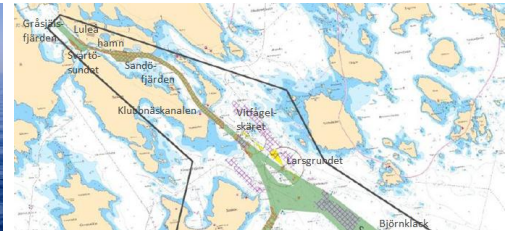


Report No.: RE20146898-03-00-B
Project manager: Maria Bännstrand

RISKANALYS ANGÅENDE FARLEDSUPPGRADERING FÖR STÖRRE TONNAGE TILL LULEÅ HAMN – PROJEKT MALMPORTEN



YOUR MARITIME SOLUTION PARTNER





Sjöfartsverket

Att. Bertil Skoog

Östra Promenaden 7

Norrköping

RAPPORT

Datum:

2015-01-21

SSPA Rapport Nr.:

RE20146898-03-00-B

Projektledare:

031-772 9004

Maria Bännstrand

Författare:

Björn Forsman

bjorn.forsman@sspa.se

Risakanalys angående farledsuppgradering för större tonnage till Luleå hamn – Projekt Malmporten

Kapacitetsbehovet för utskeppning av malm från Luleå ökar och staten genom Trafikverket och Sjöfartsverket tillsammans med Luleå Hamn planerar därför att uppgradera farlederna till Luleå Hamn så att fartyg som kan lasta 160 000 ton kan tas emot i stället för som idag 55 000 ton. Luleå hamn är utsedd som "Core port" av EU och projektet samfinansieras med stöd från Transeuropeiska transportnätet (TEN-T).

Sjöfartsverket, som inom projektet ansvarar för design av farleder och vändytor, genomförde den 5-9 maj fullskalesimuleringar av farlederna till Luleå Hamn, vändytor på Sandöfjärden och Gråsjälsfjärden för att optimera utformningen. SSPA har genomfört en Nautisk utvärdering av dessa simuleringar samt gjort squat-beräkningar som tillsammans rapporterats i SSPA rapport RE20146898-02-00-A.

Som en kompletterande del av SSPAs uppdrag har Sjöfartsverket även uppdragit åt SSPA att utföra en maritim riskanalys för att bedöma hur säkerhetsnivån påverkas av föreslagna åtgärder samt för att kunna kommunicera detta under prövningsprocessen. Parallellt med riskanalysen genomfördes även en andra omgång av fullskalesimuleringar under perioden 29 oktober - 3 november varvid även ett antal haverifall simulerades som input till riskanalysen. Denna rapport redovisar resultatet av riskanalysen.

SSPA Sweden AB

Maria Bännstrand

Projektledare

Maritime Operations

Jim Sandkvist

Avdelningschef

Maritime Operations



Co-financed by the European Union

Trans-European Transport Network (TEN-T)

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

Godsvolymerna i Luleå hamn, främst malm förutspås öka kraftigt under kommande år. Nuvarande distributionssystem för malm närmar sig sitt kapacitetstak och en farledsuppgradering bedöms vara en av flera nödvändiga åtgärder för att kunna möta det växande transportbehovet. Den planerade farledsuppgraderingen syftar till att öka kapacitet, tillgänglighet och säkerhet.

De föreslagna farledsarbetena inom projekt Malmporten förutsätter tillstånd enligt Miljöbalken Kap 11 för vattenverksamhet och denna riskanalys är avsedd att vara underlag för beskrivning och bedömning av risker under driftskede och anläggningsfas, i en sådan ansökan. Riskanalysen har genomförts enligt etablerad metodik och följer i tillämpliga delar den av IMO rekommenderade FSA metodiken samt tar utgångspunkt i en kvalitativ jämförelse mellan de risker som är förenade med noll-alternativet och de som kan förväntas då huvudalternativet genomförs.

Föreslagna farledsåtgärder omfattar fördjupning och breddning av farledsytorna och uträtning av farledens sträckning samt uppgradering av farledsutmärkningen. Åtgärderna innebär att trafik till Luleå hamn genom Sandöleden sommartid skall kunna ske med Östersjömax-fartyg med ett max djupgående på 15,0 m och vintertid via Sandgrönleden med Supramax-fartyg med djupgående på 13,5 m. I dagsläget är motsvarande maximala djupgående 10,9 m respektive 8,7 m.

De jämförande värderingar som görs mellan nollalternativet och huvudalternativet visar entydigt på att den föreslagna uppgraderingen gör farleden rakare och rymligare och därmed bidrar till ökad farledssäkerhet. Förbättringarna är i första hand ett resultat av de planerade farledsuppgraderingsåtgärderna men även av att det framtida växande transportbehovet i huvudalternativet kommer att utföras av färre men större fartyg än vad som kan förväntas om motsvarande transportökning skall mötas i nollalternativet. Färre fartyg minskar sannolikheten för de flesta typer av olyckor och större fartyg har ingen motsvarande direkt koppling till allvarigare konsekvenser vid olyckor.

De risker och svårigheter som särskilt framhålls är främst förenade med isförekomst och svårförutsägbara yttre förhållanden samt sådana risker som kan uppstå pga av tekniska fel ombord eller på assisterande bogserbåtar och isbrytare.

De planerade uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet bedöms innebära en väsentligt säkrare farled än nollalternativet och riskerna under anläggningskedet är små och kan begränsas genom lämpliga åtgärder.

Trafik med större fartyg kommer att medföra behov av förstärkt bogserbåts- och isbrytarkapacitet.

Innehållsförteckning

Sammanfattning och rekommendationer	2
1 Inledning	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.1.1 Syfte.....	5
1.1.2 Metodik och arbetsätt	6
1.1.3 Omfattning.....	6
2 Områdesbeskrivning och planerade åtgärder	7
2.1 Dagens farled och begränsningar.....	7
2.2 Planerade åtgärder	8
2.3 Alternativredovisning	8
2.4 Miljö- och klimatförhållanden	9
2.4.1 Vind.....	9
2.4.2 Vattennivå och landhöjningseffekter	10
2.4.3 Vågor	10
2.4.4 Ström.....	10
2.4.5 Dager	11
2.4.6 Is.....	11
2.5 Dagens fartygstrafik.....	12
2.5.1 Typiska fartygstyper	13
2.6 Kända olyckstillbud och olyckor i farlederna	13
3 Riskidentifiering	15
3.1 Hazid workshop	15
3.2 Deltagare	16
3.3 Identifierade risker och synpunkter	16
3.3.1 Anlöp sommartid uppgraderad Sandöled med Östersjömax-fartyg	17
3.3.2 Sandöleden ut.....	19
3.3.3 Sandgrönleden, ankomst vinter med Supramax-fartyg i ballast.....	19
3.3.4 Risker vid passage med större tonnage genom Norra Kvarken	21
3.3.5 Risker under fritidsbåtsäsongen	22
3.3.6 Risker under anläggningsfasen	22
4 Riskanalys.....	23
4.1 Prioriterade risker baserat på resultat av Hazid.....	23
4.1.1 Grundstötning vid fastkörning i drivande is	23
4.2 Övriga prioriterade risker baserat på simuleringar och andra erfarenheter.....	24
4.2.1 Resultat av simuleringar genomförda 5 -9 maj 2014.....	24
4.2.2 Övriga kommentarer från den nautiska utvärderingen.....	25
4.2.3 Resultat av kompletterande squatberäkningar	26

4.2.4	Simulering av felhändelser genomförda i oktober 2014	26
4.3	Risker under anläggningsfasen	30
4.4	Sammanställning av jämförande riskbedömning	31
5	Säkerhetshöjande åtgärder	32
5.1	Preventiva åtgärder.....	32
5.1.1	Förstärkt bogserbåtskapacitet	32
5.1.2	Isbrytningskapacitet	33
5.1.3	Typ av utmärkning - ispåverkan.....	33
5.1.4	Restriktioner	33
5.1.5	Procedurer.....	34
5.1.6	Farledsförbättringar	34
5.2	Konsekvensreducerande åtgärder	35
5.2.1	Restriktioner	35
5.2.2	Procedurer.....	35
5.2.3	Farledsförbättringar	35
5.3	Anläggningsfasen.....	36
5.4	Förslag till ytterligare kompletterande riskreducerande åtgärder	36
5.5	Kost-nytta aspekter för riskreducerande åtgärder	37
6	Slutsatser och rekommendationer	38
6.1	Slutsatser.....	38
6.2	Rekommendationer.....	39
7	Referenser	40

Bilagor

Appendix 1 Protokoll från riskidentifieringsmöte 27 augusti

Appendix 2 Sammanställning av utvärderingsformulär felsimuleringar 2 okt

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Kapacitetsbehovet för utskeppning av malm från Luleå ökar och staten genom Trafikverket och Sjöfartsverket tillsammans med Luleå Hamn planerar därför att uppgradera farlederna till Luleå Hamn så att fartyg som kan lasta 160 000 ton kan tas emot i stället för som idag 55 000 ton. Luleå hamn är utsedd som "Core port" av EU och projektet samfinansieras med stöd från Transeuropeiska transportnätet (TEN-T).

Idag anlöps Luleå hamn av ca 600 – 700 fartyg per år och har en årlig godsomsättning av ca 8 – 9 miljoner ton per år. I Trafikverkets åtgärdsvalstudie bedöms att gruvnäringens expansion, framförallt genom ökad järnmalmsproduktion ger ett ökat transportbehov av ca 50 % (ÅVS, 2014).

Utformning av de uppgraderade farlederna har utarbetats av Sjöfartsverket i samråd med Luleå Hamn. Detta har skett i en process där lokala aktörer och nautisk expertis medverkat och har även omfattat systematiska fullskalesimuleringar i två omgångar för testning samt träning av lotsar. SSPA har genomfört en nautisk utvärdering av resultaten av genomförda simuleringar i första omgången och Sjöfartsverket har även gett SSPA i uppdrag att genomföra en maritim riskanalys för den planerade farledsuppgraderingen. Denna rapport redovisar resultaten av denna riskanalys.

1.1.1 Syfte

Den planerade farledsuppgraderingen omfattar fördjupning, breddning samt förbättrad farledsutmärkning och syftar till att öka kapacitet, tillgänglighet och säkerhet. Tillståndsprövning enligt Miljöbalken Kap 11 om vattenverksamhet förutsätter att det dokumenteras att tillräckligt hög säkerhetsnivå uppnås. Att så sker kan styrkas genom att en riskanalys genomförs, dokumenteras och rapporteras på ett transparent och tydligt sätt så att alla berörda prövningsinstanser kan bedöma säkerheten och eventuella förändringar av riskbilden till följd av de föreslagna farledsuppgraderingarna. Riskanalysprocessen ger också värdefullt underlag för designprocessen i form av åtgärdsförslag och prioritering av åtgärder. Riskanalysen har därför utförts parallellt med simuleringsstudier och justerad farledsdesign.

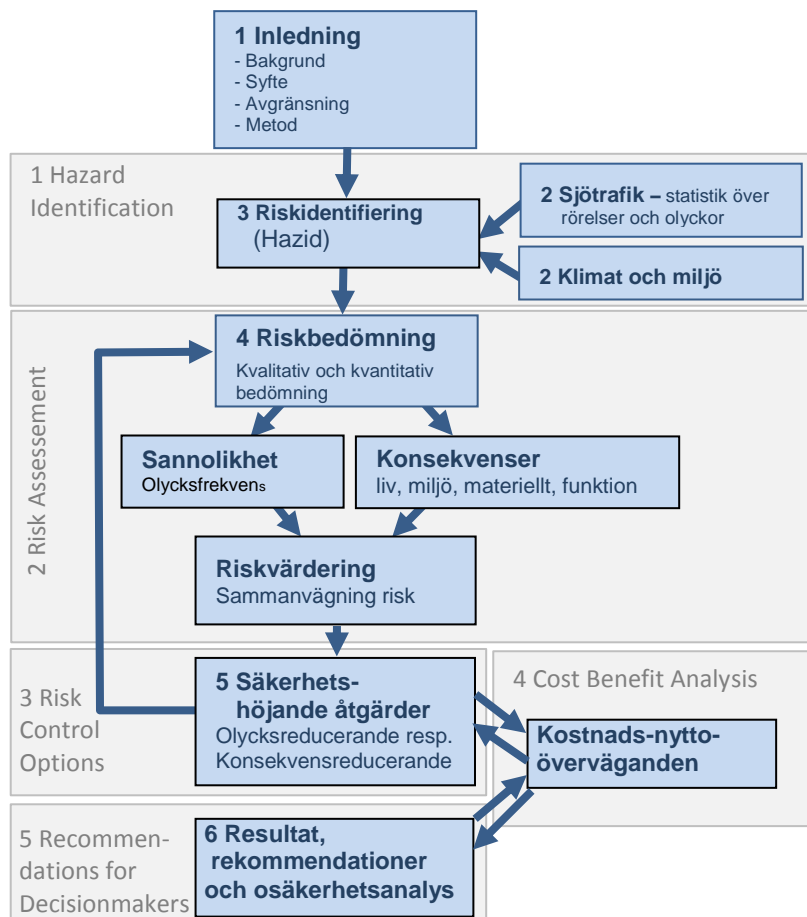
Riskanalysen fokuseras på maritima risker under driftskedet men särskilda riskfrågor i samband med anläggningsfasen berörs också.

1.1.2 Metodik och arbetssätt

Risken analysen har genomförts enligt etablerad metodik och följer i tillämpliga delar den av IMO (International Maritime Organization) rekommenderade FSA-metodiken (Formal Safety Assessment) liksom även ISO standard 3100 och 31010 där så bedömts vara möjligt. Möten och avstämning med beställarens representant har skett regelbundet under arbetets gång och ett särskilt riskidentifieringsmöte (Hazid workshop) har genomförts. SSPA har även medverkat vid de fullskalesimuleringar som riktats mot olika potentiella haverifall.

1.1.3 Omfattning

Omfattning och uppläggning av risken analysen omfattar huvudmoment enligt nedan. Siffrorna 1-5 i de grå rutorna ansluter till FSA-metodikens fem olika steg medan de blå rutorna och siffrorna anger struktur och kapitelindelning i denna rapport. Notera att steget med Cost-benefit analys inte ingår i denna studie och kost-nytta aspekter endast behandlas kortfattat.

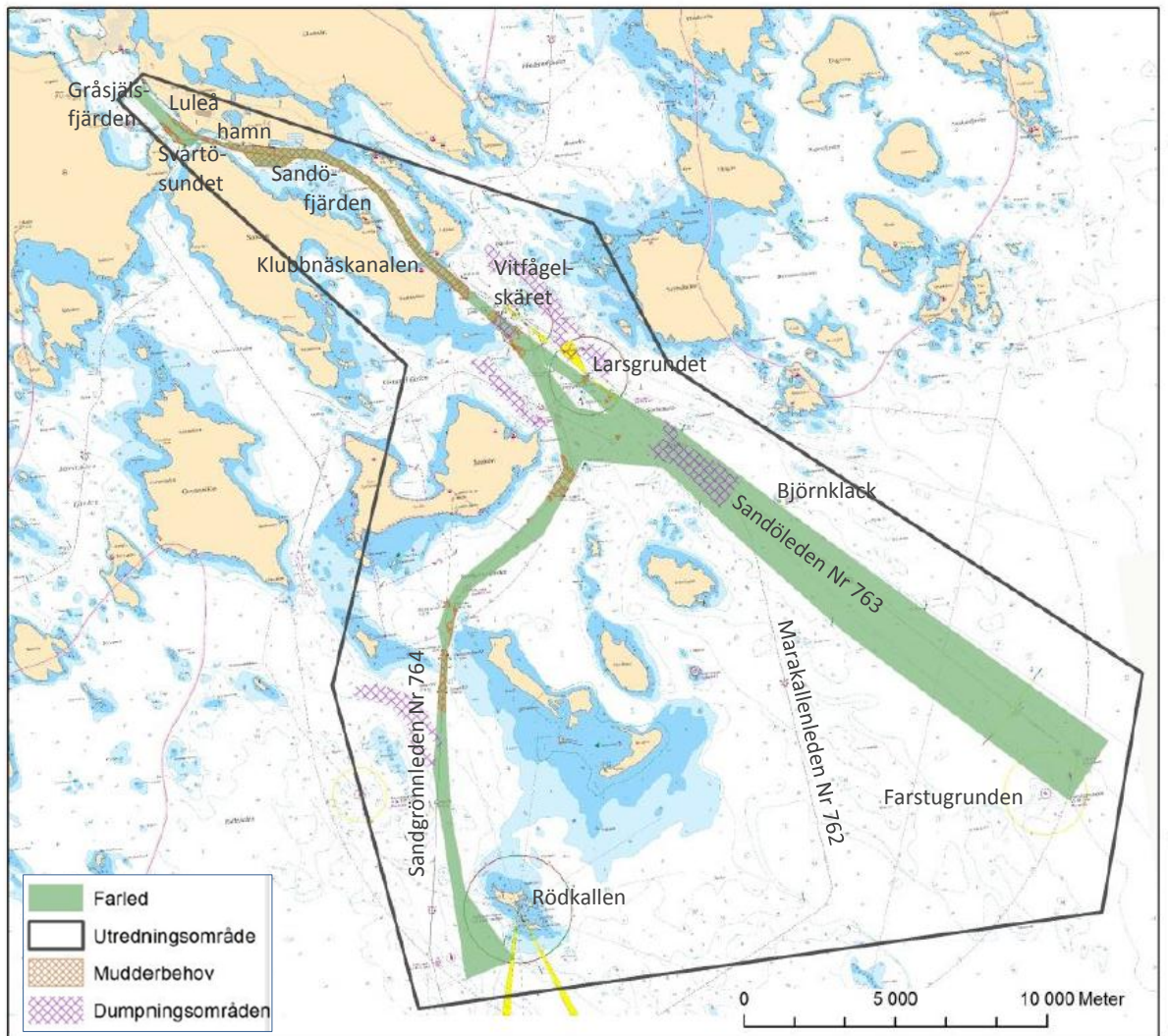


Figur 1 Schematisk skiss över risken analysens struktur och omfattning

2 Områdesbeskrivning och planerade åtgärder

2.1 Dagens farled och begränsningar

De planerade farledsuppgraderingarna avses utföras inom det utredningsområde som anges i figuren nedan där även vissa namn och platser anges för att underlätta referenser i texten:



Figur 2 Utredningsområdet (SjöV, 2014)

Sandöleden med angöring vid Farstugrunden medger idag trafik med fartyg med maximalt djupgående av 10,9 m till Luleå hamn. Ursprungligen var den planerad för Panamax-fartyg med djupgående 12,4 m men pga landhöjning och sedimentering har vattendjupet minskat. Sandöleden exponeras vintertid för mycket svåra isförhållanden med

kompakta isvallar och sedan 1997 finns därför en alternativ farled med angöring från Rödkallen som ansluter vid Larsgrundet.

Denna alternativa vinterfarled är Sandgrönnsleden, som idag medger ett maximalt djupgående av 8,7 m är betydligt mindre utsatt för svår is och erbjuder generellt bättre framkomlighet vintertid än Sandöleden.

2.2 Planerade åtgärder

Den planerade farledsuppgraderingen inom projekt Malmporten innebär att trafik till Luleå hamn genom Sandöleden sommartid skall kunna ske med Östersjömax-fartyg med ett max djupgående på 15,0 m och vintertid via Sandgrönnsleden med Supramax-fartyg med djupgående på 13,5 m.

Nuvarande fartygsstorlek i Bottenviken begränsas av att maximala djupgåendet i Norra Kvarken är begränsat till 13,5 meter och Östersjömax-fartyg måste idag gå kortlastade till Luleå och dellossning sker ibland i Oxelösund eller så kan läktring av last ske på djupt vatten utanför Luleå vid Larsgrundet.

För att farledsuppgraderingen i Luleå skall kunna utnyttjas fullt ut planeras även för muddring i Norra Kvarken för att medge ett maxdjupgående av 15,0 m.

Totalt erfordras muddringsinsatser i Sandöleden och Sandgrönnsleden av storleksordningen 18 Mm³ respektive 2 Mm³.

2.3 Alternativredovisning

En utgångspunkt för Sjöfartsverkets ansökan för miljöprövning är jämförelsen mellan nollalternativet (jämförelsealternativ¹) och det sökta huvudalternativet. Nollalternativet utgörs av den idag existerande farledsutformningen och det trafikscenario som kan antas uppkomma om inga förändringar och uppgraderingsåtgärder genomförs i farleden.

Huvudalternativet utgörs av de uppgraderade farlederna efter föreslagna muddringsåtgärder och uppgraderingsåtgärder och ett trafikscenario som svarar mot den förväntade ökningen av godsflödet. Huvudalternativet är valt utifrån resultaten av Trafikverkets åtgärdvalsstudie (ÅVS, 2014) där detta alternativ² är det som innebär mest omfattande åtgärder av tre studerade utredningsalternativ. Alla alternativ visar odelat positiva samhällsekonomiska resultat) men

¹ I Trafikverkets åtgärdvalsstudie används termen jämförelsealternativ (JA)

² I Trafikverkets åtgärdvalsstudie betecknad som utredningsalternativ 3 (U3)

huvudalternativet är också det som uppvisar den största sammantagna samhällsekonomiska nyttan.

Jämförelser mellan de olika alternativens farledsutformning och begränsningar framgår av tabellen nedan.

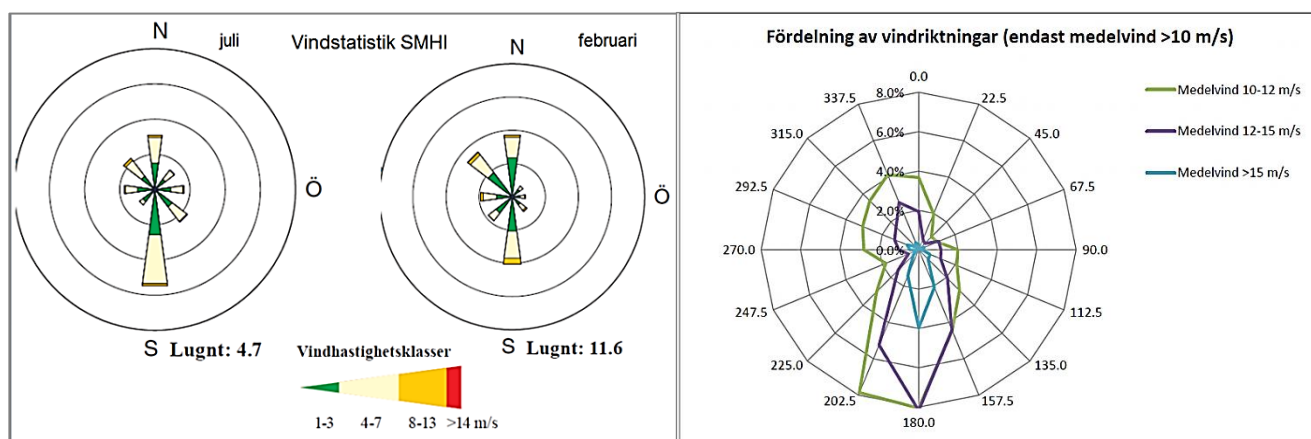
Tabell 1 Sammanställning och jämförelse mellan aktuella alternativ

Alternativ-jämförelse	Nollalternativet (nuläge)			Huvudalternativet		
	Farled	Sandgrönleden Farled Nr 764	Sandöleden Farled Nr 763	Norra Kvarken Farled 509	Sandgrönleden vinterleden	Sandöleden
Minsta vattendjup	9,7 m	11,8 m	16,2	15,20 m	16,85 m	18,35 m
Max djupgående	8,7 m	10,8 m	13,5	13,5 m	15,0 m	15,0 m
Största fartygsstorlek	Ca 20 000 dwt L 150m x 25m	Panamax @ 55 000 dwt L 225m x 32m x T 10,8m		Supramax 75 000 dwt L 230 m x 32 m x T 13,5 m	Östersjömax @ 160 000 dwt L 330 m x 55 m x T 15 m	
				Vändytor i Victoriahamnen och Gråsjälsfjärden samt Svartsundet muddras till 12,5 m för att medge vändning av Östersjömax-fartyg i ballast		

2.4 Miljö- och klimatförhållanden

2.4.1 Vind

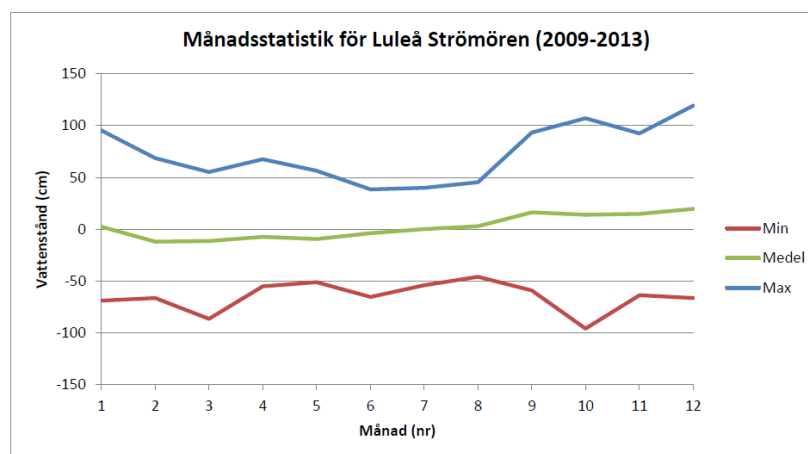
Vindförhållandena i farleden till Luleå karaktäriseras av två dominerande riktningar, dels från S och dels från N-NNV. Dominansen av dessa riktningar blir särskilt tydlig om endast vindhastigheter > 10 m/s beaktas. Vindroserna i figuren nedan illustrerar dessa förhållanden.



Figur 3 Vindstatistik för Luleå från SMHI, exempel juli och februari samt riktningfördelning för vindhastigheter i intervallen 10-12 m/s, 12-15 m/s respektive över 15 m/s

2.4.2 Vattennivå och landhöjningseffekter

Vattenståndsvariationerna kan vara stora beroende på lufttryck och vindförhållanden och medelvattennivån är något lägre under vårmånaderna än under höstmånaderna. De största variationerna uppträder under vinterhalvåret, se figur nedan.



Figur 4 Statistik vattenstånd Luleå Strömören, månadsvis medel-, max- och min-nivåer under perioden 2009-2013

Långsiktigt påverkas vattendjupet även av landhöjningen som uppgår till omkring 8 mm per år vilket utslaget över huvudalternativets tidshorisont på 40 år innebär en förändring av 32 cm.

Älvutflödet bidrar till sedimentation i delar av farlederna och underhållsmuddring behöver också utföras för att vidmakthålla vattendjupet.

2.4.3 Vågor

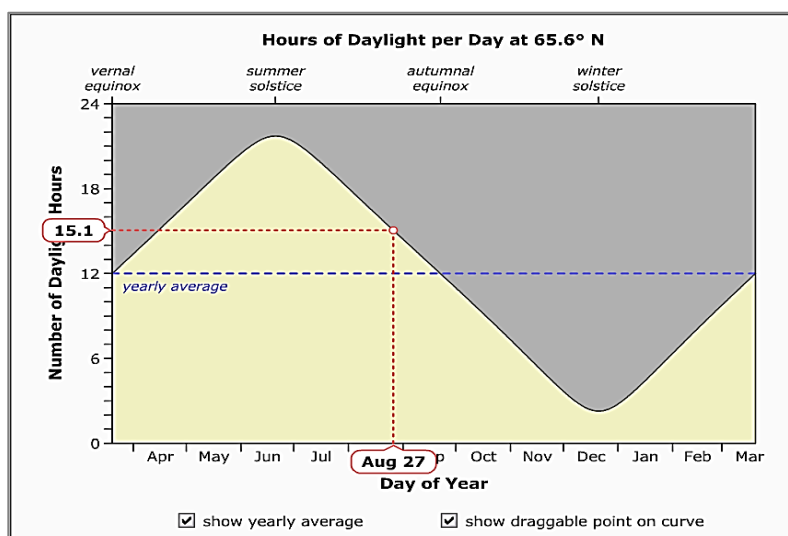
Hårda sydliga vindar kan ge betydande sjö söder om Farstugrunden men för de fartygsstorlekar som står i fokus för denna jämförande riskvärdering bedöms inte vågor utgöra någon väsentlig riskfaktor för passage i de aktuella farlederna.

2.4.4 Ström

Strömhastighet och -riktning kan variera med varierande väderförhållanden men utflödet från älven ger normalt en utåtgående ström som kan uppgå till 0,5 - 1 knop och exempelvis påverka passagen genom Sandöfjärden då fartygshastigheten är relativt låg.

2.4.5 Dager

Luleås latitud N 65,6° innebär stora skillnader i antal timmar dagsljus under sommar- respektive vinterhalvår. Under juni är det dagar 21-22 h/dygn men under december endast under 3-4 h/dygn, se figur nedan.



Figur 5 Variation över året av antalet timmar dagsljus i Luleå

2.4.6 Is

Under perioden november till mars är medeltemperaturen lägre än 0° C och isperioden sträcker sig normalt från 1 december till 15 maj.

Innanför Sandgrönnhålet och Larsgrundet består isen i regel främst av fast is och de rännor som bryts i farlederna här kan hållas öppna för upprepade passager. Tillfrysning mellan fartygspassager och upprepad isbrytning leder på sikt till att krossis ackumuleras i rännorna och nya alternativa rännor kan behöva brytas vid sidan av de gamla.

Utanför de yttre öarna är isen i rörelse och drivis kan av vind och ström stuvas upp och ackumuleras i packisvallar som kan bli mycket höga och djupa och omöjliggöra fartygspassage. Vid frånlandsvind kan det däremot bildas stora råkar, som underlättar framkomligheten, när isen driver ut mot havs och exempelvis ansamlas i packisfält vid finska kusten. Packisvallar i området kan vara upptill 20 m djupa och drivis i rörelse kan förflytta sig i 1-2 knop.

Särskilt utsatt är området kring Farstugrunden och Sandöleden med angöring från Farstugrunden blir vintertid regelmässigt oframkomlig pga packis med vallar. I sådana situationer är vanligtvis issituation i Sandgrönnleden med angöring från Rödkallen betydligt bättre vad avser framkomlighet och kan ofta också nås via långsträckta råkar

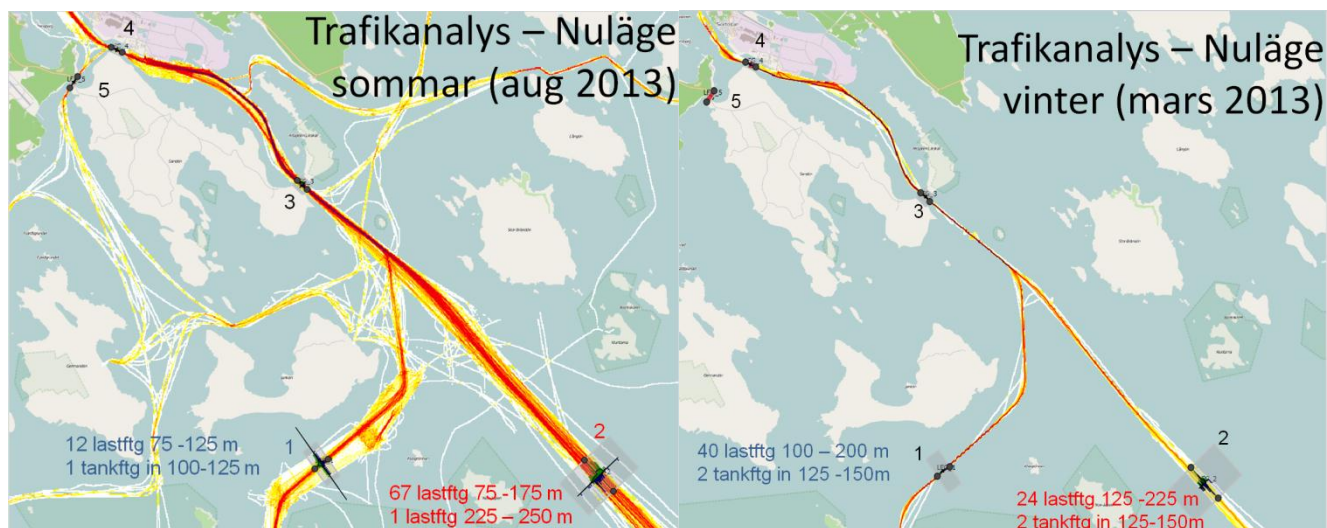
längs den svenska kusten. Sandgrönleden refereras följaktligen ofta som "vinterfarleden" medan den djupare delen av Sandöleden med angöring från Farstugrunden kallas "sommarfarleden".

Issituation kan dock även bli besvärlig i Sandgrönleden och, i enlighet med PIANCs rekommendationer³, finns även Markallenleden (Farled Nr 762 Rödkallen – Björnklack (SJÖFS, 2013:4)) som en alternativ isbrytarled vintertid. Den är dock ingen officiell lotsled och används bara av fartyg som eskorteras av isbrytare.

2.5 Dagens fartygstrafik

Luleå hamn anlöps idag av ca 600 – 700 fartyg per år och godsomsättningen uppgår 8-9 miljoner ton gods per år. Under 2010 hade hamnen 690 anlöp och 6,2 miljoner ton gods skeppades ut medan 3,2 miljoner ton togs in via fartyg. Transportsystemets kapacitet bedöms vara nära kapacitetstaket och för att kunna möta ett prognostiserat ökat transportbehov samt för att erbjuda redundans till de kompletterande transportvägar som framförallt går via järnväg till Narvik, behöver farledens kapacitet ökas.

En enkel översiktlig analys av AIS-data i figurerna nedan illustrerar hur trafiken fördelar sig mellan Sandöleden och Sandgrönleden under en sommarmånad respektive en vintermånad.



Figur 6 Trafikflöde och -densitet baserad på AIS-registreringar, sommar- och vinterförhållanden

³ Kap 4.4

De indikerade antalet fartygspassager vid respektive passagelinje kan vara något missvisande pga urvalet av fartygsstorlekar och ofullständigheter i AIS-registreringarna. Figuren illustrerar dock tydligt att det sker en omfördelning till Sandgrönnsleden under vintern samt även att trafiken i hög grad koncentreras till ett viss spår under den specifika vintermånad som analyserats.

2.5.1 Typiska fartygstyper

Stora bulklastfartyg dominerar bland de större fartyg som trafikerar Luleå.

Ett exempel på ett fartyg som ofta anlöper Luleå hamn är Nordic Orion som är ett isklassad bulkfartyg av Panamax-storlek med dimensionerna L 225 m x B 32 m och som med dagens tillåtna största djupgående har en lastkapacitet av 55 000 dwt men som med en uppgraderad farled och vid ett djupgående av 14 m har en kapacitet av 70 000 dwt.



Figur 7 Nordic Orion assisteras från kaj av två bogserbåtar i Luleå hamn

2.6 Kända olyckstillbud och olyckor i farlederna

Inga allvarliga fartygsolyckor är kända eller har registrerats för större fartyg i farleden till Luleå, men incidenter och olyckor med mindre fartyg har inträffat. I listan nedan anges några, dock utan att listan gör anspråk på att vara komplett eller representativ för de olyckstyper kan ske.

- Miramar – grundstötning i Sandgrönnsålet september 2006. Det Gibraltar-registrerade torrlastfartyget Miramar grundstötte

vid Vaktposterna, mellan Gråskälsgrundet och Sandgrynnorna och en 60 m lång reva slets upp i skrovet och en bunkertank skadades så att dieselbrännolja kom upp på däck och ca 200 liter kom ut i sjön. Fartyget fortsatte men bordades och beordrades att vända åter till Luleå sedan Kustbevakningen upptäckt oljeutsläppet.

- Laponia - närsituation med Nordtrader juni 2001. Torrlastfartyget Nordtrader mötte passagerarbåten Laponia av Seskarö i tät dimma vid Vitfågelskärets fyr. Passagerarbåten upptäckte Laponia mycket sent och girade så att fartygen möttes styrbord-styrbord på ca 20 m avstånd.
- Kallfjärden - incident mellan fritidsbåt och bogserbåt. Enligt uppgift skall en incident ha skett men inga vidare uppgifter har hittats.
- Sandgrönleden - mudderverk skadat och tog in vatten. Enligt uppgift skall en incident ha skett men inga vidare uppgifter har hittats.

3 Riskidentifiering

3.1 Hazid workshop

För att identifiera alla typer av faror, tänkbara riskscenarier och möjliga olyckor samlades en bred grupp av sakkunniga från skilda organisationer som på olika sätt berörs av och har erfarenhet av sjötrafiken i området till en s.k. Hazid-workshop. Vid denna workshop gick gruppen under ledning av SSPA igenom och dokumenterade faror och möjliga olyckstyper på ett strukturerat sätt.

Mötet arrangerades i Sjöfartsverkets lokaler på Sjöfartshuset, Strömören i Luleå hamn, onsdagen 27 augusti, kl. 09.00 – 16.00 .

Som introduktion och diskussionsunderlag presenterades inledningsvis kortfattat resultat av genomförda simuleringsstudier samt en AIS-baserad trafikanalys. Därefter delades farleds- och hamnområdet in i ett antal områden som systematiskt stegades igenom för ankomst respektive avgång medan SSPAs projektledare formulerade ”vad händer om”-frågor och gruppen diskuterade utifrån sina respektive erfarenheter.

Under mötet låg fokus på jämförelser mellan befintliga förhållanden i farlederna och förväntade förhållanden efter det att den planerade uppgraderingen av farlederna genomförts. För varje delområde och position identifieras olika typer av faror och ett protokoll upprättades som systematiskt beskriver faror och risker med avseende på följande aspekter:

- Olyckstyper; grundstötning, kollision, kontakt, utsläpp, brand mm
- Kritiska platser/moment; trånga passager, isbrytare/bogserassistans
- Kritiska tidpunkter/förhållande; inverkan av is, mörker/dålig sikt, vind
- Olycksorsaker; teknik, människa, organisation, externa faktorer
- Uppskattning av sannolikheter för olika händelser
- Uppskattning av konsekvensernas omfattning och svårighetsgrad
- Identifiering av möjliga riskreducerande åtgärder
- Genomgång och rangordning av identifierade risker
- Bedömning av effektivitet av identifierade riskreducerande åtgärder

Workshop-resultaten ger input till den fortsatta riskanalysprocessen och vilka risker som kan bli föremål för fördjupad analys och åtgärdsförslag.

3.2 Deltagare

De 22 deltagare som medverkade under Hazid-mötet representerade ett brett spektrum av kunskap och relevanta erfarenheter och sammantaget bedöms deras synpunkter ge en bred och initierad bild av aktuella risker.

Tabell 2 Deltagare vid Hazid-workshop 27 augusti i Luleå

Organisation	Befattning	Namn
SSPA	Uppdragsledare	Björn Forsman
SSPA	Simuleringsexpert	Oscar Lexell
SSPA	Riskanalytiker	Axel Andersson
Sjöfartsverket	Projektledare, Global projekt	Tage Edvardsson
Sjöfartsverket	Projekt	Henrik Berg
Sjöfartsverket	Delprojektledare	Bertil Skoog
Sjöfartsverket Luleå	Infrastruktursamordnare	Mikael Pesula
Sjöfartsverket	Miljöhandläggare	Thomas Åhsberg
Sjöfartsverket	Chef Infrastrukturenheten	Marielle Svan
Sjöfartsverket Luleå	Lotsområdeschef	Anders Dahl
Sjöfartsverket Luleå	Lots	Robert Karlsson
Sjöfartsverket Luleå	Driftchef Bottenviken	Markus Andersson
Sjöfartsverket	Befälhavare Isbrytare	Mikael Sandström
Luleå bogserbåts AB	Befälhavare	Mikael Rönnbäck
Transportstyrelsen	Sjö- och luftfartsavdelningen	Johan Skogwik
Transportstyrelsen	Sjö- och luftfartsavdelningen	Sebastian Irons
Länsstyrelsen BD	Marina miljöfrågor och miljögifter	Henrik Larsson
Länsstyrelsen BD	Krisberedskap och risk- och sårbarhetsanalys	Rikard Aspholm
Kustbevakningen Luleå	Stationschef	Fredrik Gustafsson
LKAB Sandskär	Platschef Malmhamnen Luleå	Sofia Jonsson
SSAB Koksverket	Stab koksverket Luleå	Dan Hedkvist
Shorelink Luleå	Mäklare	Björn Sundström

3.3 Identifierade risker och synpunkter

Faror och möjliga riskscenarion enligt nedan identifierades och ett antal riskaspekter jämfördes och kommenterades med avseende skillnader mellan förhållandena i dagens farleder och i de planerade framtida uppgraderade farlederna. Protokoll i tabellformat från Hazid återfinns i Appendix 1.

3.3.1 Anlöp sommartid uppgraderad Sandöled med Östersjömax-fartyg

Med utgångspunkten att ett Östersjömax-fartyg med huvuddimensioner L 330 m x B 55 m x T 15 m tas in, sommartid, genom den uppgraderade Sandöleden noterades följande:

Manövertest

Vissa ankommande fartyg som innan ankomst tillryggalagt långa sträckor utan stora fart- eller kursändringar (dvs som inte dellossat i Oxelösund), utför manövertester utanför Farstugrunden för att kontrollera att roder och maskineri fungerar korrekt. Förfarandet kan av andra fartyg uppfattas som oväntade manövrar men bedöms inte medföra kollisionsrisker eftersom det finns gott om manöverutrymme och plats för möten.

Ankringsplatser

Norr om Farstugrunden finns idag en ankarplats som ibland används för läktring eller som väntplats. Ankarplatsen har vissa uppgrundningar och för Östersjömax-fartyg med 15 m djupgående bedöms att en ny ankarplats med större vattendjup behövs. Idag används även en ankarplats öster om Larsgrundet för läktring av transporter från SSAB. Vid ett eventuellt haveri är det möjligt att nödankra i området. Efter förslagna muddringsåtgärder minskar behovet av läktring, även om det kommer att kvarstå då djupet vid kolkajen är begränsat.

Förändrad farledsdragning vid Larsgrundet och Vitfågelskäret

Avståndet mellan ankringsplatsen och farleden kommer att öka efter genomförda farledsåtgärder som innebär att leden rätas och får en ny sträckning söder om Larsgrundet i stället för, som idag, norr om fyren. Innanför Larsgrundet och Junköfjärden rätas och förändras farledssträckningen så att den går söder om fyren Vitfågelrännan.

Lotsbordning

Lotsbordning sker normalt utanför Farstugrunden vid en fart av 8-9 knop och hårt väder med grov sjö kan försvåra bordning. För stora (L > 200 m eller B > 33 m) lastade fartyg är dagens riktvärden en maximal vindhastighet av 15 m/s och för stora fartyg i ballast eller lastade fartyg med L > 260 m, eller B > 33 m gäller 10 m/s som högsta vindhastighet för ankomst eller avgång till Luleå hamn. Lotsplikt gäller fartyg av längd L > 90 m och för fartyg L ≥ 200 m x B 32 m x T 10 m krävs två lotsar. Under passagen från Farstugrunden in till Larsgrundet är farten omkring 12 -13 knop och farledens bredd (ca 1 000 m) medger möte mellan fartyg utan att det upplevs som trångt.

Grundstötningsrisker

De uppgrundningar som finns utanför farledsytan i Sandöleden utgörs både av berg eller av mjukare bottentyp. Hårda grundformationer

utanför farledsytan finns främst vid Larsgrundet och norr om farleden medan bottarna söder om leden till större del består av mjukare material. Vid eventuella grundstötningar på hård bergbotten kan läckage av dieselolja eller tjockolja ske från bunkertankar placerade i botten tankar med utsida mot fartygets bottenplåtar. Kosekvenser av oljeutsläpp i skärgårdsområdet kring Luleåfarleden bedömdes kunna ge omfattande miljöskador och områdets karaktär med öar och långgrundna stränder bedömdes som svårrehabiliterade men erfarenheter av omfattande oljebekämpnings- eller saneringsinsatser i området saknas. De dominerande godslag som transporteras på fartyg till och från Luleå såsom malm och kol bedöms i sig inte innebära allvarliga miljörisker om de skulle komma ut i vattnet men vissa oljeprodukter och andra insatsprodukter som transporteras i mindre fartyg skulle kunna medföra allvarligare konsekvenser om de kom ut i den marina miljön. Exempelvis transporteras ca 8 400 ton bensen ut från SSAB per år med ca 300 – 400 ton per tillfälle och utsklippning görs också av stenkolstjära och dieselolja skeppas in.

Point of no return

För stora fartyg som anlöper Luleå via Sandöleden identifieras ett område på Sörbrändöfjärden mellan Kluntgrund och Larsgrundet som den sista plats där en insegling kan avbrytas och fartyget kan vändas eller ankras. Området kan enligt sjökortet här inrymma en vändcirkeldiameter av ca 2 000 m utan att inkräkta på områden innanför 20 m djupkurvan.

Bogserbåtsassistans

Vid Larsgrundet minskas farten till ca 10 knop, för att därefter minskas till ca 6 knop vid Klubbnäset. Bogserbåtar kopplas för stora fartyg utanför Klubbnäset. Idag används ingen assistans-bogsering men med lämplig ASD-bogserbåt tillgänglig skulle denna kunna kopplas utanför Larsgrundet. Vid passage av Klubbnäskanalen kopplas en bogserbåt i stäven och en i aktern och en tredje bogserbåt finns tillgänglig att kopplas eller assistera efter passage av kanalen.

Klubbnäskanalen

Den rätade farleden över Junköfjärden ansluter till Klubbnäskanalen i vilken farleden vrids något, muddras och slänterna förses med erosionskydd, dock utan att vattenspegeln förändras. Kummel förses med fasadbelysning. Dubbelriktade enslinjer anordnas och fyrlyktor placeras så att de inte kan skymmas och så att enslinjerna tydligt kan urskiljas mot bakgrundsbelysning från staden och industrierna i hamnområdet. Klubbnäskanalen passeras i en fart av ca 6 knop och med rådande vindgränser bedöms detta vara tillräckligt snabbt för att säkerställa goda manövermöjligheter och säkerställa måttliga driftvinklar. Lotsarna efterlyser bättre fasadbelysning på kummel och

bekräftar att på ingång i mörker kan bakgrundsbelysning från industriområdena i hamnen blanda så att enslinjer och sjömärken blir svårare att se, samtidigt ger bakgrundsljus en extra visuell referens för att se girtendenser.

Sandöfjärden

Farledsrännan genom Sandöfjärden är relativt smal och farten är ca 3-4 knop och minskas succesivt in mot kajen. Med assistans från tre bogserbåtar används inte fartygets maskin för framdrivning. Vattendjupet i vändbassängen tillåter inte vändning av fullastat fartyg och fartyget förtöjs med styrbord sida till kaj med assistans av tre bogserbåtar. Giren utförs i låg fart och vågrörelserna är små innanför Klubbnäset varför inga krängningar uppstår under giren. Viss strömsättning kan förekomma.

3.3.2 Sandöleden ut

Vändning i hamnen

Vändbassängens diameter i Sandöfjärden kommer efter genomförda åtgärder att vara över 600 m dvs omkring dubbla fartygslängden av de största fartygen och ha ett djup av 12,85 m. Detta innebär att fartyg måste vändas i ballast och fartyg måste lastas med babordssidan mot kaj och stäven utåt. Vid avgång från Victoriakajen noterades att vattendjupet är begränsat vid kajen framför fartyget varför fartyget först måste lyftas ut för att gå fri utanför den grundare kajdelen. Assisterande bogserbåtar vid avgång följer med till dess att Klubbnäskanalen passerats. Beträffande avgång i mörker noterades att förhållandena förenklas av att det finns mindre bländande bakgrundsljus men att detta även kan minska möjligheten att visuellt observera girtendenser. I övrigt noterades inga väsentliga skillnader jämfört med ankomst genom Sandöleden.

3.3.3 Sandgrönleden, ankomst vinter med Supramax-fartyg i ballast

Isförhållanden

Söder om Rödkallen rör sig isen, och även upp till Sandgrönnhålet kan isrörelserna vara betydande. Den fasta isen innanför Sandgrönnhålet kan vara upptill 1 m tjock och utanför Sandgrönnhålet där isen är i rörelse kan upp till 15 m tjocka packisvallar bildas. I Sandöleden svarar den statliga isbrytningen för brytning fram till Larsgrundet och därefter tar hamnisbrytningen vid. För Sandgrönleden tillämpas havsisbrytning fram till Sandgrönnhålet och därefter hamnisbrytning. Vid havsisbrytning kan isbrytaren assistera genom att gå före och bryta ränna eller om ispressen är stor så kan fartyg bogseras i isbrytarens klyka i farter upp till 10 knop. Vid farledsbrytning med upprepade

brytningar och återfrysning av krossisen i rännan ökar den totala ismängden och när motståndet blir alltför stort måste en ny ränna brytas vid sidan om den första. Över Sandgrönnfjärden finns plats att bryta minst tre parallella rännor med tillräckligt vattendjup. Särskilda mötesrännor bryts också för att medge säkra fartygsmöten på Sandgrönnfjärden. Efter breddning och muddring av farledsytan i Sandöfjärden finns även möjligheter att bryta parallell ränna bredvid den ursprungliga om den inte kan användas pga istillväxt och återfrysning. Isrännan är idag dimensionerad för pråmar upp till 27 m bredd.

Lotsbordning

Vintertid kan lotsbordning ske mellan Rödkallen och Sandgrönnhålet eller norr om Sandgrönnhålet men senast vid Larsgrundet. Lotsarna har tillgång till hydrokopter för bordning av fartyg och andra transporter på det fasta istäcket.

Farledsmarkeringar

Farledsmarkeringarna i Sandgrönnhålet är mycket utsatta av drivande is och bojar kan ofta tryckas ned under isen och därmed inte bli synliga. Utmärkning bedöms vara angelägen för handelsfartygen medan isbrytare och bogserbåtar även anser att de kan bidra till ökad risk för skador genom påsegling och att förankringar mm kan fastna i propellrar. Två nya bottenfasta märken planeras för att säkerställa tydlig utmärkning av Sandgrönnhålet även vid svåra isförhållanden. Även på andra utmärkningar och fyrlyktor ställs särskilda krav på att de inte får slås ut eller skymmas av snö eller is.

Grundstötningsrisker

Vid passage genom Sandgrönnleden vintertid är det väsentligt att säkerställa att erforderliga isbrytningsresurser finns tillgängliga eftersom fartyg annars riskerar att fastna i isen och eftersom isen utanför det fasta istäcket kan röra sig i upptill 1-2 knop kan ett stillaliggande fartyg snabbt driva in på grunt vatten vid sidan av farledsytan och grundstöta. Om antalet fartygstransporter ökar enligt de prognoser som industrierna presenterat och som anges i åtgärdsvalstudien kommer det sannolikt att uppstå behov av kompletterande isbrytarkapacitet i Luleå. Om ett fartyg fastnar i det fasta istäcket är grundstötningsrisken liten men det kan däremot medföra betydande konsekvenser om fartyget därmed blockerar trafiken för andra fartyg i leden. I de fall då en isränna brutits i fast istäcke kommer passerande fartyg att tvingas följa och styras längs rännans kanter vilket därmed kan anses ha en reducerande effekt på grundstötnings sannolikheten. Det noterades dock att vissa fartyg utan lots av försiktighetsskäl håller sig nära isrännans kant i innerkurvan och även ibland breddar denna ränna och därmed begränsar isbrytarnas

möjligheter att planera för och vid behov bryta nya alternativa rännor i fast is innanför krossisfyllda befintliga rännor.

Risker för driftstörningar

Fartygsoperation i sträng kyla och is ställer krav på isklassade fartyg med kompetent och erfaren maskinrumspersonal. Exempelvis kan isbildning i vattenintag och sjövattekistor eller problem med hydraulisk utrustning öka risken för driftstörningar.

Scooterfärja

På Sandgrönfjärden anordnas vintertid en s.k. scooterfärja för att underlätta passage med snöscooter av den brutna isrännan. Den består av en flytande plattform som dras över rännan och på vilken en scooter med förare kan flyttas över rännan. Färjan opereras genom Luleå Hamns försorg.

Vändytor

De vändytor som vintertid används inne i hamnen kommer också få en succesiv tillväxt och återfrysning av krossis vid upprepad brytning. Vändytorna får därmed en begränsad livslängd och en normal vinter skapas och används tre olika vändytor i bassängen. Passagen genom Svartösundet och vändning på Gråskälfjärden används i högre grad vintertid.

Tilläggnig och avgång från kaj

Ansamling av krossis mellan fartygssidan och kajen kan ofta uppstå vintertid och försvåra tilläggnigen och innebära tidsödande manövrar för att spola undan isen. Även vid avgång kan isen vara besvärande och bogserbåtsassistans kan behövas för att först dra fartyget akteröver för att skapa utrymme för att få ut förskeppet från kajen.

Marakallenleden

Internationella rekommendationer om isnavigation föreskriver att det bör finnas alternativa farleder till hamnar där en farled riskerar att blockeras och bli obrukbar av särskilt svåra isförhållanden. I Luleå finns för detta ändamål en möjlig alternativ farled i den s.k.

Marakallenleden som från Rödkallen går i nordostlig riktning norr om Marakallen och därefter norrut och ansluter till Sandöleden vid Björnklack på Sörbrändöfjärden. Leden som är sparsamt utmärkt utan fyrar är ej en lotsled och används endast av fartyg som följer efter en isbrytare. Lots kan då tas ombord vid Larsgrundet.

3.3.4 Risker vid passage med större tonnage genom Norra Kvarken

Farled Nr 509 genom Norra Kvarken är relativt bred och rak med ett inrättat trafiksepareringssystem, TSS (Traffic Separation Scheme) vilket innebär att riskerna vid passage bedöms vara låga och säkerheten är hög. En förutsättning är att bottenklarningen är tillräcklig vid passage,

vilket styrks av de teoretiska beräkningar för ett maxfartygs bottenklarning som SSPA presenterat (SSPA, 2014). Vintertid med svåra isförhållanden kan dock passagen vara mycket problematisk pga drivis och packisvallar.

Den föreslagna muddringen för att medge passage av fartyg med upp till 15,0 m maxdjupgående innebär att mera djupgående fartyg än idag kommer att trafikera Bottenviken. Det är därför motiverat att kontrollsjömäta de områden som kan komma att trafikeras med större fartyg som ej har sjömts med moderna sjömätningmetoder. Sjömätning och kontroll är särskilt viktigt i områden nära svenska kusten där öppna råkar, som ligger utanför anvisade farledsstråk och rutter och som kan komma att trafikeras av fartyg med större djupgående än vad som tidigare skett. Denna sjömätning och verifiering av djup ingår som en del i förstudien.

3.3.5 Risker under fritidsbåtsäsongen

Ett relativt stort antal fritidsbåtar har sin hemmahamn i Luleå och många av dem passerar till/från hamnen genom Klubbnäskanalen och Sandöfjärden som är de farledsavsnitt där de stora handelsfartygen har minst utrymme för eventuella undanmanövrar. Fritidsbåtsäsongen är relativt kort. En av lotsarna uppger att han endast vid två tillfällen under fem års lotsning behövt ge signal för att uppmärksamma fritidsbåtar om kollisionsfara. I övriga delar av Sandöleden är utrymmet tillräckligt stort för att fritidsbåttrafiken inte skall behöva komma i konflikt med större fartyg. Konflikter och närsituationer med fritidsbåtar uppfattas generellt inte som något problem av lotsarna och föreslagen farledsuppgradering bedöms ytterligare bidra till att minska eventuella risker.

3.3.6 Risker under anläggningsfasen

Planerade muddringsarbeten förväntas kunna utföras under perioden maj – november under en tre- till fyraårsperiod. Arbetsperioden begränsas av issäsongen som förhindrar effektiva muddringsoperationer. Arbetena sker i stor utsträckning vid sidan om dagens farledsytor och väntas därför endast begränsa framkomligheten i måttlig omfattning. Muddringsperioden sammanfaller med perioden maj – december under vilken det är särskilt viktigt för SSAB att koltransporterna med Panamaxfartyg fungerar utan störningar.

4 Riskanalys

4.1 Prioriterade risker baserat på resultat av Hazid

Risk definieras i detta sammanhang som ett sammanvägt mått av sannolikheten för att en viss oönskad händelse skall inträffa och svårighetsgraden av en sådan händelses konsekvenser. Grundstötning, kollision och kontaktolyckor är de olyckstyper som främst står i fokus för utformning och uppgradering av farleder och under Hazid-fasen framstod grundstötningsolyckor som en prioriterad risktyp. Med hänsyn till trafikintensitet och tillgång till säkra mötesplatser i leden bedömdes inte kollisionsrisken vara prioriterad men kontaktolyckor kan tänkas ske i hamn och vid passage av smala farledsavsnitt och sjösäkerhetsanordningar.

De faror och möjliga riskscenarier som identifierats och diskuterats under Hazid-mötet är inte av den art att de enkelt låter sig jämföras, graderas och rangordnas utifrån sannolikhet och konsekvens men ett antal viktiga aspekter och kritiska platser har identifierats och blir nedan föremål för fortsatt kvalitativ bedömning.

De jämförande värderingar som görs mellan nollalternativet och huvudalternativet visar entydigt på att den föreslagna uppgraderingen gör farleden rakare och rymligare och därmed bidrar till ökad farledssäkerhet. De risker och svårigheter som särskilt framhålls är främst förenade med isförekomst och svåröversäglbara yttre förhållanden samt sådana risker som kan uppstå pga av tekniska fel ombord eller på assisterande bogserbåtar och isbrytare.

4.1.1 Grundstötning vid fastkörning i drivande is

Om ett fartyg fastnar i drivande is exempelvis utanför Sandgrönnhålet kan fartyget inom en relativt kort tid driva på grund om isen är i rörelse i ogynnsam riktning. Denna olyckstyp förebyggs genom att erforderlig isbrytarkapacitet snabbt finns tillgänglig eller assisterar om man befarar att problem annars kan uppstå.

Sannolikheten för de flesta olyckstyper kan antas vara proportionell mot antalet fartygspassager. Genom den planerade muddringen av Sandgrönleden från 8,7 m till 13,5 m leddjupgående kommer betydligt större tonnage att kunna trafikera leden och därmed kan transportarbetet utföras med färre fartygspassager. Konsekvenserna av en potentiell grundstötning i farledens närhet kan leda till bottenskador och möjligen läckage av bunkerolja. Eftersom hastigheten vid en drivande grundstötning är låg kan dock skadorna väntas vara måttliga jämfört med de skador som kan uppstå om

fartyget med fart går på ett grund. En allvarlig konsekvens av en grundstötning i farledens omedelbara närhet kan vara att det grundstötta fartyget hindrar passage av annan trafik, vilket kan leda till allvarliga störningar för industrin i synnerhet om det sker i den enda farleden som är möjlig att använda vintertid.

4.2 Övriga prioriterade risker baserat på simuleringsresultat och andra erfarenheter

4.2.1 Resultat av simuleringar genomförda 5-9 maj 2014

Totalt 26 simuleringar genomfördes med syftet att optimera utformning av muddrad farledsyta i ränna, girar och vändytor och slutligt fastsätta djup, linjedragning, utmärkning samt vindgränser. Efter varje simulering gjordes en nautisk utvärdering som sammanfattades i ett graderat bedömningsformulär.

Utvärderingsformuläret har en skala från 1-8 där 1 betecknar "låg risk/godkänd", 8 "hög risk/underkänd" och däremellan betecknar intervallet 4-5 "gränsfall. Samtliga utvärderingsresultat finns sammanställda och kommenterade i referens (SSPA, 2014). Ingen av de genomförda simuleringarna klassificerades som underkända och endast ett fåtal noteringar av gränsfall gjordes. Noterade gränsfall var dock ej relaterade till farledens utformning eller sträckning. Nedan sammanfattas några resultat av särskild relevans vad avser förändring av risk- och säkerhetsaspekter i farleden till följd av föreslagen uppgradering.

Farledens utformning:

Farleden uppfattas som bra och genom rakare farledsdragning och bredare farledsyta blir den mer lättmanövrerad och säkrare än tidigare. Några kompletterande justeringar gjordes under simuleringarna bl a vid Klubbnäset och i Sandgrön leden som därmed bedöms väl anpassad för vinternavigation och de särskilda krav som ställs för gång i is och isbrytning.

Farledsmarginaler, medelvärde bedömning; Låg risk 1,3

Sidomarkeringar, fyrar och enslinjer:

Vad gäller sidomarkeringar och fyrar har dessa frågor främst varit föremål för diskussion i Sandgrön leden och särskilt uppmärksammas vad gäller risker med bojar som vintertid kan tryckas ned under isen och försvinna. Följande två åtgärder infördes under simuleringarna för att öka säkerheten särskilt under svåra isförhållanden. Två bottenförankrade sidomarkeringar med fyrlykta i Sandgrön hålet

säkerställer att dessa förblir synliga även i sådana fall då issituationen tenderar att dra ned bojar under ytan. En ny fast fyr med ledande sektorer bidrar också till att minska risker orsakade av att vissa bojar kan dras ner av isen. Förändringarna bedömdes bidra till en god säkerhet under isförhållanden och minska riskerna av eventuellt ej synliga bojar.

Sidomarkeringar, medelvärde bedömning;	Låg risk 1,5
Enslinjer, medelvärde bedömning;	Låg risk 1,6

Restriktioner, mörker och vind:

Farleden är väl utmärkt även för mörkernavigering och inga indikationer om särskilda svårigheter eller begränsningar vad gäller mörkernavigering i den uppgraderade leden har påtalats.

Vad gäller vindrestriktioner gav simuleringarna i maj inte tillräckligt underlag för rekommendationer om vindgränser. I referens (SSPA, 2014) görs bedömningen att trafik med Östersjömax-fartyg bör vara möjligt i upptill 15 m/s men också att denna gräns är beroende av att bogserbåtskapacitet med tillräcklig kraft då finns tillgänglig.

Manövrering, vändning och bogserbåtar:

Simuleringar av manövrering och vändning med bogserbåtsassistans genomfördes främst med Östersjömax-fartyget som är störst och som har de största vindexponerade ytorna och därmed också är dimensionerande för erforderlig bogserbåtskapacitet. Initialt användes en ASD 50 (50 tons dragkraft) plus de i Luleå hamn idag tillgängliga Viscaria (60 tons dragkraft) samt Valkyria (32 tons dragkraft) men ASD 50 bedömdes inte tillräcklig och i efterföljande simuleringar ersattes den av en ASD 78 (78 tons dragkraft). Under utvärderingen påtalades att bogserbåtsarrangemanget med endast en ASD och två konventionella bogserbåtar för hanering av denna fartygsstorlek bedömdes vara alltför riskabelt och känsligt för exempelvis bortfall av ASD:n. Resultaten av utvärderingsformulären visade dock på låga risker för de genomförda simuleringarna men enstaka noteringar indikerade gränsfall.

Bogserbåtarnas marginaler, medelvärde bedömning;	Låg risk 1,5
Vändning av fartyget, medelvärde bedömning;	Låg risk 1,6
Fartygets manöverresurser, medelvärde bedömning;	Låg risk 1,6

4.2.2 Övriga kommentarer från den nautiska utvärderingen

Strömmens inverkan

Det rekommenderades att strömmodell bör finnas vid nästa

simuleringsomgång eftersom den vanligtvis utåtgående strömmen kan ge viss påverkan. Därför lades ström in, som av lotsarna ansågs vara representativ, under simuleringarna 29 september – 3 oktober 2014.

Tillgång till vind- och ströminformation

Utvärderingen framhåller behov av och vikten av tillgång till väder-, vind- och ströminformation. Exempelvis kan ett utbyggt ViVa-system utgöra en värdefull riskreducerande åtgärd.

Nya bogserbåtsresurser

Simuleringarna indikerar tydligt ett behov av förstärkt bogserbåtskapacitet och vikten av starta planeringen mot detta mål redan nu, framhålls.

Kajer

De nya stora fartygen innebär större förtöjningskrafter vilket lämpligen kan undersökas genom simuleringar. Anpassning av kajer liksom utrustning för att underlätta säker förtöjning såsom dockningslogg eller laseravståndsmätare mellan kaj och fartyg kan vara värdefulla riskreducerande åtgärder.

4.2.3 Resultat av kompletterande squatberäkningar

Kompletterande squatberäkningar gjordes för passage av Sandöleden, Sandgrönleden samt för Norra Kvarnen. Den önskvärda minsta bottenklarningen är 0,7 m. För alla fall utom ett uppgick den dynamiska klarningen till minst 0,9 m vilket bedömdes vara acceptabelt. (Vid ett fall passage in genom Sandgrönhållet blev dock klarningen endast 0,6 m vid 12,8 knop och djupgående T 13,6 m. Dessa konditioner bedöms dock ej helt realistiska eftersom normal fart är 10 knop och största statiska djupgående T är 13,5 m.)

Sammantaget visar beräkningarna således på att squateffekter inte kommer att utgöra någon väsentlig riskfaktor med de föreslagna maximala fartygsstorlekarna i de uppgraderade farlederna.

4.2.4 Simulering av felhändelser genomförda i oktober 2014

Under veckan 29 september – 3 oktober genomfördes kompletterande fullskalesimuleringar vid Sjöfartsverkets simulator i Göteborg varvid ytterligare lotsar fick tillfälle att pröva den nya farleden. Simuleringar gjordes vid olika vindstyrkor för att ge kompletterande underlag för att fastställa vindgränser. En ny fartygsmodell i ballast användes och ett antal justerade placeringar av fyrar och ensmärken, initierade efter föregående simuleringar samt efter genomförd rekognosering och därpå följande byggteknisk bedömning, prövades.

Under torsdagen 2 oktober genomfördes även ett antal simulerade haverier med olika typer av tekniska fel eller oväntade händelser. Farledsavsnitten utanför Klubbnäset har förhållandevis goda marginaler för att hantera eventuella tekniska fel och bedömdes vara väl utprovade genom det genomförda omfattande simuleringsprogrammet. Passagen genom Klubbnäskanalen och Sandöfjärden inklusive manövrering i hamnen har för de största fartygen dock små marginaler utanför farledsytan och säker manövrering är beroende av bogserbåtsassistans och involverar därmed flera aktörer och tekniska funktioner vilket introducerar ytterligare potentiella felkällor. Simuleringar av felhändelser gjordes därför endast för farledssträckan mellan hamnen och Vitfågelskär och med fokus på det största designfartyget av Östersjömax-storlek. Alla körningar gjordes i dager och med en utåtgående strömhastighet av max 0,5 knop. Fem olika simuleringar med felhändelser enligt tabellen nedan genomfördes:

Tabell 3 Genomförda felsimuleringar 2 oktober

Körning	Händelse	in/ut	Fartyg	Mått/Last-kondition	Vind m/s	Bogserbåtar
E1	Plötslig siktförsämring innanför Klubbnäset	in	Östersjömax	Ballast	N 5	ASD50 (Kemi), ASD78 (Luleå), Viscaria60, Viktoria32
E2	Aktra bogserbåt bortfall vid nedsaktning	in	Panamax	Full last 13,6	N 7	ASD50 (Kemi), Viscaria60, Valkyria32
E3	Maskinbortfall på väg ut efter Sandskär mot Klubbnäset	ut	Östersjömax	Last	SV 10	ASD50 (Kemi), ASD78 (Luleå), Viscaria60, Viktoria32
E4	Aktra bogserbåt bortfall precis innan vändning	in	Östersjömax	Ballast	SSV 12	ASD50 (Kemi), ASD78 (Luleå), Viscaria60, Valkyria32
E5	Vindbyar upp till 16 m/s	in	Östersjömax	Ballast	N 14+	ASD50 (Kemi), ASD78 (Luleå), Viscaria60, Valkyria32
Östersjömax: Dimensioner [m] L 327 x B 55 x T 15 i fullast och T 9,8 och Displacement 142 000 m ³ i dellast/ballast						
Panamax: Dimensioner [m] L 228 x B 32 x T 13,6 i fullast och Displacement 82 000 m ³						

Fartyg och bogserbåtar bemannades vid simuleringarna av olika grupper av lots plus styrman på fartyget och bogserbåtsskeppare och de informerades inte i förväg om vilken typ av felhändelse som väntades under simuleringen. Efter varje simulering gjordes liksom under simuleringarna i maj en kort genomgång av erfarenheter och resultat och ett graderat bedömningsformulär ifylldes av dem som agerat under respektive simulering. Utvärderingsformuläret har en skala från 1-8 där 1 betecknar "låg risk", 8 "hög risk" och däremellan betecknar intervallet 4-5 "gränsfall". Formuläret omfattar 6 olika riskaspekter att bedöma samt frågan huruvida givna

förutsättningar/felhändelser uppfattas vara realistiska (1) eller orealistiska (8).

Nedan beskrivs och kommenteras resultaten av de fem felsimuleringarna och medelvärdesbildade bedömningar av tre av de graderade utvärderingsresultaten anges för respektive simulering.

En komplett sammanställning av registrerade utvärderingssvar återfinns i Bilaga 2.

E1 Plötslig siktförsämring, ankomst med Östersjömax-fartyg i ballast, N 5 m/s

Efter passage av "point of no return" på Brändöfjärden utanför Klubbnäset försämras sikten stegvis först till 0,5 nm vid passage av Klubbnäskanalen och därefter i Sandöfjärden till 0,2 nm. Fartygets back syns från bryggan men sidomarkeringsbojar syns inte förrän de kommer så nära att de ändå är skymda bakom fribordskonturen. Passagen går bra genom att sidomarkeringsbojar och bogserbåtar tydligt kan urskiljas och identifieras med radar och AIS. Lotsen noterar att simulatorns radarbilder är tydligare än vad som ofta är fallet på verkliga fartyg och att lots-PC är ett värdefullt hjälpmedel vid denna typ av händelser. Plötsliga siktförsämringar av dimbankar eller täta snöbyar är realistiska scenarier som inte alltid kan förutses i förväg.

Helhetsbedömning;	Låg risk 2,0
Bogserbåtskapacitet;	Låg risk 1,5
Förutsättningar och händelser;	Realistiska 1,75

E2 Bortfall bogserbåt akter, ankomst med Panamax-fartyg i full last, N 7 m/s

Bogserbåt Kemi kopplad i akter, Viscaria i fören och Valkyria fri. Kemi bromsar 40 % och tar ner farten från 8 till 4 knop vid Klubbnäskanalen. Kemi får maskinstopp vilket detekteras inom 1 minut och efter ytterligare 4 minuter är trossen kapad. Valkyria kan koppla i akter och köra runt med slak tross vid 3 knops framfart. Passagen fullföljdes och fartyget vändes och förtöjdes med babord till kaj med hjälp av två bogserbåtar. Om det blåst hårdare hade man övervägt att inte vända och förtöja med styrbord sida till kaj. Realistiskt scenario men bogserbåtsbortfall hade kunnat vara än mer besvärligt om det skett under vändningsmanövern.

Helhetsbedömning;	Låg risk 2,5
Bogserbåtskapacitet;	Låg risk 2,5
Förutsättningar och händelser;	Realistiska 2,5

E3 Maskinbortfall, avgång Östersjömax-fartyg i full last, SV 10 m/s

Bogserbåt Viscaria kopplad i fören, ASD 78 (Luleå) i akter och Kemi och Valkyria vid sidan drar ut från kaj (tre bogserbåtar hade räckt om vinden hade varit < 10 m/s). Kemi och Valkyria går hem och ASD 78 agerar eskortbogserare medan Viscaria drar i leden över Sandöfjärden. Maskinbortfall i fartyget under svag styrbordsgir. Viscaria ökar från 40 till 75 %. ASD 78 byter sida för babordsgir mot Klubbnäskanalen i ca 5 knop. Sidbyte tar ca 1 minut (bör kunna gå på 30 s för renodlad eskortbogserare). Girarna gick bra trots maskinbortfall men det initiala felläget med SV 10 m/s och ASD 78 i akter för 20° styrbordsgir var ogynnsamt men klarades tack vare stark ASD. Det hade även kunnat gå med en 60 ton ASD, men med mindre hade babordsgiren kunnat bli svår. Användning av ASD-båt för styrning under eskort underlättas av träning och erfarenhet vilket inte alla berörda i detta fall har.

Helhetsbedömning;	Gränsfall 3,7
Bogserbåtskapacitet;	Låg risk 2,7
Förutsättningar och händelser;	Realistiska 2,0

E4 Bortfall bogserbåt akter, ankomst Östersjömax-fartyg i ballast, SV 12 m/s

Bogserbåt ASD 78 (Luleå) i akter, Viscaria kopplad i fören och Kemi och Valkyria redo på ömse sidor när fartyget närmar sig hamnbassängen och planerar för normal vändning styrbord. ASD 78 får problem vid tidpunkt 15:15 och 15:19 skickas Kemi att koppla i akter. Vid 15:21 ändras planen till att vända babord. Vändning går planenligt och tilläggning är kontrollerad. Hade vinden varit ännu starkare hade Valkyria kopplats midskepps för att bromsa drift mot kajen.

Helhetsbedömning;	Gränsfall 3,7
Bogserbåtskapacitet;	Låg risk 2,7
Förutsättningar och händelser;	Realistiska 2,0

E5 Ankomst Östersjömax-fartyg i ballast, N 14 m/s och hårda vindbyar

Bogserbåt ASD 78 (Luleå) i akter, Viscaria kopplad i fören, Kemi kopplas styrbord bog och Valkyria redo på styrbord sida när fartyget går in mot vändbassäng och vänder runt styrbord. Vinden är byig och periodvis över 16 m/s. Trots att alla bogserbåtar trycker på fartygets styrbordssida för att få in det till malmkajen går det inte utan att fartyget tenderar att driva ned mot boj Nr 130. När bojen är storleksordningen en fartygsbredd ifrån styrbordssidan beslutas att avbryta tilläggning och ge pådrag och roder för att lämna hamnen.

Utvärderingen visar entydigt på att de hårda vindbyarna gjorde bogserbåtskapaciteten otillräcklig för säker tilläggnig.

Helhetsbedömning;	Gränsfall 4,75
Bogserbåtskapacitet; Hög risk/oacceptabelt risk	6,0
Förutsättningar och händelser;	Gränsfall 3,75

4.3 Risker under anläggningsfasen

Planerade anläggningsarbeten utförs under en relativt kort tidsperiod (tre till fyra sommarsäsonger) i förhållanden till projektets drifttid (40 år) vilket innebär att den eventuella riskökningen som anläggningsarbetena kan medföra bedöms vara liten jämfört med den riskreduktion som uppgraderingen innebär under driftsfasen. Huvuddelen av muddringsarbetena sker i farledssegment innanför och nära Klubbnäset (18,6 miljoner m³) där väderförhållandena är relativt lugna och där fartygstrafiken passerar med reducerad hastighet.

Arbetena i farleden inne på Sandöfjärden består främst av breddning av den befintliga farledsytan vilket innebär att mudderverk, pråmar och arbetsbåtar kommer att ha sitt huvudsaliga arbetsområde utanför den nuvarande farledsytan varför riskerna för konflikter bedöms bli begränsade. Även befintlig farledsyta kommer dock att fördjupas, vilket innebär att trafiken kommer att påverkas. Med moderna hjälpmedel såsom AIS och VTS-information bedöms riskerna kunna förebyggas och begränsas.

Eftersom muddringsarbetena i Sandgrönnleden (2,6 miljoner m³) kommer att ske under sommarhalvåret dvs under den period då denna vinterfarled inte används i nämnvärd utsträckning av handelstonnage, bedöms kollisionriskerna här bli små under anläggningsfasen.

Eventuella kollisioner eller ombordläggningar kan innebära fara för personal på mudderverk och arbetsplattformar och båtar och skador kan även tänkas medföra utsläpp av dieselbränsle eller hydraulvätska.

Utsläpp från mudderverk och arbetsbåtar kan även tänkas ske exempelvis vid bunkring eller vid tekniska fel eller misstag utan inblandning av andra passerande fartyg.

4.4 Sammanställning av jämförande riskbedömning

Tabell 4 Sammanställning - jämförande riskbedömning, driftfasen. Högra kolumnen anger den sammanvägda riskförändringen då huvudalternativet genomförs jämfört med nollalternativet.

Ref. till kapnr	Alternativ, Risker Fara olycksscenario och kritiska platser	Nollalternativet		Huvudalternativet		Sammanvägd riskförändring för huvudalternativet
		Sannolikhet	Konsekvens	Sannolikhet	Konsekvens	
3.3.1 och 3.3.2	Grundstötning sommartid Sandöleden Felnavigering eller tekniska fel	Fartygsfrekvens ökar för att möta ökat transport-behov. Sannolikhet ökar	Bottenskador men små utsläpp. Trafikhinder.	Färre men större fartyg. Rakare och bredare led. Sannolikhet minskar	Bottenskador men små utsläpp. Större fartyg ger ej proportionellt större utsläpp.	Bredare och rakare farled, samt förbättrad utmärkning efter uppgradering minskar grundstötningsriskerna.
3.3.3 och 4.1.1	Grundstötning vintertid Sandgrönleden Fartyg fastnar i is och driver på grund eller navigerar fel pga av neddragna bojar	Fartygsfrekvens ökar för att möta ökat behov. Sannolikhet ökar	Bottenskador men små utsläpp under svårsanerade förhållanden.	Större fartyg ofta bättre is-kapacitet. Förbättrad utmärkning minskar sannolikhet.	Bottenskador men små utsläpp under svårsanerade förhållanden	Farledsuppgradering och färre men större fartyg minskar grundstötningsrisk väsentligt. Större fartyg påverkar ej konsekvenser av olyckor.
4.2.4	Grundstötning/kontakt under manöver vändning med bogserbåtar pga av tekniskt/mänskligt fel	Ökad fartygs-frekvens belastar befintlig bogserbåts-kapacitet mer	Trafikhinder grundstötning Trafikstörning pga bristande bogser-resurs.	Huvudalt in-begriper för-stärkt bogserbåts-kapacitet	Effektivare fartygshantering och ökade säkerhets-marginaler	Kompletterande ASD bogserbåtskapacitet ger större marginaler och bättre kontroll och effektivitet för alla fartyg.
3.3.1	Kollisioner mötande fartyg Sandö- och Sandgrönleden	Fartygsfrekvens och möten ökar -Sannolikhet ökar	Trafikhinder och utsläppsrisk	Rakare leder erbjuder goda mötesplatser	Större fartyg ger högre energier vid ev kollision	Riskerna minskar med bredare leder, fler mötes-platser och färre fartyg.
3.3.1	Påsegling av ankarliggare Vid Farstugrund eller Larsgrundet	Fartygsfrekvens och läktring ökar -Sannolikhet ökar	Fartygsskada och utsläpp	Mindre behov av läktring, större avstånd mellan led och ankarplats.	Större fartyg ger högre energier vid ev påsegling	Risker minskar genom färre ankarliggare och ökat avstånd från farleden.
3.3.3	Driftstörningar pga otillräcklig isbrytarkapacitet	Ökad trafik ökar sannolikheten	Driftstörning	Ny isbrytande bogserbåt minskar sannolikhet	Snabbare assistans	Ny ASD bogserbåtskapacitet ger effektivare hantering och assistans i led och till kaj.
3.3.5	Risker med fritidsbåtar närsituationer	Ökad trafik ökar sannolikhet	Personskador	Mindre trafik	Ev skador ej storleksberoende	Minskad risk i bredare leder.
4.2.4	Risk övántad sikt försämring eller hastig vindökning	Ökad trafik ökar sannolikhet	Grundstötn el kontaktolycka	Större fartyg fler med lots	Ny bogserkap. ger mer vindmarginal	Vindgränser och bogserkapacitet minskar risker.
3.3.4	Grundstötning N Kvarken	Fler fartyg ger ökad sannolikhet		Lägre sannolikhet		Planerad muddring säkerställer säker passage.
	Risker pga svall/avsänkning			större avsänkn.		Ev risker ej bedömda

5 Säkerhetshöjande åtgärder

FSA-metodiken innefattar att existerande och möjliga ytterligare säkerhetshöjande åtgärder identifieras och prövas med avseende på dess respektive riskreducerande effekter. De riskreducerande åtgärderna brukar särskiljas i två kategorier;

- Preventiva/Olycksförebyggande åtgärder som reducerar sannolikheten för att en olycka ska inträffa och
- Konsekvensreducerande åtgärder som minskar svårighetsgraden av olyckornas konsekvenser.

Båda typer av åtgärder har identifierats under riskidentifieringsprocessen och riskanalysen. Nedan redovisas viktiga identifierade åtgärder som ingår i Sjöfartsverkets pågående projekteringsarbete. Kapitlet ger även exempel och förslag till ytterligare kompletterande säkerhetshöjande åtgärder riktade mot specifika riskscenarier eller som på ett mera övergripande sätt kan bidra till ytterligare ökad säkerhet.

För att ytterligare förtydliga framställningen har beskrivningarna av de säkerhetshöjande åtgärderna nedan också sorterats efter sin karaktär i följande kategorier: restriktioner/resurser, procedurer, farledsförbättringar samt åtgärder under anläggningsfasen.

5.1 Preventiva åtgärder

Följande olyckspreventiva åtgärder har identifierats och ingår i Sjöfartsverkets pågående planeringsförutsättningar. Vissa är redan etablerade åtgärder för dagens trafik i farleden och i hamn men kan behöva ses över och kompletteras i samband med projektering enligt huvudalternativet.

5.1.1 Förstärkt bogserbåtskapacitet

Simuleringarna visar entydigt på ett ökat behov av bogserbåtsresurser för att säkert kunna hantera och assistera den framtida förväntade trafiken med större tonnage. Bogserbåtsarrangemang med upp till fyra bogserbåtar bedöms lämpligt för säker assistans och vändning av fartyg av den nya max-storleken. För att säkerställa tillräckliga marginaler och beredskap för eventuella tekniska fel under assistans eller eskort av fartyg i farleden bedöms det vidare lämpligt att två av bogserbåtarna är av ASD-typ medan de övriga två kan utgöras av konventionella bogserbåtar. Den under simuleringarna använda bogserbåtsflottan omfattade fyra båtar med drakrafter enligt nedan

och bedöms vara en lämplig utgångspunkt för fortsatt planering av utformning och anskaffning av framtida bogserbåtsresurser.

- ASD 78 ton dragkraft (Luleå)
- ASD 50 ton dragkraft (Kemi)
- Konventionell befintlig Viscaria 60 ton dragkraft
- Konventionell befintlig Viktoria 32 ton dragkraft

5.1.2 Isbrytningskapacitet

Framtida förväntad trafikökning i farlederna inomskärs medför även ökat behov av isbrytningsresurser för Luleå hamn. Det bedöms därför lämpligt att de ovan listade ASD bogserbåtsresurserna utformas med särskild hänsyn till att de även skall ha goda isbrytningsegenskaper.

5.1.3 Typ av utmärkning - ispåverkan

Neddragning av befintliga bojar för farledssidomarkering under isförhållanden är ett känt problem som kan medföra risker för felnavigering och oönskad kontakt med bojar eller bojförankringar.

Ett av bojparen i Sandgrönhållet planeras därför att ersättas med bottenfasta märken med fyrlyktor. Operativa och säkerhetsmässiga erfarenheter av detta byte bör följas upp och utvärderas för att eventuellt fortsätta med fler byten av motsvarande typ.

5.1.4 Restriktioner

- Idag gäller lotsplikt för alla fartyg med $L > 90$ m och för fartyg med $L \geq 200$ m x $B \geq 32$ m x $T \geq 10$ m gäller krav på två lotsar ombord. Gränserna kan eventuellt behöva ses över och anpassas med hänsyn till sammansättning av det förväntade framtida större tonnaget.
- Vindrestriktioner anpassas efter nya fartygsstorlekar och framtida tillgängliga utökade bogserbåtsresurser. Simuleringsresultaten utgör viktigt underlagsmaterial och indikerar att fartyg kan hanteras säkert i upptill 15 m/s förutsatt att bogserbåtsresurser kompletteras och får tillräcklig kapacitet, manöverförmåga och isbrytningsprestanda. Operationella erfarenheter kan efterhand göra att restriktionerna justeras.
- Restriktioner för alla passager i dålig sikt och i hård vind tillämpas och anpassas för att omfatta även de nya större fartyg som kan trafikera leden efter uppgraderingen.

- Kompletterande särskilda krav på fartyg när det gäller utformning, utrustning och träning kan övervägas.

5.1.5 Procedurer

- Procedurer för planering av möten mellan större fartyg ses över. Särskild vikt läggs vid att hitta nya procedurer för planering av möten och lämpliga mötesplatser eftersom framtida trafik förväntas öka.
- "Point of no return" etableras och anpassas för olika storlekskategorier inklusive de nya planerade max-storlekarna.
- Särskild "Passage plan" för kritiska farledssegment och passager kan upprättas av lotsar och Sjöfartsverkets nautiska råd och presenteras för Transportstyrelsen som fastsätter den i form av rekommendationer.
- Möten mellan stora fartyg bör undvikas i vissa områden. På sikt ökar antalet möten och behovet av mötesplatser med ökande antal och större fartyg. Noggranna procedurer och rutiner för planering av kommunikation om eventuella möten bör etableras och möten bör företrädsvis ske på raksträckor.
- Noggrant utformad och implementerad kommunikationsstruktur och procedurer för flyttning/demobilisering vid fartygspassager förbi kritiska muddriggsplatser under anläggningsfasen.
- Etablering av en särskild trafikordningsplan kan övervägas för anläggningskedet.

5.1.6 Farledsförbättringar

- Sandöleden muddras för att medge passage med tillräcklig bottenklarning för fartyg med upptill 15,0 m djupgående
- Sandgrönnleden muddras för att medge passage med tillräcklig bottenklarning för fartyg med upptill 13,5 m djupgående
- Farledsytor breddas för att säkerställa passage och bogserbåtsassistans av nytt större tonnage
- Farleden får delvis ny rakare sträckning och möjligheterna för säkra mötesplatser ökar.
- Erosionsskydd på branta mudderslänter exempelvis i Klubbnäskanalen motverkar erosion och därmed skred som kan leda till grundstötning.

- Lättillgänglig aktuell on-line information om strömsättningen exempelvis vid Klubbnäset och vindinformation för fartyg och lotsar.
- Regelbunden kontrollmätning av djup över farledsyta och muddrade slänter enligt etablerat schema för farledsunderhåll.
- Kontroll av utrustningen ombord.

5.2 Konsekvensreducerande åtgärder

Följande konsekvensreducerande åtgärder har identifierats. Vissa är redan etablerade åtgärder för dagens trafik i farleden och i hamnen men kan behöva ses över och kompletteras i samband med projektering enligt huvudalternativet.

5.2.1 Restriktioner

- Fartbegränsningar kan övervägas att införas och tillämpas för vissa kategorier av fartyg. Sådana restriktioner kan bidra till att kontaktkrafter och skador blir mindre vid påseglings- och kontaktolyckor. Fartgränser fastställs av Länsstyrelsen.

5.2.2 Procedurer

- Detaljerade nödlägesrutiner och beredskapsplaner etableras för anläggningskedet i farleden och hamnen. Exempelvis kan drift och spridning av oljeutsläpp begränsas om beredskapsplaner omfattar snabbt tillgängliga oljeskyddsresurser.
- Fastställda "Passage plans" för kritiska farledssegment och passager kan också ha en viktig konsekvensreducerande funktion.

5.2.3 Farledsförbättringar

- Olika typer av påseglingskyddande hinder som grundbankar eller liknande kan anordnas framför särskilt känsliga anläggningar eller byggnader vid sidan om farleden men bedöms inte vara aktuellt utmed den aktuella farleden. Förhållandena i hamnen, Svartösundet och Gråsjälsfjärden har inte närmare utvärderats i detta avseende.
- I händelse av en blackout eller annan situation då ett fartyg tappar manöverförmågan kan det vara värdefullt att känna till hur bottenförhållandena är vid sidan om farledsytan för att om så är möjligt styra fartyget till en plats där en grundstötning ger minst skador. För fartyg som passerat "point of no return" men av någon

anledning inte kan komma till kaj, diskuteras i vissa hamnar och farleder att anvisa/anlägga särskilda "runaway"-platser där fartyg kan sättas på grund med små skador och utan att blockera för övrig trafik. Sådan anläggning är dock ej aktuell i Luleå.

5.3 Anläggningsfasen

Under muddringsperioderna kan man överväga att temporärt förstärka befintlig VTS-funktion för utökad information om trafik och anläggningsarbeten för att säkerställa att onödiga väntetider undviks. Alla mudderverk och pråmar kommer att vara utrustade med AIS.

Eftersom farlederna till Luleå utgör VTS-område och med hänsyn till att alla större fartyg har lots som enkelt kan kommunicera och ha full överblick över de operationer som pågår i leden, bedöms trafiken med stora fartyg kunna upprätthållas utan att kollisions- eller grundstötningsriskerna ökar under anläggningsfasen. För mindre fartyg utan lotskrav och för sådana som har farledstillstånd, kan eventuella risker minimeras genom att temporärt skärpa lotskraven och genom tydlig information via lotsar och VTS-funktionen.

5.4 Förslag till ytterligare kompletterande riskreducerande åtgärder

Baserat på resultat av simuleringar, riskidentifieringsprocess och analys framstår vintertrafik under svåra isförhållanden som en faktor förenad med osäkerhet vad gäller förutsägbarhet som kan ge upphov till olika typer av risker. Risken för att farledsmarkeringsbojar dras ned under isen har uppmärksammats och åtgärder vidtagits för reducera problemet görs bl a genom ersätta eller komplettera bojarna med bottenfasta anordningar. Även dessa kan dock tänkas påverkas och skadas av drivande is. Det kan därför finnas anledning att även undersöka möjligheterna att ersätta eller komplettera sidomarkeringsbojar med virtuella sidomarkeringar.

Simuleringsmetodiken har visat sig vara värdefull för att undersöka olika fartygs förutsättningar för passage i den uppgraderade farleden. Det bör därför säkerställas att samtliga lotsar ges tillfälle att i simulator lotsa den nya storleken på fartyg i den nya farleden innan denna tas i bruk. Många av de fartyg som anlöper Luleå återkommer regelbundet och lotsarna lär känna deras egenskaper väl. De stora fartygen med dimensioner nära max-måtten kan ha skilda egenskaper mellan olika fartyg, beroende på utrustning, lastläge mm. I ett framtida fall med ett för lotsarna nytt och okänt fartyg med dimensioner nära de maximala, som planeras att trafikera den uppgraderade farleden till Luleå för

första gången, rekommenderas att särskilda försiktighetsåtgärder vidtas.

Rekommenderade vindhastighetsbegränsningar och vindriktningar bör särskilt iakttas och om så är möjligt kan även simuleringsstudier företas för att lotsar i förväg skall kunna bekanta sig med fartygets specifika egenskaper. Kunskap om fartyget kan även fås till sjöss genom att lotsen besöker och ”provkör” fartyget på lämplig plats för att förvissa sig om att dess manöveregenskaper är goda och fartyget är lämpat för passage genom farleden in till Luleå.

5.5 Kost-nytta aspekter för riskreducerande åtgärder

De ovan angivna planerade och övervägda åtgärderna är i olika grad förenade med kostnader och för vissa av åtgärderna kommer kostnaderna att fördelas över flera olika intressenter i projektet. I nuvarande skede är det svårt att uppskatta kostnaderna och dess fördelning över tid och olika intressenter.

För att kunna göra detaljerade kost-nytto-analyser av åtgärdsförslagen måste även de riskreducerande effekterna kvantifieras vilket också är mycket vanskligt då det handlar om möjliga skadekonsekvenser både på liv/hälsa, miljö, fartyg, infrastruktur och mjuka socioekonomiska värden. Den här presenterade riskanalysen omfattar därför ingen detaljerad kost-nytto-analys eller rangordning av vilka riskreducerande åtgärder som bedöms ge mest riskreducerande effekt per investerad krona.

Trafikverkets samhällsekonomiska analys (ÅVS, 2014) av olika alternativ för uppgradering av farleden till Luleå visar dock entydigt på samhällsekonomisk vinst för de olika alternativen och på störst vinst för det föreslagna huvudalternativet som innebär muddring för 15,0 m maxdjupgående sommartid samt fördjupning av Sandgrönleden för 13,5 m maxdjupgående för vintertrafiken.

6 Slutsatser och rekommendationer

6.1 Slutsatser

Huvudalternativet omfattar en rad säkerhetshöjande åtgärder med syfte att öka tillgängligheten i de allmänna farlederna till Luleå hamn. De planerade åtgärderna innebär att betydligt större fartyg kan trafikera Luleå och ger därmed både transportekonomiska och miljömässiga fördelar.

Risikanslysens jämförelser mellan nollalternativ och huvudalternativ visar att genomförandet av huvudalternativet medför att den sammanvägda riskbilden för driftfasen förbättras avsevärt jämfört med nollalternativet.

Förbättringarna är i första hand ett resultat av de planerade farleds- och uppgraderingsåtgärderna men även av att det framtida växande transportbehovet i huvudalternativet kommer att utföras av färre men större fartyg än vad som kan förväntas om motsvarande transportökning skall mötas i nollalternativet. Färre fartyg minskar sannolikheten för de flesta typer av olyckor och större fartyg har ingen motsvarande direkt koppling till allvarigare konsekvenser vid olyckor. De godsslag som dominerar fartygstransporterna till Luleå är bulk gods som malm och kol och utgör inga stora miljöhot om de skulle komma ut i havsmiljön jämfört med exempelvis lasten i olje- och kemikalie-transportfartyg och andra farligt gods-transporter. Hårda grundstötningsoolyckor med stora bulkfartyg kan dock tänkas ge betydande och svårsanerade utsläpp av bunkerolja. Tankarna är normalt placerade som botten tankar nära centerlinjen och långt akterut under maskinrummet och har därmed en relativt skyddad placering om fartygets främre bottenplåtar eller skrovsidor längs slaget mellan botten och sida skadas vid grundstötningar i låga hastigheter.

Anläggningsfasens varaktighet är kort i förhållande till driftfasens varaktighet men riskfrågor och säkerhetsåtgärder måste beaktas och planeras omsorgsfullt. Utbildning och träning av nödlägesplaner är också en viktig del i förberedelserna.

Arbetsfartyg och mudderverk samt pråmtransporter från muddringsområdena i farleden innebär tillkommande sjötrafik under anläggningsfasen och därmed ett tillskott till kollisionsriskerna. Antalet tillkommande fartygsrörelser och pråmtransporter under anläggningsfasen är dock litet i förhållande till de tillkommande fartygsrörelser som nollalternativet innebär i jämförelse med huvudalternativet under driftfasen.

Sammantaget bedöms de planerade uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet innebära en väsentligt säkrare farled än nollalternativet och riskerna under anläggningskedet är små och kan begränsas genom lämpliga åtgärder.

6.2 Rekommendationer

För att ytterligare öka säkerheten och komplettera de planerade uppgraderingsåtgärderna kan följande rekommendationer göras utifrån diskussioner förda under riskanalysprocessen.

- Trafik med större fartyg kommer att medföra behov av förstärkt bogserbåts- och isbrytarkapacitet. Det är viktigt att tidigt starta planering för anskaffning av förslagsvis en isbrytande ASD, eftersom en sådan inte kan betraktas som ett lättillgängligt standardfartyg.
- Vindlasterna på det nya större tonnaget ökar avsevärt jämfört med dagens största fartyg och bogserbåtsresurserna måste förstärkas och anpassas efter de nya max-storlekarna. Simuleringsresultat används som vägledning för att fastställa gränser. Vindgränser sätts initialt på ett konservativt sätt som ger marginaler och kan eventuellt efterhand anpassas att bli mindre restriktiva när ny bogserbåtskapacitet är inkörd och utprovad vad gäller hantering av ASD och eskortbogsering.
- Simuleringsteknik kan nyttjas för att verifiera de säkerhetshöjande effekterna av kompletterande åtgärdsförslag men även för att lotsarna i förväg skall kunna bekanta sig med hur stora och i Luleåfarlederna tidigare oprövade fartyg uppträder.
- Möjligheten att utnyttja Marakallenleden som en alternativ kompletterande vinterfarled bör övervägas med hänsyn till de svåra isförhållanden som tidvis kan råda runt Farstugrunden och Sandgrönnhålet. Sjömätning bör då genomföras och eventuellt även viss kompletterande farledsutmärkning speciellt anpassad för vinterförhållanden.

7 Referenser

- ÅVS. (2014). *Trafikverkets åtgärdsvalstudie 2014-09-01 - Kapacitetsutvidgning för råvarutransporter till och från Norrbotten via Luleå hamn.*
- PIANC. (1997). *Approach Channels, A Guide for Design" Supplement to Bulletin No. 95.* PIANC.
- Sjöfart, S. S. (2008). *Utrikes och inrikes trafik med fartyg 2007.* SIKÅ.
- SJÖFS. (2013:4). *Sjöfartsverkets tillkännagivande av register över allmänna farleder och allmänna hamnar.*
- SjöV. (2014). *Malmöporten i Luleå Samrådsunderlag 2014-10-29.*
- SSPA. (2014). *Nautisk utvärdering av fullskalesimuleringar i Luleå hamn Rapport RE20146898-02-00-A, 2014-08-21.*

Appendix 1: Hazid protokoll

Nr	HAZARD, fara	Orsak	Omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (1-3)	Konsekvens (1-3)	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärd	Komparativa scenarion Nuläge/0-alt /Uppgraderad led Numax/nymax storlek Lastad15/ballast11	Kommentarer
1 Anlöp sommartid uppggraderad Sandöled Östersjömaxfartyg 330 x 55 x 15 m									
1.1	grundstötning vid: Björnklack-	mänskligt fel	fartygsskada, hinder i led, utsläpp			träning, lots	reducerad fart		Fartygen går från 12-13 knop, vid Farstugrund till 8-9 vid Larsgr.
1.2		roderfel							
1.3		blackout							
1.4		vind (ström)							Inte det stora problemet idag
1.5		möte/väjnin g							Mellan Farstugrund och Larsgrundet i begränsingar för möten
1.6		utmärkning							
1.7	kollision vid:								
1.8									
1.9	kontakt vid:								
1.10									
1.11	Utsläpp								
1.12	Brand								
1.13	Annat								1 lots L90m, 2 lotsar L200m
1.14	Lotsbordnings risker								Öppen sjö svårt att borda?
1.15									
1.16									
2 Bogserbåtsassistans och vändning sommartid uppggraderad led Östersjömaxfartyg 330 x 55 x 15 m									
2.1	grundstötning vid:	mänskligt fel							
2.2		roderfel						Den planerade farleden är bättre än dagens	
2.3		blackout							Börjar bli tajtare och större risker för grundstötning, maxfart 10 knops fart utanför larsgrund efter 8 knop efter larsgrund, nere till 6 knop vid klubbäset
2.4		vind ström							
2.5		möte/väjnin							
2.6		bogserbåt						Större risk med större fartyg	Kopplas vid boj Nr 115 innanför Klubbäset
	kollision vid:								
	Kaj								Kajpersonal har inte alltid med sig VHS radio
	kontakt vid:								
	Utsläpp								
	Brand								
	Annat							Den nya sträckningen kommer längre ifrån läkringsplatsen vilken minskar risken för	

Appendix 1: Hazid protokoll

Nr	HAZARD, fara	Orsak	Omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (1-3)	Konsekvens (1-3)	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärd	Komparativa scenarion Nuläge/0-alt /Uppgraderad led Numax/nymax storlek Lastad15/ballast11	Kommentarer
3 Avresa sommartid uppggraderad Sandöled Östersjömaxfartyg 330 x 55 x 15 m									
3.1	grundstötning vid:	mänskligt fel							
3.2		roderfel							
3.3		blackout							
3.4		vind (ström)							
3.5		möte/väjning							
3.6		utmärkning							
	kollision vid:								
	kontakt vid:								
	Utsläpp								
	Brand								
	Annat								Teknisk begränsning närmast kajen längst i öster, betydande grundklack
4 Anlöp vintertid uppggraderad Sandgrönnsled Supramax 230 x 32 x 13,5									
4.1	grundstötning vid:	mänskligt fel						Blir bättre i framtiden med mindre girar	Dock fler större fartyg i framtiden
4.2		roderfel							
		blackout							Om fartygentas in via Farstugrund finns risken att fartyget fastnar i isen och i värsta fall blir drivande med isen som kan röra sig upp emot 1 knop.
		vind (ström)							
		möte/väjning							
		utmärkning							
	kollision vid:								
	kontakt vid:								
	Utsläpp								
	Brand								
	Annat							Åtgärderna ger större möjligheter att göra en ny parallell ränna när den gamla rännan fryser igen.	Självgångare, kan gena i kurvor och där fastna

Appendix 1: Hazid protokoll

Nr	HAZARD, fara	Orsak	Omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (1-3)	Konsekvens (1-3)	Preventiv säkerhetsåtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhetsåtgärd	Komparativa scenarion Nuläge/0-alt /Uppgraderad led Numax/nymax storlek Lastad15/ballast11	Kommentarer
	Annat							Åtgärderna ger större möjligheter att göra en ny parallell ränna när den gamla rännan fryser	Självgångare, kan gena i kurvor och där fastna
5 Bogserbåtsassistans och vändning vintertid uppgrederad led Supramax 230 x 32 x 13,5									
5.1	grundstötning vid:	mänskligt fel							
		roderfel							
		blackout							
		vind ström							
		möte/väjnin							
		bogserbåt							
	kollision vid:								
	kontakt vid:								Det är ett problem idag att få in båtar till kajen på grund av att is anslamlas mellan kaj och fribordssidan
	Utsläpp								
	Brand								
	Annat							Kommer få större möjligheter att göra en ny parallell ränna när den gamla rännan fryser	
6 Avresa vintertid uppgrederad Sandgrönnsled Supramax 230 x 32 x 13,5									
6.1	grundstötning vid:	mänskligt fel							
		roderfel							
		blackout							
		vind (ström)							
		möte/väjnin							
		utmärkning							
	kollision vid:								
	kontakt vid:								
	Utsläpp								
	Brand								
	Annat								
7 Passage genom N Kvarken med Östersjömaxfartyg 330 x 55 x 15 m									
7.1	grundstötning vid:	mänskligt fel							Farleden erbjuder inga nautiska svårigheter men islåget kan vara mycket
		roderfel							Viss muddring även på finska sidan kan erfordras
		blackout							
		vind (ström)							Efter muddring; Klarning tillräcklig även med hänsyn till squat
		möte/väjnin							
		utmärkning							
	kollision vid:								
	kontakt vid:								Risk för krängningar
	Utsläpp								
	Brand								
	Annat								

Nr	HAZARD, fara	Orsak	Omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (1-3)	Konsekvens (1-3)	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärd	Komparativa scenarion Nuläge/0-alt /Uppgraderad led Numax/nymax storlek Lastad15/ballast11	Kommentarer
	Annat								
8 Risker under anläggningsfasen									
8.1	kollision med mudderverk i Sandöleden vid:								Alla muddringsfartyg kommer ha AIS transponder och kollisioner mellan den ordinarie trafiken och muddringsverk bedöms vara
	kollision med mudderverk i Sandöleden vid:								
	kollision med mudderverk i Sandgrönnsleden vid:								
	kollision med mudderverk i Sandgrönnsleden vid:								

Simulering Nr: **E1**

Lots/Befälhavare/Bogserbåtsskeppare: 4 st

Markera din upplevelse nedan med ett kryss: (specificera med kommentarer)

Låg risk / Acceptabelt			Gränsfall		Hög risk / Ej acceptabelt		
Helhetsbedömning av körningen							
1	2 2,0	3	4	5	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen ?							
1	2 1,5	3	4	5	6	7	8
Hur upplever du bogserbåtarnas marginaler/kapacitet							
1	2 1,5	3	4	5	6	7	8
Hur upplevde du åtgärderna pga oväntad händelse? (manöver och utrymme)							
1	2 2,25	3	4	5	6	7	8
Hur upplever du farledsmarginalerna, dvs. utrymmet i farleden för säker navigering							
1	2 1,75	3	4	5	6	7	8
Hur upplever du fartygets manöverresurser (roderutslag, maskinpådrag etc.)							
1	2 2,25	3	4	5	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen?							
Realistiska 1	2 1,75	3	4	5	6	7	Orealistiska 8
Kommentarer							
Lots-PC en förutsättning – Typ MariMatel							
Noter att förutsättningarna ”ombord” i simulatoren är väsentligt bättre än vad standardfartyget erbjuder. Point of no return; Brändöfjärden – därefter för sent.							

Simulering Nr: **E2**

Lots/Befälhavare/Bogserbåtsskeppare: 2 st

Markera din upplevelse nedan med ett kryss: (specificera med kommentarer)

Låg risk / Acceptabelt			Gränsfall		Hög risk / Ej acceptabelt		
Helhetsbedömning av körningen							
1	2	3 2,5	4	5	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen ?							
1	2 2,0	3	4	5	6	7	8
Hur upplever du bogserbåtarnas marginaler/kapacitet							
1	2	3 2,5	4	5	6	7	8
Hur upplevde du åtgärderna pga oväntad händelse? (manöver och utrymme)							
1	2 2,0	3	4	5	6	7	8
Hur upplever du farledsmarginalerna, dvs. utrymmet i farleden för säker navigering							
1	2 2,0	3	4	5	6	7	8
Hur upplever du fartygets manöverresurser (roderutslag, maskinpådrag etc.)							
1	2 2,0	3	4	5	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen?							
Realistiska 1	2	3 2,5	4	5	6	7	Orealistiska 8
Kommentarer							

Simulering Nr: **E3**

Lots/Befälhavare/Bogserbåtsskeppare: 3 st

Markera din upplevelse nedan med ett kryss: (specificera med kommentarer)

Låg risk / Acceptabelt			Gränsfall		Hög risk / Ej acceptabelt		
Helhetsbedömning av körningen							
1	2	3	4 <i>3,7</i>	5	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen ?							
1	2	3 <i>2,5</i>	4	5	6	7	8
Hur upplever du bogserbåtarnas marginaler/kapacitet							
1	2	3 <i>2,7</i>	4	5	6	7	8
Hur upplevde du åtgärderna pga oväntad händelse? (manöver och utrymme)							
1	2	3 <i>3,0</i>	4	5	6	7	8
Hur upplever du farledsmarginalerna, dvs. utrymmet i farleden för säker navigering							
1	2	3 <i>2,7</i>	4	5	6	7	8
Hur upplever du fartygets manöverresurser (roderutslag, maskinpådrag etc.)							
1	2	3	4	5	6 <i>5,5</i>	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen?							
Realistiska 1	2 <i>2,0</i>	3	4	5	6	7	Orealistiska 8
Kommentarer							
De problem som upplevdes med eskortbogsering kan till viss del härledas till bristande kunskap om hur dessa bör användas							

Simulering Nr: **E4**

Lots/Befälhavare/Bogserbåtsskeppare: 4 st

Markera din upplevelse nedan med ett kryss: (specificera med kommentarer)

Låg risk / Acceptabelt			Gränsfall		Hög risk / Ej acceptabelt		
Helhetsbedömning av körningen							
1	2	3 3,0	4	5	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen ?							
1	2	3 2,3	4	5	6	7	8
Hur upplever du bogserbåtarnas marginaler/kapacitet							
1	2	3	4 3,5	5	6	7	8
Hur upplevde du åtgärderna pga oväntad händelse? (manöver och utrymme)							
1	2	3 2,5	4	5	6	7	8
Hur upplever du farledsmarginalerna, dvs. utrymmet i farleden för säker navigering							
1	2 2,0	3	4	5	6	7	8
Hur upplever du fartygets manöverresurser (roderutslag, maskinpådrag etc.)							
1	2 2,0	3	4	5	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen?							
Realistiska 1	2	3 2,5	4	5	6	7	Orealistiska 8
Kommentarer							
Vid denna vind behövs ASD 78+ för att säkerställa tillräckiga marginaler.							
Dessa bogserbåtar är minimum i detta fall med vindtryck ca 100 ton och bogserbåtskapacitet ca 107 ton vid 75% belastning							
Detta är gränsfall vad gäller bogserbåtsbestyckning. Om det blir vindbyar räcker inte denna bogserbåtsbestyckning.							

Simulering Nr: **E5**

Lots/Befälhavare/Bogserbåtsskeppare: 4 st

Markera din upplevelse nedan med ett kryss: (specificera med kommentarer)

Låg risk / Acceptabelt			Gränsfall		Hög risk / Ej acceptabelt		
Helhetsbedömning av körningen							
1	2	3	4	5 4,75	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen ?							
1	2	3	4	5 5,0	6	7	8
Hur upplever du bogserbåtarnas marginaler/kapacitet							
1	2	3	4	5	6 6,0	7	8
Hur upplevde du åtgärderna pga oväntad händelse? (manöver och utrymme)							
1	2	3	4 3,75	5	6	7	8
Hur upplever du farledsmarginalerna, dvs. utrymmet i farleden för säker navigering							
1	2	3	4 3,25	5	6	7	8
Hur upplever du fartygets manöverresurser (roderutslag, maskinpådrag etc.)							
1	2	3	4	5 4,25	6	7	8
Hur upplevde förutsättningar och händelser under körningen?							
Realistiska 1	2	3	4 3,75	5	6	7	Orealistiska 8
Kommentarer							
Vind \geq 15 m/S är helt klart över gränsen.							
Man skulle inte provat att trycka utan avbrutit tidigare när så hårda vindbyar noterades.							
Pga av den kraftiga vindökningen blev bogserbåtarna otillräckliga och beslut togs om att gå ut igen.							
)							

