

Farledsprojektet Landsort-Södertälje

Sammanfattad rapport om genomförda simuleringar i
Landsortsfarleden



© Sjöfartsverket
Infrastrukturenheten

Dnr/Beteckning 15-01771
Författare Johan Wahlström, Bertil Skoog
Månad År Juli 2016

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Sammanfattning

Denna rapport sammanfattar tre simuleringsomgångar med tillhörande rapporter som har gjorts i farledsprojekt Landsortsleden, farleden mellan Landsort och Södertälje.

En första simulering genomfördes i februari 2015 följt av en omgång i december 2015 och sista simuleringen genomfördes i februari 2016. Samtliga simuleringar har genomförts i Sjöfartsverkets simulator vid Lindholmen i Göteborg. Simuleringarna har i denna rapport benämnts i kronologisk ordning som simulering 1,2 och 3.

Samtliga tre rapporter från genomförda simuleringar presenteras som bilagor i denna rapport

Norrköping 15 Juli 2016

Johan Wahlström
Sjökapten, nautisk handläggare

Bertil Skoog
Sjökapten, projektledare

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1 BAKGRUND	5
2 SYFTE.....	5
2.1 Simulering 1	5
2.2 Simulering 2	5
2.3 Simulering 3	5
3 METOD	6
3.1 Simulering 1	6
3.2 Simulering 2	6
3.3 Simulering 3	6
4 SLUTSATS	6
4.1 Simulering 1	6
4.2 Simulering 2	8
4.3 Simulering 3	10

1 Bakgrund

Trafikverket har med hjälp av konsultföretaget Trivector genomfört Åtgärdsvalstudie Södertälje hamn – Landsort, vilken rekommenderar en utbyggnad av kapacitet och säkerhet i farleden till Södertälje för fartyg motsvarande Panmax-storlek (ca 225 x 32 meter) med ett maximalt djupgående om 11,5 alternativt 11,0 meter.

Som ett steg i farledsutredningen har det genomförts tre stycken fristående simuleringsomgångar för att analysera och optimera olika moment såsom farledssträckning, farledsdesign inklusive farledsutmärkning samt bottenklarning och därmed farledens minsta djup på dess olika delsträckor. Simuleringarna har utförts av erfarna lotsar från lotsområde Södertälje.

2 Syfte

2.1 Simulering 1

Den första simuleringen genomfördes i syfte att testa olika föreslagna farledsalternativ för utvärdering och för att välja vilket eller vilka alternativ att gå vidare med utifrån vad som bedöms ge bäst säkerhet för den planerade framtida fartygsstorleken.

2.2 Simulering 2

Vid den andra simuleringen jämfördes de två återstående alternativa förslagen på ny farledssträckning utifrån ett nautiskt/tekniskt perspektiv, och en viss justering och optimering av förslagen farledsutmärkningen gjordes.

2.3 Simulering 3

Under denna simulering utvärderades de farledsytor som optimerats och justerats med hjälp av fartygsspår från tidigare simuleringar. Farledsutmärkningens exakta placering provades och fastställdes, efter att en rekognoseringsresa genomförts där faktiska fyrpositioner mätts in. Behovet av bottenklarning beroende på olika fartygstyper, maxdjupgående samt lämplig fart i olika farledsavsnitt fastställdes genom en squat-analys genomförd av SSPA.

3 Metod

3.1 Simulering 1

Inför denna simulering hade man valt fram 11 alternativa delsträckor för olika möjliga farledssträckningar. Utvärderingen skedde genom att man första dagen körde alla olika alternativ. Fartygsmodellen man tillämpade var ett tankfartyg för farledens nuvarande maximala djupgående med dimensionerna 144 x 23 meter med 9 meters djupgående. Efter utvärdering kom man fram till fyra delsträckor som tillsammans bildade två alternativa farledsdragningar. Resterande två dagar koncentrerades körningarna till dessa två alternativ, men med den nya planerade fartygsstorleken, ett tankfartyg med dimensionerna 230 x 32 meter med 10,9 meters maxdjupgående samt ett biltransportfartyg om ca 200 x 32 meter med 8,5 meters maxdjupgående.

3.2 Simulering 2

I denna simulering hade två huvudalternativ fastställts benämnda västra samt östra alternativet. Man använde sig av fyra olika fartygsmodeller. Ett tankfartyg i lastad kondition och i ballast, ett containerfartyg samt ett bilfartyg. Tankfartyget hade dimensionerna 229 x 32 meter med 10,9 respektive 8,5 meters maxdjupgående. Containerfartygets mått var 235 x 32 meter med 11,7 meters djupgående och bilfartyget 199 x 32 meter med 7,0 meters djupgående.

3.3 Simulering 3

I denna simuleringsomgång kördes endast de två kvarvarande alternativa farledsdragningarna, i syfte att ta fram det ur nautisk/säkerhetsmässig synvinkel bästa alternativet. Fem olika fartygsmodeller kördes: ett tankfartyg i lastad kondition och i ballast samt två olika containerfartyg. Tankfartyget hade dimensionerna 229 x 32 meter med 11,5 respektive 8,5 meters djupgående. Ett containerfartyg 235 x 32 meter med 10,9 meters djupgående och ett containerfartyg 169 x 27 meter med 10,9 respektive 9,5 meters djupgående.

4 Slutsats

4.1 Simulering 1

Avsnittet mellan Landsorts angöring och Tiljandersknalt/Rökogrund kan med mycket begränsade insatser ges ökad säkerhet till en god nivå.

Bordning för embarkering och debarkering av lots bedöms kunna ske med bibehållen säkerhet i ett relativt skyddat område norr om fyren Tiljandersknalt, även för den planerade fartygsstorleken.

Befintlig farled i farledsavsnittet mellan Rökogrundet och Fifång kan ej anpassas till planerad fartygsstorlek utan att orsaka orimlig åverkan på naturen. Vid en muddring skulle muddermassornas volym bli orimligt stor, och för att uppnå acceptabel säkerhet och säkerhetsmarginaler måste hela öar sprängas bort. Detta alternativ har därför övergivits till förmån för den mer västliga dragningen via ost Askö fram till Fifånga södra udde.

Den föreslagna nya dragningen av farleden från Tiljandersknalt västerut mot Askö fram till Fifånga södra udde ger en farled med bra säkerhetsmarginaler, stora gir-radier och raka partier mellan girarna som ger goda möjligheter att kompensera i det fall fartyget under oförutsedd påverkan av vind och ström hamnat off-track.

Från Fifånga södra udde till syd Regarn har två alternativ testats och under körningarna delvis förändrats:

- Befintlig farled ost Fifång har genom att förse med förstärkt utmärkning och dras om väster om fyren Gålklubb kunnat utvecklas till ett alternativ som för denna fartygsstorlek bedöms ge god säkerhet. Detta farledsavsnitt har dock vissa nackdelar jämfört med det östra alternativet nedan:
 - Möjligheten att möta andra fartyg är begränsad under en lång sträcka.
 - Antalet fritidsbåtar är sommartid stort i detta område.
 - Det krävs förhållandevis stora muddringsinsatser i detta farledsavsnitt.

Genom utvärdering av den nysjömätning som utförts i området inom ramen för projektet har en möjlig ny farledsdragning kunnat identifieras. Från syd Fifång föreslås farleden fortsätta österut mot och utmed Lisö, för att sedan ansluta till befintlig farled syd Regarn/Oaxen. Detta alternativ ger möjlighet till en bred farled med gott vattendjup samt goda mötesmöjligheter. Endast marginella muddringsåtgärder krävs. Genom en väl utformad farledsutmärkning kan denna möjliga farled tillskapas med enkla medel och minimal åverkan på naturen.

Farledsavsnittet från syd Regarn fram till Skanssundet föreslås ges en delvis ny sträckning på Himmerfjärdens östra sida, istället för nuvarande dragning på västra sidan fjärden. Detta innebär att det skapas en lång raksträcka före Skanssundet som kan utnyttjas till att förbereda fartygets passage genom

sundet. Dagens dragning på västra sidan fjärden innebär att fartyget direkt efter giren kommer att befinna sig mitt i det förhållandevis trånga Skanssundet med få eller inga möjligheter att kompensera för effekten av till exempel kraftig sidvind, som kan ha drivit fartyget från det planerade och avsedda spåret.

Från Skanssundet följer farleden tidigare sträckning fram till Södertälje kanals mynning. För att möjliggöra säker passage för den planerade fartygsstorleken krävs viss breddning och fördjupning i och i anslutning till Branddalssund och passagen väst Fläsklösa, samt viss flyttning och komplettering av befintlig utmärkning.

4.2 Simulering 2

Sammantaget bedöms ur designsynpunkt båda alternativen, utifrån de förutsättningar som gäller, vara väl konstruerade och väl uppfylla de nautiska krav och önskemål som anses kunna ställas. Vid utvärdering har föreslagen utmärkning klassats som mycket bra, och farlederna har ur ett nautiskt/tekniskt perspektiv bedömts att så långt som det är tekniskt/ekonomiskt försvarbart ha anpassats till fartyg av vald dimensionerande storlek.

Största riskerna bedöms uppstå vid navigering genom smala passager, där fartyget antingen möter andra fartyg och/eller har en icke försumbar tvär- och/eller girhastighet. Särskilt hög risk anses föreligga där farledsutrymmet före eller efter en sådan passage är begränsat. Är farten låg och/eller farledsdjupet dessutom begränsat ökar risken ytterligare. Tvär- och/eller girhastighet kan uppstå när fartyget girar, utsätts för vind eller bankeffekter, vid möten eller kraftiga vågor/havssjö.

För de avsnitt där två alternativa sträckningar tagits fram anses i båda fallen det östra alternativet klart fördelaktigt, mycket på grund av de risker som angivits ovan. Vid jämförelse har följande skillnader noterats:

- Västra alternativt bedöms generellt som krokigt och smalt. Det finns relativt många smala passager som på vissa ställen ligger parallellförskjutna med följd att projicerad farledsbredd här är närmare 200 meter. De nya farledsavsnitten av det östra alternativet är genomgående breda och relativt raka. Farledens bredd är, med undantag för en kort passage förbi Brudskär, aldrig mindre än 500 meter.
- Vid bedömning av risker relaterade till annan trafik anses det östra alternativet ha tydliga fördelar före det västra. Möte mellan alla typer av fartyg kan utan ökad risk ske överallt utom på ett fåtal platser. I

det västra alternativet är förutsättningarna betydligt sämre och för vissa avsnitt bedöms risker vid möte mellan stora fartyg som oacceptabelt höga, vilket i praktiken omöjliggör möten på vissa sträckor. Vid överflyttning av större fartyg till ett östra alternativ sker vidare en naturlig separation från mindre fartyg, eftersom mindre passagerar- och fritidsbåtar sannolikt väljer nuvarande farled, som med fördel kan anpassas till fartyg med mindre djupgående och mindre behov av farledsutmärkning.

- Det östra alternativet har större kapacitet och bättre förutsättningar att hantera ökade framtida fraktvolymer, både avseende fartygsstorlek och frekvens med dess längre sträckor som tillåter dubbelriktad trafik.

Vid två passager där risker bedömts som höga ger det östra alternativet större säkerhetsmarginaler;

- Den chikan (dubbelgir) som i det västra alternativet bildas vid passage av Fifång ersätts i det östra av en förlängd svag gir. Risker på grund av skymd sikt runt hörnet på Fifång och krav på S-formad gir elimineras. Det östra alternativet ger dessutom förutsättningar för att bättre utnyttja området sydväst om Fifång samtidigt som den projicerade farledsbredden genom sundet ökas.
- För att uppnå en passage genom Skansundet med säkra marginaler på båda sidor, tvingas i det västra alternativet större fartyg genomföra tre efter varandra direkt följande girar. I det östra alternativet reduceras detta till en, möjligen två, tack vare den raksträcka som bildas ost-syd-ost om sundet.

PIANC anger att avståndet mellan tangentpunkterna i två efter varandra följande girar bör vara minst fem fartygslängder. Det östra alternativet uppfyller inte denna rekommendation vid Fifång samt Skansundet, men har vid simulering ändå konstaterats uppnå god nautisk säkerhet.

Färdvägen i det östra alternativet är totalt ca 1 NM längre än det västra alternativet. Denna skillnad i längd bedöms dock uppvägas av minskad risk för skador på miljö orsakad av sug och svallvågor, samt att det större djupet i farleden ger mindre motstånd och därmed lägre bränsleförbrukning. Sannolikheten för framtida önskemål om ytterligare fartbegränsning bedöms betydligt högre för det västliga alternativet, där antalet smala passager är fler och avståndet till strandlinjen betydligt kortare.

Behovet av muddring skiljer mycket mellan de två alternativen. Volymen beräknas bli mer än 50 ggr större för det västra enbart i avsnittet mellan

Askö och Pipskär, cirka 500 000 m³ i det västar jämfört med ca 15 000 m³ i det östra alternativet.

4.3 Simulering 3

Sammanfattningsvis konstateras att båda de alternativa farledssträckningarnas utformning av farledsyta och farledsutmärkning är fullt acceptabla från ett nautiskt och säkerhetsmässigt perspektiv.

Det östra alternativet erbjuder en naturligt djup och bred farled som kräver marginella åtgärder i form av muddring, och framstår efter denna simulering som det ur flertalet aspekter mest fördelaktiga. Det östra alternativet erbjuder också större möjligheter till möten för de stora fartygen, genom att farleden generellt håller större bredd med fullt djup samt har mer långsträckta och flacka girar än det västra alternativet.

Det västra alternativet har till största delen passats in i befintlig farledssträckning, men breddats och fördjupats på de avsnitt detta bedömts nödvändigt.

Säkerhetsmarginalerna i det östra alternativet är betydligt högre, och avståndet till naturkänsliga områden bedöms efter en översiktlig kontroll vara större.

I samband med det nu pågående Mälarprojektet förväntas större fartyg in till Mälaren. Med fler stora fartyg i leden blir det också fler tillfällen där ett stort fartyg måste kunna möta ett annat stort fartyg utan att behöva stoppa upp.

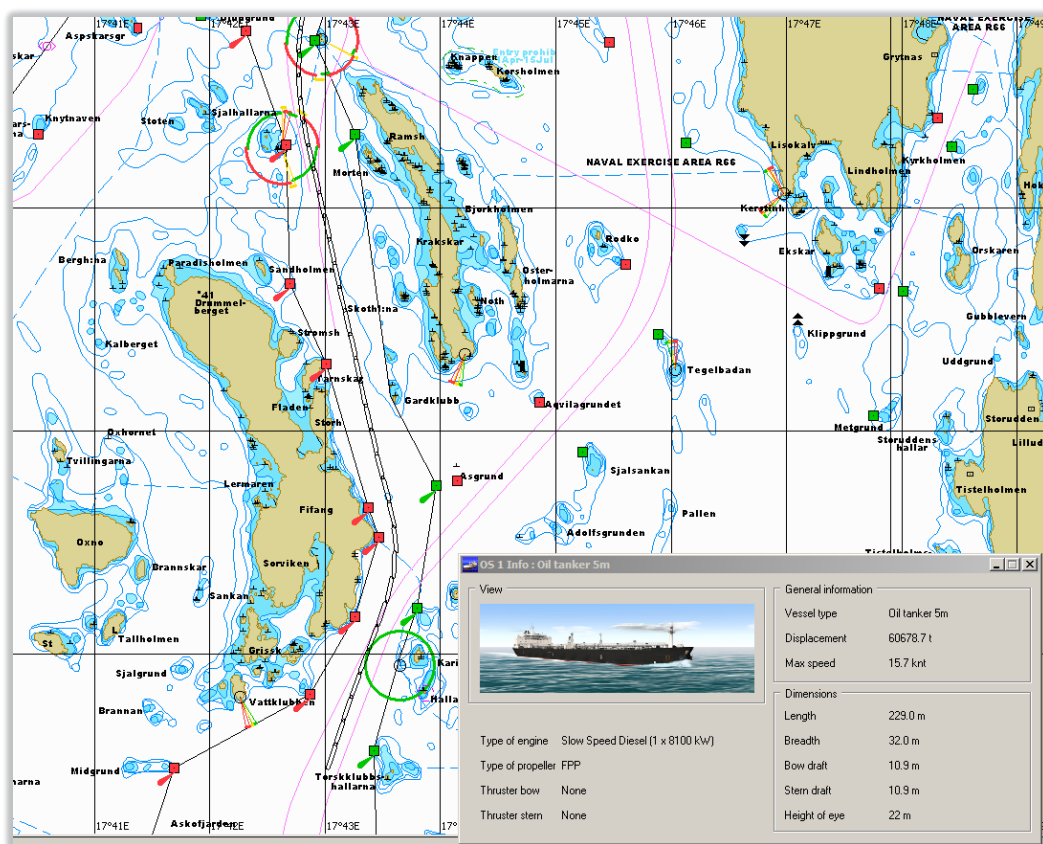
En etablering av det östra alternativet som ny farled för handelssjöfarten skapar möjligheter att separera fritids- från handelssjöfart genom att behålla den befintliga (västra) farleden, men klassa om och anpassa farled och farledsutmärkning för mindre fartyg i yrkesmässig trafik samt fritidsbåtstrafik. En separering av trafiken bedöms av lotsarna ge stora säkerhetsvinster, då trafiken med fritidsbåtar under sommarperioden är omfattande, och tidvis anses skapa kritiska situationer för handelssjöfarten. Även de mindre fartygen i yrkesmässig trafik, t ex skärgårdsbåtar, kan med fördel använda sig av den västra farleden för att minimera möten med det större tonnaget.

Ur miljösynpunkt kan även framhållas att det östra alternativet med sitt betydligt större naturliga farledsdjup och flackare girar resulterar i minskat effektbehov från fartygen för att åstadkomma samma fart jämfört med det västra alternativet.

Behovet av eskortbogsering bör övervägas med avseende på fartygsstorlek, godslag och eskorterad sträcka. För passage av Brandalsund konstaterades att behov av eskortbogsering föreligger för de största fartygen, samt för vissa fartygstyper i hårda vindar. Vid ett simulerat roderhaveri under passage av Brandalsund konstaterades att en eskortbogserare med enkla medel kunde hantera situationen och stoppa upp och hålla fartyget på djupt vatten fram till att fartyget kunde ankra.

Det bör genomföras en riskanalys (FSA) med tillhörande HAZID (HAZard IDentification) för att ytterligare belysa risker och fördelar med de olika alternativen. Denna bör även behandla behovet av eskortbogsering.

Simulering för utvärdering av alternativa farledsdragningar mellan Södertälje och Landsort 2015-02-04



© Sjöfartsverket
Infrastrukturenheten

Dnr/Beteckning 14-02336
Författare Bertil Skoog, Infrastrukturenheten
Månad År Februari 2015

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Sammanfattning

Trafikverket har inom ramen för *Namn-givna brister för ytterligare utredning i Nationell trafikslagsövergripande plan för investeringar i transportinfrastruktur 2014 – 2025* gett Sjöfartsverket i uppdrag att genomföra en farledsutredning i syfte att öka kapacitet och säkerhet i farleden till mellan Södertälje och Landsort. Den nuvarande farleden har otillräcklig kapacitet för nuvarande trafik, och tillhör en av landets mest olycksdrabbade. Alternativa farledsdragningar mellan Södertälje och Landsort har tagits fram och jämförts genom att olika fartygstyper och fartygsstorlekar har körts i en fartygs- och farledssimulering med syftet att ta fram den farledsdragning och utformning som ger bäst säkerhet med minst åverkan på naturen. Justeringar av farledsyta och utmärkning har fortlöpande införts i simulatorns terrängmodell i syfte att optimera farledsdimensioner och farledsutmärkning. Två av de fyra simulerade alternativen har visat sig ge det sammantaget bästa resultatet med bäst säkerhetsmarginaler, bäst möjligheter till möten och vara mest förlåtande vid eventuella tekniska eller mänskliga fel, samt göra minst åverkan på naturen:

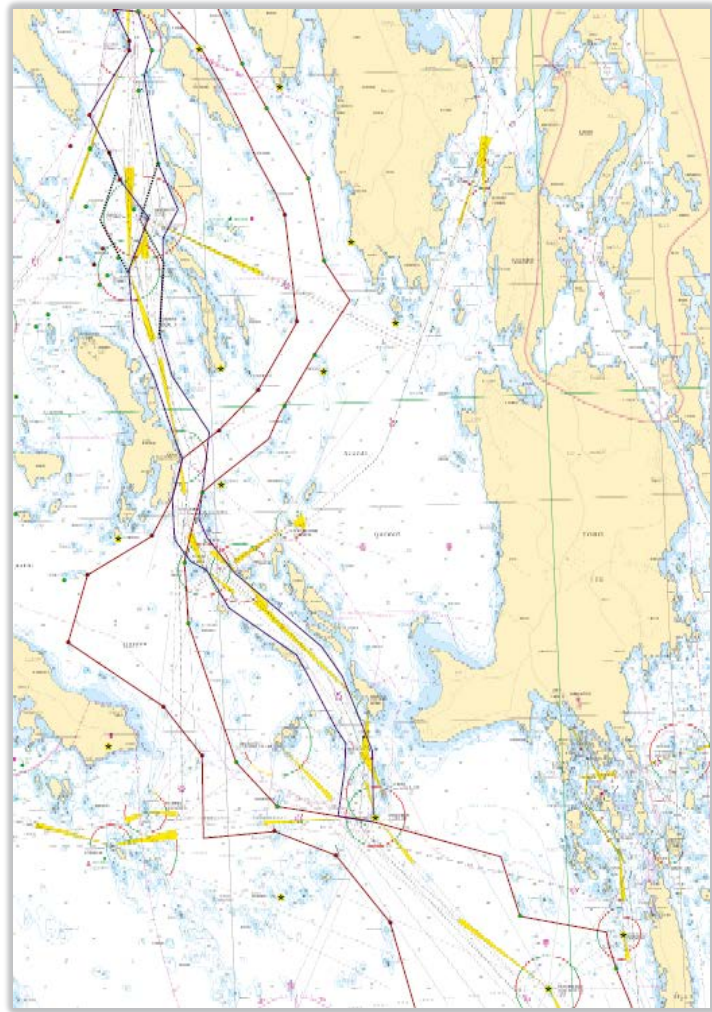
1. Båda alternativen har gemensam sträckning från Landsorts angöring, via en ny dragning västerut från Landsort via ost Askö, till Fifång.
2. **Alternativ 1** fortsätter från Fifång i en breddad version av nuvarande farledssträckning, där fyren Gåklubb passeras i en ny sträckning på dess västra sida. Farleden sammanfaller med det östra alternativet vid Regarn.
3. **Alternativ 2** fortsätter från Fifång österut mot det östra fastlandet vid Lisö, som farleden sedan följer upp till Regarn.
4. Från syd Regarn fram till Skanssundet dras farleden över östra Himmerfjärden för att öppna upp och möjliggöra passage av Skanssundet med den planerade fartygsstorleken. Efter Himmerfjärden följer farleden tidigare sträckning till Södertälje kanals mynning med viss muddring i Skanssundet, Brandalsund samt vid Fläsklösa.

Dagens farledsdragning från Rökogrund via Käringhällan till Fifångs södra udde bedömdes ej möjlig att anpassas till dagens krav på säkerhet med beaktande av Transportstyrelsens rekommendationer och PIANC's riktlinjer för farledsdimensionering utan att orsaka orimlig åverkan genom muddrings- och sprängningsåtgärder, och har därför uteslutits från vidare utredning.

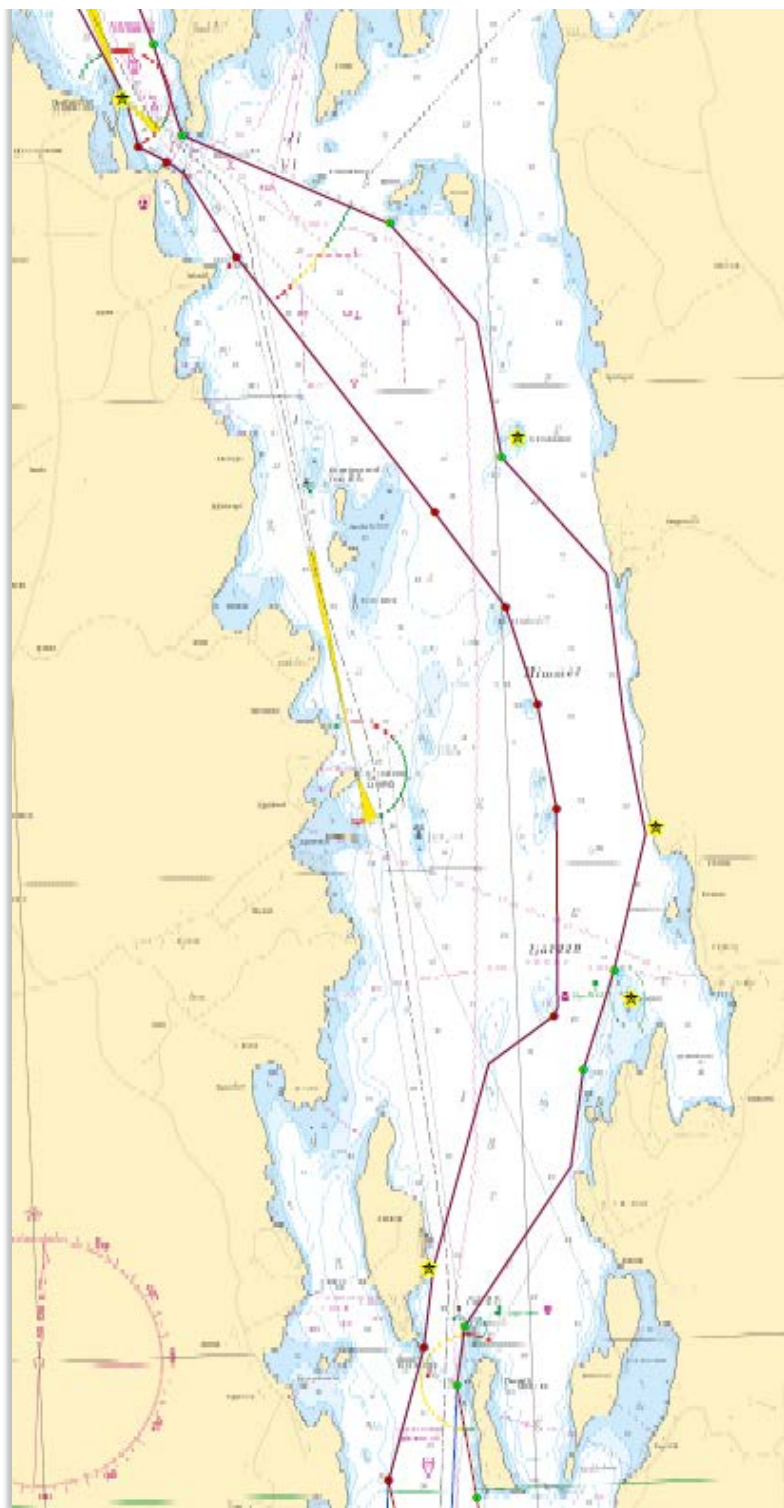
Även nuvarande sträckning över västra Himmerfjärden bedömdes ej lämplig för fartygstrafiken, med hänsyn till den kraftiga gir som krävs på inkommande till Skanssundet.

Norrköping 2015-02-11

Bertil Skoog
Sjökapten/Stf enhetschef
Infrastrukturenheten



Figur 1 Alternativa farledssträckningar från Landsort till syd Regarn



Figur 2 Farleden dragen på östra sidan av Himmerfjärden

Innehåll

SIMULERING FÖR UTVÄRDERING AV ALTERNATIVA FARLESDRAGNINGAR MELLAN SÖDERTÄLJE OCH LANDSORT 2015-02-04.....	1
1 BAKGRUND	7
2 KÖRNING OCH BEDÖMNING AV SAMTLIGA FRAMTAGNA FARLESDALTERNATIV	7
2.1 Befintlig farled	8
2.2 Östra leden	10
2.3 Nord Askö/väst Fifång via nord Gåklubb	11
2.4 Nord Askö/väst Fifång via syd Hornö	11
3 SAMMANFATTANDE SYNPUNKTER FÖR VAL AV ALTERNATIV FÖR VIDARE UTVECKLING	12
4 KÖRNING OCH BEDÖMNING AV DE UTVALDA FARLESDALTERNATIVEN	12
5 DELTAGANDE PERSONAL	16

1 Bakgrund

Simulering av olika tänkbara farledssträckningar är en del i den utredning som utförs på uppdrag av Trafikverket i syfte att undersöka förutsättningarna för att öka säkerheten och den maximala fartygsstorleken i farleden till Södertälje. Det ökade kapacitetsbehovet har sin grund bland annat i den framtida bränsleförsörjningen till Stockholm och Mälardalen samt den skalfördel större fartyg ger i syfte att motverka de högre transportkostnader som uppstått genom införandet av SECA-direktivet. Större fartyg med större lastintag ger också en miljömässig vinst genom lägre bränsleförbrukning per transporterat ton.

Simuleringen har utförts i Sjöfartsverkets fartygs- och farledssimulator på Lindholmen, Göteborg, av lotsar från Södertälje lotsområde.

Den dimensionerande fartygsstorleken är tankfartyg med maximalt 11,5 meters maxdjupgående med ca 230 meters längd och 32 meters bredd samt roro/containerfartyg upp till cirka 230 meters längd.

Utvärderingen har skett genom att ägna första dagen åt att köra samtliga alternativ, bedöma dess lämplighet och välja ut de bästa två. Följande två dagar har ägnats åt att köra, utveckla och bedöma de utvalda alternativen.

2 Körning och bedömning av samtliga framtagna farledsalternativ

Syftet med första dagens simuleringar var att av fyra möjliga alternativa farledsdragningar mellan Södertälje och Landsort välja ut de alternativ som bedöms ge bäst säkerhet för den planerade framtida fartygsstorleken till Södertälje för utveckling och vidare utredning. Samtliga farledsalternativ kördes med samma fartyg, ett tankfartyg 140 x 24 meter med 9,0 meters djupgående i syfte att testa samtliga farledsalternativ med samma referensfartyg. Följande farledsalternativ har körts och bedömts:

1. Befintlig farledssträckning i breddad utformning samt med viss förstärkt utmärkning från väst Landsort via Rökogrundet, Fifång, ost Gåklubb vidare mellan Regarn och Oaxen.
2. En ny farledssträckning som från Landsort viker av västerut mot Askö, passerar sydost om Fifång och vidare österut från nuvarande farledssträckning mot Lisö, där den sedan följer det östra fastlandet

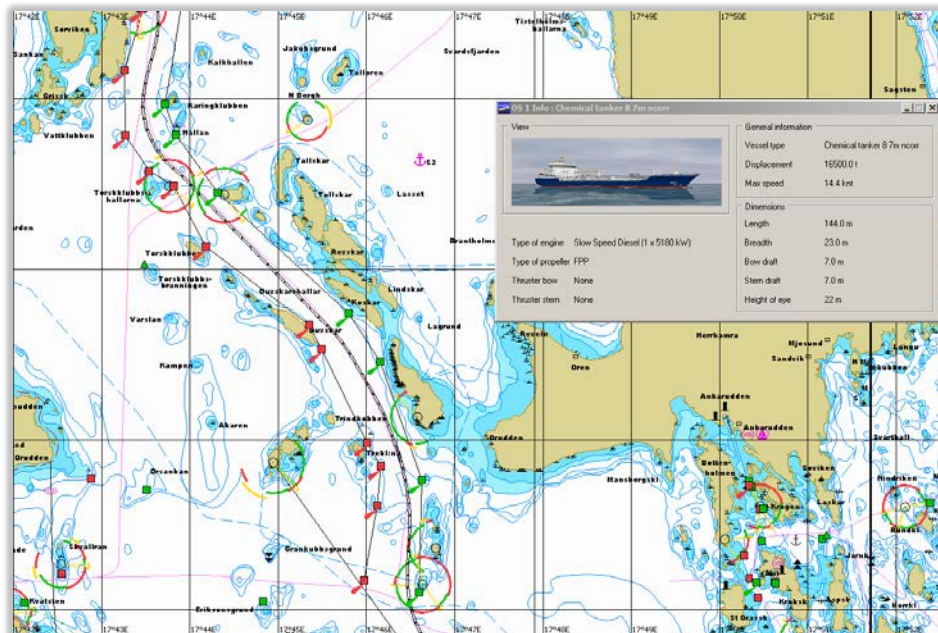
upp till syd Regarn där den ansluter till befintlig farled.

3. En ny farledssträckning som från Landsort viker av mot Askö för att sedan fortsätta norr ut över Fifångsdjupet väster om den nuvarande farleden och ansluta till befintlig farled strax norr om Gålkubb.
4. Som alternativ tre ovan, men fortsätter mot norr och passerar syd Hornö, där den ansluter till befintlig farled vid Stenskärs fyr.

Samtliga farledsalternativ går samman till ett alternativ i befintlig farled syd Regarn. Efter Regarn viker farleden av i en ny sträckning över östra Himmerfjärden, och ansluter därefter åter till nuvarande farledssträckning strax sydost om Skanssundet. Denna nya östra farledsdragning innebär en väsentligt högre säkerhet för passage av Skanssundet, och är att anse som ett krav om det skall vara möjligt att öka farledens kapacitet till den ambitionsnivå projektet syftar till.

2.1 Befintlig farled

Befintlig farled mellan Rökogrundet och Fifång har i terrängmodellen breddats och fördjupats i syfte att klara den planerade fartygsstorleken om ca 230 x 32 meter med maximalt 11,5 meters maximalt djupgående. Den modifierade farleden bedöms vara underdimensionerad för de större fartygen även i terrängmodellens breddade utförande.

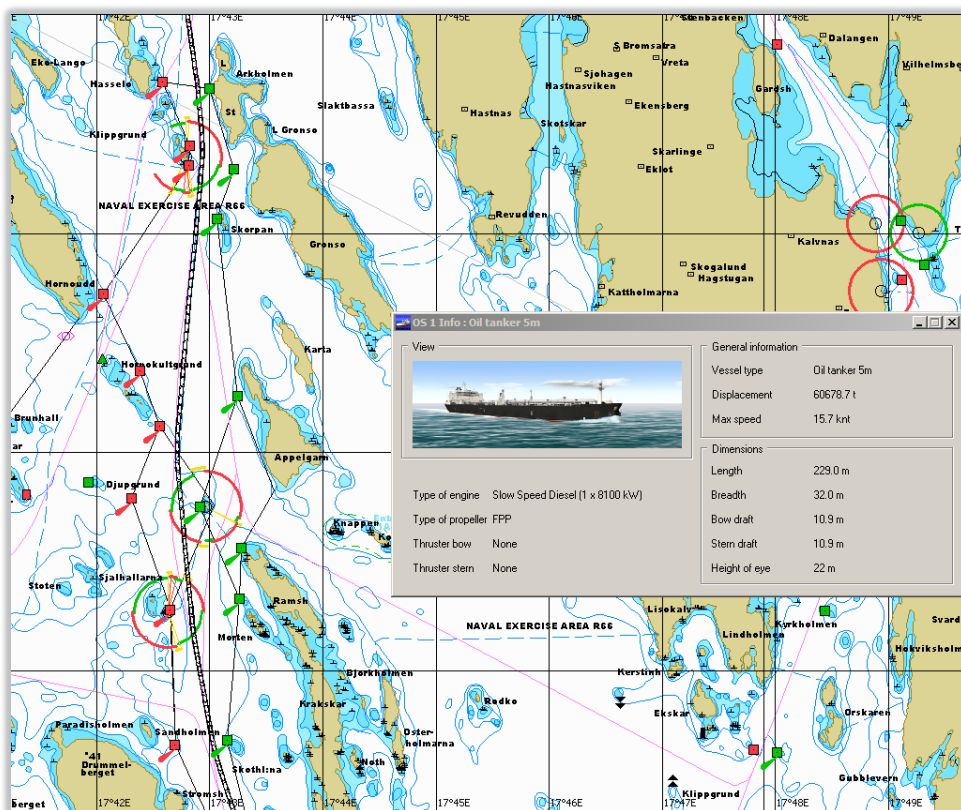


Figur 3 Smalt och krokigt farledsavsnitt mellan Rökogrundet och Fifång

- Farledsavsnittet mellan Rökogrundet förbi Fifång kräver små girradier med stora roderutslag. Detta ledavsnitt bör därför uteslutas från fortsatt utveckling, då det skulle kräva att hela öar sprängs bort för att uppnå tillräcklig säkerhet.
- Farleden är smal och krokig med för tätt mellan girarna, med små möjligheter till korrigering av fartyget i sidled mellan girarna.

Farledsavsnittet mellan Fifång och Regarn har med vissa ytterligare justeringar testas på nytt, och anses i sin utvecklade utformning uppnå fullgod säkerhet. Detta alternativ kräver relativt omfattande muddringsåtgärder. Följande omdöme gavs om den breddade versionen av befintlig farledssträckning:

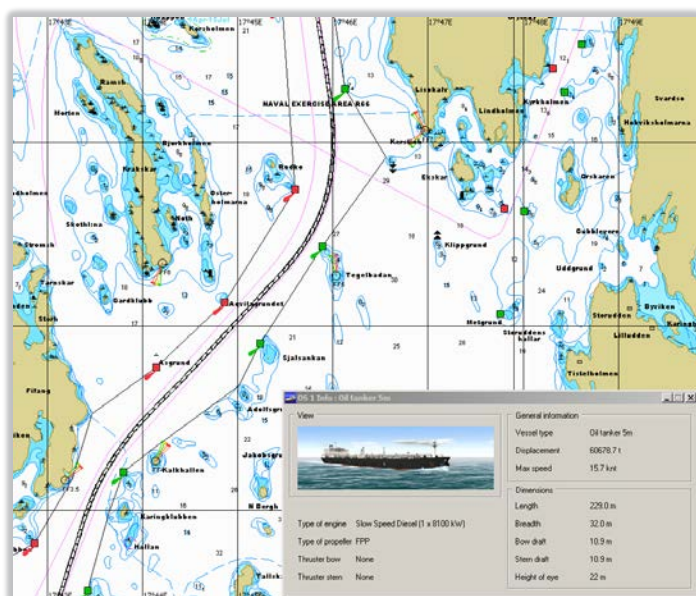
- Farleden har begränsade möjligheter till möten på relativt långa sträckor där större fartyg ej kan mötas med bibehållen säkerhet.
- Den höga belastningen av fritidsbåtstrafik under sommarmånaderna på västra sidan Södertäljeviken anses vara en säkerhetsrisk.



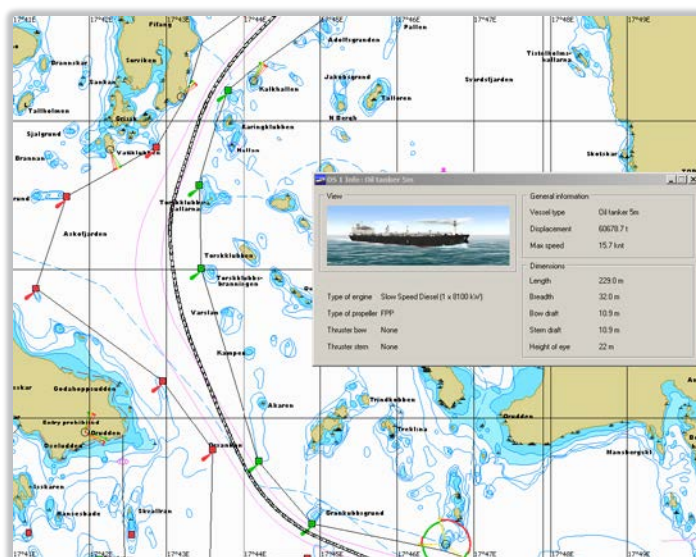
Figur 4 Breddad farled mellan Fifång och Stenskar via väst Gålubben

2.2 Östra leden

Detta alternativ var det som i alla avseenden ansågs ge bäst säkerhet med goda marginaler och goda möjligheter till möten även med större fartyg. Fartyget framfördes med stora gir-radier med långa raksträckor mellan girarna, och även i de mindre raka partierna upplevdes farledsytan ge goda säkerhetsmarginaler. Mellan Fifång och Regarn krävs endast marginell muddring för att uppnå fullgod säkerhet.



Figur 5 Östra alternativet mellan Fifång och Lisö



Figur 6 Östra alternativet mellan Rökgrund och Fifång

2.3 Nord Askö/väst Fifång via nord Gålklubb

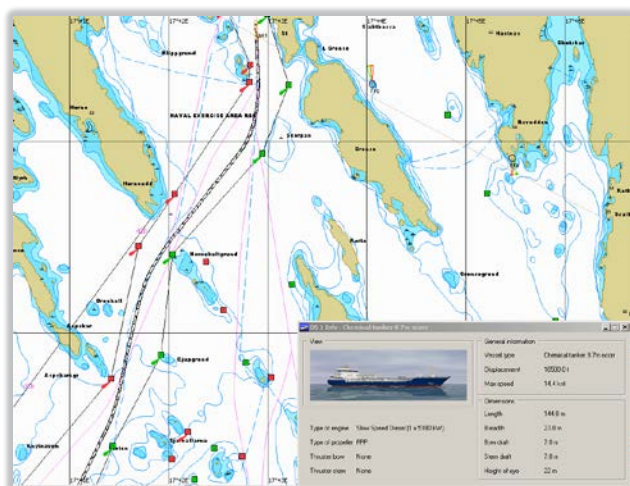
Detta alternativ kördes endast på inkommande, då säkerhetsmarginalerna i girarna runt Gålklubb ansågs otillräckliga för den planerade fartygsstorleken.



Figur 7 Nord Askö/väst Fifång via nord Gålklubb

2.4 Nord Askö/väst Fifång via syd Hornö

Detta alternativ kördes endast på inkommande. Avsnittet runt Stenskar krävde stora kursändringar med små gir-radier och korta sträckor mellan girarna för justering i sidled.



Figur 8 Nord Askö/väst Fifång via syd Hornö till Stenskar

3 Sammanfattande synpunkter för val av alternativ för vidare utveckling

Det alternativ som erbjuder den överlägset säkraste passagen med en rak och bred farled med långa raksträckor och goda möjligheter till möten är det östra alternativet via Lisö. Befintlig farled som breddats och, där så är möjligt, rätats, bedöms likaså som ett alternativ värt att arbeta vidare med. De båda alternativen via Asköfjärden ansågs ej ge fullgod säkerhet med hänsyn till den ökade fartygsstorlek farleden är planerad för att trafikeras med.

4 Körning och bedömning av de utvalda farledsalternativen

Efter första dagens selektering av utvecklingsbara alternativ övergick verksamheten till att testa de planerade maxfartygen i de utvalda farledssträckningarna.

De fartygstyper som användes för utvärdering av alternativen var:

- ett lastat tankfartyg om ca 50 000 tdw med en längd om ca 230 meter, bredd 32 meter och ett djupgående om 10,9 meter
- ett biltransportfartyg om ca 200 meters längd, 32 meters bredd och 8,5 meters maxdjupgående.

Följande slutsatser kunde dras efter prov med dessa fartygsstorlekar:

- Avsnittet mellan Landsorts angöring och Tiljandersknalt/Rökogrund kan med mycket begränsade insatser ges ökad säkerhet till en god nivå. Bordning för embarkering och debarkering av lots kan ske med bibehållen säkerhet i ett relativt skyddat område norr om fyren Tiljandersknalt även för den planerade fartygsstorleken.
- Befintlig farled i farledsavsnittet mellan Rökogrundet och Fifång kan ej anpassas till planerad fartygsstorlek utan att orsaka orimlig åverkan på naturen. Vid en muddring skulle muddermassornas volym bli orimligt stor, och för att uppnå samma säkerhet som i övriga alternativ måste hela öar sprängas bort. Detta alternativ har därför övergivits till förmån för den nya mer västliga dragningen via ost Askö fram till Fifångs södra udde.
- Den föreslagna nya dragningen av farleden från Tiljandersknalt västerut mot Askö fram till Fifångs södra udde ger en bra farled med

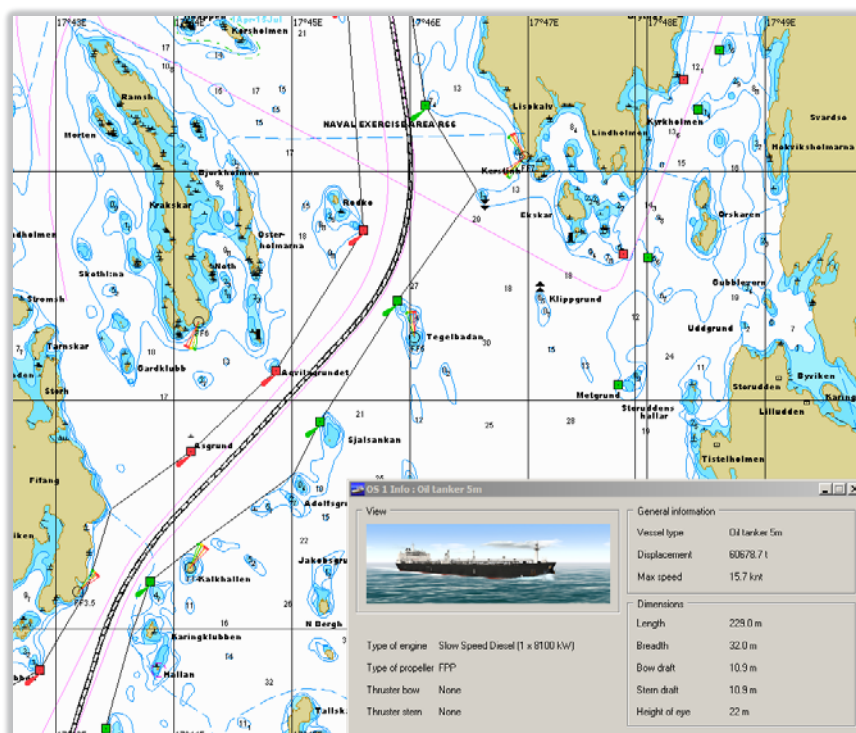
stora gir-radier och raka partier mellan girarna som ger goda möjligheter att kompensera i det fall fartyget hamnat off-track.

- Från Fifånga södra udde till syd Regarn har två alternativ testats och under körningarna delvis förändrats:
 - o Befintlig farled ost Fifånga har genom att föras med förstärkt utmärkning och dras väster om fyren Gålklubb kunnat utvecklas till ett alternativ som för denna fartygsstorlek bedöms ge god säkerhet. Detta farledsavsnitt har dock vissa nackdelar jämfört med det östra alternativet nedan:
 - Möjligheten att möta andra fartyg är begränsad under en lång sträcka.
 - Antalet fritidsbåtar är sommartid förhållandevis stort i detta område.
 - Det krävs förhållandevis stora muddringsinsatser i detta farledsavsnitt.



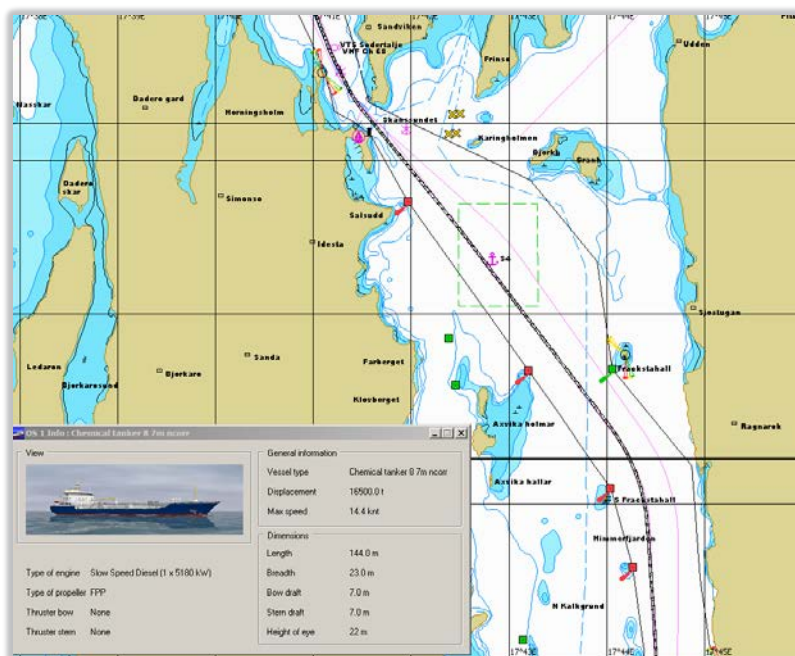
Figur 9 Från Fifånga via väst Gålklubb till Stenskar

- o Genom att från syd Fifång fortsätta österut mot och utmed Lisö har en möjlig farledsdragning kunnat identifieras genom utvärdering av den nysjömätning som utförts i området inom ramen för projektet. Området ger möjlighet till en bred farled med gott vattendjup samt goda mötesmöjligheter med endast marginella muddringsåtgärder. Genom en väl utformad farledsutmärkning kan denna möjliga farled tillskapas med enkla medel och liten åverkan på naturen.



Figur 10 Östra leden från Fifång till Lisö

- Farledsavsnittet från syd Regarn fram till Skanssundet ges en delvis ny farledssträckning på Himmerfjärdens östra sida, istället för nuvarande dragning på västra sidan fjärden. Detta innebär att det skapas en lång raksträcka före Skanssundet som kan utnyttjas till att förbereda passagen genom sundet. Dagens dragning på västra sidan fjärden innebär att fartyget direkt efter giren kommer att befinna sig mitt i det förhållandevis trånga Skanssundet med få eller inga möjligheter att kompensera för effekten av till exempel kraftig sidvind som kan ha drivit fartyget från det planerade spåret.



Figur 11 Farledsdragning via ost Himmerfjärden öppnar upp inför passagen genom Skanssundet

- Från Skanssundet följer farleden tidigare sträckning fram till Södertälje kanals mynning. För att möjliggöra säker passage för den planerade fartygsstorleken krävs viss breddning och fördjupning i och i anslutning till Branddalssund och passagen väst Fläsklösa, samt viss flyttning och komplettering av befintlig utmärkning.



Figur 12 Breddning genom Branddalssund som kräver erosionsskydd

5 Deltagande personal

Lotsarna Nicklas Liljegren och Anders Knutas, Södertälje lotsområde, har genomfört körningarna samt bidragit med nautisk expertkompetens och kunskap om lokala förhållanden.

Lotsarna Andreas Edvall, Göteborg, och Håkan Heurlin, Stockholm har varit simulatorinstruktörer och ansvarat för att implementera och funktionsprova farledsalternativ och fartygsmodeller samt bidragit med nautisk expertkompetens för en oberoende bedömning av alternativens säkerhet och lämplighet.

Den grundläggande utformningen av farleder och utmärkning har utförts av sjökapten Bertil Skoog, Infrastrukturenheten.

Modellering av farled i CAD-miljö och simulator har utförts av Per-Olov Seiron, Sjögeografi, och Daniel Boström, FOI, båda tillhörande Sjöfartsverket.

RAPPORT

Datum

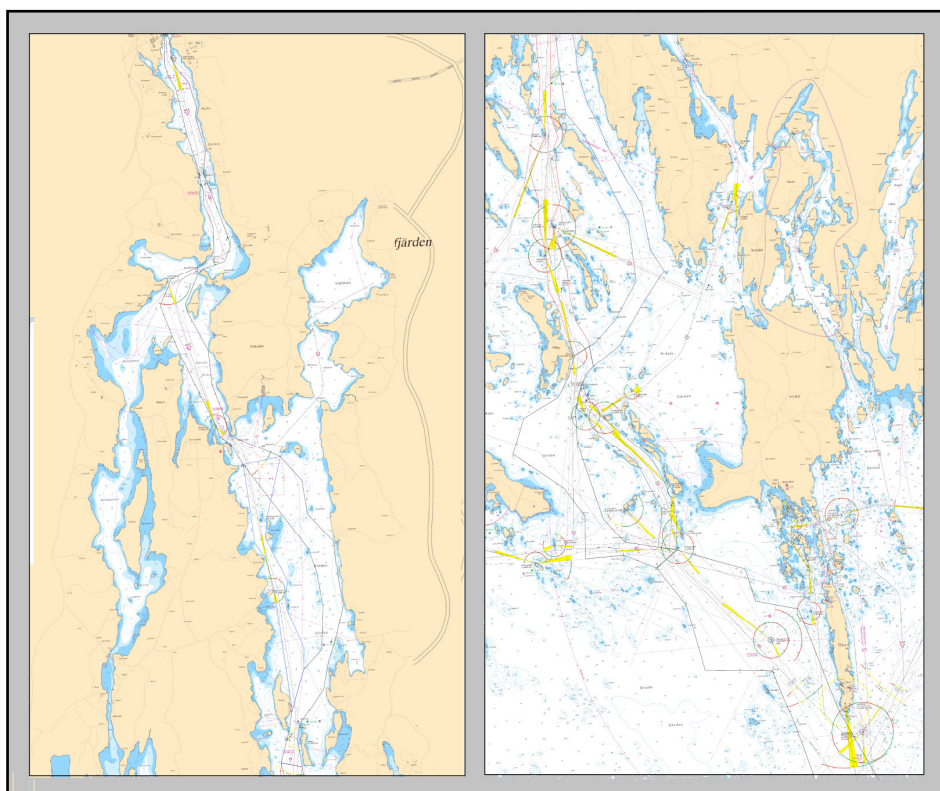
2015-12-08

Projekt

151013/Simulering Landsortsleden

Nautisk/teknisk utvärdering av simuleringar, "Alternativa farledsdragningar mellan Södertälje och Landsort"

Föreliggande rapport innehåller en nautisk/teknisk analys och utvärdering av de simuleringar som genomförts för att undersöka alternativa farledsdragningar mellan Södertälje och Landsort.



Karl-Johan Raggl

Kamahura Teknik AB

Adress

Kamahura Teknik AB
Solgärdesvägen 14
436 42 Askim
Sweden

Kontakt

Tel: +46 (0)706-27 67 61
e-post: info@kamahura.com

Org./VAT nr

556978-3805/SE556978380501

Sammanfattning

Regeringen har på förslag av Trafikverket i *Nationell trafikslagsövergripande plan för investeringar i transportinfrastruktur 2014-2025* (ref. 1), fastslagit ett behov av en fördjupad utredning av farleden mellan Landsort och Södertälje, med målsättning att den dimensioneras för framtidens fartygsstorlekar och transportbehov. Som följd av detta genomförde Trafikverket och Sjöfartsverket gemensamt *Åtgärdsvalsstudie Södertälje hamn - Landsort* (ref. 2), i vilken man rekommenderade fortsättning i en mer detaljerad farledsutredning.

Sjömätning av berörda område samt inledande simuleringar av ett flertal farledsalternativ genomfördes under hösten/våren 2014-15 vilket resulterade i två huvudalternativ på ny farled. Efter en mer noggrann och detaljerad design och anpassning för bedömt framtida fartygstyper, har nu en andra omgång simuleringar genomförts och utvärderats, vilket redovisas i denna rapport.

Syfte är att ur ett nautiskt/tekniskt perspektiv bedöma och jämföra de två huvudalternativen med målsättning att ta fram nödvändigt underlag för kommande steg i utredningen om ny farled mellan Landsort och Södertälje.

Båda farledsalternativen bedöms uppfylla vedertagna rekommendationer samt klara grundläggande nautiska och tekniska krav för acceptabel säkerhet för trafik med ett dimensionerande fartyg om 230 meters längd, 32 meters bredd och ett maximalt djupgående om 11,5 meter. Det östra alternativet uppvisar tydliga fördelar genom mindre muddervolymer, bättre mötesmöjligheter och större säkerhetsmarginaler.

Vid jämförelse mellan de två farledsalternativen bedöms det östra vara klart fördelaktigt, med följande huvudsakliga argument (redovisade skillnader avser de delar där farlederna skiljer sig åt):

- Västra alternativet bedöms generellt som enkelriktat, krokigt och smalare. Östra alternativet är att betrakta som en dubbelriktad farled med större potential att klara en ökning av framtida fraktvolymer, både avseende fartygsstorlek och anlöpsfrekvens.
- Vid särskilt riskutsatta platser innebär det östliga alternativet en markant riskreducering. I samband med passage vid Fifång och Skansundet tvingas fartyg i det västra alternativet till dubbla och i vissa situationer tre på varandra följande girar, något som i det östra reducerats till en respektive två.
- Det östra alternativet är ca 1 NM längre än det västra alternativet. Denna skillnad i längd bedöms dock uppvägas av minskad risk för incidenter och olyckor då farleden är bredare och därmed ger större säkerhetsmarginaler och möjligheter till möte även med stora fartyg.
- Behovet av muddring skiljer mycket mellan de två alternativen. För de avsnitt där alternativen skiljer sig åt beräknas volymen för det västra alternativet bli ca 1 100 000 m³ och för det östra 30 000 m³, en skillnad på ca 35 ggr. För de gemensamma avsnitten beräknas muddermassorna bli ca 1 400 000 m³.

Inför fortsättningen av utredningen ges ett antal rekommendationer och förslag, speciellt med referens till planerade simuleringar och som underlag till kommande riskanalys.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
1. Inledning	4
1.1 Uppdrag	4
1.2 Bakgrund.....	4
1.3 Syfte och målsättning.....	5
2. Farledsalternativ	6
2.1 Allmänt	6
2.2 Ny utmärkning	7
2.3 Landsort angöring - Askö	7
2.3.1 Befintlig farled	7
2.3.2 Ny farled.....	7
2.4 Askö - Pipskär	9
2.4.1 Befintlig farled	9
2.4.2 Västra alternativet (modifierad befintlig farled)	9
2.4.3 Östra alternativet	10
2.5 Pipskär - Notholmen	11
2.5.1 Befintlig farled	11
2.5.2 Västra alternativet (modifierad befintlig farled)	11
2.5.3 Östra alternativet	12
2.6 Notholmen - Halls Holme	14
2.6.1 Befintlig	14
2.6.2 Alternativ farled (modifierad befintlig)	14
2.7 Sammanfattning muddermassor.....	15
2.8 Miljöförutsättningar	16
2.8.1 Vind.....	16
2.8.2 Ström	16
2.8.3 Vågor	16
2.8.4 Is	16
2.8.5 Djup.....	16
2.8.6 Vattenstånd	17
2.8.7 Bottenegenskaper	17
2.8.8 Naturskydd, miljöpåverkan	17
2.9 Dimensionerande fartyg.....	17
2.10 Farledsdimensioner	18
2.10.1 Beräkningar	18
2.10.2 Rekommenderade farledsgränser	21
3. Simuleringar	22
3.1 Fartygsmodeller	22
3.2 Terrängmodell.....	23
3.3 Farledsmodell.....	23
4. Resultat	24
4.1 Utvärderingsmetod.....	24
4.2 Utvärdering farledsavsnitt.....	24
4.2.1 Landsort - Askö	24
4.2.2 Askö - Pipskär	25
4.2.3 Pipskär - Notholmen	26
4.2.4 Notholmen - Halls Holme	27
4.3 Slutsatser.....	27
4.4 Rekommendationer	29
5. Deltagare.....	30
6. Referenser.....	31

Bilagor:

- 1) Appendix I Körschema simuleringar
- 2) Appendix II Utvärderingsresultat formulär
- 3) Förändringar och kompletteringar utmärkning

1. Inledning

1.1 Uppdrag

Kamahura Teknik AB har av Sjöfartsverket givits i uppdrag att utföra en nautisk/teknisk utvärdering av de simuleringar som genomförts vid verkets simulatoranläggning i Göteborg.

Utvärderingen, som redovisas i föreliggande rapport, har omfattat följande:

- Förberedande studier av tidigare simuleringar, dokument och övriga för projektet relevanta underlag
- Genomgång och diskussion av upplägg och simuleringsprogram
- Deltagande vid simuleringar under vecka 43
- Nautisk/teknisk analys av simuleringar
- Deltagande vid briefing/de-briefing med lotsar, dokumentation av synpunkter och resultat
- Identifiering och dokumentation av risker, primärt av teknisk/nautisk natur
- Sammanställning i preliminär rapport
- Genomgång och redovisning av preliminär rapport
- Slutrapport (föreliggande dokument)

Utvärdering har utförts av Karl-Johan Raggl, Kamahura Teknik AB samt Capt. Reto Weber vid Sjöfartshögskolan, Chalmers Lindholmen. Karl-Johan har innan starten av det egna konsultföretaget Kamahura Teknik AB arbetat drygt 20 år hos SSPA Sweden AB som projektledare och avdelningschef och har stor erfarenhet av liknande uppdrag. Reto Weber är vid Sjöfartshögskolan huvudansvarig för deras fartygsimulatorer och bedriver både undervisning av sjöbefäls elever och deltar i forskning.

1.2 Bakgrund

Regeringen har på förslag av Trafikverket i *Nationell trafikslagsövergripande plan för investeringar i transportinfrastruktur 2014-2025* (ref. 1), inom ramen för "Urval av prioriterade förbättringar för nationella och internationella förbindelser" under rubriken "namngivna brister" fastslagit ett behov av en fördjupad utredning av den allmänna farleden 511 mellan Landsorts angöring och Södertälje. Som följd av detta har Trafikverket och Sjöfartsverket gemensamt genomfört Åtgärdsvalsstudie Södertälje hamn - Landsort (ref. 2), i vilken följande mål formulerats:

1. Farleden ska uppfylla Transportsstyrelsens nationella samt internationella rekommendationer gällande farleder för optimal säkerhet.
2. Farleden ska dimensioneras för framtidens fartygsstorlekar och trafikutveckling.
3. Åtgärderna i farleden och dess landanslutningar ska medverka till minskad miljöpåverkan.
4. Farleden och dess landanslutningar ska bidra till att minska transportkostnaden för nuvarande och framtida transporter via Södertälje hamn.

som i rapport åtföljts av följande rekommendation:

Starta upp en farledsutredning (inklusive sjömätning, geoteknisk undersökning och erosionsutredning) som i sin tur kommer att svara på frågorna om vilka fysiska åtgärder som behövs för att uppnå de satta målen. De åtgärder som sannolikt är aktuella utifrån en sådan utredning är att bredda upp och göra vissa avsnitt av farleden djupare samt att delvis ge farleden en ny linjesträckning vilket innebär ändrad utprickning/utmärkning. En uppskattad kostnad för detta är 300 Mkr. Åtgärderna bedöms behövas oavsett om Södertälje får en ökad oljehantering eller inte.

samt i sammanfattning listat följande problem och brister i farleden

- Uppfyller ej Transportstyrelsens och internationella rekommendationer (PIANC)
- Olycksdrabbad
- Saknar detaljerad djupdata (utanför befintlig led)
- Vind-, mörker- och hastighetsrestriktioner
- Kortlastade fartyg
- Bogserbåtskrav för stora fartyg
- Erosion.

Enligt givna rekommendationer har Sjöfartsverket påbörjat en farledsutredning och som ett första steg under 2014 utfört sjömätningar (ref. 6) utanför befintlig farled, i områden som bedömts ha potential för alternativa farledsdragningar.

Vid Sjöfartsverkets simulatoranläggning i Göteborg, genomfördes som steg 2 under våren 2015 förberedande studier och simuleringar (ref. 3) av förändrade och delvis nya farledsavsnitt, anpassade för större och mer lastade fartyg samt ökade säkerhetsmarginaler. Vid simuleringarna genomfördes in- och utsegling med i huvudsak två olika typer av fartyg; ett tankfartyg och ett containerfartyg. Längd och bredd hos båda dessa fartyg var cirka 230x32 m med ett maximalt statisk djupgående om 10.9 respektive 8.5 m. Fartygen var valda med tanke på rimliga storlekar utifrån farledens begränsningar, bedömt tillgängligt framtida tonnage samt diskussioner med Södertälje Hamn, som utifrån egna analyser bedömt dessa typer som dimensionerande.

Efter utgallring av farledsavsnitt som ej uppfyllt grundläggande kriterier har studien resulterat i förslag på två möjliga farledsdragningar:

- A) Västra alternativet - Befintlig farled 511 som delvis breddats, rätats ut, fördjupats och försetts med uppgraderad farledsutmärkning. Farledsavsnittet mellan Rökogrund och Fifång har flyttats västerut och passerar öster om Askö och följer sträckningen på de allmänna farlederna 403 och 512.
- B) Östra alternativet - samma förändringar som i västra alternativet men med två helt nya farledsavsnitt, dels mellan Fifång och Oaxen, dels mellan Regarn och Skanssundet.

1.3 Syfte och målsättning

Syfte med redovisad utvärdering är att, baserat på regelverk och rekommendationer, genomförda simuleringar, diskussioner med deltagande expertis och egna analyser, utifrån ett tekniskt/nautiskt perspektiv bedöma och jämföra två alternativa förslag på ny farled mellan Landsort och Södertälje.

Målsättning är att ta fram tillräckliga underlag och rekommendationer för kommande processer i pågående utredning om ny farled mellan Landsort och Södertälje.

2. Farledsalternativ

2.1 Allmänt

Farleden mellan Södertälje hamn och Landsort är bitvis mycket trång och på sina ställen relativt krokig. Framförallt två passager; Brandalsund och Skansundet, är svårpasserade vilket har lett till att större fartyg som ska gå in i farleden har belagts med vind-, sikt- och mörkerrestriktioner samt i vissa fall bogserbåtskrav. Vidare har farleden idag en begränsning av djupgående på 9.0 m.

Farleden bedöms i sin nuvarande form inte uppfylla vare sig dagens eller framtida önskvärda godsvolym, vare sig beträffande fartygsstorlek eller trafikfrekvens.

För att mer förutsättningslöst kunna utvärdera de två definierade farledsalternativen, delades dessa inför simuleringarna upp i fyra farledssträckor. Gränserna mellan de olika sträckorna valdes ut med hänsyn till naturliga skillnader mellan olika alternativ och punkter där navigering bedömts som okomplicerad. För de första och sista delsträckorna är båda farledsalternativen identiska medan de för de mellersta sträckorna skiljer sig åt. Uppdelning har skett enligt följande:

- 1 Landsorts angöring - Askö
- 2a) Askö – Pipskär via västra farleden.
- 2b) Askö – Pipskär via östra farleden.
- 3a) Pipskär – Notholmen via västra Himmerfjärden.
- 3b) Pipskär – Notholmen via östra Himmerfjärden.
- 4) Notholmen - Halls Holme

Den med rött markerade sträckan mellan Rökogrund och Fifång utgår helt, då det vid utvärdering i tidigare studie (ref 3) ej bedömts möjligt att anpassa till grundläggande krav för dimensionerande fartyg.

Farledssträckor markerade med grå färg är gemensamma för båda alternativen, blått anger de västra och grönt de östra sträckningarna. Sträckningen av det västra alternativet är, förutom den i Figur 1 med rött indikerade och uteslutna sträckan mellan Rökogrundet och Fifång, identisk med befintlig farled, medan det östra alternativet i avsnitten 2 och 3 har en ny östlig sträckning, i Figur 1 markerat som 2b och 3b. Avsnitt 2 och 3 har samma start och slutpunkter, vilket innebär att de i utvärderingen kunnat jämföras mot varandra och rangordnas efter bedömd lämplighet.



Figur 1: Alternativa farledsavsnitt

Restriktioner som gäller för hela farleden:

- Maximalt djupgående: 9 m
- Mörkernavigering efter särskilt tillstånd: $L > 160$ m
- Lotspliktskategori 1 (farligt gods, ref. 10): alla fartyg
- Lotspliktskategori 2 och 3 (övriga fartyg, ref. 10): 70/14/4,5 (LxBxD)
- Tvåmanslotsning: $L > 200$ m

Not: Nuvarande max fartygsstorlek i Södertälje hamn: Längd 200 m och bredd 32.3 m

2.2 Ny utmärkning

Förändringar och komplettering av utmärkning för respektive alternativ redovisas i bilaga 3.

2.3 Landsort angöring - Askö

2.3.1 Befintlig farled

Första och yttre delen av sträcka 1, dvs mellan Landsort angöring och Rökogrund, är bred, djup och rak och uppfyller med god marginal rekommenderade krav på farled för dimensionerande fartyg.

Sträckan mellan Rökogrund och Fifång är däremot i befintligt skick till stora delar smal, krokig och grund. Vid tidigare studie har sträckan även efter breddning och fördjupning inte bedömts kunna uppfylla grundläggande krav för aktuell fartygsstorlek och har därför helt valts bort från möjliga alternativ.

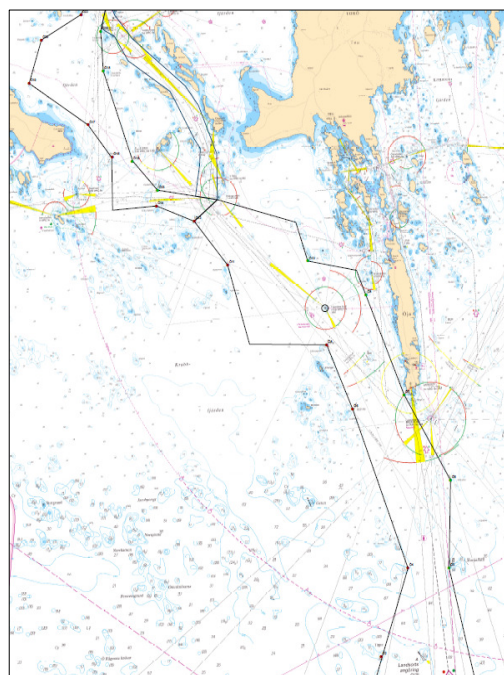
För avsnittet finns inga speciella restriktioner utöver de som gäller för hela farleden.

2.3.2 Ny farled

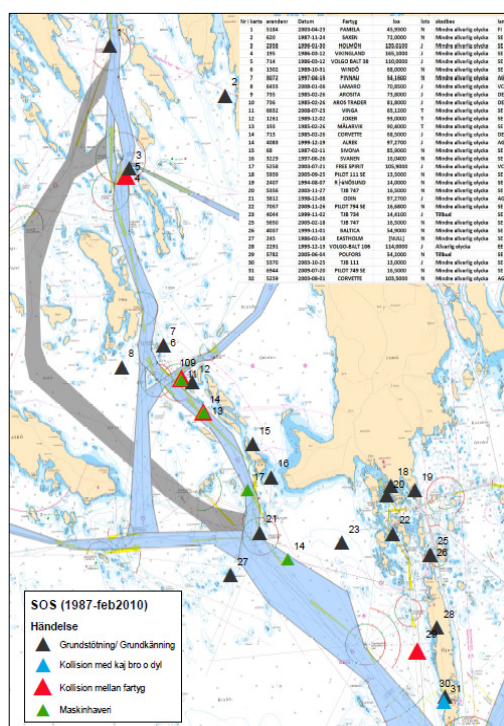
Egenskaper

Miljö Yttre delen fram till Rökogrund är utsatt för både vind och vågor. Vindstyrkan är generellt något högre här än för resterande led in till Södertälje och området är det enda där vågor av påverkande karaktär kan uppstå.

Djup Med få undantag minst 20 m djupt. För att uppnå minsta garanterat djup krävs i ytan söder om Rökogrund muddring på fåtal platser och för resterande sträckning norr om, något mer. Bottentyp ännu ej klarlagd men geoteknisk undersökning är planerad, gäller samtliga avsnitt.



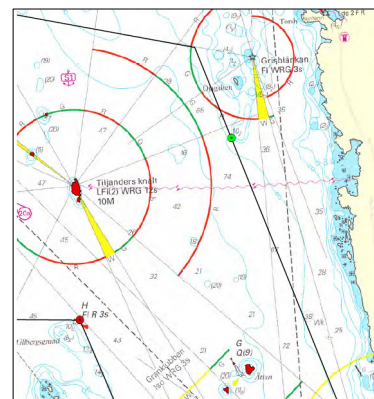
Figur 2: Avsnitt 1, Landsort angöring - Askö



Figur 3: Olycksstatistik Landsort - Regarn

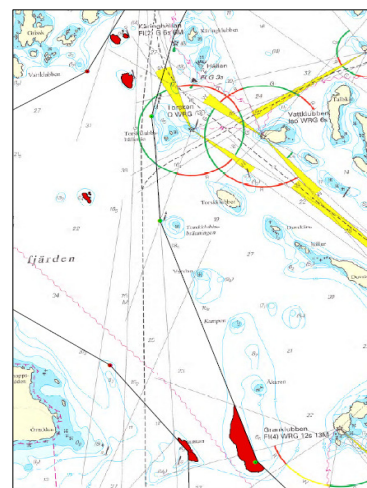
- Farledsbredd** Farleden är över hela sträckningen generellt mycket bred. Sträckan innehåller två passager, mellan två bojpar syd respektive väst om Granklubben. Farledsbredd vid dessa passager är ca 500 m
- Girradier** Minsta girradie har fartygen vid passagen mellan Askö och Granklubben, då de passerar de två bojparen under en och samma gir. Girradien är ca 0.8 NM.
- Bankar** Det bedöms inte någonstans utefter farledssträckningen förekomma några bankar som påverkar fartygets egenskaper.
- Trafik** Goda marginaler för möten utefter hela sträckningen, med reservation för passagen i gir mellan Askö och Granklubben. Korsande/delande farled vid Rökogrundet och Kärringhällan. Förmodat mycket fritidsbåtar i området under sommarhalvåret.
- Ankarplatser** Även om inga ankringsplatser specificerats, finns det goda förutsättningar för ankringsplatser, både i den yttre skärgården och innanför Askö.

- Muddring yttre del** För den yttre delen krävs muddring på ett fåtal platser, begränsat till några grundklackar i området där farleden kröker sig vid Tiljanders knalt. Muddras enligt förslag till 15.0 m. Beräkningar:
- | Djup (m) | Area (m ²) | Volym (m ³) |
|----------|------------------------|-------------------------|
| 15.0 | 10 000 | 15 000 |



Figur 4: Mudderytor, 1 yttre

- Muddring inre del** För inre delen krävs muddring på fler platser; dels för breddning av passagen väster om Granklubben, dels några grundklackar i Asköfjärden och vid Kärringhällan. Muddras enligt förslag till 13.7 m. Beräkningar:
- | Djup m | Area m ² | Volym m ³ |
|--------|---------------------|----------------------|
| 13.7 | 130 000 | 200 000 |



Figur 5: Mudderytor, 1 inre

2.4 Askö - Pipskär

2.4.1 Befintlig farled

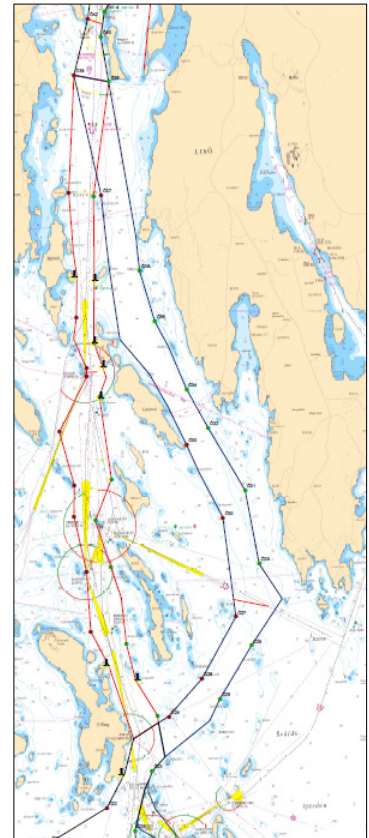
Mellan Fifång och Regarn följer idag farleden i princip en rakt nordlig-sydlig kurs. Sträckan innehåller dock ett flertal passager som relativt en centerlinje ligger parallellförskjutna, vilket i praktiken innebär att man vid möten tvingas gira och att sträckan då kan betraktas som krokig. Sträckan omgärdas generellt av relativt många grundområden, grynnor och små skär och därmed tillhörande utmärkning.

2.4.2 Västra alternativet (modifierad befintlig farled)

Det västra alternativet innebär en modifiering av befintlig farled. Sträckningen är breddad och fördjupad för att uppnå rekommenderade dimensioner. Flytande utmärkning och fyrar har justerats och kompletterats. Den relativa längden för jämförelse med östra alternativet är ca 7 NM.

Egenskaper

Miljö	Inre skärgård där vind kan variera, både till riktning och styrka. Bitvis litet avstånd till strandlinjen
Djup	Sträckan mellan Fifång och Stenskar är i befintligt tillstånd ej tillräckligt djup för att uppfylla rekommenderade krav. Det krävs här relativt omfattande muddring. För resterande sträcka upp till Regarn är djupet idag tillräckligt.
Farledsbredd	Farledsbredd längs sträckningen varierar mellan 300-600 meter. Smalare passager ligger dock även efter modifiering parallellförskjutna.
Girradier	Utefter sträckan finns inga kraftiga krökar. Följer man centerlinjen är sträckningen till stora delar svagt krökt, men med mycket stora girradier. Vid rundning av Kärringhällarna och Fifång fyr skapas en S-formad gir, där giren runt Fifång fyr har den mindre radien, ca 0.6 NM.
Bankar	Sträckan innehåller ett flertal platser där bankeffekter kan uppstå. Särskilt märkbara vid passage nära branta sluttningar, vilket är relativt vanligt förekommande.
Trafik	Sträckningen har bitvis tveksamma förutsättningar för möten, speciellt mellan större fartyg, då det speciellt för den södra halvan av sträckningen innebär både krav på girar och mindre avstånd till bankar och grunda områden. Korsande/delande farled vid Gåklubb och Stenskar.
Ankarplatser	Mycket begränsade förutsättningar. En möjlig plats är området väster om Stenskar, dock med reservation för undervattenskablar.

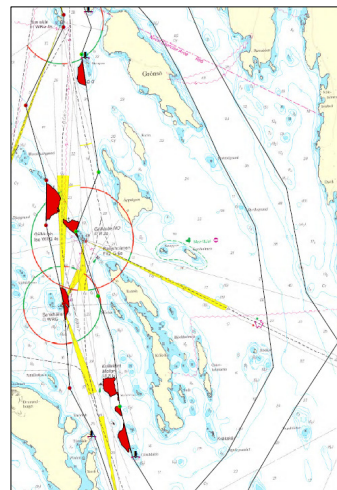


Figur 6: Avsnitt 2, Askö - Pipskär

Muddring En modifiering kräver relativt omfattande muddringinsatser. Behovet är dock begränsad till delsträckan mellan Fifång och Stenskär. Resterande del kan anpassas utan muddring. Muddras enligt förslag till 13.2 m.

Beräkningar:

Djup (m)	Area (m ²)	Volym (m ³)
13.2	210 000	560 000



Figur 7: Mudderytor 2 västra

2.4.3 Östra alternativet

Östra alternativet för sträckningen mellan Askö och Pipskär är en helt ny farled. Farleden är mycket bred, har få girar med stora radier, ytorna omkring är öppna och avstånd till land och grundare områden är relativt stora. Relativa längden hos det östra alternativet är ca 7.5 NM.

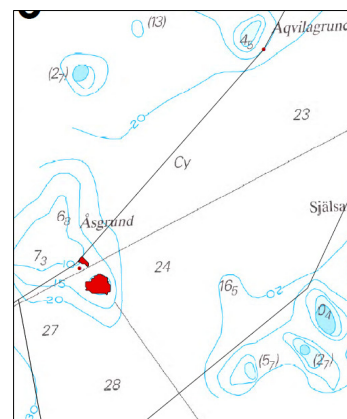
Egenskaper

Miljö	Öppnare område där vinden är mer stabil. Större avstånd till strandlinje, med undantag för passagen av Grönsö.
Djup	Enligt föreslagen sträckning är djupet, med undantag för två små grundflak vid sträckans södra inlopp, aldrig grundare än ca 25 m.
Farledsbredd	Farledsbredden är relativt konstant längs hela sträckan, med en variation mellan 500 - 700 m.
Girradier	Vid inloppet till delsträckan är girradien ca 1 NM och sedan svänger farleden från syd i en svag babordsgir med en radie på ca 1.6 NM.
Bankar	Det finns ett mindre antal bankar utefter sträckan, men samtliga har relativt flack lutning med endast marginell bedömd inverkan.
Trafik	Alternativet har tillräckliga dimensioner för att möten skall kunna ske utefter hela sträckningen. Korsande farled 516 vid Lisökalv/Rödö.
Ankarplatser	Goda förutsättningar för ankarplats på Svärdsjärden, i direkt anslutning till föreslagen farled.

Muddring Muddring krävs endast på en plats, alldeles i början av sträckan vid det södra inloppet och i mycket begränsad omfattning. Enligt förslag till samma som för västlig del, dvs 13.2 m.

Beräkningar:

Djup (m)	Area (m ²)	Volym (m ³)
13.2	5 000	10 000



Figur 8: Mudderytor, 2 östra

2.5 Pipskär - Notholmen

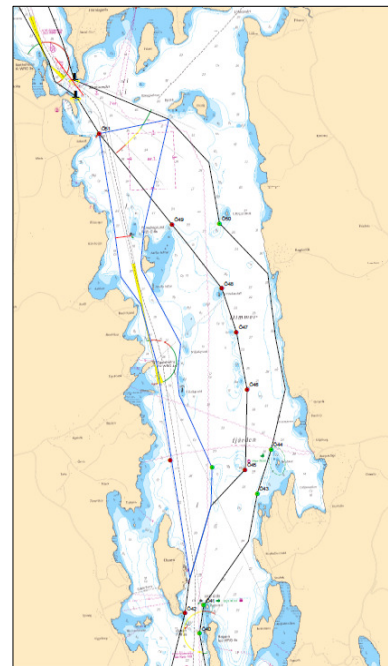
2.5.1 Befintlig farled

Från syd inleds sträckan med en svagt S-formad fartbegränsad passage mellan Regarn och Oaxen. Farleden viker sedan mot NNV och följer Mörkö's östra strand i svaga krökar upp mot Skanssundet. Vid Axvika holmar krävs en styrbordsgir för att positionera fartyget före den babordsgir som föregår passage av Skanssundet. Farledens är mestadels relativt bred, ca 300-500 m. med tre något smalare passager vid Breviksudd, Flundregrund och genom Skanssundet.

Genom Skanssund går farleden i en smal ca 1000 m lång krök. Sundet är i sydväst muddrat till 10 m. En färja för person- och fordonstrafik korsar sundet på dess smalaste ställe.

Restriktioner:

- Fartbegränsning 12 knop från Granholmarna och norrut.



Figur 9: Avsnitt 3, Pipskär -

2.5.2 Västra alternativet (modifierad befintlig farled)

Det västra alternativet innebär en modifiering av befintliga farled. Utmärkning och sektorer modifieras något, vid Breviksudd och Flundregrund breddas passagen genom muddring åt öster. Den relativa längden för jämförelse med östra alternativet är 5.2 NM.

Egenskaper

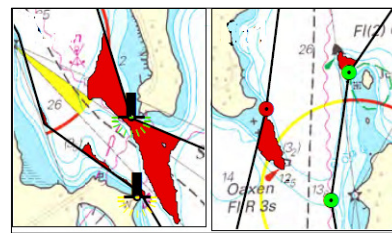
Miljö	Syd om Skanssundet öppet område med stabilare vind. Genom Skanssundet finns dock förutsättningar för att den ändrar både riktning och styrka. Farleden följer nära Mörkö's östra strand med flera långgrunda vikar.
Djup	Djupet är tillräckligt, med undantag för Skanssundet. Fördjupning kommer att behöva utföras i Skanssundet och där breddning av farleden planerats.
Farledsbredd	Farledens bredd varierar mellan 300-500 m, förutom den S-formade passagen genom Skanssundet, där bredden är mindre och som smalast ca 200 m.
Girradier	Även i detta västra alternativ är sträckningen upp till Skanssundet till stora delar svagt krökt, men med mycket stora girradier. Vid passage genom Skanssundet är farleden S-formad med radier på ca 0.5 NM. Syd-öst om Skanssundet har en större farledsyta skapats genom breddning av farleden vid Flundregrund, vilket ökar utrymmet för en rak sträcka mellan girarna.
Bankar	Även denna sträcka innehåller platser där märkbara bankeffekter kan uppstå vid passage nära branta sluttningar.
Trafik	För farleden upp till Skanssundet är de smalare passagerna mindre lämpliga att mötas i, speciellt mellan stora fartyg, vid sämre väder eller nedsatt sikt. Möte vid passage genom Skanssundet är mycket olämpligt, oavsett typ och storlek på fartyg. Sundet är trångt, passeras under gir och har dessutom färjelägen på båda sidor i utsatta positioner. Sundet korsas av en vägfärja, men sannolikt även av annan trafik. Under sommarhalvåret förmodas mycket fritidsbåtar befinna sig i och runt farleden.

Ankarplatser Befintlig ankarplats norr om Flundregrund.

Muddring,
gemensamt för
både västra
och östra
alternativet

Muddring vid två platser; mellan Oaxen och Regarn samt i Skanssundet. Enligt förslag muddrat till 12.65 från Regarn och norrut. Beräkning:

Djup (m)	Area (m2)	Volym (m3)
12.65	70 000	230 000



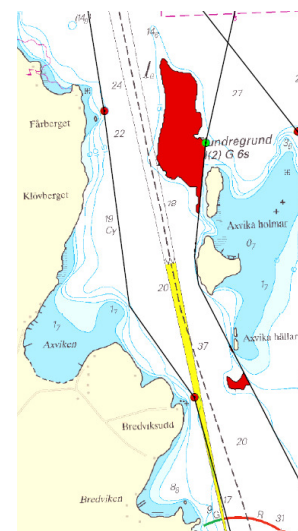
**Figur 10: Mudderytor, 3
gemensamt**

Muddring
västra

Muddring vid två platser, ett grundflak på östra sidan av passagen vid Bredviken samt hela Flundregrund. Viss breddning kan även komma att krävas utefter östra farledskanten vid Egelsholm, vilket skall utredas i ett senare skede. Muddras enligt förslag till 12.65 m. Beräkning:

Djup (m)	Area (m2)	Volym (m3)
12.65	110 000	510 000

OBS: Beräknade värden avser endast i Figur 11 angivna områden.



**Figur 11: Mudderytor, 3
västra**

2.5.3 Östra alternativet

Att notera: Då det beträffande Skanssundet inte föreligger några skillnader mellan västra och östra alternativet har i beskrivningen av det östra alternativet denna del av farleden utlämnats med hänvisning till beskrivningen av det västra alternativet.

Det östra alternativet för avsnitt 3 är mycket lik den för avsnitt 2, dvs det östra alternativet för sträckan mellan Askö och Pipskär. Sträckningen har en något smalare passage, vid Brudskär, men är i övrigt hela vägen en mycket bred och öppen farled med få och stora girradier. Sträckningen innebär en helt ny farled och den relativa längden för jämförelse med västra alternativet är 5.5 NM.

Egenskaper

Miljö Öppna ytor med förutsättning för mer stabil vind. Sydöstra sidan av farleden går nära fastlandet med några grunda vikar men mestadels branta begssluttningar.

Djup Djupet varierar mellan 20 och 30 meter med undantag för ett mindre antal grundklackar, som om aktuellt skall fördjupas till minsta garanterat djup.

Farledsbredd Farleden är, med undantag av en ca 300 m bred förträngning vid Brudskär, hela vägen mer än 600 m bred.

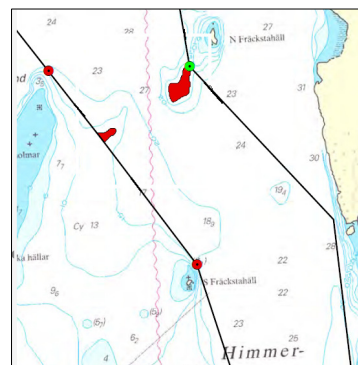
Girradier Leden består från Brudskär upp till Flundregrund av en svag krök. Söder respektive norr om dessa positioner är farleden rak.

- Bankar** Hela sträckan utefter fastlandet där farledskanten följer strandlinjen kan, om fartyg ligger nära gränsen, ge märkbara bankeffekter. Sluttningen är här brant och avståndet mellan farledsgräns och strandlinje kort.
- Trafik** Alternativet har tillräckliga dimensioner för att möten skall kunna ske utefter hela sträckningen upp till Skanssundet. Beträffande övrig trafik, korsningar och andra risker är dessa samma som för det västra alternativet.
- Ankarplatser** Befintlig ankarplats ligger mitt i farleden och tas bort. Ytor för alternativa platser finns, men är osäkra då det saknas tillförlitlig djupdata.

Muddring Fördjupning vid två grundflak öster om Flundregrund. Beräkning:

Djup (m)	Area (m ²)	Volym (m ³)
12.65	15 000	20 000

OBS: Beräknade värden avser endast i Figur 12 angivna områden.



Figur 12: Mudderytor, 3 östra

2.6 Notholmen - Halls Holme

2.6.1 Befintlig

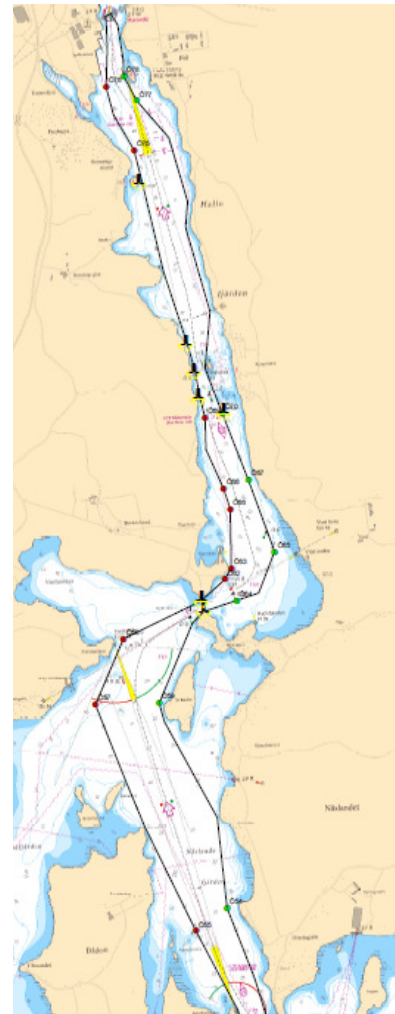
Sträckan från Notholmen upp till Halls Holme har två passager som utmärker sig; Brandalsund och Fläsklösa. För övrigt är sträckan en rak och bred farled med tillräckligt djup.

Brandalsund kan betraktas som dimensionerande för hela farleden, då det är här som fartygspassage är som mest komplicerat. Från syd kröker farleden 90 grader åt styrbord med radie på ca 0.5 NM och direkt efter sundet 90 grader babord med en radie på ca 0.25 NM. Den mellan girarna ca 700 m raka sträckan genom sundet är idag 70-80 m bred och muddrad till 10 m.

Passagen vid Fläsklösa är ett ca 700 m långt och ca 90 m smalt sund som även det muddrats till 10 m. Farleden passerar här rakt genom sundet.

Restriktioner:

- Fartbegränsning 7 knop, passage vid Brandalsund och Fläsklösa
- Vindrestriktion medelvind max 15 m/s, passage Brandalsund för fartyg $L > 160$ m
- Siktrestriktion minst 400m vid passage Brandalsund för fartyg $L > 160$ m
- Bogserbåtar vid passage Brandalsund, 1 st för fartyg $L > 160$ m, 2 st för $L > 180$ m
- Begränsad segelfri höjd, 50 m för luftledning norr om Fläsklösa



Figur 13: Avsnitt 4, Notholmen - Halls Holme

2.6.2 Alternativ farled (modifierad befintlig)

Avsnittet från Notholmen och upp till Södertälje hamn är identiskt för både västra och östra alternativet. Förändringarna som föreslagits omfattar förflyttning och komplettering av utmärkningar samt breddning och fördjupning av områdena kring och genom Brandalsund och Fläsklösa.

Själva anlöpet i hamn har ej omfattats av genomförda simuleringar och ingår således inte i denna utvärdering.

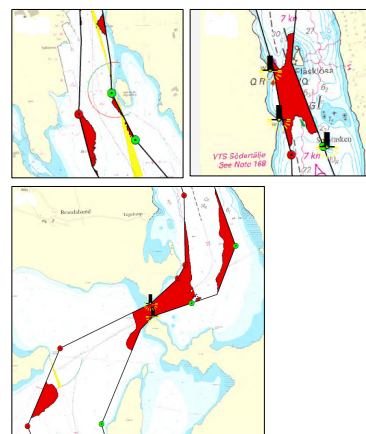
Egenskaper

Miljö	Farleden följer en dalgång i NNV riktning med följd att risken för vindar tvärs farleden är störst i Brandalsund. Korta avstånd till land på båda sidor, mycket korta vid Brandalsund och Fläsklösa. Kalla vintrar bildas is, speciellt i området norr om Brandalsund. Någon påtaglig ström har ej rapporterats.
Djup	Syd om Brandalsund är djupet mer än 20 meter. Vid inloppen till Brandalsund och Fläsklösa grundar det kraftigt upp och sträckorna genom

sunden håller garanterat djup. Mellan sunden är djupet mellan 13.5 och 20 m. Brandalsund samt områdena före och efter föreslås muddras till ett minsta djup om 13,2 meter för att förbättra fullastade fartygs manöveregenskaper.

- Farledsbredd** Farleden är med undantag för Brandalsund och Fläsklösa över 400 m bred. In- och utlopp till sunden vidgas och genom Brandalsund breddas farleden till ca 130 m.
- Girradier** Krökarna vid inloppen till Brandalsund breddas på norra sidan utan att förändra strandlinjen och farleden vinklas något i syd-nordlig riktning. Förändringarna innebär mindre girvinklar och ökade radier, framförallt vid det norra inloppet till Brandalsund där radien nästan fördubblas.
- Bankar** Mellan Notholmen och Brandalsund samt norr om Fläsklösa finns ett fåtal uddar som vid nära passage kan ge bankeffekt. Bankeffekt kan även uppstå vid passage genom de båda sunden om man avviker från centerlinjen.
- Trafik** Utrymme för mötande trafik finns på sträckor söder om Brandalsund och norr om Fläsklösa. Sträckorna är dock relativt korta och möjligheter kan begränsas beroende på restriktioner (vind, bogserbåtar, sikt etc).
- Ankarplatser** Ny farledsgräns inkräktar på befintlig ankarplats syd om Halls Holme.

- Muddring** Fördjupning av ett grundområde i ytterkanten av kröken öster om Brandalsund, fördjupning och breddning av farled samt vidgning av in- och utlopp vid Brandalsund och Fläsklösa. Förslag: 13.2 m vid Brandalsund (nedre figur) och 12.65 m norr om (övre figurer). Beräkning:
- | Djup (m) | Area (m ²) | Volym (m ³) |
|----------|------------------------|-------------------------|
| 12.65 | 100 000 | 220 000 |
| 13.2 | 320 000 | 750 000 |



Figur 14: Mudderytor, avsnitt 4

2.7 Sammanfattning muddermassor

I Tabell 1 nedan sammanfattas muddermassor för de olika avsnitten.

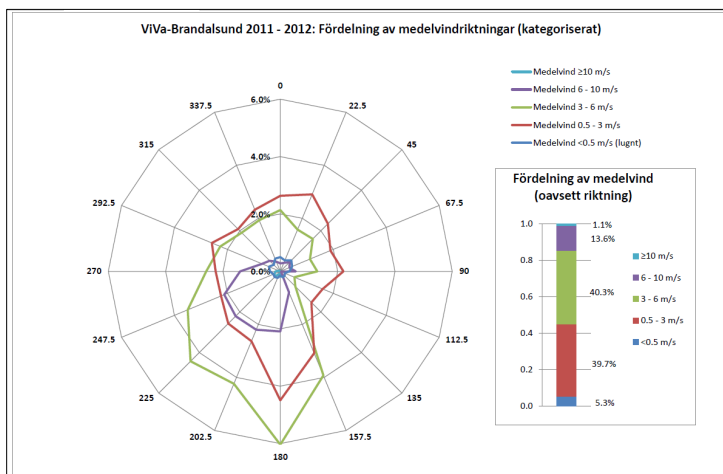
		Gemensamt		Västra		Östra	
Avsnitt	Djup (m)	Area (m ²)	Volym (m ³)	Area (m ²)	Volym (m ³)	Area (m ²)	Volym (m ³)
Landsort-Askö							
Landsort - Rökogrund	15.0	10 000	15 000				
Rökorund - syd Fifång	13.7	130 000	200 000				
Askö-Pipskär	13.2			210 000	560 000	5 000	10 000
Pipskär-Notholmen	12.65	70 000	230 000	110 000	510 000	15 000	20 000
Notholmen-Halls Holme							
Brandalsund	13.2	320 000	750 000				
Övrigt	12.65	100 000	220 000				
Totalt		630 000	1 415 000	320 000	1 070 000	20 000	30 000

Tabell 1: Muddermassor per avsnitt

2.8 Miljöförutsättningar

2.8.1 Vind

Enligt mätningar vid Sjöfartverkets ViVa stationer vid Landsort och Brandalsund, kan vindförhållandena skilja sig markant mellan den yttre skärgården vid Landsort och den inre upp mot Södertälje. Den förhärskande vindriktningen är vid högre vindstyrkor från syd till sydväst och i de inre delarna av farleden är medelvinden mycket sällan över 10 m/s (<1.2%).



Figur 15: Vindstatistik Brandalsund

Vind är definitivt en riskfaktor som man skall ta hänsyn till, särskilt i områden där vinden pga omgivningens egenskaper snabbt kan ändra karaktär, både avseende riktning och styrka. Speciellt viktigt är det vid passage genom sund, vid girar och vid möten med andra fartyg.

Ur designhänseende kan man förebygga risker genom att öka farledens djup, bredd och girradier. Nautiskt minskas riskerna med hjälp av rekommendationer, restriktioner och/eller krav.

2.8.2 Ström

Enligt uppgift från de lotsar som deltog vid simuleringarna är det i området generellt mycket svaga strömmar. I de passager som eventuell ström anses påverka fartyget, t.ex. vid Fläsklösa, Brandalsund och Skanssundet, anses det utifrån lotsarnas erfarenhet ej ha någon betydelse

2.8.3 Vågor

Någon statistik över vågor i området har ej studerats. Med hänvisning till vindstatistik samt områdets karaktär, där farleden till största del befinner sig i en inre skärgård i och därmed för vågor skyddade områden, anses dock vågor som kan påverka större fartyg endast kunna förekomma i det första avsnittet av farleden, dvs, mellan Landsort angöring och Askö.

2.8.4 Is

Is förekommer ibland, men något fast liggande istäcke är mycket sällsynt. Problem pga is kan dock enligt områdets lotsar förekomma vid Brandalsund. Vid passage med fartyg "trycks" lös is ut i ytterkant i farledskrökarna, vilket medför att det kan byggas upp så stora "vallar" att man får problem med giren.

2.8.5 Djup

Djupet är naturligtvis av avgörande betydelse för en farled. Fartyg påverkas både av djupet under köl och av eventuella bankar. För en ny större fartygsstorlek är djupet inte överallt tillräckligt och det kommer att krävas fördjupning på vissa avsnitt för att uppnå ett bedömt nödvändigt djup. En mer detaljerad bedömning av tillräckligt djup redovisas i avsnitt 2.10.

2.8.6 Vattenstånd

Vattenståndet i området varierar statistiskt sett mycket lite. Mätningar vid Landsort visar på som mest ca +/- 50 cm kring medelvattenståndet. Direkt påverkar vattennivån endast fartygets djupgående och segelfria höjd, med varierande marginaler som följd. Någon ökad risk ur nautisk/teknisk perspektiv pga skillnader i vattenstånd anses dock ej förekomma.

2.8.7 Bottenegenskaper

De egenskaper som påverkar en farled ur tekniskt/nautiskt perspektiv är främst skillnader i densitet. Botten typ påverkar parametrar som djupmätning, ankring, grundstötning och i viss mån manöverförmåga (extrem uppslamning). För aktuellt projekt bedöms dock bottenegenskaper endast relevanta för geoteknik (muddring) samt natur och miljö.

2.8.8 Naturskydd, miljöpåverkan

Någon utvärdering av hur föreslagna farledsalternativ påverkar natur och miljö redovisas ej då det inte anses ingå i en teknisk/nautisk analys i detta skede.

Hur förändringar i farledsdragningen påverkar natur och miljö skall ingå i en riskanalys samt i en miljökonsekvensbeskrivning. Hänsyn till sådan påverkan har ingått redan i det grundläggande designarbetet.

2.9 Dimensionerande fartyg

Som utgångspunkt vid den grundläggande designen (ref. 3) har de nya farledsdragningarna primärt dimensionerats med hänsyn till det utökade transportbehovet av bränsle in till Mälardalen och Stockholm. Hänsyn har dock även tagits till ökning av containers och styckegods eftersom stora volymer av även dessa godsslag förväntas passera Södertälje hamn. Vid val av dimensionerande fartyg har typer och storlek bedömts utifrån statistik över framtida volymbehov, på marknaden tillgängligt tonnage, samt Södertälje Hamns egna utredningar om lämpliga/möjliga fartyg utifrån kapacitet och kajdimensioner.

Typ:	Tankfartyg	Containerfartyg
Längd, LOA (m):	230 m	230 m
Bredd, BOA (m)	32.3 m	32.3 m
Största djupgående (m)	11.5 m	11.5 m
Höjd, segelfri (m)	26.8	49.0
Manöveregenskaper (-)	Sämre	Sämre
Propeller (-)	1 fast	1 fast
Roder (-)	Konventionellt	Konventionellt
Trustrar (-)	Inga	Inga

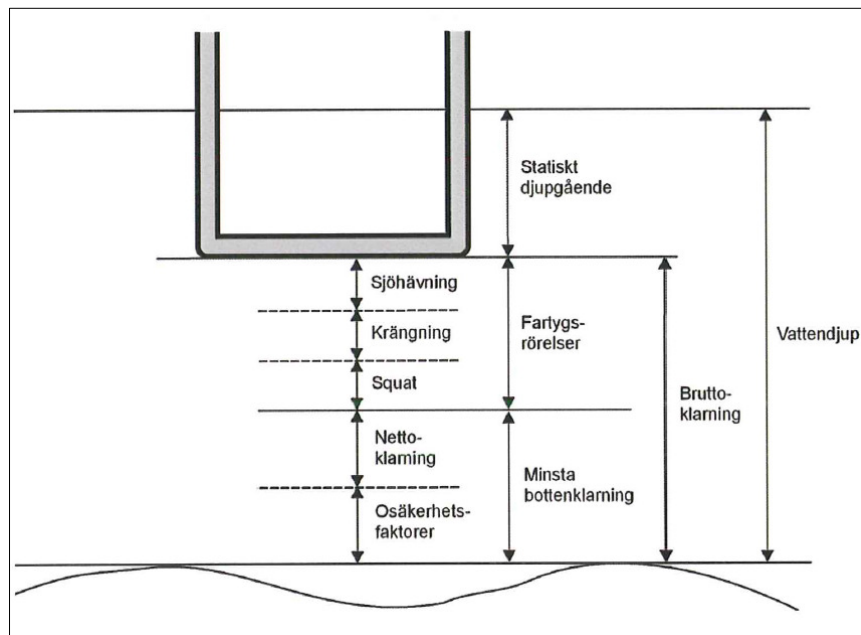
Tabell 2: Data dimensionerande fartyg

2.10 Farledsdimensioner

2.10.1 Beräkningar

Utifrån värden för givna dimensionerande fartyg och aktuella miljöförutsättningar redovisas här beräkningar av rekommenderade minsta farledsdimensioner. Formler och definitioner enligt PIANC (ref. 4) och Transportstyrelsen (ref. 5).

Vid beräkning av farled anpassad för mötande trafik är beräknade värden relaterade till möte mellan fartyg av dimensionerande storlek, dvs av Panamax-storlek.



Figur 16: Variabler vid beräkning av vattendjup (ref 5).

Teoretiskt minsta farledsdjup

Vid beräkning av tillräcklig farledsdjup måste man förutom fartygets maximala statiska djupgående även lägga till dynamiska faktorer samt viss säkerhetsmarginal. Enligt Transportstyrelsens rekommendationer (ref. 5) beräknas minsta vattendjup enligt Figur 16.

För dimensionerande fartyg fås följande värden:

		PIANC	TS
Statisk djupgående (T)	Dimensionerande fartyg	11.5 m	11.5 m
Fartygsrörelser vid max 15 knop	PIANC: inre farled, inga vågor, 12% av T	1.4 m	
	TS: Squat+hävning+krängning, $1.0*+0.0+0.5$		1.5 m
	<i>* Konservativt medelvärde, vedertagna modeller (ref. 3)</i>		
Bottentyp, extra marginaler	Beroende på mjuk- eller hård botten	0.4-0.6 m	
Extra marginal krängning pga vind	Container/bilfartyg, 2 grader	0.5 m	
TS, Minsta bottenklarning	Fast värde (ref. 5)		0.7 m
SUMMA		13.9 m	13.7 m

Vid krav på högre farter, > 15 knop, tillkommer ytterligare marginal om 3%, vilket för dimensionerande fartyg innebär ca 35 cm.

För yttre farledsavsnitt där mindre sjöhävning kan förekomma, < 1.0 m signifikant våghöjd, tillkommer ytterligare marginal om 8%, vilket för dimensionerande fartyg innebär ca 90 cm.

Djupökning pga krängning kan teoretiskt beräknas utifrån krängningsvinkel och fartygsbredd. Praktiskt värde kan dock vara något beroende på hur slaget utformats, dvs vilken form övergången mellan fartygets botten och långsida har.

Krängning (grader)	Djuptillskott (m)
0,5	0,15
1,0	0,28
1,5	0,42
2,0	0,56

Tabell 3: Djupgående pga krängning. Fartygsbredd 32 m.

Värden i Tabell 3 är teoretiskt beräknade för ett fartyg med bredd 32.0 m och där fartygets slag är 90 grader.

Erfarenhetsbaserat minsta farledsdjup

Vid bedömning av tillräckligt vattendjup kan man som alternativ till teoretiska beräkningar hänvisa till beräkningar, simuleringar, analyser och verkligt utfall från tidigare genomförda farledsprojekt för liknande förutsättningar. Tre exempel som motsvarar inre farled har valts ut med följande resultat:

Farled	Max djupgående	Farledsdjup	Max fart	Marginal
Inseglingränna Norrköping (ref.7)	13.5 m	14.9 m	9 knop	Ca 10%
Inseglingsled Gävle (ref.8)	12.2 m	13.5 m	8 – 12 kn	Ca 10%
Sandgrönnleden, Luleå (ref.9)	13.5 m	14,85 m	-	Ca 10%

Tabell 4: Farledsdjup i andra farledsprojekt.

Med en konservativ tolkning av resultat i Tabell 4 anses 15% vara tillräcklig marginal för de avsnitt av farleden till Södertälje där fartbegränsning är satt till 12 knop. För valt dimensionerande fartyg med 11.5 m krävs då ett farledsdjup på minst 13.2 m. För avsnitt med ytterligare fartbegränsning bör med motsvarande resonemang 10% vara tillräckligt, vilket innebär ett minsta djup på 12.7 m. Beräknade värden motsvarar de förslag på djup som angivits i underlag för simuleringar samt beräkning av muddermassor.

Bankar

Hänsyn till bankar ingår som en del i beräkning av rekommenderade farledsbredder. Dock bör här noteras att bankens lutning är en viktig egenskap som bör uppmärksammas, då effekten är proportionell mot bankens lutning, med ökad kraft vid brantare sluttning.

Girradie

Beräkning av minsta rekommenderade girradie för antagna dimensionerande fartyg enligt PIANC första approximation. Antaget bottenklarning = 20%:

Tanker (Panamax): $5 * LOA = 1150 \text{ m} \sim 0.6 \text{ NM}$.

Container (Panamax): $6 * LOA = 1380 \text{ m} \sim 0.75 \text{ NM}$

Som jämförelse är motsvarande radie beräknad ur Manöverhandböcker för det tankfartyg som använts i simuleringarna (15 knop, 20 grader roder, 20% klarning) ca 1000 m.

Farledsbredd

PIANC formler för beräkning av minsta rekommenderade farledsbredd:

i rak enkelriktad farled

$$W_e = W_{BM} + \sum W_i + W_{BR} + W_{BG}$$

i rak dubbelriktad farled

$$W_d = 2W_{BM} + 2\sum W_i + W_{BR} + W_{BG} + \sum W_p$$

med extra marginal i farledskrök pga avdrift

$$\Delta W_{DA} = \frac{L_{OA}^2}{a \times R_c}$$

med extra marginal i farledskrök pga reaktionstid $\Delta W_{RT} = 0.4B$

$W_e =$	minsta bredd för rak farled <u>utan</u> möten/omkörning
$W_d =$	minsta bredd för rak farled <u>med</u> möten/omkörning
$\Delta W_{DA} =$	extra marginal i krökt farled <u>utan</u> möten/omkörning
$\Delta W_{RT} =$	extra marginal i krökt farled pga reaktionstid
$W_{BM} =$	grundläggande farledsbredd med hänsyn till fartygsbredd
$\sum W_i =$	extra marginal med hänsyn tagen till fart, djup, vind, ström, vågor, navigationsstöd, bottenegenskaper och ev. farligt gods
$W_{BR,BG} =$	extra marginal med hänsyn till bankeffekter
$\sum W_p =$	extra marginal med hänsyn till avstånd mellan mötande fartyg
Loa	Fartygslängd, maximal
R_c	Minsta girradie
a	Konstant beroende på block-koefficient

Tabell 5: Definition PIANC parametra

Parametervärden för dimensionerande fartyg, inre farled, max fart 15 knop, max vind 15 m/s

	Bedömning	Koefficient	Meter
W_{BM}	-	1.8	58.2
W_{i_fart}	< 12 knop	0.0	0.0
W_{i_djup}	Klarning < 15%	0.4	12.9
W_{i_vind}	< 15 m/s	0.4	12.9
$W_{i_ström}$	< 0.2 knop	0.0	0.0
$W_{i_vågor}$	< 1 m, sign.	0.0	0.0
W_{i_Aton}	Mycket bra	0.0	0.0
W_{i_botten}	Varierande	0.2	6.5
$W_{BR/BG}$	Släntade 1:2	0.5+0.5	32.3
W_p	< 12 knop	1.4	45.2
Extra marginaler i farledskrökar			
Loa	Dimensionerande fartyg	230 m	
a	Tanker/containerfartyg (ref. 3)	4.5 (ref. 3)	
R_c	Containerfartyg, Panamax	1400 m (0.75 NM)	

Tabell 6: Värden PIANC parametrar

Beräkningresultat med parametervärden enligt Tabell 6:

$$\begin{aligned}
 W_e &= \sim 125 \text{ m} \\
 W_d &= \sim 260 \text{ m} \\
 \Delta W_{DA} &= \sim 8.5 \text{ m} \\
 \Delta W_{RT} &= \sim 13.0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2.10.2 Rekommenderade farledsgränser

De riktvärden och parametrar som anges i PIANC's rekommendationer är avsedda att användas i ett tidigt skede av designarbetet för så kallad konceptdesign. Värdena för bredd och bottenklarning (UKC) som farleden konstrueras efter skall sedan testas och verifieras i en fullskalesimulering, och resultatet vid simuleringen, både vad avser bredd och djup, skall utvärderas genom att fartygsspår och UKC loggas och analyseras. Generellt gäller Transportstyrelsens regel att avståndet mellan fartygets botten och havsbotten aldrig får understiga 0,7 meter. De i Landsortsleden genomförda simuleringarna indikerar att detta avstånd under vissa betingelser kan underskridas, varför UKC bör loggas och noggrant analyseras vid kommande simuleringar.

Sammanfattning av beräkningar, rekommenderade farledsdimensioner. Förutsättningar vid beräkningar.

- Max fart 12 knop
- Max medelvind 15 m/s.
- Ingen ström
- Yttre farled, max signifikant våghöjd 1 m, inre farled inga vågor

Dimension	Värde	Notering
Djup, inre farled max 7 knop	12.7 m	Erfarenhetsbaserad rekommendation
Djup, inre farled max 12 knop	13.2	Erfarenhetsbaserad rekommendation
Djup, yttre farled, vågor 1 m	15.1 m	PIANC, med marginal för fart över 15 knop
Bredd, rak farled, enkelriktad	125 m	PIANC
Bredd, rak farled, dubbelriktad	260 m	PIANC
Minsta radie farledsör	1400 m	PIANC
Bredd, farledsör, enkelriktad	150 m	PIANC (ör med radie ovan)
Bredd, farledsör, dubbelriktad	300 m	PIANC

Att notera: Det västra alternativet kräver omfattande muddring på stora ytor vilket medför ökad squat-effekt. I kombination med ökad djupgående pga krängning, medför detta att man för västra alternativet kan komma att kräva ett minskat maximalt djupgående för fartyg med stor vindyta och benägenhet för slagsida i girar.

3. Simuleringar

Simuleringar genomfördes under fem dagar, 19-23 oktober, vid Sjöfartverkets simulatoranläggning på Lindholmen, Göteborg. Framförande av fartyg utfördes gemensamt av två lotsar, båda aktiva i och med stor erfarenhet av Södertälje lotsområde. För drift av simulatorm och simuleringsledning ansvarade två instruktörer, även dessa aktiva lotsar och för modellering och justering av terrängmodell fanns en simulatortekniker på plats.

Vid simuleringarna deltog utvecklingsansvariga från Sjöfartsverket. Representanter från Transportstyrelsen och Trafikverket fanns på plats under merparten av veckan. Rapportförfattaren deltog i egenskap av utvärderare och vid varje simulering deltog dessutom, som nautisk observatör på bryggan, en instruktör från Chalmers Sjöbefälskola.

Under veckan genomfördes totalt 30 simuleringar, en första omgång om 9 simuleringar för tester, justeringar och intrimning av terräng- och fartygsmodeller samt 21 körningar för utvärdering av farledsalternativ.

3.1 Fartygsmodeller

Simuleringarna genomfördes med fyra olika fartygsmodeller.

Modell	Oil tanker 5m	Oil tanker 2	Container ship 14	Car carrier 2
Lastkondition	Fullast	Ballast	Fullast	Ballast
Längd, LOA (m)	229.0	228.0	235.0	199.5
Bredd, BOA (m)	32.0	32.2	32.0	32.3
Djupgående (m)	10.9	8.5	11.7	7.0
Höjd (m)	26.8	47.5	53.0	45.6
Propeller (-)	1 fast	1 fast	1 fast	1 fast
Roder (-)	Konventionellt	Konventionellt	Konventionellt	Konventionellt
Trustrar (-)	Nej	Nej	Inga	1 bog
Lat. vindarea (m ²)	2300	2800	3500	6000
Max fart (knop)	15.7	16.3	24.0	20.1

Tabell 7: Data simulerade fartygsmodeller

I samband med simuleringarna ombads deltagarna att utvärdera och kommentera fartygsmodellerna, med följande resultat:

- | | |
|---------------|---|
| Oil tanker 5m | Modellen kändes realistisk. Kanske något trög i girarna. |
| Oil tanker 2 | OK modell, men betydligt känsligare på roder än motsvarande lastade modell. Kanske t.o.m för bra. |
| Container 14 | Bra manöveregenskaper. Kanske något för bra i vind, gick lätt att falla av. Squat-effekt sannolikt något för kraftig. |
| Car carrier 2 | Bra manöveregenskaper men mycket vindkänslig, klarade ej gir ur Brandalsund vid 12 m/s. Vindmodell bör ses över. |

Merparten av simuleringarna genomfördes med modellen av det lastade tankfartyget som med sin relativt tröga girförmåga och låga sikthöjd bedömdes mest lämpad för utvärdering av

farledsdesign. Modellen av tankfartyg i ballast nyttjades för att få en mer realistisk situation vid avgång med samma fartyg och då speciellt för utvärdering av passage genom Skansundet och Brandalsund. Containerfartyget och bilfartyget användes för att bedöma navigering i kraftiga vindar, eftersom de bedömts vara svårast att hantera i sådana förhållanden.

3.2 Terrängmodell

Terrängmodellen som använts vid simuleringarna har baserats på sjökort, farledsdesign från Sjöfartsverket samt den modell som togs fram i samband med första omgångens simuleringar (ref. 3). Detaljerad djupdata är i modellen begränsat till område i och omkring föreslagna farledsalternativ. Data har hämtats från nyligen genomförda sjömätningar (ref. 6). För övriga områden, både under och över vattenytan, har en förenklad topografi lagts in.

3.3 Farledsmodell

Vid simulering av de olika alternativen utgick man från den modell som designats i samband med och justerats efter resultat från tidigare simulering (ref. 3). Modellen testades och finjusterades i ett antal inledande simuleringar under veckans första en och en halv dag. Vissa mindre justeringar av farledsutmärkningen skedde även löpande under efterföljande simuleringar.

4. Resultat

4.1 Utvärderingsmetod

Efter varje simulering har en utvärdering genomförts i form av en genomgång, där lotsar och nautisk observatör fyllt i bedömningsformulär för bedömning av teknisk farledsdesign och nautiska risker. I utvärderingsformulären bedömdes ett antal olika områden i en skala mellan 1-8, från mycket bra/låg risk till oacceptabelt/hög risk. Bedömningar har sedan diskuterats och dokumenterats och en sammanställning av resultat redovisas i Appendix 2. I sammanställningen av utvärderingsformulär (App. 2) redovisas inte enskilda bedömningar utan ett medelvärde av samtliga tre individer.

I den sammantagna utvärderingen ingår även en teoretisk bedömning relativt vedertagna rekommendationer enligt beräkningar i avsnitt 2.10, synpunkter från deltagare samt egna analyser.

4.2 Utvärdering farledsavsnitt

Vid sammanställning av resultat från utvärderingsformulären har för varje farledssträckning ett medelvärde beräknats för varje respektive bedömningsparametrar. I tabellen nedan har vissa parametrar slagits ihop, eftersom de redan vid utvärderingen ansetts beskriva samma riskmoment. Bedömning av risker för parametrarna lågfartsmanövrering, bogserbåtsassistans och kommunikation/VTSS har helt uteslutits eftersom de ej omfattats av simuleringar.

Parameter	Landsort-Askö	Askö-Pipskär, västra alternativet	Askö-Pipskär, östra alternativet	Pipskär-Notholmen, västra	Pipskär-Notholmen, östra	Notholmen-Halls Holme
Farled, transportsträckor	1,7	2,0	1,2	2,2	1,3	1,4
Girar, krökar	1,9	2,5	1,2	2,7	2,1	3,2
Passager, sund	1,9	2,8	1,2	2,6	1,9	2,7
Trafik, möten, ankringsplatser	2,0	2,8	1,3	3,2	1,5	1,5
Utmärkning, fyrar, bojar etc	2,0	1,0	2,0	1,0	1,5	2,2
Allmän känsla	1,4	2,0	1,2	1,9	1,4	2,3
Medelvärde samtliga punkter	1,8	2,3	1,2	2,4	1,6	2,4

Tabell 8: Medelvärden samtliga utvärderingsformulär. (Låg siffra – låg risk, hög siffra, hög risk, max 8)

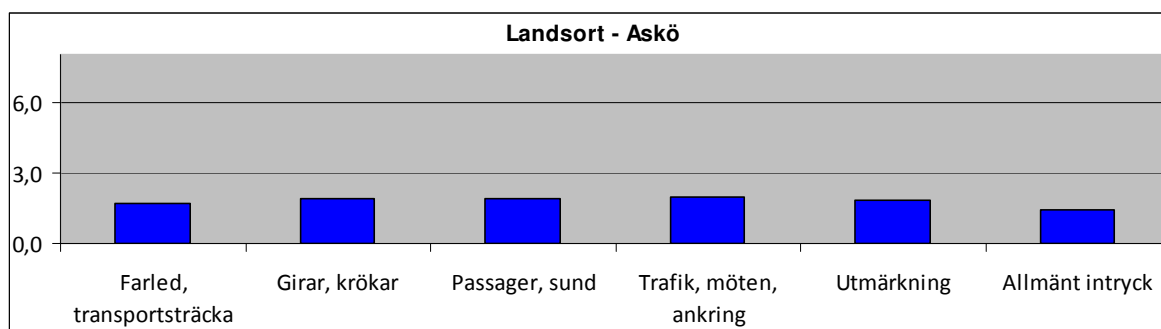
4.2.1 Landsort - Askö

För avsnittet mellan Landsort angöring och Rökogrund planeras en breddning och fördjupning av farled 511. För sträckningen mellan Rökogrund och Fifång föreslås trafiken flyttas över till en justerad kombination av farled 403 och 512, anpassad för större fartyg. En modifiering av befintlig farled 511 har för denna delsträcka vid tidigare simuleringar bedömts som alltför omfattande och ur både miljö- och ekonomisk synpunkt helt oförsvarbar. Att delsträckan dessutom har en relativt hög olycksstatistik är ytterligare något som talar till dess nackdel.

Den enda anmärkning som noterats är att möte mellan stora fartyg vid passage mellan bojar väst om Granklubben bör undvikas vid sämre väderförhållanden. Passagen är här 500 m bred på en relativt kort sträcka, som dock i normalfallet passeras i en svag gir.

Området söder om Rökogrund är mer utsatt vid hårt väder, med starkare vindar och tillräckligt stora vågor för att en rekommendation om ett garanterat vattendjup på 15 m är befogat.

Vid utvärdering fördes en diskussion om vilken typ av utmärkning (lateral eller kardinal) man bör välja vid farledens start, eftersom det norr om denna punkt finns korsande leder. För övrig utmärkning bedömdes designens som bra och fullt tillräcklig.

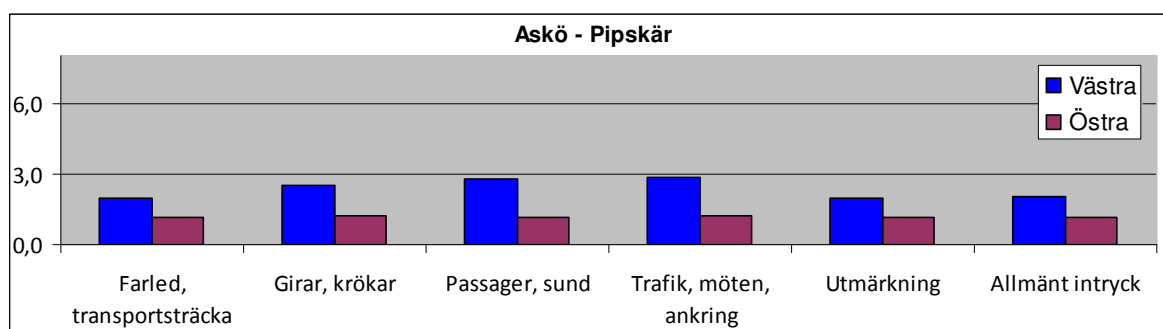


Figur 17: Resultat utvärdering Landsort-Askö (< 3 acceptabel risk, 3-6 gränsfall, > 6 hög risk)

Hela farledsavsnittet uppfyller med god marginal alla enligt PIANC och TS rekommenderade gränser. Även utvärderingen visar att det är bra designat och att riskerna bedöms som små.

4.2.2 Askö - Pipskär

För avsnittet mellan Askö och Pipskär finns två alternativ, ett som innebär en modifiering av befintlig sträckning och ett som innebär en helt ny. Även om båda alternativen vid utvärdering av samtliga punkter avseende design och nautiska risker i medeltal har bedömts som godkända, skiljer de sig markant åt till östra alternativets fördel. För det västra alternativet har riskerna vid enstaka individuell bedömning ansetts som gränsfall (>3) och det är även tveksam om det med nuvarande farledsutformning uppfyller alla PIANC och TS rekommenderade gränser.



Figur 18: Resultat utvärdering, Askö - Pipskär

Både norr och söder om Torsken ansluter farled från väster, vilket innebär att det i området kan vara mycket trafik, under sommartid speciellt i form av fritidsbåtar.

Relativt hög risk har bedömts föreligga vid S-gir runt Fifång. Sikten är skyddad av Fifång udde och farleden smalnar av åt söder. I det östra alternativet undviks detta problem helt.

Det västra farledsalternativet mellan Fifång och Pipskär upplevs bitvis som trångt och krokigt, med en projicerad farledsbredd som understiger enligt PIANC rekommenderade värden för dubbelriktad farled. Avsnittet bedöms olämplig för möten, speciellt mellan stora fartyg.. Det östra alternativet bedöms som betydligt säkrare och medger möte efter hela

sträckningen. Samma gäller vid kraftiga vindar där det östra alternativet med öppna vidder, rakare och bredare farled är säkrare och mer gynnsamt än det västra. Det östra alternativet medger också möjlighet att hålla betydligt större avstånd till strandlinjen, vilket minskar risk för bankeffekter och påverkan på miljön.

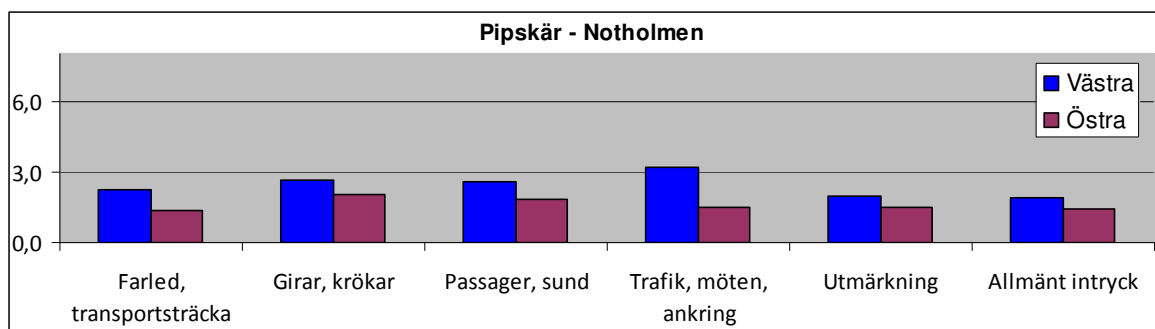
Vid jämförelse mellan muddermassor är mängden för det västra alternativet ca 60 ggr större, vilket anses ha stor betydelse ur miljösynpunkt.

Sammanfattningsvis så har för det västra alternativet riskerna bedömts acceptabla, men nära och i vissa fall individuellt över denna gräns för delmomenten Girar, Passager och Möten. Detta innebär i praktiken att avsnittet får betraktas som enkelriktad och att möten bör ske på andra ställen. För det östra alternativet har risker överlag bedömts som låga och relativt lika för de olika momenten. Detta farledsalternativ medger möten utmed hela sträckan.

4.2.3 Pipskär - Notholmen

Avsnittet påminner avseende utformningar, egenskaper och skillnader mellan alternativen, mycket om det mellan Askö och Pipskär. Det östra bedöms på alla punkter som bättre och säkrare.

Störst skillnad mellan alternativen angavs för momentet Trafik/Möte/Ankring där det västra alternativet fått underkänt. Anledning till detta är att farleden på flera platser upplevs som alltför smal med för korta sträckor för möten mellan fartyg. Detta innebär i praktiken att avsnittet får betraktas som enkelriktat. Möten skall därför ske utanför detta ledavsnitt.



Figur 19: Resultat utvärdering, Pipskär - Notholmen

Högre risker vid utvärdering av Girar och Passager utgörs helt av de relativa svårigheter och förutsättningar som passage genom Skanssundet innebär. Vid insegling mot och passage genom sundet i kraftig sydlig vind bedömdes riskerna i två fall som över gränsen till acceptabla. I västra alternativet upplevde man klara svårigheter att klara av den S-gir som krävs för att komma rätt in. I östra alternativet överraskades man vid ett tillfälle av stor avdrift. Det noterades att det här krävs erfarenhet och god planering, i enstaka fall möjligen även assistans av bogserbåt.

Fartrestriktioner max 12 knop gäller för hela sträckan. Möjlighet att minska risker genom att hålla högre farter diskuterades. Även om utvärderingen i denna rapport inte omfattar risker och påverkan på natur och miljö, så bör det här noteras att den primära orsaken till dessa restriktioner är negativa effekter pga sug- och svallvågor.

Den vägfärja som med färjelägen på båda sidor trafikerar Skanssundet innebär ökad risk. Vid en eventuell påsegling kan konsekvenserna bli mycket allvarliga med tanke på den mängd människor som kan bli inblandade. Viktigt att analysera risker och konsekvenser samt möjliga skyddsåtgärder i kommande riskanalys.

En potentiell risk som bör undersökas vidare är den eventuella trafik som kan komma att ansluta/korsa farleden öster om Skanssundet. Direkt söder om Käringsholmen ansluter från nord-öst en farled in mot Kaggfjärden.

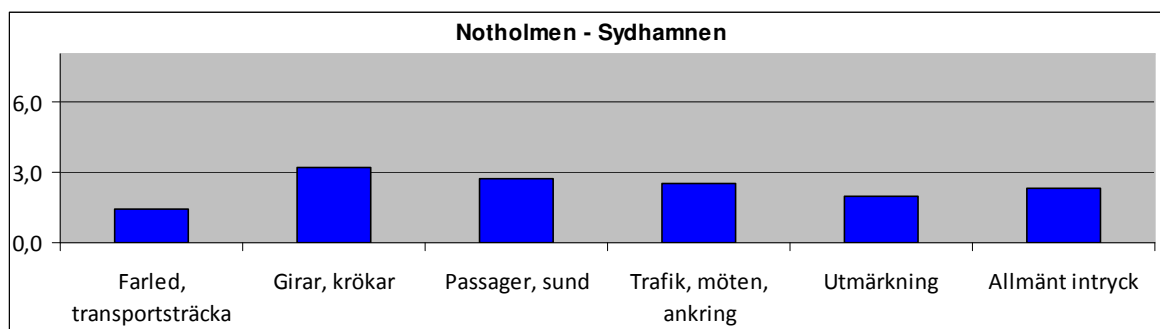
Skillnader i muddervolym är ca 20 ggr, till det östra alternativets fördel. Stora massor kommer att behöva tas upp vid Flundregrund för att skapa tillräckligt utrymme söder om Skanssundet.

Vid jämförelse mellan alternativen kan det noteras att man vid utvärdering av det västra anmärkt på risker med smal farled och extra gir söder om Skanssundet. Det antas vidare här krävas betydligt mer muddring. I östra alternativet är farleden bredare, öppnare och har förutsättningar för att hålla större avstånd till strandlinjen. Vid passage genom Skanssundet erbjuder det östra alternativet bättre förutsättningar för att koppla bogserbåt.

4.2.4 Notholmen - Halls Holme

Föreslagna anpassningar av farledsavsnittet från Notholmen in till Södertälje hamn har vid bedömning av utvärderarna klassats som "så bra det kan bli".

Den breddning av farleden kring och genom Brandalsund samt vidgning av in- och utloppen som föreslagits innebär, i kombination med justering och komplettering av utmärkning, en avsevärt enklare och säkrare passage. Förändringarna skapar förutsättningar för enklare och säkrare girar och betydligt större ytor för bogserbåtar.



Figur 20: Resultat utvärdering, Notholmen - Sydhamnen

Efter breddning av farled även vid Fläsklösa fås dimensioner som hela vägen ligger över de av PIANC och TS rekommenderade gränsvärden som beräknats för farled utan möten och för sträckorna norr om Fläsklösa och söder om Brandalsund även för farled med möten.

För fartyg av den storlek och typ som simulerats anses krav på assistans av bogserbåt genom Brandalsund som nödvändigt. Detta bör utvärderas ytterligare vid kommande simulering.

Besvärliga förhållanden vid isbildning diskuterades och eventuella risker förknippade med detta bör studeras vidare och ingå i en kommande riskanalys. Något krav på förändring av farled bedöms inte kunna påverka denna typ av problem.

4.3 Slutsatser

Sammantaget bedöms ur designsynpunkt båda förslagen, utifrån de förutsättningar som gäller, vara bra konstruerade och väl uppfylla de nautiska krav och önskemål som anses kunna ställas. Vid utvärdering har föreslagen utmärkning klassats mycket bra och farlederna har ur ett nautiskt/tekniskt perspektiv bedömts att så långt som det är tekniskt/ekonomiskt försvarbart ha anpassats till fartyg av vald dimensionerande storlek.

Största risker bedöms uppstå vid navigering genom smala passager, där fartyget antingen möter andra fartyg och/eller har en icke försumbar tvär- och/eller girhastighet. Särskilt hög risk anses föreligga där farledsutrymmet före eller efter en sådan passage är begränsat. Är farten låg och/eller farledsdjupet dessutom begränsat ökar risken ytterligare. Tvär- och/eller girhastighet kan uppstå pga att fartyget girar, utsätts för vind eller bankeffekter, vid möten eller pga vågor.

För de avsnitt där två alternativa sträckningar tagits fram anses i båda fall det östra alternativet klart fördelaktigt, mycket pga de risker som angivits ovan. Vid jämförelse har följande skillnader noterats:

- Västra alternativt bedöms generellt som krokigt och smalt. Det finns relativt många smala passager som på vissa ställen ligger parallellförskjutna med följd att projicerad farledsbredd här är närmare 200 m. De avsnitt av östra alternativet som inte sammanfaller med det västra är genomgående breda och relativt raka. Farledsbredd är med undantag för en kort passage förbi Brudskär aldrig mindre än 500 m.
- Vid bedömning av risker relaterade till annan trafik anses det östra alternativet fördelaktigt. Möte mellan alla typer av fartyg kan utan större risk ske överallt utom på ett fåtal platser. I det västra alternativet är förutsättningarna betydligt sämre och för vissa avsnitt bedöms risker vid möte mellan stora fartyg som oacceptabelt höga. Vid överflyttning av större fartyg till ett östra alternativ sker vidare en naturlig separation mellan dessa och mindre fartyg eftersom mindre passagerar- och fritidsbåtar sannolikt väljer det västra.
- I och med längre sträckor med möjlighet till dubbelrikta trafik har det östra alternativet större kapacitet och bättre förutsättningar att hantera ökade framtida fraktvolymer, både avseende fartygsstorlek och frekvens.
- Vid två passager där risker bedömts som höga innebär det östra alternativet större säkerhetsmarginaler;
 - Den chikan som i det västra alternativet bildas vid passage av Fifång ersätts i det östra av en förlängd svag gir. Risker pga skymd sikt runt hörnet på Fifång och krav på S-formad gir elimineras. Det östra alternativet ger dessutom förutsättningar för att bättre utnyttja området sydväst om Fifång samtidigt som den projicerade farledsbredden genom sundet ökas.
 - För att uppnå en passage genom Skanssundet med säkra marginaler på båda sidor, tvingas i det västra alternativet större fartyg genomföra tre efter varandra direkt följande girar. I det östra reduceras detta till en, möjligen två, pga den raksträcka som bildas ost-syd-ost om sundet.
- Det östra alternativet är ca 1 NM längre än det västra alternativet. Denna skillnad i längd bedöms dock uppvägas av minskad risk för skador på miljö pga sug- och svallvågor. Sannolikheten för ytterligare krav på fartbegränsning anses betydligt högre för det västliga alternativet där antalet smala passager är fler och avstånd till strandlinjen betydligt kortare.
- Behovet av muddring skiljer mycket mellan de två alternativen. Volymen beräknas bli mer än 50 ggr större för det västra enbart i avsnittet mellan Askö och Pipskär.

4.4 Rekommendationer

Inför fortsättningen av utredningen ges följande rekommendationer och förslag, speciellt med referens till planerade simuleringar och som underlag till kommande riskanalys:

- Utföra en mer detaljerad analys av tillräckligt farledsdjup. Här rekommenderas att man i en sådan studie mer noggrant beräknar alla faktorer som bedöms kunna påverka fartygets dynamiska djupgående:
 - Squat. Påverkas av t.ex. fartygsdimensioner, fart, klarning och trim
 - Krängning. Påverkas av t.ex. last, vind och girhastighet
 - Hävning. Påverkas av vågor, sug- och svall
- Utveckla en mer detaljerad terrängmodell, med fördel inkluderande rekognosering och fotografering. Modellen behöver inför kommande simuleringar kompletteras för att bättre kunna utvärdera bl.a. följande:
 - Radarekon
 - Bankeffekter
 - Visuella intryck, hjälpmedel
 - Skydd sikt, utmärkning och trafik
 - Störande bakgrundljus
- Säkerställa tillräcklig hydro- och aerodynamisk kvalitet hos de fartygsmodeller som används vid simuleringar. Vid simuleringarna uttrycktes en viss osäkerhet kring bilfartygets vindkänslighet.
- Planera och genomföra simuleringar med bogserbåtsassistans. Här ingår även förberedande bedömningar och beräkningar av resurser för bogsering, typ, storlek, antal etc. Här är viktigt att utvärdera förutsättningar hos simulatören, dvs säkerställa att det i simulatören går att simulera enligt behov.
- Planera och genomföra simuleringar med trafik. Möten, omkörningar och fritidsbåtar. På motsvarande sätt som för bogserbåtar ovan rekommenderas förberedande bedömningar och beräkningar.
- Lägga extra vikt vid simuleringar genom följande avsnitt; Brandalsund, Skanssundet, Regarn/Oaxen och Fifången, som rankats extra högt vid riskutvärdering. Vid Brandalsund gäller dessutom fartbegränsning 7 knop. Farter, vindgränser, bogserbåt, trafik etc.
- Utredda behov av anmälningsplikt, aktiv VTS. Ökad risk vid hög frekvens av dubbelriktad trafik.
- Se över behov och lokalisering av nya ankarplatser.
- Utvärdera för/nackdelar med synkroniserat farledsljus och "virtuella Aton's"
- Utredda risker förknippade med vägfärjan i Skanssundet.
- Vidare utreda potentiella risker vid isläggning i Brandalsund. Vid utvärdering av simuleringarna kom denna fråga upp, men bedömningen av risker kändes otillräcklig.
- Avsätta tid för lotsar att i förväg noggrant planera sina körningar och ta fram en allmänt utformad "passage plan", vilket bättre motsvarar en verklig situation och minskar risken för överraskningar och oförutsedda situationer under simuleringarna.
- Om möjligt och för långsiktigt behov, utreda och simulera fartyg av ny Panamax-storlek upp till Skanssundet.

5. Deltagare

Bertil Skoog	Infrastrukturenheten, Sjöfartsverket	Projektledare, delprojektledare farledsdesign/konstruktion
Tage Edvardsson	Infrastrukturenheten, Sjöfartsverket	Senior konsult, expert farledsutveckling
Per-Olof Seiron	Sjögeografi, Sjöfartsverket	Kartingenjör, GIS, framtagande kartunderlag djupdata
Andreas Edvall	Sjöfartverkets simulatoranläggning Lindholmen	Instruktör (lots)
Kristoffer Antoniak	Sjöfartverkets simulatoranläggning Lindholmen	Instruktör (lots)
Daniel Boström	Sjöfartverkets simulator- anläggning. Lindholmen	Simulatortekniker, terrängmodellering
Nicklas Liljegen	Södertälje lotsområde	Lots vid farledssimuleringar
Anders Knutas	Södertälje lotsområde	Lots vid farledssimuleringar
Karl-Johan Raggl	Kamahura Teknik AB	Extern utvärderare
Reto Weber	Chalmers Tekniska Högskola	Extern utvärderare
Ola Mattisson	Södertälje Hamn	Representant Södertälje Hamn
Sebastian Irons	Transportstyrelsen	Observatör
Niklas Hermansson	Trafikverket	Observatör

6. Referenser

- 1) "Förslag till nationell plan för transportsystemet 2014–2025. Remissversion 2013-06-14". Trafikverket, 2014
- 2) "Åtgärdsvalsstudie Södertälje hamn - Landsort". Trafikverket 2015
- 3) "Simulering för utvärdering av alternativa farledsdragningar mellan Södertälje och Landsort". Sjöfartsverket, 2015-02-04
- 4) "Rekommendationer avseende utformning av farleder". Transportstyrelsen, Meddelande från sjötrafiksektionen Nr 9/2012
- 5) "Harbour Approach Channels Design Guidelines". Pianc Report N° 121, 2014.
- 6) Sjömätningar Landsortsleden, 2014 (se bild Figur 21)
- 7) "Risk evaluation of Port of Norrköping–Ship manoeuvring study". DMI Nr 2006080.
- 8) "Simulation study for Gävle, Sweden". FORCE Technology report no 110-31942
- 9) Projekt Malmporten Luleå, Sjöfartverket 2015.
- 10) Transportstyrelsens författningssamling, TSFS 2012:38



Figur 21: Sjömätning 2014 i rött.

Simuleringsrapport Landsortsleden



Simuleringar genomförda under vecka 8, 2016 vid
Sjöfartsverkets fartygssimulator, Lindholmen i Göteborg

© Sjöfartsverket
Infrastrukturenheten

Dnr/Beteckning 15-01771
Författare Johan Wahlström
Månad År April 2016

Eftertryck tillåts med angivande av källa.

Sammanfattning

Trafikverket har inom ramen för *Namn-givna brister för ytterligare utredning i Nationellt trafikslagsövergripande plan för investeringar i transportinfrastruktur 2014-2025* gett Sjöfartsverket i uppdrag att genomföra en farledsutredning i syfte att öka kapacitet och säkerhet i farleden mellan Södertälje och Landsort. Den nuvarande farleden har otillräcklig kapacitet för planerad trafik, och tillhör i vissa avsnitt några av landets mest olycksdrabbade. Som följd av detta har Trafikverket och Sjöfartsverket gemensamt genomfört *Åtgärdsvalstudie Södertälje hamn – Landsort*, vilken rekommenderar en utbyggnad av kapacitet och säkerhet i farleden till Södertälje upp till ett maximalt djupgående om 11,5 meter.

Denna simulering koncentrerades till att verifiera farledsyta och utmärkning i det östra alternativet samt mäta bottenklarning och utvärdera farledsytan i det västra alternativet som i nu aktuell farledsdesign och terrängmodell fått ändrad farledsyta och därefter justerad farledsutmärkning i syfte att minska muddervolymen. Även körningar för att mäta bottenklarning genomfördes, vilket resulterade i att farledens planerade minsta djup ökades från 12,65 meter (10 % bottenklarning) till 13,2 meter (15 % bottenklarning). Analys av squat och bottenklarning har utförts av SSPA, se bif rapport RE20167748-01-00-A, bil 1. Farledernas utmärkning bedömdes och justerades fortlöpande, varefter gjorda justeringar infördes i farleds- och utmärkningsplanen.

Båda farledssträckningarna konstaterades med nuvarande utformning vara fullt acceptabla ur nautisk och säkerhetsmässig aspekt. Vid närmare jämförelse av de båda alternativen framstår dock det östra farledsalternativet som det mest fördelaktiga, både ur nautisk samt kostnads-mässig aspekt.

I det förslag till farledsytor som verifierats i denna simulering finns ett gemensamt muddringsbehov på sträckan mellan Igelstabilbron och Skansundet om cirka 1 300 000 m³, samt utöver detta på sträckan mellan Skansundet och Landsorts an-göring ca 200 000 m³ i det östra alternativet respektive ca 700 000 m³ i det västra alternativet. Totala mudderbe-hovet för det östra alternativet är således cirka 1,5 miljoner m³, och för det västra cirka 2,0 miljoner m³.

Ytterligare skillnader mellan alternativen bör belysas genom en riskanalys (FSA).

Norrköping 8/4-2016



Johan Wahlström
Nautisk handläggare

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1 BAKGRUND	7
2 SYFTE.....	7
3 SIMULERINGAR	7
3.1 Fartygsmodeller	8
3.2 Terrängmodell.....	8
3.3 Farledsmodell	8
4 RESULTAT	9
4.1 Utvärderingsmetod	9
4.2 Utvärdering farledsavsnitt	9
4.2.1 Landsort – Södertälje via västra leden.	9
4.2.2 Södertälje – Landsort via västra leden.	15
4.2.3 Askö – Grönsö	21
4.2.4 Egelsholm – Notholmen	25
4.2.5 Passage Fläsklösa ingående.....	27
4.2.6 Rökögrund – Notholmen via östra leden	29
4.2.7 Skorvan – Södertälje, kajplats 6	29
4.2.8 Södertälje, kajplats 6 – Skorvan	31
4.2.9 Skorvan – Södertälje, kajplats 7-8	33
4.2.10 Södertälje, kajplats 7-8 – Skorvan	33
4.2.11 Notholmen – Landsort, via östra leden	34
4.2.12 Brandalsund, ingående.....	34
4.2.13 Brandalsund, utgående	36
4.2.14 Landsort – Notholmen, via östra leden	38
4.2.15 Askö – Stenskär, Egelsholm – Notholmen	38
4.2.16 Korsudden – Brandalsund – Fläsklösa.....	39
4.2.17 Fläsklösa – Jämnsten, Skansundet – Askö	39
4.2.18 Brandalsund, ingående.....	40

4.2.19	Brandalsund, utgående	42
4.2.20	Brandalsund, ingående	44
4.2.21	Rökögrund – Stenskär in, västra	46
4.2.22	Rökögrund – Stenskär in, västra	46
4.2.23	Stenskär – Rökögrund	47
4.2.24	Askö – Kerstinholmen	47
4.2.25	Brandalsund, utgående	49
4.3	Slutsatser	51
5	UTMÄRKNINGSFÖRTECKNING.....	52
5.1	Östra alternativet, Landsort – Halls holme	52
5.2	Västra alternativet, Fifång – Skansundet	59
6	FÖRSLAG TILL MUDDRINGSVOLYMER.....	62
7	DELTAGARE	63
8	BILAGA 1. SQUATANALYS SÖDERTÄLJELEDEN SSPA	64

1 Bakgrund

Simuleringar i farleden Landsort till Södertälje är tidigare genomförda i två olika omgångar. Den första simuleringen genomfördes i februari 2015 i syfte att utvärdera cirka tio alternativa delsträckor och farledsdragningar, samt den lämpligaste maximala fartygsstorleken mellan Södertälje och Landsort. Den andra simuleringen genomfördes i oktober 2015 i syfte att ur ett tekniskt/nautiskt perspektiv bedöma och jämföra de två kvarvarande alternativa förslagen på farledssträckning.

Analyser av fartygsspår från dessa tidigare simuleringar gjordes med syfte att optimera farledsytan och minska muddervolymer där så var möjligt. Optimeringen resulterade i de farledsytor som simulerats denna vecka, vilka innebär en minskning av muddervolymer i västra alternativet med ca 500 000 m³.

2 Syfte

Simuleringarna genomfördes i Sjöfartsverkets fartygs- och farledssimulator på Lindholmen, i Göteborg under vecka 8, 2016.

Syftet med simuleringarna var att utvärdera de olika nya farledsytor som justerats, utmärkningen i farleden samt squat beroende på olika fartygsmodeller och maximalt djup i farleden.

3 Simuleringar

Totalt genomfördes 25 stycken körningar. Majoriteten var koncentrerade till det västra alternativet för att bedöma de nya framtagna ytorna samt även squat. Körningarna i det östra alternativet gjordes främst för bedömning av utmärkning och fyrarnas sektorering. Några simuleringar gjordes i Brandalsund för att kontrollera avdrift och girmöjligheter. Här testades även assistans med bogserfartyg av typen ASD¹ i s.k. eskortbogsering. Assistans av bogserfartyg prövades även vid simuleringar i hamnområdet och angränsande farled.

Logfiler från simuleringarna har skickats till SSPA och presenteras i en squatanalys samt bottenklarningsanalys. Denna rapport finns som bilaga till denna skrivelse.

¹ ASD: Azimut Stern Drive. Bogserfartyg utrustat med två stycken akterliga propellrar som kan vridas 360° med konstant fullt effektuttag.

3.1 Fartygsmodeller

Simuleringarna genomfördes med tre stycken olika fartygsmodeller enligt följande specifikation:

Modell: Oiltanker 5	Tankfartyg	
Lastkondition:	Lastad	Ballast
Längd, LOA (m):	229	229
Bredd, BOA (m):	32	32
Största djupgående	11,5	8,5

Modell: Container Feeder	Feederfartyg	
Lastkondition:	Lastad	Delvis lastad
Längd, LOA (m):	169	169
Bredd, BOA (m):	27	27
Största djupgående	10,9	9,5

Modell: SjøvContainer	Containerfartyg
Lastkondition:	Lastad
Längd, LOA (m):	235
Bredd, BOA (m):	32
Största djupgående	10,9

3.2 Terrängmodell

Simuleringarna har baserats på samma terrängmodell som tidigare simuleringar fast nu med justerade djup och farledsytor, främst i det västra alternativet.

3.3 Farledsmodell

Farledsdesignen är framtagen med beaktande av Transportstyrelsens och PIANC's rekommendationer avseende utformning av farleder. Farledsmodellen som användes initialt vid simuleringen har finjusterats efter hand. Den främsta justeringen har skett vid sektoreringen av fyrarna, då främst de nya fyrarna i det östra alternativet. Vissa bojar har bytts ut till prickar och vice versa. En ny utmärkningsförteckning har tagits fram och presenteras under punkt 5 i denna rapport.

4 Resultat

4.1 Utvärderingsmetod

Efter varje simuleringsomgång har de medverkande lotsarna fyllt i ett bedömningsprotokoll med kommentarer för körningen. Körningarna har även följts av en kort debriefing där man utvärderat genomförd körning samt diskuterat fram eventuella behov av förändringar inför nästa körning.

4.2 Utvärdering farledsavsnitt

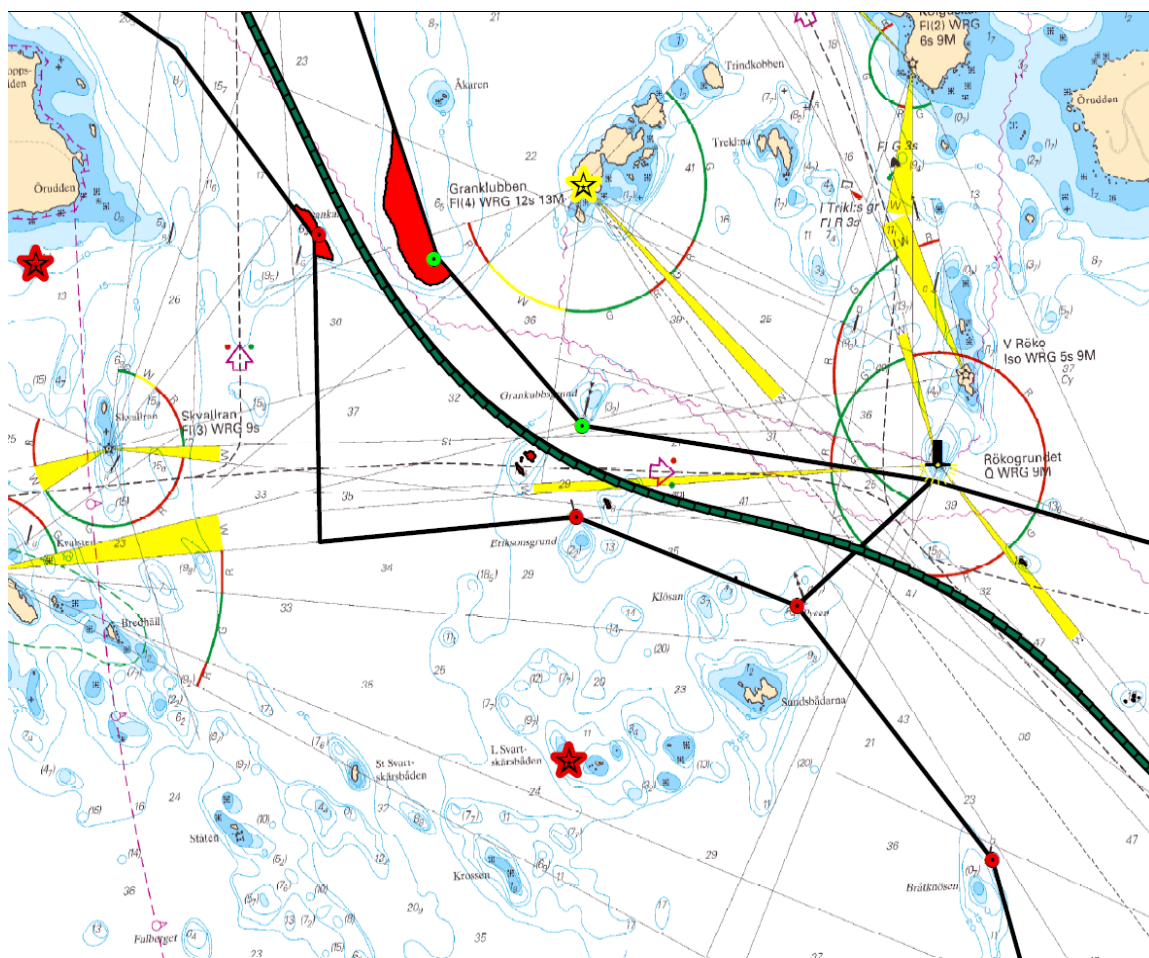
Körningarna presenteras här med information om fartygstyp, djupgående, vindstyrka och riktning, fartygets fart/farter, sikt, farledens minsta djup i terrängmodellen, syftet, samt även med sammanfattade kommentarer från själva körningen. I de körningar där det bedömts som relevant finns även utvalda fartygsspår redovisade.

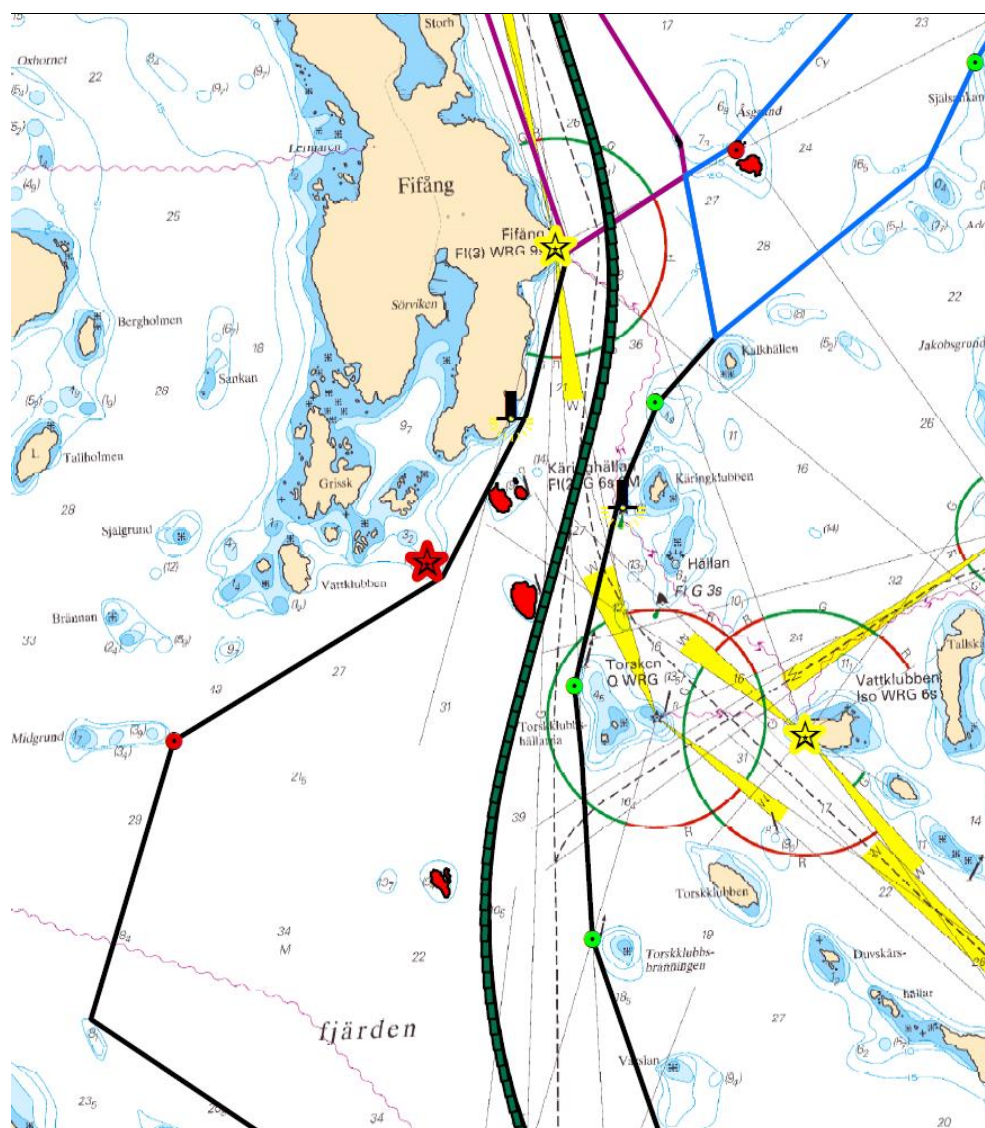
4.2.1 Landsort – Södertälje via västra leden.

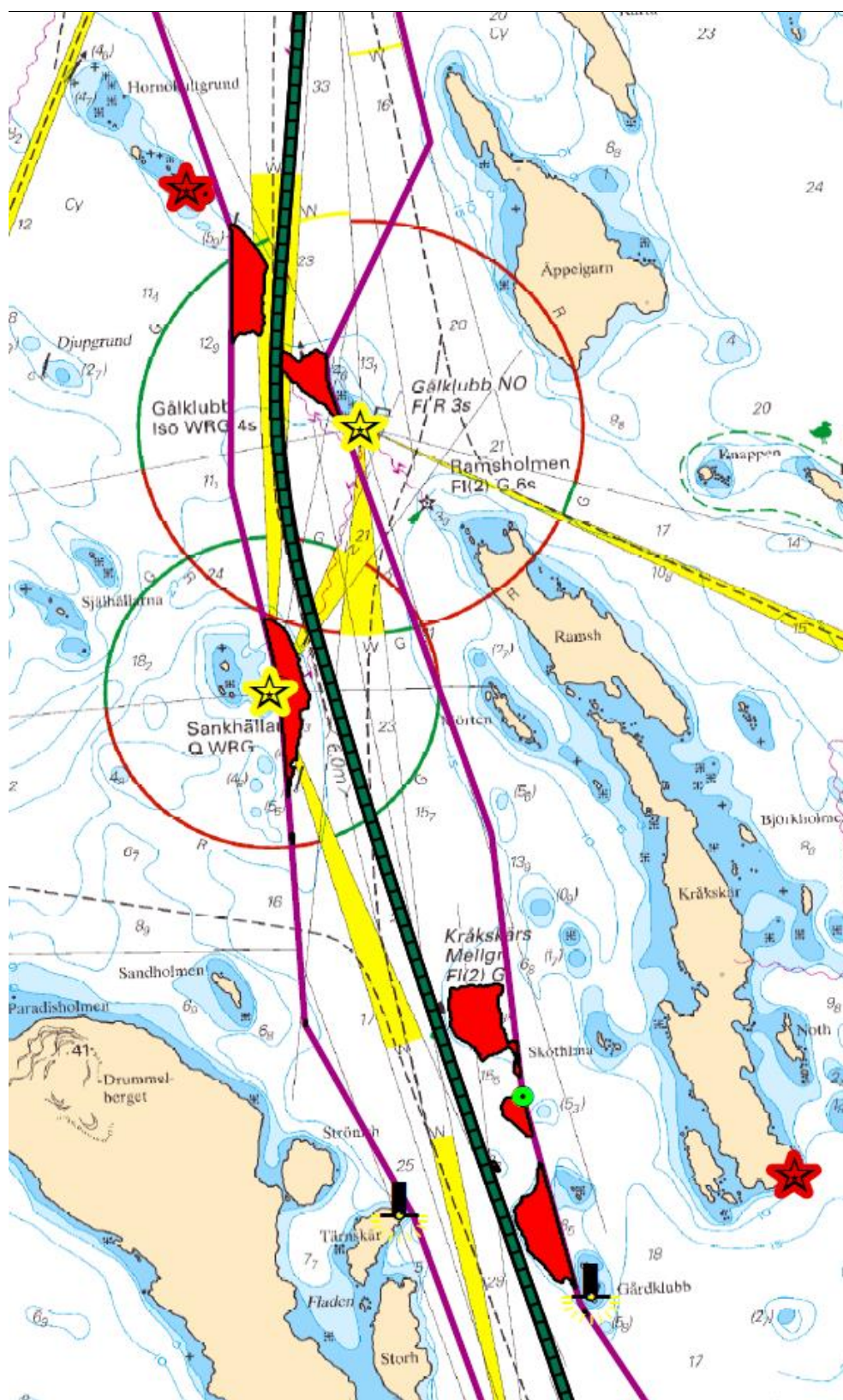
V1	Landsort - Södertälje
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 10
Fart	7-12 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Utmärkning, squat, nya ytor

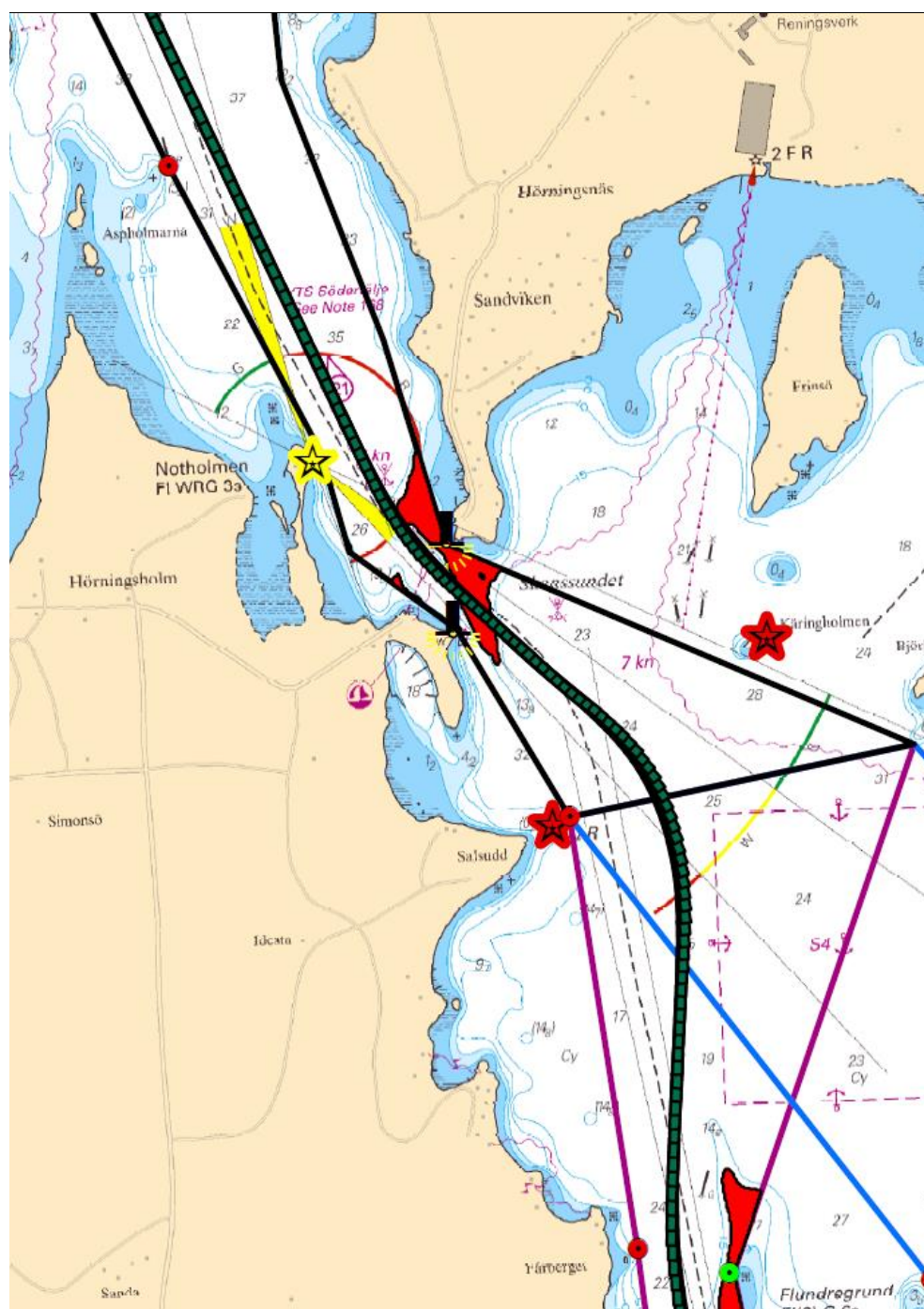
Kommentarer:

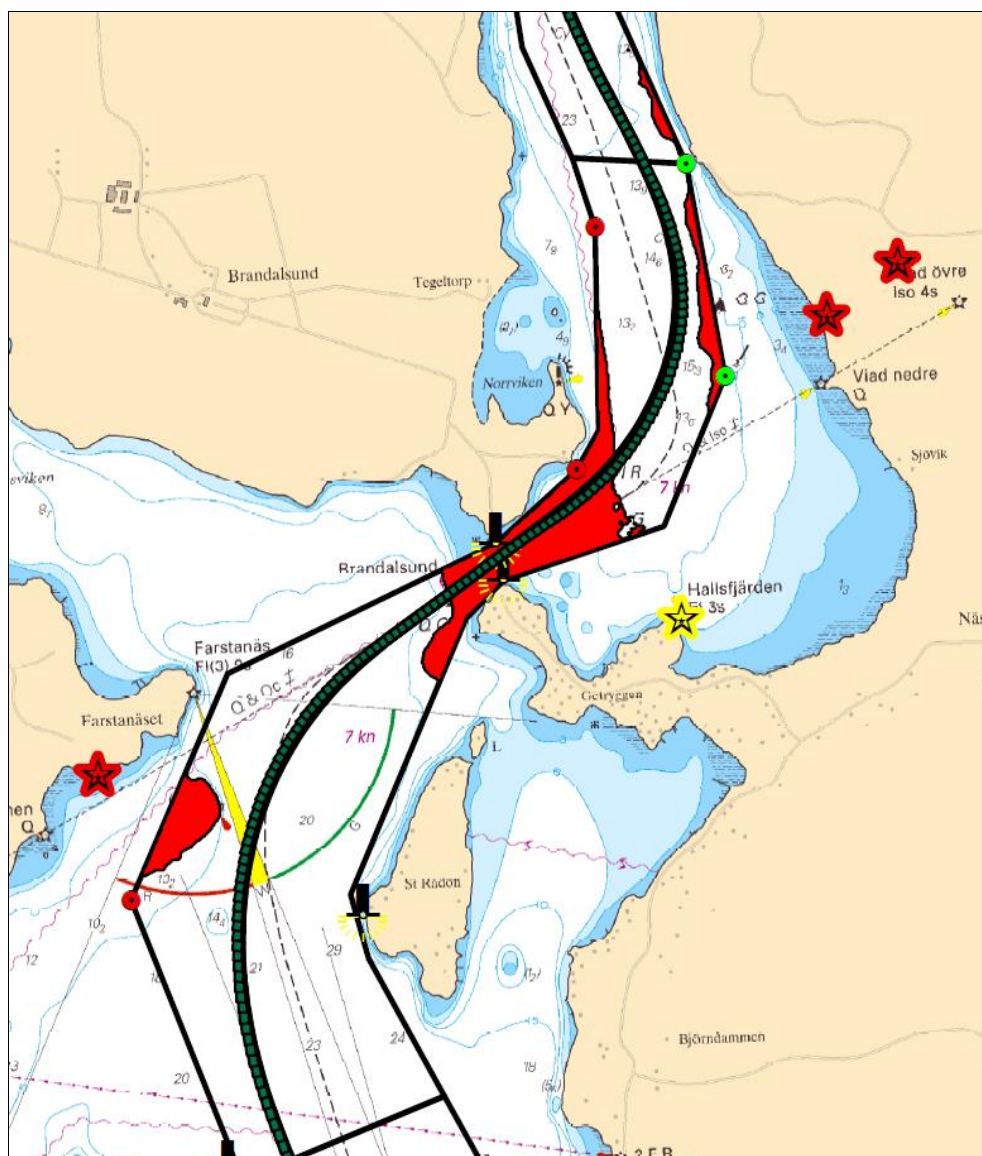
Simuleringen genomfördes i syfte att testa de nya farledsyterna i det västra alternativet. Yterna medgav fortfarande inte någon möjlighet för möte med andra fartyg. Området kring Gålkubb kändes ok och passerades på röd sida. Ytan runt Flundregrund kändes ok. Kommentar på att giren in i Skansundet kunde påbörjas tidigare. Passagen genom Brandalsund krävde hårt roder och maskinpådrag för att komma runt, och närmsta passage blev på den norra sidan. Ytan vid Fläsklösa kändes ok. Viss justering av utmärkning och fyrar genomfördes efter simuleringen.









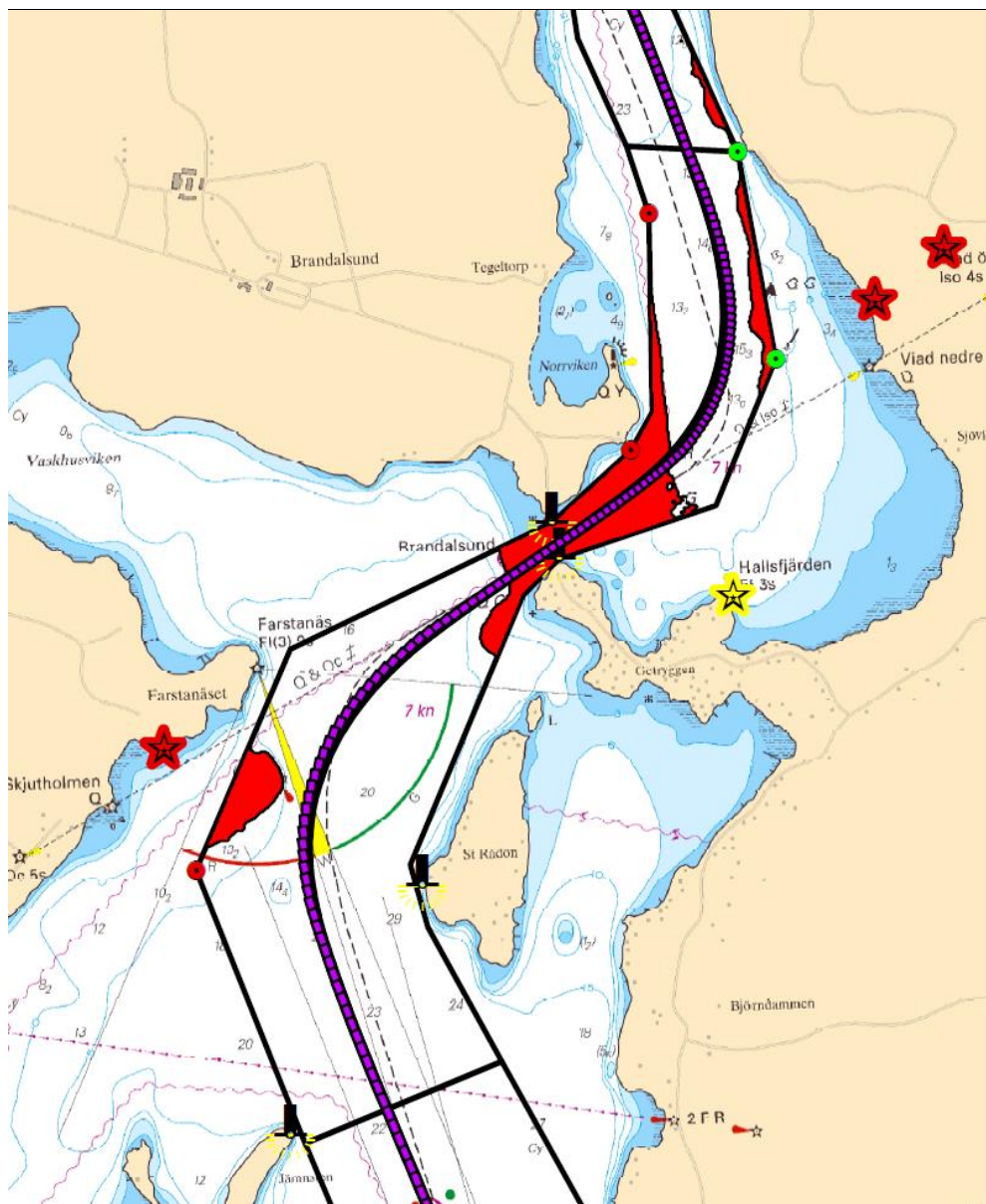


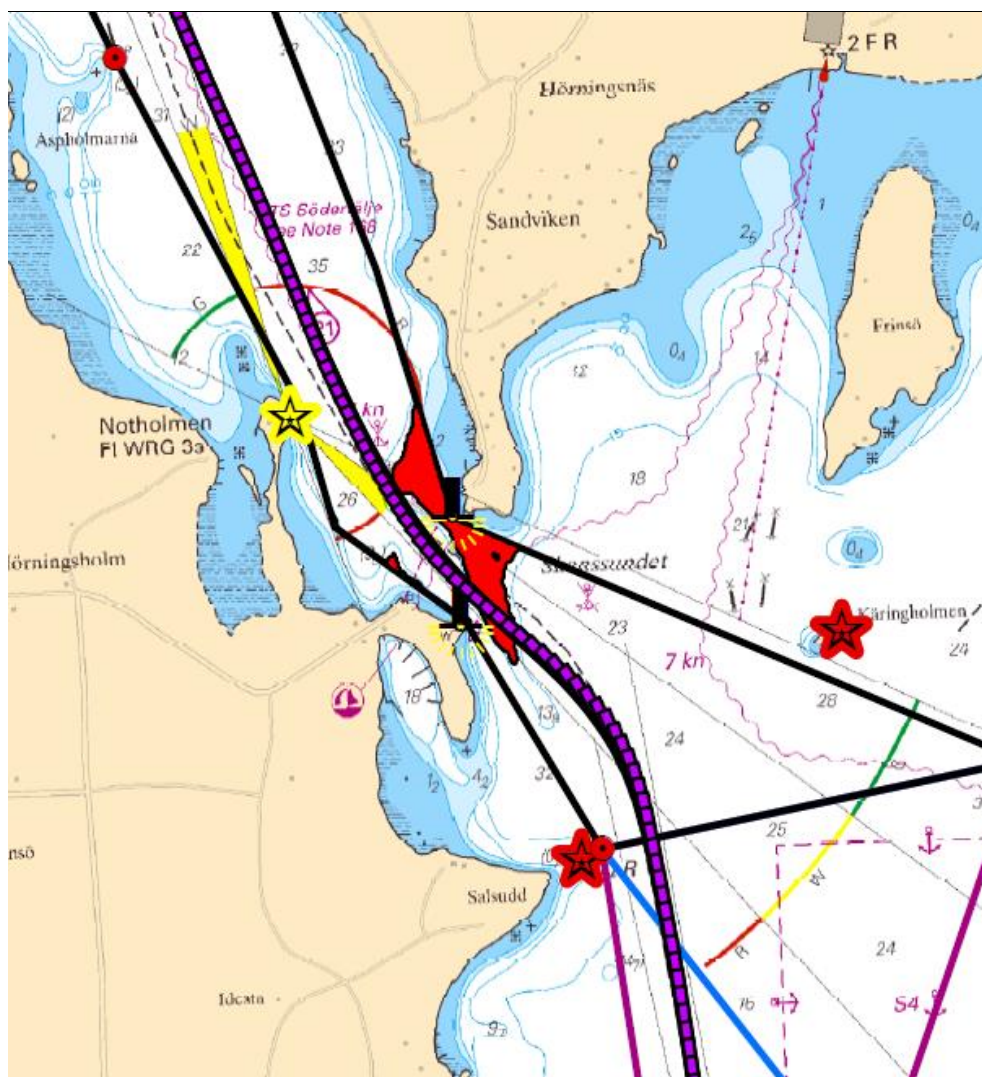
4.2.2 Södertälje – Landsort via västra leden.

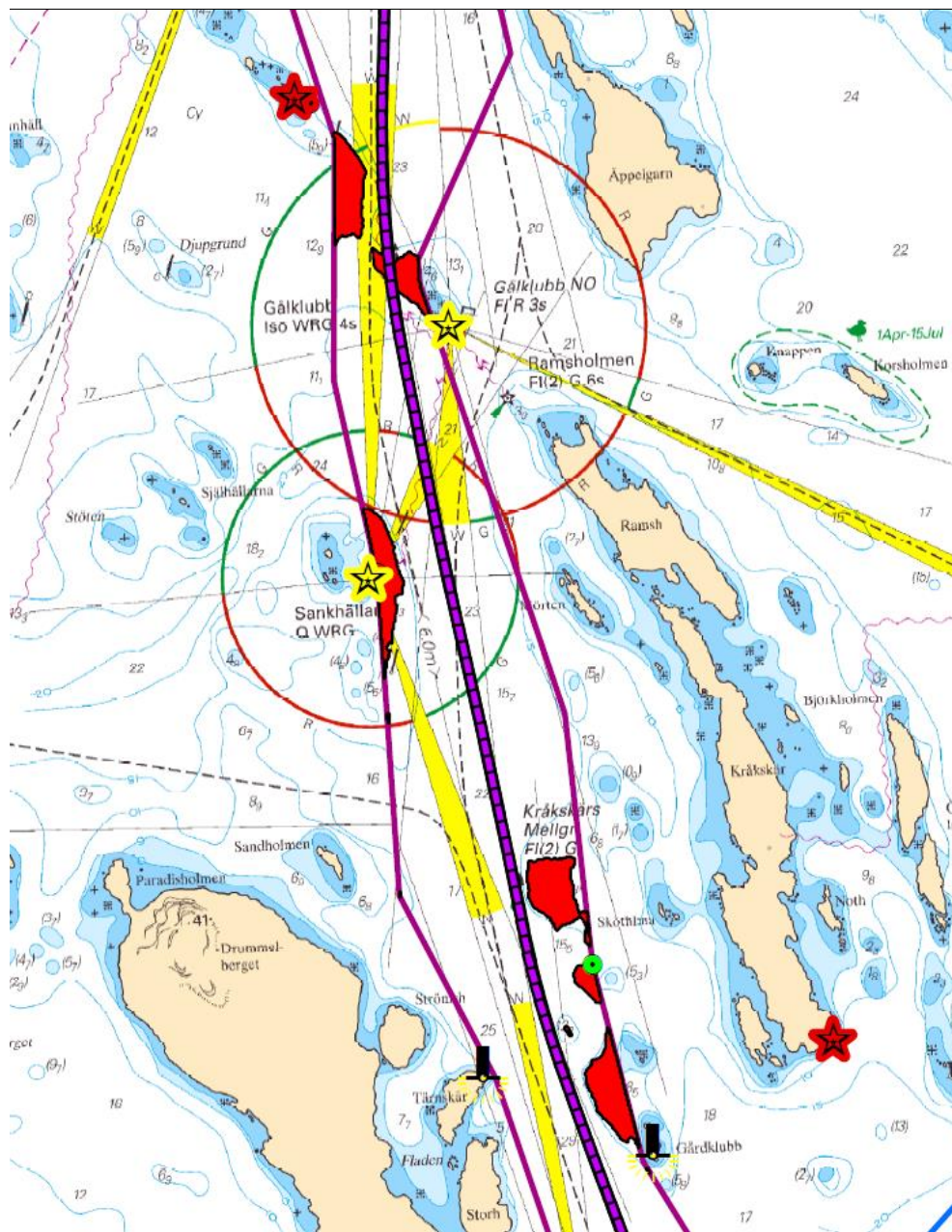
V2	Södertälje - Landsort
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 10
Fart	7-12 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Utmärkning, squat, nya ytor

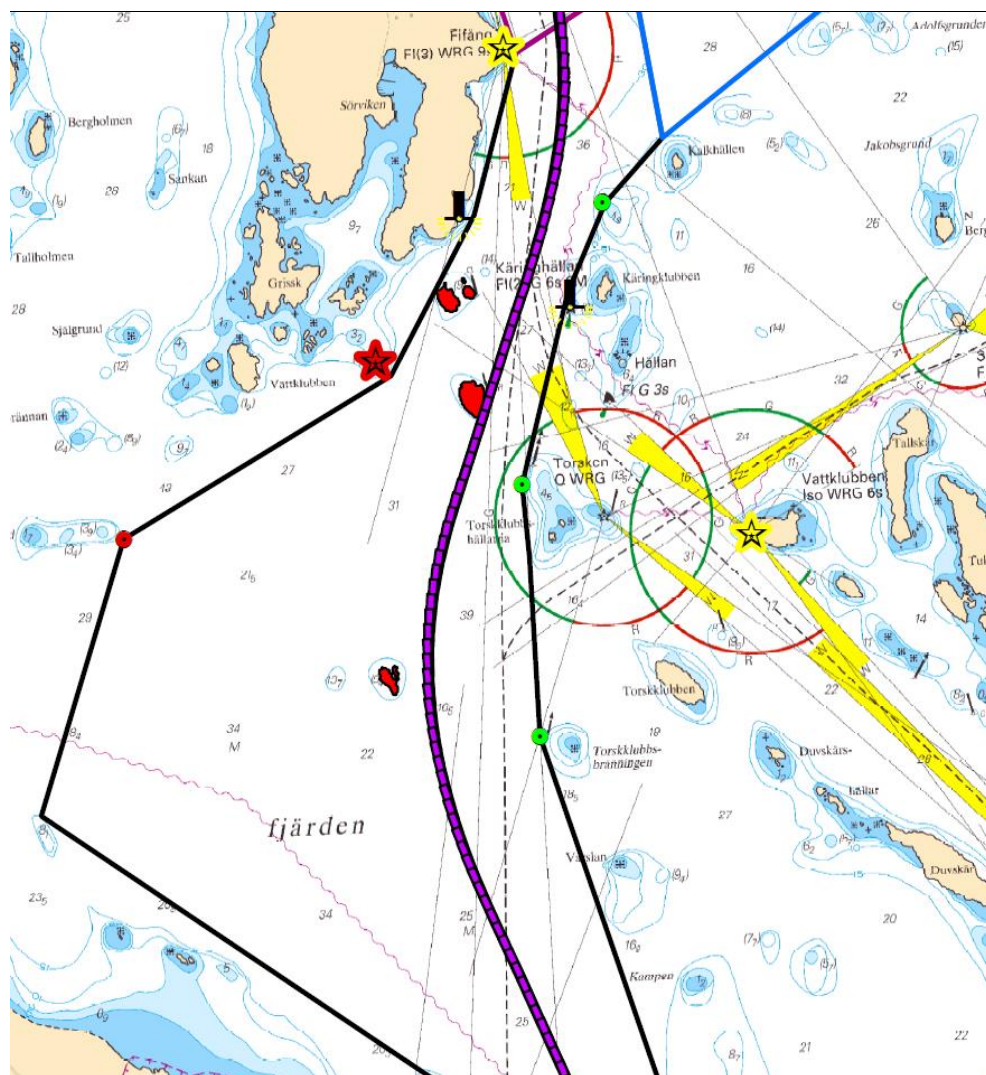
Kommentarer:

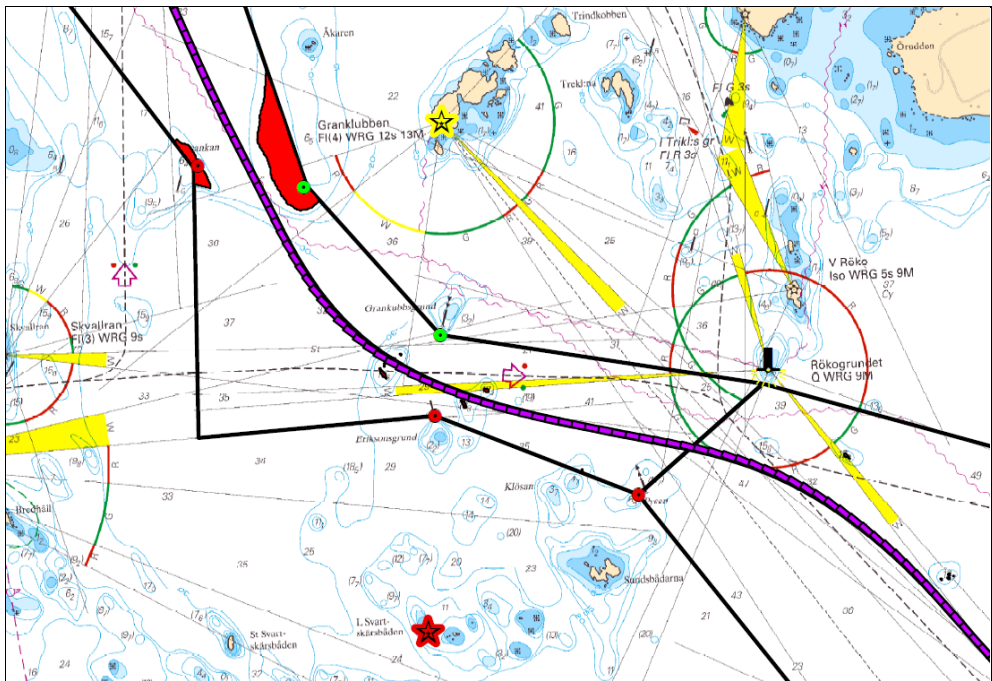
Simuleringen genomfördes i syfte att testa de nya farledsytor i det Västra alternativet. Även här kommenterades att ytor inte medgav någon möjlighet för möte med andra fartyg. Vid giren in i Brandalsund användes hårt roder under stor del av giren. Viss justering av fyrsektorer genomfördes efter simuleringen.









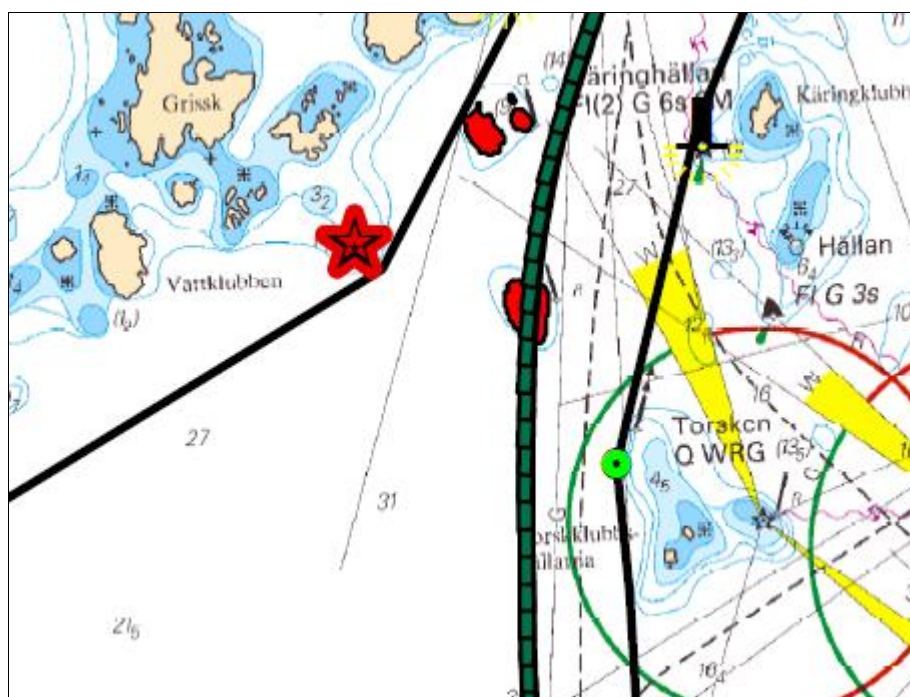


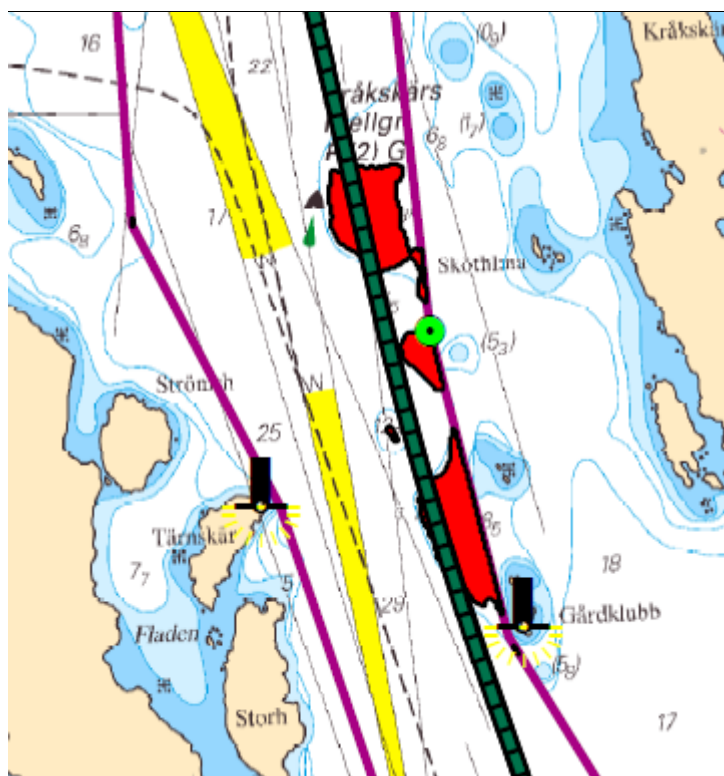
4.2.3 Askö – Grönsö

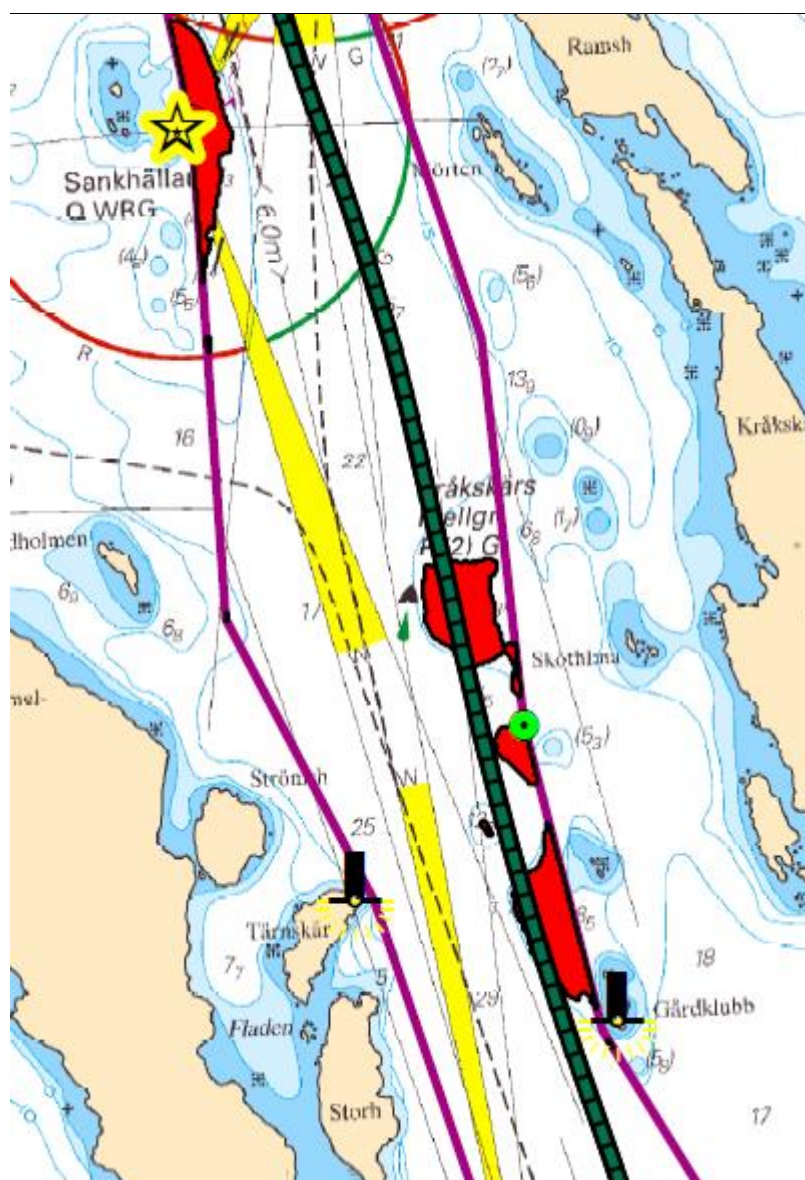
V3	Askö - Grönsö
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 10
Fart	12-10 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	12,65
Syfte:	Utmärkning, squat

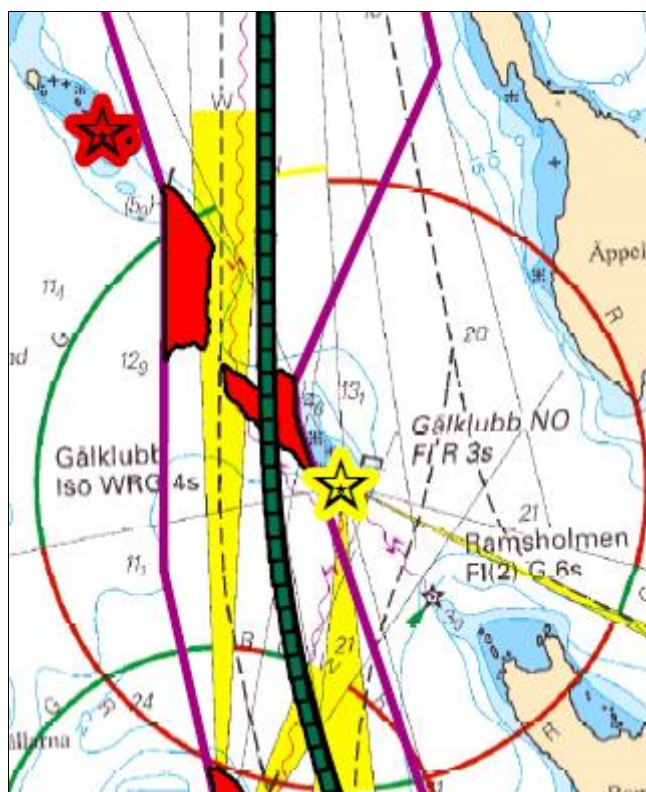
Kommentarer:

Simuleringen anpassades till att hitta grundområden för att kunna utvärdera squat. Vid fyra stycken olika områden indikerades squat med ett UKC under 0,7 meter. Vattklubb, Gårdklubb, Sankhällan och Gååklubb. Farledens djup på de muddrade partierna kändes inte tillräckligt med hänsyn till konstaterad squat. Farledens minsta djup ökas därför från 12,65 till 13,20 meter, vilket innebär en ökning av bottenklarningen från 10 % till 15 % av fartygets maximala djupgående.







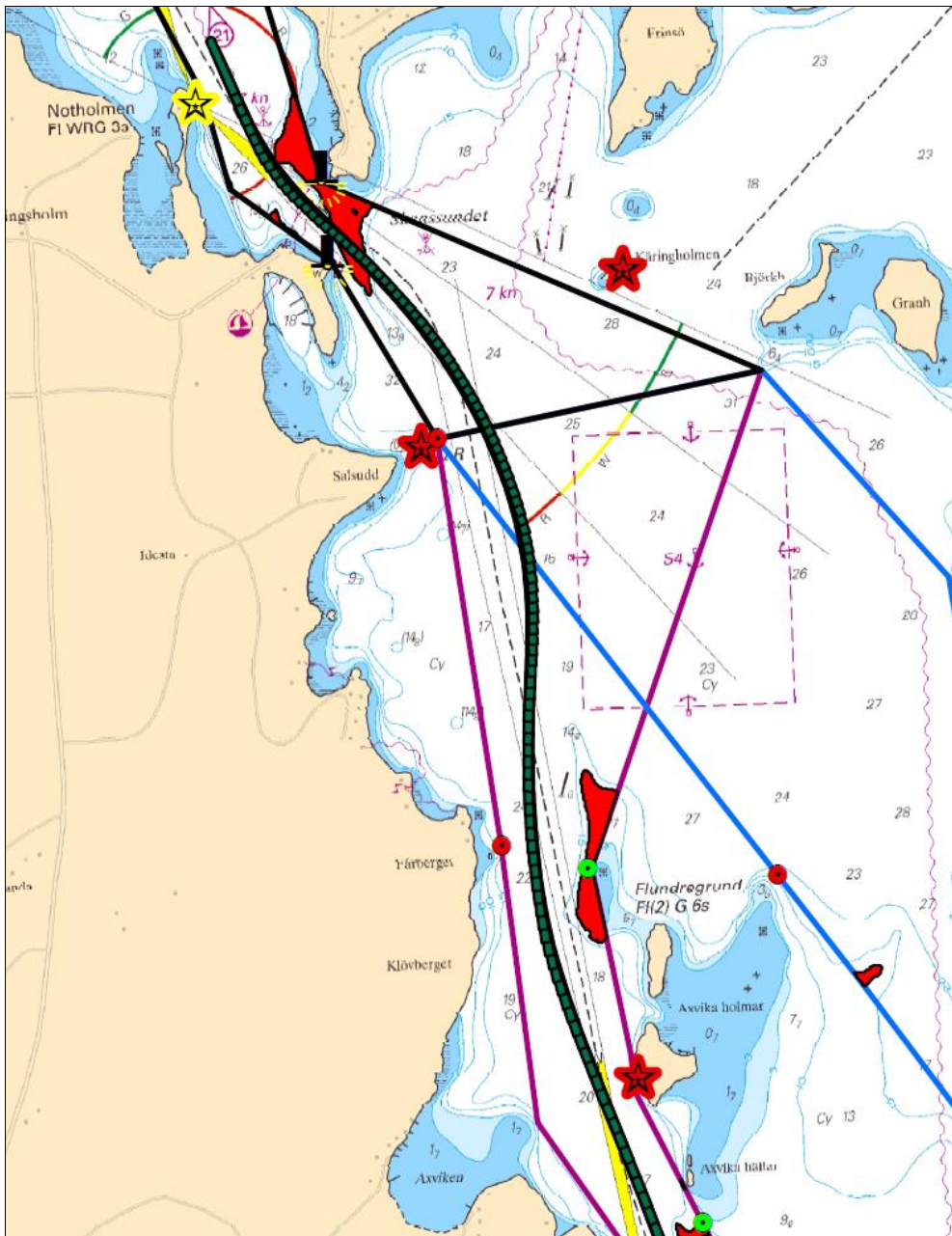


4.2.4 Egelsholm – Notholmen

V4	Egelsholm - Notholmen
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 10
Fart	12-7 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	12,65
Syfte:	Utmärkning, squat

Kommentarer:

Simuleringen anpassades till att hitta grundområden för att kunna utvärdera squat. Nya fyren vid Käringholmen visar bra vit sektor för att kunna gå fritt Flundregrund. Farledens djup på de muddrade partierna kändes inte tillräckligt med hänsyn till konstaterad squat. Farledens minsta djup ökas därför från 12,65 till 13,20 meter, vilket innebär en ökning av bottenklarningen från 10 % till 15 % av fartygets maximala djupgående

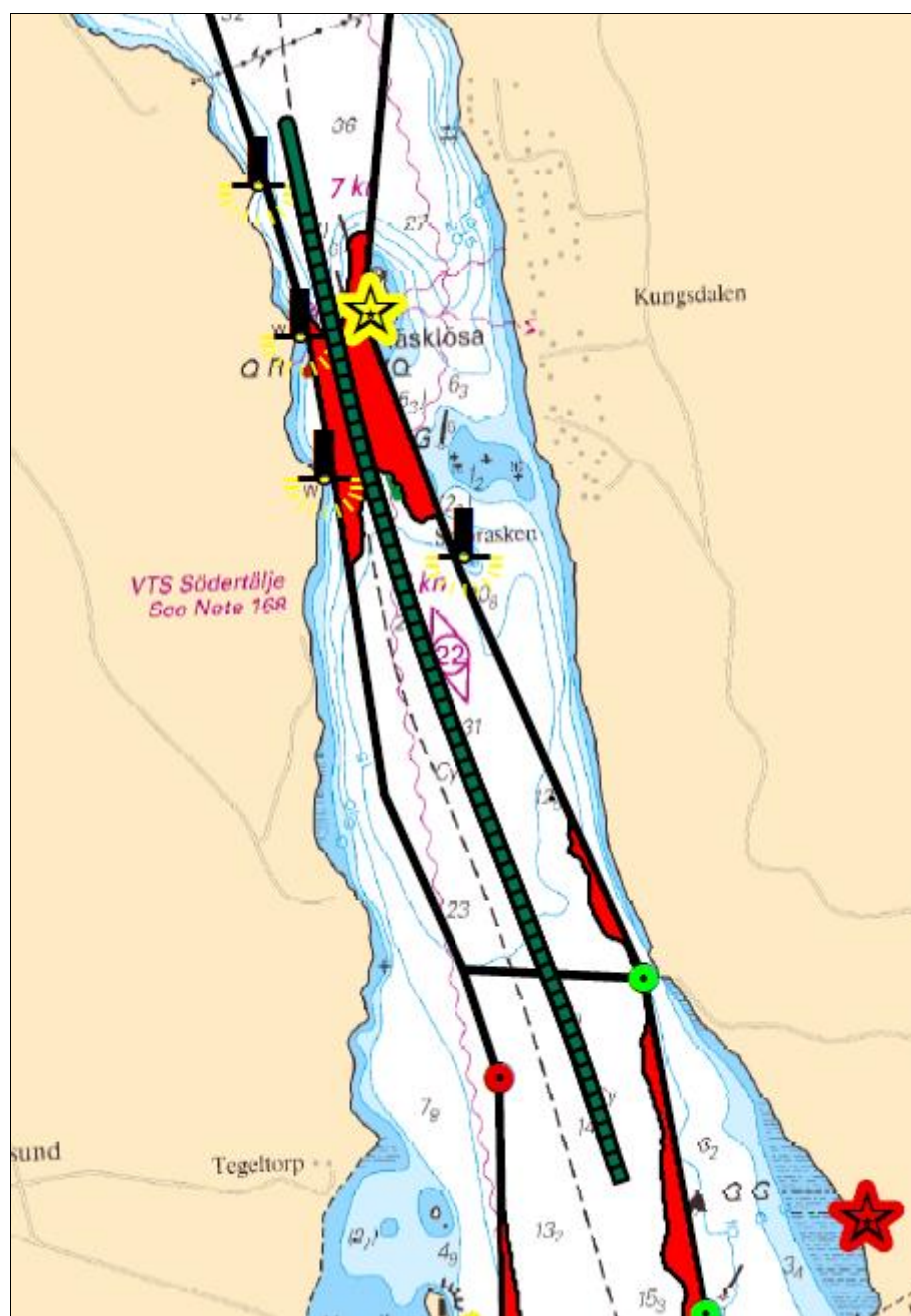


4.2.5 Passage Fläsklösa ingående

V5	Fläsklösa
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 10
Fart	7,5 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	12,65
Syfte:	Utmärkning, squat

Kommentarer:

Simuleringen anpassades till att hitta grundområden för att kunna utvärdera squat. Farledens djup på de muddrade partierna kändes inte tillräckligt med hänsyn till konstaterad squat. Farledens minsta djup ökas därför från 12,65 till 13,20 meter, vilket innebär en ökning av bottenklarningen från 10 % till 15 % av fartygets maximala djupgående.



4.2.6 Rökögrund – Notholmen via östra leden

Ö1	Rökögrund - Notholmen
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 10
Fart	15-12-7 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Utmärkning, farledsyta, squat

Kommentarer:

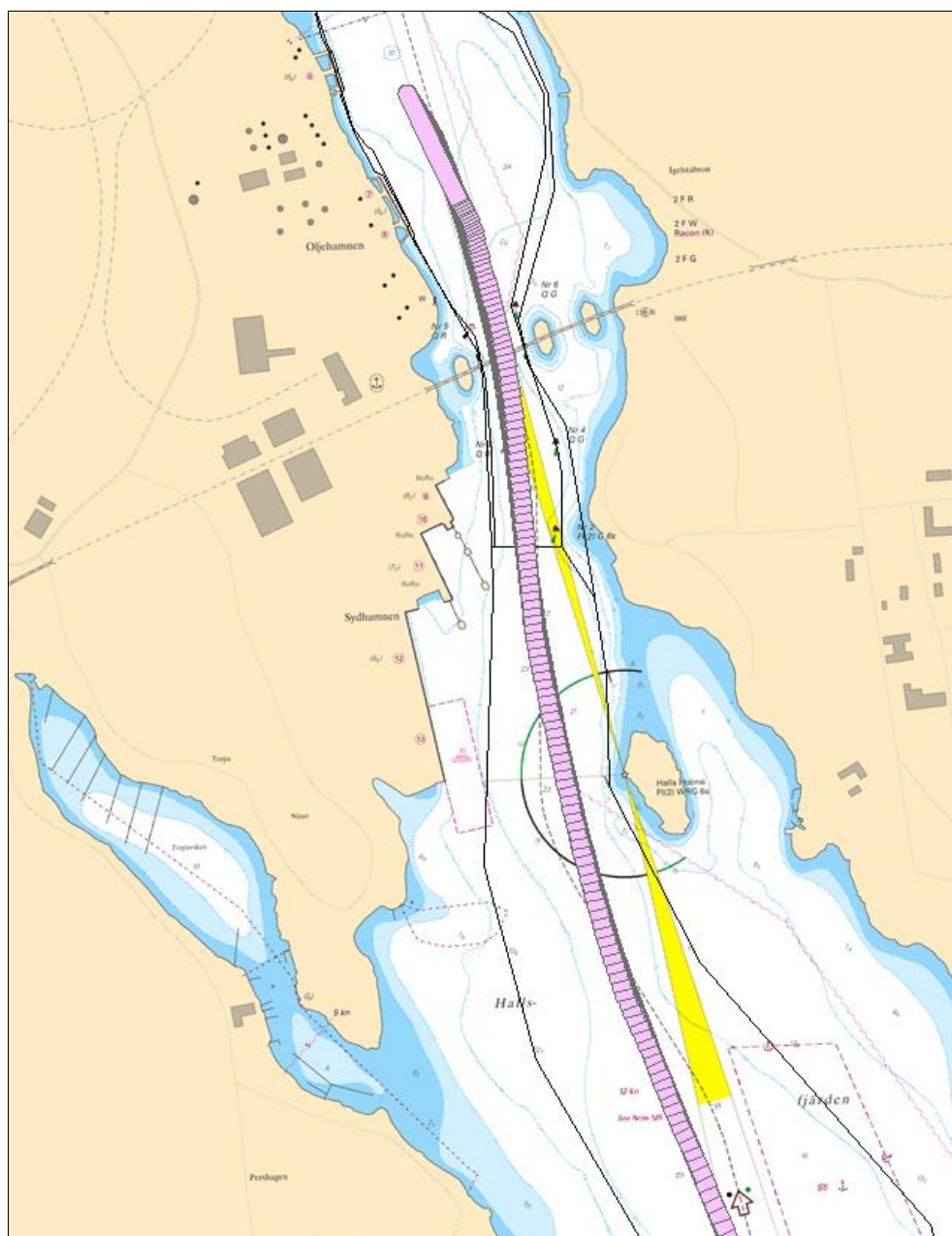
Simuleringen genomfördes främst för kontroll av utmärkning och sektorering i det östra alternativet. Körningen uppfattades som kontrollerad och utan anmärkningar.

4.2.7 Skorvan – Södertälje, kajplats 6

H1	Skorvan - Södertälje kaj 6
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 5
Fart	6,5-1 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	12,65
Syfte:	Hamnområde

Kommentarer:

Simuleringen genomfördes för att kontrollera hamnavsnittet. Fartyget hade assistans av 3 stycken bogserfartyg, kopplade i fören och aktern samt en som pushade på bogen. Vid simuleringen var ett annat tankfartyg av samma storlek förtöjt vid kajplats 7-8. Passagen från Halls Holme och fram till Igelstabron har mycket små marginaler vid passage av den gröna bojen nr 2 med hänsyn till kopplade bogserfartyg och hela ekipagets längd. Redan vid relativt låga vindhastigheter kan problem uppstå eftersom bogserfartygen har svårt att arbeta åt sidan. Simuleringen indikerar att den muddringsyta som tagits fram inför Hamnens utvidgning kräver viss breddning mot öster vid boj nr 2.

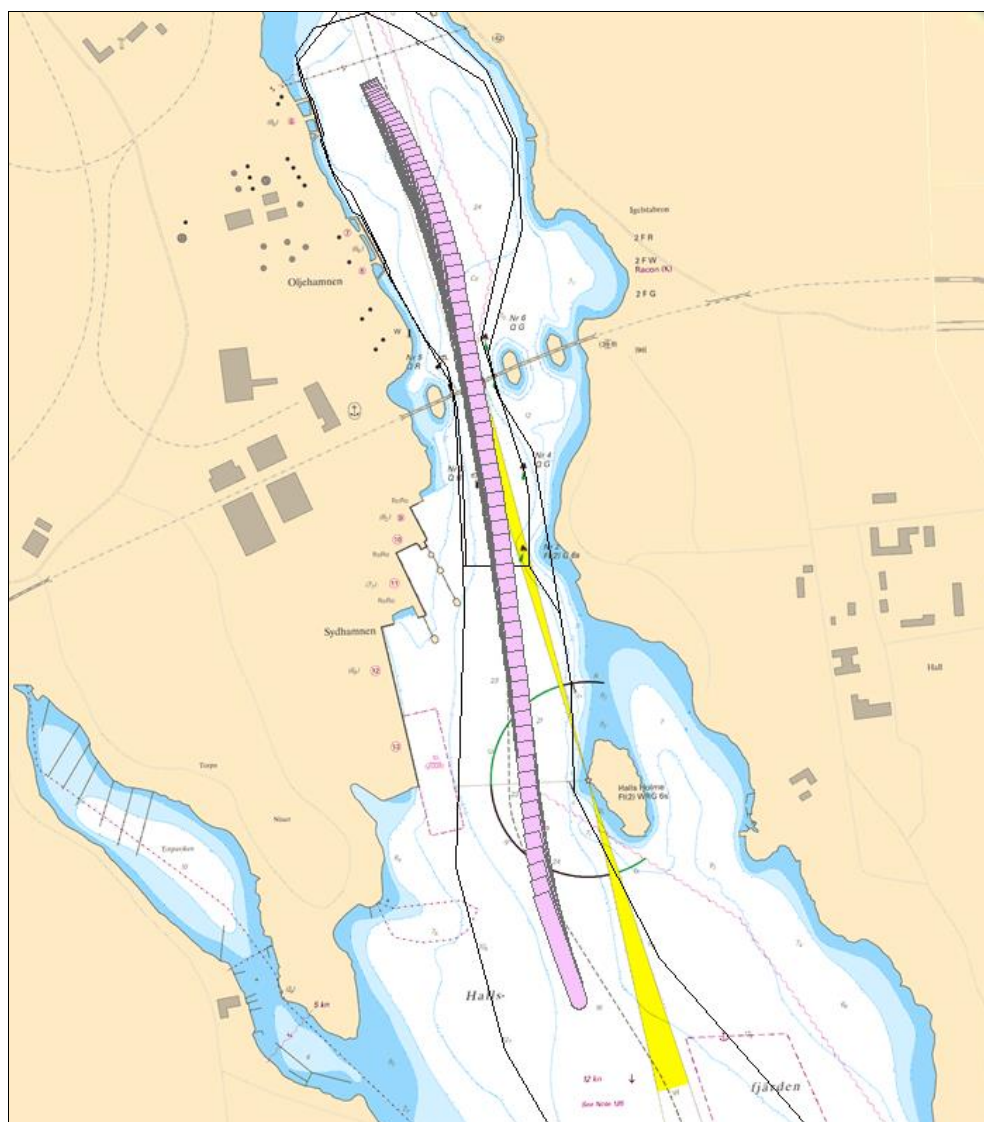


4.2.8 Södertälje, kajplats 6 – Skorvan

H2	Södertälje kaj 6 - Skorvan
Modell	Oiltanker 5 (ballast)
Djupg	8,5
Vind	SW 5
Fart	0-6,5 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	12,65
Syfte:	Hamnområde

Kommentarer:

Se kommentarer H1.



4.2.9 Skorvan – Södertälje, kajplats 7-8

H3	Skorvan - Södertälje kaj 7-8
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	SW 5
Fart	6,5-1 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	12,65
Syfte:	Hamnområde

Kommentarer:

Liknande simulering som vid H1 fast med justerad flytt av bojar grön sida för en upprätning av farleden. Bojarna närmast Igelstabron bör flyttas närmare påseglingsskydden för att ge bredare öppning till passagen. En flytt av grön boj till vänster om kaj 9 skulle ge mer utrymme söder om bron för avdrift och utrymme för bogserfartyg att arbeta.

4.2.10 Södertälje, kajplats 7-8 – Skorvan

H4	Södertälje kaj 7-8 - Skorvan
Modell	Oiltanker 5 (ballast)
Djupg	8,5
Vind	SW 5
Fart	0-6,5 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	12,65
Syfte:	Hamnområde

Kommentarer:

Se kommentarer H3.

4.2.11 Notholmen – Landsort, via östra leden

Ö2	Notholmen - Landsort
Modell	Container Feeder
Djupg	9,5
Vind	SW 10
Fart	11-7-20 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Utmärkning, farledsyta

Kommentarer:

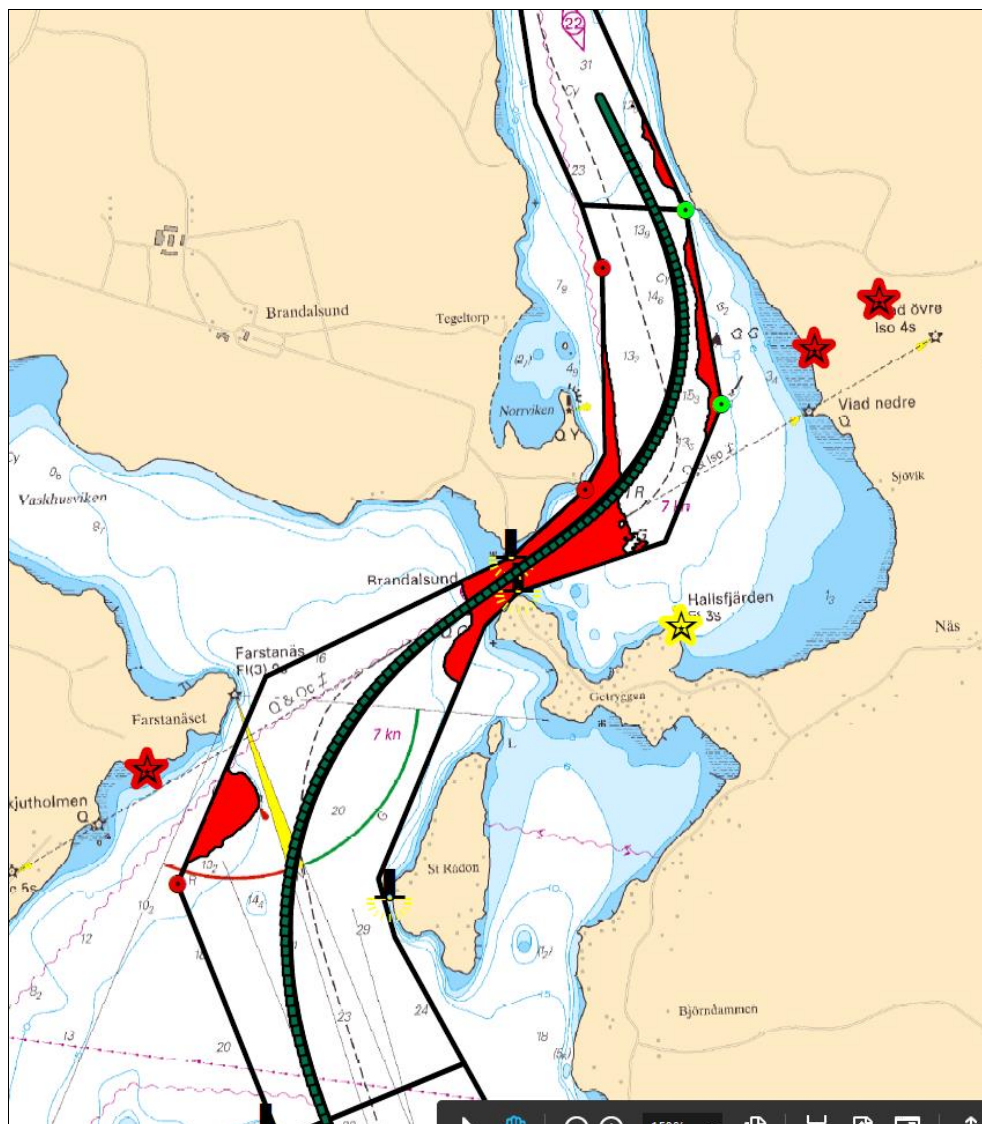
Simuleringen genomfördes främst för kontroll av utmärkning och sektorering i det östra alternativet. Farledens utformning är mycket bra. Klarar möten mellan stora fartyg i nästan hela sträckningen. Virituella gircentrum bör provas på några ställen.

4.2.12 Brandalsund, ingående

B1	Brandalsund
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	N 2
Fart	8,5 -6 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Girförmåga, passage Brandalsund

Kommentarer:

Simuleringen genomfördes i syfte att testa girkapaciteten för ett lastat tankfartyg av framtagna modell. Farleden anses bra men krav på assistans av bogserfartyg angavs. Vid start av gir efter Brandalsund krävdes både hårt roder samt maskinpådrag för att initiera giren.

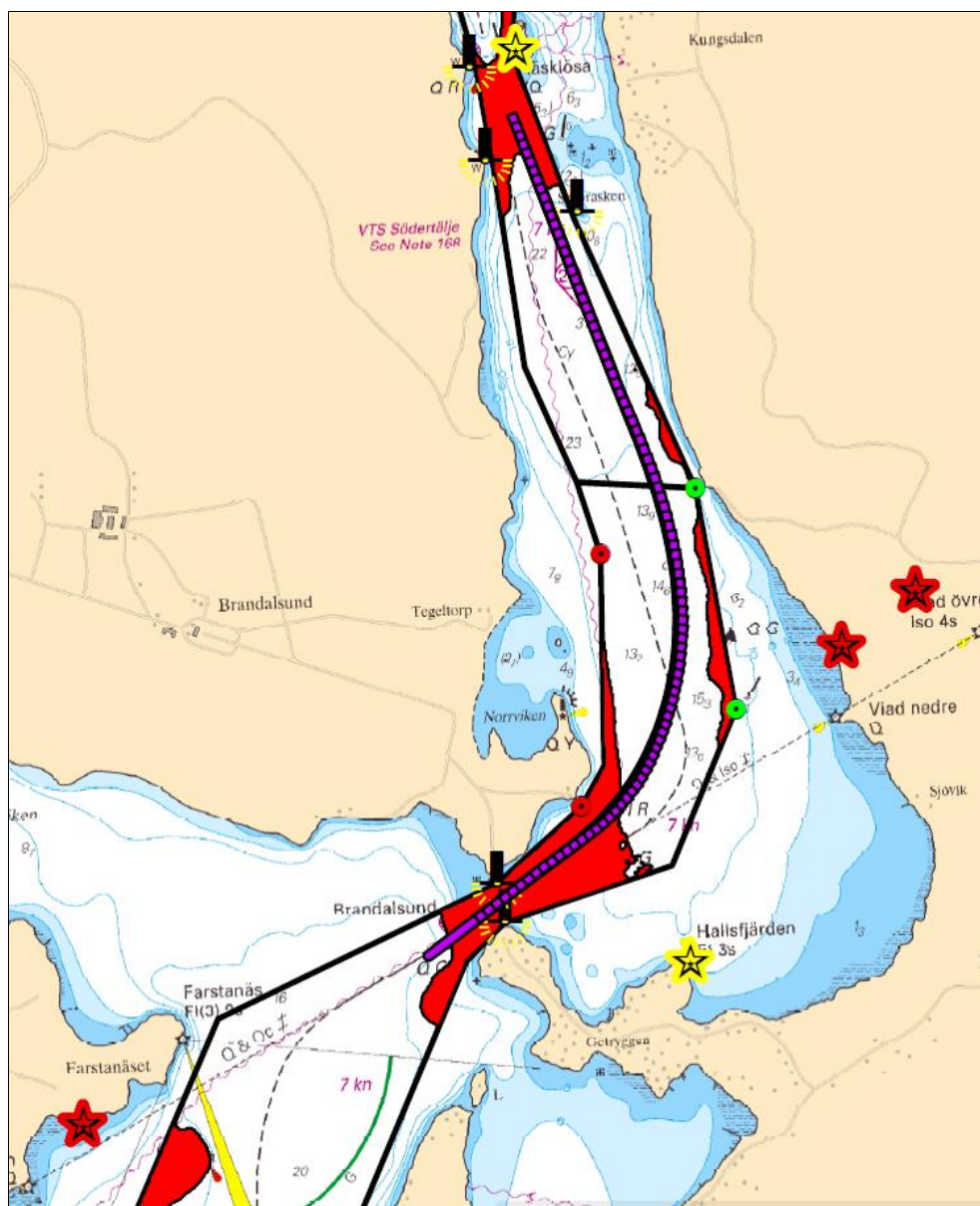


4.2.13 Brandalsund, utgående

B2	Brandalsund
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	N 2
Fart	6,5 5,5 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Girförmåga, passage Brandalsund

Kommentarer:

Likt simuleringen B1 krävdes hårt roder för att komma runt i giren. Även här angavs behovet för assistans av bogserfartyg vid passage.



4.2.14 Landsort – Notholmen, via östra leden

Ö3	Landsort - Notholmen
Modell	Container Feeder
Djupg	10,9
Vind	S 2
Fart	20 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Utmärkning

Kommentarer:

Simuleringen genomfördes främst för att förevisa det Östra alternativet för Transportstyrelsens representanter. Inga spontana anmärkningar framfördes på farledsyta eller farledsutmärkning.

4.2.15 Askö – Stenskär, Egelholm – Notholmen

V6	Askö - Stenskär, Egelholm - Notholmen
Modell	Container Feeder
Djupg	10,9
Vind	N 2
Fart	20 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Utmärkning

Kommentarer:

Simuleringen genomfördes främst för att förevisa det Västra alternativet för Transportstyrelsens representanter. Inga spontana anmärkningar framfördes på farledsyta eller farledsutmärkning.

4.2.16 Korsudden – Brandalsund – Fläsklösa

B3	Korsudden - Brandalsund - Fläsklösa
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djup	11,5
Vind	N 2
Fart	6,5 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Squat, utmärkning, bankeffekter

Kommentarer:

Simuleringen genomfördes främst för att förevisa passage genom Brandalsund och Fläsklösa för Transportstyrelsens representanter. Inga spontana anmärkningar framfördes på farledsyta eller farledsutmärkning.

4.2.17 Fläsklösa – Jämnsten, Skansundet – Askö

B4 + Ö4	Fläsklösa - Jämnsten, Skansundet - Askö
Modell	SjovContainer
Djup	10,9
Vind	N 2
Fart	6,5-24 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Squat, utmärkning, bankeffekter

Kommentarer:

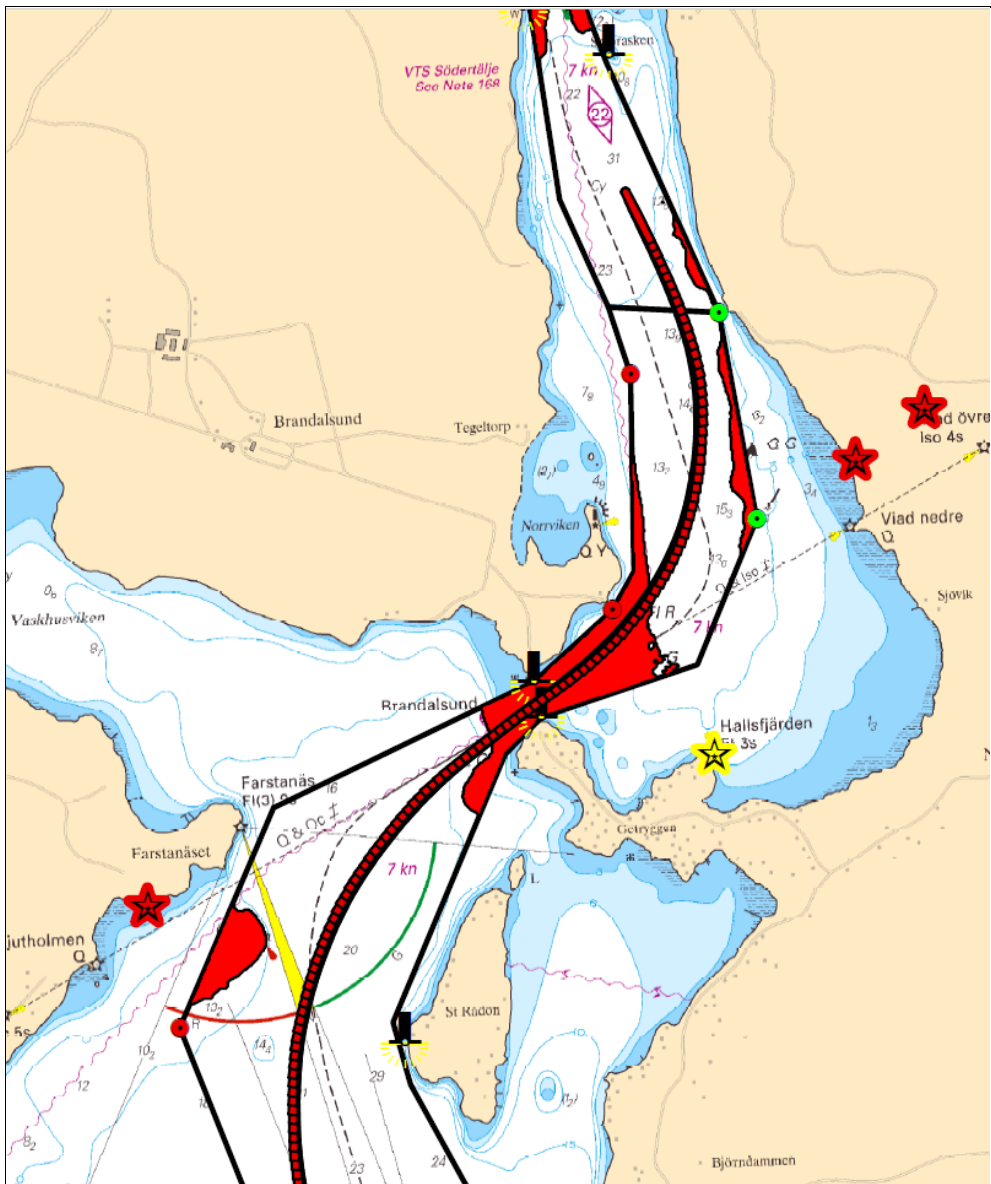
Simuleringen genomfördes främst för att förevisa passage genom Brandalsund samt det Östra alternativet utgående för Transportstyrelsens representanter. Inga spontana anmärkningar framfördes på farledsyta eller farledsutmärkning.

4.2.18 Brandalsund, ingående

B5	Brandalsund ingående
Modell	SjovContainer
Djupg	10,9
Vind	SW 7
Fart	8 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Gir Brandalsund, eskortbogsering

Kommentarer:

Assisterande bogserfartyg kopplat i aktern kunde ge 0,2' mindre girradie med konstant roder på containerfartyget.

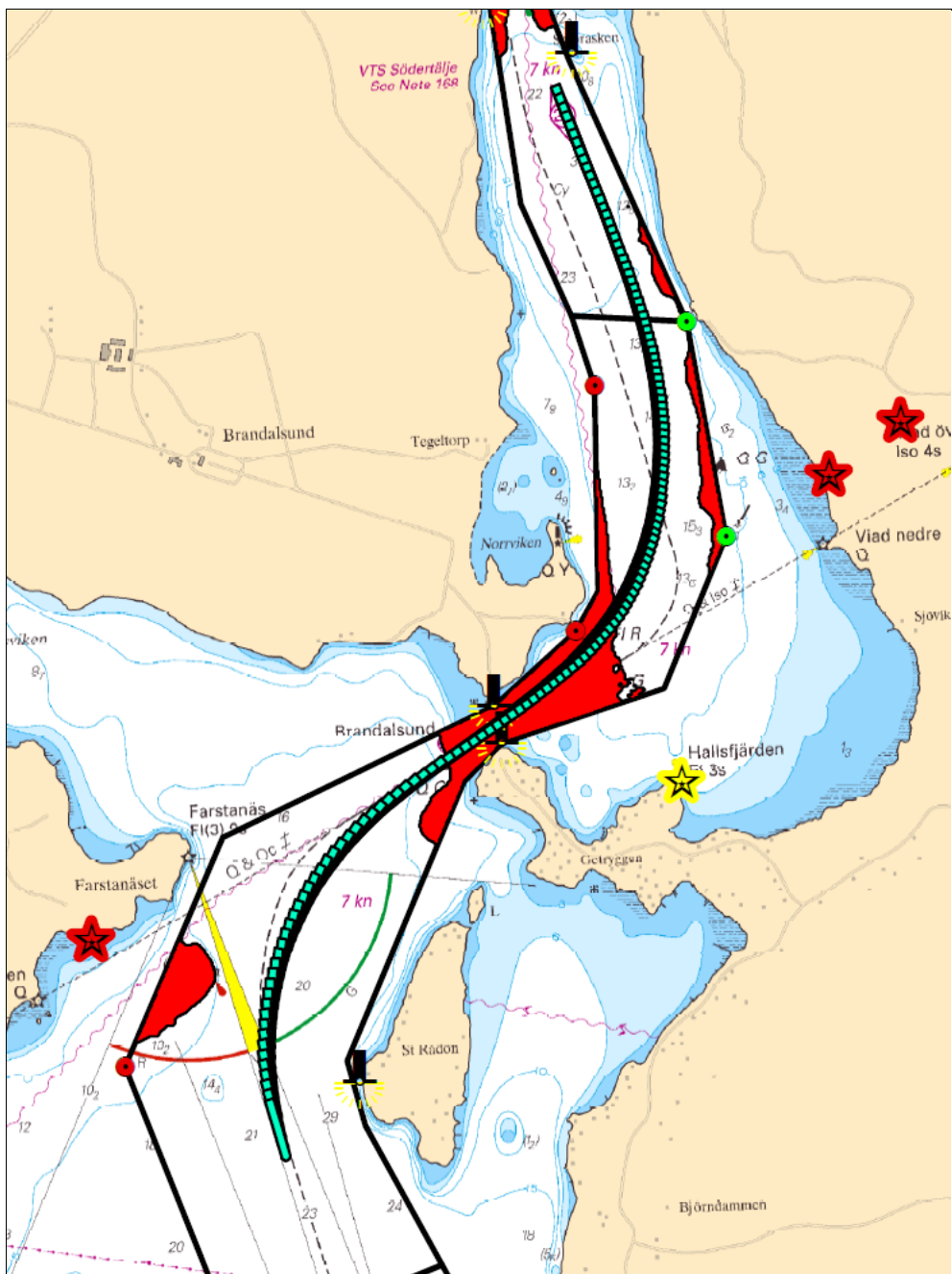


4.2.19 Brandalsund, utgående

B6	Brandalsund utgående
Modell	Oiltanker 5 (ballast)
Djupg	8,5
Vind	N 7
Fart	6-7 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Gir Brandalsund, eskortbogsering, roderbortfall

Kommentarer:

Fartyget kunde styras helt kontrollerat med assistans av eskortbogsering. Roderet midskepps under hela giren.

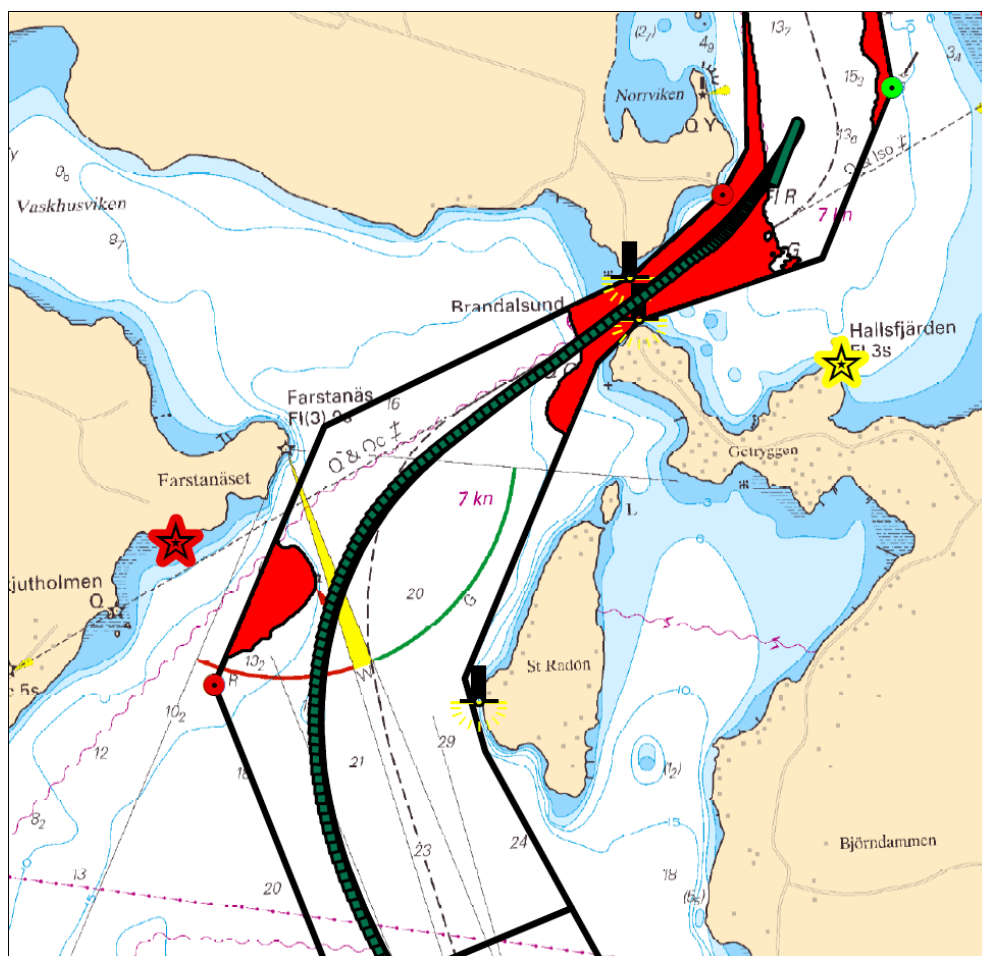


4.2.20 Brandalsund, ingående

B7	Brandalsund ingående
Modell	Oiltanker 5 (lastad)
Djupg	11,5
Vind	S 5
Fart	6-7 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Gir Brandalsund, eskortbogsering, roderbortfall

Kommentarer:

Ett bogserfartyg (ASD) kopplat i aktern. Fingerat roderhaveri i mitten av Brandalsund.
Bogserfartyget assisterat att gira hårt babord samtidigt som maskin arbetade för full back.
Fartygets fart minskade snabbt, och styrbords ankare kunde läggas av kontrollerat.



4.2.21 Rökögrund – Stenskär in, västra

V7	Rökögrund - Stenskär
Modell	SjovContainer
Djupg	10,9
Vind	SW 5
Fart	15-12 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Squat, bankeffekt

Kommentarer:

Tendens till bankeffekt uppmärksammades vid passage av Fifång/Gårdklubb.

4.2.22 Rökögrund – Stenskär in, västra

V8	Rökögrund - Stenskär
Modell	SjovContainer
Djupg	10,9
Vind	W 15
Fart	15-12 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Vind, avdrift

Kommentarer:

Ca 2-5 graders avdrift. Marginalerna krymper med avdriften. Mer planering krävs för möten.

4.2.23 Stenskär – Rökögrund

V9	Stenskär - Rökögrund
Modell	SjovContainer
Djupg	10,9
Vind	W 15
Fart	12-15 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Vind, avdrift

Kommentarer:

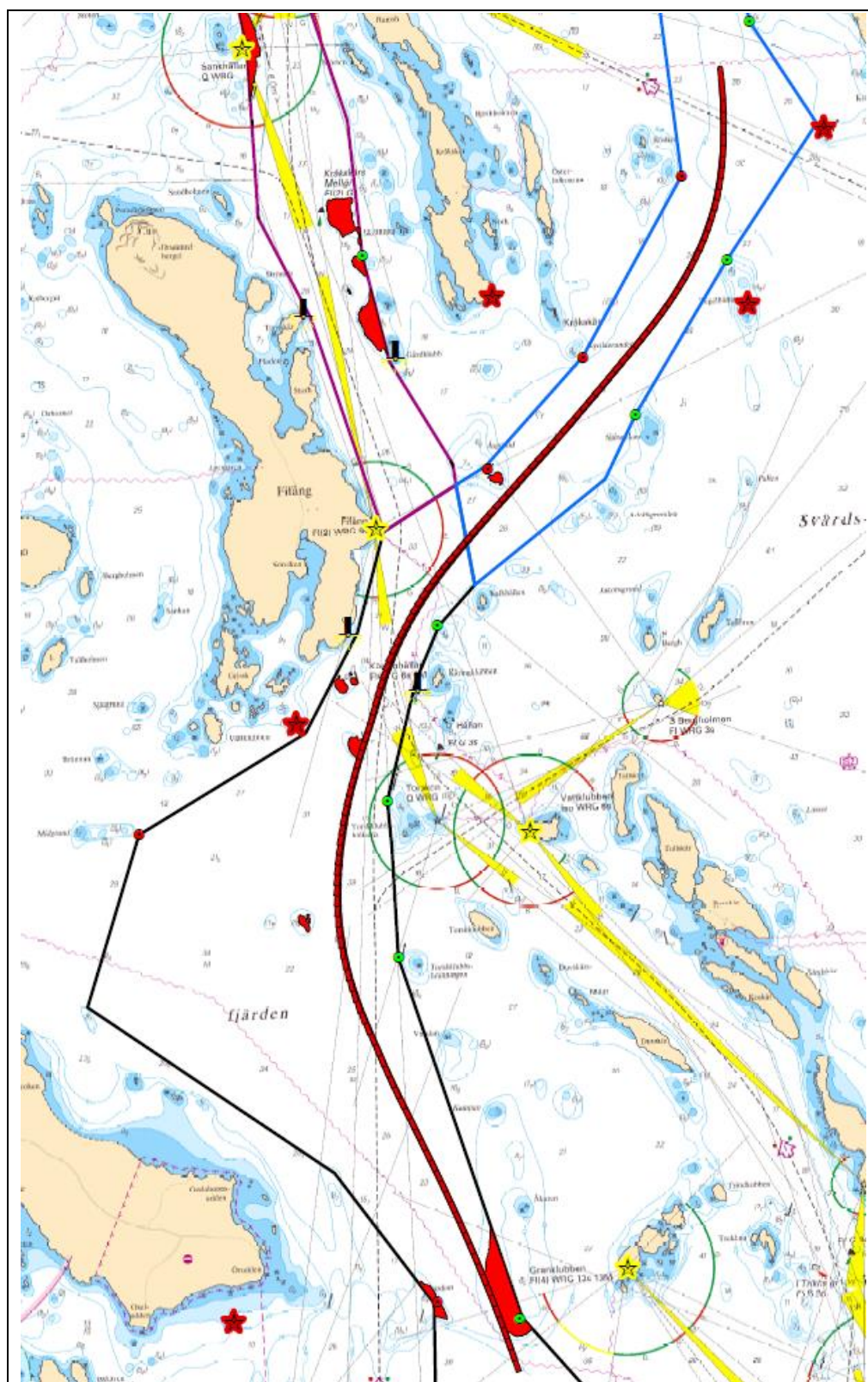
Se kommentarer V8.

4.2.24 Askö – Kerstinholmen

Ö5	Askö - Kerstinholmen
Modell	SjovContainer
Djupg	10,9
Vind	SE 15
Fart	15-12,5 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Vind, avdrift

Kommentarer:

Vinden upplevdes inte som besvärande. Avdriften på 2-5 grader innebär inga begränsningar för möten

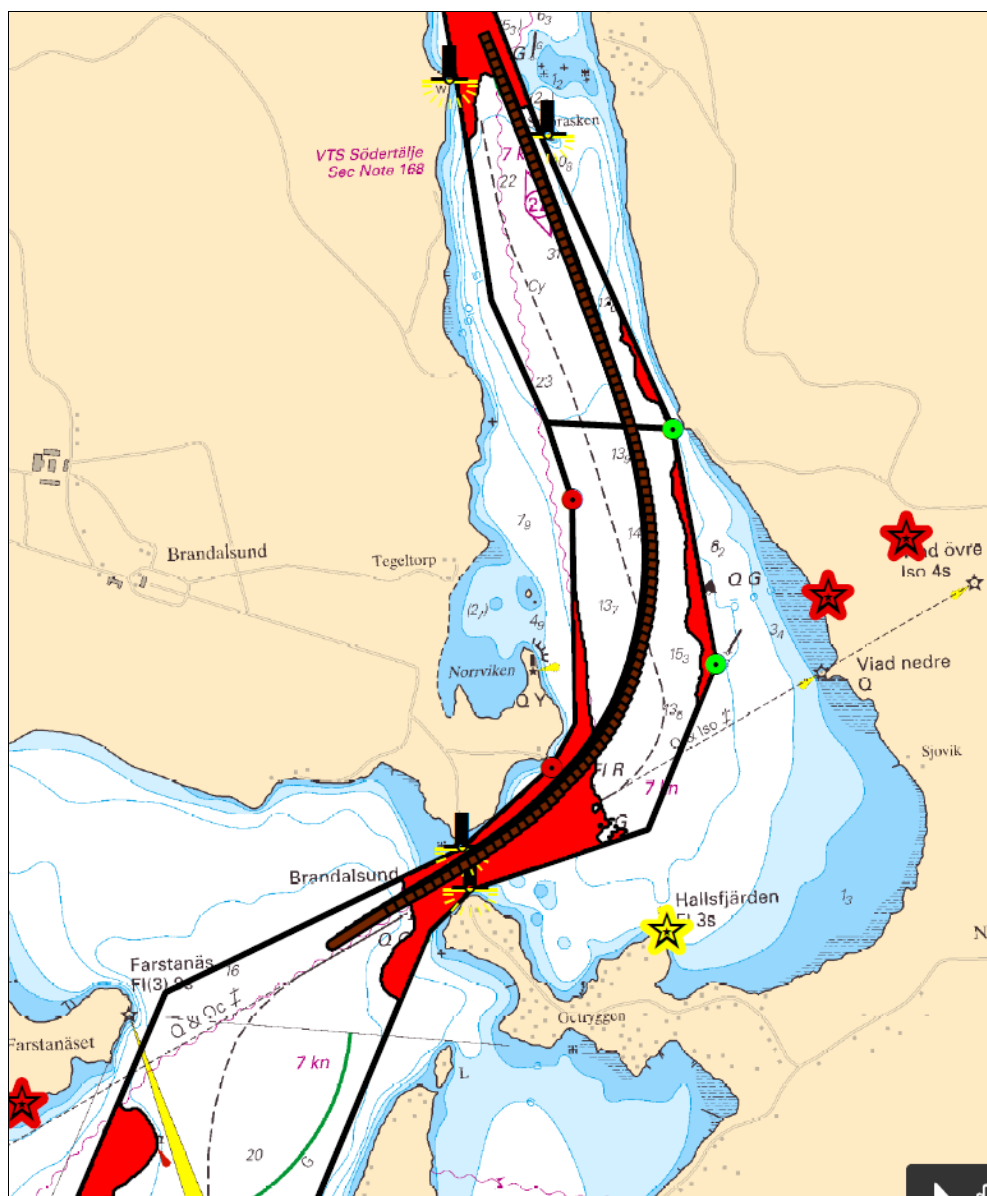


4.2.25 Brandalsund, utgående

B10	Brandalsund utgående
Modell	SjovContainer
Djupg	10,9
Vind	N 15
Fart	6 knop
Sikt	Skymning
Djup farled	13,2
Syfte:	Vind, avdrift

Kommentarer:

Kraftig avdrift upp till 7 grader. Vinden bör i normalfall inte vara så hög. Mindre marginal men görligt.



4.3 Slutsatser

Sammanfattningsvis konstateras att de alternativa farledssträckningarnas utformning av farledsyta och farledsutmärkning båda är fullt acceptabla från ett nautiskt och säkerhetsmässigt perspektiv.

Det östra alternativet erbjuder en naturligt djup och bred farled som kräver marginella åtgärder i form av muddring, och framstår efter denna simulering som det ur flertalet aspekter mest fördelaktiga. Det östra alternativet erbjuder större möjligheter till möten för de stora fartygen, genom att farleden generellt sett håller större bredd med fullt djup samt har mer långsträckta och flacka girar än det västra alternativet.

Det västra alternativet har till största delen passats in i befintlig farledssträckning, men breddats och fördjupats på de avsnitt detta bedömts nödvändigt.

Säkerhetsmarginalerna i det östra alternativet är betydligt högre, och avståndet till naturkänsliga områden bedöms efter en översiktlig kontroll vara större.

I samband med det nu pågående Mälarprojektet förväntas större fartyg in till Mälaren. Med fler stora fartyg i leden blir det också fler tillfällen där ett stort fartyg måste kunna möta ett annat stort fartyg utan att behöva stoppa upp.

Vid en etablering av det östra alternativet som ny farled för handelssjöfarten skapas möjligheter att separera fritids- från handelssjöfart genom att behålla den befintliga farleden, men klassa om och anpassa farled och farledsutmärkning för de mindre fartygen i yrkesmässig trafik och fritidsbåtstrafik. En separering av trafiken bedöms ge stora säkerhetsvinster, då trafiken med fritidsbåtar under sommarperioden är omfattande, och tidvis anses skapa kritiska situationer för handelssjöfarten. Även de mindre fartygen i yrkesmässig trafik, t ex skärgårdsbåtar, kan med fördel använda sig av det västra alternativet för att minimera möten med det större tonnaget.

Ur miljösynpunkt kan även framhållas att det östra alternativet med sitt betydligt större naturliga farledsdjup och flackare girar resulterar i minskat effektbehov från fartygen för att åstadkomma samma fart jämfört med det västra alternativet.

Behovet av eskortbogsering bör övervägas avseende fartygsstorlek, godslag och eskorterad sträcka. För passage av Brandalsund konstaterades att behov av eskortbogsering föreligger för de större fartygen, samt för vissa fartygstyper i hårda vindar. Vid ett simulerat roderhaveri under passage av

Brandalsund konstaterades att en eskortbogserare med enkla medel kunde hantera situationen och stoppa upp och hålla fartyget på djupt vatten fram till det kunde ankra.

Det bör genomföras en riskanalys (FSA) med tillhörande HAZID (HAZard IDentification) för att ytterligare belysa risker och fördelar med de olika alternativen. Denna bör även behandla behovet av eskortbogsering.

Det östra alternativet kräver en tillåtlighetsprövning av regeringen för inrättande av ny allmän farled. Detta innebär en mer omfattande prövningsprocess vilket kan leda till viss tidsfördröjning av projektet.

5 Utmärkningsförteckning

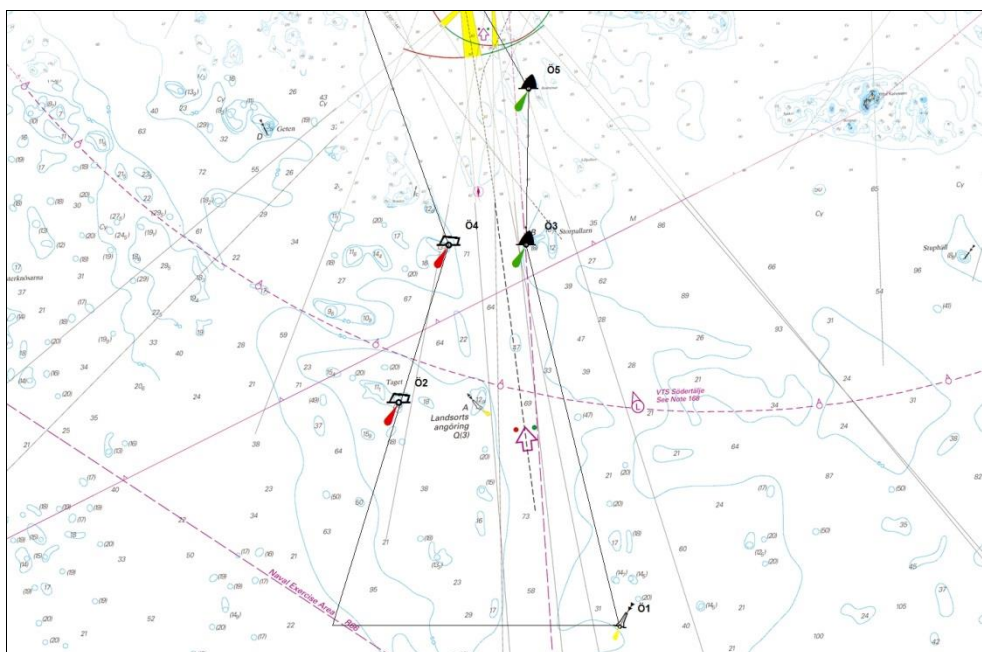
5.1 Östra alternativet, Landsort – Halls holme

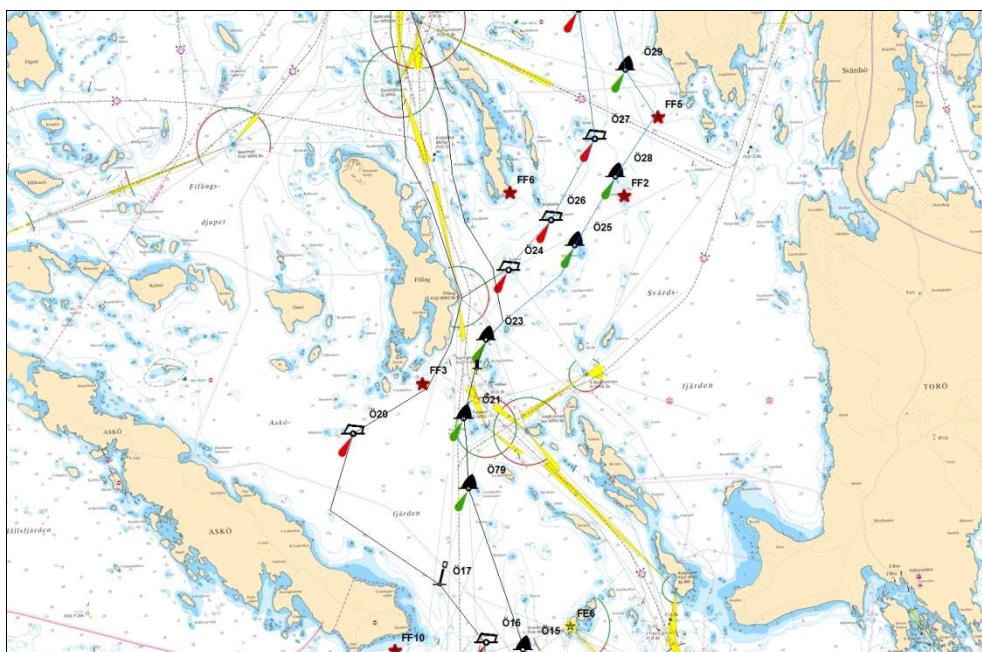
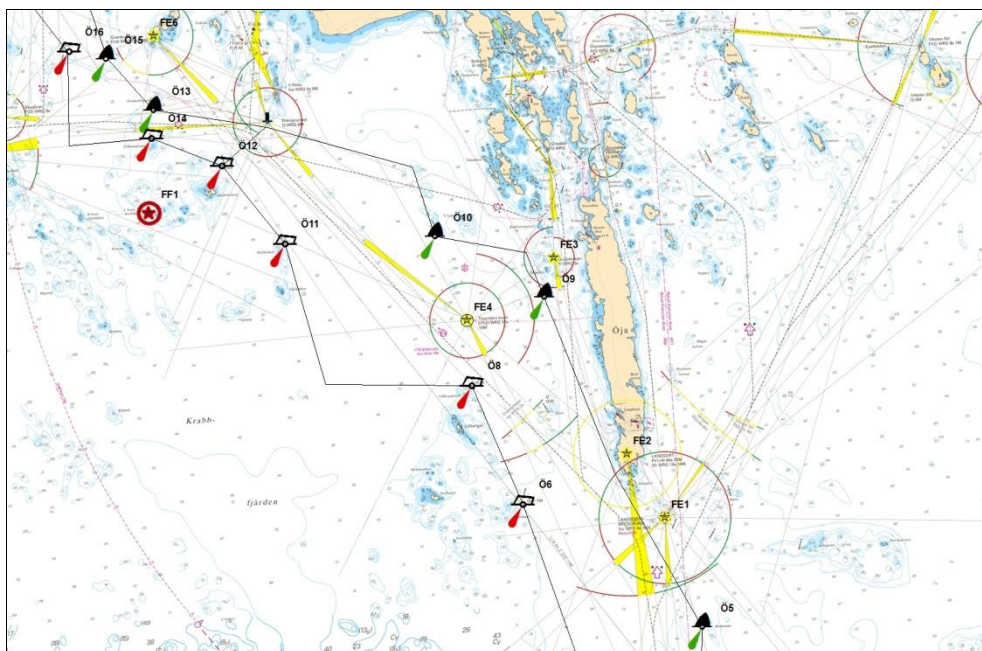
INDEX	IALA	NAMN	OBJTYP
FE1		LANDSORTS BREDGRUND	Kustfyr
FE10		FLÄSKLÖSA	Ledfyr
FE11		HALLS HOLME	Ledfyr
FE2		LANDSORT	Kustfyr
FE3		GRISBLÄNKAN	Ledfyr
FE4		TILJANDERS KNALT	Ledfyr
FE6		GRANKLUBBEN	Ledfyr
FE7		NOTHOLMEN	Ledfyr
FE8		HALLSFJÄRDEN	Ledfyr
FE12		FIFÅNG	Ledfyr
FF1		SVARTSSKÄRSBÅDAN	Ledfyr (Racon)
FF10		ASKÖ	Ledfyr
FF12		BRUDSKÄR	Ledfyr
FF13		GRÖNVIK	Ledfyr
FF14		FRÄCKSTAHÄLL	Ledfyr
FF18		OAXEN	Ledfyr
FF2		TEGELBÅDAN	Ledfyr
FF20		HÅKNÄS	Ledfyr
FF21		VIAD N NY	Enslinje
FF22		VIAD Ö NY	Enslinje

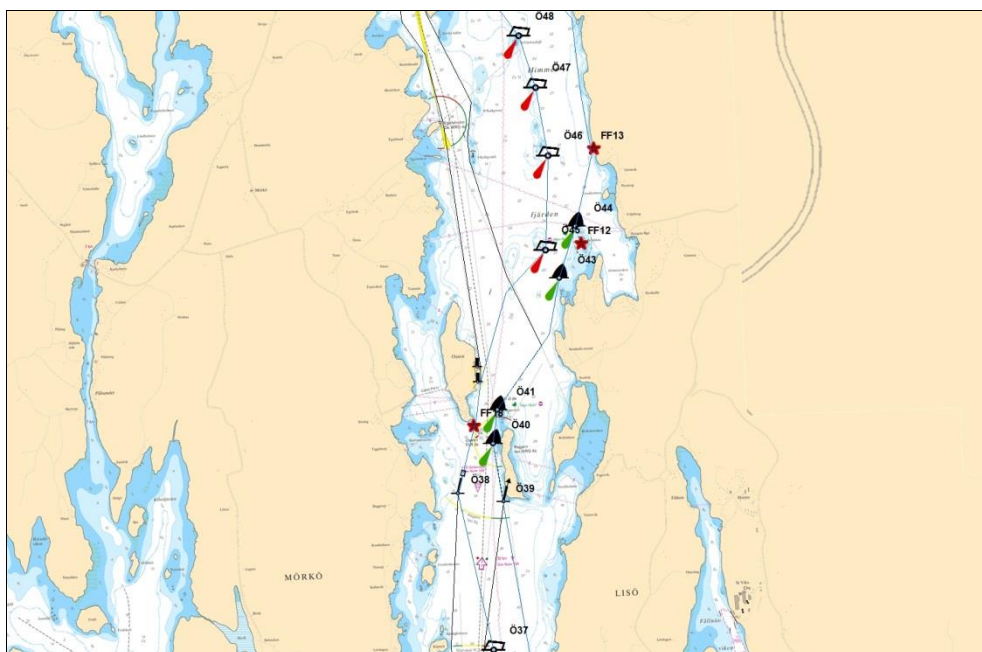
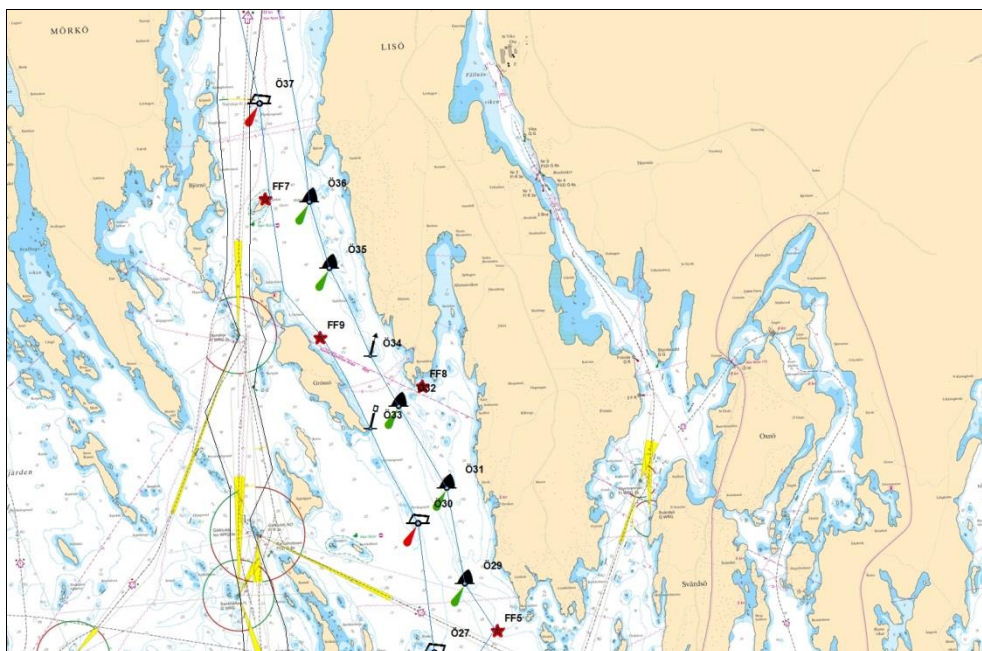
FF28		KÄRINGHOLMEN	Ledfyr
FF3		GRISSKÄR	Ledfyr
FF4		FARSTANÄS V	Ledfyr
FF5		KERSTINHOLMARNÄS	Ledfyr
FF6		KRÅKSKÄR	Ledfyr
FF7		PIPSKÄR	Ledfyr
FF8		REYDDELEN	Ledfyr
FF9		GRÖNSÖ	Ledfyr
Ö1	SK		Lysboj, sydkardinal
Ö10	G		Lysboj
Ö11	R		Lysboj
Ö12	R		Lysboj
Ö13	G		Lysboj
Ö14	R		Lysboj
Ö15	G		Lysboj
Ö16	R		Lysboj
Ö17	R		Prick
Ö2	R		Lysboj
Ö20	R		Boj
Ö21	G		Lysboj
Ö23	G		Lysboj
Ö24	R		Lysboj
Ö25	G		Lysboj
Ö26	R		Lysboj
Ö27	R		Lysboj
Ö28	G		Lysboj
Ö29	G		Lysboj
Ö3	G		Lysboj
Ö30	R		Lysboj
Ö31	G		Lysboj
Ö32	G		Lysboj
Ö33	R		Prick
Ö34	G		Prick
Ö35	G		Lysboj
Ö36	G		Lysboj
Ö37	R		Lysboj
Ö38	R		Lysprick
Ö39	G		Lysprick
Ö4	R		Lysboj

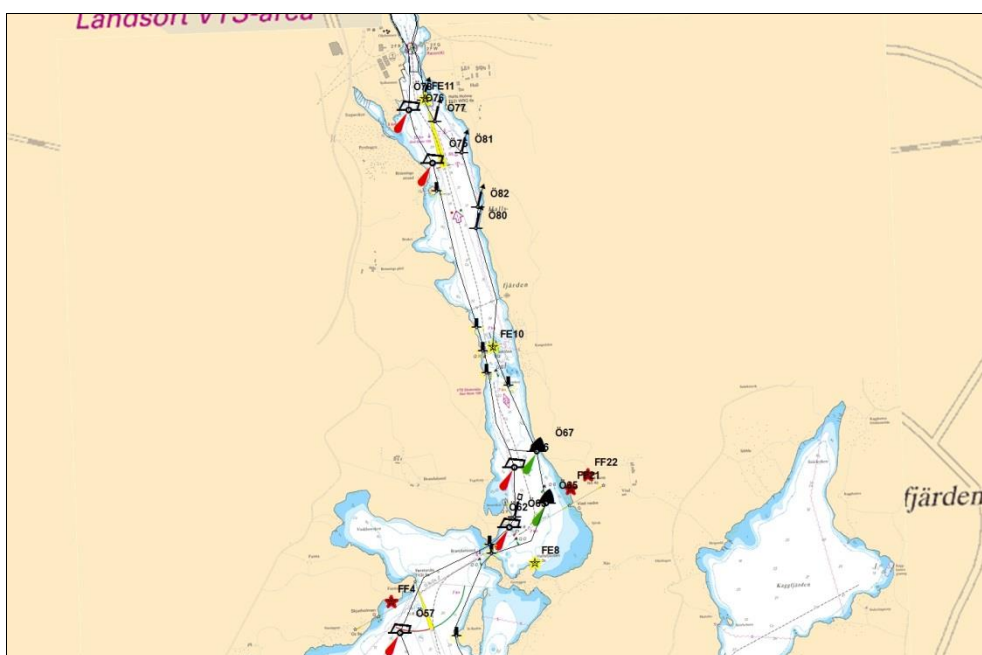
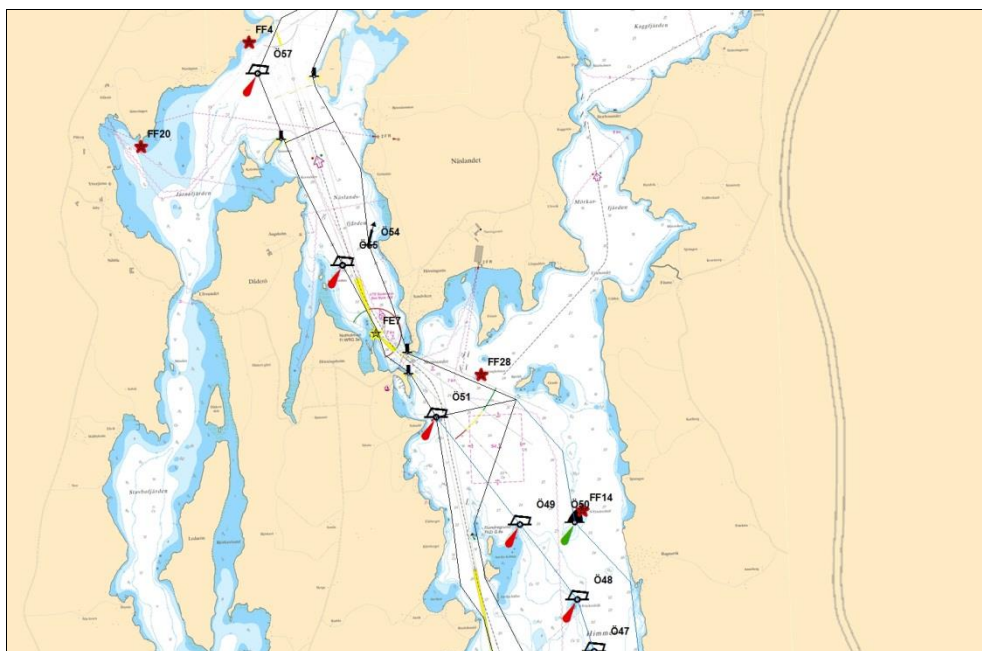
Ö40	G		Lysboj
Ö41	G		Lysboj
Ö43	G		Lysboj
Ö44	G		Lysboj
Ö45	R		Lysboj
Ö46	R		Lysboj
Ö47	R		Lysboj
Ö48	R		Lysboj
Ö49	R		Lysboj
Ö5	G		Lysboj
Ö50	G		Lysboj
Ö51	R		Lysboj
Ö54	G		Lysprick
Ö55	R		Lysboj
Ö57	R		Boj
Ö6	R		Lysboj
Ö62	R		Lysboj
Ö63	R		Prick
Ö65	G		Lysboj
Ö66	R		Lysboj
Ö67	G		Lysboj
Ö75	R		Lysboj
Ö76	R		Lysboj
Ö77	G		Prick
Ö78	G		Prick
Ö79	G		Lysboj
Ö8	R		Lysboj
Ö9	G		Lysboj
Ö80	G		Prick
Ö81	G		Prick
Ö82	G		Prick
ÖK1			Kummel
ÖK10			Kummel
ÖK11			Kummel
ÖK12			Kummel
ÖK13			Kummel
ÖK14			Kummel
ÖK 16			Kummel
ÖK2			Kummel

ÖK3			Kummel
ÖK4			Kummel
ÖK5			Kummel
ÖK6			Kummel
ÖK7			Kummel
ÖK8			Kummel
ÖK9			Kummel





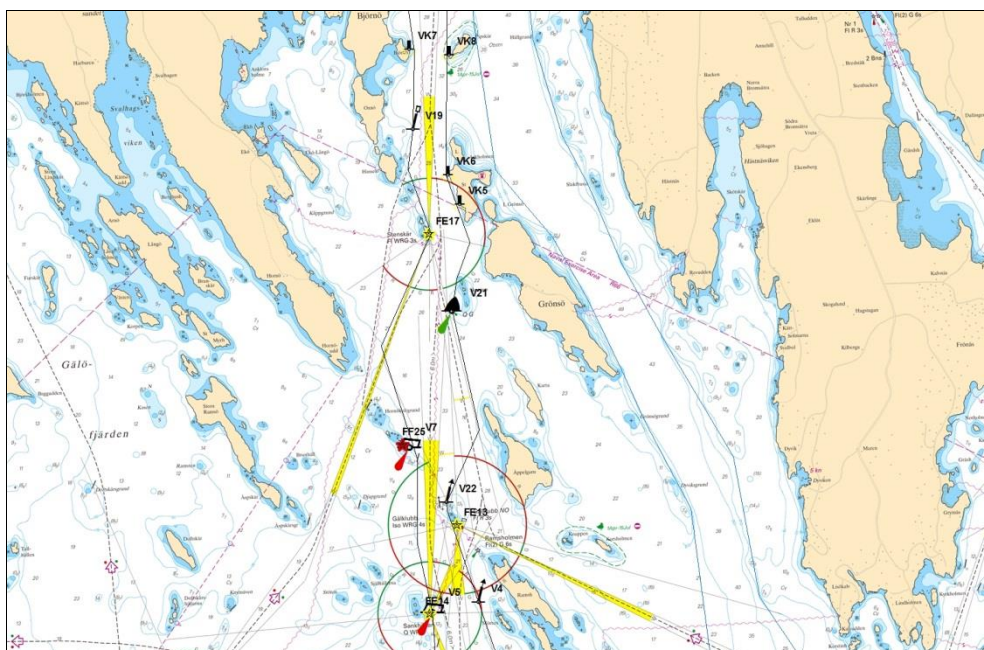
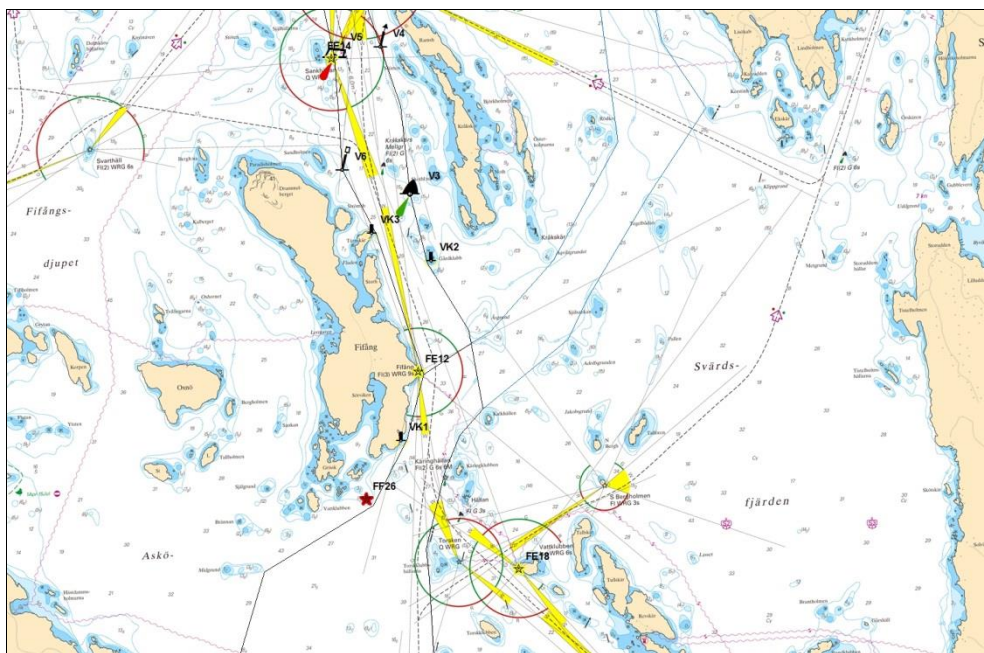


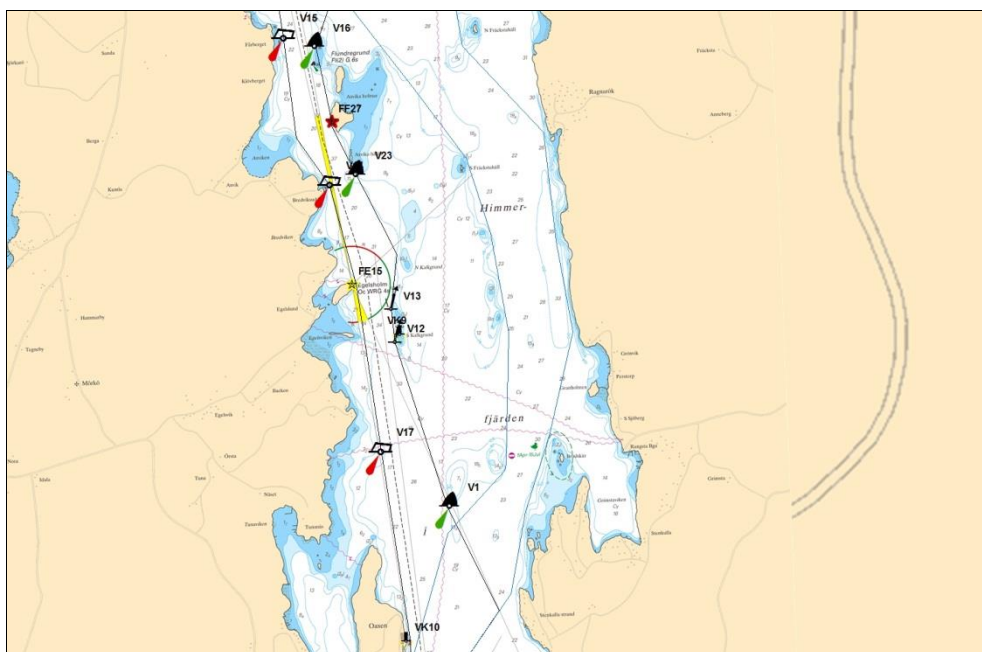
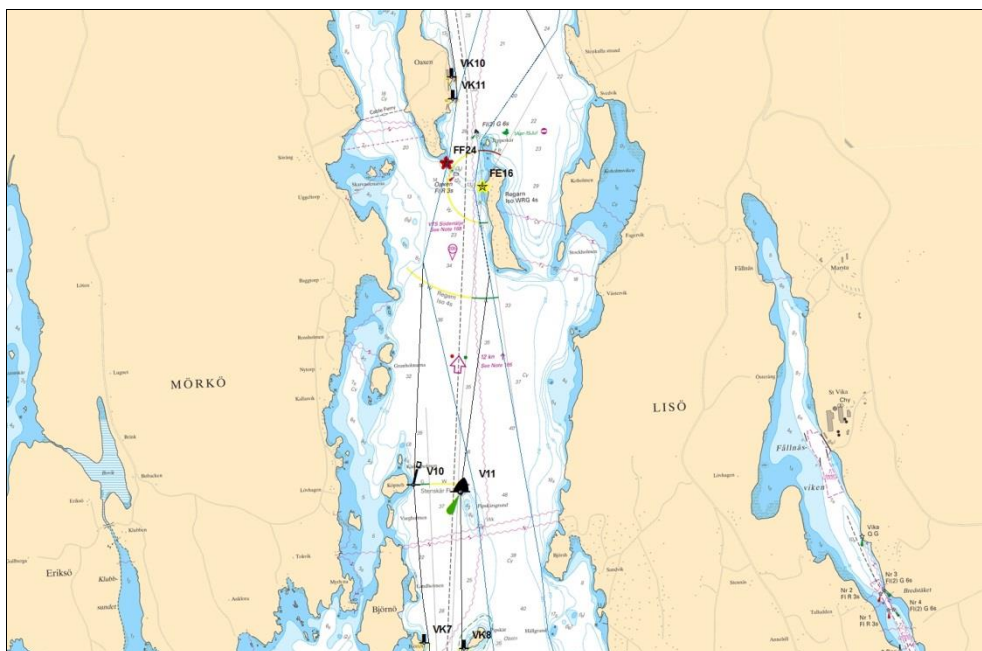


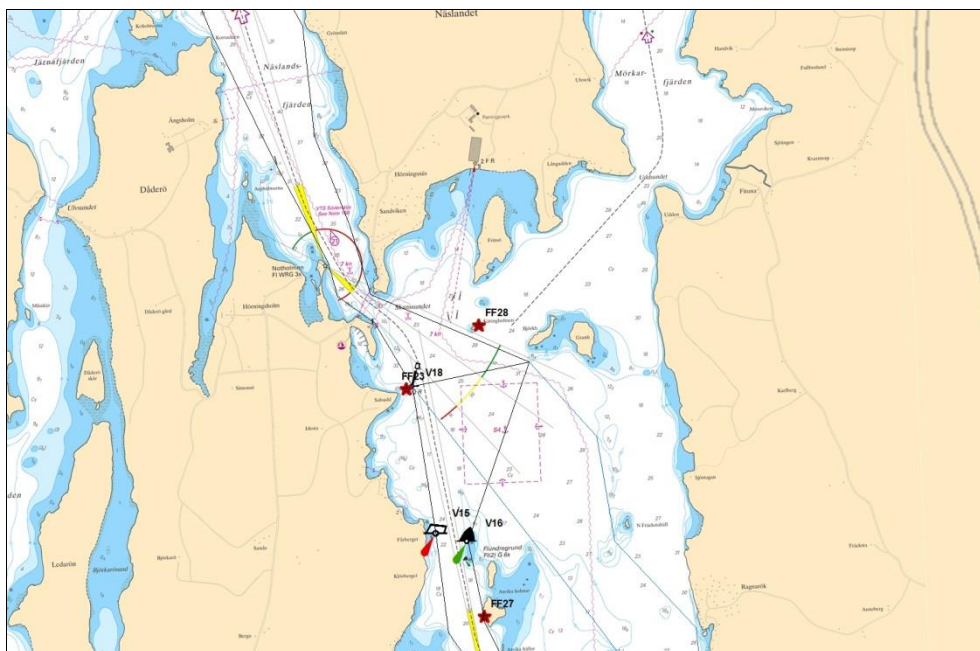
5.2 Västra alternativet, Fifång – Skanssundet

INDEX	IALA	NAMN	OBJTYP
FE12		FIFÅNG	Ledfyr
FF26		GRISKÄR	Ledfyr
FE14		SANKHÄLLAN	Ledfyr
FE13		GÅLKLUBB	Ledfyr
FE15		EGELSHOLM	Ledfyr
FE16		REGARN	Ledfyr
FE17		STENSKÄR	Ledfyr
FE18		VATTKLUBB	Ledfyr
FF23		SALSUDD	Ledfyr
FF24		OAXEN	Ledfyr
FF25		HORNÖ	Ledfyr
FF27		AXVIKA	Ledfyr
FF28		KÄRINGHOLMEN	Ledfyr
VK1			Kummel
VK2			Kummel
VK3			Kummel
VK5			Kummel
VK6			Kummel
VK7			Kummel
VK8			Kummel
VK9			Kummel
VK10			Kummel
VK11			Kummel
V1	G		Lysboj
V3	G		Lysboj
V4	G		Lysprick
V5	R		Lysboj
V6	R		Lysprick
V7	R		Lysboj
V10	R		Lysprick
V11	G		Lysboj
V12	G		Prick
V13	G		Lysprick
V14	R		Lysboj
E14	G		Lysboj
V15	R		Lysboj

V16	G		Lysboj
V17	R		Lysboj
V18	R		Lysprick
V19	R		Lysprick
V21	G		Lysboj
V22	G		Lysprick







6 Förslag till muddringsvolymer

Från	Till	Minsta djup (m) i RH2000	Volym/Area
Alternativ Östra leden			
Landsorts angöring	Rökogrund	15,0	13 622 m3/ 8 025 m2
Rökogrund	Fifång	13,7	196 652 m3/ 130 275 m2
Fifång	Regarn	13,7	12 668 m3/ 5 675 m2
Regarn	Skanssundet	13,2	114 754 m3/ 33 450 m2
Skanssundet	Halls holme	13,2	1 147 388 m3/ 455 000 m2
Summa Östra			1 485 084 m3/ 638 100 m2
Från	Till	Minsta djup (m) i RH2000	Volym/Area
Alternativ Västra leden			
Landsorts angöring	Rökogrund	15,0	13 622 m3/ 8 025 m2
Rökogrund	Fifång	13,7	196 652 m3/ 130 275 m2
Fifång	Regarn	13,2	428 216 m3/ 152 300 m2
Regarn	Skanssundet	13,2	264 882 m3/ 61 750 m2
Skanssundet	Halls holme	13,2	1 147 388 m3/ 455 000 m2
Summa Västra			2 050 760 m3/ 807 350 m2

7 Deltagare

Bertil Skoog	Infrastrukturenheten, Sjöfartsverket
Johan Wahlström	Infrastrukturenheten, Sjöfartsverket
Marielle Svan	Infrastrukturenheten, Sjöfartsverket (1 dag)
Tage Edvardsson	Konsult, Sjöfartsverket
Nicklas Liljegren	Lots (Södertälje), Sjöfartsverket
Anders Knutas	Lots (Södertälje), Sjöfartsverket
Andreas Edvall	Instruktör (lots), Sjöfartsverket
Leo Vidal	Instruktör (lots), Sjöfartsverket
Daniel Boström	Simulatortekniker, Sjöfartsverket
Sebastian Irons	Observatör, Transportstyrelsen (1 dag)
Johan Pettersson	Observatör, Transportstyrelsen (1 dag)

8 Bilaga 1. Squatanalys Södertäljeleden SSPA



RAPPORT

Datum:

2016-04-07

SSPA Rapport Nr:

RE20167748-01-00-A

Projektledare:

Maria Bännstrand

Författare:

Anna Jönsson

anna.jonsson@sspa.se

+46 730 72 9172

Sjöfartsverket

Att. Bertil Skoog

Östra Promenaden 7

Norrköping

Squatanalys - Södertäljeleden

Under vecka 8, 2016 genomförde Sjöfartsverket simuleringar för en ny föreslagen dragning av Södertäljeleden i Sjöfartsverkets simulator på Lindholmen. Som ett komplement till simuleringarna har SSPA på uppdrag av Sjöfartsverket genomfört en squatanalys för körningarna.

SSPA Sweden AB

Maria Bännstrand

Projektledare

Maritime Operations

SSPA Sweden AB

Johan Algell

Vice President

Maritime Operations

SSPA SWEDEN AB – YOUR MARITIME SOLUTION PARTNER

HUVUDKONTOR: Box 24001 · 400 22 Göteborg · Sverige · Tel: 031-772 90 00 · Fax: 031-772 91 24

BESÖKSADRESS: Chalmers Tvärgata 10 · 412 58 Göteborg · Sverige

REGIONKONTOR: Fiskargatan 8 · 116 20 Stockholm · Sverige · Tel: 031-772 90 00 · Fax: 08-31 15 43

INTERNET: www.sspa.se · E-MAIL: postmaster@sspa.se · ORG NR/VAT NO: SE556224191801

Sammanfattning och rekommendationer

Som en del i Sjöfartsverkets process att genomlys Södertäljeleden har SSPA fått i uppdrag av Sjöfartsverket att genomföra en squatanalys samt bottenklarningsanalys för ingående och utgående körningar i den nya föreslagna leden samt nuvarande farled med tillhörande planerade förändringar.

De genomförda squatberäkningarna resulterar i relativt låga squateffekter för de två fartygsmodellerna med tillhörande dimensioner som analyserats i denna studie.

Den genomförda bottenklarningsanalysen resulterar i en rekommendation med avseende på max hastighet som de två respektive fartygsmodellerna kan hålla genom de olika farledsavsnitten för att erhålla en minsta accepterad bottenklarning om minst 0,7 meter genom hela farledsområdet.

För ett tankfartyg med dimensionerna 229x32x11,5 meter ges rekommendationen att hålla max 9 knop där farleden håller ett minsta vattendjup om 13,2 meter samt max 13 knop där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,7 meter.

För ett containerfartyg med dimensionerna 235x32x10,9 meter ges rekommendationen att hålla max 11 knop där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,2 meter samt max 14 knop där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,7 meter.

För farledsavsnittet med ett minsta vattendjup om 15,0 meter har beräkningar för tankfartyget samt containerfartyget endast genomförts för upp till 15 knop vilket medför en klart godkänd bottenklarning.

Rekommendationerna gällande fartbegränsning ovan är baserade för gång i stilla vatten. Vid gång i sjö bör farten sänkas ytterligare med hänsyn till påföljande sjöhävningsrörelser som medför en minskad bottenklarning.

Innehållsförteckning

Sammanfattning och rekommendationer	2
1 Inledning	4
1.1 Syfte.....	4
2 Metod	5
2.1 Squatanalys.....	5
2.2 Bottenklarningsanalys	5
2.3 Indata.....	6
2.4 Utdata	6
2.5 Minsta accepterad bottenklarning	6
3 Fartygsdata	7
4 Södertäljeleden	8
4.1 Beskrivning av farledsavsnitt som ingår i utvärderingen.....	8
5 Resultat.....	10
5.1 Rörelsedata	10
5.2 Squatanalys	14
5.2.1 Oil tanker 5 – statistiskt djupgående 11,5m.....	14
5.2.2 Containerfartyg – statistiskt djupgående 10,9m	16
5.3 Bottenklarningsanalys med avseende på fartbegränsning	19
5.3.1 "Oil tanker 5" – statistiskt djupgående 11,5m	19
5.3.2 Containerfartyg – statistiskt djupgående 10,9m	20
5.4 Minsta bottenklarning i hela farledsområdet.....	22
6 Kommentarer och slutsatser.....	27
Appendix 1	28

1 Inledning

Sjöfartsverket genomför en genomlysning av Södertäljeleden där man arbetar med kapacitets och säkerhetshöjande åtgärder såsom muddringsarbete av befintlig farled, samt studier av en alternativ farledsdragning för Södertäljeleden. Idag finns bara den s.k. västra leden, och för att den fortsatt ska vara ett alternativ med större fartyg i framtiden behöver farleden muddras. Den s.k. östra leden (som inte finns som farled idag) skulle var ett bättre alternativ utifrån dragning och den avsevärt mindre mängd muddring som skulle behöva utföras. Men, den behöver i så fall klassas som farled.

Som en del i denna process har SSPA fått i uppdrag av Sjöfartsverket att genomföra en squatanalys samt bottenklarningsanalys för ingående och utgående körningar i den nya föreslagna leden samt nuvarande farled med tillhörande planerade förändringar.

1.1 Syfte

Syftet med den föreliggande studien är att analysera och verifiera bottenklarningen utmed den nuvarande s.k. västra farleden samt den nya s.k. östra alternativa farledsdragningen utav Södertäljeleden för två fartygsmodeller; varav en tankbåt om 229 x 32 x 11,5 meter samt ett containerfartyg om 235 x 32 x 10,9 meter.

2 Metod

Squatanalysen med tillhörande bottenklarningsanalys baseras dels på underlag från simuleringar av den existerande västra farleden samt den nya föreslagna östra farleden för Södertäljeleden som genomförts vecka 8, 2016, i Sjöfartsverkets simulator på Chalmers Lindholmen i Göteborg, dels på SSPA's beräkningsformel för squateffekter framtagen vid SWABE projektet.

2.1 Squatanalys

I den genomförda squatanalysen har den simulerade squateffekten räknats bort och istället har SSPA's beräkningsformel för squat använts, vilken är framtagen från Joint Industry projektet SWABE (Shallow Water and Bank Effects) som utfördes mellan år 2007-2009, där Sjöfartsverket var en av projektmedlemmarna.

Beräkningsformeln för squateffekter är avancerad och baserad på modellförsök genomförda vid SWABE projektet och delas in i förlig squat och akterlig squat, vilka hanteras separat. Tre olika ekvationer används för djupt vatten, grunt vatten samt för gång i kanal. I föreliggande studie har beräkningsformel för squateffekter i grunt vatten använts samt max värde på squateffekter vid en given fart.

Det bör noteras att förhållandet mellan fartygsbredd och fartygslängd påverkar utfallet av squatberäkningarna vid användning av SSPA's beräkningsformel för squat. Fartygsmodellerna som använts i simuleringarna och squatberäkningarna är av Panamax storlek, vilket medför en ganska smal fartygsbredd i förhållande till fartygslängden.

(Referens och utförlig förklaring till hur beräkningsformeln är framtagen ges i artikeln "Squat effects on single screw ships", presenterad vid MARSIM 2009 samt i SSPAs rapport nr 40064341.)

2.2 Bottenklarningsanalys

För att säkerställa en fullständig bottenklarningsanalys har bottenklarning beräknats för hela farledsytan i de fem olika farledsavsnitten som avses att verifieras i denna studie, se avsnitt 4.1 för beskrivning av farledsavsnitten. Bottenklarningsberäkningar har gjorts för varje enskild erhållen djuppunkt utmed dessa farledsavsnitt i hastigheter mellan 3-15 knop.

2.3 Indata

Följande indata från Sjöfartsverket har använts för att beräkna squat och bottenklarning:

- Multibeam djupdata för analyserat område, med aktuella djupdata för ytor som inte skall muddras samt rätt minsta farledsdjup på de ytor som ska muddras.
- Huvuddimensioner och statistiskt djupgående för två fartygsmodeller.
- Rörelsedata för fartygen orsakat av manöver (krängning) och vind (indata från de genomförda simuleringarna).

2.4 Utdata

Erhållen utdata visar squateffekter för de två fartygsmodellerna i olika farter för de respektive farledsavsnitten, samt minsta bottenklarning för de olika farledsavsnitten i olika farter. I avsnitt 5.3 presenteras resultaten med max fart som de två olika fartygen kan hålla i respektive farledsavsnitt för att uppnå minsta accepterad bottenklarning.

2.5 Minsta accepterad bottenklarning

Vid bedömning av minsta accepterad bottenklarning har Transportstyrelsens "Rekommendationer avseende utformning av farleder" använts. Enligt Transportstyrelsens rekommendationer ska minsta bottenklarning vara 0,7 meter.

3 Fartygsdata

Två av de fartygsmodeller som användes under simuleringarna utgör underlag för squatanalysen samt bottenklarningsanalysen, se fartygsbeskrivning i Tabell 1 nedan. Bredden på de två fartygsmodellerna motsvarar fartyg i Panamax storlek. Av SSPA har antagits att tyngdpunkten är i L/2, därav LCB värdet 0.

Fartyg	Huvuddimensioner	Max (statiskt) djupgående (even keel)	LCB, rel. L/2 (av SSPA antaget värde)
"Oil tanker 5"	L 229 m x B 32 m Depl. ca 65 000 m ³	11,5 m	0
Containerfartyg	L 235 m x B 32 m Depl. ca 49 000 m ³ Dw ca 41 000 mt	10,9 m	0

Tabell 1. Fartygsdata

4 Södertäljeleden

Södertäljeleden sträcker sig från Landsort in till Södertälje, där den ansluter till Södertälje kanal. Nuvarande farled via Landsort är bitvis trång och har ett maximalt djupgående på 9,0 meter. Utmed farleden finns ett flertal fartbegränsningar samt restriktioner vad gäller mörker, vind och sikt.

Sjöfartsverket genomför en genomlysning av Södertäljeleden där man arbetar med kapacitets och säkerhetshöjande åtgärder såsom muddringsarbete av befintlig farled, samt studier av en alternativ farledsdragning för Södertäljeleden. Idag finns bara den s.k. västra leden, och för att den fortsatt ska vara ett alternativ med större fartyg i framtiden behöver farleden muddras. Den s.k. östra leden (som inte finns som farled idag) skulle var ett bättre alternativ utifrån dragning och den avsevärt mindre mängd muddring som skulle behöva utföras. Men, den behöver iså fall klassas som farled.

Enligt en åtgärdsvalsstudie för farleden mellan Södertälje hamn och Landsort, framtagen 2015 av Trafikverket och Sjöfartsverket, är målet att farlederna ska uppfylla Transportstyrelsens "Rekommendationer avseende utformning av farleder" samt de internationella riktlinjerna "Harbour Approach Channels – Design Guidelines" utgivna av den internationella intresseorganisationen PIANC, samt dimensionera farlederna för framtidens fartygsstorlekar och trafikutveckling.

Den nuvarande farleden via Landsort är i föreliggande rapport benämnd som "västra leden" medan den nya alternativa farleden är benämnd som "östra leden".

4.1 Beskrivning av farledsavsnitt som ingår i utvärderingen

Totalt fem farledsavsnitt ingår i utvärderingen för squatanalysen samt bottenklarningsanalysen. Farledsavsnitt 1 "*Landsorts angöring*" är samma för både östra leden och västra leden. Se Tabell 2 samt Tabell 3 nedan för en kort beskrivning av de olika farledsavsnitten.

Geografisk orientering av de olika farledsavsnitten presenteras i Appendix 1.

Farleds avsnitt	Från	Till	Minsta djup (m) i RH2000	Kommentar
	Östra leden			
1	Landsorts angöring	Rökogrund	15,0	<i>Samma farledsavsnitt som i västra leden.</i>
2	Rökogrund	Regarn	13,7	
3	Regarn	Halls holme	13,2	

Tabell 2. Östra leden (ny föreslagen led)

Farleds avsnitt	Från	Till	Minst djup (m) i RH2000	Kommentar
	Västra leden			
1	Landsorts angöring	Rökogrund	15,0	<i>Samma farledsavsnitt som i östra leden.</i>
4	Rökogrund	Fifång	13,7	
5	Fifång	Halls holme	13,2	

Tabell 3. Västra leden (befintlig led)

5 Resultat

I detta avsnitt presenteras först erhållen rörelsedata, därefter resultaten av de genomförda squatanalyserna för de två fartygstyperna uppdelat per farledsavsnitt, samt resultatet av den genomförda bottenklarningsanalysen med avseende på fartbegränsning i respektive farledsavsnitt. Avslutningsvis presenteras en överblick över minsta bottenklarning i hela farledsområdet.

5.1 Rörelsedata

Rörelsedata för fartygen från de genomförda simuleringarna har analyserats och redovisas i Diagram 1 och 2 samt i Tabell 4 och 5 med max total rörelsedata i relation till fartygets hastighet som uppnåtts under de genomförda simuleringarna. Med max total rörelsedata avses summan av fartygets maximala krängningsrörelser (roll, pitch och heave) orsakat av manöver samt vindeffekter under simuleringarna. Vid kraftig sjöhävning bör ytterligare tillägg för fartygets rörelser tas i beaktande vid en bottenklarningsanalys.

Med bakgrund i de erhållna rörelsevärdena från simuleringarna har ett tillägg baserat på max rörelser i simuleringarna gjorts för att säkerställa en god säkerhetsmarginal. Tillägget varierar mellan 5-70 cm beroende på fart samt underlag från simuleringarna och är plottat som "max rörelse" i scatterdiagrammen. Vid bottenklarningsanalysen har "max rörelse" i relation till fartygets hastighet använts som tillägg till squateffekterna.

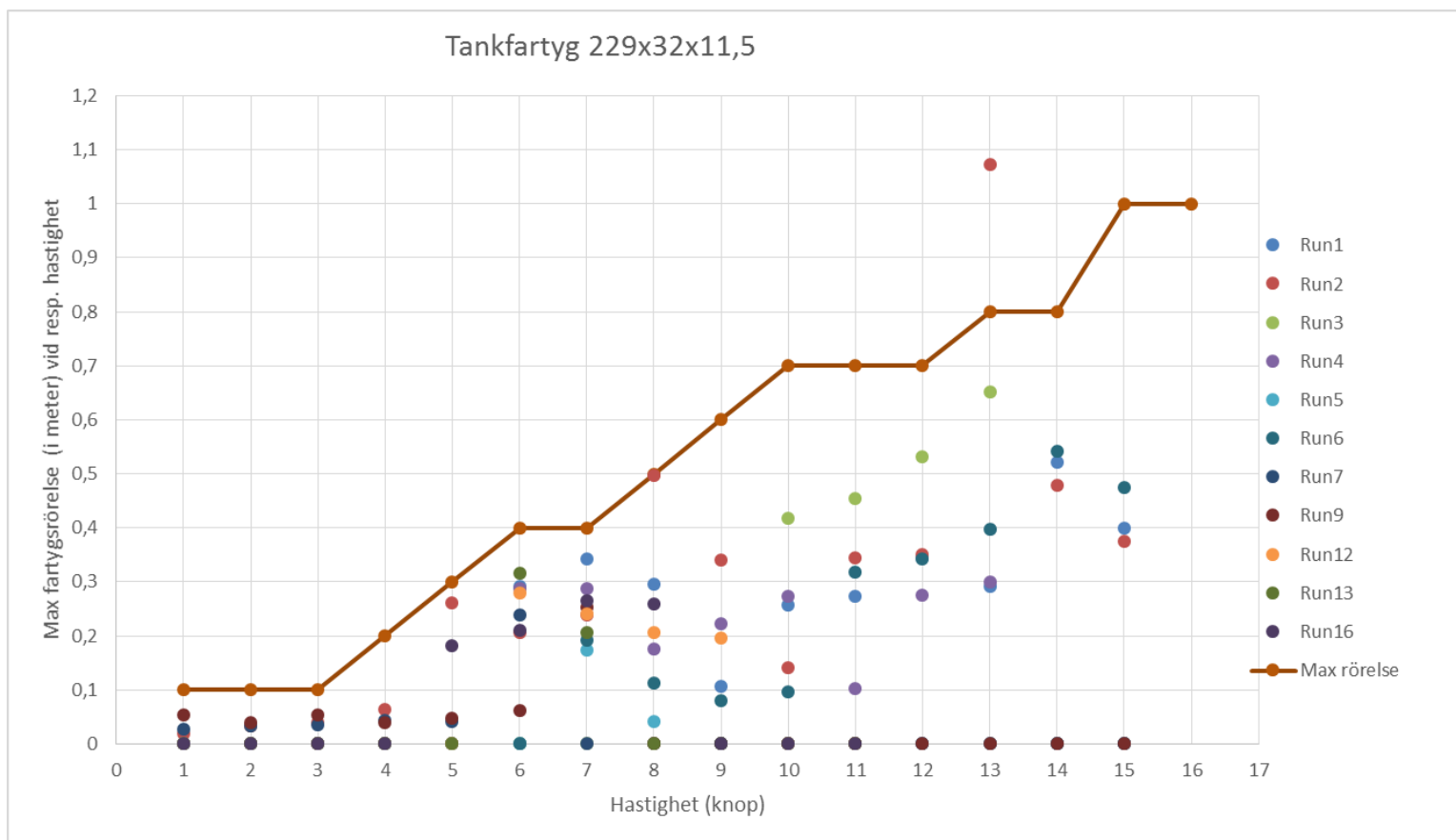


Diagram 1. Rörelsedata Tankfartyg 229x32x11,5

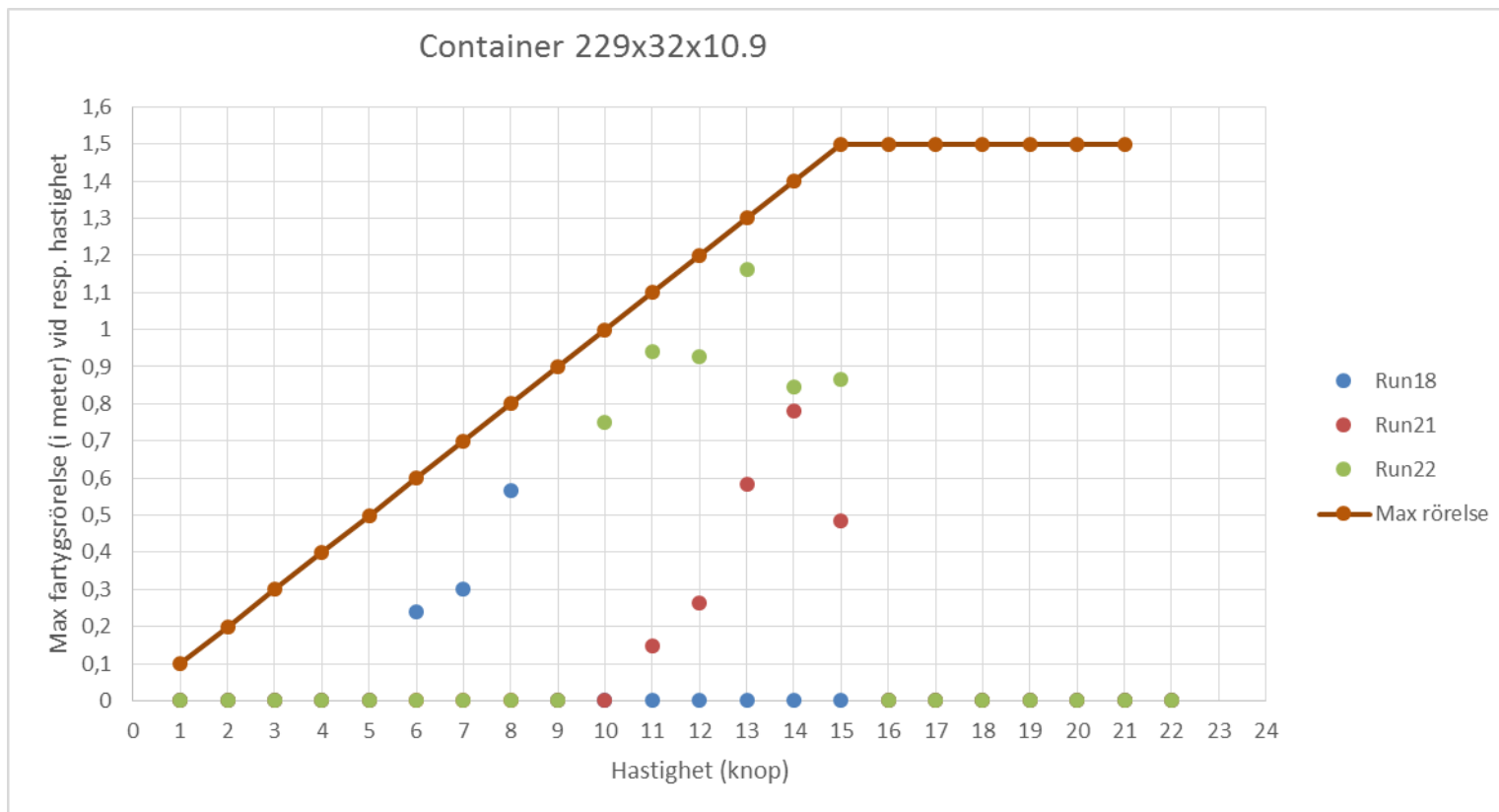


Diagram 2. Rörelsedata Containerfartyg 229x32x10,9

Oil tanker 5	
Hastighet (knop)	Max fartygs rörelse (meter)
1-3	0,1
4	0,2
5	0,3
6-7	0,4
8	0,5
9	0,6
10-12	0,7
13-14	0,8
15-16	1

Tabell 4. Fartygsrörelse i förhållande till fartygets hastighet – Oil tanker 5

Containerfartyg	
Hastighet (knop)	Max fartygs rörelse (i meter)
1	0,1
2	0,2
3	0,3
4	0,4
5	0,5
6	0,6
7	0,7
8	0,8
9	0,9
10	1
11	1,1
12	1,2
13	1,3
14	1,4
15-21	1,5

Tabell 5. Fartygsrörelse i förhållande till fartygs hastighet - Containerfartyg

5.2 Squatanalys

I detta avsnitt presenteras resultatet av de genomförda squatberäkningarna, uppdelat per fartyg och minsta djup i respektive farledsavsnitt. Squat anges i max squat (max värde utav förlig alternativt akterlig squat) och har beräknats för hastigheter mellan 3-15 knop.

5.2.1 Oil tanker 5 – statiskt djupgående 11,5m

Som redovisas i diagram 3-7 nedan är squateffekterna relativt låga för tankfartyget "Oil tanker 5", även i de lite högre hastigheterna. Max squat som beräknats är 0,87m vid en fart på 15 knop och ett minsta vattendjup om 13,2m (se Diagram 5 och 7).

Dock är en mer realistisk maxfart för ett tankfartyg med ett (statiskt) maxdjupgående på 11,5m ca 8-10 knop vid en farledspassage med ett minsta vattendjup på 13,2m eftersom bruttoklarningen är 1,7m (13,2m-11,5m).

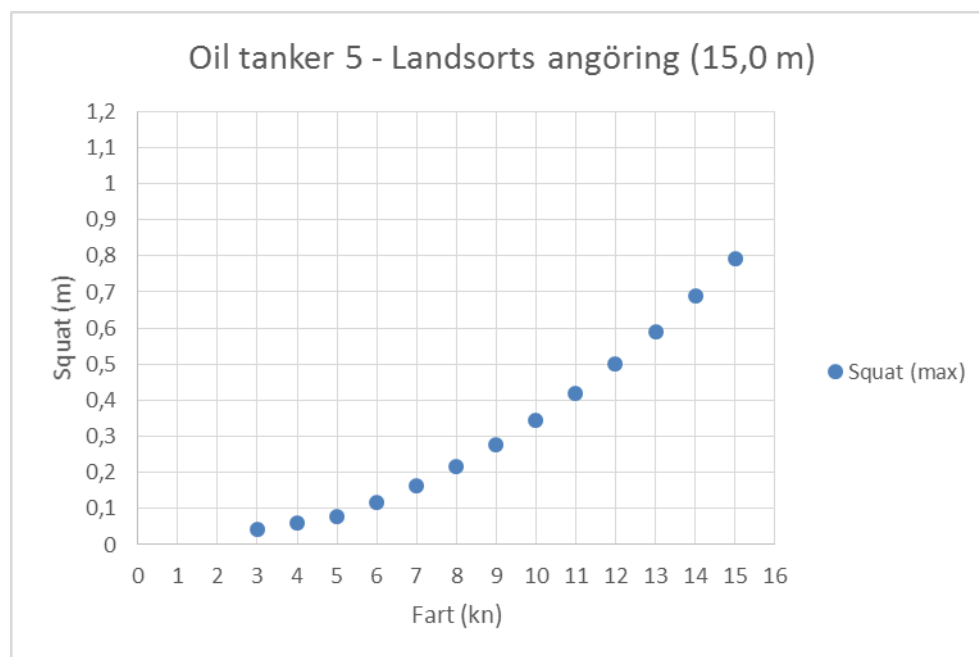


Diagram 3. Squateffekter för "Oil tanker 5" i farledsavsnitt 1 (Landsorts angöring till Rökgrund)

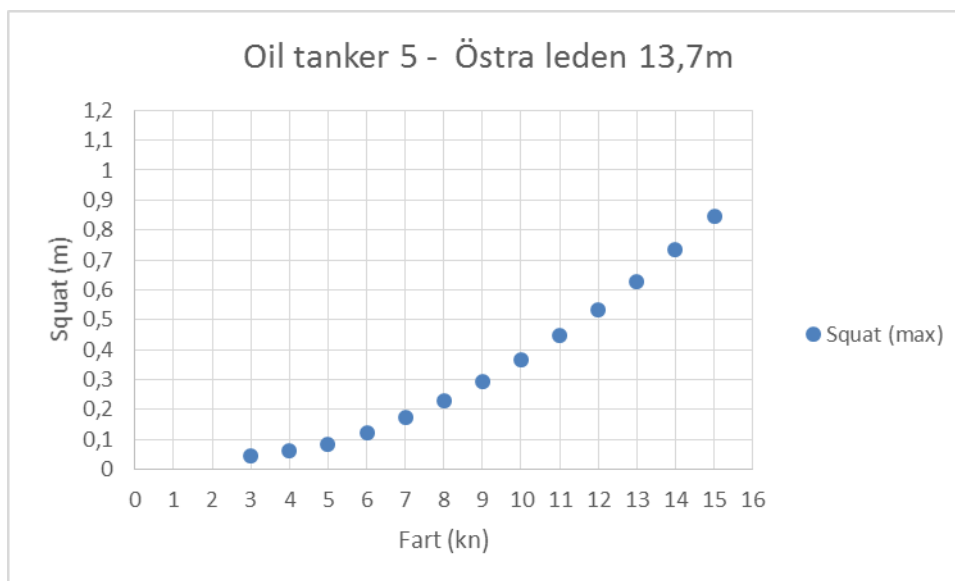


Diagram 4. Squateffekter för "Oil tanker 5" i farledsavsnitt 2 (Rökogrund till Regarn)

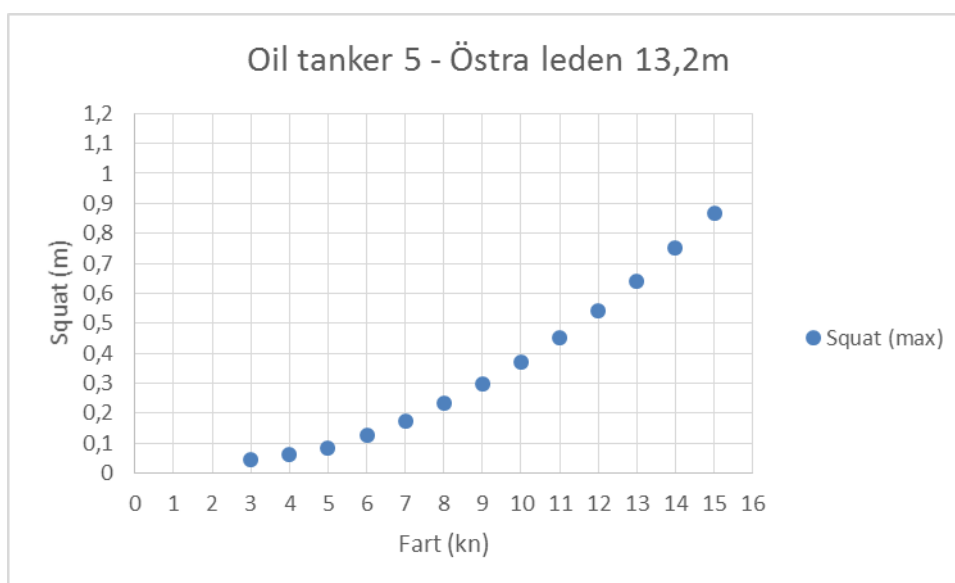


Diagram 5. Squateffekter för "Oil tanker 5" i farledsavsnitt 3 (Regarn till Halls holme)

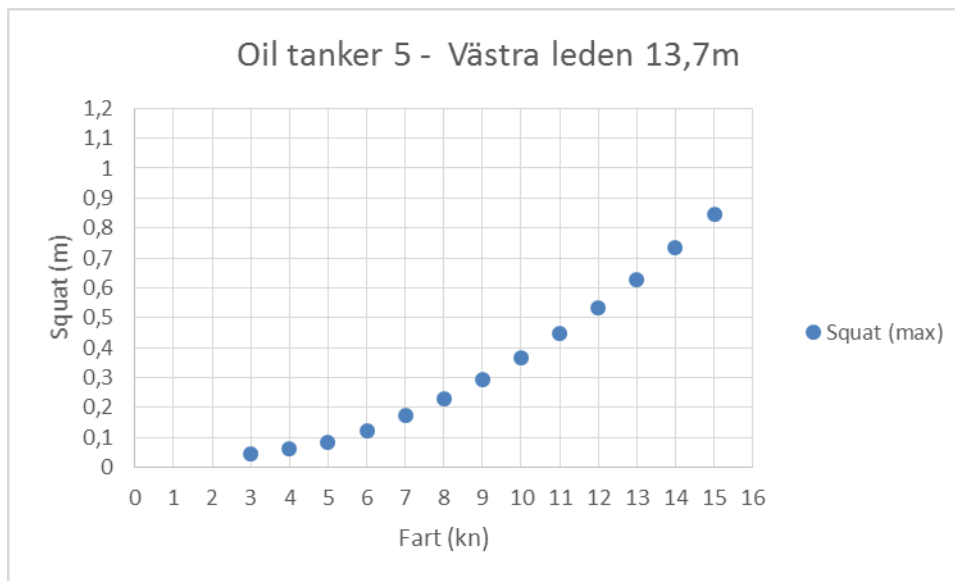


Diagram 6. Squateffekter för "Oil tanker 5" i farledsavsnitt 4 (Rökogrund till Fifång)

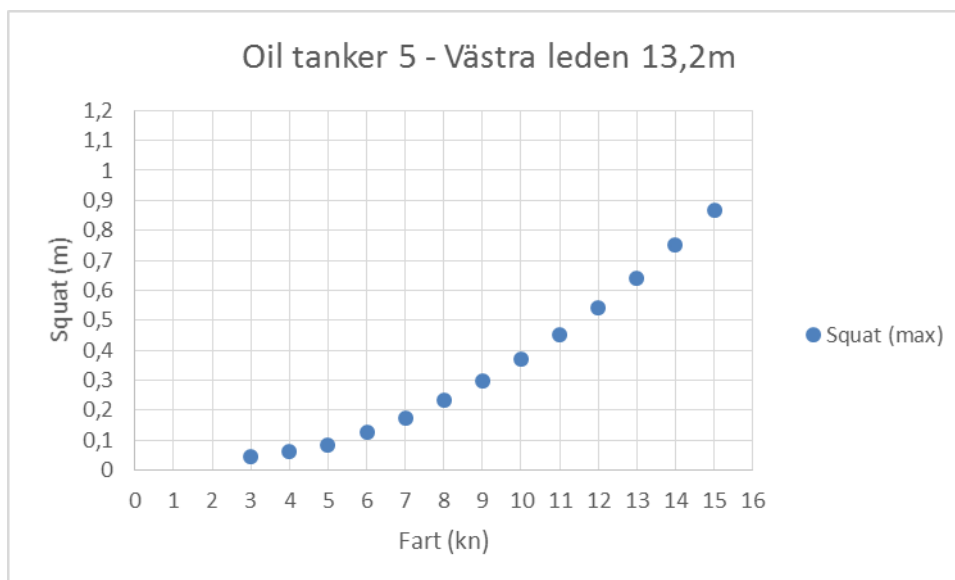


Diagram 7. Squateffekter för "Oil tanker 5" i farledsavsnitt 5 (Fifång till Halls holme)

5.2.2 Containerfartyg – statiskt djupgående 10,9m

Som redovisas i diagram 8-12 nedan är squateffekterna relativt låga för containerfartyget, även i de lite högre hastigheterna. Max squat som beräknats är 0,74m vid en fart på 15 knop och ett minsta vattendjup om 13,2m (se diagram 10 och 12).

15 knop är ingen orealistisk fart för ett containerfartyg, dock är en mer realistisk maxfart för ett containerfartyg med ett (statiskt) maxdjupgående på 10,9m ca 10-12 knop vid en farledspassage med ett minsta vattendjup på 13,2m eftersom bruttoklarningen är 2,3m (13,2m-10,9m).

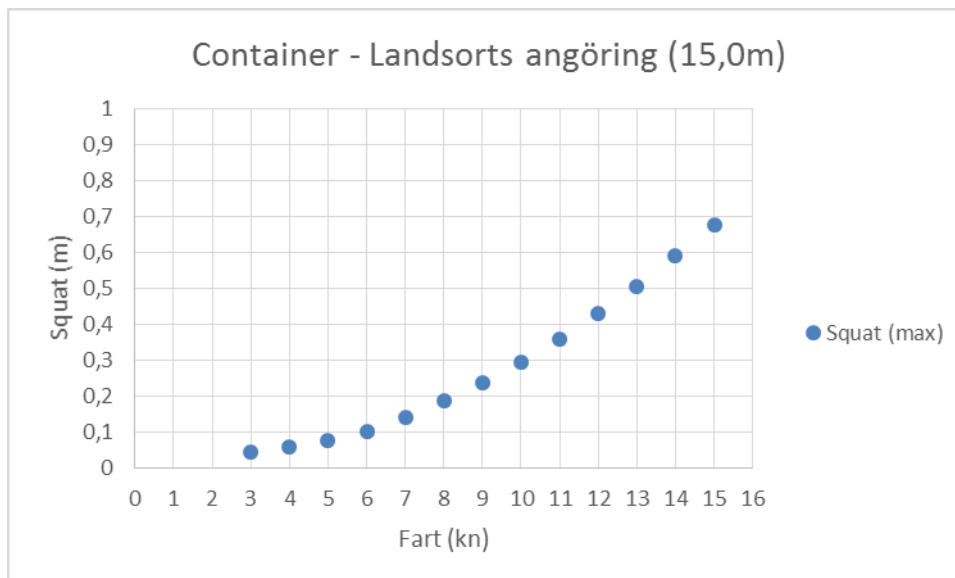


Diagram 8. Squateffekter för Containerfartyg i farledsavsnitt 1 (Landsorts angöring till Rökogrund)

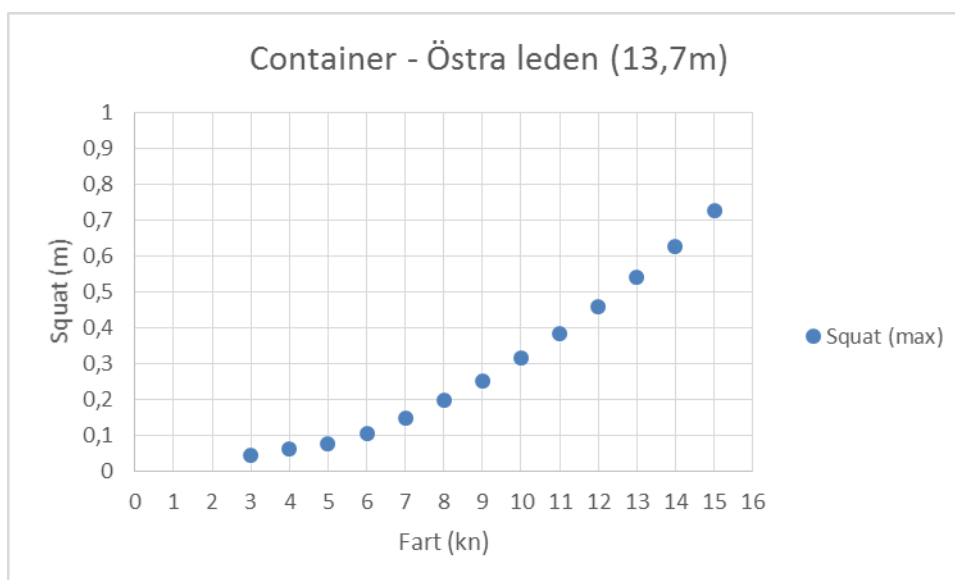


Diagram 9. Squateffekter för Containerfartyg i farledsavsnitt 2 (Rökogrund till Regarn)

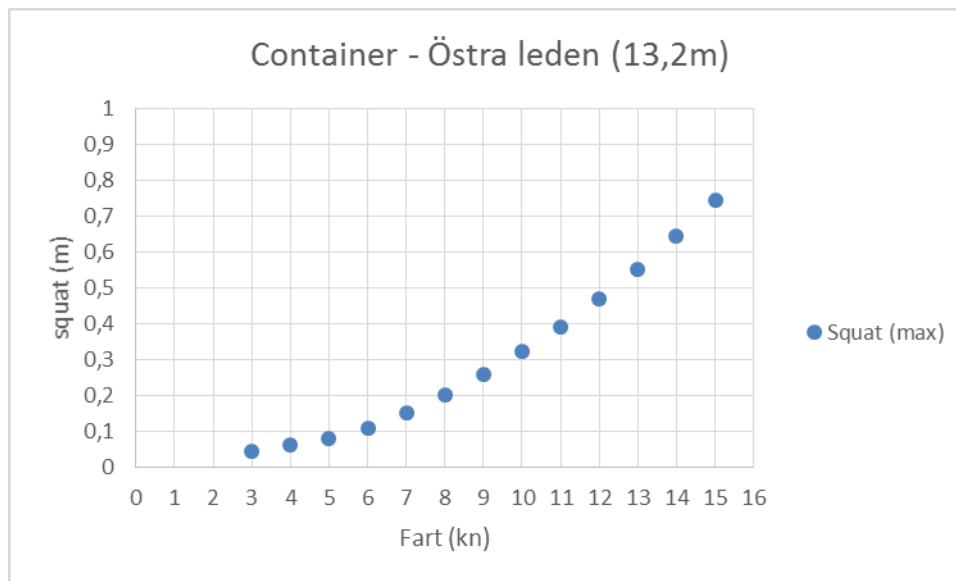


Diagram 10. Squateffekter för Containerfartyg i farledsavsnitt 3 (Regarn till Halls holme)

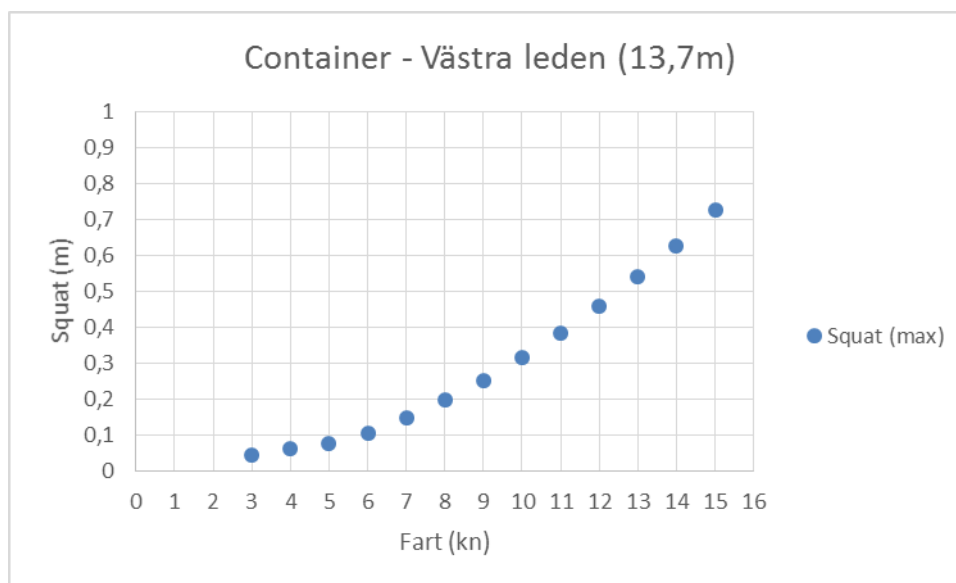


Diagram 11. Squateffekter för Containerfartyg i farledsavsnitt 4 (Rökogrund till Fifång)

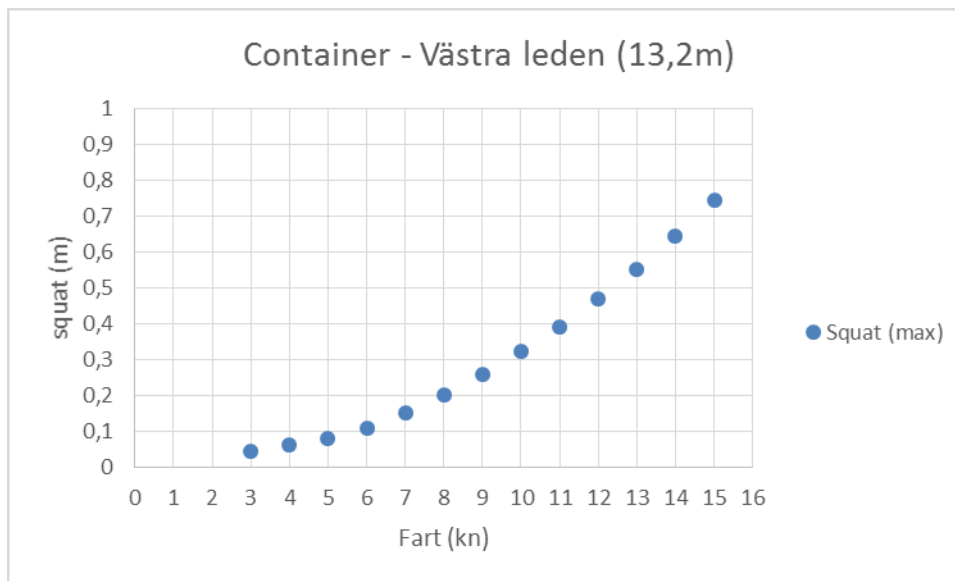


Diagram 12. Squateffekter för Containerfartyg i farledsavsnitt 5 (Fifång till Halls holme)

5.3 Bottenklarningsanalys med avseende på fartbegränsning

Utifrån de erhållna simuleringarna samt genomförda squatberäkningarna har en bottenklarningsanalys gjorts med avseende på fartbegränsning för de två respektive fartygsmodellerna i relation till minsta accepterad bottenklarning (0,7 meter) i respektive farledsavsnitt.

5.3.1 "Oil tanker 5" – statiskt djupgående 11,5m

I Tabell 6 nedan visas max fart som det simulerade fartyget "Oil tanker 5" kan hålla genom de respektive farledsavsnitten för att klara en bottenklarning på minst 0,7 meter.

Det östra samt det västra farledsavsnittet med ett minsta farledsdjup om 13,2 meter anses vara de mest gränssättande, med en max fart för tankfartyget på 9 knop för att behålla den givna bottenklarningen.

Tankfartyg – max statiskt djupgående 11,5 meter					
Farledsyta	Minsta farledsdjup (m)	Max accepterad fart (kn)	Rörelsedata (m)	Squat (m)	Bottenklarning (minst 0,7m)
1: Gemensam (Landsorts angöring till Rökogrund)	15,0	15*	1,0	0,79	1,71
2: Östra leden (Rökogrund till Regarn)	13,7	13	0,8	0,63	0,77
3: Östra leden (Regarn till Halls holme)	13,2	9	0,6	0,30	0,80
4: Västra leden (Rökogrund till Fifång)	13,7	13	0,8	0,63	0,77
5: Västra leden (Fifång till Halls holme)	13,2	9	0,6	0,30	0,80

Tabell 6. Fartbegränsning i förhållande till minsta farledsdjup och minsta bottenklarning (tankfartyg, max statiskt djupgående 11,5m).

* = 15 knop är max fart som squatberäkningar har genomförts för.

5.3.2 Containerfartyg – statiskt djupgående 10,9m

I Tabell 7 nedan visas max fart som det simulerade containerfartyget kan hålla genom de respektive farledsavsnitten för att klara en bottenklarning på minst 0,7 meter.

Där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,2 meter begränsas max fart som containerfartyget kan hålla till 11 knop för att ändå behålla den givna bottenklarningen.

Containerfartyg – max statistiskt djupgående 10,9 meter					
Farledsyta	Minsta farledsdjup	Max accepterad fart (kn)	Rörelsedata (m)	Squat (m)	Bottenklarning (minst 0,7m)
1: Gemensam (Landsorts angöring till Rökogrund)	15,0	15*	1,5	0,68	1,92
2: Östra leden (Rökogrund till Regarn)	13,7	14	1,4	0,63	0,77
3: Östra leden (Regarn till Halls holme)	13,2	11	1,1	0,39	0,81
4: Västra leden (Rökogrund till Fifång)	13,7	14	1,4	0,63	0,77
5: Västra leden (Fifång till Halls holme)	13,2	11	1,1	0,39	0,81

Tabell 7. Fartbegränsning i förhållande till minsta farledsdjup och minsta bottenklarning (containerfartyg, max statistiskt djupgående 10,9m).

* = 15 knop är max fart som squatberäkningar har genomförts för.

5.4 Minsta bottenklarning i hela farledsområdet

Bottenklarning för de två fartygsmodellerna har beräknats för hela farledsytan i samtliga farledsavsnitt i olika hastigheter. I bilderna 1 till 4 nedan visas resultaten från bottenklarningsanalysen när de respektive fartygen har framförts i max accepterad fart genom de olika farledsavsnitten för att behålla en minsta bottenklarning på 0,7m.

Färgkoder:

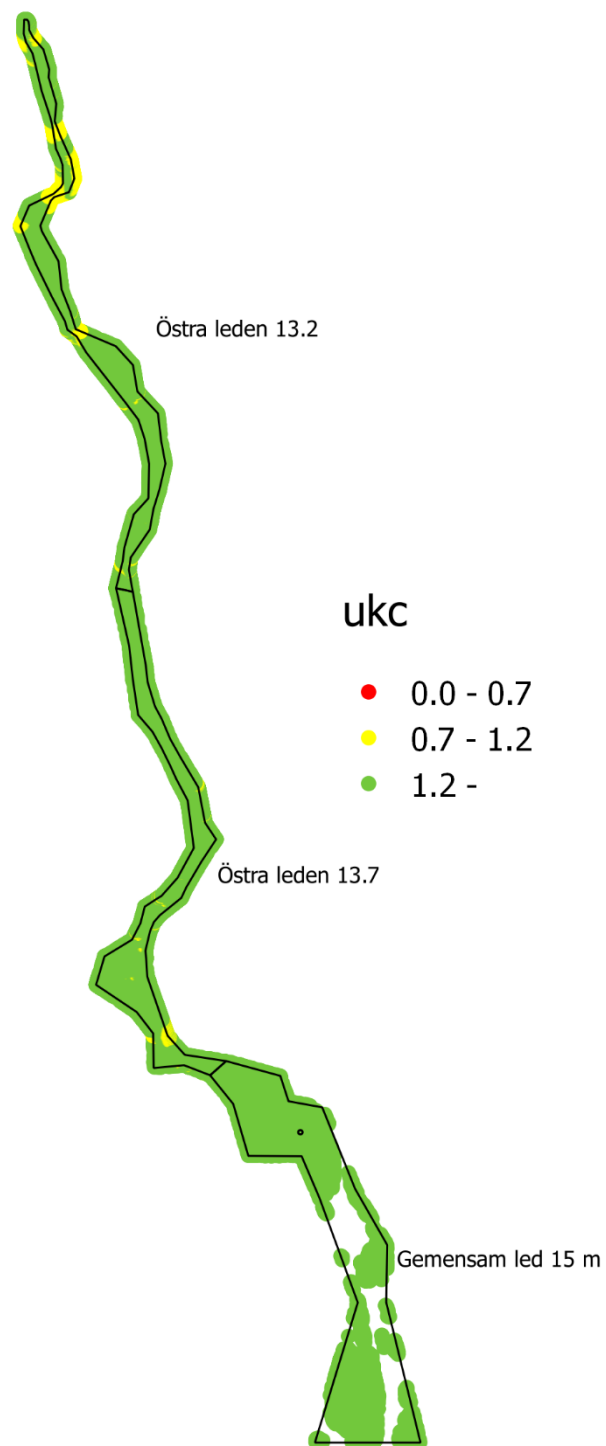
Röd färg innebär en bottenklarning på 0,0 – 0,7 meter (ej accepterad)

Gul färg innebär en bottenklarning på 0,7 – 1,2 meter (accepterad)

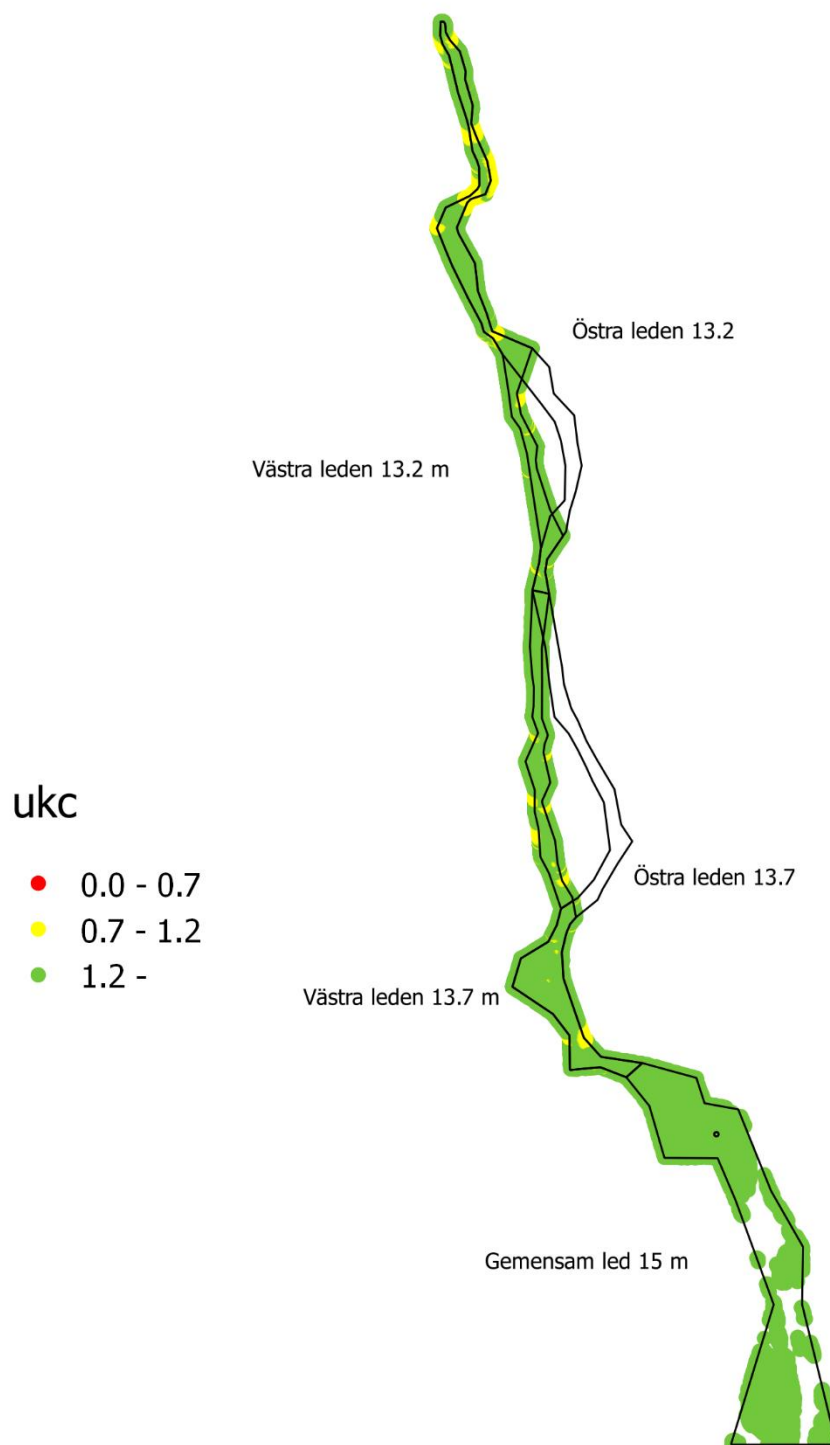
Grön färg innebär en bottenklarning på över 1,2 meter

Vit färg motsvarar områden där vattendjupet är över 20m. Squateffekter för aktuella fartyg kan bortses ifrån på dessa djup varför en bottenklarningsanalys för dessa områden inte är relevant.

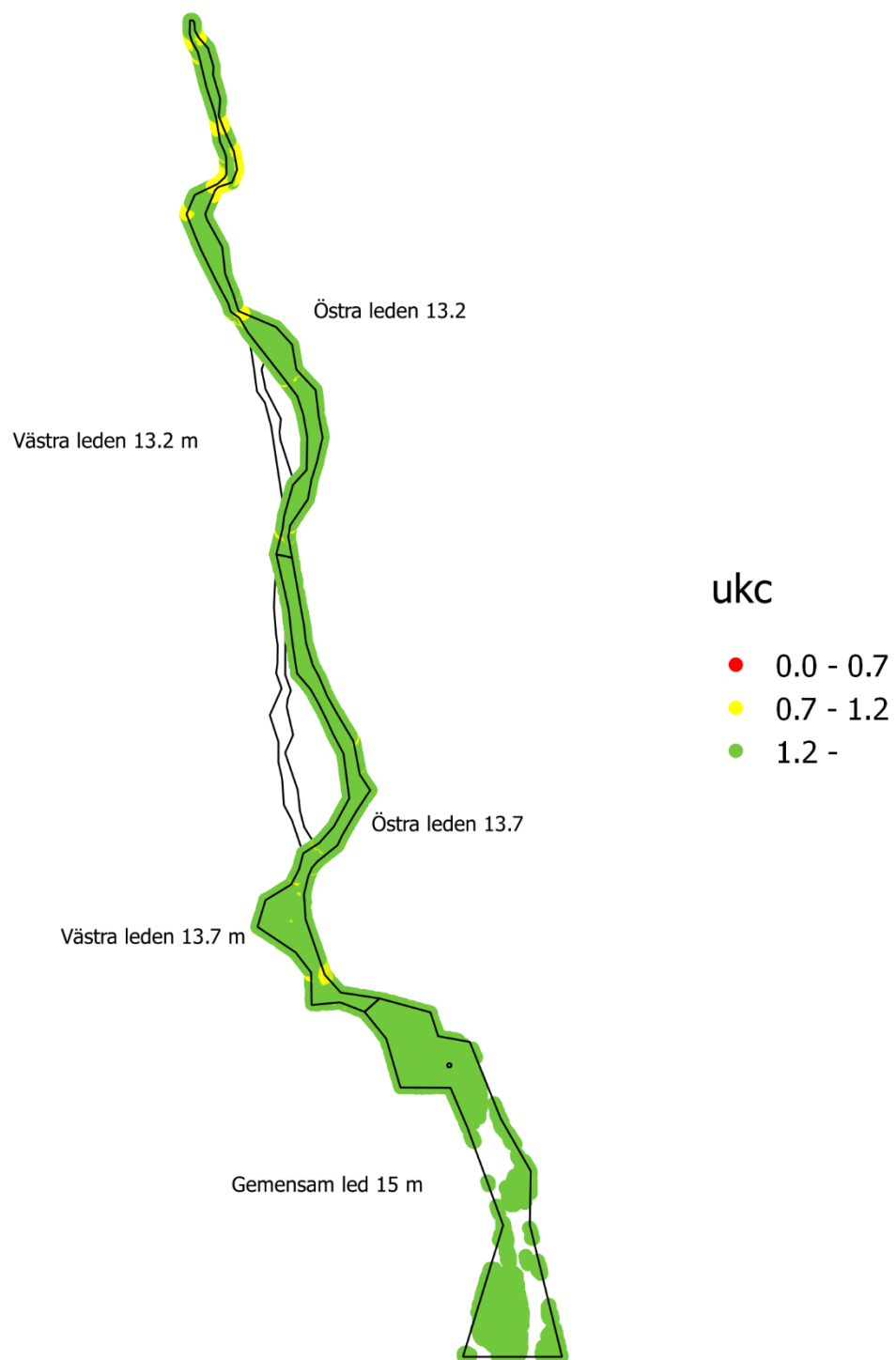
Som framgår av färgkoderna på bilderna nedan ger den rekommenderade maxfarten genom de olika farledsavsnitten för de respektive fartygen en minsta bottenklarning på över 0,7 meter i hela farledsområdet. De gulmarkerade områdena med en bottenklarning på mellan 0,7 - 1,2 meter sammanfaller till stor del med områden som planeras att muddras.



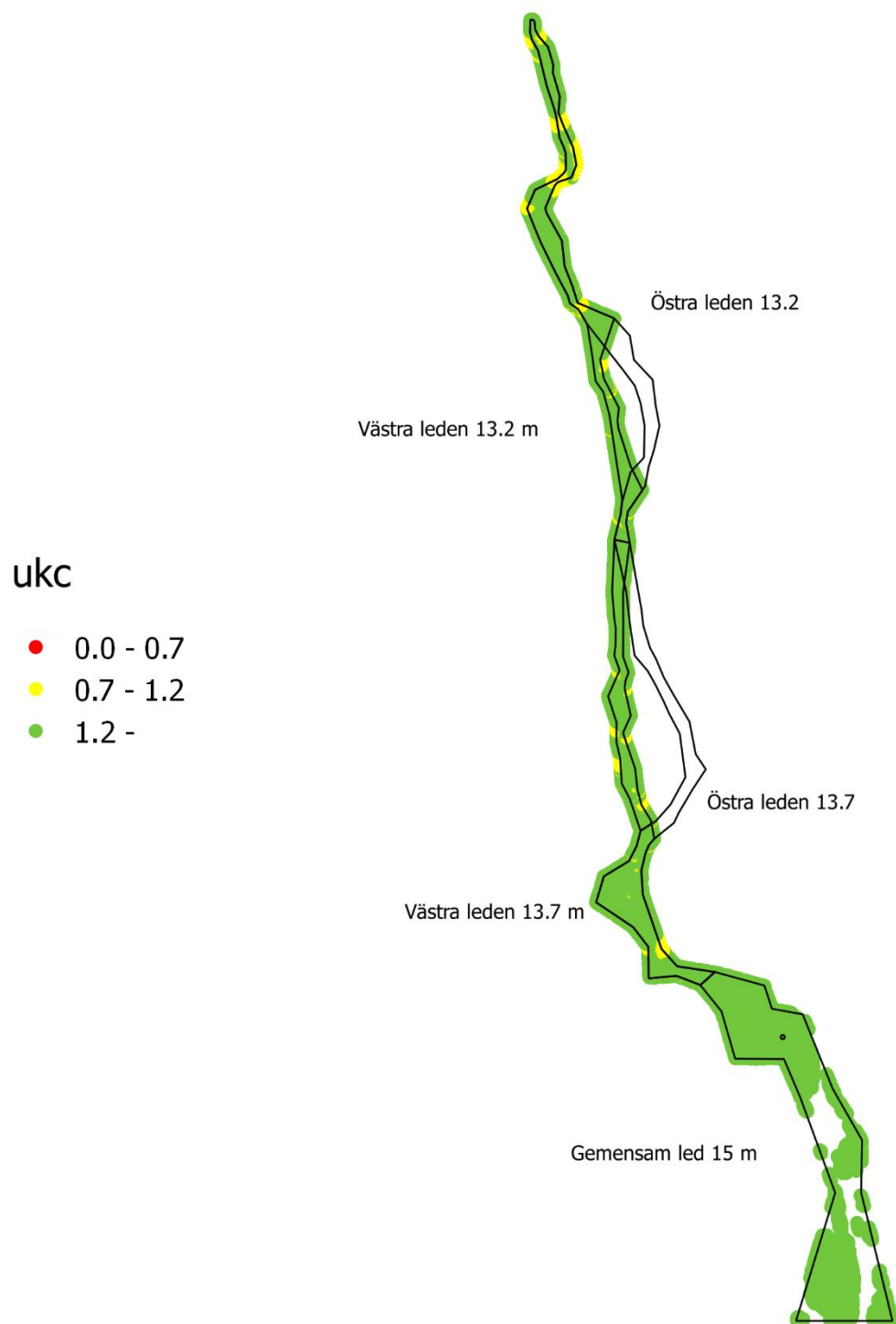
Figur 1. Bottenklarningsanalys för "Oil tanker 5" vid passage av östra leden. Max fart; 15 – 13 – 9 knop.



Figur 2. Bottenklarningsanalys för "Oil tanker 5" vid passage av västra leden. Max fart; 15 – 13 – 9 knop.



Figur 3. Bottenklarningsanalys för Containerfartyg vid passage av östra leden. Max fart; 15 – 14 – 11 knop.



Figur 4. Bottenklarningsanalys för Containerfartyg vid passage av västra leden. Max fart; 15 – 14 – 11 knop

6 Kommentarer och slutsatser

De genomförda squatberäkningarna resulterar i relativt låga squateffekter för de två fartygsmodellerna med tillhörande dimensioner som analyserats i denna studie.

För tankfartyget är max squat som beräknats 0,87 meter vid en fart på 15 knop och ett minsta vattendjup om 13,2m. Dock är ca 8 knop en mer realistisk maxfart för ett tankfartyg med ett (statiskt) maxdjupgående på 11,5 meter vid en farledspassage med ett minsta vattendjup på 13,2m eftersom bruttoklarningen är 1,7m (13,2m-11,5m).

Vad gäller containerfartyget är max squat som beräknats 0,74 meter vid en fart på 15 knop och ett minsta vattendjup om 13,2m. Dock är en mer realistisk maxfart för ett containerfartyg med ett (statiskt) maxdjupgående på 10,9m ca 10 knop vid en farledspassage med ett minsta vattendjup på 13,2m eftersom bruttoklarningen är 2,3m (13,2m-10,9m).

Den genomförda bottenklarningsanalysen resulterar i en rekommendation med avseende på max hastighet som de två respektive fartygsmodellerna kan hålla genom de olika farledsavsnitten för att erhålla en minsta accepterad bottenklarning om minst 0,7 meter genom hela farledsområdet.

För ett tankfartyg med dimensionerna 229x32x11,5 meter ges rekommendationen att hålla max 9 knop där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,2 meter samt max 13 knop där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,7 meter.

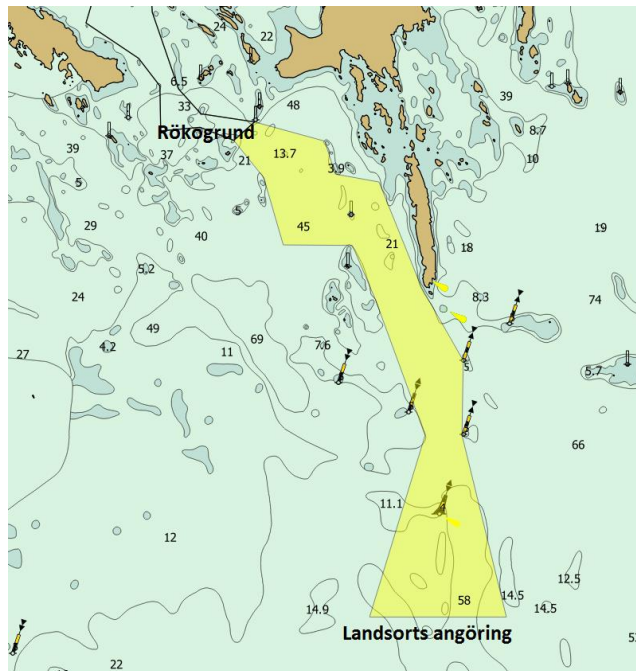
För ett containerfartyg med dimensionerna 235x32x10,9 meter ges rekommendationen att hålla max 11 knop där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,2 meter samt max 14 knop där farleden håller ett minsta farledsdjup om 13,7 meter.

För farledsavsnittet med ett minsta vattendjup om 15,0 meter har beräkningar för tankfartyget samt containerfartyget endast genomförts för upp till 15 knop vilket medför en klart godkänd bottenklarning.

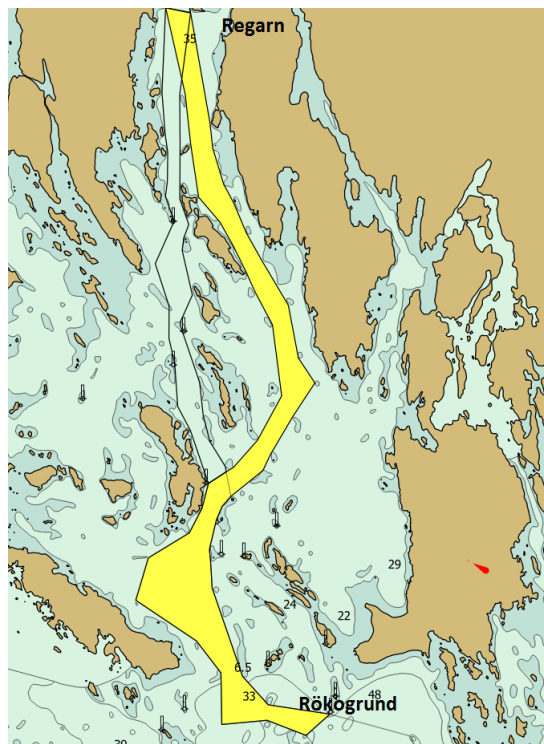
Rekommendationerna gällande fartbegränsning ovan är baserade för gång i stilla vatten. Vid gång i sjö bör farten sänkas ytterligare med hänsyn till påföljande sjöhävningsrörelser som medför en minskad bottenklarning.

Appendix 1

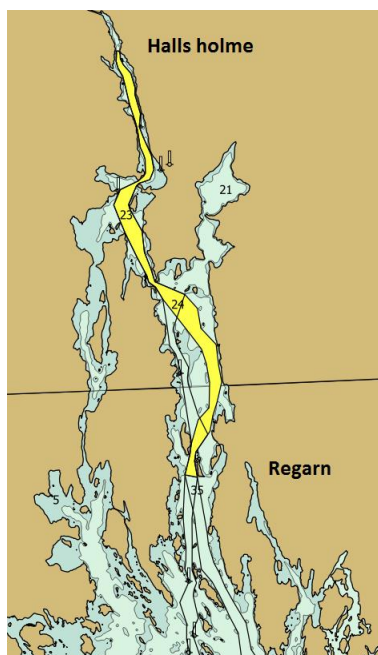
I detta appendix presenteras, som en geografisk orientering, bilder med markering över de olika farledsavsnitten.



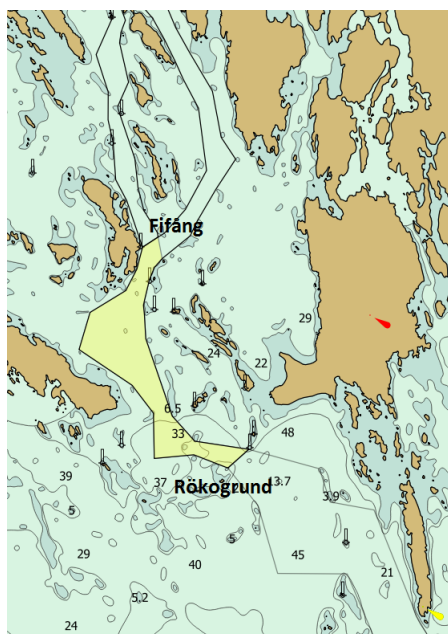
Figur 5. Farledsavsnitt 1; Landsorts angöring till Rökgrund (gemensam, befintlig farledsdragning)



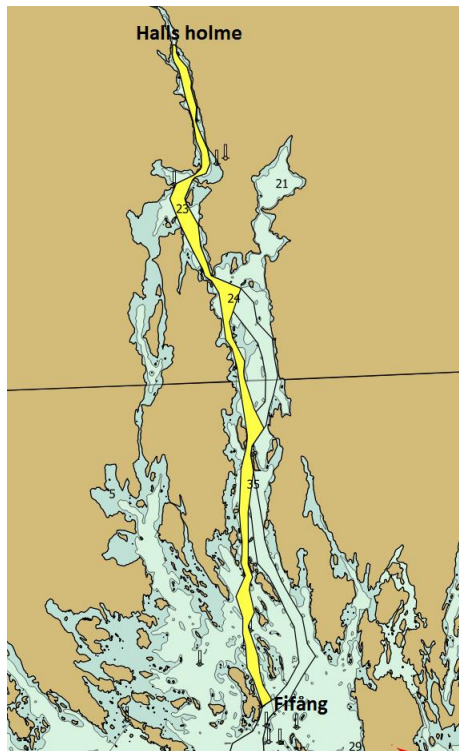
Figur 6. Farledsavsnitt 2; Rökgrund till Regarn (alternativ farledsdragning)



Figur 7. Farledsavsnitt 3; Regarn till Halls holme (alternativ farledsdragning)



Figur 8. Farledsavsnitt 4; Rökogrund till Fifång (gemensam farledsdragning)



Figur 9. Farledsavsnitt 5; Fåfång till Halls holme (befintlig farledsdragning)