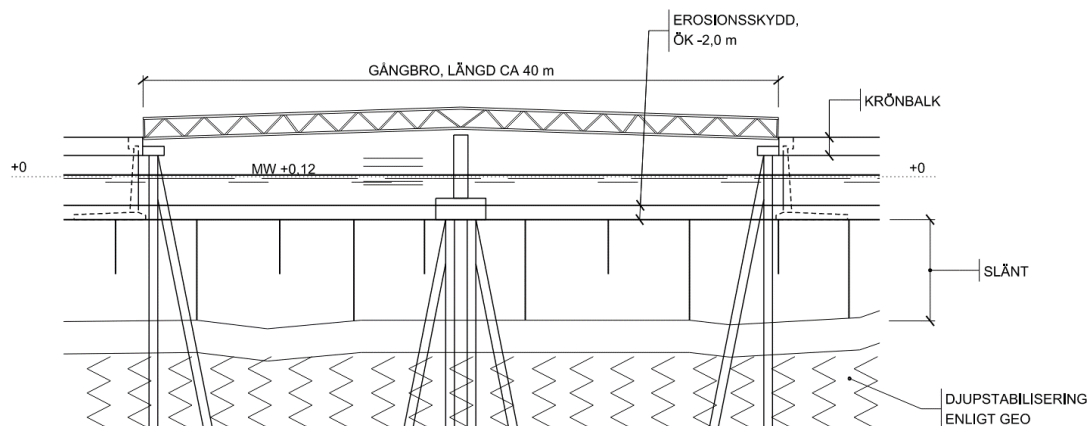


Figur 20, Befintlig strandskoning.

D.2.9 Marinparken (15)

D.2.9.1 Gångbro (15a)

Utanför Vattengasverket planeras en vattenpark (Marinparken) med varierande vattendjup för att skapa yta för vattenväxter och fisk. En obruten väg längs nya kajer skapas genom en gångbro över vattenparken. Bron utförs med ett mittstöd.



Figur 21, Gångbro över Marinparken, del av ritning K-0012, bilaga 1.

D.2.10 Flytande konstruktioner (16a – 16c)

Flytande konstruktioner planeras för att erhålla bättre kontakt med vatten. Konstruktioner utgörs av småbåtshamn, möjlighet till bad samt promenad- och vistelseytor.

De flytande konstruktionerna är flytpontoner av betong eventuellt med träbeklädnad. Pontonerna förankras dels i påldäcket dels med pålar och kättingar till bojstenar av betong som läggs på sjöbotten.

D.2.11 Ny fastighet söder om Lilla Lidingöbron, Brokvarteren (17)

Vid Trafikplats Ropsten planeras en ny fastighet mellan de båda Lidingöbroarna. Av områdets totala längd på närmare 200 m sträcker sig byggnaden ca 50 m utanför befintlig kaj-/strandlinje. Total yta över vatten/ny mark är ca 2 000 m².

Den del av den planerade byggnaden som kommer vara belägen på den plats som i dag utgör vattenområde kommer att grundläggas på påldäck. Att bygga ny mark genom muddring och utfyllning på samma sätt som kring värmeverket bedöms inte som lämpligt pga. svåra geotekniska förhållanden. Troligtvis utförs huset utan källare, d.v.s. påldäcket placeras ovanför vattenytan. Påldäcket utförs med pålgrundlagda balkar. Mellan balkarna läggs prefabricerade betongplattor som pågjudes. Pålarna fylls med betong och förses med is- och korrosionsskydd. På påldäcket läggs cellplast och konventionell husplatta gjuts.

D.3 Mängder

Konstruktionsmängder presenteras i kapitel E.4.

D.4 Skyddsåtgärder

Arbeten i vatten avseende kaj- och påldäcksarbetena omfattar muddrings-, fyllnads-, spont- och pålningsarbeten. För muddringsarbeten och djupstabilisering tillkommer skyddsåtgärder som beskrivs i kapitel B och C.

- Innan entreprenaden påbörjas ska inspektion och erforderliga inmätningar utföras av befintliga konstruktioner. Motsvarande inspektion utförs efter avslutad entreprenad. Inmätningar och vibrationsmätningar utförs kontinuerligt under tiden för pålnings- och spontarbeten.

- Utrivning av befintliga kajer utförs i samband med muddring. Konstruktioner kapas i nivå med schaktbotten. Pålar och sponter kvarlämnas under schaktbotten och får ej dras upp med hänsyn till risk för skred. Rivningsarbeten erfordrar inte särskilda skyddsåtgärder mer än muddringen i övrigt.
- Arbetena planeras och utförs så att omfattningen av undervattensarbeten (dykarbeten) minimeras.
- Arbetena utförs med kontinuerligt samråd med Stockholm Exergi. Arbetena närmast värmeverket detaljplaneras för att minimera påverkan på Stockholm Exergis drift samt med hänsyn till arbetsmiljö.
- Stockholms Exergis intagsledning mäts in och märks upp med bojar innan arbetena påbörjas. Fortlöpande inmätning och observation av ledning utförs kontinuerligt under pågående entreprenad. Intagsledning byts ut innan kajarbeten påbörjas. Ny intagsledning grundläggs på pålar för att minska risken för rörelser och deformationer. Även den nya ledningen märks upp och kontrolleras fortlöpande tills samtliga arbeten är färdiga.
- Nya kajer inom Stockholm Exergis område grundläggs med borrarade pålar för att minimera påverkan på befintliga konstruktioner.
- Samtliga temporära installationer, flytetyg och arbetsbåtar skall förses med belysning enligt anvisningar från Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. Även nya konstruktioner skall förses med belysning vars utformning bestäms i samråd med Sjöfartsverket.
- Under tid pålning pågår ska bubbelridåer användas för att begränsa störningsområdets storlek.

D.4.1 Stockholm Exergi

Det enskilt svåraste och mest tidskritiska i projektet bedöms vara arbeten i anslutning till Stockholm Exergi. Samråd pågår med Stockholm Exergi för att i möjligaste mån minimera påverkan på deras anläggning både i byggskedet och i framtida driftskede. Samråd fortlöper under framtida detaljprojektering samt byggskede. Planerade skyddsåtgärder redovisas i Bilaga 4, men kan komma att förändras beroende på värmeverkets driftsituation när respektive arbete ska utföras.

E. SAMMANSTÄLLNING AV MÄNGDER

I detta avsnitt sammanfattas mängder av olika arbetsmoment som tillståndsansökan omfattar. Mängderna är uppdelade i de två utbyggnadsetapperna som planeras, se figur 1 & 2 samt kapitel F.

Mängderna avseende muddring och fyllning är ungefärliga och baseras på resultaten från geotekniska undersökningar avseende djup till fast botten (morän eller berg som underlagrar lera) och föroreningsförhållanden (kartlagd gräns mellan sediment med föroreningshalter i tillståndsklass 5 och underliggande jord med föroreningshalter i tillståndsklass 1-4). Avvikelser från tolkade förhållanden kan medföra ändrade mängder schakt och muddring, inklusive omhändertagande, samt fyllning.

E.1 Schakt, muddring och omhändertagande av massor

Tabell 3, Sammanställning av mängder schakt och muddring.

Avser	Schakt, muddring (m3 tf)		Omhändertagande (m3 tf)	
	Etapp 1/ Etapp 2	Totalt	Etapp 1/ Etapp 2	Totalt
Schakt av förorenad jord	E1: 15 000 E2: 5 000	20 000		
Muddring av sediment i tillståndsklass 5 (inkl. övermuddring)	E1: 45 000 E2: 22 000	67 000		
Övrig muddring av sediment i tillståndsklass 1-4 väster om Stockholm Exergi	E1: 132 000 E2: -	143 000		
Övrig muddring av lös jord öster om Stockholm Exergi (inom och bakom dubbelsponter)	E1: - E2: 18 000	18 000		
Transport av förorenad jord samt utsorterat grovmaterial från muddring till godkänd mottagningsanläggning.			E1: 20 000 E2: 5 000	25 000
Avvattning av muddermassor i tillståndsklass 5			E1: 42 000 E2: 20 000	62 000
Transport av avvattnade muddermassor till godkänd mottagningsanläggning			E1: 16 000 ¹ E2: 8 000 ¹	
Dumpning av muddermassor från övrig muddring			E1: 132 000 E2: 18 000	161 000
TOTALT		248 000		248 000

¹⁾ Uppskattade transportvolymen förutsätter frysavvattning av muddermassor

E.2 Djupstabilisering

Tabell 4, Sammanställning mängd inblandningspelare.

Sektion	Avser	Etapp 1	Etapp 2	Totalt
Ca 0/000-0/340	Stabiliserad yta	10 400	-	Ca 10 400 m ²
Ca 0/000-0/340	Mängd stabiliserad lera	110 000	-	Ca 110 000 m ³
Ca 0/000-0/340	Mängd bindemedel	13 200	-	Ca 13 200 ton
Ca 0/400 – 0/540	Stabiliserad yta	-	3 700	Ca 3 700 m ²
Ca 0/400 – 0/540	Mängd stabiliserad lera	-	31 000	Ca 31 000 m ³
Ca 0/400 – 0/540	Mängd bindemedel (Ev. Jetinjektering)	-	3 700 (ev.jet. 5 000)	Ca 3 700 ton (inkl. ev. jet. Ca 8 700 ton)

E.3 Fyllning

Tabell 5, Sammanställning av fyllnadsmängder.

Sektion	Avser	Etapp 1	Etapp 2	Totalt (m3)
	Övertäckning av förorenad sjöbotten.	45 000	-	45 000
0/000 – 0/340	Fyllning under och bakom vinkelstödmurskajer inklusive erosionsskydd i slänt.	470 000	-	470 000
0/340 – 0/624	Fyllning inom och bakom spontkajer inklusive stödfyllning framför spont.	-	95 000	95 000
	TOTALT	515 000	95 000	610 000

E.4 Konstruktionsmängder

Total mängd material avseende betong, armering och stål framgår av tabell 6 nedan. Mängden stål inkluderar pålar, spont och övrigt konstruktionsstål.

Tabell 6, Sammanställning konstruktionsmängder.

Område	Avser ¹	Betong ² (m3)	Armering (ton)	Stål ³ (ton)	Etapp
0/000 – 0/340	Vinkelstödmurskajer	3 300	500		E1
0/340 – 0/624	Spont- och påldäckskajer	18 900	1 600	6 600	E2
	TOTALT	22 200	2 100	6 600	

¹ Avser huvudsaklig konstruktion inom området. I redovisade mängder ingår samtliga konstruktioner inom respektive område.

² Inklusive betong i pålar och rörspons.

³ Summering av pålar, spont, hammarband och strävor.

F. TIDPLAN OCH GENOMFÖRANDE

Exploateringen planeras att utföras i två utbyggnadsetapper. Etapp 1 (Kolkajen) avser västra delen fram till Exergis värmeverk. Etapp 2 (Ropsten) avser resterande del.

De två kajerna på vardera sida om värmeverket kan utföras helt eller delvis i etapp 1 eller 2. Det är dock rimligt att den västra kajen utförs i etapp 1 eftersom det blir trångt att utföra den i senare skede innanför färdig exploatering.

När de tillståndsgivna åtgärderna och de tillståndsgivna anläggningarna i respektive etapp är klara påbörjas för respektive etapp byggnation av infrastruktur och byggnader.

F.1 Etapp 1

Utbyggnad i etapp 1 bedöms ta totalt ca fem år att färdigställa. Entreprenaden omfattar uppförande av konstruktioner väster om värmeverket samt övertäckningen utanför värmeverket. Området öster om värmeverkets utlopp kan inte täckas inom ramen för etapp 1 på grund av rådande stabilitetsförhållanden kring värmeverkets intagsledning.

Entreprenaden påbörjas med muddring av sediment i tillståndsklass 5 och övertäckning. I de inledande åtgärderna utförs även rivning av befintliga kajer.

När de inledande åtgärderna är slutförda påbörjas djupstabilisering, muddring och dumpning av kvarvarande lös jord (tillståndsklasserna 1-4), fyllning samt uppförande av konstbyggnader.

Projektet är omfattande och tillåter att flera delar och arbetsmoment utförs parallellt.

F.2 Etapp 2

Utbyggnad i etapp 2 bedöms ta totalt ca fem år att färdigställa. Entreprenaden omfattar uppförande av konstruktioner framför och öster om värmeverket fram till Lilla Lidingöbron samt Brokvarteren öster om Lilla Lidingöbron.

Entreprenaden påbörjas med muddring av sediment i tillståndsklass 5 samt utläggning av resterande del av övertäckningen, djupstabilisering, rivning av befintliga kajer och utbyte av intagsledning. I detta skede kan även den östra kajen tillhörande Stockholm Exergi utföras.

När de inledande åtgärderna är slutförda påbörjas uppförande av pådäcks- och spontkajer. När sponterna är installerade utförs muddring innanför spont ned till fast botten (tillståndsklasserna 1-4) och dumpning av dessa massor samt utfyllnad inom och bakom sponterna.

Projektet är omfattande och tillåter att flera delar och arbetsmoment utförs parallellt.

Uppförande av Brokvarteren är helt fristående från övriga delar av etappen och kan utföras parallellt med dessa när som helst under Etapp 2 och redovisas därför inte i Tabell 7.

Tabell 7, Översiktlig sammanfattning av genomförandetidplan.

