

Farledsprojekt KARSLKRONA



TEKNISK BESKRIVNING

2026-06-25

© Sjöfartsverket
Infrastrukturavdelningen

Upprättad av: Jan Henriksson, Infrastrukturavdelningen
Granskad av: Projektgruppen
Dokumentdatum: 2026-06-25

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	6
2	OMFATTNING	8
2.1	Farledens design	8
2.2	Åtgärder	8
3	FÖRUTSÄTTNINGAR	10
3.1	Geodetiska referenssystem	10
3.2	Geologiska förhållanden	10
3.3	Föroreningsituation	10
3.4	Meteorologiska och hydrologiska förhållanden	11
3.4.1	Vindförhållanden.....	11
3.4.2	Karakteristiska vattenstånd	12
3.4.3	Isförhållanden	13
3.5	Trafik i farleden	13
3.6	Ledningar	14
4	PLANERADE ÅTGÄRDER	15
4.1	Muddring	15
4.1.1	Volymer	16
4.2	Omändertagande av massor	16
4.2.1	Dumpningsområde	16
4.3	Farledsutmärkning	17
5	GENOMFÖRANDE – METODER OCH TIDER.....	19
5.1	Muddring och dumpning	19
5.1.1	Muddring av lösa massor	19
5.1.2	Muddring av berg.....	21
5.1.3	Kapaciteter och tider för muddring	23
5.1.4	Trafik i farleden.....	23
5.2	Farledsutmärkning	24

Bilagor:

- Bilaga 2a Åtgärdsöversikt – plankarta över planerade åtgärder
- Bilaga 2b Simuleringsrapport Karlskrona farled, Sjöfartsverket 2023
- Bilaga 2c Markteknisk undersökningsrapport (MUR), WSP 2019
- Bilaga 2d Plankarta, muddrings- och arbetsområden (2 delkartor)
- Bilaga 2e Plankarta, dumpningsområde
- Bilaga 2f Plankarta, fast utmärkning

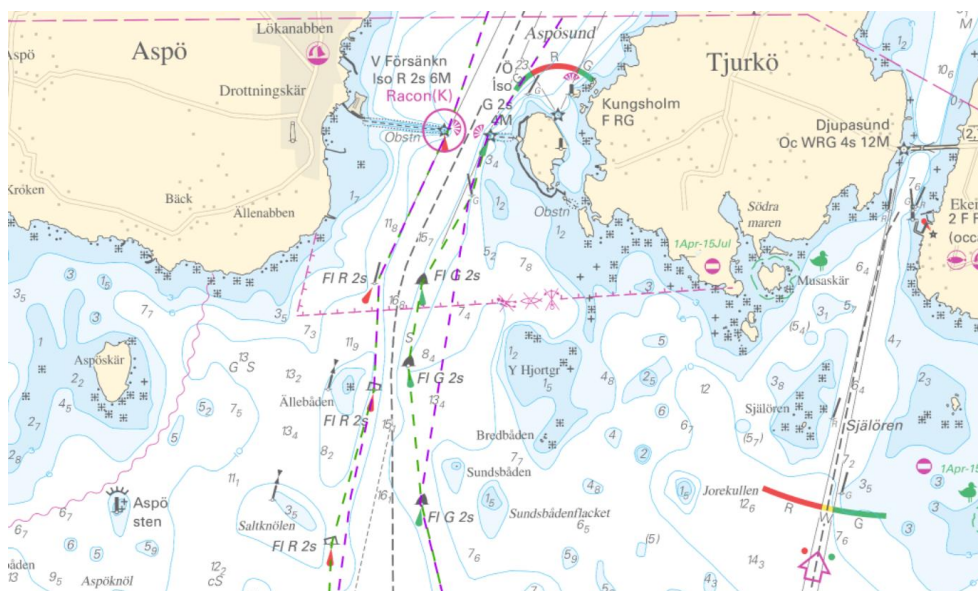
Definitioner

Farledsyta	Den navigerbara ytan mellan avgränsningarna i farleden inom vilken ett angivet minsta djup säkerställts.
Maximalt djupgående	Det största djupgående som ett fartyg kan ha vid medelvattenstånd för att kunna framföras i farleden.
Minsta djup	Minsta avstånd mellan vald referensnivå och botten. Referensnivå i detta projekt är 0-nivån i RH2000.
Pallhöjd	Vid bergsprängning den vertikala höjden (maktigheten) på det som ska sprängas.
Ramfri nivå	Nivå verifierad genom s.k. klarramning, d.v.s. ramning utan stötar (se Ramning nedan). Tillämpas för att säkerställa minsta djup.
Ramning	Utförs genom att en stålbalk sänks ner i vattnet från ett fartyg till en viss nivå och förs fram över botten. Om balken tar i botten, s.k. stöt, erhålls bottennivån i just den punkten.
Styckefall	Storlek på fragment av lossprängt berg (sprängsten).
tfm³	Teoretiskt fast volym (m ³); teoretiskt beräknad mängd av massor före losstagning, d.v.s. fast mått, utan svällning.
UKC	Under Keel Clearance. Avståndet mellan fartygets köl och botten. Rekommenderat UKC varierar beroende på lokala förhållanden utmed vattenvägen.
Övermuddring	Den extra muddring (marginal) som i praktiken alltid måste ske under ramfri nivå för att säkerställa att önskat minsta djup uppnås.

1 Inledning

Farledsprojekt Karlskrona syftar främst till att förbättra sjösäkerheten i den allmänna farleden 271 till Karlskrona hamn. Farleden uppfyller i dagsläget inte kraven enligt gällande säkerhetsrekommendationer och behoven av säkerhetshöjande åtgärder ökar i takt med allt större fartygsstorlekar och ökande tidtabellsbunden färjetrafik som trafikerar farleden.

Projektet innefattar åtgärder för att bredda farleden i ett område söder om sundet Aspösund mellan Aspö och Tjurkö (även kallad Försänkningen), se Figur 1, samt förstärkning av farledsutmärkningen i anslutning till området. Förutom att farledsbredden i stort sett fördubblas, medför åtgärderna även att farleden blir rakare i detta farledsavsnitt, vilket sammantaget ökar säkerhetsmarginalerna markant. Åtgärderna medger också större möjligheter för fartyg att mötas i farleden, vilket även ger en positiv påverkan på tillgängligheten.



Figur 1. Dagens farledsbredd (grön streckad linje) jämfört med planerad (lila streckad linje).

Åtgärderna baseras på den åtgärdsvalsstudie som tagits fram av Trafikverket tillsammans med Sjöfartsverket (TRV 2016/69664). De följer även Transportstyrelsens och internationella organs rekommendationer för sjösäkerhet

och dimensionering av farleder (PIANC¹) samt för utformning av farledsutmärkning (IALA²).

Denna tekniska beskrivning (TB) syftar till att beskriva de anordningar och arbeten som ingår i ansökan om tillstånd för vattenverksamhet för farledsprojekt Karlskrona och utgör därmed underlag för ansökans prövning i mark- och miljödomstolen.

¹ Global organisation för vattenburen infrastruktur. Organisationen är den ledande partnern för statlig och privat sektor när det gäller design, utveckling och underhåll av hamnar, vattenvägar och kustområden.

² International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities

2 Omfattning

Farledsprojekt Karlskrona omfattar åtgärder för att bredda och samtidigt räta ut farleden in till Karlskrona, för att uppnå satta säkerhets- och tillgänglighetsmål. Maximalt djupgående i farleden kommer inte att förändras från dagens 10,0 m men för att uppnå rekommenderade marginaler (UKC) krävs att ett minsta djup om 12,0 m säkerställs inom huvuddelen av den definierade farledsytan samt 12,5 m i den yttre delen.

Farledsutmärkningen behöver anpassas, dels efter de förändringar i farledens utformning och utbredning som görs, men framför allt för att bidra till att den säkerhetsförbättring som eftersträvas.

2.1 Farledens design

Framtagande av farledens sträckning och utformning – dess design – har gjorts genom nautiska överväganden, med stöd av Transportstyrelsens och internationella organs rekommendationer för sjösäkerhet och farledsutmärkning. Dessa 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 samt dess utmärkning. Rekommendationerna syftar till att skapa en god säkerhetsmarginal för den fartygstrafik farleden konstrueras för.

Efter framtagande av en preliminär design har farledens utformning och utmärkning verifierats genom testkörningar i simulator vid Sjöfartsverkets simulatorcenter i Göteborg, se bilaga 2b. Vid denna simulering användes ett RoPax-fartyg med 240 m längd och 6,3 m djupgående samt ett kryssningsfartyg med 253 m längd och 7,4 m djupgående, fartyg som är representativa för dagens trafik i leden.

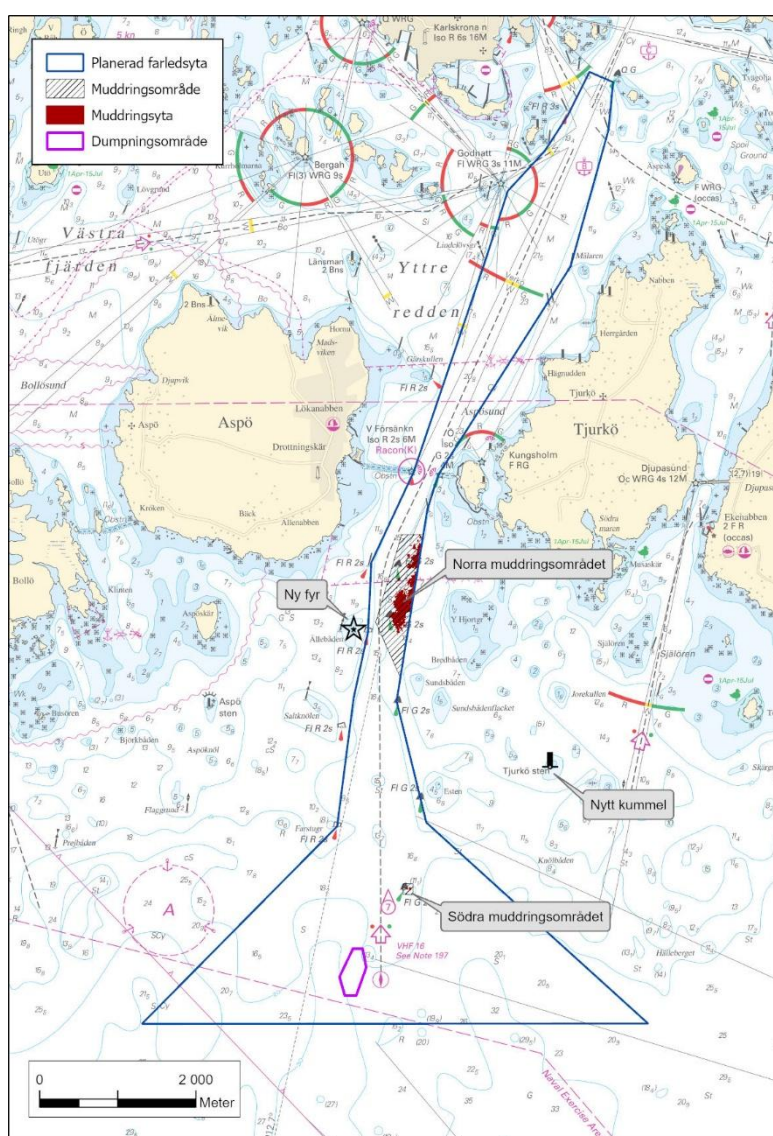
Inseglingen till Karlskrona i dagens farled sker genom en gir där farleden samtidigt är relativt smal. Den nya farledsdesignen innebär att farleden i detta avsnitt görs rakare och i stort sett dubbelt så bred, vilket ökar säkerheten och ger större möjligheter för fartyg att mötas i farleden.

2.2 Åtgärder

För att uppnå minsta djup enligt farledsdesignen krävs muddring, men endast i de delar där farledsytan förändras eftersom det maximala djupgåendet bibehålls. Huvuddelen av muddringen sker i det område där farleden breddas, d.v.s. öster om nuvarande farled, strax söder om sundet mellan Aspö och Tjurkö (se Figur 1). Ett mindre grundområde i den yttre delen av farleden, som idag märks ut med en boj, muddras också bort. Muddringsområdena framgår av Figur 2. Den sammanlagda muddringsvolymen är ca 50 000 tfm³ ner till ramfri nivå.

Muddermassorna avses i huvudsak att dumpas inom ett område till havs, som efter utvärdering anses lämpligt för ändamålet, se Figur 2.

Vad gäller anpassning av den fasta farledsutmärkning krävs relativt begränsade åtgärder, eftersom farledens sträckning och utbredning i stort kommer att vara den samma som tidigare. Endast två nya fasta utmärkningar kommer att uppföras, se Figur 2, varav den ena är helt ny och den andra ersätter ett befintligt objekt. Övrig fast utmärkning anpassas vid behov utifrån den nya farledsdesignen, t.ex. genom omsektorering samt eventuellt modernisering av tekniken i vissa fyrar. Även den flytande utmärkningen justeras och kompletteras efter behov. Dessa åtgärder är dock att betrakta som normalt farledsunderhåll.



Figur 2. Åtgärdsöversikt (se även bilaga 2a).

3 Förutsättningar

3.1 Geodetiska referenssystem

Som höjdsystem i detta projekt används Sveriges nationella höjdsystem RH 2000 och för koordinater i plan används SWEREF99 TM.

3.2 Geologiska förhållanden

2016 gjordes en initial geologisk bedömning av bottenmaterialet via en dykundersökning på 15 positioner inom det huvudsakliga muddringsområdet. Vid denna konstaterades att de ytliga materialen utgörs av friktionsmaterial i fraktionerna från sand till sten och större block. Även ytligt berg påträffades.

En geoteknisk undersökning genomfördes 2019 av WSP Sverige AB, primärt genom Jb-sondering i 55 punkter, se bilaga 2c. Förutom det huvudsakliga muddringsområdet undersöktes då även det mindre muddringsområdet i den yttre delen av farleden. Majoriteten av sonderingarna drevs till konstaterat berg (minst 3 m). Undersökningen bekräftar att hela jordlagret ovan berggrunden i mycket stor utsträckning består av friktionsmaterial, mestadels i grövre fraktioner. Jordlagrets mäktighet i muddringsområdena varierar från 0 m, d.v.s. berg i ytan, till ca 6 m och bergytans nivå ligger på ca -11 m till ca -17 m.

Under 2021 genomfördes en sedimentundersökning av BlueOrbis AB och även denna undersökning bekräftar att havsbotten i muddringsområdena till stor del utgörs av berg och grövre blockrika sediment med grov sand mellan en i övrigt stenig botten. Sedimentsammansättningen indikerar att områdena i farleden är transport eller erosionsbotten.

3.3 Föroreningssituation

Ett av syftena med ovan nämnda sedimentundersökning 2021 var att bedöma föroreningssituation i området. Vid flertalet av provpunkterna var bottenmaterialet för grovt för att kunna provtas och i de prover som togs förekommer inga föroreningshalter som överstiger gränsvärden enligt bedömningsgrunder från SGU³ och Naturvårdsverket⁴.

³ SGUs rapport "Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment" (2017).

⁴ Naturvårdsverkets rapport 4914 "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Kust och hav" (1999).

3.4 Meteorologiska och hydrologiska förhållanden

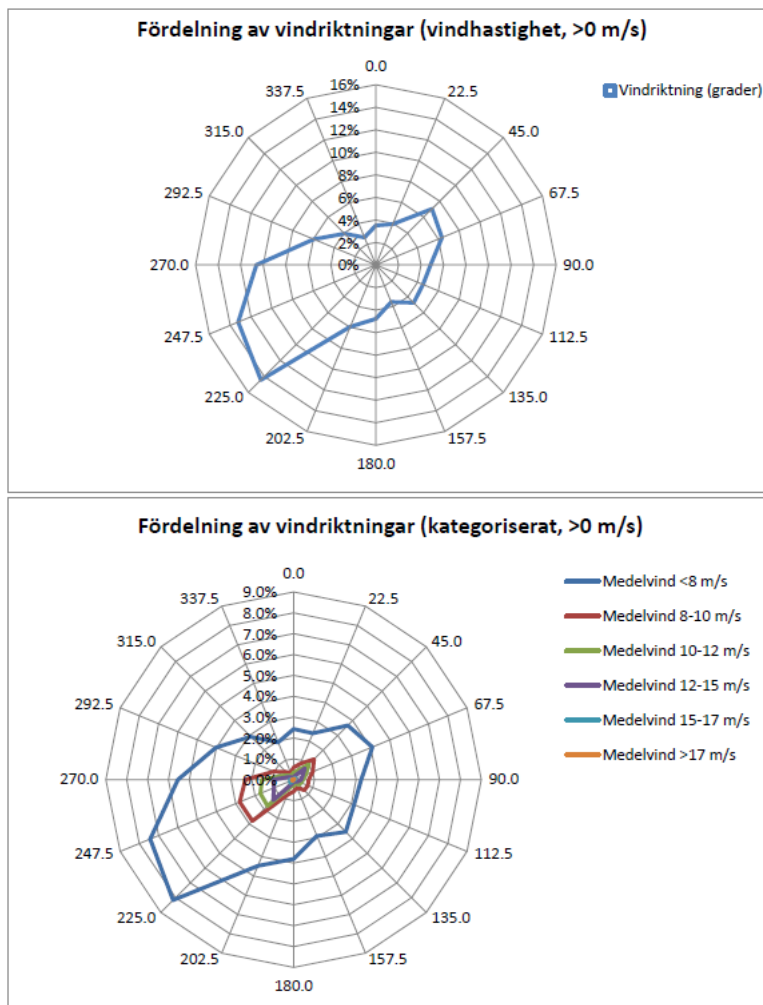
3.4.1 Vindförhållanden

Vindstatistik i detta avsnitt är hämtade från SMHI:s mätstation Utklippan som är belägen i den yttersta delen av Blekinge skärgård, relativt långt från muddrings- och dumpningsområde. Förhållanden gällande vindriktningar kan ändå antas vara motsvarande i de inre delarna som i de yttre, medan vindstyrkorna generellt är lägre i de inre delarna.

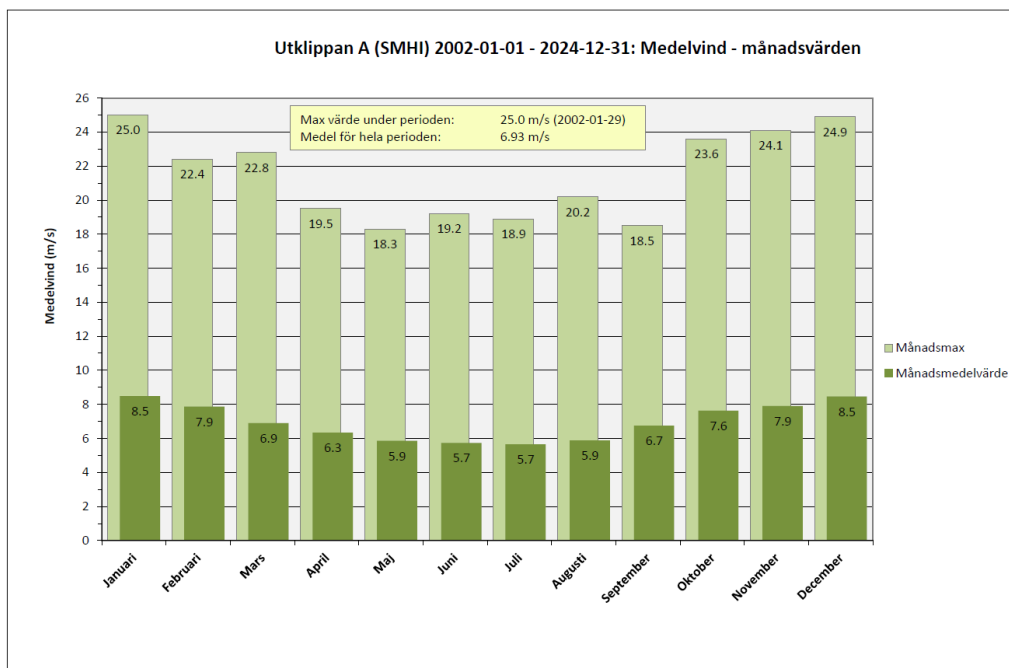
Av Figur 3 framgår att den förhärskande vindriktningen är västsydväst och Figur 4 visar att det är tydligt blåsigare i årets första och sista kvartal och något lugnare däremellan.

Utklippan A (SMHI)

Vindriktningar år 2002-2024:



Figur 3. Vindriktningsstatistik från Utklippan.



Figur 4. Vindstyrkestatistik för Utklippan.

3.4.2 Karakteristiska vattenstånd och landhöjning

Karakteristiska vattenståndsnivåer enligt Tabell 1 nedan gäller vid SMHI:s mätstation Kungsholmsfort som är belägen på östra sidan av Aspösund. Beräknat medelvattenstånd för 2026 vid denna station är ca +13,2 cm i RH 2000, beräknat med landhöjningskoefficient 0,01 cm/år⁵. Den apparenta landhöjningen⁶ är alltså nära 0 cm/år, dock finns under den senaste 10-årsperioden en klar trend mot negativa värden, d.v.s. sammantaget en havsnivåhöjning.

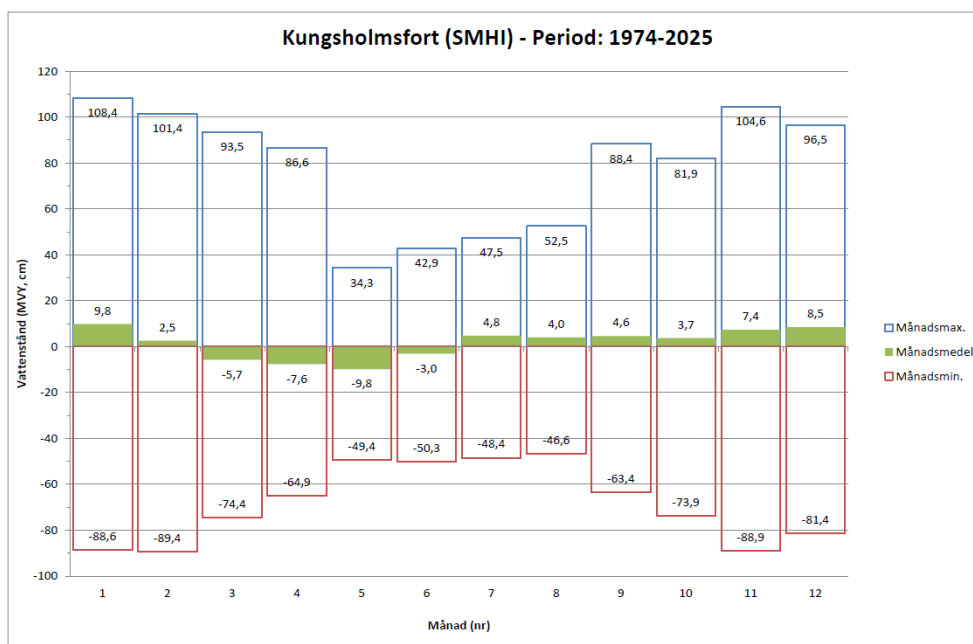
I Figur 5 framgår även vattenståndsvariationerna över året.

Tabell 1. Karakteristiska vattenstånd i cm i förhållande till medelvattenstånd (MW) för perioden 1976-2025.

HHW (högsta högvattenstånd)	+108,5
MHW (medelhögvattenstånd)	+80,1
LHW (lägsta högvattenstånd)	+46,6
HLW (högsta lågvattenstånd)	-39,9
MLW (medellågvattenstånd)	-64,5
LLW (lägsta lågvattenstånd)	-89,4

⁵ mwreg_MWekvationer2024.pdf (SMHI)

⁶ 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)



Figur 5. Vattensåndsvariationer under året.

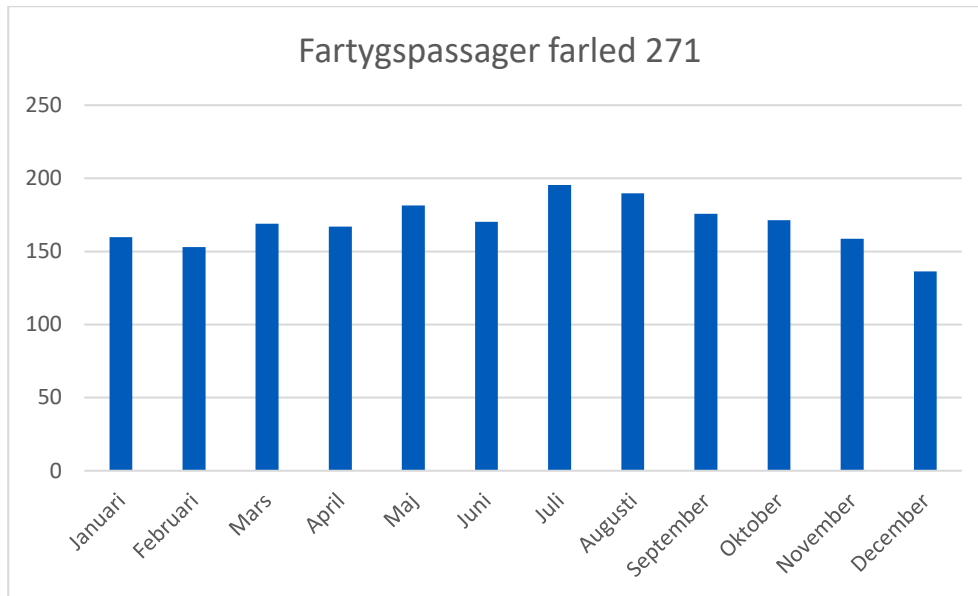
3.4.3 Isförhållanden

SMHI:s statistik visar att isläggning utanför Aspösund/Försänkningen är ovanligt och sker endast vid svåra isvintrar, men inte ens alltid då. Då det sker, varar isperioden sällan mer än ca en månad under perioden omkring februari till mars. Även om isens utbredning varierar från år till år är tendensen att isperioderna blir kortare och mildare.

3.5 Trafik i farleden

Dagens farled trafikeras årligen av ca 2 000 fartygspassager (södergående och norrgående riktning summerat) av fartyg överstigande 70 meters längd. Figur 6 visar en fördelning av dessa under året som bygger på statistik från åren 2023-2025. Närmre 90 % av denna trafik utgörs av tidtabellsbunden färjetrafik mellan Karlskrona och Gdynia i Polen. Utöver dessa rör sig också många andra typer fartyg i och omkring farleden, bland annat en stor mängd fritidssjöfart, framför allt under sommarsäsongen. Sommartid anlöper också ett antal större kryssningsfartyg Karlskrona hamn.

Trafiken i farleden kommer att fortgå även under de planerade muddringsarbetena och åtgärder kommer att tas för att denna ska störas i så liten utsträckning som möjligt (se avsnitt 5.1.4).



Figur 6. Fartygspassager i farled 271 i genomsnitt 2023-2025.

3.6 Ledningar

Studie av de allmänna sjökorten samt sökning med hjälp av Ledningskollen.se har inte gett kännedom om några befintliga ledningar i muddrings- eller dumpningsområdena. Inför anläggningsskedet av projektet kommer en ny sökning i Ledningskollen göras för att fånga upp eventuella förändringar vad gäller ledningsdragningar.

Dialog har även förts med Försvarmakten för att säkerställa att deras eventuella installationer i området inte påverkas negativt av de planerade åtgärderna. Denna kontakt kommer att fortgå under projektering och genomförande.

4 Planerade åtgärder

4.1 Muddring

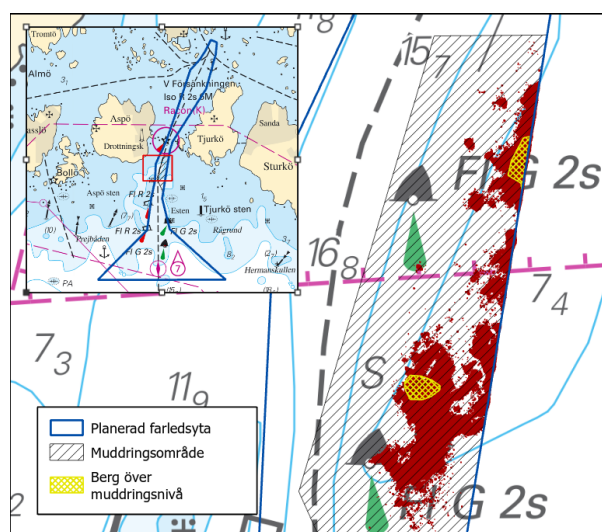
Muddring kommer att ske inom två definierade *muddringsområden*, vilka i sin tur innefattar flera *muddringsytor*. Muddringsytorna är de ytor som idag är grundare än önskad ramfri nivå i respektive muddringsområde. Muddringsområdena ska ses som en generalisering av muddringsytorna för att förenkla koordinatsättning 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 muddringsområdets yttre kant. Arbetsområdet tas bara tillfälligt i anspråk, exempelvis för etablering av mudderverk under arbetets genomförande.

Utbredning och lokalisering av muddringsområden, muddringsytor och arbetsområden redovisas mer detaljerat i bilaga 2d.

Den största delen av muddringen sker i det norra muddringsområdet, öster om nuvarande farled, strax söder om sundet mellan Aspö och Tjurkö. Det södra muddringsområdet ligger i yttre delen av farleden och utgörs av en mindre grundtopp.

Inom båda områdena kommer det krävas sprängning av berg för att uppnå tillräckligt djup i farleden. Inom det norra muddringsområdet har bergnivåer över önskad ramfri nivå konstaterats inom framförallt två mindre områden, se Figur 7, och i södra muddringsområdet bedöms hela grundtoppen utgöras av berg.



Figur 7. Bergförekomster i norra muddringsområdet.

4.1.1 Volymer

Beräknad volym vid muddring ner till önskad ramfri nivå, inklusive uttag för slänter (1:2), uppgår till ca 50 000 tfm³. I praktiken sker dock alltid en viss övermuddring för att säkerställa att önskat minsta djup uppnås. Övermuddringen varierar beroende på bottenmaterial och muddermethod men beräknas vara ca 0,3-0,5 m i genomsnitt. Inklusive ett generellt mått om 0,5 m övermuddring blir den totala muddervolymer ca 86 500 tfm³. Fördelning av volymen mellan de två muddringsområdena redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Beräknade muddringsvolym, inklusive teoretiska slänter (1:2) och 0,5 m övermuddring.

Muddrings- område	Ramfri nivå (m)	Volym berg (tfm ³)	Volym övr. (tfm ³)	Volym tot. (tfm ³)
Norra	-12,0	6 700	79 300	86 000
Södra	-12,5	500	0	500
Totalt		7 200	79 300	86 500

Samtliga volymeräkningar utgår från sjömätning som uppfyller internationell standard (FSIS 44).

4.2 Omhändertagande av massor

Alternativ för hantering av muddermassorna har utvärderats med avfallshierarkin⁷ som utgångspunkt (se vidare kapitel 5.3 i MKB). Sjöfartsverket har bland annat fört en dialog med Försvarmakten om eventuellt nyttjande av massor för utfyllnad vid byggnation av nya kajer i örlogshamnen i Karlskrona. Detta behov har dock utgått och i nuläget har inget annat ändamål för eventuellt omhändertagande och nyttiggörande av muddermassor kunnat identifieras, men under projektets gång kommer frågan fortsatt att utredas.

Den samlade bedömningen utifrån miljömässiga, tekniska och ekonomiska aspekter är att om inget lämpligt ändamål för avsättning av massorna kan identifieras är dumpning till havs det lämpligaste alternativet. Utifrån genomförda sedimentundersökningar bedöms samtliga muddermassor kunna hanteras som icke förorenade massor och är i det avseendet möjliga att dumpa. Lösa massor och sprängt berg avses således hanteras på samma sätt.

4.2.1 Dumpningsområde

Sjöfartsverket har utrett och utvärderat 5 potentiella områden för dumpning av muddermassor, bland annat med hänsyn till fysiska och logistiska förutsättningar, ekologiska förhållanden och omgivande miljö. Valt område framgår av Figur 2 och bilaga 2a samt 2e.

⁷ Avfallshierarkin är en central del av EU:s avfallsdirektiv (2008/98/EG) och är också inarbetad i miljöbalken (kapitel 2 och 15).

Bottenmaterialet i det valda dumpningsområdet motsvarar i stort muddermassornas sammansättning, vilket medför en ändamålsenlig överensstämmelse med principen om "lika på lika", det vill säga att det dumpade materialet inte nämnvärt förändrar befintlig bottenstruktur. Muddermassor bör dock inte dumpas på den uppstickande bergsryggen i södra delen av området (se Figur 8 och bilaga 2e) för att begränsa de lokala batymetriska variationerna och orsaka ytor vars djupintervall skiljer sig från platsens omgivande bottenförhållanden och generella karaktär. Djupet i området i övrigt är omkring 30 m och vid dumpning jämnt fördelat över hela denna yta beräknas bottennivån höjas maximalt ca 1 m. De dumpade massornas överyta förväntas sjunka något med tiden, till följd av viss konsolidering, såväl av materialet i sig som av underliggande botten.



Figur 8. Område (röd) inom dumpningsområdet (orange) där dumpning ej bör ske.

4.3 Farledsutmärkning

På grundet Ällebåden, strax sydost om Aspö, kommer en ny ledfyr att anläggas. Den har som huvudsyfte att leda såväl inkommande som utgående trafik i aktuell farled, men har även en viss funktion för trafik i anslutande och närliggande farleder. Den utgör även ett tydligt objekt som det går att mäta avstånd och bäring till i ett fartygs radar för att på så sätt kunna bestämma sin position om andra positioneringssystem fallerar. Fyren förses också med fasadbelysning för att skapa en bättre visuell referens vid navigering i mörker. Ljuset från såväl fasadbelysningen som från fyrlyktan begränsas i så stor utsträckning som möjligt till att i första hand lysa mot och i farleden, för att minimera störningar för människor och djur.

På Tjurkö sten, öster om farleden, finns idag ett äldre sjömärke som kommer att ersättas av ett nytt kummel. Detta kummel kommer bland annat fungera som gircentrum in i farleden för trafiken från sydost. Den vägen trafikeras till exempel av färjorna till och från Gdynia i Polen, som utgör en stor del av trafiken i farleden. Kumlet utrustas med s.k. racon, för att förtydliga ekot från fartygens radar, och förses med fasadbelysning.

Lägen för dessa två nya objekt framgår av Figur 2 och bilaga 2a samt 2f.

Vad gäller övrig befintlig fast utmärkning behöver fyren Godnatt, längre in i farleden, omsektoreras så att ledande fyrsektor för inkommande trafik anpassas till den något ändrade farledssträckningen söder om Aspösund.

De två nya objekten skulle innebära en klar förstärkning av utmärkningen även i dagens farled men skulle inte ha någon betydelse för de trafiksäkerhetsproblem som bara en breddning av farleden kan lösa. Om muddringen av någon anledning inte skulle bli av, behövs en bedömning göras om den förstärkta utmärkningen är motiverad i förhållande till vad det kostar att bygga dem.

5 Genomförande – metoder och tider

Genomförandetiden för den här typen av projekt kan variera betydligt beroende på externa faktorer, såsom väderförhållanden samt de begränsningar för genomförandet som föreskrivs i miljödom, till exempel gällande grumling och buller. Att begränsa den totala genomförandetiden är fördelaktigt, inte minst ur miljösynpunkt, då kort genomförandetid i många fall är den viktigaste faktorn för att begränsa eventuell negativ påverkan. Förväntad genomförandetid utgår från de krav som ställs inom projektet och den erfarenhet som finns av liknande projekt, och ligger till grund för de miljökonsekvenser som beskrivs i den miljökonsekvensbeskrivning som ingår i tillståndsansökan.

Vid upphandling av entreprenör ställs krav baserade på teknisk dokumentation och villkor i miljödom. Normalt styr entreprenören själv det tekniska utförandet för att kunna genomföra och optimera arbetena på ett sätt som innebär att krav i entreprenadkontrakt, miljötillstånd och kontrollprogram tillgodoses.

5.1 Muddring och dumpning

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

5.1.1 Muddring av lösa massor



Figur 9. Enskopeverk som lastar en bogserad pråm.

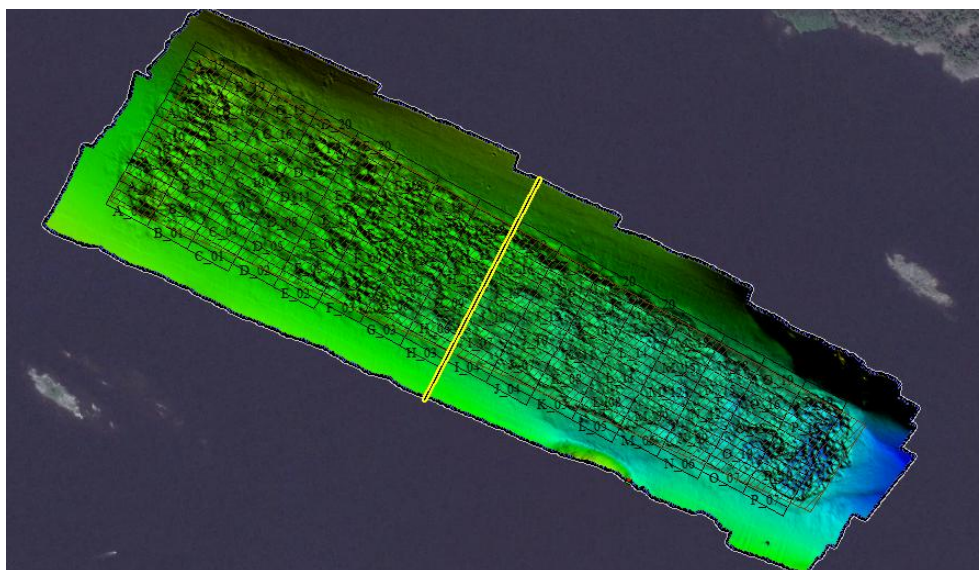
I detta projekt kommer sannolikt ett Enskopeverk (se Figur 9) användas för de grävbara massorna. Enskopeverk används huvudsakligen vid schakt av hårt material, d.v.s. material med stort innehåll av sten/block, till exempel morän, men kan även användas för andra typer av material samt för slänter.

Enskopeverk är en större grävmaskin fast monterad på en pråm med stödben som vid grävning ställs på botten. Mudderverket lastar materialet till botten-tömmande pråmar (Figur 9 och Figur 10) som transporterar materialet till dumpningsplatsen. Pråmarna kan vara självgående eller bogseras av bogserbåtar.

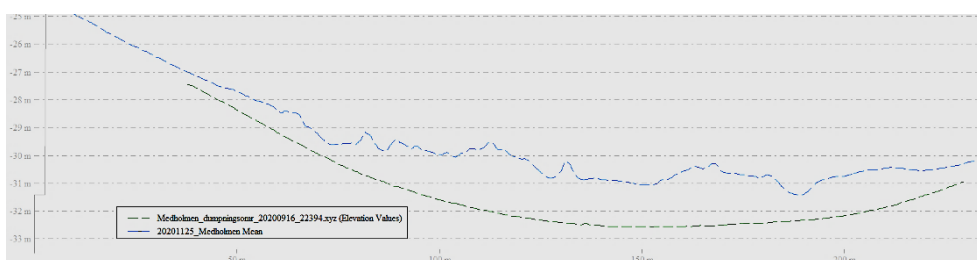


Figur 10. Självgående (ej bogserad) mudderverk.

Inom dumpningsområdet placeras materialet ut jämnt fördelat enligt en i förväg upprättad dumpningsplan, se exempel i Figur 11. Vid dumpningen ligger pråmen stilla för att minimera grumlingen och varje dumpningsposition dokumenteras. Dumpningsområdet kontrolleras regelbundet genom sjömätning, för att möjliggöra justering av dumpningsmönstret och på så sätt erhålla ett bra slutresultat. Sjömätningens intervall fastställs i kontrollprogrammet.



Figur 11. Exempel på upprättad dumpningsplan från annat projekt och batymetri efter avslutad dumpning.



Figur 12. Profil längs gula linjen i Figur 11 som visar resultatet efter dumpning. Grön linje är bottenprofil innan dumpning, mörkblå linje är bottenprofil efter dumpning.

5.1.2 Muddring av berg

Vid borrning och sprängning under vattenytan sker arbetet från en plattform (se Figur 13) som vid borrning står stadigt på botten med stödben i plattformens hörn, en s.k. Jack-up rigg. Plattformen är utrustad med borrhög och sprängmedel. Borrningen sker i ett rutnär med hål- och radavstånd beräknade med hänsyn till pallhöjd, styckefall, vibrationsgränser med mera. Tillsammans med faktorer som bergets kvalitet och behovet av underborrning, styr detta även mängden sprängmedel som går åt. I detta projekt beräknas åtgången variera mellan 15-55 kg per borrhål.

Vid borrning kan så kallad ramp-up tillämpas, vilket innebär att borrningens intensitet stegvis ökas under till exempel 20 minuter, med syfte att förhindra att fisk och marina däggdjur utsätts för plötsliga skadliga ljudnivåer. Detta kan kombineras med användning av akustiska signaler för att ytterligare

skrämma bort djurlivet från arbetsområdet inför sprängningen. Andra skademinimerande åtgärder som är lämpliga att använda är att sprängladdningarna anläggs minst 0,5 m ner i berget och att den översta delen av borrhålen fylls igen med grus eller annat friktionsmaterial, så kallad fördämning. Dessa åtgärder gör att en större del av sprängtrycket hålls inne i berget och tryckvågen i vattnet därmed minskas, och samtidigt blir sprängningen mer effektiv. Den maximala laddningsvikten per intervall avses också begränsas till 60 kg, vilket innebär att den totala laddningen som detoneras samtidigt i ett eller flera hål inte överstiger denna vikt. Genom att låta sprängladdningarna detonera med en viss förskjutning i tid kan dock varje sprängsalva innehålla mycket större sammanlagd laddning utan att skaderisken ökar. Innan sprängning säkerställs även att obehöriga (båtar, dykare, badande) inte uppehåller sig inom gällande säkerhetsavstånd. Sprängning genomförs endast dagtid samt vid god sikt.

Efter genomförd sprängning schaktas den lossprängda sprängstenen upp från botten med ett enskopeverk och lastas på pråm för transport till avsett område.

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



Figur 13. Undervattenssprängning med borrhplattform.

5.1.3 Kapaciteter och tider för muddring

Muddringsarbetet förutsätts generellt pågå sju dagar per vecka, dygnet runt, med undantag för sprängningsarbeten som endast utförs dagtid (07:00-22:00) och endast vid god sikt. Borrning kan dock förekomma dygnet runt.

Inklusive etablering och avetablering samt transport av massor till aktuellt dumpningsområde, uppskattas arbetskapaciteten för muddring till följande:

- Enskopeverk för morän, sten och block samt sprängsten:
ca 3 000 – 4 000 tfm³/dygn
- Borrning och sprängning av berg (endast loss hållning):
ca 2 000 tfm³/dygn

I detta projekt kommer mest troligt endast ett enskopeverk användas till hela muddringen, i kombination med en borrhög. Den totala genomförandetiden för muddring, sprängning och dumpning, under dessa förutsättningar och med gynnsamma väderförhållanden, bedöms vara ca 4-6 veckor.

Arbetena avses utföras någon gång under perioden 1 oktober till 30 april, främst för att undvika att skapa negativ påverkan på östersjöpopulationen av tumlare som kan röra sig i regionen, men även för att minimera påverkan på till exempel fåglars häckning och fiskars lek. Samtidigt är denna tid på året den mest utmanande vädermässigt, vilket riskerar att förlänga genomförandetiden. Under eventuell isläggning kan muddringsarbeten ej ske.

Innan arbetena inleds upprättas en s.k. genomförandeplan. Denna tas fram i samråd mellan beställare och entreprenör och utgör en enkel sammanställning av planerade aktiviteter, tillsammans med tidsaspekter och föreskrivna restriktioner, rörande till exempel sedimentspridning, buller, vibrationer, hänsyn till ordinarie fartygstrafik etc. Utgångspunkten är de villkor som fastställts i miljötillståndet för verksamheten och tillhörande kontrollprogram.

5.1.4 Trafik i farleden

Trafiken i farleden kommer att fortgå även under planerade muddringsarbeten. Även om huvuddelen av muddringen sker utanför dagens farled, blir troligen vissa störningar oundvikliga, men för att dessa ska bli så små som möjligt för befintlig kommersiell trafik, planeras följande åtgärder:

- Krav ställs i entreprenadupphandling att arbetena ska planeras så att de stör pågående trafik i så liten utsträckning som möjligt.
- Så tidigt som möjligt etableras kommunikation mellan berörda parter, till exempel rederier, hamnägare, lastägare, lotsområde, så att alla är informerade om planerade arbeten, när de ska ske och vilka konsekvenser de kan få.

- Samtliga arbetsenheter förses med AIS⁸, vilket gör att yrkestrafiken för information om deras position och rörelser. Även VTS⁹ får på så sätt information om den totala trafiksituationen.
- Kontinuerligt uppdaterad information ges till lotsar samt direkt till anlöpande och avgående fartyg vid anmälan till VTS.
- Arbetsområdena märks ut under pågående arbete, där detta anses nödvändigt. Utmärkningen kommuniceras med sjöfartsnäringen via publicering i UFS¹⁰.

5.2 Farledsutmärkning

De två nya fasta utmärkningarna som planeras i projektet utförs genom att ett betongfundament uppförs på plats och sedan monteras en prefabricerad överbyggnad på fundamentet. Fyren på Ällebåden byggs i vatten medan kumlet på Tjurkö sten byggs på land på en mindre kobbe. På båda ställena sker grundläggningen på berg genom att fundamenten förankras med inborrade och ingjutna stag i berget.

Exempel på principutförande för Ällebådens fyr visas till vänster i Figur 14. Höjden på betongfundamentet bedöms bli 3-5 m över vattenytan. I samma figur visas även till höger ett exempel från verkligheten på en relativt nybyggd fyr i vatten.

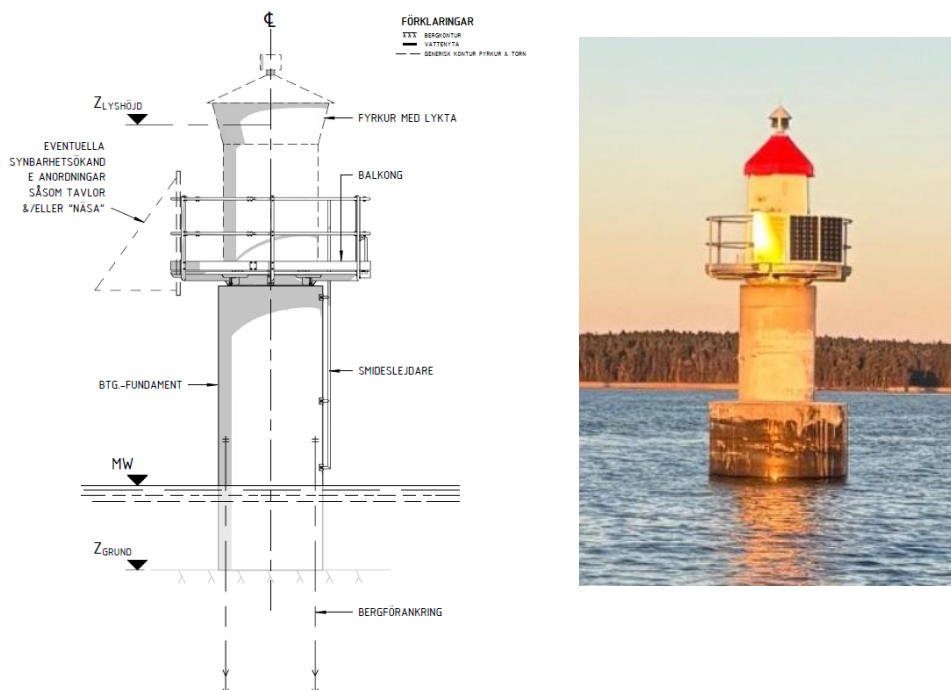
Kumlet på Tjurkö sten föreslås utföras enligt Figur 15, även här med ett fundament på 3-5 m, alternativt med en mast istället för en fyrkur. I Figur 16 visas exempel på hur ett sådant kummel kan se ut, såväl med fyrkur som med mast.

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.

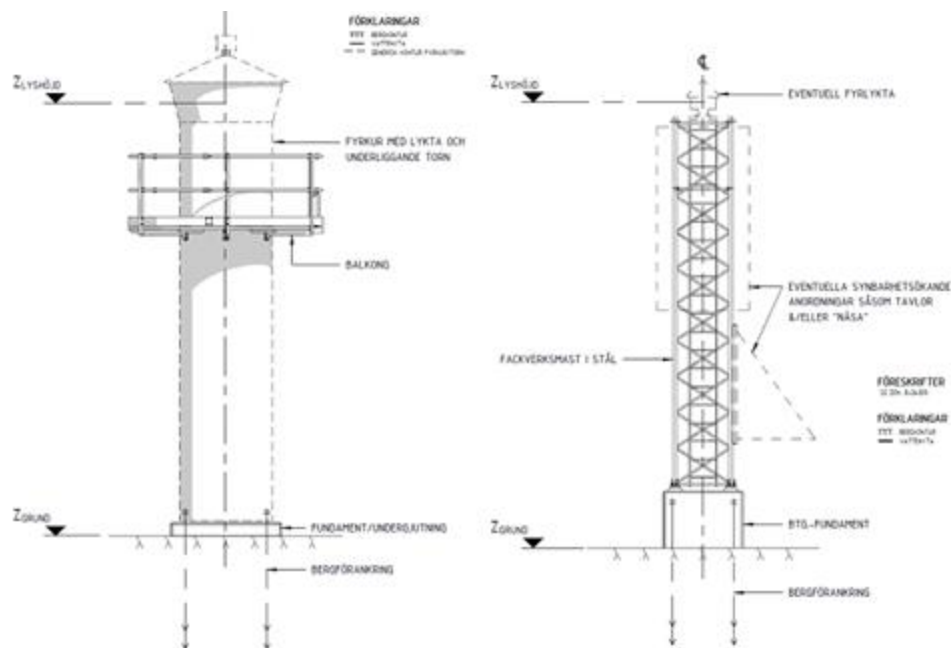
⁸ Automatic Identification System, system som gör det möjligt att från ett fartyg eller VTS-central identifiera och följa andra fartygs rörelser.

⁹ Vessel Traffic Service, centraler som ger bland annat trafikinformation och service till sjötrafiken.

¹⁰ Underrättelser för sjöfarande, information för yrkes- och fritidssjöfarten till exempel. notiser med sjökortsrättelser, notiser med temporär och preliminär information samt övrig information som kan vara relevant för den sjöfarande.



Figur 14. Principskiss för Ällebådans fyr samt exempel på nybyggd fyr (i Mälaren).



Figur 15. Principskisser för kummel (utan fyrlykta) på Tjurkö sten, med fyrkur (vänster) eller mast (höger).



Figur 16. Exempel ur verkligheten på kummel med fyrkur (vänster) och mast (höger).