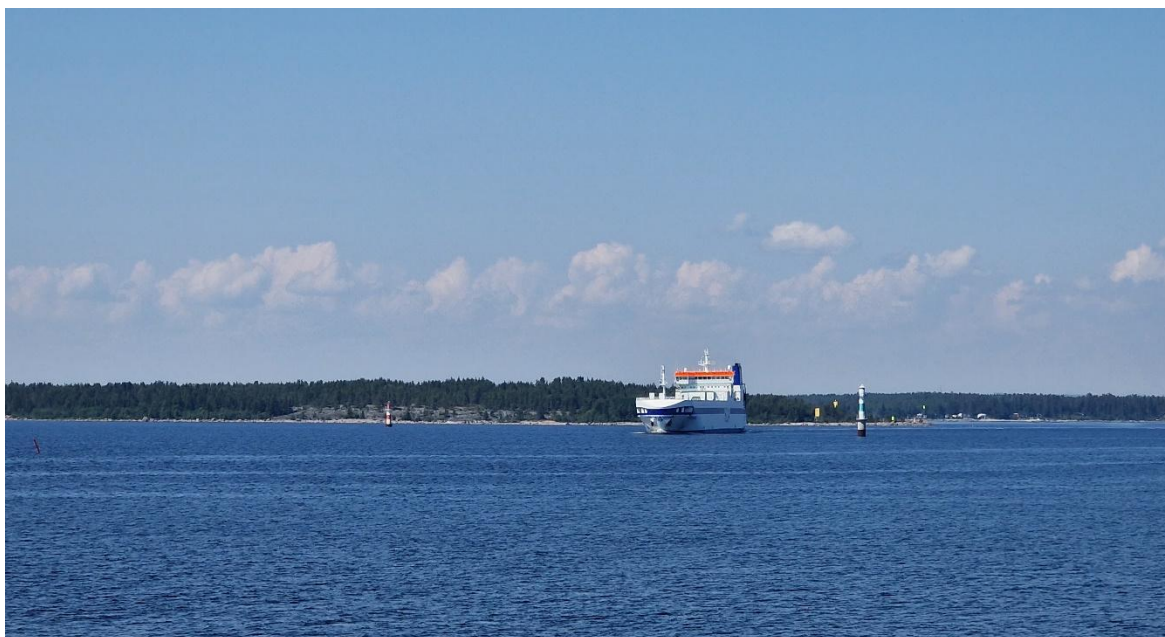


Teknisk Beskrivning - Sjöfartsverket



Sjöfartsverkets åtgärder i

Farledsprojekt Umeå

© Sjöfartsverket

Fastställd datum: 2025-12-19

Status: Tillståndsansökan

Beställare: Sjöfartsverket

Upprättad av: Adam Blom, Port Engineering Göteborg AB

Uppdragsledare: Jan Henriksson, Sjöfartsverket

Granskad av: Jan Henriksson & Therese Stark, Sjöfartsverket

Innehållsförteckning

1	DEFINITIONER	5
2	INLEDNING OCH BAKGRUND	6
2.1	SYFTE OCH MOTIV TILL ANSÖKAN	7
3	FÖRUTSÄTTNINGAR	8
3.1	FARLEDER	8
3.2	DIMENSIONERANDE FARTYG	9
3.3	HÖJD- OCH KOORDINATSYSTEM.....	9
3.3.1	<i>Karakteristiska vattenstånd.....</i>	<i>9</i>
3.4	VINDFÖRHÅLLANDEN	10
3.5	ISFÖRHÅLLANDEN	11
3.6	LEDNINGAR INOM FARLEDSOMRÅDE.....	11
4	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	12
4.1	MUDDERMASSORNAS MATERIALSAMMANSÄTTNING	12
4.2	FÖRORENINGAR	13
5	PLANERADE ÅTGÄRDER	14
5.1	MUDDRING.....	15
5.1.1	<i>Tekniska förutsättningar för muddring och sprängning.....</i>	<i>15</i>
5.1.2	<i>Muddring av grävbara massor</i>	<i>16</i>
5.1.3	<i>Muddring av berg</i>	<i>17</i>
5.1.4	<i>Utjämning.....</i>	<i>18</i>
5.1.5	<i>Genomförande, metoder och tider</i>	<i>19</i>
5.2	FARLEDSUTMÄRKNING.....	20
6	MASSHANTERING	23
6.1	HANTERING AV BERG.....	23
6.2	HANTERING AV GRÄVBARA MASSOR	23
6.3	UTJÄMNING AV MUDDERMASSOR.....	23
6.4	DUMPNING	24
7	TIDPLAN	28

Bilagor

Bilaga 2a	Åtgärdsöversikt – planritning över farledsområdet med muddrings- och dumpningsområden samt planerad fast utmärkning och farledsyta.
Bilaga 2b	Rapport från farledssimulering, Sjöfartsverket 2022
Bilaga 2c	Markteknisk undersökningsrapport (MUR), WSP 2019
Bilaga 2d	Markteknisk undersökningsrapport (MUR), WSP 2023
Bilaga 2e	Planritning, koordinatsatt dumpningsområde
Bilaga 2f	Planritningar (8 delkartor), koordinatsatta muddringsområden och arbetsområden
Bilaga 2g	Planritningar (2 delkartor), rivning samt anläggande av fast farledsutmärkning
Bilaga 2h	PM Utjämning av massor, Sjöfartsverket 2024

1 DEFINITIONER

Farledsprojekt Umeå	Gemensamt projekt i samverkan mellan Sjöfartsverket och Umeå Hamn AB med syfte att öka kapacitet, sjösäkerhet och tillgänglighet i Umeå hamn och de allmänna farlederna till hamnen
Åtgärdsområde	Respektive samverkansparts område inom vilket åtgärder i projektet görs. Gränsen mellan Sjöfartsverkets och Umeå Hamn AB:s åtgärdsområden utgörs av fastställd gräns för allmän hamn
PIANC	The World Association for Waterborne Transport Infrastructure. Global organisation för vattenburen infrastruktur. Organisationen är den ledande partnern för statlig och privat sektorn när det gäller design, utveckling och underhåll av hamnar, vattenvägar och kustområden
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
UKC	Under Keel Clearance. Avståndet mellan fartygets köl och botten. Rekommenderat UKC varierar beroende på lokala förhållanden utmed vattenvägen
tfm ³	Volymangivelsen av muddermassorna. Utgår från teoretisk beräknad mängd, dvs fast mått, utan svällning
Minsta djup	Minsta fysiska avstånd mellan fastställd referensnivå och botten.
Farledsyta	Den navigerbara ytan mellan avgränsningarna i farleden
Övermuddring	Den extra muddring som i praktiken alltid måste ske under ramfri nivå för att säkerställa att önskat minsta djup uppnås
Ramfri nivå	Minsta djup verifierat genom s.k. ramning, mekanisk avkänning av botten
Dimensionerande fartyg	Det fartyg man beslutat att dimensionera en farled för

2 INLEDNING OCH BAKGRUND

Farledsprojekt Umeå utgör ett steg i en serie utvecklingsprojekt vars gemensamma syfte är att modernisera infrastrukturen för att motsvara dagens krav, öka kapaciteten och tillgängligheten samt ge de bästa förutsättningarna för en säker trafik till och från Umeå hamn. Projektet är ett samverkansprojekt med Umeå Hamn AB där Sjöfartsverket har myndighetsansvar att tillhandahålla en säker farled fram till gräns för allmän hamn. Denna Tekniska beskrivning utgör underlag för prövning i mark- och miljödomstolen av de anordningar och arbeten som ingår i Sjöfartsverkets åtgärdsområde.

Vid hamnverksamheten i Holmsund, Umeå kommun, Västerbottens län, finns behov av att kunna möta det ökade flödet av både gods och passagerare samt möjliggöra effektiva logistik- och transportlösningar. Hamnen används bland annat för utskeppning av kraftliner som produceras vid SCA Obbola, där produktionen ökar. För att tillgodose detta samt den förväntade ökningen av övrigt gods måste kapaciteten i hamnen öka.

Storleken på fartygen har växt i alla dimensioner sedan kajanläggningarna i Umeå uppfördes. För att kunna möta tillväxten och större fartygstonnage krävs en uppgradering av kajernas standard och bärighet samt djupet i och in till hamnen.

Till följd av detta lämnade Umeå Hamn AB in en s.k. bristanmälan till Trafikverket, som sedan genomförde en åtgärdsvalsstudie (ÅVS) med syfte att föreslå lösningar för att bemöta de ökande behoven och som ligger till grund för åtgärderna i detta projekt. Åtgärderna följer även Transportstyrelsens och PIANC:s rekommendationer för sjösäkerhet och dimensionering av farleder, vilket i det här fallet innebär behov av breddning och fördjupning av farlederna. För att möjliggöra en säker trafik till och från hamnen i Holmsund krävs också en förbättrad och moderniserad utmärkning i linje med IALA:s riktlinjer.

I Umeå Hamns tidigare och parallella utvecklingsprojekt har hamninfrastrukturen förbättrats på östra sidan av hamnen, som idag trafikeras av bilfärjan som går mellan Holmsund och Vasa i Finland, samt utförs en serie renoveringar av kajerna i inre hamnen och energihamnen på västra sidan av hamnen, med tillhörande fördjupning av hamnbassängen vid dessa. I Farledsprojekt Umeå ingår vidare utveckling av hamnens yta i Fodercentralsviken samt breddning och fördjupning av farlederna inom Umeå Hamns åtgärdsområde.

Inom Sjöfartsverkets åtgärdsområde ingår sammanfattningsvis följande åtgärder i detta projekt:

- * Breddning och fördjupning av allmänna farleder fram till gräns för allmän hamn genom
 - muddring inom 16 muddringsområden
 - sprängning och muddring av berg inom minst två muddringsområden
- * Nyttiggörande av muddringsmassor för anläggningsändamål om praktiskt möjligt och om behov finns
- * Utjämning av muddermassor i direktanslutning till muddringsytor i åtta muddringsområden
- * Dumpning av muddermassor i dumpningsområdet Klinten
- * Utrivning samt anläggande av fasta utmärkningar, sjösäkerhetsanordningar, enligt följande:
 - Utrivning av tre befintliga fyrar på Bredskär
 - Anläggande av tre nya fyrar; på Bredskär, Ö Klubben samt vid Långhalsviken

2.1 Syfte och motiv till ansökan

Hamnområdet och farlederna har en historik från 1800-talet, då fartygen blev större och inte kunde gå upp i älven till stadskärnan i Umeå, utan var tvungna att ankra vid Småholmssundet (dagens Holmsund). I samband med industrialiseringen kom Holmsunds och Sandviks Sågverk att nyttja Djupviken i norra delen av Holmsunds samhälle för hamnändamål. 1919 anlades Umeå uthamn söder om dåvarande Holmsunds sågverk. Hamnen har därefter successivt utvecklats i sydlig riktning. En expansionsfas skedde under 1950–60-talet då oljehamnen tillkom. Under denna period byggdes Stornorrfor Kraftverk vilket innebar att sprängsten från bygget kunde nyttjas för vallar inom vilka utfyllnad gjordes för att skapa nya hamnområden.

Verksamheten vid Umeå hamn har utvecklats positivt under ett antal år och hamnen är nu en av de största hamnarna i norra Skandinavien med en årlig godshantering på cirka 2,5 miljoner ton. Hamnen är en del av den "Bottniska korridoren"¹ och det transeuropeiska transportnätet, TEN-T². Hamnen ligger strategiskt vid den naturligt kortaste vägen mellan Sverige och Finland över norra Bottenhavet och är en året-runt hamn. Sveriges hamnar fungerar som logistiknoder för omlastning mellan sjöfart och väg och järnväg samt för mellanlagring.

2023 driftsatte SCA en helt ny pappersmaskin för kraftliner vid sin fabrik i Obbola, vilken förväntas leda till en väsentligt ökad godsmängd i hamnen. Arbetet med att trappa upp produktionen pågår och kraven på hamninfrastrukturen ökar väsentligt i och med den ökade mängden gods. Andra intressenter som också nyttjar hamnen idag, t.ex. Circle K, Fodercentralen, Lantmännen och Volvo Lastvagnar, väntas också på sikt bidra till ökade transportvolymerna. De sammantagna industrisatsningar som görs inom skogsindustrin, stålindustrin, gruvnäringen samt övriga satsningar på den gröna omställningen i hela norra Sverige väntas också bidra till väsentligt ökade volymer genom hamnen.

Kapaciteten och säkerheten som råder i farlederna idag är inte tillräcklig för de större fartyg som efterfrågas i framtiden när större godsvolymer väntas. Åtgärderna syftar till att avhjälpa de begränsningar avseende fartygens mötesmöjligheter, restriktioner avseende fartygsstorlek, vind samt trafik vid mörker och begränsad sikt som finns idag.

¹ Samarbetet Bottniska korridoren är ett gemensamt projekt för sju regioner som tillsammans utgör två tredjedelar av Sveriges yta. Projektets syfte är att stärka transportinfrastrukturen och förbättra förbindelserna mellan norra Sverige och övriga Europa, och knyta samman norra Skandinavien.
<https://bothniancorridor.com/sv/>

² Det transeuropeiska transportnätet (TEN-T) är ett trafikslagsövergripande nät inom EU och angränsande länder, som definieras i en EU-förordning (EU 1315/2013).
https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t_en.

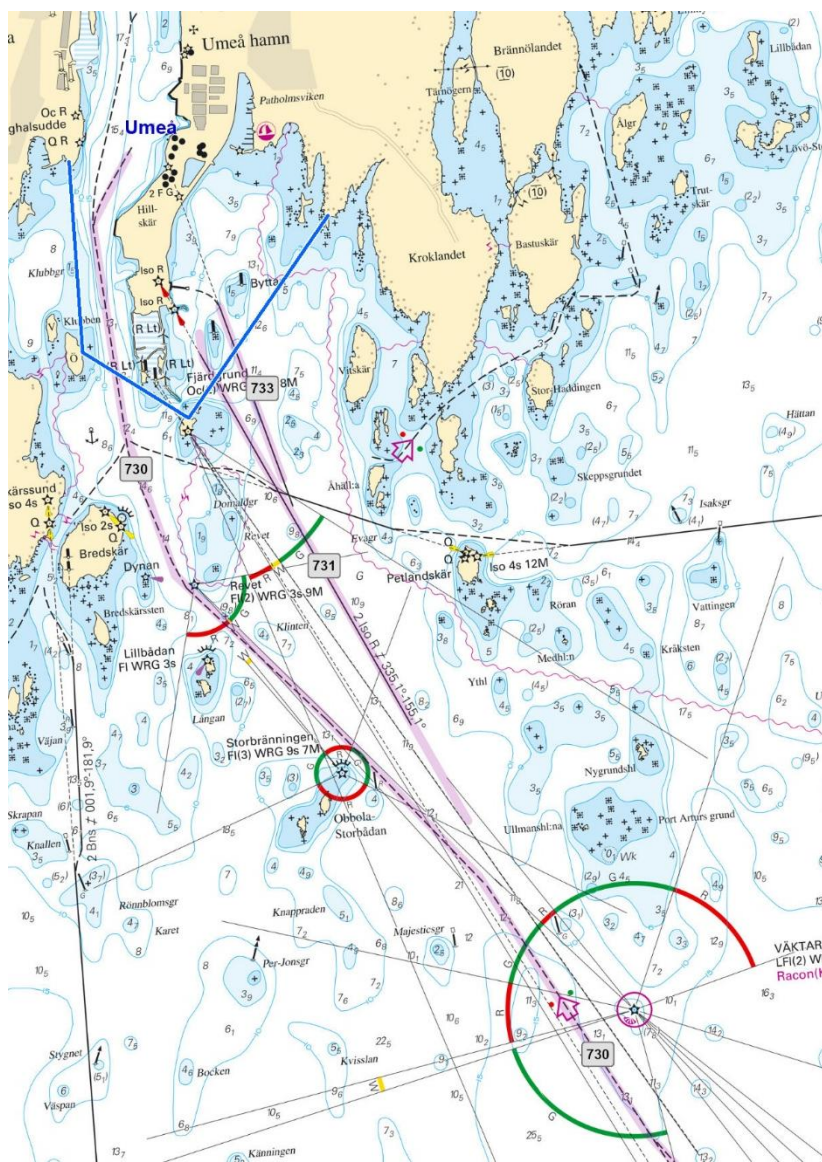
3 FÖRUTSÄTTNINGAR

3.1 Farleder

Planerade åtgärder utförs i de befintliga allmänna farlederna 730, 731 och 733, se **Figur 1**.

Farled 730 sträcker sig ända från Norra Kvarken vid gränsen mot Finland in till västra sidan av Umeå hamn, totalt ca 28 km, men åtgärderna berör bara sträckan från fyren Väktaren och inåt, ca en tredjedel av farleden. Maxmått för fartyg är idag 215 (längd) x 33 (bredd) x 10,2 m (maximalt djupgående) men kan begränsas ytterligare utifrån restriktioner bl.a. gällande mörker, vind och nedsatt sikt. Farleden är i vissa avsnitt relativt smal och har flera girar.

Farled 731 delar sig från farled 730 ca 6,5 km från hamnen och går in till färjeläget på östra sidan av Umeå hamn. Farleden delar sig ytterligare en gång till farled 733, ca 2,5 km från färjeläget. Maximalt tillåtet djupgående i dessa farleder är 6,3 respektive 7,1 m.



Figur 1. Befintliga farleder. Blå linje är gräns för allmän hamn.

3.2 Dimensionerande fartyg

Dimensionerande fartygsstorlek för projektet är angiven till 245 x 35 x 11 m. Farledernas sträckning och utformning, inklusive utmärkning, har tagits fram bl.a. genom simuleringar vid Sjöfartsverkets simulatorcenter i Göteborg. Vid simulering av farled 730, se bilaga 2b, har följande fartygsmodeller använts:

- RoRo-fartyg, 242 x 35 x 8,8 m, isklass 1A med dubbla roder och CP propellrar samt bogpropeller
- Containerfartyg ca 3 600 TEU, 200 x 35 x 11,0 m, isklass 1A med enkelt roder och FP propeller samt bogpropeller
- Containerfartyg ca 3 000 TEU, 230 x 32 x 8,0 m, enkelt roder och FP propeller samt bogpropeller

Anledningen till att dessa fartygsmodeller valts är att de är de största existerande fartygen med isklass som är byggda för den förväntade trafiken till och från Umeå hamn.

Farled 731 och 733, som framförallt dimensioneras för färjetrafiken mellan Umeå och Vasa, är designade utifrån ett maxfartyg (Ropax) om 165 x 26 x 6,5 m.

3.3 Höjd- och koordinatsystem

Nivåer på ritningar, i figurer och i denna Tekniska beskrivning är angivna i höjdsystem RH 2000 om inget annat anges. Koordinater i plan redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 TM.

3.3.1 Karakteristiska vattenstånd

I närheten av Umeå finns två mätstationer för vattenstånd; Sjöfartsverkets station Holmsund, belägen i anslutning till Umeå hamn, och SMHI:s mätstation Ratan ca 45 km norr om Umeå. Holmsund är en relativt ny station medan Ratan har en mätserie ända från 1891 och lämpar sig därför bättre för den typ av statistiska värden som anges i **Tabell 1**. Därför redovisas värden från Ratan trots att stationen ligger längre från aktuellt område.

Beräknat medelvattenstånd för 2025 vid Holmsunds mätstation är -1,8 cm i RH2000.³ Landhöjningskoefficienten i beräkningen är 0,80 cm/år (Apparent landhöjning⁴).

Tabell 1. Karakteristiska vattenstånd i förhållanden till medelvattenstånd (MW) vid Ratans mätstation, mätperiod 1891 - 2024.

Havsvattenstånd	Avvikelse till MW (m)
Högsta högvattenstånd (HHW)	+1,42
Medelhögvattenstånd (MHW)	+0,81
Medelvattenstånd (MW)	+0,00
Medellågvattenstånd (MLW)	-0,27
Lägsta lågvattenstånd (LLW)	-1,22

³ [mwreg_MWekvationer2024.pdf](#) (SMHI)

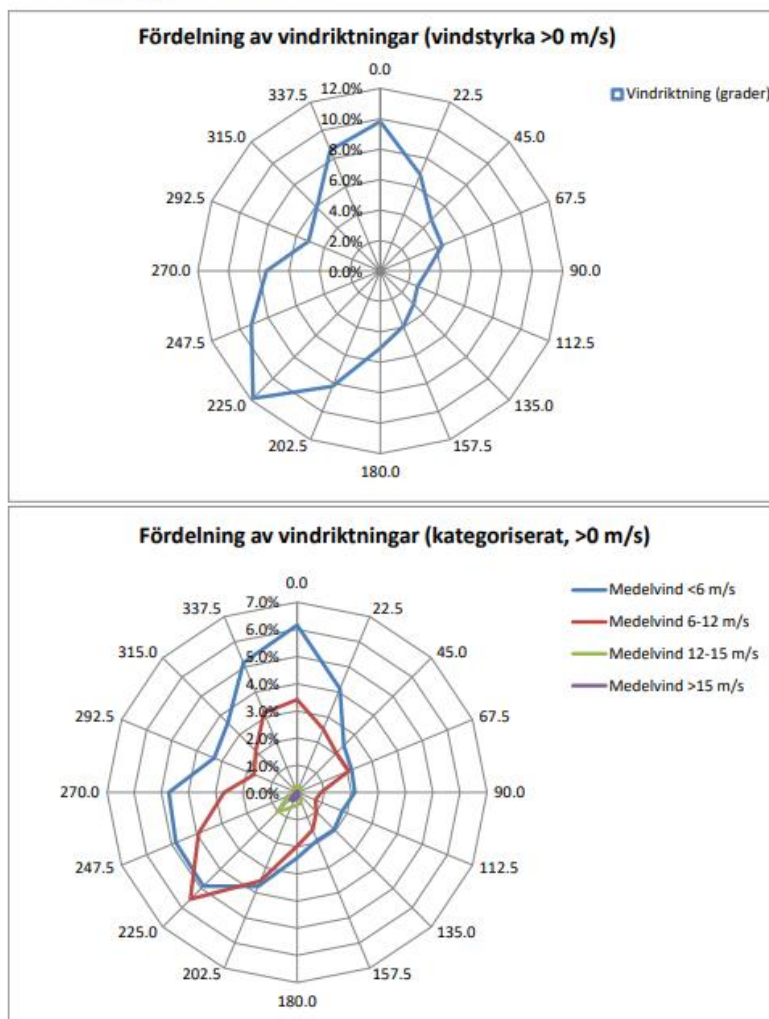
⁴ Ett mått på hur jordskorpan rör sig relativt havets medelnivå. I den apparenta landhöjningen ingår alltså både den förändring av havsytan som orsakas av landhöjningen och den havsnivåhöjning som orsakas av nutida klimatförändringar. (SMHI)

3.4 Vindförhållanden

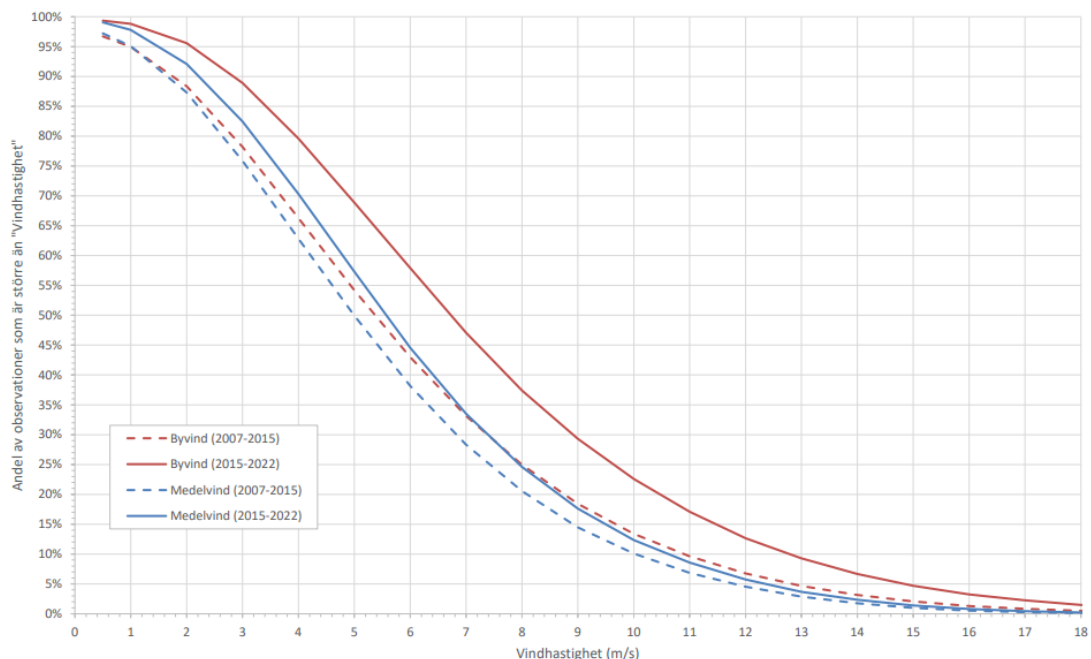
Förhärskande vindriktning i området är sydvästlig vind, se **Figur 2**. Medelvindstyrkor över 15 m/s uppträder mindre än 1 % av tiden.

Revet (ViVa)

Vindriktningar år 2015-2022:



Figur 2. Vindförhållanden vid fyren Revet som ligger i nära anslutning till huvuddelen av muddringsarbetena. Förhärskande vindriktning är sydväst.



Figur 3. Vindförhållanden vid fyren Revet.

Figur 3 visar en tydlig trend att både medelvinden och byvinden har ökat under senare år. Detta tillsammans med ökade fartygsstorlekar gör att det krävs mera manöverutrymme i farlederna för att upprätthålla tillräcklig nautisk säkerhet för fartygstrafiken.

3.5 Isförhållanden

Under en normalvinter kan man räkna med isläggning i perioden december till och med april.

SMHI:s statistik för de senaste 30 åren visar att isläggningen i området har varierat mellan datumen 1 december och 23 mars och islossningen mellan den 5 februari och 20 maj. Teoretiskt kan alltså isläggningsperioden variera mellan en månad och sex månader, men vanligtvis ligger isen mellan mitten av december och mitten av april, dvs. under fyra månader. Statistiskt har i princip aldrig förekommit en isperiod som är kortare än två månader eller som är längre än fem månader.

För planering av den ansökta verksamheten antas att isen ligger från mitten av december till mitten av april, vilket motsvarar en period om cirka fyra månader. Muddring kan endast genomföras under isfri period, generellt då från maj till och med november.

3.6 Ledningar inom farledsområde

I samband med farledsutredning och upprättande av Teknisk beskrivning har ledningskontroll utförts med hjälp av Ledningskollen.se, vilket gav resultatet att inga kända ledningar finns inom planerade muddrings- eller dumpningsområden. Ytterligare upplysningar om ledningar har inte heller lämnats i samrådsskedet.

4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av de geotekniska förhållandena i de planerande muddringsområdena. De undersökningar som beskrivningen baseras på redovisas i följande rapporter:

- Markteknisk undersökningsrapport geoteknik (MUR, GEO), 2023-09-22, upprättad av WSP (bilaga 2d)
- Geoteknik och sedimentprovtagning, 2019-08-20, upprättad av WSP (bilaga 2c)
- Miljöteknisk bedömning av sediment, 2025-10-09, Tyréns (bilaga 3i till MKB)

4.1 Muddermassornas materialsammansättning

I farledens yttre delar består havsbotten av berg, sten och block och längre in av grus, sand och morän. Närmare gränsen för allmän hamn börjar finare material, som sedimenterats i deltats yttre delar, dominera i de övre skikten av havsbotten. Sedimenterat material består till största delen av sand och silt och ytskikten är ofta dyiga. Under sanden och silten finns ett moränlager innan berget.

I följande **Tabell 2** redovisas muddermassornas huvudsakliga materialsammansättning i respektive muddringsområde. Numreringen av områdena hänvisar till områdesnumreringen i **Figur 6**.

Tabell 2. Muddermassornas huvudsakliga materialsammansättning i respektive muddringsområde.

Muddringsområde	Material
1	Sten och block.
2	Sten och block.
3	Sten och block.
4	Sten och block.
5	Muddringsområdet har utgått.
6	Sten och block samt grusig sandig morän.
7	I huvudsak berg.
8	Sten och block samt grusig sandig morän.
9	Sten och block samt grusig sandig morän.
10	Sten och block samt grusig sandig morän, berg i områdets norra del.
11	Sten och block samt grusig sandig morän.
12	Sten och block samt grusig sandig morän, berg har påträffats på nivå ca -15 m (under muddringsnivå) i områdets norra delar.
13	Sand och grusig sand på morän, berg har påträffats på nivå ca -13,5 (under muddringsnivå) m i hela området.
14	Siltlager med varierande mäktighet, ca 0,5-1,5 m på sandig morän.
15	Siltlager med mäktighet om ca 1 m på sandig morän.
23	Siltlager med varierande mäktighet, ca 1-1,5 m på sandig morän.
51	Grusig sand på morän.



Figur 4. Fotografier tagna i samband med miljöprovtagning i farlederna. Bilden till vänster är tagen av det finare siltiga material som är typisk för ytlagren i farled 730:s inre delar på västra sidan (muddringsområde 14, 15 och 23). Övriga bilder visar sand och morän, typiska för de övre skikten i farledernas östra och mellersta delar (område 51 och 8-13) samt under siltskiktet i västra delen.



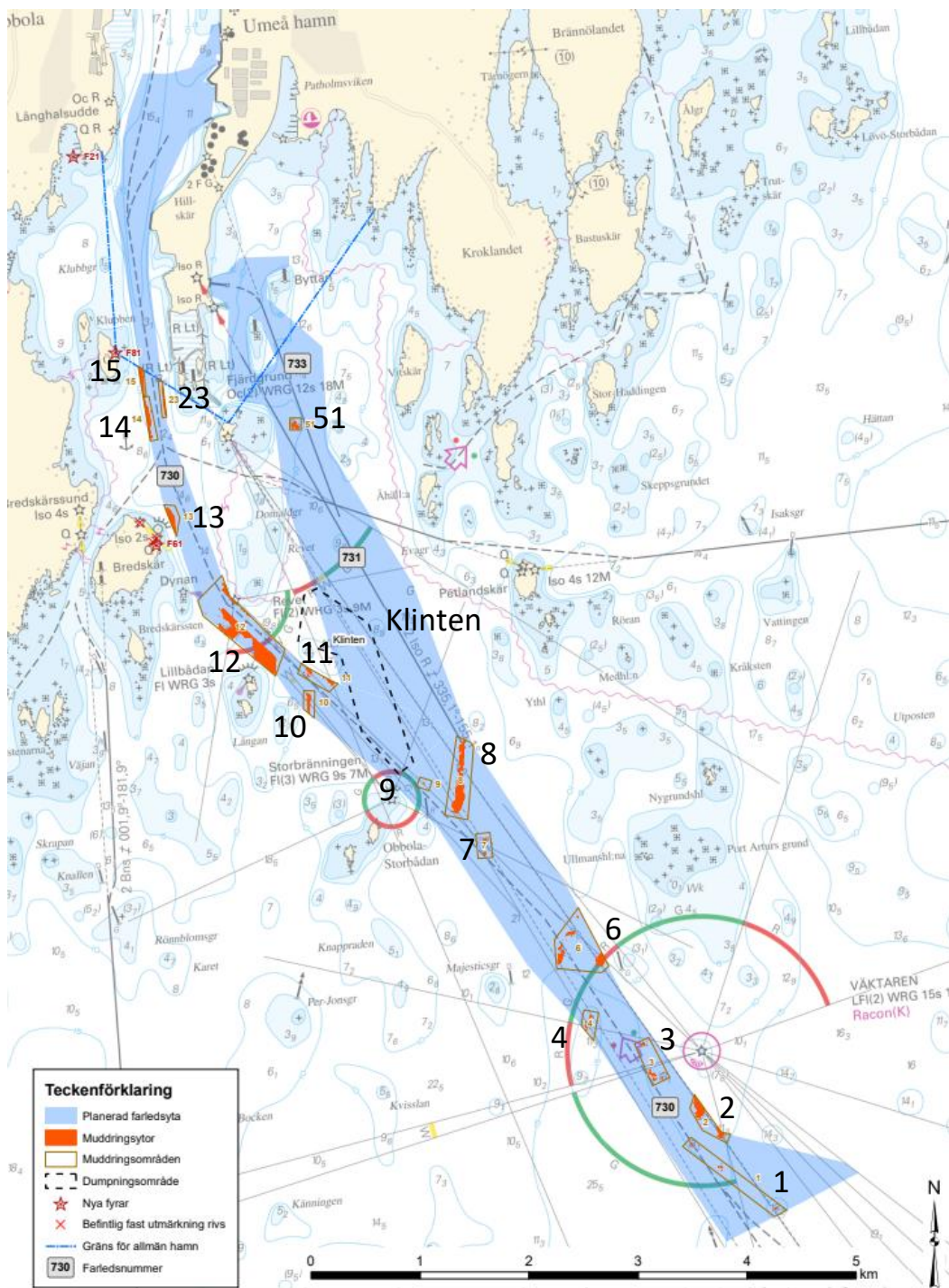
Figur 5. Fotografi av stenmaterial upplyft i samband med provtagning i farledernas yttre delar, typiska för farledernas mellersta och yttre delar (från muddringsområde 12 och utåt).

4.2 Föroreningar

Inför projektet har ett antal miljöprover av bottenmaterialet inom Sjöfartsverkets planerade muddringsområden tagits och analyserats, se bilaga 3 i till Miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Farledsprojekt Umeå har valt att tillämpa samma bedömningskriterier som de för Umeå Hamn redan tillståndsgivna åtgärderna i projektet Etapp 1 & 2, vilka grundar sig på Naturvårdsverkets (Naturvårdsverket, 1999) och SGU:s bedömningsgrunder (SGU, 2017). Resultaten av analyserna enligt dessa kriterier är att samtliga massor hamnar inom klass 1-3.

5 PLANERADE ÅTGÄRDER

Samtliga planerade åtgärder inom Sjöfartsverkets åtgärdsområde i Farledsprojekt Umeå redovisas i **Figur 6** och presenteras i denna Tekniska beskrivning.



Figur 6. En översikt av Sjöfartsverkets planerade åtgärder i Farledsprojekt Umeå. Förstoring av figuren finns i bilaga 2a.

5.1 Muddring

Muddring kommer att ske inom ett antal muddringsområden. Varje muddringsområde innefattar en eller flera muddringsytor, som är de ytor som idag är grundare än önskat minsta djup i respektive farledsavsnitt och där alltså muddring och/eller sprängning krävs.

Inom Sjöfartsverkets åtgärdsområde är det totalt 16 muddringsområden, se **Figur 2** och bilaga 2f. Muddringsområdena ska ses som en generalisering av muddringsytorna för att förenkla koordinatsättning och innefattar även teoretiska slänter, med utgångspunkt från en generell släntlutning om 1:2. Släntlutningen kan dock i praktiken variera, beroende bland annat på vilket material botten består av.

För varje muddringsområde definieras även ett arbetsområde med i normalfallet ca 50 m marginal från områdets ytterkant. Arbetsområdena tas bara tillfälligt i anspråk, exempelvis för etablering av mudderverk under arbetets genomförande.

Områden där berg identifierats och inom vilka sprängning därav bedöms bli aktuellt är i områdena 7 och 10. Sprängning kan emellertid även komma att krävas i begränsad omfattning i andra muddringsområden.

I projektet fördjupas farledsytor 730, 731 samt 733 fram till hamnområdesgräns till ramfria nivåer enligt **Tabell 3**. Nivåerna är framtagna utifrån största djupgående för dimensionerande fartyg och olika UKC (% av djupgåendet) i olika delar av farlederna. Dessutom inkluderas marginal för 40 års landhöjning á 0,8 cm (se avsnitt 3.2.1) eftersom det är den livslängd man dimensionerar projektet för.

Tabell 3. Ramfria nivåer

Farled	Muddringsområde	Ramfri nivå (m)	UKC
730	1-9	-14,1	25%
730	10-12	-13,0	15%
730	13-15 & 23	-12,5	10%
731 & 733	51	-8,5	25%

5.1.1 Tekniska förutsättningar för muddring och sprängning

Beräknad volym vid muddring ner till ramfri nivå, inklusive uttag för teoretiska slänter (1:2) i förekommande fall, uppgår till ca 110 000 tfm³. I praktiken sker dock alltid en viss övermuddring för att säkerställa att önskat minsta djup uppnås. Övermuddringen varierar beroende på bottenmaterial och muddermetod men beräknas vara ca 0,5 m i genomsnitt. Inklusive detta generella mått för övermuddring blir den totala muddervolymen ca 165 000 tfm³. Av dessa är ca 3 200 tfm³ berg. Den muddrade bottenytan är totalt ca 115 000 m². Fördelning av volymer per muddringsområde och materialslag redovisas i **Tabell 4**. Övermuddringsvolymerna antas vara av samma materialtyp som muddringsvolymen i övrigt i respektive muddringsområde, för område 10 antas den utgöras av berg.

Samtliga volym- och ytberäkningar utgår från sjömätning som uppfyller internationell standard (FSIS 44).

Tabell 4. Beräknade muddervolymer. Angivna volymer är ungefärliga, beräknade på medeldjup i en bottenmodell med 2 m upplösning. Slänter om 1:2 ingår.

Område	Ramfri nivå (m)	Finkorniga sediment (t _{fm} ³)	Friktionsmaterial (t _{fm} ³)	Berg (t _{fm} ³)	Uppskattad övermuddring (t _{fm} ³)	Muddrad yta (m ²)
1	-14,1		40		120	200
2	-14,1		1 040		3 250	6 700
3	-14,1		60		220	450
4	-14,1		150		450	900
5	Utgått	-	-	-	-	-
6	-14,1		1 800		3 100	6 150
7	-14,1			500	530	1 050
8	-14,1		6 500		9 650	19 200
9	-14,1		10		10	10
10	-13,0		230	950	1 150	2 250
11	-13,0		100		400	850
12	-13,0		88 400		27 500	57 250
13	-12,5		5 900		2 950	6 550
14	-12,5	1 100			2 400	5 100
15	-12,5	2 950			1 750	4 150
23	-12,5	60			520	1 100
51	-8,5		330		670	1 400
Summa		4 110	104 560	1 450	54 680	113 310

5.1.2 Muddring av grävbara massor

Det finns ett antal tekniker för upptagning av muddermassor från havsbotten. Valet styrs av djupet, jordartsfördelning, toleranskrav, spill etc. I detta projekt kommer sannolikt endast enskopeverk användas, se **Figur 7**, den typ som huvudsakligen används vid schakt av hårda material. Ett enskopeverk är en större grävmaskin, fast monterad på en pråm försedd med stödben, som under grävningen står på havsbotten. Mudderverket lastar materialet i bottentömmande pråmar som forslar materialet till återanvändning eller dumpning, se **Figur 7** och **Figur 8**.



Figur 7. Exempel på enskopeverk som lastar en bogserad pråm.



Figur 8. Exempel på självgående (ej bogserad) muddpråm.

5.1.3 Muddring av berg

Vid sprängning under vattenytan sker arbetet från en plattform, se **Figur 9**, som vid borrning står stadigt på stödben i plattformens hörn. Plattformen är utrustad med borrhög och sprängmedel.

Borrningen sker i ett mönster med hål- och radavstånd beräknade med hänsyn till pallhöjd, styckefall, vibrationsgränser etc. Laddningsmängden är ca 1 kg sprängmedel/m³ sprängt berg.



Figur 9. Undervattenssprängning från en borrhplattform.

Vid borrhning kan så kallad ramp-up tillämpas under till exempel 20 minuter för att förhindra att fisk och marina däggdjur utsätts för plötsliga skadliga ljudnivåer. Om det går en tid mellan borrhning och sprängning används också akustiska signaler för att skrämma bort djurlivet från arbetsområdet inför sprängningen. Före sprängning av varje salva säkerställs också att obehöriga (båtar, dykare, badande) inte uppehåller sig inom gällande säkerhetsavstånd.

Efter att berget loss hållits via sprängning muddras det med ett enskopeverk.

Riskanalys avseende vibrationsalstrande arbeten som kan påverka bostadshus, närliggande konstruktioner och andra anläggningar på närliggande fastigheter utförs i projekterings-skedet om det bedöms nödvändigt.

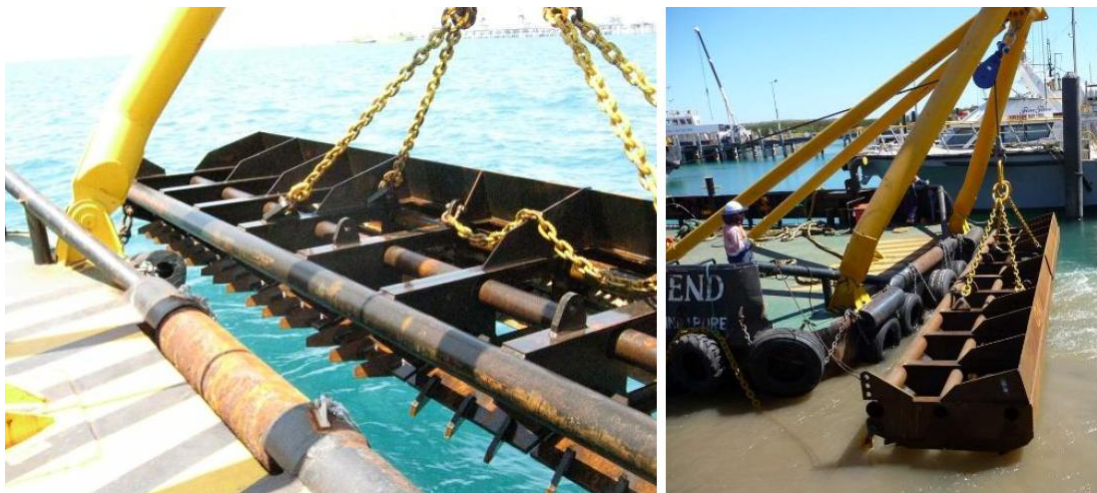
5.1.4 Utjämning

Utjämning/avjämning av botten kan komma att utföras i de områden där enstaka grunda punkter kvarstår efter att området har muddrats till ny ramfri nivå. Utjämning kan utföras med en form av stålblock/stålkonstruktion monterad på en pråm, se **Figur 10**, alternativt av ett enskopeverk.

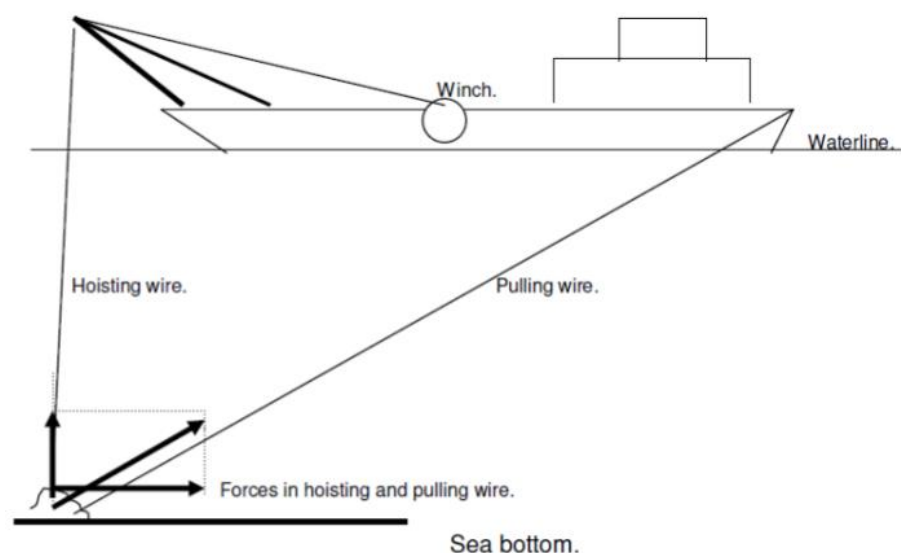
Stålbalken fungerar som en plog som jämnar av bottenmaterialet på grunda punkter. Vikten på plogen varierar men kan vara upp till ca 20 ton. Plogen justeras i höjdlängd med hjälp av ett vinschsystem som den också hänger i, se **Figur 11**.

Pråmen kan antingen dras, eller tryckas framför sig av en bogserbåt. Plogens position realtidsövervakas med en noggrannhet på ca ± 10 cm.

Vid utjämning förflyttas bottenmaterialet till djupare områden inom, eller i direkt anslutning till respektive grundområde. Denna metod kan komma att användas för de grundområden som omnämns i avsnitt 6.3.



Figur 10. Exempel på plog för avjämning



Figur 11. Principskiss för plogningsutförande

5.1.5 Genomförande, metoder och tider

Vid upphandlingen av arbetena ställs krav på entreprenören utifrån miljödomens villkor. Normalt styr entreprenören själv det tekniska utförandet för att kunna genomföra arbetena så att krav i anbudsförfrågan, miljötillstånd och kontrollprogram uppfylls.

Genomförandetiden för ett projekt av denna storlek är beroende av externa faktorer såsom väderförhållanden samt de begränsningar som föreskrivs för genomförandet med hänsyn till allmänna och enskilda intressen. Under produktionen arbetar mest troligt ett mudderverk på platsen i kombination med en borrhög. Det är entreprenören som styr genomförandet för att kunna optimera produktionen och samtidigt tillgodose de villkor som mark- och miljödomstolen anger.

Ur miljösynpunkt är det fördelaktigt att begränsa den totala genomförandetiden för projektet, då kort genomförandetiden generellt är den viktigaste faktor som anses begränsa eventuell negativ påverkan. Även ur både en teknisk aspekt och av effektivitetsskäl bör muddringen ske så samlat som möjligt.

Muddringsarbetet förutsätts generellt pågå 7 dagar per vecka och 24 h per dygn, med begränsning att sprängningsarbeten endast utförs 07:00-22:00, dock endast vid god sikt. Borring kan komma att förekomma dygnet runt. Dock kommer muddring inom muddringsområde 11 och 12 inte att utföras under perioden 1/5-31/7, för att skydda fågel under häckningstid vid fågelskären Obbola Lillbådan. Under islägningsperioden kan muddring inte genomföras.

Utifrån uppskattad muddringskapacitet i **Tabell 5** bedöms de flesta områdena ta enstaka dagar upp till maximalt någon vecka att muddra, förutom område 12 där det rör sig om någon månad. I angiven tid ingår etablering/avetablering, muddring av grävbara massor samt bergmuddring. Restriktioner med avseende på t.ex. grumling, arbetsperiod, dygnsarbetstid samt väder och isförhållanden kan också ha stor påverkan på genomförandetiden. För ytterligare information om detta, se avsnitt 7 Tidplan.

Tabell 5. Tabell visandes ungefärlig muddringskapacitet för olika typer av aktuella mudderverk. Kapacitet avser per verk.

Mudderverk	Muddringskapacitet grävbara massor m ³ /dygn	Muddringskapacitet berg (sprängsten) m ³ /dygn
Enskopeverk (Back-Hoe Dredger)	3 000 - 4 000	3 000 - 4 000
Borrugg (Jack-up rigg), borring och sprängning (endast losshållning)	Ej tillämpbar	2 000

Som angivits ovan varierar muddringshastigheten av grävbara massor mellan 3 000 och 4 000 m³/dygn, vilket är beroende på materialets egenskaper och typ av utrustning. Av den geotekniska utredningen följer att massorna varierar mellan tämligen lättmuddrade sediment och hård, blockrik morän som medför ett långsammare utförande.

5.2 Farledsutmärkning

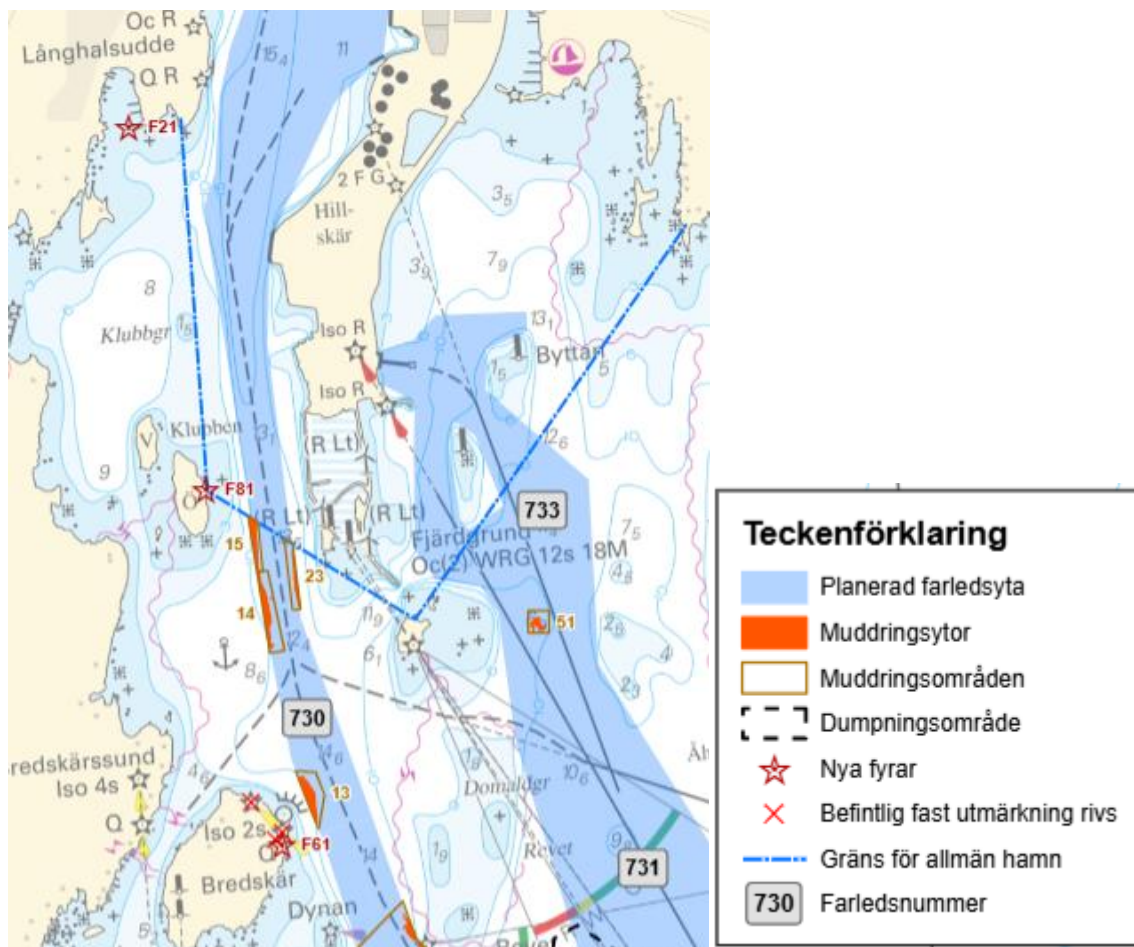
I samband med att farledernas djup och bredd förändras, behöver farledsutmärkningen justeras.

Farledsutmärkningen utgörs av flera olika typer av utmärkningar, varav anläggande av ny fast utmärkning samt utrivning av befintliga omfattas av tillståndsprövningen. Inom projektet kommer tre nya fyrar att anläggas samt tre befintliga att demonteras/rivas, se **Tabell 6** och **Figur 12**. Dessa redovisas också i detalj på bilaga 2g. Arbetena med den fasta utmärkningen utförs parallellt med muddringsarbetena och bedöms ta ca 1-2 veckor per objekt.

Utmärkningen kommer i samtliga fall att grundläggas på land och i nära anslutning till strandlinjen. Vid uppförandet bedöms normalt sett en temporär yta om 35-50 m² att påverkas. Denna yta inkluderar uppläggning av t.ex. byggmaterial för anläggandet av utmärkningen samt maskinuppställning. När sedan utmärkningen är på plats så varierar den permanenta ytan som varje utmärkning upptar till mellan 2 och 10 m².

Tabell 6. Farledsutmärkning som tillkommer eller demonteras/rivs.

Fyr-nummer	Åtgärd	Grundläggningstyp
F21	Ny	Gravitationsfundament
F61	Ny	Gravitationsfundament
F81	Ny	Bergförankring
X3	Befintlig, rivs	
X5	Befintlig, rivs	
X6	Befintlig, rivs	



Figur 12. Åtgärder farledsutmärkning.

Gemensamt för samtliga fasta farledsutmärkningar är att ett fundament i armerad betong uppförs på plats. Därefter monteras en prefabricerad samt utrustningsklar överbyggnad på fundamentet. Dessa kan t.ex. utgöras av en fyrkur i plast eller aluminium, eller en fackverksmast för montering av t.ex. ett dagermärke. Exempel på hur det kan se ut ges i **Figur 15**.

Grundläggningsmetoden beror på de geotekniska förutsättningarna på respektive plats och redovisas i **Tabell 6**. Vid berg i ytan, eller grunt liggande berg, sker grundläggningen genom att ett betongfundament förankras med inborrade och fastgjutna stag i berget. Därefter monteras själva fyrkroppen på fundamentet, se exempel **Figur 12**.

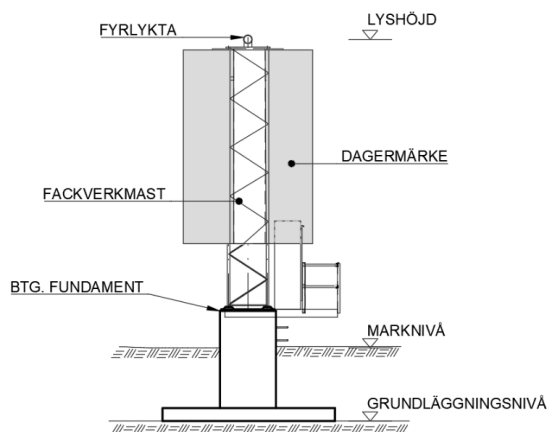
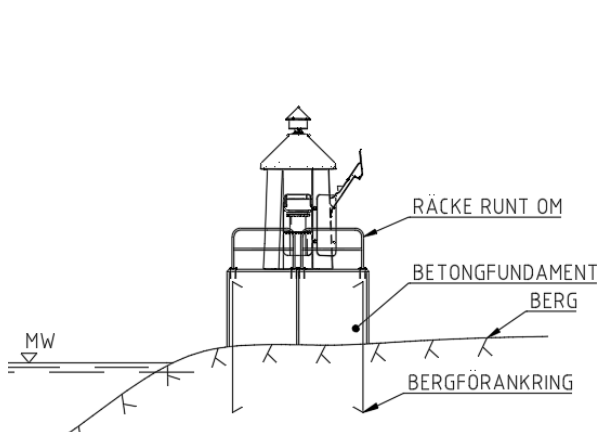
Vid lösare markförhållanden, t.ex. morän/storsten, kommer grundläggning utföras med ett gravitationsfundament av armerad betong som schaktas ner en bit under markytan, se **Figur 14**.

Beroende på storlek samt tillgänglighet på platsen kan fundamentet komma att utföras prefabricerat.

Eventuella överskottsmassor i samband med schaktarbeten avjämnas i direkt anslutning till respektive farledsmarkering.

Farledsutmärkningen strömförsörjs via solceller och batterier och därmed behövs inga nya kablar eller elanslutningar.

Slutlig position, utformning samt storlek på grundläggningen fastställs i projekteringsfasen och kan beroende på grundläggningsförhållandena vid avsedd position komma att förskjuta fyrens läge en mindre sträcka för att förenkla grundläggningen. Dock får ett objekt aldrig ändras så att dess nautiska funktion äventyras.



Figur 13. Farledsutmärkningar, till vänster exempel på grundläggning på berg med fyrkur,

Figur 14. till höger, exempel på grundläggning med gravitationsfundament och fackverksmast.



Figur 15. Farledsutmärkning, exempel på verkligt utförande av kummel där den vita kroppen fasadbelyses.

6 MASSHANTERING

6.1 Hantering av berg

Något fastställt ändamål för eventuellt omhändertagande och nyttiggörande av sprängt berg har i nuläget inte kunnat identifieras, men under projektets gång kommer frågan fortsatt att utredas. Sprängstenen, som uppgår till ca 3 200 tfm³, skulle möjligen kunna användas t.ex. till den vall som Umeå Hamn planerar bygga inom Farledsprojekt Umeå, som avgränsning av utfyllnadsområdet Fodercentralsviken. En förutsättning för detta är dock att önskad kvalitet kan erhållas vid sprängning, gällande till exempel krav på specifika blockstorlekar och inblandning av finmaterial, samt att de olika arbetena kan samordnas tidsmässigt och tekniskt.

Sprängsten som inte kan nyttjas planeras i första hand att kvarlämnas/utjämnas på djupare vatten i direkt anslutning till respektive grund där den uppkommer, se avsnitt 6.3.

6.2 Hantering av grävbara massor

Större delen av de grävbara muddermassorna förutsätts dumpas vid det av Sjöfartsverkets nu sökta dumpningsområde med villkor enligt kommande dumpningsdispens för dumpningsområdet. Umeå Hamn kan, i sin del av Farledsprojekt Umeå, ta emot upp till ca 25 000 tfm³ friktionsmaterial av dessa massor för utfyllnad i Fodercentralsviken, under förutsättning att de olika arbetena kan samordnas tidsmässigt och tekniskt. Ca 5 000 tfm³ (inkl. övermuddring) av de grävbara massorna bedöms också kunna utjämnas i direkt anslutning till respektive muddringsyta, se avsnitt 6.3.

6.3 Utjämning av muddermassor

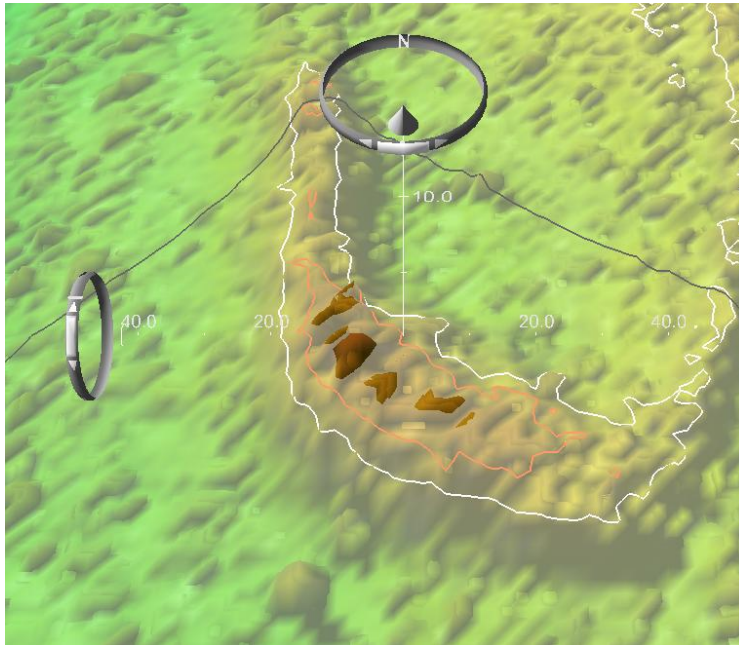
Inom åtta muddringsområden bedöms det möjligt att jämna ut muddermassorna på djupare vatten i direkt anslutning till de muddrade grundområdena, se bilaga 2h. Huvudförutsättningar för möjlig utjämning är att det som ska muddras är begränsat i mängd och utbredning samt att det är omgärdat med tydligt djupare områden. Det bör också vara grovkorniga massor som har förutsättningar att ligga kvar och inte riskerar att erodera bort från utjämningsområdet.

I bilaga 2h har utjämning i vissa områden bedömts som eventuellt möjlig, främst beroende på att flackare omgivande botten kan försvåra möjligheten att lägga ut massor på tillräckligt djup. Detta grundar sig dock på en initial bedömning och efter ytterligare överväganden har utjämningen även där bedömts vara möjlig, under förutsättning att den utförande entreprenören har tillräcklig utrustning för ändamålet.

Utjämningen sker med ett enskopeverk, alternativt med plog (se avsnitt 5.1.4), som förflyttar massorna utan att ta upp dem till ytan. Vid de muddringsområden där berg identifieras kommer själva sprängningen medföra att delar av den losshållna sprängstenen faller ut av sig själv och det som återstår kan sedan jämnas ut till intilliggande områden.

Syftet med detta tillvägagångssätt är bland annat att minimera behovet av transporter. Det minskar också genomförandetiden, vilket har stor betydelse, bland annat eftersom tillgänglig tid att arbeta i dessa områden under arbetsmiljömässigt säkra förhållanden kan vara begränsad, då de ligger oskyddat och väderutsatt i det yttre kustbandet. Inom följande muddringsområden bedöms utjämning kunna ske: 1, 3, 4, 6 (västra och norra delarna), 7, 9, 10 och 11 enligt bilagor 2f och 2h.

De i bilaga 2f redovisade ytorna för utläggning av muddermassor ska endast ses som potentiella utjämningsytor och kommer med största sannolikhet inte utnyttjas helt. De är framtagna genom att en buffert har lagts runt om de aktuella muddringsytorna. Massorna jämnas/läggs ut där det under genomförandet anses mest lämpligt och praktiskt möjligt utifrån vilken metod som används, t.ex. ett enskopeverks placering och räckvidd, samt kringliggande bottentopografi.



Figur 16. Område 1c, exempel på muddringsområde som kan utjämnas. Muddringsnivån redovisas som en transparent yta och de mörkare partierna är det som behöver muddras.

6.4 Dumpning

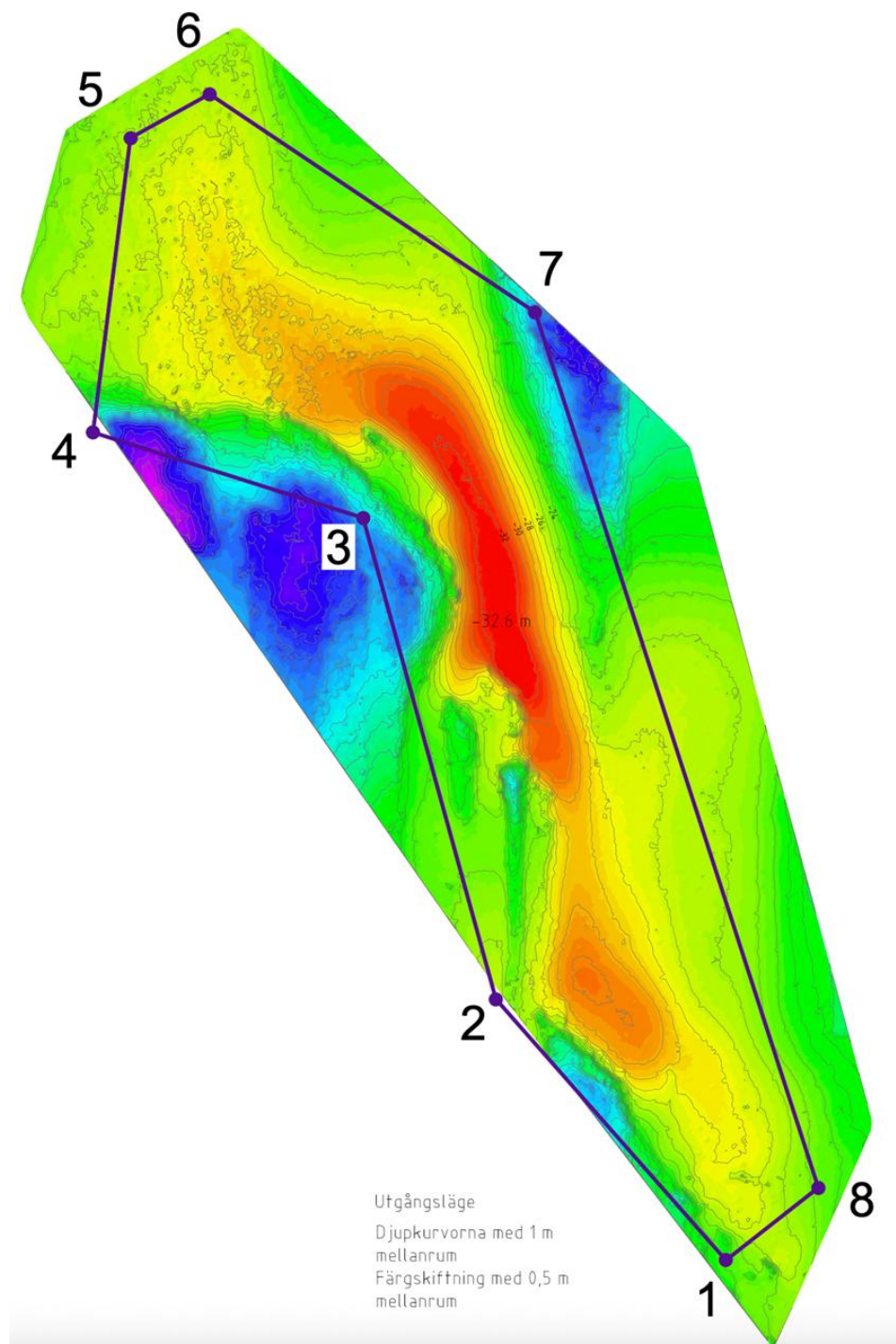
Det planerade dumpningsområdet Klinten är beläget ca 1 km norr om fyren Storbränningen, **Figur 6** och bilaga 2e. Det ligger centralt placerat i förhållande till muddringsområdena och mellan, och delvis inom, farlederna 730 samt 731. Området har bedömts att ha egenskaper som lämpar sig bra för att dumpa de massor som är aktuella i projektet.

Klinten utgörs av en långsträckt ränna som är ca 33 m som djupast, **Figur 17**. Botten består till huvuddel av sandiga, grusiga och stenigt bottenmaterial. I den centrala delen av Klinten har även finare sediment återfunnits på botten, vilket tyder på att ackumulationsförhållande råder på platsen.

Muddermassorna transporteras i täta pråmar till dumpningsområdet där det lossas genom bottentömning. Materialet placeras enligt en i förväg upprättad dumpningsplan, så att en jämn fördelning över hela området erhålls, se exempel i **Figur 18** och **Figur 19**. Vid dumpningen ligger pråmarna stilla för att minimera grumlingen. För varje dumpning redovisas vilken dumpningsyta det skett i (A_01, B_01, C_01 o.s.v. i exemplet i Figur 18). Resultatet kontrolleras regelbundet genom sjömätning för att möjliggöra justering av dumpningsmönstret och på så sätt erhålla ett bra slutresultat. Sjömätningens intervall fastställs i kontrollprogram.

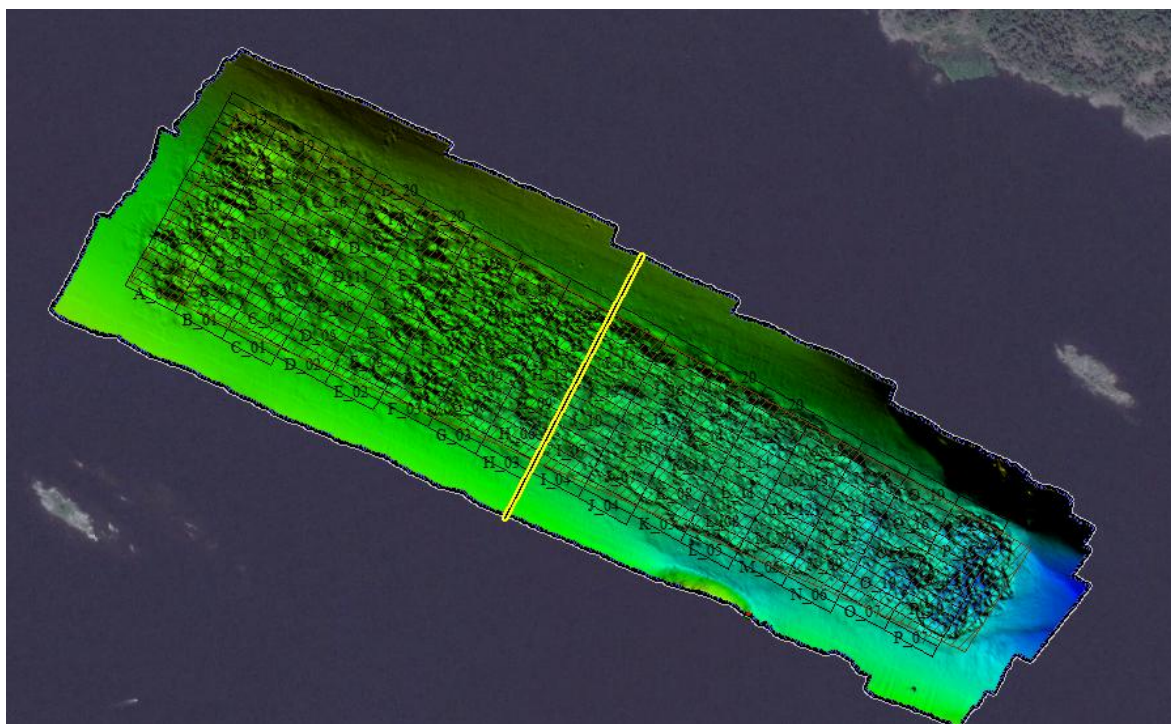
På dumpningsområdet kommer materialet att inta en något större volym jämfört med situationen innan muddring. Dock minskar materialvolymen något över tiden genom konsolidering samtidigt som underliggande botten sätter sig p.g.a. påförd last.

Sjöfartsverkets volym för dumpning till havs beräknas till ca 165 000 tfm³ om inget nyttiggörande eller utjämning sker. Dessa utgörs av ca 153 000 tfm³ friktionsmaterial, 8 800 tfm³ finkorniga sediment och 3 200 tfm³ berg. Om massor kan nyttjas inom ramen för Umeå Hamns delar av projektet och all planerad utjämning sker blir dumpningsvolymen ca 132 000 tfm³.

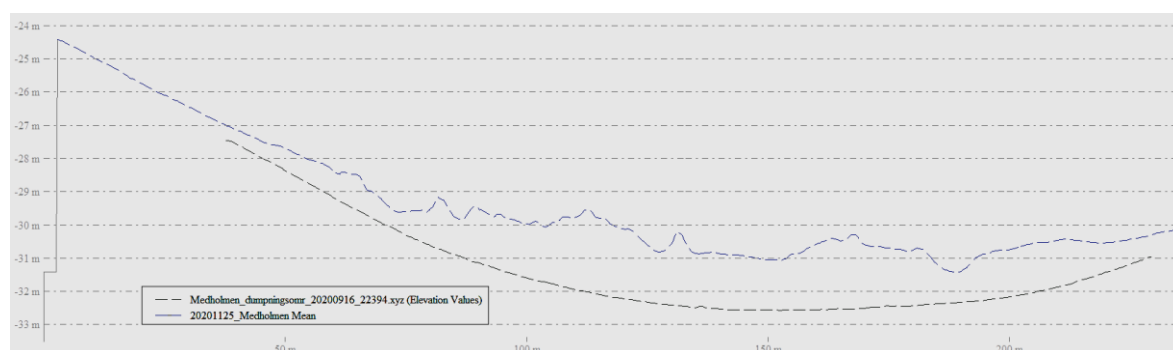


Figur 17. Dumpningsområde Klinten före dumpning.

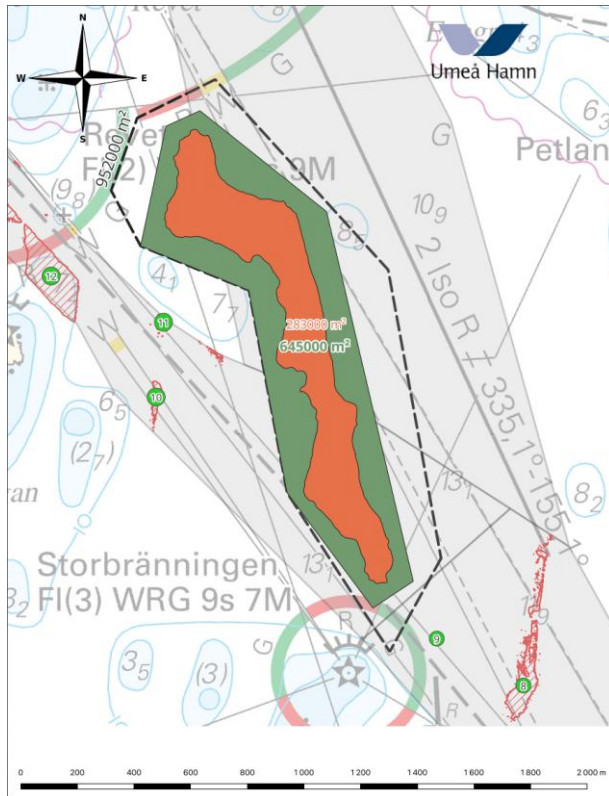
Även muddermassor som uppkommer inom Umeå Hamns åtgärdsområde i projektet avses dumpas i dumpningsområde Klinten. Maximalt blir dessa massor ca 277 000 tfm³, beroende på hur mycket som kan nyttiggöras. Den sammanlagda dumpningsvolymen (från Sjöfartsverkets och Umeå Hamns muddring) blir då högst ca 442 000 tfm³. Bottennivån inom dumpningsområdet efter denna dumpning, inklusive den volymökning som sker vid losstagnation (svällning), blir ca -26 m och utbredningen av de dumpade massorna ca 283 000 m², se **Figur 20**. Dumpning av massor upp till detta djup bedöms inte medföra att erosionsrisken förändras, då varken våggenererad ström eller havsströmmar är tillräckligt starka för att åstadkomma längre perioder med bottenskjuvspänning över det kritiska värdet för erosion av den typen av massor som dumpas.



Figur 18. Exempel på upprättad dumpningsplan från annat projekt och batymetri efter avslutad dumping.



Figur 19. Profil längs gula linjen i Figur 18 som visar resultatet efter dumpning. Grå linje är bottenprofil innan dumpning, mörkblå linje är bottenprofil efter dumpning.



Figur 20. Det planerade dumpningsområdet, Klinten, med utbredning av maximal dumpningsvolym (orange yta) för hela Farledsprojekt Umeå. Den gröna polygonen beskriver ansökt dumpningsområde (se bl.a. figur 6 och bilaga 2e) som är framtagen med en 50 m marginal till modellerad antagen volym. Den svarta streckade linjen beskriver ursprungligt utkast till dumpningsområde.

7 TIDPLAN

Genomförandetiden för planerade muddringsarbeten kan variera betydligt beroende på faktorer såsom antalet mudderverk, pråmar och övriga flytande arbetsplattformar som används, väder, samt de begränsningar som föreskrivs för genomförandet med hänsyn till enskilda och allmänna intressen.

Alla restriktioner under genomförandet innebär att genomförandeperioden förlängs. På grund av långa transportavstånd och höga etableringskostnader för framförallt mudderverk, är det viktigt att muddringen kan genomföras under en sammanhängande tidsperiod. Oftast är det mest fördelaktigt ur miljösynpunkt att begränsa den totala genomförandetiden.

Med utgångspunkt från scenariot att arbetet bedrivs dygnet runt 7 dagar/vecka, vilket ofta är fallet i denna typ av projekt, bedöms tiden för muddringen inom Sjöfartsverkets åtgärdsområden vara ca 3-4 månader. Tillsammans med Umeå Hamns planerade åtgärder, bedöms den totala tiden för muddringen i Farledsprojekt Umeå uppgå till ca 6-10 månader.

Utifrån denna tidsuppskattning kan det därmed finnas möjlighet att utföra arbetena under en isfri säsong (april-november), men vid sämre förhållanden och förutsättningar eller vid start senare på året, kommer det behövas ytterligare en säsong. Dessutom kommer troligen muddringsarbetet i Farledsprojekt Umeå av effektivitetsskäl att genomföras sammanhållet med de för Umeå Hamn redan tillståndsgivna muddringsarbetena i projektet Etapp 1 & 2. Även med de arbetena inkluderade bedöms det vara tillräckligt med två säsonger för genomförande.

För uppförande av den fasta utmärkningen bedöms tiden vara totalt 1-3 månader och är inte beroende av övriga arbeten.