

RAPPORT  
**TEKNISK BESKRIVNING KOLKAJ,  
SKELLEFTEÅ**



**UPPDRAG** 284653, Geoteknik och miljögeoteknik för hamn i Skellefteå

Titel på rapport: Teknisk beskrivning Kolkaj, Skellefteå

Status:

Datum: 2018-12-04

#### **MEDVERKANDE**

Beställare: Skellefteå Kommun

Kontaktperson: Christer Svensson

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Jonas Sjöberg

Handläggare: Katarina Sandahl

Kvalitetsgranskare: Eric Carlsson

#### **REVIDERINGAR**

Revideringsdatum

Version:

Initialer:

Uppdragsansvarig: Jonas Sjöberg

---

Datum: 2018-12-04

Handlingen granskad av: Eric Carlsson

---

Datum: 2018-11-30

## INLEDNING

Föreliggande PM behandlar tekniska lösningar avseende geoteknik för rubr. objekt. Sammanställning av tidigare och nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport MUR, Markteknisk undersökningsrapport.

Teknisk beskrivning geoteknik utnyttjas som underlag vid ansökan av miljödom. Vid upprättande av bygghandlingar, då byggnaders och anläggningars utformning är bestämd bör geotekniska uppgifter och rekommendationer, som överensstämmer med planerat grundläggningsarbete, inarbetas i den byggnadstekniska beskrivningen.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>OBJEKT .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ÄNDAMÅL.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>STYRANDE DOKUMENT .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>PLANERAD/FÖRESLAGEN KONSTRUKTION .....</b>	<b>6</b>
	5.1 BESTÄNDIGHET OCH UNDERHÅLL .....	7
<b>6</b>	<b>MARKFÖRHÅLLANDEN.....</b>	<b>7</b>
	6.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN .....	8
<b>7</b>	<b>SAMMANSTÄLLNING AV HÄRLEDDA EGENSKAPER.....</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>BERÄKNING.....</b>	<b>8</b>
	8.1 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS.....	8
	8.2 SAMMANSTÄLLNING AV GEOKONSTRUKTIONENS KARAKTERISTISKA VÄRDEN .....	9
	8.3 GJORDA ANTAGANDEN .....	9
	8.4 BERÄKNINGAR.....	9
<b>9</b>	<b>REKOMMENDATIONER.....</b>	<b>10</b>
	9.1 UTFORMNING .....	10
	9.2 MUDDRINGSARBETEN.....	17
	9.3 FYLLNINGARBETEN .....	17
	9.4 ANLÄGGNING AV HÅRDGJORDA YTOR.....	17

### *Tillhörande handlingar:*

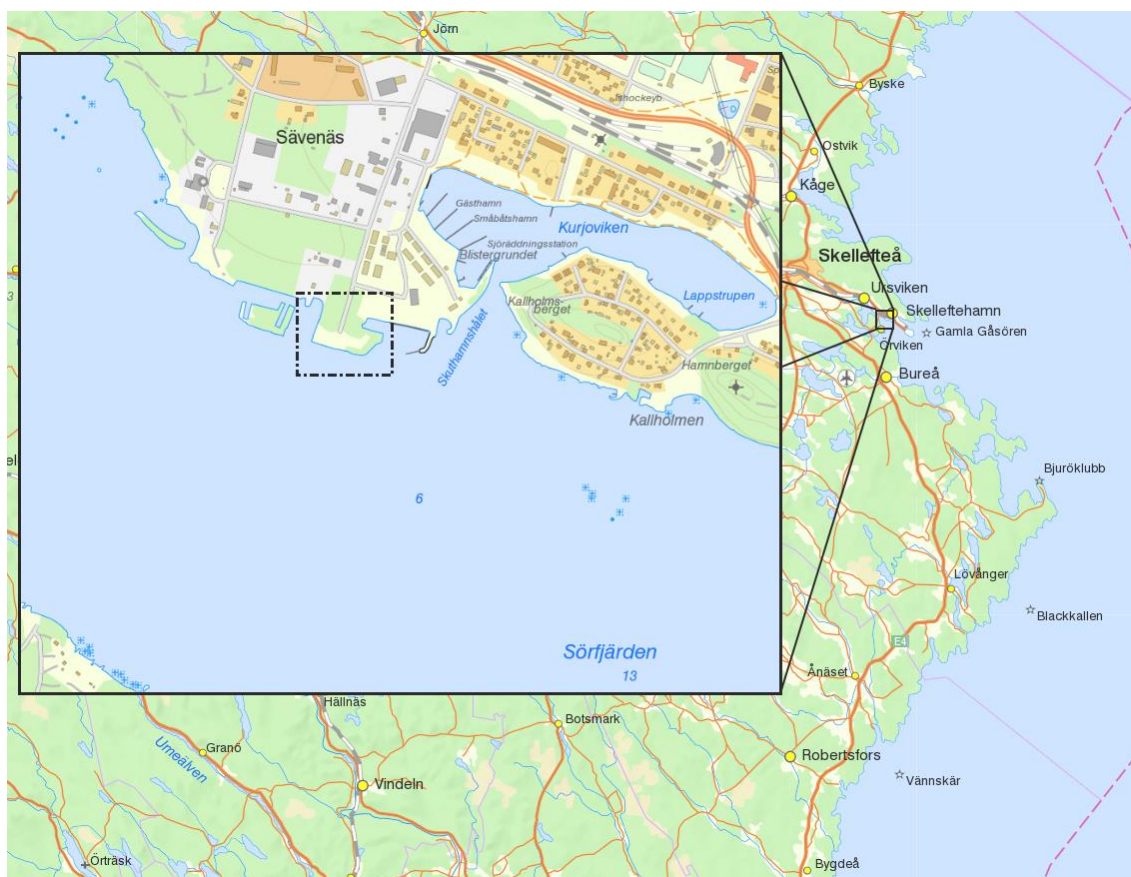
		<i>datum</i>
Bilaga 1	Beräkningar stabilitet, 5 sidor	2018-10-19
Bilaga 2	Planbeskrivning utformning	2018-10-19
Bilaga 3	Mängdning	2018-11-23

## 1 OBJEKT

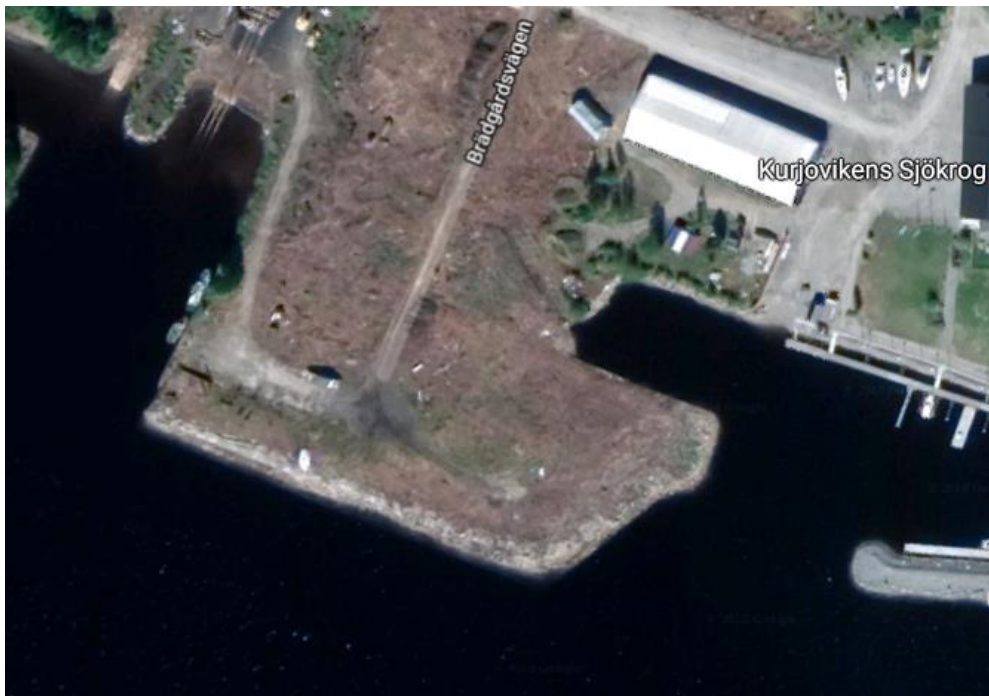
Tyréns AB har på uppdrag av Christer svensson vid Skellefteå kommun utfört geotekniska undersökningar i samband med nybyggnationer vid kolkajen. Uppdragsansvarig vid Tyréns AB är Jonas Sjöberg.

Kolkajen är belägen i Sävenäsområdet i Skelleftehamn ca 14 km öster om Skellefteå Centrum, se Figur 1 nedan. Den aktuella undersökningen har utförts på och omkring kolkajen. Kolkajen är en halvö där verksamhet bedrivits mellan 1900–1960, främst genom lagring av sten- och träkol samt tillverkning av träkol. Ön har succesivt fyllts ut med varierande fyllnadsmassor under åren (WSP, 2014).

För att kunna ta fram detaljerade rekommendationer krävs kompletterande undersökningar.



**Figur 1. Undersöksplatsens läge illustrerat med streckad rektangel. Kartunderlag från <https://kso.etjanster.lantmateriet.se>**



**Figur 2** Aktuellt område Kolkaj

## 2 ÄNDAMÅL

Syftet med undersökningen är att ge underlag avseende de geotekniska förhållandena för planerade åtgärder av befintlig kaj. De åtgärder som är aktuella inom detta uppdrag är förstärkning av kaj samt att lägga erosionsskydd runt hela udden för att förhindra vidare erosion av befintlig konstruktion (spinkkaj).

Resultaten från undersökningen ska ligga till grund för rekommendationer inför planerade grundläggningsarbeten så att dessa kan projekteras och dimensioneras. Det ska också fungera som underlag för en tillståndsansökan för vattenverksamhet.

## 3 UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM

- Utförda undersökningar, se MUR -daterad 2018-04-13
- Inmätningar utförda under projektets gång, erhållna från beställaren 2018-05-29
- Tidigare utförda lodningar
- Filmer från dykinspektion 2018-08-23

## 4 STYRANDE DOKUMENT

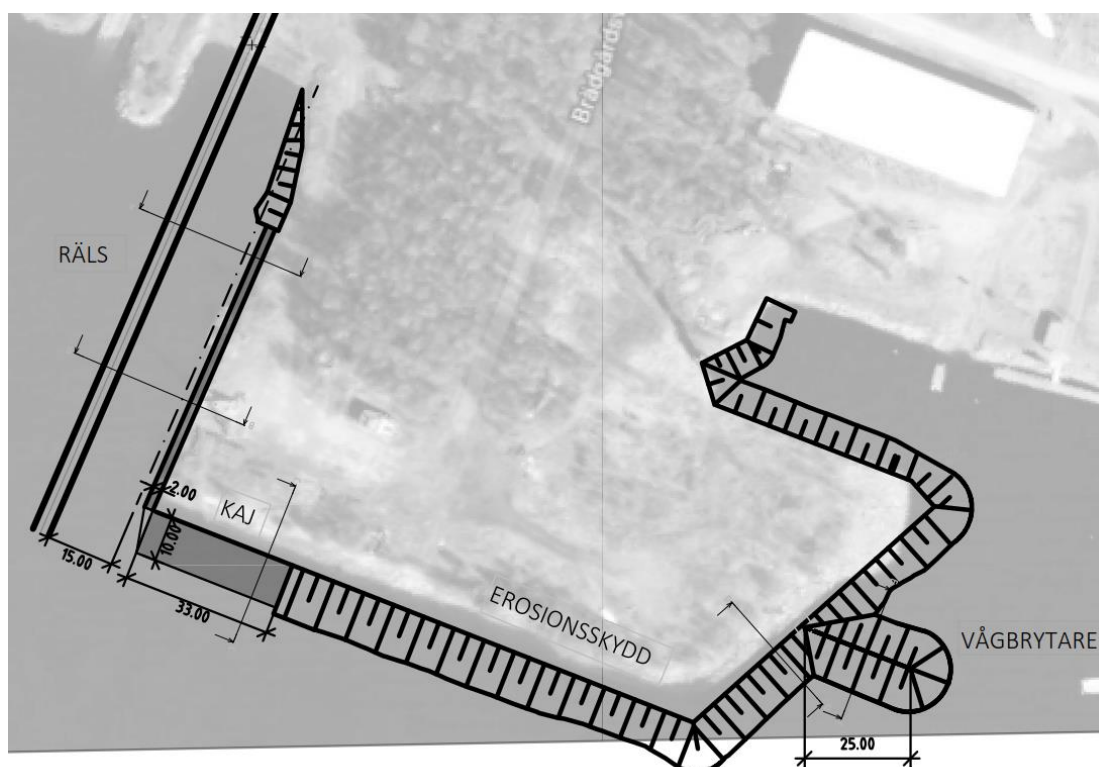
Tabell 1 Styrande dokument

Dokument	Datum
Eurokod 7, 1997	2005-02-18
Anläggnings AMA 13	2014-01
Tillämpningsdokument slänter och bankar, Rapport 6:2008, rev 1	2010-01-11
SGI Informationsblad 3, Linköping 2007, ISSN 0281-7578	2007
TDOK 2013:0668, version 1.0	2014-05-01

Aktuell handling är framtagen i enighet med styrande dokument angivna i tabell 1.

## 5 PLANERAD/FÖRESLAGEN KONSTRUKTION

Planerad konstruktion är att åtgärda befintlig spinkkaj genom att bygga erosionsskydd runt hela udden, vågbrytare på östra delen samt en ca 33 m lång kaj i sydvästra hörnet, se figur nedan. På grund av utrymmesbrist på västra sidan planeras erosionsskydd på denna del att utföras med spont istället för stenfyllning. Planerad kajdel byggs utåt i vattnet, förslagsvis med en spontkonstruktion och fyllning.



Figur 3 Planerad konstruktion

Samtliga förstärkningsåtgärder planeras att utföras utanför befintlig konstruktion för att inte försvaga befintlig konstruktion.



## 5.1 BESTÄNDIGHET OCH UNDERHÅLL

Samtliga konstruktioner kan dimensioneras för att hålla under viss tid och för viss belastning. Inom aktuellt projekt finns dock en befintlig konstruktion som ej är långtidsbeständig i och med landhöjning och träkonstruktion, som i möjligaste mån skall bevaras. Denna är ej dimensionerad för att uppta laster från nya konstruktionsdelar och den har även synbara skador i vissa delar. I och med att nya konstruktionsdelar planeras att byggas i direkt anslutning till befintlig konstruktion måste man förutsätta att sättningar och omlagringar i befintlig konstruktion kommer att ske där lastsituationen ändras.

Syftet med val av konstruktion är att uppnå en hållbar lösning på lång sikt med minsta möjliga behov av underhåll. Eftersom att risk finns för rörelser i anslutning till befintlig konstruktion bör planerad konstruktion utföras på ett sätt som gör ett eventuellt behov av underhåll lätt utföra och till rimlig kostnad.

En konstruktion med syfte att skydda mot erosionsskador utsätts för stort slitage. Jord och stenmaterial är beständiga material men kan med tiden omlagras eller förflyttas så att funktionen försämras. Fördel är att underhåll sker genom att komplettera med ny sten om något parti erhållit erosionsskador eller om sättningar sker i anslutning mot befintlig konstruktion.

Spont och pålar dimensioneras för att klara viss påfrestning under viss tid. Dessa byggs också fristående från befintlig konstruktion och påverkas endast i förankringspunkter av vad som händer i befintlig konstruktion. Om förankring sker i den nya sprängstensfyllningen skulle en sådan lösning vara helt fristående och därmed stå oavsett vad som händer med träkonstruktionen. Ett betongdäck skulle dock innebära en stor last som skulle kräva förstärkning in på befintlig konstruktion, rörelser i övergång kan förväntas och det skulle krävas underhåll. Vid pålning är ett påldäck nödvändig och måste det pålas under hela ytan och förankringsdelen (genom befintlig konstruktion), i övergång mellan ny och gammal konstruktion kommer underhåll att vara nödvändigt att utföra. Vid spontning samt fyllnadsmassor mellan spont och befintlig konstruktion kan ytskiktet utföras med grus eller asfalt, justeringar av ytan kommer att vara nödvändig men inga skarpa övergångar förväntas. Lösningen med spont och fyllning bakom spont bedöms göra mindre åverkan på befintlig konstruktion och vara lättare att underhålla.

## 6 MARKFÖRHÅLLANDEN

### 6.1.1 JORDLAGERFÖLJD, LAND

Överst i jordlagerföljden påträffades upp till 5,1 m fyllning av varierande sammansättning ner till en lägsta nivå av -4,3. Ovanifrån utgjordes fyllnadssekvensen av antingen betong, grus eller sand, där mäktigheten på betongskikten och grusskikten båda var 0,2 m och sandskiktet upp till 2 m. Under sekvansens översta skikt påträffades trä, eller stenkol mellan betong och trä. Stenkolslagret som påträffades i 18T11-12 hade en mäktighet av 0,5 m och trälagret varierade i tjocklek mellan 0,2 m och 4,9 m. I punkt 18T14 som utgör ett undantag i sekvansen påträffades mineralkornsfyllning av sand och sandigt grus med en total mäktighet av 3,1 m under träskiktet. De undre 1,8 metrarna av mineralkornsfyllningen var inblandad med stenkol och understa 0,8 metern innehöll förutom stenkol, även trä och sulfidjord.

Underkant på fyllningen gränsar till naturlig jord, vilken utgörs av sediment i form av finsand, silt och sulfidsilt underlagrat av sandig siltig morän. Mäktigheten på de naturligt lagrade sedimenten uppgår till som mest 2,5 m i borrhål 18T10. Morän påträffades på djup mellan 4,1 och 7,6 meter under markytan, vilket motsvarar nivåer från -2,8 till -6,83.

### 6.1.2 JORDLAGERFÖLJD, VATTEN

Nivån på isen mättes till -0,6 meter relativt RH2000 för samtliga undersökningspunkter placerade ovan vattnet. Djup till botten varierade och var i utförda undersökningspunkter som grundast 1,8 m under isens ovansida, och som djupast 5,5 m, vilket motsvarar nivåer mellan -2,4 och -6,1 relativt RH2000. Jorden undersöktes med skruvprovtagning i punkterna 18T03 och 18T06 och med ryssborr för miljöundersökning i punkterna 18TK01 till 18TK12 (redovisas ej på ritning). Överst i jordprofilen påträffades vid den geotekniska undersökningen ett sedimentskikt med en mäktighet upp mot 0,3 m. Sedimentskiktet utgjordes av naturligt lagrad finsand eller siltig sandfyllning innehållandes tegel. Under sanden påträffades sediment bestående av 0,9 m silt på 1 m sulfidsilt ovan morän. Vid miljöundersökningen varierade provtagningsdjupet mellan 0-1 m, sedimentlagret kan dock i vissa punkter sträcka sig djupare än provtagningsdjupet. Moränen hittades på djup mellan 5,1 och 7 m under isens överkant, vilket motsvarar nivåer mellan -4,5 och -6,4 meter relativt RH2000. Medeldjupet på sedimentskiktet bedöms utifrån utförda sonderingar ligga mellan 0 och 2 m med ett medeldjup på ca 1 m.

### 6.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Sörfjärden är en del av Skellefteälvens mynning i havet.

Havsnivån antas motsvara uppmätta och beräknade nivåer vid Ratan (SMHI) i höjdsystem RH2000.

HHV +1,24

MV + 0,06

LLV - 1,22

## 7 SAMMANSTÄLLNING AV HÄRLEDDA EGENSKAPER

Jordens hållfasthets- och deformationsegenskaper har undersökts med vikt- och hejarsonderingar. Friktionsvinkel och elasticitetsmodul har utvärderats i enighet med Trafikverkets TK Geo 13. Där sonderingsresultat saknas har tabellerade värden TK Geo nyttjats.

Tungheten har utvärderats utifrån tabellvärde i TK Geo 13.

Tabell 2

MATERIAL	TUNGHET, $\rho$ ( $\rho'$ ) (KN/M <sup>3</sup> )	HÅLLFASTHETSEGENSKAPER	DEFORMATIONSEGENSKAPER
Morän	18 (12)	$\phi'_{dk} = 35^\circ$	$E_k = 25$ MPa
Silt	17 (9)	$\phi'_{dk} = 30^\circ$	$E_k = 5$ MPa
Övriga sediment	16 (9)	$\phi'_{dk} = 26^\circ$	$E_k = 1$ MPa

## 8 BERÄKNING

### 8.1 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

Planerad anläggning avseende grundläggning och eventuella stödkonstruktioner hänförs till geoteknisk kategori 2 (GK 2) och säkerhetsklass 2 (SK 2).



## 8.2 SAMMANSTÄLLNING AV GEOKONSTRUKTIONENS KARAKTERISTISKA VÄRDEN

Grundläggningen dimensioneras enligt Eurokod 7 (EN 1997) där geokonstruktionen hänförs till geoteknisk kategori 2 (GK2).

Beräkningar i bruksgränstillstånd utförs med nedanstående parametrar. Dessa är utvärderade ur undersökningsresultaten med stöd av IEG:s tillämpningsdokument Grunder (Rapport 2:2008).

Tabell 3 Härledda medelvärden för parametrar i jordmodellen

MATERIAL	TUNGHET, $\rho$ ( $\rho'$ ) (KN/M3)	HÅLLFASTHETSEGENSKAPER
MG: Materialtyp1	18 (11)	$\phi'_{dk} = 40 - 45^\circ$
MG: Materialtyp2	18 (11)	$\phi'_{dk} = 32^\circ$
MG: Stenkol, trä, Gr, Sa	18 (11)	$\phi'_{dk} = 32^\circ$
Morän	18 (12)	$\phi'_{dk} = 35^\circ$
Silt	17 (9)	$\phi'_{dk} = 30^\circ$
Trä	13 (3)	$\phi'_{dk} = 45^\circ$
Övriga sediment	16 (9)	$\phi'_{dk} = 26^\circ$

Stödkonstruktioner beräknas enligt sponthandboken T18:1996 och TD Stödkonstruktioner. Horisontella tillskottslaster från angränsande byggnader bör beräknas enligt 2\*Boussinesq.

## 8.3 GJORDA ANTAGANDEN

Inga materialparametrar har kunnat tas fram för träkonstruktionen utifrån sonderingsresultat. I utförda beräkningar har antagen friktionsvinkel för trämaterial satts till 45° då en glidyta genom träkonstruktion bedöms vara orimlig.

## 8.4 BERÄKNINGAR

Samtliga stabilitetsberäkningar är gjorda enligt totalsäkerhetsanalys där en erforderlig säkerhetsfaktor på  $F_{komb}=1,3$  har sökts då enbart dränerade materialparametrar nyttjats. För att se samtliga beräkningar i detalj se Bilaga 1.

Inga sonderingar har utförts i de fyllda materialen vilket gör att samtliga värden för fyllda massor är erfarenhetsmässigt uppskattade, för bottensedimenten (silt/sulfidjord) har hänsyn utifrån viktsondering utförts.

## 9 REKOMMENDATIONER

Ny strandkant byggs upp med den befintliga konstruktionen som mothåll och med så lite förändring som möjligt av den för att inte sprida föroreningar och hålla underliggande befintlig träkonstruktion intakt. Släntrön ansluter till nuvarande markyta och släntens längd till slänfot beror på vilket djup till botten det är.

Planerad konstruktion kommer i detta avsnitt att delas upp enligt följande under avsnitt 8.1:

- 1 Erosionsskydd västra sidan mot varvet
- 2 Kaj
- 3 Erosionsskydd resterande delar
- 4 Vågbrytare

Uppdelningen baseras på att de olika delarna har olika funktionskrav, inom respektive funktionskrav kommer uppbyggnaden att se likartad ut. De olika benämningarna framgår också i figur 3 med undantag att del 1 benämns "räls".

### 9.1 UTFORMNING

Utifrån stabilitetsberäkningar (bilaga 1) bör släntvinkeln på erosionsskydd av stenmaterial ställas med lutning 1:1,5 eller flackare för att vara stabil, alternativt utformas med stödkonstruktion så som spont eller betongkonstruktion. För att slänt med erosionsskydd med en släntvinkel 1:1,5 ska vara stabil krävs grövre fraktion ex 0-300 mm med låg finjordshalt samt muddring av lösa sediment under yttersta delen av fyllningen.

Erfarenhetsmässigt är erosionen från is den dimensionerande lasten för erosionsskydd inom skvalpzonen och skall utgöras av krossmaterial med fraktion 500-1000 mellan nivå -3,0 upp till nivå för befintlig markyta. Eftersom att båttrafik förekommer i direkt närhet till konstruktionen bör risken för propellererosion beaktas, detta gäller resterande del av utfylld slänt ända ner till botten.

I Bilaga 3 presenteras en grov mängdning och kalkyl avseende erosionsskydd, vågbrytare och spont med förutsättning att spont slås.

#### 9.1.1 EROSIONSSKYDD VÄSTRA SIDAN MOT VARVET

Väster om aktuellt område finns ett varv där båtar kan dras upp på en räls. Kravet vid byggnation av erosionsskydd längs denna sida är att befintligt bottendjup skall kvarstå inom avståndet 15 m från befintlig räls. Avståndet mellan räls och befintlig kajkant utifrån tillgängligt underlag är ca 19 m vilket gör att nytt erosionsskydd endast får ha en utbredning på ca 4 m från befintlig kajkant, detta innebär att en lösning med erosionsskydd av stenmaterial med släntlutning 1:1,5 endast är möjlig vid vattendjup ner till max 2,5 m. För resterande del rekommenderas en lösning med stålspont som slås utanför befintlig kajdel och bakåtförankras ytligt i fyllning.

Vid vattendjup mindre eller lika med 2,5 m:

För att erhålla en stabil konstruktion ska fyllningarna utföras av bergkross med fraktion 0-300 mm (materialtyp 1) där släntvinkeln som brantast ställs i lutning 1:1,5. Inom skvalpzonen måste de yttersta 1,5 m av slänten förses med erosionsskydd med fraktion 500-1000 mm. För de partier som ligger skyddade kan erosionsskyddets nederkant höjas till ca nivå -2,0, se typsektion figur 12 under avsnitt 8.1.4.

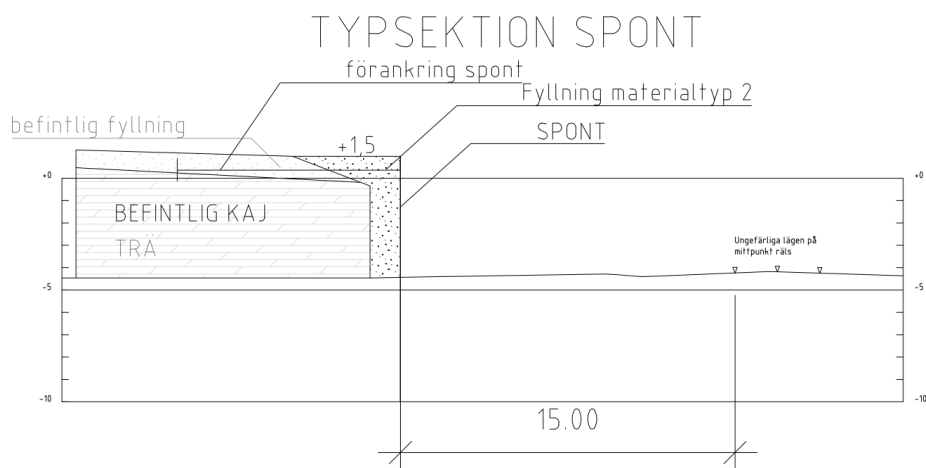
För vattendjup större än 2,5 m:

OBS spont ej dimensionerad! Nedan en översiktlig uppskattning av spontlängd mm.

Ca 1/3 av sponten slås vid normalt förfarande ner i marken för att erhålla viss konsolverkan, i detta fall motsvarar det en total spontlängd ca 6 - 9 m (räkna med medel-spontdjup 7,5 m) varav ca 2 - 3 m nedslaget och ca 4 - 6 m uppstick. Sponten förankras med hammarband på en nivå ca

+ 0,5 som via stag förankras ytligt med förankringsplattor i befintliga fyllningar med förankring ca 10 m in från sponten, se typsektion figur 4.

Området mellan befintlig kaj och spont fylls igen med fyllnadsmassor av materialtyp 2 eller bättre, för att kunna utföra packning under vatten måste fyllningen utföras med bergkross (materialtyp 1). Oavsett val av fyllnadsmaterial kommer sättningar att uppstå i övergången mellan fyllning och befintlig kaj vilken kommer att vara i behov av justering.



**Figur 4 Typsektion spont västra sidan mot varv**

Mängder:

Spont	Längd	68 m + anslutning mot befintlig konstruktion
	medeldjup	7,5 m
Fyllning	materialtyp 2 eller bättre	
		ca 335 m <sup>3</sup> per utfylld meter från befintlig konstruktion
Erosionsskydd	Längd	30 m (in mot varvet)
		0-300 och 500-1000 totalt ca 200 m <sup>3</sup>

#### 9.1.2 KAJ

Ny kaj-del på ca 33 m ska byggas på den sydvästra delen. I ursprungligt förslag fanns att göra en ny kaj av betong utanför befintlig med förfabricerade L-stöd som ställs ut efter muddring och avjämning. Dock skulle L-stöd vid 5-6 m vattendjup blir ca 3 m i botten vilket blir både dyrt och svårt att grundlägga,

Därför rekommenderas istället att slå bakåtförankrad spont utanför befintlig kaj där sponten fungerar som erosionsskydd, alternativt påla en kaj utanför befintlig med ett erosionsskydd under betongdäck på samma sätt med slänt som övriga delar. Nytt kaj-liv i linje med släntfot.

#### SPONT (rekommenderas)

Eftersom att den västra sidan mot varvet kräver spontning av utrymmesskäl kommer spont-utrustning att finnas på plats och kräver således ingen extra etablering. Utöver det bedöms spontlösning som ett hållbart alternativ då risken för sättningar i befintlig konstruktion samt övergång mellan ny och gammal konstruktion bedöms vara stor och justeringar kan utföras löpande utan påverkan på konstruktionen.

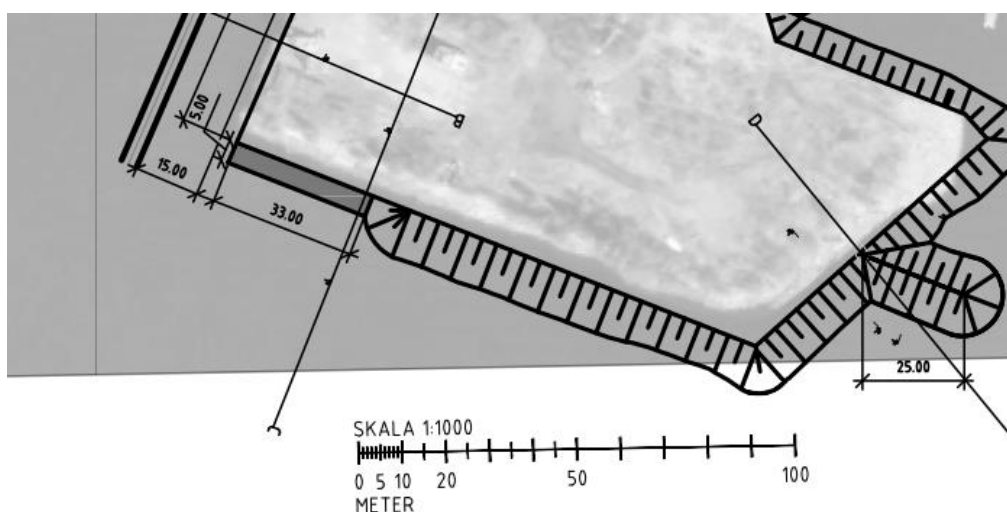
Vid spontning rekommenderas att sponten slås 5 till 10 m (beroende på behov) utanför befintlig kaj, se figur 5 och 6 där typsektion avser en spont 5 m utanför befintlig kaj. Sponten slås till nivå ca - 9. Fyllning bakom spont av materialtyp 2. Fyllningarna i anslutning mellan befintlig kaj och utfyllnad kommer det att ske sättningar då packningsmöjligheterna är dåliga. Som ytskikt

rekommenderas grus under de första två åren, därefter fortsatt grusad yta eller asfaltering på utförd fyllning som efter hand kan kompletteras i övergången vartefter sättningar sker.

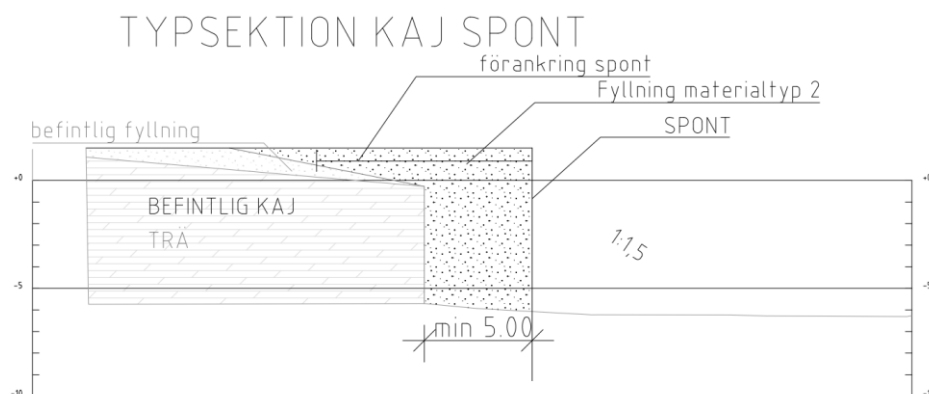
OBS spont ej dimensionerad! Nedan en översiktlig uppskattning av spontlängd mm.

Ca 1/3 av spanten slås vid normalt förfarande ner i marken för att erhålla viss konsolverkan, i detta fall motsvarar det en total spontlängd ca 12 m varav ca 4 m nedslaget och ca 8 m uppstick. Spanten förankras med hammarband på en nivå + 0,5 (ovan vattenytan) som via stag (c/c ca 4,5 m) förankras ytligt med förankringsplattor i befintliga fyllningar med förankring ca 18-15 m in från spanten. Det är också möjligt att förankra spanten med sneda stag ner i morän, detta har dock ej undersökts vidare.

Inom skvalpzonen utsätts spanten för stora påfrestningar av vatten och is och måste inom denna zon förstärkas för att inte rosta sönder, detta kan göras på olika sätt såsom betongingjutning eller annan form av förstärkning som skyddar spanten från att rosta. Val av förstärkningsmetod förutsätts hanteras vid dimensionering.



**Figur 5 Exempel spontad kaj, 5 m utanför befintlig kaj**

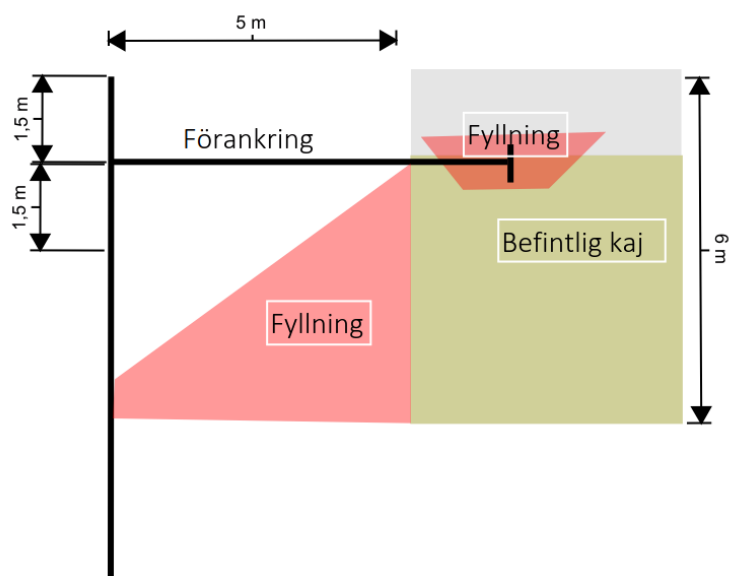


**Figur 6 Typsektion spont 5 m utanför befintlig kaj, samma princip gäller om spont slås 10 m utanför befintlig kaj**

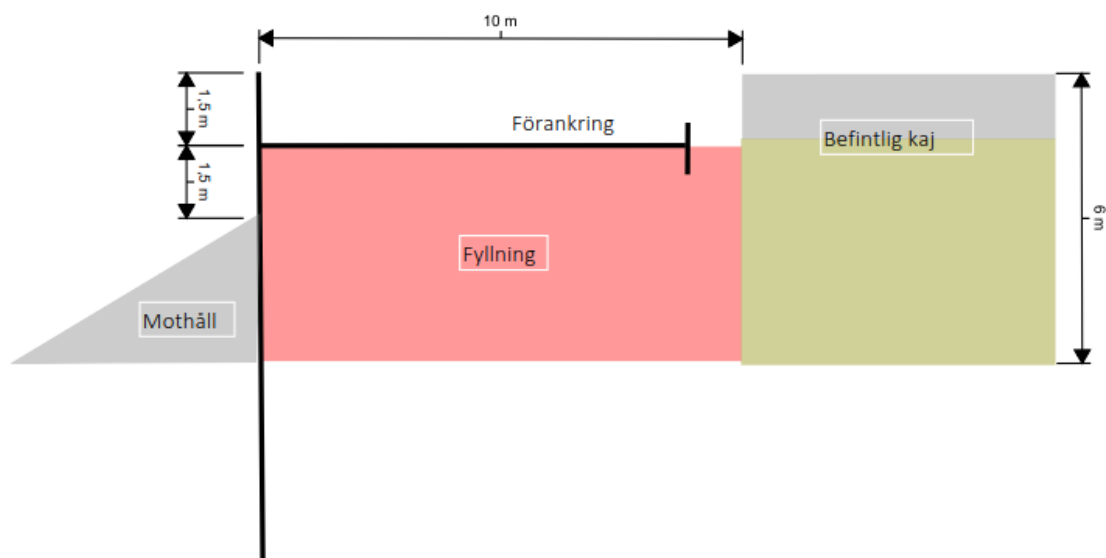
Mängder:

Spont	Längd	33 m + anslutning mot befintlig konstruktion
	medeldjup	12 m
Fyllning	materialtyp 2 eller bättre	
	ca 230 m <sup>3</sup> per utfylld meter från befintlig konstruktion	

Beroende på val av hur mycket kajen ska byggas ut, 5 eller 10 m, kan förankringen utföras på olika sätt. För 5 meters utbyggnad måste förankring ske i befintlig träkonstruktion genom utskiftning till bergkross i läge för förankringsplattor, se figur 7. En utbyggnad med 10 meter kan istället förankras i den fyllning man använder bakom spont förutsatt att bergkross nyttjas och förankringsplattorna förankras med ett minsta avstånd 8 m från spont, se figur 8. Sponten skall innan fyllning mot spont sker fixeras, antingen genom att förankring i befintlig kaj (figur 7) vilket utförs innan fyllningsarbetet påbörjas eller genom att ett mothåll fylls på utsidan av spont (figur 8). Det är viktigt att fyllning sker jämt på båda sidor med max 1,5 m nivåskillnad för att sponten inte skall tryckas i sidled.



**Figur 7** Kaj utbyggd med 5 m, förankrad i träkonstruktion innan fyllning mot spont, ej skalendig



**Figur 8** Kaj utbyggd med 10 meter, förankring i fyllning samt mothåll, ej skalendig

## PÅLNING

Vid pålning rekommenderas att erosionsskyddet byggs likvärdigt det som byggs längs övriga delar (avsnitt 8.1.3) och att kajliv följer släntfot vilket innebär ca 11,5 m ut från befintlig kaj i aktuell sektion, se figur 9 och 10.

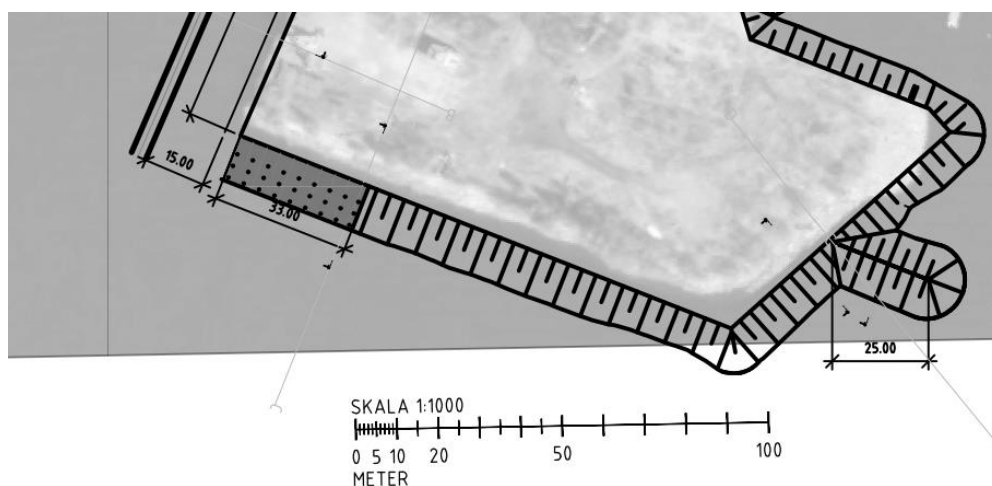
På pålarna byggs (prefab) ett betongdäck som förbinds med befintlig kaj genom en länkplatta. Under länkplattan ska allt trämaterial ner till LLV rensas för att undvika framtida sättningar då trä förmultnar ovan vatten. För att ta upp horisontella laster måste betongdäck och länkplattan förankras, antingen med en friktionsplatta eller genom förankringsstag med förankringsplattor.

Detta förslag bedöms vara dyrare att utföra är förslag med spont och kräver också en extra etablering av stora maskiner (pålkran) jämfört med spontförslag där maskin för att slå ner spont redan kommer att finnas på plats. Det föreligger också problem med hur en övergång mellan påldäck och befintlig kaj skulle kunna utformas då risk finns för att befintlig konstruktion kan sätta sig vid ökad belastning. Förslag med pålning är alltså möjlig men rekommenderas ej.

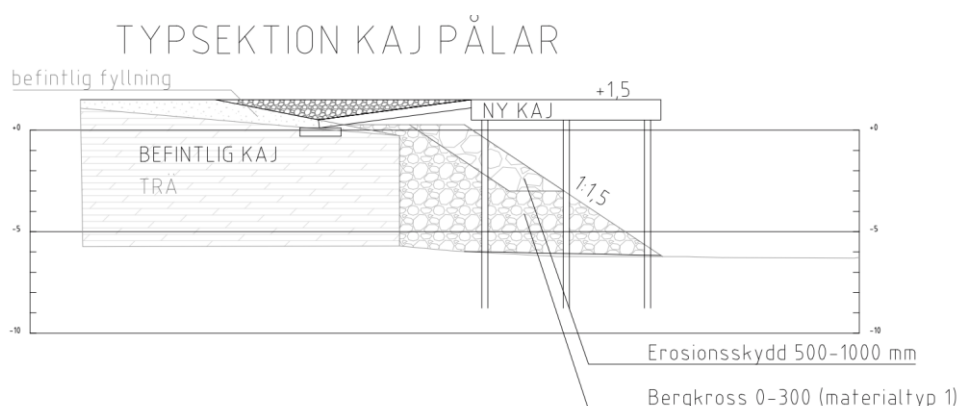
**OBS pålar ej dimensionerade!**

Vid pålning ligger förväntat pålstopp utifrån utförda hejarsonderingar på nivå -15 vilket innebär pållängder ca 16 m. Slagna betongpålar rekommenderas.

Innan dimensionering av pålar kan utföras krävs underlag avseende laster från verksamhet och konstruktion, materialparametrar och bedömt pålstopp.



**Figur 9**



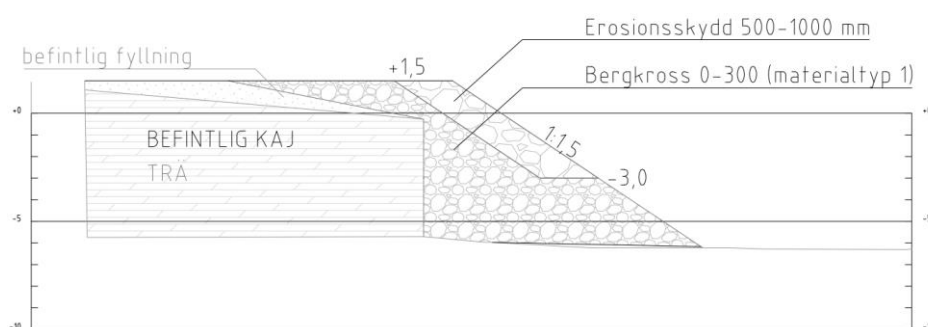
**Figur 10 Typsektion pålning av kaj**

### 9.1.3 EROSIONSSKYDD RESTERANDE DELAR

För att erhålla en stabil konstruktion ska stommen av fyllning utföras av bergkross med fraktion ca 0-300 mm (materialtyp 1) där släntvinkeln som brantast ställs i lutning 1:1,5. Inför byggskede skall en kornkurva för lämplig fraktionsfördelning på 0-300 tas fram. Yttersta 2 metrarna under blivande fyllning ska muddras för att erhålla erforderlig stabilitet, se figur 11 samt vidare under avsnitt 8.2. Inom skvalpzonen måste de yttersta 1,5 m (lagertjocklek mätt vinkelrätt mot släntvinkel) av slänten förses med erosionsskydd med fraktion ca 500-1000 mm. För de partier som ligger skyddade kan erosionsskyddets nederkant höjas till ca nivå -2,0.

Skvalpzonen på ytor som vetter mot öppet vatten når ner till nivå -3,0, övriga ytor utsätts för mindre vågor och har därför en grundare skvalpzonen. Skvalpzonen tar hänsyn till högsta/lägsta lågvatten samt högsta/lägsta vågtopp/vågdal. Storlek på vågor beräknas utifrån vind och stryklängd, i detta fall är det öppet rakt in från Bottenviken och därmed risk för stora vågor.

### TYPSEKTION EROSIONSSKYDD



**Figur 11 Typsektion erosionsskydd**

### 9.1.4 VÅGBRYTARE

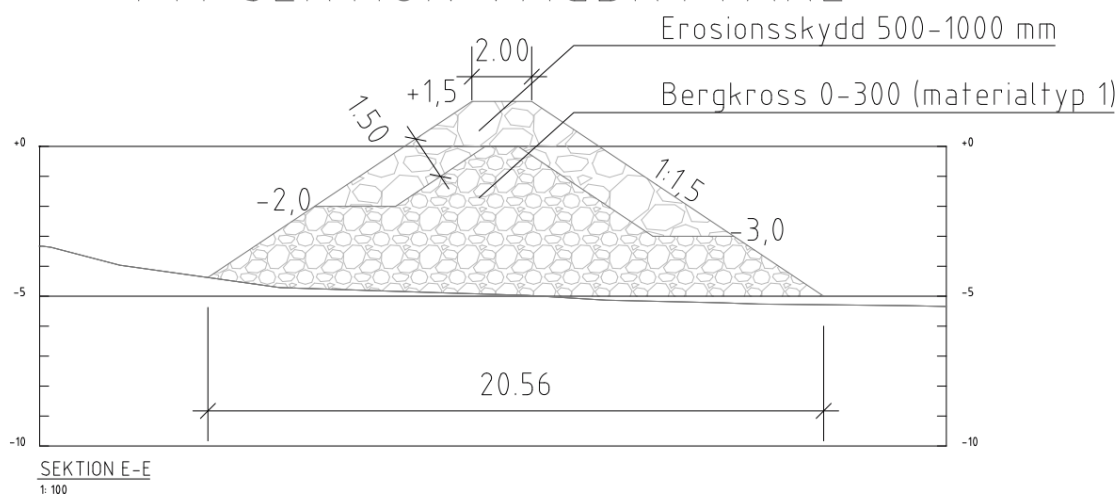
Vågbrytaren planeras till 25 m på östra sidan av befintlig kaj, se figur 3. Vågbrytaren kan antingen byggas av stenmaterial eller som flytande.

En vågbrytare av stenmaterial kan anläggas utan föregående muddring. För att erhålla en stabil slänt måste fyllningarna utföras av bergkross t.ex. 0-300 (materialtyp 1), den yttersta 1,5 m inom skvalpzonen med erosionsskydd med fraktion 500-1000 mm, se figur 12. Fyllning av vågbrytare sker från land genom att tippat material trycks ut med bandtraktor med vågbrytaren på en nivå strax över vattenytan, när fyllning är gjord till full längd kan en grävmaskin med lång arm justera slänter till 1:1,5 samt komplettera med grövre fraktion.

Mängd fyllnadsmassor för uppbyggnad av vågbrytare är beräknad med förutsättning att erosionsskydd enligt punkt ovan är byggt. Total volym ca 1500 m<sup>3</sup> varav ca 250 m<sup>3</sup> avser fraktion ca 500-1000 och resterande mängd avser fraktion ca 0-300.



## TYPSEKTION VÅGBRYTARE



**Figur 12 Typsektion vågbrytare, kan byggas bredare.**

Det är också möjligt att anlägga en flytande vågbrytare, se figur 13. Vid val av flytande vågbrytare skall dimensionering utföras för att klara islaster för aktuellt klimat.



**Figur 13 Exempel flytande vågbrygga**

Avseende vattengenomströmning och sedimentation har inte någon hydrologisk- eller sedimentationsutredning utförts. Dock kan konstateras att området innanför befintlig vågbrytare redan i dagsläget ligger skyddad bakom befintlig vågbrytare och den halvö som utgör Kolkajen. Vid de dykundersökningar som utförts noterades inte någon utökad sedimentation i viken. Det är inte troligt att en byggnation av ytterligare 25 m vågbrytare skulle göra någon större skillnad avseende sedimentation. Vad gäller vattenströmning är en vattenbrytare uppbyggd av material med fraktion 0-300 inte tät och vattengenomströmning skulle således vara möjlig. För utförligare bedömning måste en hydrologisk utredning utföras för att förutse om en sådan konstruktion skulle ha någon påverkan på vattengenomströmning och sedimentation.

En flytande vågbrytare bör inte ha någon inverkan alls.

## 9.2 MUDDRINGSARBETEN

Inför fyllning av slänt/erosionsskydd ska muddring utföras för att förbättra stabiliteten för slänten. Avseende stabilitet ska muddring av lösa sediment utföras under de yttersta 2 metrarna, beroende på vattendjup, under blivande slänt, se figur 14. Sedimentens mäktighet varierar mellan 0 till 2 meter längs aktuell sträcka, utifrån utförda borrhöjningar. Mäktigheten kan variera mellan undersökningspunkterna och lokalt kan sedimentdjupet vara både mindre och större. Där spont slås, under vågbrytare samt vid vattendjup mindre än 4 m behöver inte muddring utföras ur geotekniskt perspektiv.

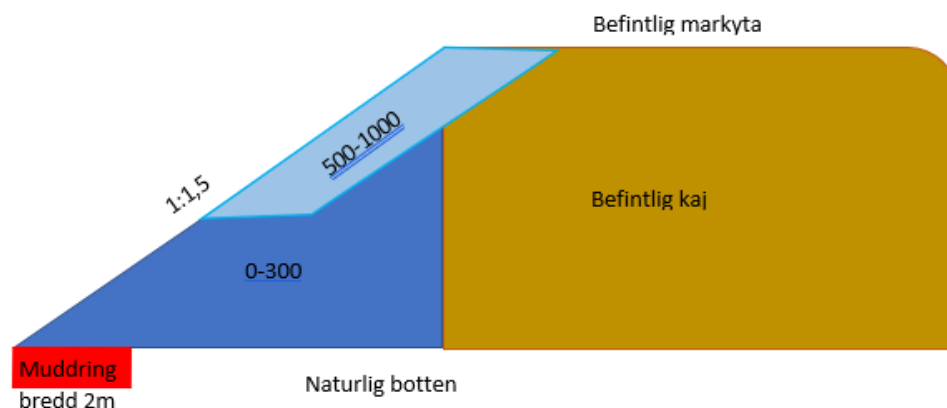
I samband med arbeten i vatten rekommenderas skyddsåtgärder i form av siltgardin mellan muddrings-/fyllningsområdet och omgivande vatten för att undvika grumling utanför avgränsning. Arbetet i vatten bör utföras under perioder med stabil väderlek samt låga havsnivåer.

Om sulfidhaltiga eller förorenade massor grävs upp skall dessa omhändertas så att de inte riskerar att utlakning sker av metaller och försurande ämnen.

Muddringsarbetet kan utföras antingen från pråm eller från land med långarmad grävmaskin, vid arbete från land krävs att räckvidd är minst 15 m.

Längd	190 m (avser södra sidan undantaget kaj samt östra sidan)
Bredd	2 m
Djup	ca 1 m (genomsnittligt djup)
Mängd muddermassor	380 m <sup>3</sup>

Mängdning i dess helhet redovisas i bilaga 3. I läge för vågbrytaren är inte muddring nödvändig då massorna i vågbrytaren fungerar som mothåll, detta är dock ej borträknat i utförd mängdning.



**Figur 14 Typsektion muddring och erosionsskydd.**

## 9.3 FYLLNINGARBETEN

Fyllningsarbeten under vatten grumlar. Det är också begränsade möjligheter att packa material under vatten. För att kunna packa under vatten krävs att fyllning utförs med materialtyp 1. Släntvinkeln ska ställas i släntvinkel 1:1,5 eller flackare med materialtyp 1. Vid finare fraktion är 1:1,5 ej möjlig under vatten.

## 9.4 ANLÄGGNING AV HÄRDGJORDA YTOR

I anslutning mellan befintlig kaj och nya fyllningar kommer risken för sättningar att vara stor p.g.a. att packning i denna del blir svår att utföra. Under de första två åren rekommenderas ytskiktet utgöras av grus då förväntade sättningar kommer att vara störst från början. Härdgjorda ytor av grus och i viss mån asfalt kan i efterhand justeras där sättningar uppstår.

Avseende tjällyft är jorden inom aktuellt område ej tjällyftande och kan hänföras till tjälfarlighetsklass 2.