

MALMPORTEN LULEÅ



TEKNISK BESKRIVNING

2015-10-16

Innehållsförteckning	sid
Inledning.....	2
1 Tekniska förutsättningar	3
1.1 Muddringsområden	3
1.2 Dumpningsområden	5
1.3 Volymer.....	6
2 Geologi/Geoteknik.....	6
3 Muddring - allmänt.....	8
4 Borrning/Sprängning	12
5 Omhändertagande av massor.....	12
5.1 Muddermassor utan särskilda restriktioner (M1)	12
5.2 Muddermassor som kräver särskild hantering (M2).....	13
6 Genomförande, metoder och tider.....	15
7 Erosionsskydd och slänter	16
8 Meteorologiska och hydrologiska förhållanden.....	17
8.1 Vindar/vattenstånd	17
8.2 Issituationen	17
9 Trafik i farleden	18
10 Ledningar.....	18
11 Höjd- och plansystem.....	21
12 Genomförandeplan.....	21
13 Farledsdesign/Farledsutmärkning.....	22

Inledning

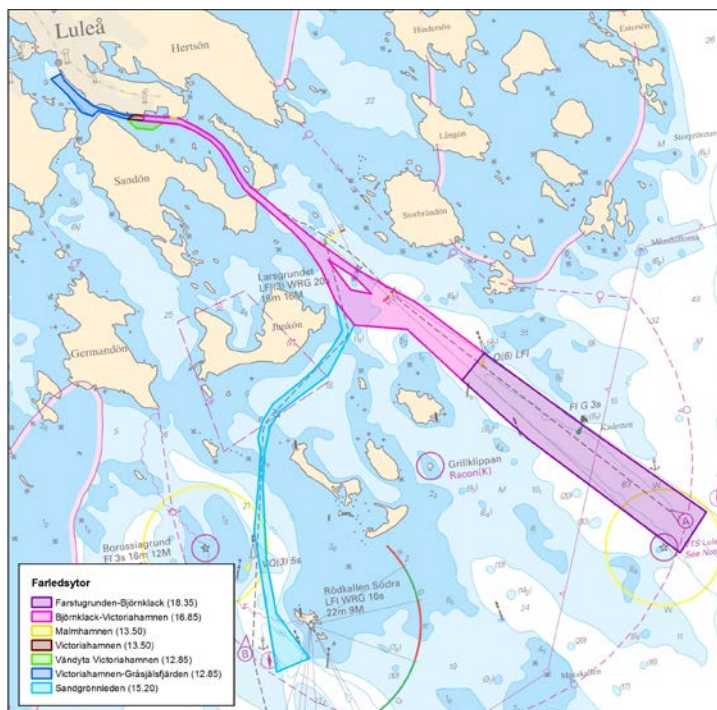
Denna tekniska beskrivning utgör underlag för prövningen av de anordningar och arbeten som ingår i projekt Malmporten.

Med anledning av ett utökat framtida transportbehov för svensk basindustri planerar Sjöfartsverket och Trafikverket tillsammans med Luleå Hamn AB att utföra kapacitets- och säkerhetshöjande förbättringar av farlederna till Luleå hamn. Sjöfartsverkets ansökan innefattar bland annat tillstånd till fördjupning och breddning av farlederna till Luleå hamn, förstärkt farledsutmärkning samt dispens från förbud mot dumpning av muddermassor till havs. Luleå Hamn AB ansöker om eget tillstånd för ombyggnationer och utökad hamnverksamhet.

Åtgärderna innebär en anpassning till Transportstyrelsens och internationella rekommendationer för sjösäkerhet (PIANC) samt farledsutmärkning (IALA).

PIANC's och Transportstyrelsens rekommendationer har till uppgift att, med utgångspunkt från fartygens storlek, farledens beskaffenhet och med hänsyn tagen till lokala förhållanden, ge riktvärden för bredd, djup och farledens linjedragning. Rekommendationerna skapar en god säkerhetsmarginal för det tonnage farleden konstrueras för. Efter preliminär design har farledens utformning och utmärkning verifierats genom testkörningar i simulator vid Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Denna simulering har skett utifrån ny maxstorlek för fartyg motsvarande 300 x 50 x 15,0 m.

Arbetena omfattar muddring motsvarande en volym av ca 22 miljoner tfm³ inkl. viss övermuddring. Av den totala volymen utgör ca 1 miljon tfm³ berg som måste lossgöras genom sprängning.



Figur 1 Aktuella farledsavschnitt med angivande av ramfritt djup, se även bilaga 1a

1 Tekniska förutsättningar

1.1 Muddringsområden

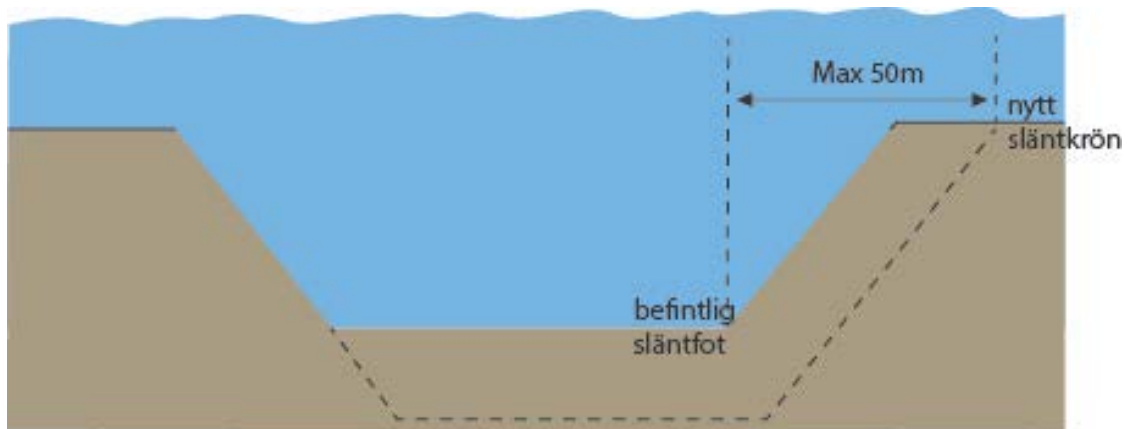
Områden för muddring utgörs av två farledsavsnitt:

- Från Björnklack in till Victoriahamnen – farled nr 763 (Sandöleden)
- Vinterleden sydväst om Sandgrönnorna till nordost Junkön – farled nr 764 (Sandgrönnleden)

Aktuella farledsavsnitt med angivande av ramfritt djup för respektive muddringsområde samt koordinater för muddringsområden framgår av bilaga 1a.

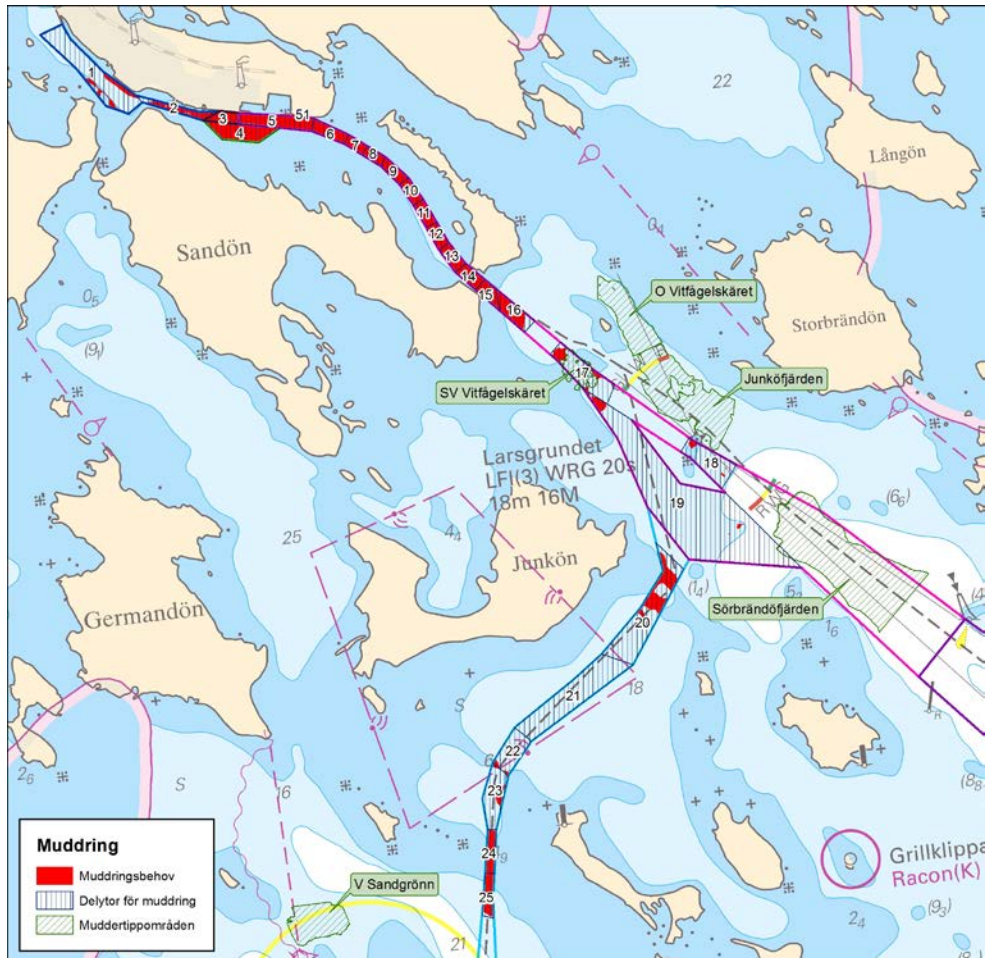
- Sandöleden muddras till ett ramfritt djup motsvarande -16,85 m, med undantag av vändbassäng utanför Malmhamnen som muddras till ett ramfritt djup om -12,85 m.
- Avsnittet Svartösundet-Gråsjälsfjärden muddras till ett ramfritt djup om -12,85 m.
- Hamnbassänger vid Victoriahamnen och Malmhamnen muddras till ett ramfritt djup om -13,50 m.
- Sandgrönnleden muddras till ett ramfritt djup om -15,20 m.

Utöver muddring inom angiven farledsyta krävs en marginal för uttag av slänter upp till ca 50 m utanför farledskant, se *Figur 2*.



Figur 2 Typsektion Farled

På kartan (*Figur 3*) visas på vilka ytor muddring kommer att ske och var muddermassor föreslås dumpas. Mudderområdena är indelade i delytor 1-25.



Figur 3 Karta masshantering, se även bilaga 1b

Område inom vilka sprängning blir aktuellt utgörs primärt av avsnittet mellan Malmhamnen och Krokabusgrundet/Altappen - Sandökurvan. Sprängning kan även komma att krävas på ett fåtal andra positioner.

Volymerna i respektive muddringsområde redovisas i tabell 1 och bilaga 1b.

Tabell 1 Beräkning av muddervolym

Id	Område	Mudderdjup	Volym (m³)	Area (m²)
3	Victoriahamnen	13,50	203 000	161 000
4	Vändyta Victoriahamnen	12,85	2 555 000	538 000
5	Djuphamn	16,85	2 562 000	504 000
51	Malmkajen	13,50	2 000	3 000
6	Sandöleden 1*	16,85	1 536 000	250 000
7	Sandöleden 2	16,85	814 000	131 000
8	Sandöleden 3	16,85	754 000	129 000
9	Sandöleden 4	16,85	910 000	173 000
10	Sandöleden 5	16,85	909 000	166 000
11	Sandöleden 6	16,85	886 000	173 000
12	Sandöleden 7	16,85	621 000	167 000
13	Sandöleden 8	16,85	927 000	199 000
14	Sandöleden 9*	16,85	965 000	206 000
15	Sandöleden 10*	16,85	913 000	168 000
16	Sandöleden 11*	16,85	834 000	280 000
17	Vitfågelskär*	16,85	220 000	119 000
18	Larsgrundet	16,85	59 000	32 000
19	Junkön	16,85	215 000	94 000
20	Sandgrönleden 1	15,20	753 000	398 000
21	Sandgrönleden 2	15,20	6	33
22	Sandgrönleden 3	15,20	58 000	25 000
23	Sandgrönleden 4	15,20	119 000	90 000
24	Sandgrönleden 5	15,20	958 000	226 000
25	Sandgrönleden 6	15,20	774 000	229 000
		Delsumma	18 547 006	4 461 033
1	Gräsäljfjärden*	12,85	395 000	174 000
2	Svartösundet*	12,85	368 000	244 000
		Delsumma	763 000	418 000
		Totalsumma	19 310 006	4 879 033

Beräknat på 2 meter medelgrid, inklusive släntvolym. Vertikal referensnivå, RH2000

*Större eller mindre områden, framför allt i slänterna, saknar djupdata.

1.2 Dumpningsområden

Muddermassorna kommer att placeras på angivna dumpningsområden till havs, vars lägen framgår av bilaga 1b. All bergsschakt kommer att omhändertas i Skvampen samt i spärrvall utanför Skvampen.

Sjöfartsverket har identifierat fem dumpningsområden som lämpliga i sammanhanget, bl.a. med hänsyn till bottenförhållanden, omgivande miljö, yrkesfiske och för att minimera transportsträckor från muddringsplats till dumpningsområde. Områdena utgörs av djupa områden som avses fyllas enligt tabell 2 nedan.

Tabell 2 Beräkning av volymer för dumpningsområden, se även bilaga 1b

Område	Nivå(m)	Volym (tfm ³)	Area (m ²)
O Vitfågelsskäret	20	9 288 000	1 097 000
Junköfjärden	25	7 681 000	2 288 000
SV Vitfågelsskäret	20	1 689 000	397 500
Sörbrändöfjärden	35	32 322 000	4 501 000
V Sandgrönn	15	2 501 000	992 000

Referensnivå RH2000

Den totala mängden muddermassor inklusive nödvändig s.k. övermuddring är ca 22 miljoner tfm³. Samtliga massor från bergsschakt, ca 1 miljon tfm³, placeras i spärrvall och Skvampen. Dumpningsområdenas sammanlagda tillgängliga volym har beräknats till ca 50 milj. tfm³. Överkapaciteten krävs för att anpassa dumpningen till t.ex. rådande väderförhållande och sedimentspridning.

1.3 Volymer

Beräknad muddringsvolym, baserat på nyligen utförd sjömätning, uppgår till ca 20 miljoner tfm³.

Övermuddring är den extra muddring som i praktiken alltid måste ske under ramfritt djup (= minsta djup) för att säkerställa nödvändig marginal. Normalt kan övermuddringen som ett genomsnitt uppgå till ca 0,4 m. Det innebär att inklusive övermuddring blir muddringsvolymen ca 22 miljoner tfm³.

Volymererna baseras på att dimensionerande djup har tagit hänsyn till landhöjning för 40 år.

2 Geologi/Geoteknik

Inom muddringsområdet har ett flertal grundundersökningar utförts:

Utförare	Undersökningsår
Orrje & Co	1959-1961 (ca 800 borrhöjningar)
Orrje & Co	1972-1976 (stålverk 80, ca 600 borrhöjningar)
Tyréns	2010 (113 borrhöjningar)
WSP	2014 (ca 30 borrhöjningar)
SWECO	2014 (seismisk undersökning)
WSP	2015 (56 borrhöjningar)

Baserat på undersökningar utförda t.o.m. år 2010 har etablerats en digital modell - Geo 2010 - som visar jordlagerföljder i varje punkt inom aktuellt område. Modellen kommer att kompletteras för att innehålla samtliga punkter utförda t.o.m. 2014.

Nedan följer en översiktlig geoteknisk beskrivning av jordlagerförhållanden i jordmassor för muddring av planerad farled. Beskrivningarna utgår från indelning inom delytor 1 till och med 25, enligt bilaga 1b.

Delyta 1

Muddermassor förekommer i kanterna av den planerade farleden från cirka W/5200 till W/4200 med olika jordlagerförhållanden längs respektive kant. Längs nordöstra kanten av farleden utgörs jordlagerföljden av morän överlagrat berg. Undersökningar indikerar att berg förekommer inom planerat muddringsdjup (nivå -12,85 m). Längs sydvästra kanten av farleden utgörs jordlagerföljden av isälvsediment av silt, sand och grus ned till muddringsnivån.

Delyta 2 och 3

Muddermassor förekommer främst längs kanterna av den planerade farleden. Sediment dominerar jordlagerföljden ned till muddringsnivån längs södra kanten. Längs norra kanten förekommer sediment med mindre mäktighet, omkring 1 - 2 m, vilka underlagras av morän ned till muddringsnivån som för delyta 2 och 3 är -12,85 m respektive -13,50 m.

Delyta 4 (vändbassäng)

Den naturliga jordlagerföljden för muddermassor utgörs av dyiga, siltiga eller sandiga sediment ner till muddringsnivå -12,85 m. Avsnitt av delyta 4 utgör ett dumpningsområde för tidigare muddringar, vilket innebär att jordlagerföljden kan variera. Inom dumpningsområdet förekommer block och sten i överytan alternativt någon meter ned i sedimenten.

Delyta 5 – 9

Inom delytorna 5 – 9 utgörs jordlagerföljden inom muddringsdjupet (nivå -16,85 m) av ett övre lager av sediment underlagrat av morän följt av berg. Sediment förekommer huvudsakligen längs kanterna av planerad farled, utanför befintliga farleden, med en mäktighet mellan 2 – 10 m. Muddermassor i befintlig farled utgörs av i huvudsak morän, med en mäktighet mellan 3 – 7 m. Berg förekommer vid djup 10 – 15 m under havsytan, främst längs nordöstra kanten av planerad farled i delyta 5 – 7. I södra kanten av delyta 6 och sydvästra kanten av delyta 8 förekommer berg vid 12 – 15 m under havsytan i planerad farled.

Delyta 10 – 16

Jordlagerföljden för muddermassor inom delytor 10 – 16 domineras av sediment av dy, lera, silt i delytor 10 – 12 och sediment av sand i delytor 13 – 16. Morän underlagrar sedimenten som i delar av området ligger inom muddringsdjupet. Längs nordöstra kanten av delyta 13 och 14 förekommer berg inom muddringsdjupet (nivå -16,85 m).

Delyta 17 (Vitfågelskär)

Muddermassor inom delyta 17 utgörs i övervägande del av sediment av sand ned till muddringsdjupet nivå -16,85 m.

Delyta 18 (Larsgrundet)

Jordlagerföljden för muddermassor i delyta 18 består av morän ned till muddringsdjupet (nivå - 16,85 m).

Delyta 19 (Junkön)

Muddermassor i nordvästra delen av delyta 19 utgörs jordlagerföljden av sediment ned till muddringsnivå -16,85 m. För övriga muddermassor inom delyta 19 består jordlagerföljden i övervägande del av morän.

Delyta 20 (Sandgrönleden 1)

Muddermassor i delyta 20 består av morän ned till muddringsnivån -15,20 m.

Delyta 21 (Sandgrönleden 2)

Inom delyta 21 är mängden muddermassor begränsade (muddringsnivå -15,20 m) och består av sediment av dy, silt eller lera.

Delyta 22 och 23 (Sandgrönleden 3 och 4)

Jordlagerföljden för muddermassor (muddringsnivå -15,20 m) inom delyta 22 och 23 består av isälvs sediment av sand och grus med en troligtvis relativt stor andel grus.

Delyta 24 och 25 (Sandgrönleden 5 och 6)

För delyta 24 och 25 består jordlagerföljden för muddringsmassor av morän överlagrat av ett tunnare lager (ca. 1 – 3 m) av sediment.

3 Muddring - allmänt

Det finns ett antal olika sätt för upptagning av muddermassor från havsbotten. Valet styrs av faktorer som aktuellt djup, typ av material, toleranskrav, spill etc.

Enskopeverk, se (Figur 4) , används huvudsakligen vid schakt av hårt material, dvs material med stort innehåll av sten/block, t.ex. morän, men kan även användas för andra typer av material. Enskopeverk är en större grävmaskin fast monterad på en pråm med stödben som ställs på botten. Mudderverket lastar materialet till botten tömmande pråmar som forslar materialet till dumpning.



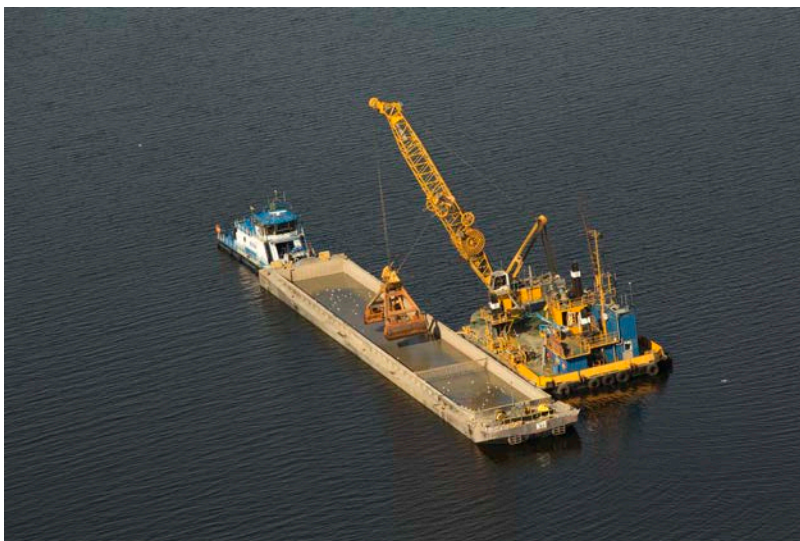
Figur 4 Enskopeverk

Trailer, TSHD (Trailing Suction Hopper Dredger) (Figur 5), används vid muddring av dy/silt/sand. Trailer, s.k. sugmudderverk, är ett fartyg som under sakta framfart lastar sig själv via ett till botten nersänkt rör med speciellt utformad sugfot. Denna typ av mudderverk har en hög kapacitet, ju större fartyg, desto större kapacitet. Muddermassorna samlas i fartyget, vilket innebär att muddringen avbryts vid full last. Fartyget går därefter till dumpningsområdet och tömning sker genom bottenluckor. Metoden förutsätter att en viss mängd vatten tillförs vid uppsugning till lastutrymmet. Till viss del kan detta vatten bräddas via utloppsrör genom fartygets botten beroende på vilka begränsningar som gäller för sedimentspridning. Metoden innebär också oftast att man måste komplettera med en utrustning med förmåga att jämna botten för att trailerns sugfot inte ska riskera hamna i tidigare bildade fåror och därmed ge en minskad produktivitet.



Figur 5 Trailer

I det fall beslut tas om att utföra muddring av förorenat ytsediment, s.k. miljömuddring, kan man använda sig av olika metoder. Det vanligaste är att man utrustar ett enskopeverk med en s.k. miljöskopa, (Figur 6), dvs en gripskopa som efterlämnar en horisontell botten och som sluter helt för att på så sätt föra med sig ett minimum av vatten utöver det som muddermassorna i sig själva innehåller. Den slutna skopan innebär vidare att partikelspridning till omgivande vatten minimeras. Muddermassorna lastas till en pråm för vidaretransport till slutligt omhändertagande.



Figur 6 Miljöskopa

Cutter, se (Figur 7), används vid muddring av dy/silk/sand, men kan även loss göra hårdare material, t.ex. kalksten eller motsvarande. Detta sker via ett monterat roterande skärhuvud med tänder i änden på ett sugrör. Cuttern förflyttar sig via två bakben och svänger sugröret i sidled med hjälp av två sidovajrar, fästa i ankare en bit från rännan. Materialet pumpas med tillskott av vatten via en till cuttern kopplad flytande

rörledning till valt dumpningsområde. Denna typ av mudderverk har den nackdelen att rörledningen kan ge svårigheter att i vissa lägen tillåta andra fartyg att passera.



Figur 7 Cutter

Paternosterverk, (*Figur 8*), kan användas vid muddring av hårt material, men kan också användas för andra typer av material. Ett Paternosterverk består av många mindre skopor monterade i en sluten kontinuerligt roterande kedja som samtidigt svänger i horisontalplanet över botten för inställt djup. Denna metod lämnar en jämn botten efter sig, men har nackdelar i form av att verket förflyttas via ett antal vajrar som kräver ett stort område, vilket innebär behov av extrainsatser när man arbetar inom farledsområdet. Vidare har den svårigheter att ta upp större block samt den nackdelen att den orsakar ett ganska störande ljud.



Figur 8 Paternosterverk

4 Borrning/Sprängning

Vid sprängning under vattenytan sker arbetet från en plattform, se (Figur 9), som i läge för borrning vilar stadigt mot botten via stödben i plattformens hörn. Plattformen är utrustad med borr-rigg och sprängmedel. Borrningen sker i ett mönster med hål- och radavstånd beräknade med hänsyn till styckefall, vibrationsgränser etc. Borrhålen laddas antingen med traditionellt patronerat sprängmedel eller numera oftast med flytande sådant.

Före sprängning av varje salva säkerställs att obehöriga (båtar, dykare, badande) inte uppehåller sig inom gällande säkerhetsavstånd. Före sprängning används akustiska signaler för att skrämja bort fisk från arbetsområdet.



Figur 9 Undervattenssprängning med borrarplattform

Innan sprängningsarbete kan inledas utförs alltid en riskanalys. Denna definierar det område inom vilket byggnader och anläggningar (t.ex. brunnar, avsaltningsanläggningar, transformatorer) beräknas utsättas för vibrationer. Gränsvärden beräknas för de olika objekten. Vibrationsmätare monteras på lämpligt valda objekt för kontroll av att gränsvärdena innehålls.

5 Omhändertagande av massor

5.1 Muddermassor utan särskilda restriktioner (M1)

Muddermassor av kategori M1 är massor som kan dumpas i föreslagna dumpningsområden utan särskilda restriktioner. Massor i kategori M1 uppvisar koncentrationer av metaller, PAH-11 och PCB-7 i klass 1-4 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav (NV, rapport 4914). För TBT är motsvarande koncentration lägre än 100 µg/kg ts. Masshanteringen och beskrivning av M1-massor finns utförligare beskrivet i miljökonsekvensbeskrivningen och dess bilaga 2n.

Materialet transporteras i trailer (endast dy/silt/sand) alternativt i täta pråmar till närmast belägna dumpningsområde där det lossas genom botten tömning. För att minimera sedimentspridning kommer krav ställas på entreprenören att pråmen ligger stilla vid dumpning.

Materialet placeras enligt i förväg upprättad dumpningsplan, vilken baseras på dumpning upp till nivåer enligt tabell (se kapitel 1.2 *Tabell 2*) med en jämn utbredning av slutlig bottenkonfiguration. Resultatet kontrolleras regelbundet för att möjliggöra justering av dumpningsmönstret och på så sätt erhålla ett bra slutresultat.

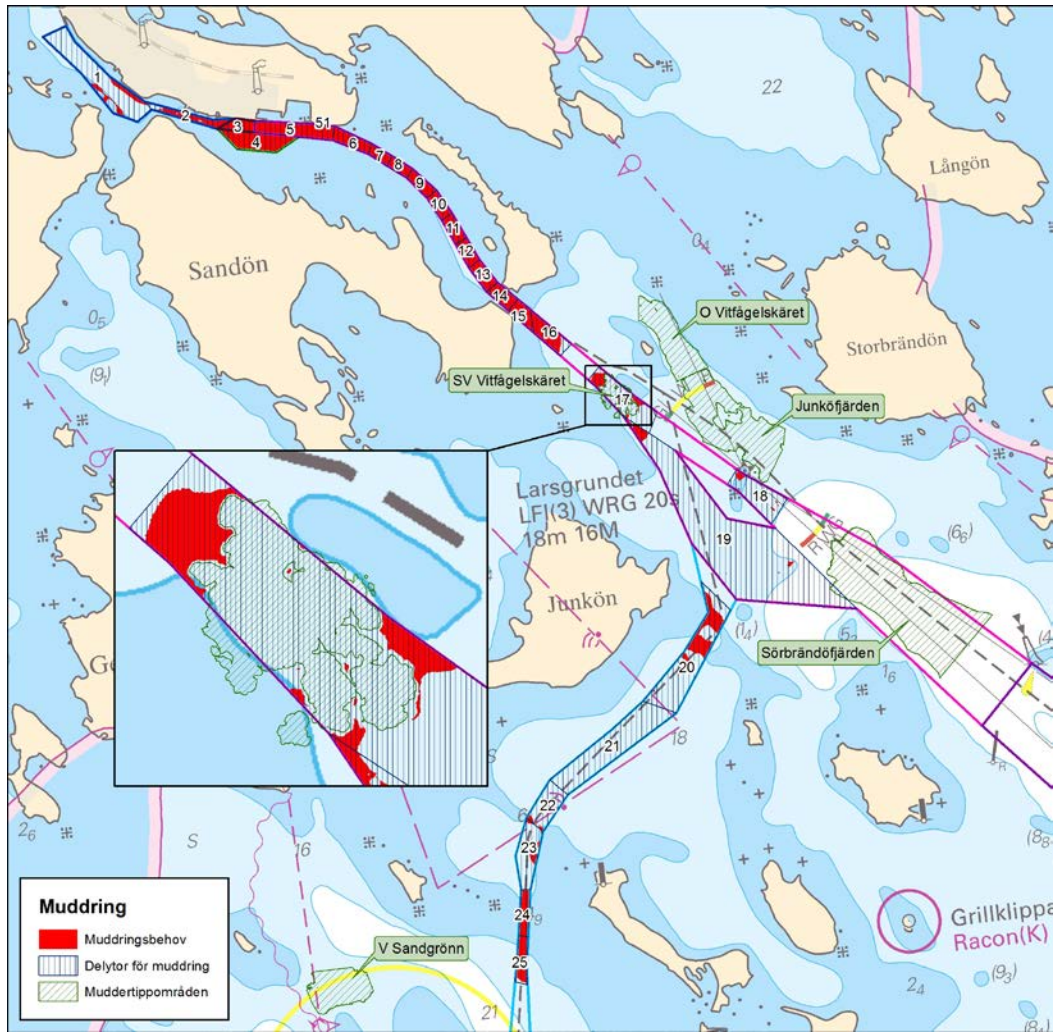
På dumpningsområdet kommer materialet att inta en något större volym jämfört med situationen innan muddring. Dock minskar materialvolymen något över tiden samtidigt som underliggande botten sätter sig i varierande grad p.g.a. påförd last.

Alla massor från bergschakt kommer att transporteras till och placeras inom spärrvall för ny kaj samt i Skvampen. (Se Luleå Hamns ansökan om tillstånd för anläggande och drift av ny djuphamn mm).

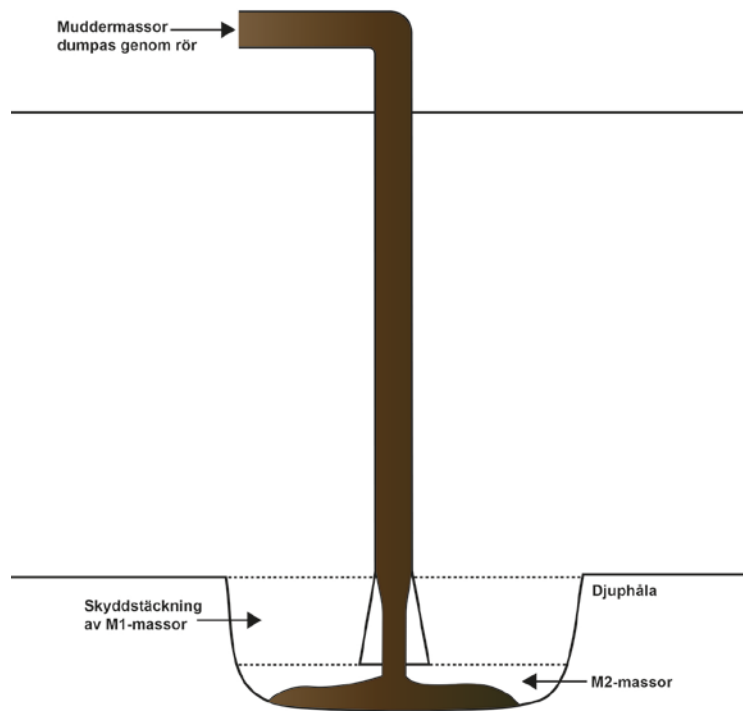
5.2 Muddermassor som kräver särskild hantering (M2)

Muddermassor av kategori M2 är massor som till följd av sitt föroreningsinnehåll kräver särskild hantering. I kategori M2 uppträder minst en av följande föroreningar i klass 5 (enligt Naturvårdsverket rapport 4914): metaller, PAH-11 eller PCB-7. Massor där koncentrationen av TBT överstiger 100 µg/kg ts tillhör också kategori M2. Masshanteringen och beskrivning av M2-massor finns utförligare beskrivet i miljökonsekvensbeskrivningen och dess bilagor 2n och 2o.

För att i möjligaste mån undvika spridning av föroreningar kommer M2-massorna att tas upp genom så kallad miljömuddring, se kap 4. Muddring - allmänt. M2-massorna kommer att omhändertags särskilt genom dumpning i det före detta sandtaget vid SV Vitfågelskär (s.k. djuphålan), se (*Figur 10*). Massorna kommer sedan att täckas med ca tre meter M1-massor. För att inte sprida eventuella föroreningar kommer dumpning att ske via rör eller liknande metod ner till bottennivån med syfte att omhänderta massorna i syrefria förhållanden (*Figur 11*). På så sätt minskas exponeringen i vattenkolumnen vid dumpningstillfället. Metoden är beprövad internationellt och beskrivs i bilaga 2o till miljökonsekvensbeskrivningen.



Figur 10 Djuphålan SV Vitfågelskäret.



Figur 11 M2-massorna dumpas genom rör för att minimera kontakten med vattenpelaren och på så sätt minimera spridning av sediment. Rörets diameter utökas nedtill, vilket medför att massornas hastighet bromsas när de ska lämna röret. M2 massorna ska skyddstäckas efter dumpning med ca 3 meter M1-massor. Den avgränsade djuphålan är särskilt lämpad för åtgärden.

6 Genomförande, metoder och tider

Arbetsmetod väljs efter det att utredningar klarlagt vilken påverkan projektet har på naturmiljö och människors hälsa som ligger till grund för villkoren i miljödomen. Vid upphandling av entreprenör/er ställs kraven utifrån miljödomens villkor. Normalt styr entreprenören själv det tekniska utförandet för att kunna genomföra arbetena på ett sätt som innebär att krav i anbudsfrågan, miljötillstånd och kontrollprogram ska kunna tillgodoses.

Muddringsarbeten som sker inom ramen för det planerade projektet kommer troligen att innebära schakt av morän med stort enskopeverk. Utifrån utförda provschakter i det aktuella projektet bedöms det vara möjligt att schakta moränmaterialet med stort enskopeverk utan att först behöva spränga. Större block än 5-6 m³ kommer dock att behöva sprängas.

Muddring av dy/silt/sand kommer rimligen att ske med trailer eller en kombination av enskopeverk och trailer. Provgrävning har genomförts för att öka kunskapen om muddringskapacitet, sedimentspridning och buller.

M2-massor, se beskrivning under 5.2, kan tas omhand genom användande av miljöskopa eller likvärdig metod.

Genomförandetiden för ett projekt av denna storlek kan variera betydligt beroende på externa faktorer, såsom väderförhållanden och tillgången till lämplig utrustning, samt de begränsningar som föreskrivs för genomförandet med hänsyn till enskilda och allmänna intressen. Under produktionen arbetar flera mudderverk parallellt i olika delområden. Det är entreprenören som ansvarar för att optimera produktionen utifrån de villkor som mark- och miljödomstolen ger.

Ur miljösynpunkt är det generellt fördelaktigt att begränsa den totala genomförandetiden för projektet. Vissa restriktioner under genomförandet, t ex för att minska ljudnivåer nattetid kan dock vara lämpligt för att tillgodose enskilda intressen. Restriktioner kan också behövas under vissa tidsperioder för hänsyn till djurlivet i känsliga naturområden. Sådana restriktioner innebär emellertid en risk för att genomförandeperioden förlängs.

Med utgångspunkt från scenariot att arbetet bedrivs 7 dgr/vecka dygnet runt, vilket är nödvändigt i större projekt, görs följande uppskattning av arbetskapaciteten:

Enskopeverk modell större, dy/silt/sand	70 000 m ³ /vecka
Enskopeverk modell större, morän	40 000 m ³ /vecka
Enskopeverk modell större, miljömuddring	20 000 m ³ /vecka
Sugmudderverk, TSHD, lera	250 000 m ³ /vecka

Vid beräkning av kapaciteten har hänsyn tagits till avståndet till aktuellt dumpningsområde. Vidare har i beräkningen förutsatts att man inte är begränsad i något hänseende, t.ex. av bullerrestriktioner.

I detta projekt beräknas utförandetiden uppgå till tre-fyra år, med arbeten under hela den isfria perioden under året. Normalt sett ligger isen inom arbetsområdet under perioden mitten av november till mitten av maj, se även 8.2. Med tanke på en tid omfattande tre-fyra säsonger så är det viktigt att kunna arbeta dygnet runt sju dagar/vecka utan något uppehåll under isfria perioden.

7 Erosionsskydd och slänter

I Klubbnäsgenomgången anpassas befintliga erosionsskydd till nytt farledsdjup.

Slänter kommer att sträcka sig upp till 50 m utanför farledskanter i varierande utsträckning beroende på olika förekommande material. I friktionsmaterial såsom dy/silt/sand har beräknats en lutning av 1:3 och i morän en lutning av 1:1. Farledskant där berg förekommer kan tillåtas stå vertikalt.

8 Meteorologiska och hydrologiska förhållanden

8.1 Vindar/vattenstånd

Merparten av arbetsområdet ligger relativt skyddat och därmed har inte faktorer såsom vågor, vind och strömmar någon inverkan på genomförandet av projektet, annat än vid enstaka tillfällen.

De förhållandevis stora volymerna och förekomst av hård morän i stor omfattning satt i relation till tillgänglig tid kommer att kräva insats av stor och robust utrustning som endast i liten omfattning kommer att besväras av rådande väder- och våg/strömförhållanden.

Medelvattenytan år 2015 för Strömören ligger på +0,059 m i höjdsystem RH2000.

SMHI har utfört beräkningar av vattenstånd i Luleå Södra hamn i nuvarande klimat (år 2013) och för framtidens klimat (år 2100). Beräkningarna är representativa för vattenstånden i Sandöfjärden vid Skvampens planerade djuphamn enligt *Tabell 3*.

Tabell 3 Hög-, låg- och medelvattenstånd

	ÅR 2013		ÅR 2100
	cm rel MW	cm rel RH2000	cm rel RH2000
Högsta högvattennivå	165	174	187
Medel högvattennivå	104	113	126
Lägsta högvattennivå	37	46	60
Medel vattennivå	0	9	23
Högsta lågvattennivå	-24	-15	-2
Medel lågvattennivå	-76	-67	-54
Lägsta lågvattennivå	-128	-119	-106

8.2 Issituationen

Under en normalvinter kan man räkna med isläggning i perioden november till maj. Avvikelser i båda riktningarna kan dock förekomma. Från statistik avseende isförhållanden i Bottenviken över åren 1961-1990 noteras:

mediandatum för isläggning	30 nov
mediandatum för islossning	10 maj

9 Trafik i farleden

Trafiken i dagens farled in till Luleå hamn uppgår till ca 600 anlöp per år. Snittvärdet över åren 2006 – 2013 är 614 st.

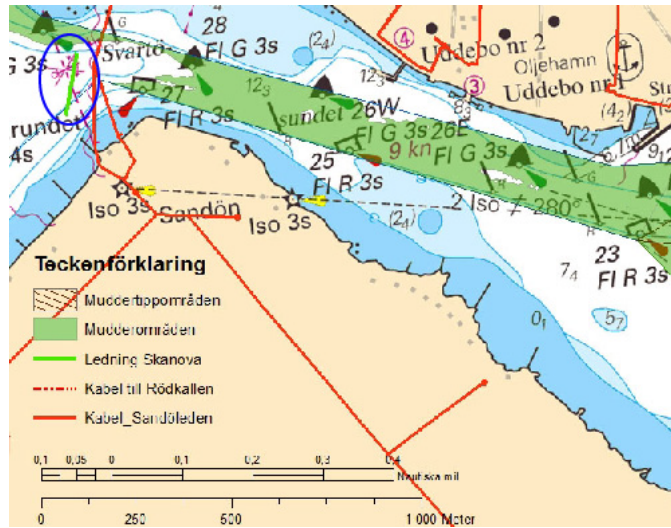
I riskanalys (FSA) för anläggningsskedet, bilaga 2m, har framkommit behov av följande åtgärder beträffande trafiken.

- Etablering av kommunikation mellan berörda parter (fartygsenheter, lotsområde, Luleå Hamn AB mfl) för att förebygga att planerade arbeten inte stör ordinarie trafik annat än i marginell omfattning.
- Förse samtliga arbetsenheter med AIS (Automatic Information System), vilket gör att yrkestrafiken får information om deras position och rörelser. Även VTS:en (Vessel Traffic System) erhåller på så sätt information om den totala trafiksituationen.
- Utmärkning av arbetsområdena samt kommunikation med sjöfartsnäringsen via UFS (publikationen Underrättelse för sjöfarande) under de perioder av muddringsarbetena där behov finns.
- Krav ställs i anbudsförfrågan för att förebygga att planerade arbeten inte stör ordinarie trafik annat än i marginell omfattning.

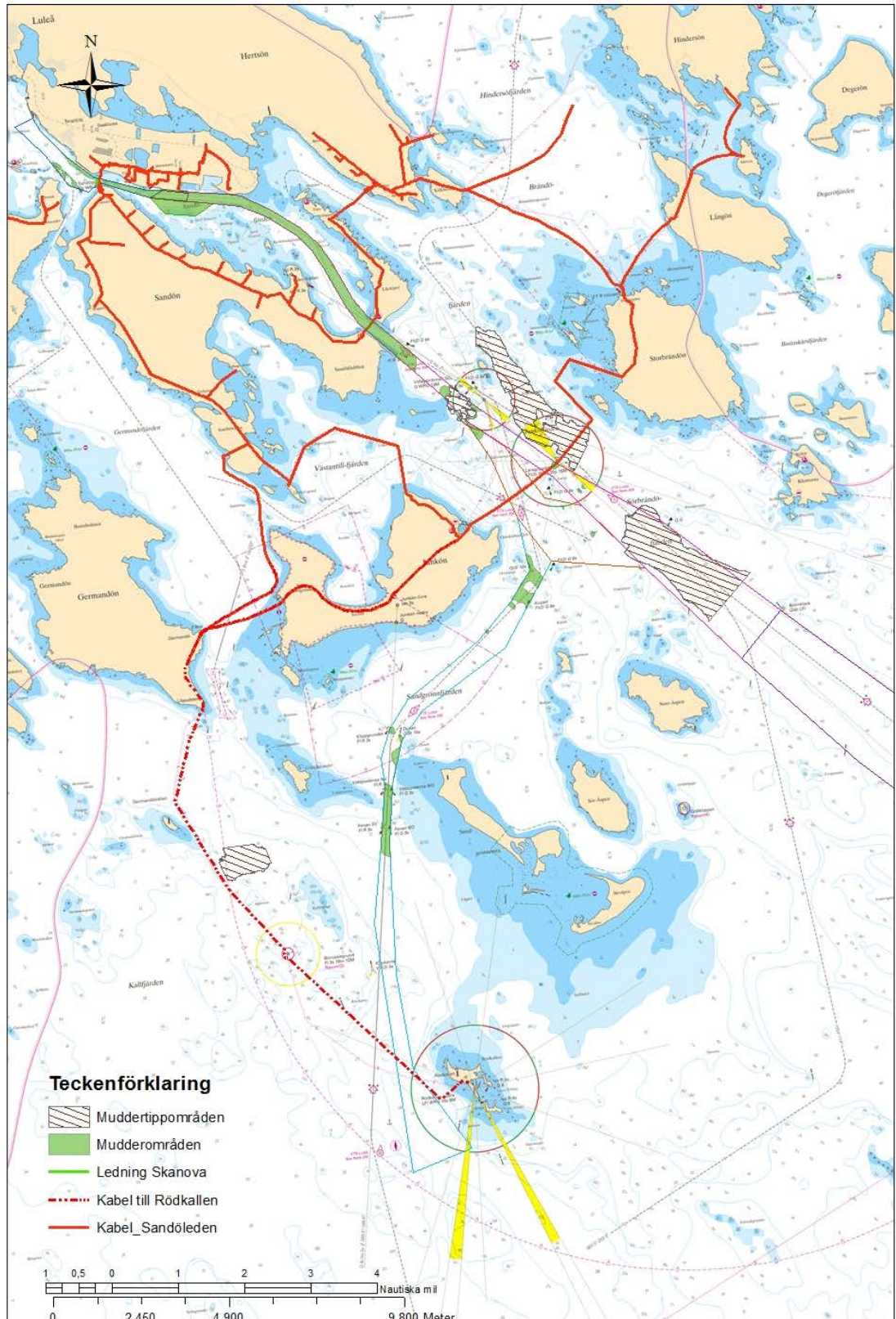
10 Ledningar

Ledningar berörs vid tre platser av projektet, se (*Figur 13*). Framför allt är det Luleå Energi AB:s matarledning till fastigheter på Sandön, men även ledningar som försörjer Sjöfartverkets egna anläggningar som berörs. I (*Figur 12*) visas även TeliaSonera Skanova Access AB:s ledning inne vid Svartösundet. Efter kontakter med bolaget har Sjöfartsverket fått uppgift om att deras ledning har tagits ur drift.

Inför anläggningsskedet av projektet kommer ledningarna att närmare lokaliseras och mätas in av ledningsägare och Sjöfartsverket. Ledningarna kommer att flyttas alternativt läggas om innan muddringen påbörjas i respektive område.



Figur 12 Skanovas ledning, makerad med blå elips, har tagits ur drift.



Figur 13 Ledningar

11 Höjd- och plansystem

Det plan från vilket föreskrivet djup relateras till utgörs av nollplanet i höjdsystemet RH 2000. Denna nivå ligger 6 cm under MVY 2015.

Som plansystem används SWEREF99 TM.

Som huvudfix för verksamheten föreslås Sjöfartsverkets mätspik nr 100, med höjdläge +0,059 RH 2000, belägen i närheten av den automatiska pegeln vid Luleå lotsstation på Strömören. Läget av den föreslagna fixpunkten framgår av Bilaga 1c och 1d.

Sökanden föreslår att ovan nämnd mätspik också används för kalibrering av den pegel som kontinuerligt registrerar vattenvariationerna i havet

12 Genomförandeplan

Innan arbetena med muddring/sprängning och dumpning inleds upprättas en s.k. genomförandeplan. Denna tas fram i samråd mellan beställare och entreprenör och utgör en enkel sammanställning över aktiviteterna inom de olika delområdena tillsammans med tidsaspekter och gällande restriktioner. Genomförandeplanen tar också hänsyn till de villkor som fastställts i miljötillståndet för verksamheten.

Nedan visas ett exempel på hur en sådan plan kan se ut:

Tabell 4 Exempel på hur en genomförandeplan kan se ut

Plats	Arbetstid	Utrustning	Restriktioner
Vändbassäng	00.00-24.00	Enskopeverk Trailer	Se nedan
Sandöleden	00.00-24.00	Enskopeverk Trailer	Se nedan
Sandgrönleden	00.00-24.00	Enskopeverk Trailer	Se nedan
Sandökurvan	00.00 - 24.00	Borrplattform	Se nedan

Beträffande restriktioner kan detta röra sig om villkor för sedimentspridning, buller, vibrationer etc. Vidare kan de innehålla särskilda regler för samröre med ordinarie trafik eller t.ex. hänsyn till arbeten med nya fyror eller anvisningar om tidsmässiga restriktioner för specifika delar av området.

13 Farledsdesign/Farledsutmärkning

Framtagande av farledens design har arbetats fram genom nautiska överväganden. Farledens utmärkning kommer att anpassas till rännans förändrade bredd, sträckning och förbättrade säkerhetsförhållanden.

Åtgärderna innebär en anpassning till Transportstyrelsens och internationella rekommendationer för sjösäkerhet (PIANC) samt farledsutmärkning (IALA).

PIANC's och Transportstyrelsens rekommendationer har till uppgift att, med utgångspunkt från fartygens storlek, farledens beskaffenhet och med hänsyn tagen till lokala förhållanden, ge riktvärden för bredd, djup och farledens linjedragning. Rekommendationerna skapar en god säkerhetsmarginal för det tonnage farleden konstrueras för. Efter preliminär design har farledens utformning och utmärkning verifierats genom testkörningar i simulator vid Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Denna simulering har skett utifrån ny maxstorlek för fartyg motsvarande 300 x 50 x 15,0 m.

I bilaga 1f redovisas de åtgärder avseende utmärkning som föreslås i projektet. Sammanfattningsvis kan noteras att det utöver viss flytande utmärkning, kommer att anläggas 18 nya fasta utmärkningar, se kartan i bilaga 1e. 12 befintliga fasta utmärkningar blir överflödiga och kommer därför att avlägsnas. Dessutom kommer ett antal utmärkningar att byggas om. Ombyggnation kan t ex innebära omsektorering av fyrens ljus eller ombyggnad för att uppnå en ökad byggnadshöjd. Lägen för nya fyrar samt angivelse av vilka befintliga fyrar som ska rivas framgår av bifogad karta, bilaga 1e. Nedan preciseras antal fast utmärkning som byggs, rivs eller kräver större ombyggnad i vatten eller i vattenområde.

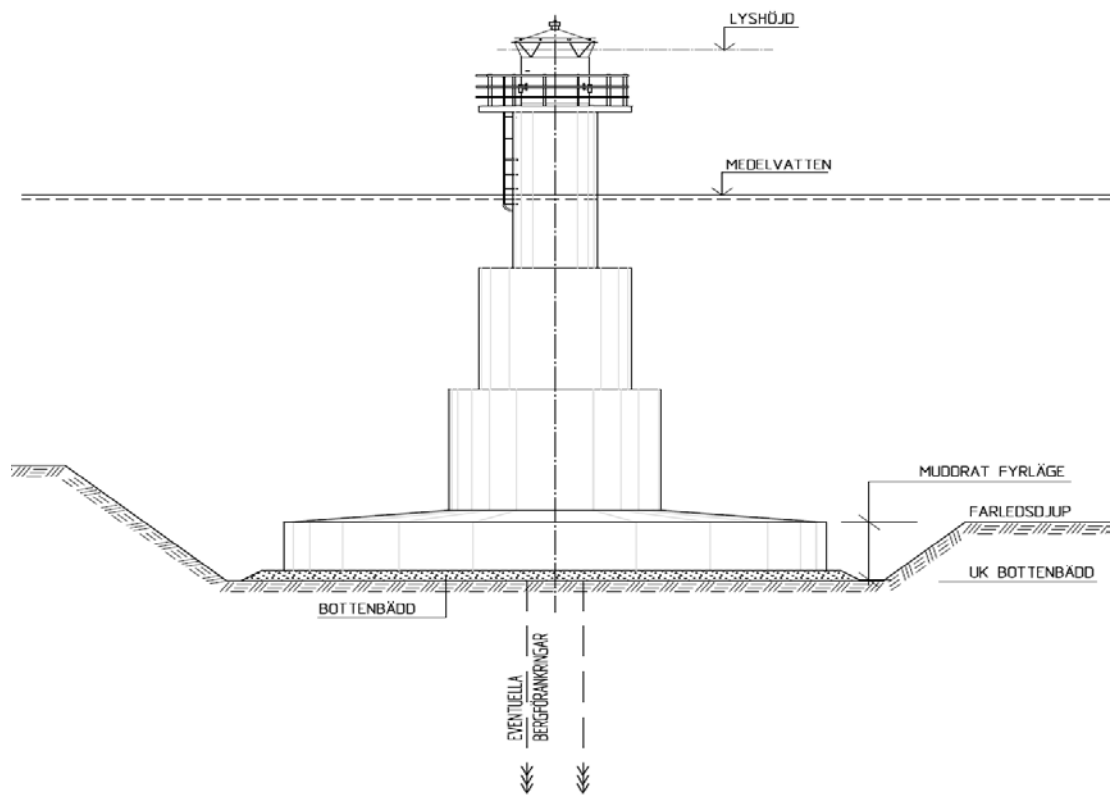
Tabell 5 Förslag fast utmärkning i projektet.

Fast utmärkning	Totalt antal	I vatten	På land ¹	På land, inom vattenområde ²
Nya	18	11	7	2 (F53, F62)
Rivs	12	6	6	1 (X7)
Större ombyggnad	6	1	5	1 (F4)

¹ Inom strandskyddsområde

² Definition av vattenområde enligt 11:2 MB

De nya fasta fyrarna kommer att placeras på en nivå som säkerställer grundläggningen med hänsyn till landhöjningen. De kommer att uppföras i betong och/eller stål med en prefabrikation i så stor grad som möjligt, exempelvis enligt *Figur 14*.



Figur 14 Principskiss bottenfast fyr