



RAPPORT

Datum:
2014-01-31

SSPA Rapport Nr.:
RE20116032-01-00-A
Riskanalys MKB Mälaren

Projektledare:
Ulrika Roupé

Författare:
Johannes Hüffmeier
Björn Forsman
bjorn.forsman@sspa.se
031 772 9059

Handelsbolaget Mälarledskonsortiet
c/o Structor Miljöbyrån Stockholm
Terminalvägen 36
171 73 Solna

Referens:

Jenny Lindgren, Structor Miljöbyrån Stockholm
Kontrakt 12-03-09, Monica Granberg. ATR 12-12-18 Aktivitet 141000

Risk och säkerhet i Mälarprojektet – Riskanalys för uppgradering av kanal, sluss och farled

Sjöfartsverkets planerade Mälarledsprojekt syftar till att förbättra sjösäkerheten och tillgängligheten i de allmänna farlederna genom Södertälje kanal till hamnarna i Västerås och Köping. Denna riskanalys belyser de maritima risk- och säkerhetsaspekterna i projektet ur ett jämförande perspektiv mellan ett nollalternativ och det föreslagna huvudalternativet. Risker under såväl anläggningsfas som den långsiktiga driftsfasen belyses med hänsyn till förväntad sjötrafik i leden. De redovisade analysresultaten visar att de planerade uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet bedöms innebära en väsentligt säkrare farled än nollalternativet.

SSPA Sweden AB

Jim Sandkvist
Avdelningschef
Maritime Operations

SSPA Sweden AB

Ulrika Roupé
Projektledare
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

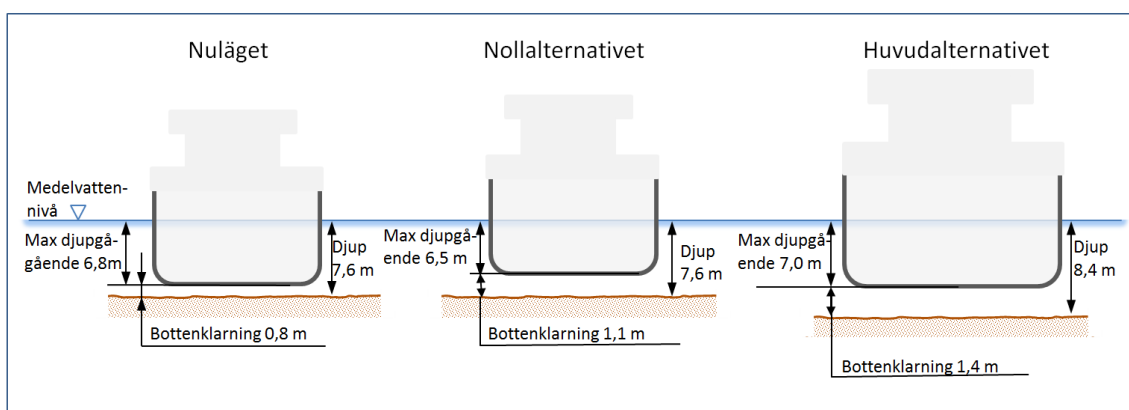
Sammanfattning och rekommendationer

Denna riskanalys baseras på information från simuleringsstudier och riskidentifieringsmöten som genomförts inom Mälärprojektet. Analysen redovisar i ett jämförande perspektiv hur riskerna vid genomförandet av planerade åtgärder (huvudalternativet) förändras i förhållande till nuläge och nollalternativet (den framtida utvecklingen om projektet inte genomförs).

Den första delen av analysen beskriver bakgrundsfakta och statistik samt karaktäristiska väder- och klimatförutsättningar för sjöfarten i Mälaren. Olycksstatistik redovisas för att belysa vilka typer av risker som finns idag och den visar att grundstötningsolyckor är en relativt vanlig olyckstyp. Dagens fartygstrafikbild har analyserats utifrån AIS-registreringar¹ och statistik. Prognoser av framtida trafikscenarion visar att trafikutvecklingen i huvudalternativet kommer att utgöras av färre men större fartyg än i nollalternativet.

Nollalternativet innebär att inga muddringsåtgärder genomförs (utöver rutinmässig underhållsmuddring), och att dagens djup och bredd av farleden består. Transportstyrelsens rekommendationer angående minsta bottenklarning (vattendjup mellan fartyget och havsbotten) innebär att det maximala djupgåendet för fartyg i Mälärleden minskar från dagens 6,8 m till 6,5 m för nollalternativet.

Huvudalternativet omfattar bland annat muddring och breddning av farlederna till Västerås och Köping som medger ett leddjupgående av 7,0 m enligt Transportstyrelsens riktlinjer, spontning och muddring av Södertälje kanal samt breddning och förlängning av slussen i Södertälje så att fartyg med upp till 160 m längd och 23 m bredd kan trafikera Mälaren. Dagens leddjupgående (fartygens djupgående) innebär en minsta statisk bottenklarning av 0,8 m. I nollalternativet blir den 1,1 m och för huvudalternativet 1,4 m, se figuren nedan.



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 (Hazard Identification). Vid detta riskidentifieringsmöte i januari 2013 identifierades 53

¹ AIS, Automatic Identification System. Internationellt system för observation av fartygs aktuella position.

olika riskscenarier i farleden. Dessa scenarier graderas utifrån ett riskindex, baserat på bedömd sannolikhet och konsekvens. Bedömningen görs också utifrån riskförändringsfaktorer som speglar skillnaden mellan noll- och huvudalternativ.

Jämförelser mellan nollalternativ och huvudalternativ visar att planerade åtgärder också medför att den sammanvägda riskbilden för driftfasen förbättras avsevärt.

Tabellen nedan sammanfattar de faror som identifierats och den sammanvägda riskförändringen för varje fara. Projektets genomförande samt de planerade åtgärder som kommer att vidtas i samband med projektet minskar risken ytterligare för dessa identifierade faror.

Fara, olycksscenario och kritiska platser	Alternativ Risker	Nollalternativet		Huvudalternativet		Sammanvägd riskförändring för huvudalternativet
		<i>Sannolikhet</i>	<i>Konsekvens</i>	<i>Sannolikhet</i>	<i>Konsekvens</i>	
1. Bropåsegling Hjulstabron och Kvicksundsbron	Beror av antal fartyg och fartygslängd.	Mindre massa lägre krafter.	Färre fartyg. Mindre marginaler.	Påseglingsskydd eliminerar stora ev trafikstörningar på broarna.	Nya ledverk, påseglingsskydd och färre passager minskar risk men längre och bredare fartyg ger mindre marginaler.*	
2. Grundstötning Isrännor genom farledskrökar och andra trånga farledspassager	Beror av antal fartyg. Införande av Transportstyrelsens rekommendationer ger färre olyckor än nu.	Måttliga bottenskador men få/små utsläpp.	Färre fartyg. Åtgärder i farled ger färre grundstötningar.	Måttliga bottenskador men få/små utsläpp.	Farledsuppgradering och färre fartyg minskar grundstötningensrisken väsentligt. Större fartyg påverkar ej konsekvenser av olyckor.	
3. Kollisioner mellan fartyg I trånga farledskrökar/passager samt i komplexa farledskorsningar, t ex Björkfjärden och Västerås /Fulleröfjärden	Proportionell mot antal fartyg.	Utsläpp från 1 lasttank ca 580 t diesel eller ca 100 t bunker.	Färre fartyg. Åtgärder ger säkrare möten.	Utsläpp från 1 lasttank ca 650 t diesel eller ca 150 t bunker.	Farledsuppgradering och färre fartyg minskar kollisionsrisk väsentligt. Större fartyg påverkar konsekvenser marginellt.	
4. Utsläpp/brand i urban miljö Södertälje kanal och sluss	Mycket låg. Proportionell mot antal fartyg.	Potentiellt stora konsekvenser vid totalhaveri med bensin el. ammoniak.	Färre fartyg. Åtgärder i sluss/kanal minskar risk.	Potentiellt stora konsekvenser vid totalhaveri.	Färre fartyg och åtgärder i sluss/kanal ger lägre risk. Sannolikhet för totalhaveri med fatygsstorleksberoende konsekvenser bedöms vara tillräckligt låg.	
5. Påsegling i urban miljö Södertälje kanal och sluss	Beror av antal fartyg och djupgåendet.	Mindre massa ger lägre krafter.	Beror av antal fartyg och djupgåendet.	Större massa ger större krafter.	Färre fartyg. Större djupgående minskar risk för djup inträngning i kaj och kanalsida.	
6. Risker pga svall/avsänkning² Snäckviken Södertälje	Låg fart och max 5 % blockering.	Genererar mkt liten bottenström.	Låg fart och max 7 % blockering.	Marginell påverkan på bottenström.	Risken för spridning av förorenade bottensediment är oförändrat liten.	

* Under analysprocessen av simuleringar och riskbedömning har huvudalternativet utvecklats och åtgärdsförslagen modifierats. Bl a ska ytterligare åtgärder för att underlätta passage av Kvicksundsbron vidtas och Trafikverket utreder hur Hjulstabrons passagespann skall kunna anpassas för större fartyg. Genom dessa åtgärder kommer farleden i sin helhet att kunna anpassas till den nya maximala fartygsstorleken och identifierade faror i samband med nedan i texten angivna "flaskhalsar" bedöms kunna minimeras.

² Andra områden där svall och avsänkningseffekter kan vara förenade med risker och miljökador behandlas i separat delrapport (Konsekvensutredning - Naturmiljö). Dessa risker är låga.

Förbättringarna beror i första hand på att den planerade muddringen och förbättringarna i farleden kommer att öka säkerhetsmarginalerna för fartygen, men också att framtida transporter i huvudalternativet kommer att utföras av färre men större fartyg än i nollalternativet. Färre fartyg minskar sannolikheten för de flesta typer av olyckor och större fartyg innebär som regel inte allvarigare konsekvenser än mindre fartyg vid olyckor. Resultatet av projektet blir alltså att de fartyg som trafikerar området i framtiden kommer att ha högre säkerhetsmarginaler i farleden, samt att det blir färre men större fartyg. Kollisionsrisker föreligger där farledsgrenar korsar varandra, vid platser där fartyg möts samt i hamnar och är i hög grad beroende av trafikfrekvensen. Huvudalternativet, som förutspås innebära en mindre ökning av antalet fartyg än i nollalternativet, ger därför väsentligt lägre kollisionsrisk än nollalternativet (se nr 2 och 3 i tabellen ovan).

Ett av de identifierade olycksscenarioerna (se nr 1 i tabellen ovan) där planerade åtgärder inte fullt ut kan anpassas efter de nya maximala fartygsdimensionerna är bropåsegling. Passageöppningens bredd i Hjulstabron utgör enligt de planerade åtgärdernas ursprungliga utformning en "flaskhals" för säker passage med de största fartygen. Bropassagen i Kvicksund är visserligen bredare än den vid Hjulstabron men även Kvicksund tenderar att bli en "flaskhals" i Mälarleden. Trafikverket genomför för närvarande en utredning om Hjulstabron och hur passagespannets utformning ska anpassas efter de större fartygen.

I Kvicksund är det dock i första hand farledskrökarna väster om bron som kan medföra svårigheter att rikta upp fartygets kurs väl innan bropassage. Åtgärder för att minska riskerna vid bropassager har därför inkluderats i projektet. Med planerade säkerhetshöjande åtgärder vid broarna som förstärkta ledverk, rakare farled och vindrestriktioner samt med hänsyn till att antalet passager blir färre, bedöms riskerna vid huvudalternativet bli mindre än vid nollalternativet.

Planerade uppgraderingsåtgärder (framförallt muddring) och färre fartygspassager innebär att risken för brand och utsläpp i Södertälje är mindre vid planerade åtgärder än vid nollalternativet (se nr 4 i tabellen ovan).

Vid jämförelse mellan nollalternativet och huvudalternativet för påsegling i urban miljö (se nr 5 i tabellen ovan) konstateras att sannolikheten för påsegling blir avsevärt större i nollalternativet pga. av högre trafikfrekvens och även delvis pga. av att fartygen i nollalternativet är mindre djupgående och därmed inte grundstöter och bromsas lika tidigt av naturliga uppgrundningar och muddringsslänter. För huvudalternativet skulle dock konsekvenserna av eventuella påseglingsolyckor kunna bli mer omfattande vid platser med fullt djup intill stranden/kajen där fartyg med större massa skulle kunna tränga längre in kajer eller strandbankar, men denna konsekvens bedöms ändå som måttlig.

De planerade uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet bedöms alltså innebära en väsentligt säkrare farled än nollalternativet.

Risker under anläggningskedet är små och kan begränsas genom lämpliga åtgärder, vilka omhändertas bland annat inom ramen för projektets kontrollprogram.

Huvudalternativets säkerhetsmässiga, transportekonomiska och miljömässiga fördelar kommer ytterligare att förstärkas då passageöppningens bredd vid Hjulstabron³ kommer att ökas.

Riskidentifieringen och den Hazid som redovisas i rapporten gjordes tidigt i projektet som underlag för planering och projektering av säkerhetshöjande åtgärder. Under arbetet med riskanalysen har säkerhetshöjande åtgärder identifierats och beslut har tagits om att genomföra flera av dessa, exempelvis förstärkning av ledverk i Kvicksund, utmärkning av farleden samt restriktioner vid bropassager i dålig sikt och i hård vind. Simuleringsresultat och riskidentifiering visar på att passagespannet under Hjulstabron är för smalt för säker passage av fartyg med den största planerade storleken. Bron kommer emellertid att byggas om av Trafikverket och därmed anpassas för passage även av de större fartygen. I Sjöfartsverkets ansökan ingår därför enbart de påseglingskydd (grundbankar) som planeras intill dagens bro. Slutsatserna i denna rapport såvitt avser den allra största fartygsstorleken grundas således på att dessa fartyg passerar Hjulstabron först när ombyggnad av bron har skett.

³ Trafikverket har beslutat att genomföra en utredning kring utformningen av Hjulstabron för att ytterligare förbättra skyddet av bron och öka sjösäkerheten vid fartygspassager med större fartyg. Trafikverket kommer att lämna in en separat tillståndsansökan för ombyggnad av Hjulstabron

Innehållsförteckning

.....	2
Sammanfattning och rekommendationer	3
1 Inledning	10
1.1 Bakgrund.....	10
1.2 Syfte.....	10
1.3 Avgränsningar	10
1.4 Metodik.....	11
2 Områdesbeskrivningar och förutsättningar	14
2.1 Miljöförutsättningar.....	14
2.2 Klimat och sjöförhållanden.....	14
2.2.1 Vindförhållanden.....	15
2.2.2 Strömförhållanden.....	15
2.2.3 Vågor.....	15
2.2.4 Sikt.....	15
2.2.5 Isförhållande	16
2.2.6 Vattenstånd.....	16
2.3 Alternativredovisning	17
2.3.1 Nollalternativet	17
2.3.2 Planerade åtgärder	18
2.3.3 Jämförelse mellan alternativen och nuläget.....	19
2.4 Farledsdesign.....	19
2.4.1 PIANCs rekommendationer för farledsdjup.....	21
2.4.2 PIANCs rekommendationer för farledsbredd	21
2.5 Dagens fartygstrafik.....	21
2.5.1 Godsslag.....	22
2.5.2 Exempel på tankfartyg och bulkbåtar som trafikerar Mälaren	23
2.5.3 Trafikprognos	24
2.5.4 Framtidens typfartyg.....	25
2.6 Fartygsolyckor och tillbud i Mälaren.....	27
2.6.1 Bropåseglingsolyckor	27
2.6.2 Särskilt uppmärksammade olyckor	27
2.6.3 Grundstötningsolyckor i Mälaren	28
2.6.4 Fartygskollisioner i Mälaren	29
2.6.5 Utsläppsstatistik Mälaren.....	29
2.7 Dagens lotsning.....	29
2.8 Övriga planerade och pågående projekt i Mälaren	30
3 Riskidentifiering - Hazid.....	31
3.1 Deltagare.....	31

3.2	Strukturerad genomgång av olika risker	32
3.2.1	Uppföljning av diskussioner och komplettering av protokoll.....	33
3.2.2	Gradering av skalor för bedömning av sannolikhet och konsekvens	33
3.2.3	Riskmatris och riskindex RI.....	34
3.2.4	Risikförändring ΔR - Jämförande riskbedömning mellan nollalternativ och huvudalternativ	35
3.2.5	Jämförande bedömningar med och utan planerad uppgradering.....	36
3.3	Hazid-resultat	36
3.3.1	Riskindex RI.....	36
3.3.2	Risikförändring ΔR efter genomförda åtgärder	38
3.3.3	Tolkningsexempel.....	39
4	Risikanalys.....	41
4.1	Prioriterade risker baserat på resultat från Hazid.....	41
4.1.1	Högt riskindex	41
4.1.2	Medelhögt riskindex	42
4.1.3	Lågt riskindex	47
4.1.4	Jämförande riskperspektiv	47
4.1.5	Ökad risk då huvudalternativet genomförs.....	47
4.1.6	Oförändrad risk då huvudalternativet genomförs	48
4.1.7	Lägre risk då huvudalternativet genomförs.....	49
4.2	Övriga prioriterade risker baserat på simuleringsresultat och andra erfarenheter.....	49
4.2.1	Simuleringsresultat – bottenklarning och inverkan av vind	49
4.2.2	Rangordning av identifierade risker	52
4.3	Bropåseglingsolyckor - kvantitativ riskbedömning	52
4.3.1	Sannolikhet för bropåsegling.....	52
4.3.2	Konsekvenser för påsegling av broar.....	53
4.4	Grundstötningsolyckor	56
4.5	Kollisionsolyckor.....	56
4.5.1	Sannolikheter för kollisionsolyckor.....	56
4.5.2	Konsekvenser av kollisionsolyckor.....	58
4.5.3	Sannolikhet för grundstötningsolyckor	61
4.5.4	Konsekvenser av grundstötningsolyckor.....	62
4.6	Olyckor med utsläpp av farliga ämnen eller brand i urban miljö.....	64
4.6.1	Sannolikhet för utsläpp eller brand i urban miljö	64
4.6.2	Konsekvenser av utsläpp eller brand i urban miljö	65
4.7	Påseglingsolyckor i urban miljö eller planerade utvecklingsområden.....	66
4.8	Risker orsakade av svall och avsänkningseffekter	68
4.8.1	Spridning av förorenat botten sediment pga fartygsgenererade vattenrörelser	68
4.9	Risker under anläggningsfasen.....	69
4.9.1	Identifierade anläggningsmoment med högt riskindex.....	70
4.9.2	Identifierade anläggningsmoment med ogynnsam riskförändring.....	70
4.10	Sammanställning av jämförande riskbedömning	74
4.10.1	Risker under driftsfasen.....	74

5	Säkerhetshöjande åtgärder	75
5.1	Preventiva åtgärder	75
5.1.1	Restriktioner	75
5.1.2	Procedurer	76
5.1.3	Farledsförbättringar	76
5.1.4	Kontroll.....	77
5.2	Konsekvensreducerande åtgärder	77
5.2.1	Restriktioner	77
5.2.2	Procedurer	78
5.2.3	Farledsförbättringar	78
5.2.4	Andra konsekvensreducerande åtgärder	78
5.3	Förslag till ytterligare kompletterande riskreducerande åtgärder	78
5.4	Kost-nytta aspekter för riskreducerande åtgärder	79
6	Slutsatser och rekommendationer	81
6.1	Slutsatser	81
6.2	Rekommendationer	83
7	Terminologi och definitioner	84
7.1	Riskbegreppet.....	84
7.2	Några allmänna och riskrelaterade termer	85
8	Referenser.....	87

Appendix

Appendix 1 Trafikanalys och olycksstatistik

Appendix 2 Hazid – Sammanställning av resultat från workshop

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Syftet med Mälarpjektet är att förbättra sjösäkerheten och tillgängligheten i de allmänna farlederna genom Södertälje kanal till hamnarna i Västerås och Köping. Behovet av godstransporter till och från Västerås och Köping väntas öka i framtiden och genom planerad uppgradering av sluss, kanal och farled kan de ökande sjötransportbehoven tillgodoses på ett säkert och miljövänligt sätt. För att säkerställa att de planerade åtgärderna på ett effektivt sätt bidrar till ökad säkerhet, är det viktigt att belysa de maritima risk- och säkerhetsaspekterna i projektet.

Sjöfartsverket planerar nu utbyggnad av befintlig sluss i Södertälje och kanal för att medge passage av fartyg med en längd på max 160 meter, en bredd på 23 meter och ett djupgående på 7 meter. Muddring och spontning kommer att ske i delar av kanalen. Åtgärder i kanalslänter och slussportar kommer också att förbättra och bredda farleden. I Mälaren muddras farleden och kritiska passager och krökar breddas och rätas. Utmärkning och belysning ses över och kompletteras på flera ställen.

För att på ett säkert sätt navigera och använda den uppgraderade farleden och för att åtgärderna skall utformas på bästa sätt krävs en riskanalys som identifierar och diskuterar de risker som finns samt föreslår sätt att minimera dessa risker. Riskanalysen baseras på information från de simuleringsstudier och riskidentifieringsmöten som genomförts inom Mälarpjektet. Statistik över olika registrerade olyckor och fartygstrafik i Mälaren samt annat underlagsmaterial från relevanta myndigheter har också använts för att ge en samlad bild av riskerna med uppgraderingen av Mälarleden.

1.2 Syfte

Syftet med föreliggande rapport är att ge underlag till MKB-processen för uppgraderingen av farled i Mälaren och Södertälje kanal och sluss. Rapporten redovisar i ett jämförande perspektiv hur riskerna vid genomförandet av huvudalternativet förändras i förhållande till nuläge och nollalternativet. Riskanalysen identifierar även olika säkerhetshöjande åtgärder som bidrar till att minska riskerna för moment eller vid platser där risknivån bedöms vara förhöjd.

1.3 Avgränsningar

Riskanalysen avgränsas geografiskt till Mälaren samt Södertälje kanal och sluss. Planerade åtgärder kommer huvudsakligen att utföras i farled väst och i Södertälje kanal och sluss och riskanalysen fokuseras därför på dessa områden.

Risken analysen baseras på de underlag som har erhållits av Sjöfartsverket och konsultgruppen för MKB-processen samt expertbedömningar, prognoser för framtidens sjötrafik och annan offentlig information. Riskanalysen belyser framförallt riskerna under driftfasen men tar även upp maritima risker under anläggningsfasen.

Uppgraderingsåtgärder planeras även för Köpings och Västerås hamnar men eftersom dessa åtgärder genomförs inom kommunalt vatten hanteras tillhörande MKB- och riskfrågor separat i respektive kommun.

Tidsmässigt avgränsas riskanalysen till ett anläggningskede som planeras pågå under 3-4 år under perioden 2015-2018. Huvuddelen av riskanalysen är dock inriktad mot driftskedet som antas omfatta ca 60 år. (Structor, 2013)

1.4 Metodik

Maritima riskanalyser utförs ofta enligt en metodik som kallas Formal Safety Assessment (FSA), som tagits fram och introducerats av IMO (International Maritime Organization). Metoden är en proaktiv process, som ska fungera som ett stöd i beslutsfattandeprocessen. FSA-processen är oftast inriktad mot en viss fartygskategori eller navigationsområde, men kan också användas för en specifik maritim aktivitet eller verksamhet för att identifiera dimensionerande risker samt lämpliga och effektiva säkerhetsåtgärder.

En FSA enligt IMO's metodik indelas i följande fem steg:

1. Riskidentifiering, eller Hazid (HAZard IDentification), – en lista över möjliga olycksscenario tas fram
2. Riskanalys – sannolikheter och konsekvenser diskuteras och analyseras
3. Säkerhetshöjande åtgärder
4. Kostnad-nyttoanalys
5. Slutsatser och rekommendationer

Baserat på Hazid och historiska AIS-data⁴ har fartygstrafik i Mälaren analyserats. Resultatet från den genomförda Hazid-workshopen har kompletterats med generell statistik och underlag från internationell facklitteratur.

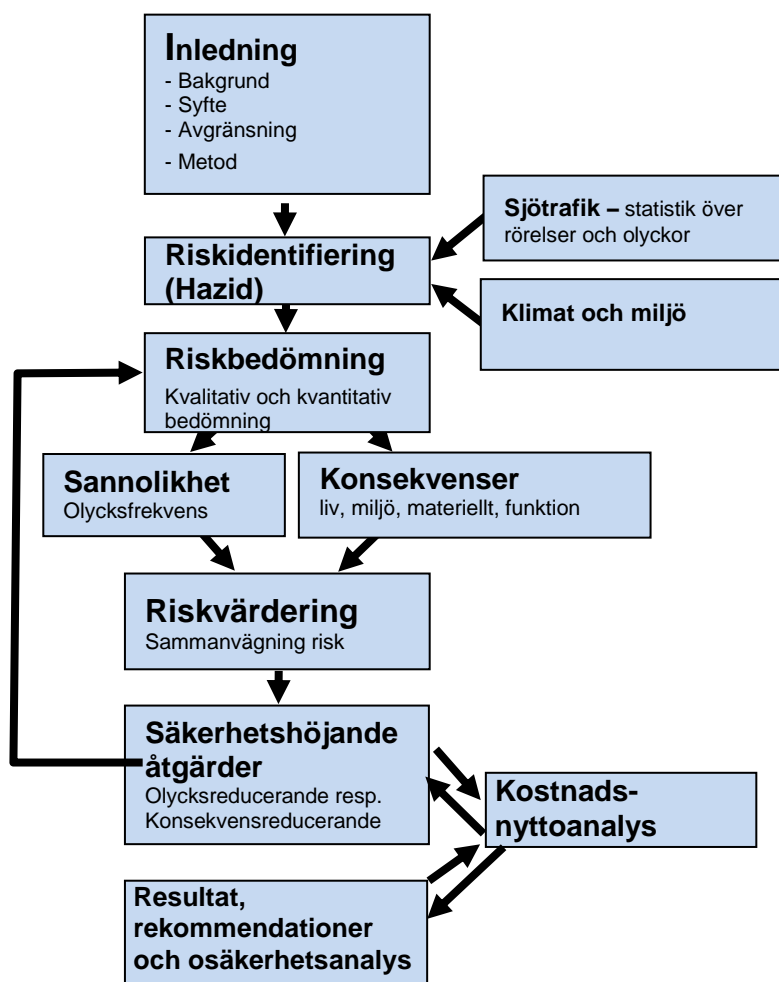
I riskanalysen har risker rangordnats och delats in i olika kategorier beroende på risknivå. Fördjupad analys av identifierade faror och riskscenarion har begränsats till risker som bedömts tillhöra högre riskkategorier och där föreslagen uppgradering inte uppenbart leder till högre säkerhet för huvudalternativet. Konsekvenser av de tänkbara riskmomenten beskrivs främst i kvalitativa termer. För vissa olyckstyper exemplifieras tänkbara olyckskonsekvenser i kvantitativa termer, exempelvis som möjliga

⁴ AIS, Automatic Identification System. Internationellt system för observation av fartygs aktuella position.

utsläppsmängder vilka också utgör indata för separat fördjupad konsekvensutredning.

En sammanställning av säkerhetshöjande åtgärder redovisas med koppling till de olika typerna av riskmoment som identifierats.

Rapporten avslutas med slutsatser och rekommendationer.



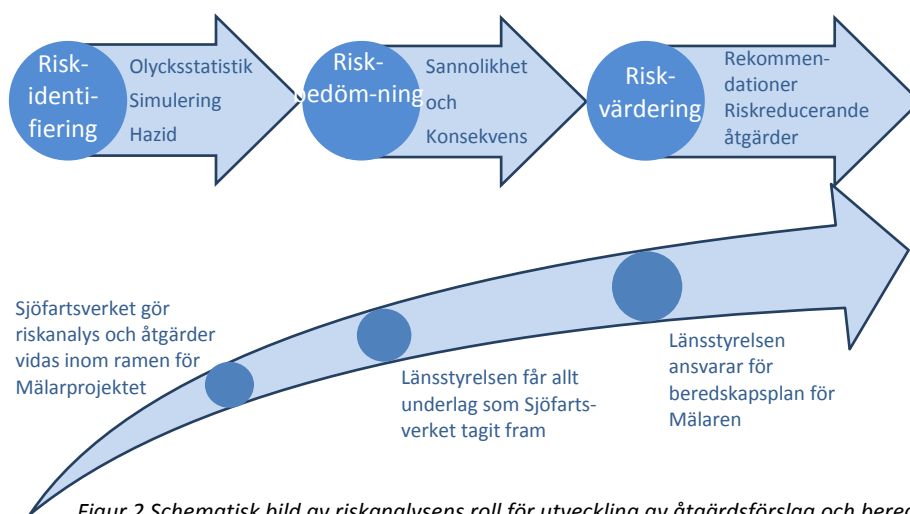
Figur 1 Illustration av riskanalysmetodikens komponenter och steg.

Följande punkter har varit utgångspunkter för struktur och redovisning av risker i rapporten.

- Dagens sjötrafik i området beskrivs med avseende på passagefrekvenser, fartygstyper och storlekar, trafikintensitet, fartygens fart, volymer, godsslag, samt gällande trafikföreskrifter. Detta ligger till grund för bedömning av sannolikhet för olycka och för bedömning av olyckskonsekvenser.
- Anläggningsfasen ges speciellt fokus i riskhänseende, då anläggningsarbetena kommer att påverka sjöfarten. Sjöfarten kan komma att behöva ledas om, och detta påverkar säkerheten. Mudderverk och pråmar i farleden påverkar framkomlighet och riskbilden, vilket inkluderas i riskanalysen.

- Statistiskt underlag och historisk dokumentation av incidenter och olyckor i berört område har granskats liksom erfarenheter och generell olycksstatistik från området. Diskussioner med berörd expertis har genomförts för att identifiera möjliga specifika sjöfartsrelaterade faror och olycksscenarioer med kollisioner och grundstötning. Riskidentifiering har skett i samband med en särskild workshop (Hazid) som arrangerades i samråd med projektgrupp och beställare.
- Bedömning av nautiska olyckssannolikheter har gjorts utifrån genomförda simuleringsstudier och genom etablerade beräkningsmodeller.
- Konsekvenser bedöms i första hand med avseende på skada på liv/hälsa för personer som vistas i det aktuella området samt med avseende på miljökador av utsläpp. Egendomsskador och infrastrukturella störningar bedöms inte i kvantitativa termer. Långsiktiga effekter och miljökonsekvenser av åtgärder, sjötrafik och eventuella olycksrelaterade utsläpp bedöms i separata konsekvensutredningar inom projektet.
- Beräknade och uppskattade sannolikheter och konsekvenser för de respektive undersökta olycksscenarioerna presenteras och illustreras i pedagogiskt tydligt format, exempelvis med hjälp av en riskmatris. Beräknade risker värderas och diskuteras vad avser nuläget, nollalternativets och huvudalternativets risknivå.
- Befintliga riskreducerande åtgärder bedöms utifrån genomförd riskvärdering.
- De riskreducerande åtgärder som föreslås värderas i vissa fall utifrån ett kostnads-nyttos-perspektiv men den presenterade riskanalysen omfattar ingen fullständig kostnads-nyttosanalys.

Riskanalysen har utförts parallellt med och i växelverkan med processen att utveckla och detaljutforma huvudalternativets uppgraderingsåtgärder. Efterhand som resultat och rekommendationer från simuleringar och riskanalyser presenterats har nya säkerhetshöjande åtgärder beslutats och förtydligats. Allt underlag om risker och säkerhet som Sjöfartsverket tar fram genom denna process tillställs Länsstyrelsen som ansvarar för och anpassar den olycksberedskap som bedöms vara motiverad av den sjötrafik som omfattas av Mälarpjektet, se schematisk figur nedan.



Figur 2 Schematisk bild av riskanalysens roll för utveckling av åtgärdsförslag och beredskapsplanering

2 Områdesbeskrivningar och förutsättningar

2.1 Miljöförutsättningar

Mälaren utgör en mycket viktig råvattenresurs för vattenförsörjningen inom ett stort antal kommuner. Uppskattningsvis har omkring 2 miljoner invånare i Mälardalen och Stockholmsregionen sin vattenförsörjning från Mälaren. Den är utpekad som riksintresse enligt kapitel 2 och 4 i Miljöbalken och har med sina höga natur- och kulturvärden stor betydelse för det rörliga friluftslivet och Mälaren är också riksintresse för yrkesfisket. Vidare går de allmänna farlederna genom Mälaren och Södertälje kanal genom flera naturreservat och Natura 2000-områden vilket sammantaget gör Mälaren mycket känslig och skyddsvärd mot exempelvis föroreningar som skulle kunna släppas ut från fartyg vid olika typer av olyckor som kollisioner, grundstötning, brand mm.

De aktuella farlederna går relativt nära Adelsö och Björkö som rymmer kulturhistoriskt viktiga platser som listas som världsarv av UNESCO. Det rörliga friluftslivet är omfattande i och kring Mälaren och flera områden är utpekade som riksintresse för friluftsliv. Under sommarhalvåret passerar omkring 8 000 fritidbåtar in/ut i Mälaren via Södertälje kanal och sluss.

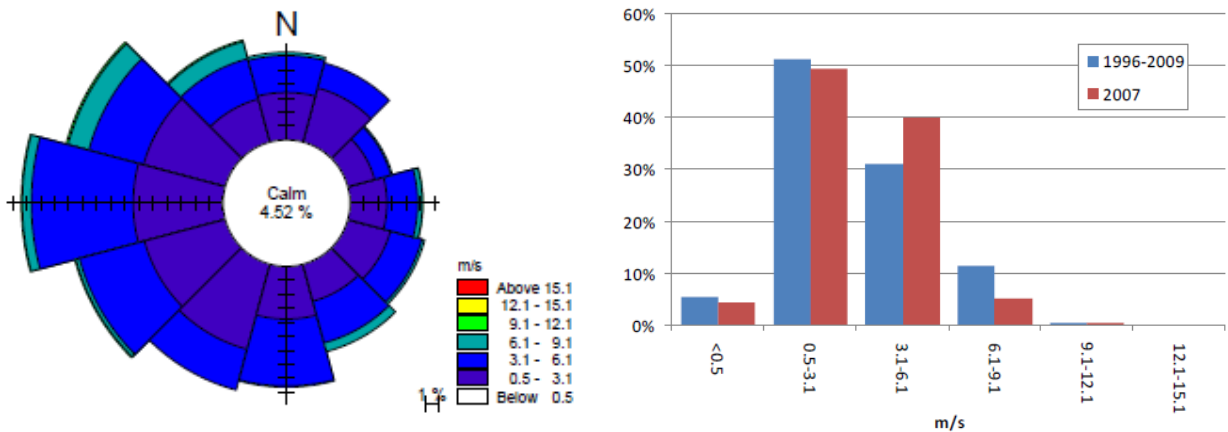
Mälaren är Sveriges tredje största sjö med en vattenyta av ca 1 100 km² och ett avrinningsområde av omkring 23 000 km² vilket motsvarar 5 % av Sveriges yta. Medeldjupet är 12,8 m och sjön består av vikar, smala sund, öar och öppna vattendrag. Antalet öar (större än 25 m²) är 1 400 och den totala strandlängden inklusive öar är 2 400 km. De största vattendjupen finns i de östra delarna av sjön, där ett maximalt djup på ca 66 m uppmätts men 20 % av sjön grundare än 3 m. Siktdjupet är 1-3 m och vattnets omsättningstid uppskattas till 2,8 år. Omkring hälften av tillrinningen sker i västra Mälaren och passerar via Kvicksund. Nivån i sjön regleras via Norrström i Stockholm, tappningskanaler i Slussen Söderström och viss tappning kan även ske via Hammarbyslussen och Södertälje kanal. Mälarens utlopp i Stockholms ström har en medelvattenföring av 160 m³/s, (Vanern.se), (Malaren.org).

2.2 Klimat och sjöförhållanden

Jämfört med de sjöförhållanden som gäller i Östersjön eller till havs karaktäriseras Mälaren av lugnare förhållanden med mindre vind och sjögång och måttliga strömmar. Genom att Mälarevatten inte är salthaltigt och sjöförhållandena lugna blir isperioden relativt lång jämfört med kustvattnen på motsvarande breddgrader. Nedan har representativ statistik av de viktigaste parametrarna som påverkar sjöfartsförutsättningarna i Mälaren sammanställts.

2.2.1 Vindförhållanden

Vindförhållanden i Mälaren domineras av vindar från väst och sydväst. Medelvinden är sällan över 12 m/s. På vissa platser såsom Södertälje kanal har inverkan av vinden liten betydelse pga topografiska förutsättningar och läeffekten. En typisk vindros med vindhastigheter och vindriktningar visas i Figur 3 för Adelsö.



Figur 3: Vindros för Adelsö 2007 och frekvensfördelning för vindhastigheter (Lövstedt, Moreno-Arancibia, & Liungman, 2010)

2.2.2 Strömförhållanden

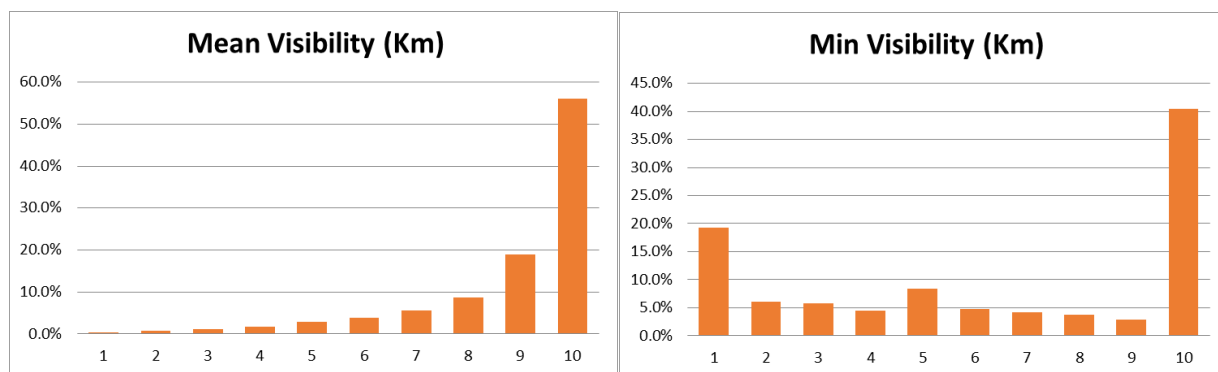
Enligt lotsar (Riskidentifieringsmöte, 2013) är det enbart vid några passager som fartygen utsetts för strömmar. I vissa sund och förträngningar uppstår högre strömmar än i de öppna delarna. Framförallt vid Kvicksund kan fartyg påverkas av ström. Strömmar karakteriseras av en konstant riktning, som är betingad av flödet från tillopp till avtappning av Mälaren vid Stockholms ström.

2.2.3 Vågor

Våghöjder i Mälaren är pga. topografin och batymetriska förhållanden jämförelsevis låga och sällan över en halv meter (Riskidentifieringsmöte, 2013).

2.2.4 Sikt

Uppgifter om siktförhållanden enligt Figur 4 baseras på uppgifter från Västerås flygplats, och kan anses vara representativa för hela Mälaren. Nedsatt sikt utgör sällan betydande begränsningar för sjöfarten i Mälaren.



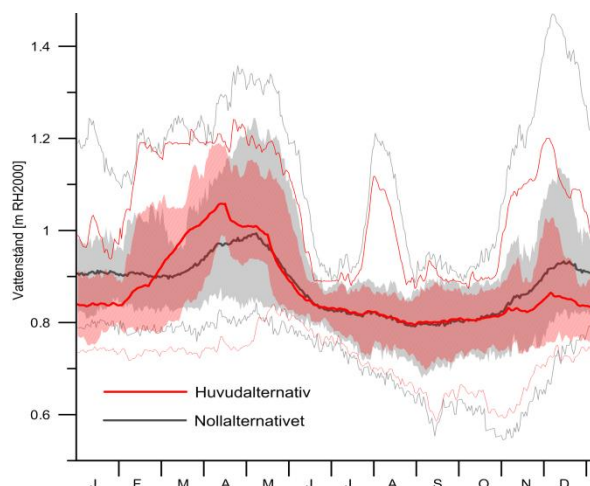
Figur 4: Siktförhållanden (i km) för Västerås flygplats, baserad på data från flygplatsen, 1996-2013. Histogrammet till vänster visar medelvärden för perioden och till höger visas registrerade minimivärden.

2.2.5 Isförhållande

Isförhållanden i Mälaren karakteriseras av ett landfast istäcke som ligger stilla och således inte nämnvärt påverkas av vinden. På vårkanten när isen släpper från land finns dock en kort period med drivande is. Genomsnittlig tid för antal dagar med is i Mälaren är 116 med variationer i de grunda, västliga delarna av Mälaren där den exempelvis i Galten är 139 dagar (data baserade på uppgifter från SMHI). Isrädda bryts regelbundet för sjöfarten för att möjliggöra sjöfart året runt.

2.2.6 Vattenstånd

Vattenståndet i Mälaren regleras på ca 70 cm variation mellan nivåerna 1,39 och 0,69 m i RH2000. Stockholms stad har sökt tillstånd för att öka möjligheten att tappa ut vatten från Mälaren och ny reglering av Mälaren inom samma målnivåer som idag., se figur nedan.



Figur 5: Jämförelse av vattenståndsvariationer mellan nuvarande reglering (anges i figuren som Nollalternativ) och den planerade nya regleringen (Huvudalternativ) redovisat som medelvärde, max och min för varje dag på året under perioden 1976-2005. De skuggade fälten representerar spridning mellan 10:e till 90:e percentil. Röd färg anger huvudalternativet och grå färg anger nollalternativet (SMHI, 2011).

Medelvattenståndet kommer i den nya regleringen också att vara oförändrat. Den nya regleringen kommer att innebära något högre lägsta lågvattenstånd jämfört med idag. Genom att möjligheten att tappa ut vatten ökar minskar risken för översvämningar runt hela Mälaren.

2.3 Alternativredovisning

I tillståndsprocessen förutsätts att MKBn redovisar såväl nollalternativet (då den sökta verksamheten/åtgärden inte genomförs), det sökta huvudalternativet samt andra övervägda möjliga alternativa lokaliseringar och utföranden. MKBn skall beskriva konsekvenserna av de respektive alternativen och för riskanalysen är jämförande kvalitativa analyser mellan de respektive alternativens risker särskilt viktiga. En del av det bakgrundsmaterial om risker som presenteras kan relateras till dagens situation eller kända drifts- erfarenheter och kan sägas representera nuläget, vilket också beaktas vid jämförelser mellan olika alternativ och scenarier.

Risker förknippade med själva anläggningsfasen är relativt kortsiktiga och behandlas separat från de driftsrelaterade riskerna. Riskerna som är förknippade med själva anläggningsfasen för genomförandet av huvudalternativet kan inte jämföras med ett nollalternativ men för driftsfasen är det viktigt att riskjämförelserna speglar ett tidsperspektiv som motsvarar den tidshorisont som driftsfasen kan antas pågå. För det sökta projektet är denna tidshorisont satt till 60 år eller fram till omkring år 2075. Som en del av bakgrundsmaterialet för tillståndsansökan har en samhällsekonomisk bedömning tagits fram vilken bl a redovisar relevanta trafikutvecklings- prognoser för det aktuella tidsperspektivet för driftsfasen. I denna riskanalys, liksom i övriga separata konsekvensanalyser, jämförs de respektive alternativen utifrån de specifika trafikutvecklingsscenarion, baserade på Trafikverkets prognoser, som enligt den samhällsekonomiska analysen betecknats som huvudalternativ (4) och nollalternativ (6) (Swahn, 2013). Trafikverkets prognoser visar på en stadig tillväxt för antalet anlöp under de första 40 åren av perioden och det största antalet anlöp förutspås således för perioden 2053 till 2075. Vissa kompletterande resonemang förs även för två alternativa utvecklingsscenarier vilka kan ses som "max-fall" för trafikutvecklingen till följd av möjlig trafiktillväxt av malmtransporter i Mälaren.

För att tydliggöra skillnaderna vid kvantitativa jämförelser mellan noll- och huvudalternativet, refereras i denna riskanalys till de förhållandena som väntas råda vid slutet av perioden, dvs för perioden 2053 till 2075.

2.3.1 Nollalternativet

Nollalternativet innebär att dagens djup och bredd av farleden består och att PIANCs rekommendationer angående minsta bottenklarning tillämpas vilket i praktiken innebär restriktioner för fartygstrafikens djupgående jämfört med

dagens praxis. Nollalternativet förutsätter vidare att underhållsmuddring genomförs för att upprätthålla de farledsdjup som fastställts vid tidigare prövning och beslut om vattendom/tillstånd. Senaste underhållsmuddringsinsatser genomfördes 1997 och sker normalt med intervall av ca 20 år. Förnyad underhållsmuddring måste därför genomföras inom kort även för nollalternativet. Nollalternativet innebär behov av att anlägga en ny uppströms slussport i Södertälje kanal. För nollalternativet förutsätts vidare en trafikutveckling enligt Trafikverkets prognoser fram till år 2075. Sammantaget innebär nollalternativet:

- Dagens djup och bredd av farleden består
- Ny uppströms slussport
- PIANC
- Trafikverkets prognos för trafikutveckling

2.3.2 Planerade åtgärder

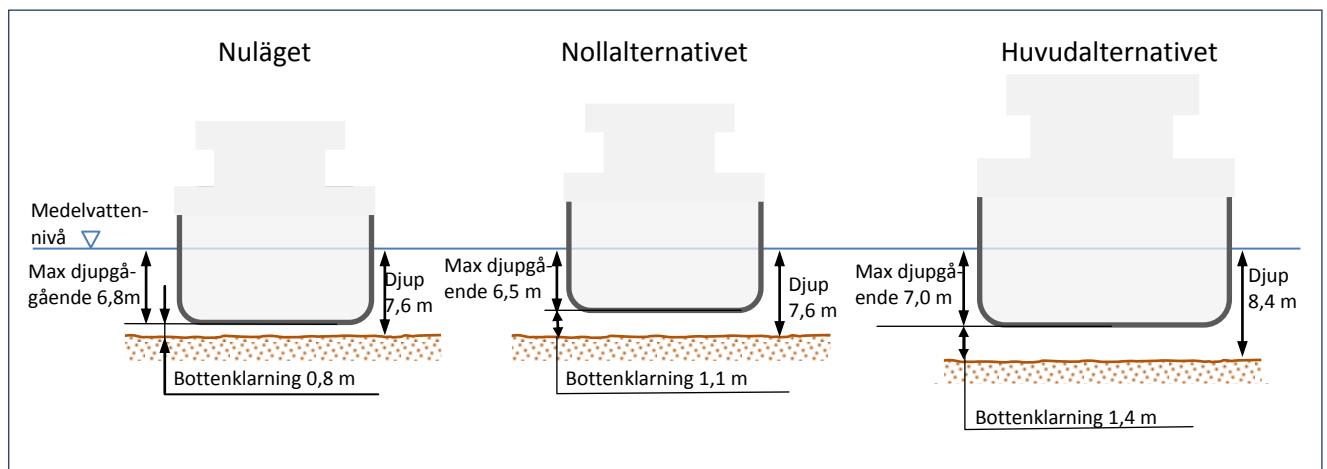
De planerade åtgärderna (nedan kallade huvudalternativet) omfattar bl a muddring och breddning av farlederna till Västerås och Köping som medger ett leddjupgående av 7,0 m enligt Transportstyrelsens riktlinjer, spontning och muddring av Södertälje kanal samt breddning och förlängning av slussen i Södertälje så att fartyg med upp till 160 m längd och 23 m bredd kan trafikera Mälaren. Alternativa lösningar och utförande har prövats enligt följande.

- Alternativa lokaliseringar
Alternativa sträckningar av de allmänna farlederna in till Västerås och Köping har studerats för att optimera projektet och därigenom minimera muddringsinsatser och muddringsvolym. Vid två passager (Stora Sandskär utanför Västerås och Torpargrundleden utanför Köping) har alternativa farledssträckningar studerats.
Den alternativa dragningen vid Torpagrundleden i Galten skulle innebära en ökning av mängden muddermassor med närmare 1 300 000 m³. När det gäller manövreringsförmåga och olycksrisk visar simuleringar dock att det inte är någon större skillnad mellan de olika farledssträckningarna.
För den justerade sträckningen vid St Sandskär i Västeråsfjärden visar simuleringarna däremot på en förbättring ur manövreringssynpunkt.
- Alternativa lokaliseringar av sluss och kanal
Teknisk och ekonomisk studie av 3 möjliga alternativa lägen för en ny och ombyggd sluss utreddes 2001. I förstudien visades att det går att utveckla en strategi för en förnyelse och utveckling av slusskapaciteten utan att bygga en helt ny sluss på annan plats. Med detta som bakgrund föreslog förstudien att gå vidare med att titta på utbyggd sluss i befintligt läge, vilket man nu gör. Utredda och avfärdade alternativ redovisas i MKBn.
- Alternativa utformningar av sluss och kanal
Ett alternativ med en sk långsluss i stället för en konventionell kort sluss har

utretts. Fördelen med en sådan sluss är att fartyget kan passera genom slussen utan att stoppa och förtöja samt att nya slussportar skulle kunna fungera parallellt med de befintliga två slussportarna. Eftersom lotspliktiga fartyg på rutten Landsort – Västerås/Köping ändå stoppar i Södertälje för att byta lots är dock argumentet att fartygen slipper stoppa mindre intressant. Vidare skulle en sådan förlängning av slussen innebära stora ingrepp, ändrad stadsbild och eventuellt även en förflyttning av saltvattengräns, varför detta alternativ har avfärdats. De alternativa utformningarna redovisas mer i detalj i MKBn.

2.3.3 Jämförelse mellan alternativen och nuläget

Figuren nedan illustrerar schematiskt skillnaden mellan de olika alternativen vad avser maximalt djupgående och bottenklarning (eng. clearance). Fartygets djupgående i figuren är det som kan observeras när fartyget ligger still, dvs det statiska djupgåendet och på motsvarande sätt representerar bottenklarningen i figuren den statiska bottenklarningen. När fartyget rör sig med fart genom vattnet ökar djupgåendet något pga av sk squat-effekt och dessutom kan vågrörelser och krängning också bidra till att bottenklarningen minskar. Den resterande sk dynamiska klarningen blir därför något mindre än den statiska klarningen. Transportstyrelsen krav är att den minsta bottenklarningen aldrig skall understiga 0,7 m i Mäljarleden.



Figur 6 Schematisk illustration av hur statisk bottenklarning, max djupgående och vattendjup förhåller sig i de respektive alternativen.

2.4 Farledsdesign

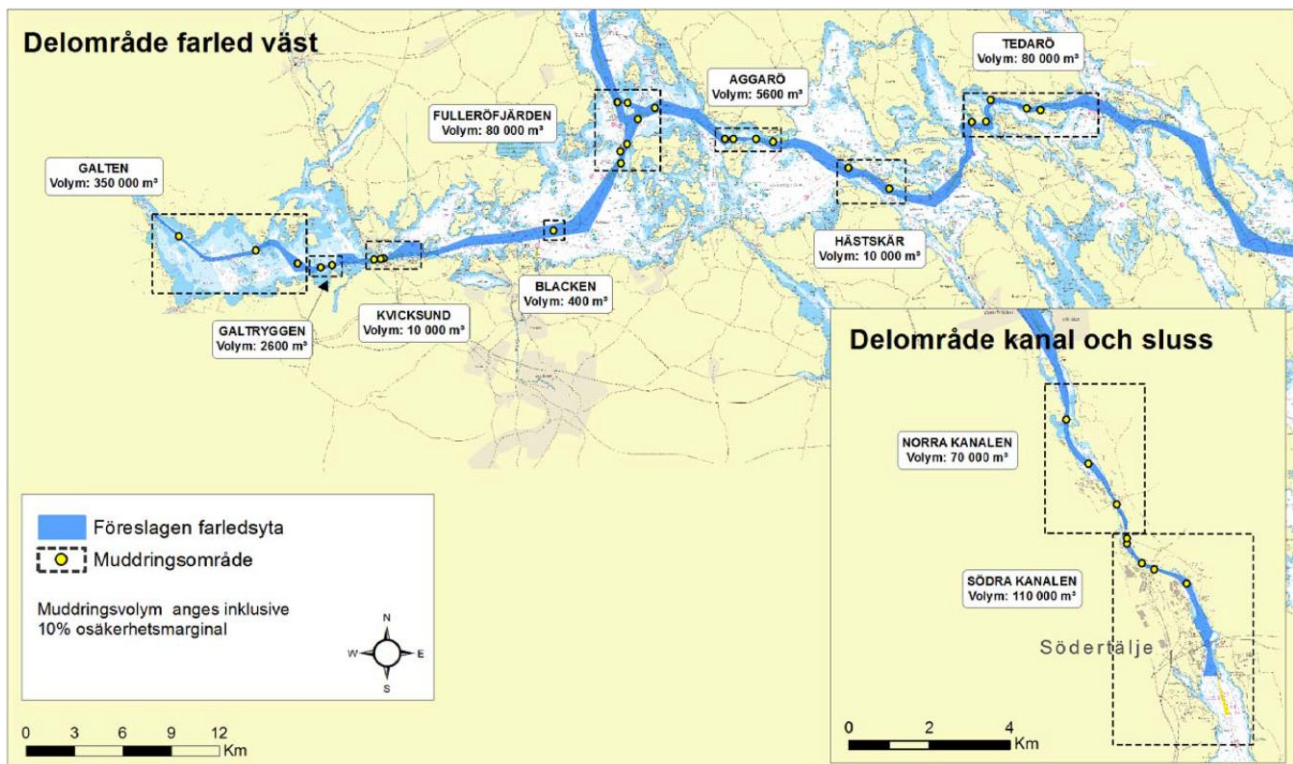
Farleden kännetecknas idag av olika bottentyper och varierande vattendjup men med som minst 7,6 m vattendjup i farleden. Trånga passager finns framförallt i Södertälje kanal och sluss samt vid bropassagera i Hjulsta och Kvicksund. De

planerade uppgraderingsåtgärderna i farleden sker på ett antal platser i Mälaren och kan sammanfattas med:

- En bredare och längre sluss i Södertälje
- Ny spontning och muddring i Södertälje kanal
- Muddring på flera ställen till större leddjupgående för att säkerställa minsta bottenklarningen (Södertälje, Aggarö, Hjulsta, Västerås Sandskär, Kvicksund, Sjödodakröken, Västerås och Köping).
- Förstärkning av ledverken vid Kvicksundsbron, påseglingsskydd vid Hjulstabron samt utredning av ombyggnad av dess passagespann.
- Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder såsom farledsutformning och utmärkning vid Västerås Sandskär.

Samtliga åtgärder ovan beaktas i SSPAs simuleringsstudier och denna riskanalys men åtgärderna i Västerås och Köping redovisas dock i separata riskanalyser. Områden som påverkas av uppgraderingsåtgärderna är markerade i Figur 7.

För uppgradering och dimensionering av farlederna i Mälaren och Södertälje har Sjöfartsverket utgått från Transportstyrelsens rekommendationer vilka baseras på internationella rekommendationer som publicerats av PIANC. PIANC är en världsomspännande organisation med säte i Bryssel vars mål är att främja sjöfart genom utveckling av planering, utformning, anläggning och underhåll av farleder och hamnar. PIANC publicerar rapporter och rekommendationer som i många länder används som riktlinjer vid farledsutformning.



Figur 7: Föreslagen farledsytta och områden där muddring planeras. (Structor, 2013-03-22)

2.4.1 PIANCs rekommendationer för farledsdjup

Enligt Transportstyrelsen ska den dynamiska bottenklarningen inklusive heel (krängning) och squat vara minst 0,7 m. Detta är baserat på rekommendationer från PIANC⁵ (PIANC, 1997).

Squat är en dynamisk nedsänkningseffekt som verkar på fartygsskrovet då det framförs genom vattnet och som bidrar till att bottenklarningen minskar. Beräkning av squat vid nollalternativet och huvudalternativet med typfartygen med dimensionerna 135 x 18 x 6,8 m respektive 160 x 23 x 7 m och med dödvikter på 9 000 dwt respektive 14 100 dwt ger, enligt tabellen nedan en squat av 23 cm respektive 32 cm vid 10 knop och en resulterande bottenklarning av 0,57 m respektive 1,08m.

Tabell 1: Squat i farleden, enligt SSPA's squat-beräkningsmodell, för olika hastigheter.

Fartygets hastighet [knop]	Nuläget		Huvudalternativet	
	Max squat [m]	Minsta klarning [m]	Max squat [m]	Minsta klarning [m]
4	0,05	0,75	0,06	1,34
6	0,09	0,71	0,11	1,29
8	0,14	0,66	0,19	1,21
10	0,23	0,57	0,32	1,08
12	0,37	0,43	0,54	0,86

2.4.2 PIANCs rekommendationer för farledsbredd

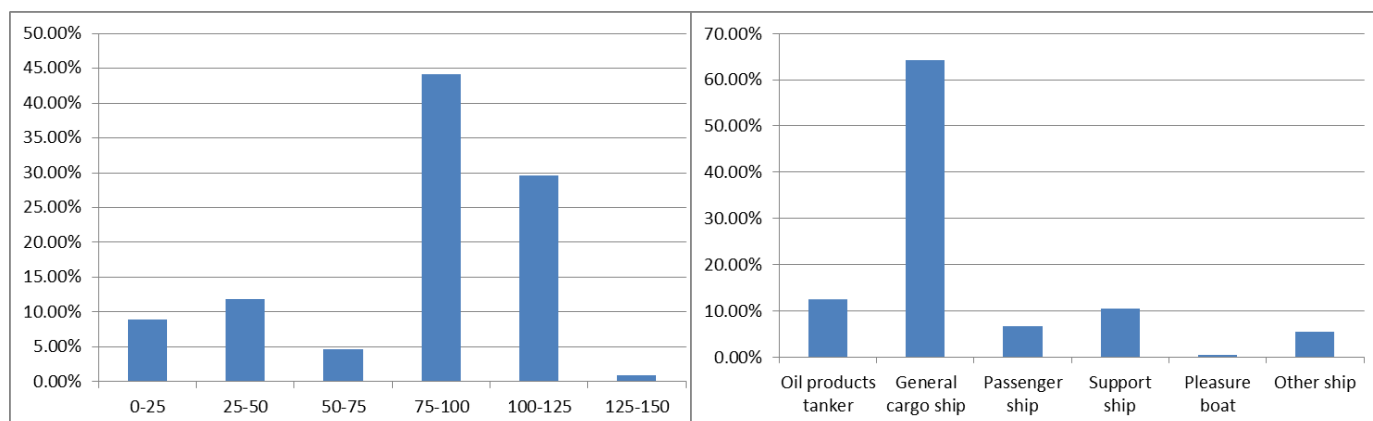
PIANC (PIANC, 1997) har formler för rekommenderade farledsbredder beroende på bredd och manöveregenskaper hos de fartyg som trafikerar farleden. För nuläget ger formlerna för ett fartyg med en bredd på 18 m en farledsbredd av 68,4 m. För huvudalternativets 23 m breda fartyg ger formlerna en farledsbredd av 86,7 m. Förändringen av typfartygen medför enligt formeln en ökning av den erforderliga farledsbredden av 18,3 m.

2.5 Dagens fartygstrafik

Enligt Sveriges Hamnar (Sveriges-Hamnar, 2012) hade Mälardammar 827 anlöp av handelsfartyg under år 2010 och 819 anlöp av handelsfartyg under år 2011. Detta motsvarar totalt 1 654 fartygspassager/år under 2010 respektive 1 638 fartygspassager/år under 2011.

⁵ PIANC betydde förr Permanent International Association of Navigation Congresses men ett förnyat och mer relevant namn är The World Association for Waterborne Transport Infrastructure.

Fartygstrafiken domineras framförallt av bulk- och cementfartyg och tankfartyg. Vanligaste fartyglängden är mellan 75 och 125 m, se figur nedan.

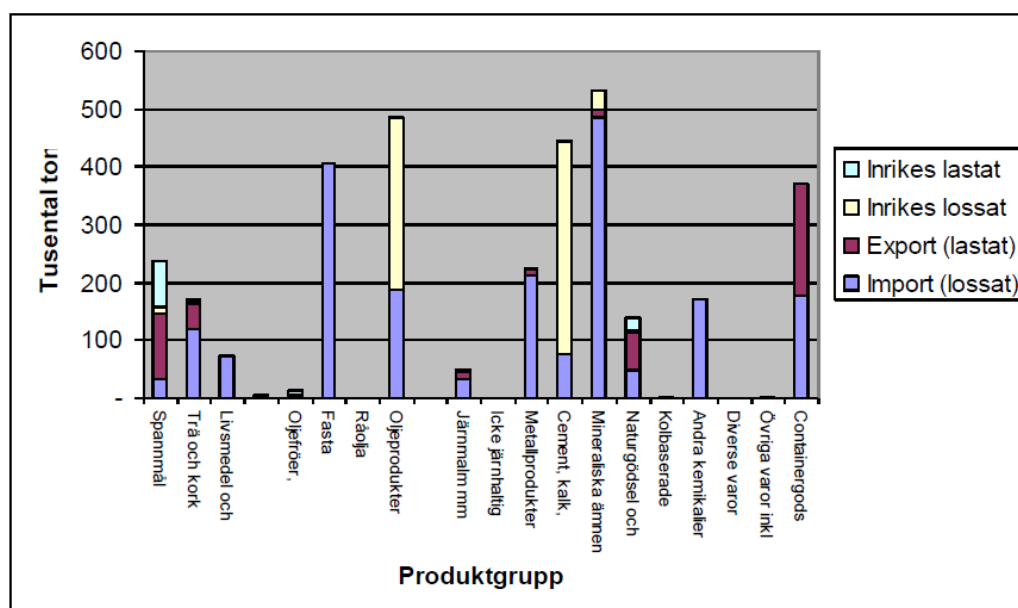


Figur 8: Fördelning av fartygsstorlekar (längd i meter) och fartygstyper i farleden baserade på AIS data från Sjöfartsverket

En mer detaljerad AIS-baserad trafikanalys återfinns i Appendix. Ytterligare information och statistik om sjötrafiken i Mälaren finns även i rapporten med den samhällsekonomiska bedömningen, (Swahn, 2013).

2.5.1 Godsslag

Oljeprodukter, fasta bränsleprodukter, cement, mineraliska ämnen samt containergods är de vanligaste godstyperna som transporteras i Mälaren. Kemikalietransporter sker också och exempelvis är de ammoniaktransporter som regelbundet går till Köping uppmärksammade ur risksynpunkt.



Figur 9: Fördelning av godstyper i Mälarhusnar (Västerås och Köpings hamnar) (Sjöfart, 2008)

2.5.2 Exempel på tankfartyg och bulkbåtar som trafikerar Mälaren

Som exempel på typiska fartyg som regelbundet trafikerar hamnarna i Mälaren beskrivs nedan oljeprodukttankfartyget Tarndal och gastankfartyget Coral Ivory.

Ett av fartygen som befinner sig regelbundet i Mälaren är M/T Coral Ivory byggt år 2000 med 116 m längd, bredd på 16 m och djupgåendet av max 7,75 m samt en dödvikt på 6 875 dwt. Fartyget uppfyller isklass 1A och är utrustat med en CP⁶ propeller. Fartyget levererar ca 4 000 ton ammoniak var 8:e dag till Köping.

Produkttankfartyget Tarndal, med 115,1 m längd, bredd på 18,3 m och djupgående av max 7,20 m samt en dödvikt på 8 269 dwt, som kan transportera omkring 5 800 ton bensin och diesel i 5 tankpar, skyddat av ett dubbelskrov som är större än 1,5 m, trafikerar regelbundet Västerås.



Figur 10: M/T Coral Ivory (ex. BW Helen, Baltic Viking) och Tarndal (Sjöfartsverket, 2008) och (Nylén, 2013)

Bulkfartygen Västanvik, Östanvik och Sunnavik beskrivs nedan som exempel på större bulkfartyg som transporterar cement till Mälarmhamnarna med relativt hög frekvens.



Figur 11: Västanvik och Sunnavik (www.smtshipping.com)

⁶ Controllable Pitch

Deras huvuddimensioner är längd: 90-124 m, bredd: 13-18 m, djupgående mellan 5,4 och 7,3 m och dödvikt mellan 4 940 och 9 060 dwt. Nedanstående beskrivning av hur tankar för bränsle och andra produkter är arrangerade ombord på dessa fartyg exemplifierar hur det varierar mellan olika fartyg (Sahlberg, 2013).

1. **Västanvik:** 2 st botten tankar för dieselolja på 30 respektive 36 m³, 2 st systemtankar för smörjolja på 7-8 m³/st och 2 st sludgetankar på 5 m³/st. Samtliga tankar ligger akter om lastlådan, alltså i den aktra fjärdedelen av fartyget. Alla tankarna ligger i botten direkt mot utsidan och är följaktligen inte skyddade av en dubbelbotten.
2. **Östanvik:** Samtliga bunkertankar ligger innanför dubbelbotten (tjockolja 165 m³ och dieselolja 50 m³). Däremot har hon 1 sludgetank på 5 m³, 1 bilgetank på 15 m³, 1 systemtank för smörjolja på 10 m³ och 1 överfyllnadstank på ca 20 m³ (är oftast tom) som ligger i botten direkt mot utsidan som inte skyddas av dubbelbotten. Även Östanvik har samtliga tankar i och runt maskinrummet, alltså den aktra fjärdedelen av fartyget.
3. **Sunnanvik:** Hon har tjockoljetankarna som rymmer totalt ca 240 m³ innanför dubbelbotten. Hon har däremot två st dieseloljetankar à 35 m³ under maskin direkt mot utsidan. Dessutom har hon 1 sludgetank på ca 10 m³, 1 bilgetank på ca 20 m³, 1 systemtank för smörjolja på ca 10 m³ och en överfyllnadstank direkt mot utsidan. Alla tankarna ligger inom maskinrumsområdet, alltså i den aktra delen av fartyget.

2.5.3 Trafikprognos

Sjöfartsverket har gjort en trafikprognos som sträcker sig över den uppskattade drifttiden fram till 2075 (Swahn, 2013). Baserat på dagens 955 anlöp till hamn antas det ökande godstransportbehovet leda till en ökning av antalet anlöp med 1,4 % per år från 2013-2052 (40 år) och därefter antas nolltillväxt fram till 2075.

- Fartygsantalet är beräknat för fartyg >1 000 dwt, vilket motsvarar ett fartyg med längd >60 m.
- Som medelstora fartyg avses fartyg mellan 3 000 och 8 000 dwt, vilket motsvarar fartyg med längd 80-125 m.
- Som stora fartyg avses fartyg >8 000 dwt (de största som tillåts trafikera dagens och framtida utbyggd farled)
- Nuvarande farled: fartyg med måtten 135 x18 x6,8 m ger max dwt ca 9 000.
- Ny farled: fartyg med måtten 160 x 23 x 7 meter ger max dwt 14 100.
- PIANC i nuvarande farled: 135 x 18 x 6,5 meter ger max dwt 8 700.

Tabell 2 Utveckling av antalet anlöp enligt nollalternativet (Swahn, 2013)

Nollalternativ i MKB:										
6	Scenario: <i>Pienc_TV_tillv</i>	Fartygsstorlek	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2075	
	Oförändrad farled	1000 t 2999 dwt	184	141	90	57	62	66	84	
	Pienc införs	3000 t 5999	558	720	1005	1095	1174	1258	1594	
	Godsvolymen ökar enligt Trafikverkets prognos	6000-7999	127	100	56	60	64	69	87	
		8000+	86	58	6	7	7	7	9	
		Summa anlöp	955	1019	1157	1219	1306	1400	1774	Total ökning ca 85 %
<p>Kommentar till nollalternativet (6): Totalt ökar antalet fartygsanlöp med ca 85% Antalet stora fartyg minskar kraftigt (från ca 90 till 10 anlöp) Ökningen sker för medelstora fartyg. Anledningen är att PIANC innebär restriktioner som minskar möjligheten för de största fartygen och då behöver man ha fler mindre fartyg för att klara att transportera samma godsmängd.</p> <p>Känslighetsanalys Malm: Alternativet innebär att vi har Trafikverkets tillväxt med 1,4 % per år under 40 år samt att malmkvantiteter tillkommer med 500 000 ton år 2017 och därefter 1 000 000 ton utlastning per år från 2018 till 2075.</p>										

Tabell 3 Utveckling av antalet anlöp enligt huvudalternativet (Swahn, 2013)

Huvudalternativ i MKB:										
4	Scenario: <i>UA_TV_tillväxt</i>	Fartygsstorlek	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2075	
	Utbyggd farled	1000 t 2999 dwt	184	141	90	57	37	35	45	
	Pienc införs	3000 t 5999	558	558	557	557	385	347	440	
	Godsvolymen ökar enligt Trafikverkets prognos	6000-7999	127	137	162	191	222	242	307	
		8000+	86	77	98	115	193	228	289	
		Summa anlöp	955	912	907	920	837	854	1081	Total ökning ca 13%
<p>Kommentarer till huvudalternativet (4): Totalt ökar antalet fartygsanlöp med ca 13 % Förflyttning av gods från mindre till större fartyg (som ta mer gods/fartyg). Man ser att segmentet 8000+ ökar samtidigt som de mindre fartygen minskar.</p> <p>Känslighetsanalys utgår från Trafikverkets tillväxt med 1,4 % per år under 40 år samt att malmkvantiteter tillkommer med 500 000 ton år 2017 och därefter 1 000 000 ton utlastning per år från 2018 till 2075.</p>										

Notera att siffrorna i tabellerna ovan visar antal anlöp. Antal passager exempelvis genom en sluss eller under en bro blir således det dubbla.

2.5.4 Framtidens typfartyg

Vid simuleringarna användes 4 olika typfartyg med dimensioner som var anpassade för att kunna trafikera Mälaren efter uppgradering enligt huvudalternativet enligt tabellen nedan.

Tabell 4: Fartygstyper som använts vid simuleringsstudier av uppgraderad led enligt huvudalternativet.

Parameter	Enhet	Fartyg			
		Container-feeder	Kusttanker (Coast Tk)	Kemtanker (Chem Tk 8)	Ballasttanker
Längd över allt	m	160	144	144	160
Bredd	m	23,0	21,8	23,0	23
Djupgående (för/akter)	m	7,0/7,0	7,0/7,0	7,0/7,0	6,5/4,5
Displacement	m ³	16 000	16 000	16 500	14 500
Roder	-	Becker	Schilling	Konventionellt	Schilling
Maskineffekt	kW	12 640	6 300	5 180	5 985
Designfart	knop	20,4	14,0	13,4	15,5
Propeller	-	CP	CP	FP	CP
Förlig tunnelpropeller	kW	950	850	-	850
Akterlig tunnelpropeller	kW	650	-	-	-
Vindarea	m ²	2 460	1 365	1 929	2 060

Oljeprodukttankfartyget Ternhav representerar ett existerande fartyg för vilket trafik på Mälaren efter farledsuppgraderingen skulle innebära transportekonomiska och miljömässiga fördelar, se figur nedan.

Ternhav med 141 m längd, bredd på 21m kan transportera omkring 9 100 ton bensin och diesel i 7 tankpar, skyddat av ett dubbelskrov som är större än 1,5 meter. Dimensioner och egenskaper representeras väl av den simulerade fartygstypen "Kusttanker (Coast Tk)" enligt tabellen ovan.



Figur 12: Tankfartyg Ternhav (Nylén, 2013)

Fartyg i denna storleksklass är idag relativt vanliga och flera liknande fartyg kan förväntas bli attraktiva för trafik till Västerås och Köping efter det att uppgradering enligt huvudalternativet genomförts. Fartyg med de maximala dimensionerna 160 x 23 x 7 m, som kan representera ett tankfartyg i dellast eller en containerfeeder, är idag ovanliga och väntas utgöra en liten del av en framtida flotta som kan komma att trafikera en uppgraderad Mäljarled.

2.6 Fartygsoolyckor och tillbud i Mälaren

Nedan sammanfattas några exempel och statistik kring olyckor som inträffat i Mälaren. Exempelen är ett urval av olyckstyper av relevans för denna riskanalys. En mer detaljerat beskrivning av olycksstatistiken återfinns i Appendix 1.

2.6.1 Bropåseglingsolyckor

I databasen SOS⁷ för 1985-2012 återfinns 11 olyckor som hänger ihop med broar i Mälaren. Av dessa är 3 kopplade till påseglingshändelser, se nedan.

Tabell 5 Kända bropåseglingar i Mälaren, som berör den aktuella Mäljarleden.

Bro	Datum	Fartyg	Orsak	Skador
Kvicksund	1985-12-19	AROSANDRA	Tekniskt fel på styrinrättningen (inkl styrmaskin)	Okänt
Kvicksund	1998-11-30	STERNÖ	Andra förhållanden där den mänskliga faktorn inverkat	Förstäven, Mellan sommarmärket och väderdäck
Järnvägsbron i Södertälje	2007-02-14	Brovig Breeze	Uppgiften dåligt planerad	Masten blev krökt och att lanternor, satellit-antenn och annan navigationsutrustning skadad

2.6.2 Särskilt uppmärksammade olyckor

En av de mest uppmärksammade olyckorna som potentiellt skulle kunna fått allvarliga konsekvenser inträffade 1992 med gastankfartyget Balina⁸ som med last av ammoniak var på väg till Köping och grundstötte vid Kvicksundsbron. Enligt SOS har ”Brovakten vid Kvicksundsbron inte kunnat öppna bron pga. att en plunge i bron säkring kärvade. Backmanöver i fartyget uteblev pga. tekniskt fel. Ankring för att upphäva framfarten inte kunnat ske då ankaret fastnat i klyset. Fartyget med låg fart satts på grund för att undvika sammanstötning med bron. Inga skador har uppträtt”.

Sjöfartsinspektionen och Statens haverikommission gjorde efter händelsen en analys av tänkbara konsekvenser med antagandet att fartyget träffat bron (Stenmark, 1993). Analysen visar att om fartyget t.ex. på grund av högre fart än

⁷ SOS Sjöfartsverkets OlycksrapporteringsSystem, administreras numera av Transportstyrelsen.

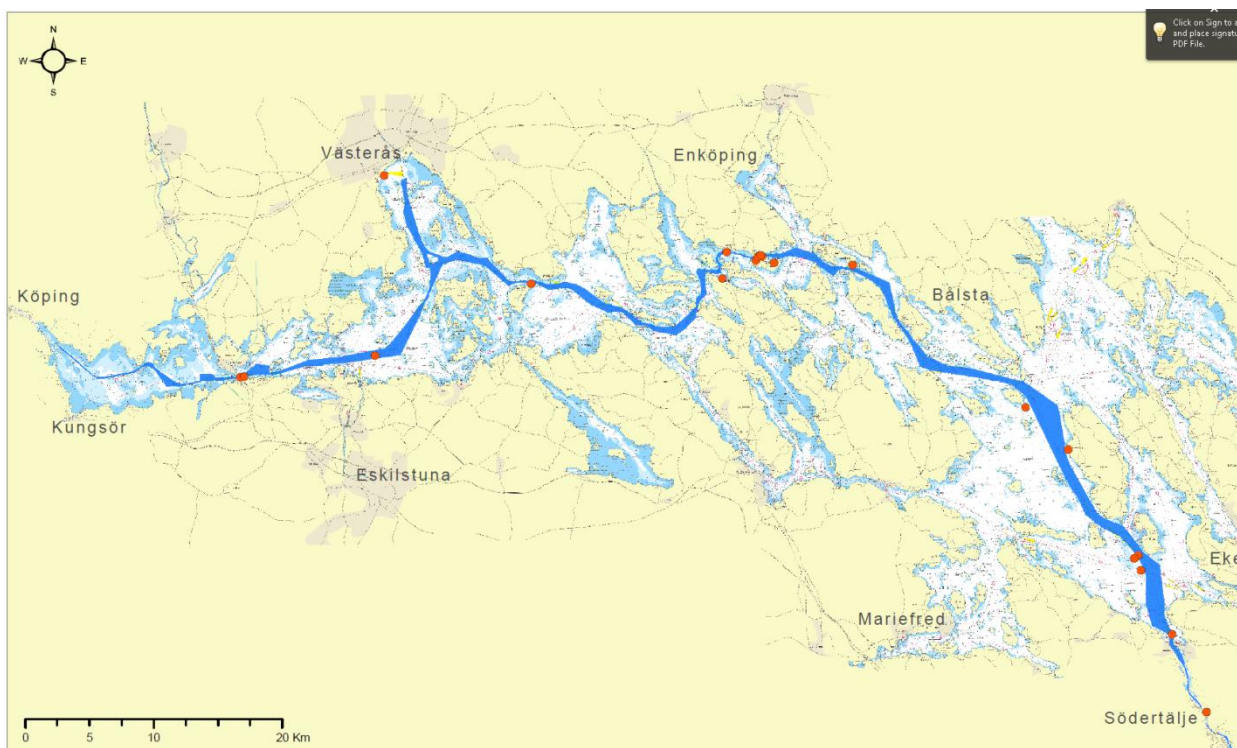
⁸ Fartyget som är byggt 1975 har efter 1992 seglat under namnen Taurogas 1 och Zuma Rock.

den faktiska skulle ha seglat på broklaffen så att back och fördäck hade trängt in under klaffen, hade möjligen rörsystemet över däcksytan kunnat skadas med ett potentiellt utsläpp av ammoniak från lasten som följd. Utsläppens storlek skulle enligt analysen ha blivit av mindre omfattning eftersom ammoniaken är djupkyld till vätska, utan övertryck i de isolerade tankarna som är placerade nedsänkta innanför dubbelskrovet. Även om tankarna skulle ventileras pga skador av rörsystemet på däck skulle utflöde och förångning av ammoniakgas ske långsamt och utan betydande hälso- eller miljöfara för omgivningen. Miljö- och hälsokonsekvenserna kan beskrivas av att ammoniak är giftigt i relativt låga koncentrationer och vid ett utsläpp skulle det möjligtvis behövas en kortvarig avstängning av vattenintag samt ge marginellt bidrag till algblooming och dålig lukt.

2.6.3 Grundstötningsolyckor i Mälaren

Av de totalt 112 olyckor som finns registrerade i SOS för Mälaren under perioden 1985-2012 gäller 42 grundstötningar varav 1 är klassad som allvarlig olycka. Den som klassificerats som allvarlig gäller en svävare som pga kraftig vind kört in i ett berg. Endast olyckor med handelsfartyg registreras i SOS och olyckor med fritidsbåtar ingår således inte.

18 av de 42 grundstötningarna har skett i eller nära de för uppgraderings-åtgärderna aktuella farledssegmenten av Mälarlleden. Kartan nedan visar var dessa 18 grundstötningar inträffat.



Figur 13 Olyckor (Grundstötning/Grundkänning) i Mälarlleden 1985-01-01 till 2012-10-10. Bearbetad information utifrån Sjöolyckssystemet (SOS) tillhandahållet av Transportstyrelsen (2012).

2.6.4 Fartygskollisioner i Mälaren

Endast 4 av de totalt 112 registrerade olyckorna i SOS för Mälaren under perioden 1985-2012 gäller kollisioner mellan fartyg. Endast 1 en av dessa, en kollision i Tedarökrökarna, är klassificerad som allvarlig,

2.6.5 Utsläppsstatistik Mälaren

SOSs databas angående utsläpp är mycket begränsad. I databasen finns 5 utsläpp registrerade mellan 1985-2012. Typ av utsläpp har varit lättare olja (diesel, bensin) och hydraulolja i mängder 0,005-0,5 ton, därav ett antal vid färjeläget i Ekerö (dvs icke relevant för denna studie).

Kustbevakningen är ansvarig för att bekämpa oljeutsläpp till sjöss i Mälaren och för statistik kring utsläppen. Kustbevakningens statistik ger, med nedanstående sökkriterier;

- "Att konstatera om utsläpp eller kvittblivning sker i strid mot gällande bestämmelser"
- "Att ingen otillåten dumpning sker"
- "Provtagning av utsläpp till sjöss"

följande antal utsläpp som registrerats i Mälaren under de senaste åren:

2010: 14 st

2011: 14 st

2012: 5 st

2013: 1⁹ st

Siffrorna har tagits från Kustbevakningens redovisningssystem och gäller alla tre typer av inrapporterade brott mot vattenförorening (dvs. även små slattar och utsläpp ifrån land) med en områdesbegränsning på hela Mälaren (Stensland, 2013).

2.7 Dagens lotsning

Lotsområde Södertälje omfattar vattenområdet i- och just utanför skärgården från Dalarö ner till Landsort, vidare till Sävsundet och sedan upp till Södertälje samt sjöarna Mälaren och Hjälmarens. Ca 30 lotsar genomför knappt 6 000 lotsningar/år. (Lotsområde Södertälje, 2013). Lotspliktsgränser gäller för fartyg över 70 m längd, 14 m bredd och 4,5 m djupgående (Transportstyrelsen, 2012).

Fartyg som ankommer med lots via Landsort med destination Västerås eller Köping och omvänt byter lots vid uppehållet i Södertälje sluss. (Detta gör även

⁹ Utsläpp via dagvattenledning i Västerås hamn, 13 april 2013.

att ett tänkt alternativ med en långsluss där fartygen inte behöver stoppa under slussning blir mindre intressant).

2.8 Övriga planerade och pågående projekt i Mälaren

Samtidigt med planeringen för uppgradering av farleden i Mälaren pågår två andra stora projekt som påverkar sjöfarten i Mälaren:

- Ny regleringsordning för Mälaren, ombyggnad av slussen Söderström och ökad avtappningskapacitet. Ombyggnadsarbeten planeras pågå under perioden 2014-2020.
- Tunnelbygget och transport av bergmassor för projektet E4 Förbifart Stockholm. Transporterna kan förväntas ske under perioden 2015-2018 enligt nuvarande tidplaner.

Den nya regleringsordningen i Mälaren kommer att tillämpas först efter ombyggnad av slussen Söderström och kommer inte att påverka medelvattennivån i Mälaren eller leddjupgåendet i den uppgraderade farleden. Vattennivåvariationerna kommer att vara förutsägbara och väntas endast förändras marginellt jämfört med dagens situation. Kraven på minsta bottenklarning gäller vid alla vattenstånd och vid behov måste, liksom idag, lastningsgrad och djupgående anpassas till aktuellt/predikerat vattenstånd. Tappning av Mälaren via Södertälje sluss blir en möjlig nödtappningsåtgärd men ligger sist i den nya planerade tappningsordningen. Under ombyggnadsperioden kommer Karl-Johanslussen att vara stängd och sjötrafiken därifrån kommer att hänvisas till Hammarbyslussen. Trafiken i västra Mälaren och i Södertälje kanal bedöms inte påverkas av detta, men enstaka transporter till byggplatsen vid Slussen kan tänkas komma via Södertälje kanal.

Det andra projektet, som under anläggningsfasen innebär storleksordningen 7-10 tillkommande sjötransporter per dygn av bergmassor, medför en trafikökning på Östra Mälaren men kan även bidra till en ökad frekvens av möten eller korsningar med trafiken på den för riskanalysen aktuella farleden. Transporterna av bergmassor kommer dock inte att ske i, eller korsa de avsnitt av Mälarfalleden där muddrings- och uppgraderingsåtgärder är planerade. Säkerhetsfrågor kring de respektive projektens påverkan på trafikbilden behandlas i kapitlet om anläggningsfasens risker.

3 Riskidentifiering - Hazid

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 Rosenvik, Stockholm, måndag 28 januari 2013, kl 11.00 – 16.30.

SSPAs projektledare formulerade "vad händer om"-frågor och gruppen diskuterade utifrån sina respektive erfarenheter. Som introduktion och diskussionsunderlag presenterades inledningsvis de övergripande resultaten av genomförda simuleringsstudier, en AIS-baserad trafikanalys samt fartygs-olycksstatistik från området.

Under mötet låg fokus på jämförelser med befintliga förhållanden i farlederna och förväntade förhållanden efter det att den planerade uppgraderingen av farled och kanal genomförts. Genom att successivt stega framåt i farledens riktning och i varje position identifiera olika typer av faror upprättades ett protokoll som systematiskt beskriver faror och risker med avseende på följande aspekter:

- Olyckstyper; grundstötning, kollision, bropåsegling, kontakt, utsläpp, brand mm
- Kritiska platser och moment; trånga passager, känsliga områden, kritiska tidpunkter
- 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 (kvantifiering) av identifierade risker
- Bedömning av effektivitet av identifierade möjliga riskreducerande åtgärder

Workshop-resultaten är avsedda att ge input till den fortsatta riskanalysprocessen och urskilja de risker som blir föremål för fördjupad analys och åtgärdsförslag.

3.1 Deltagare

De 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.

Totalt deltog 25 personer i mötet enligt nedanstående tabell.

Tabell 6: Deltagare riskidentifieringsmöte 28 januari 2013, Rosenvik Stockholm.

SjöVs projektledning:		Länsstyrelsen:	
Tage Edvardsson	Sjöfartsverket	Lars Edenman	Länsstyrelsen Västmanland
Björn Andreasson	Sjöfartsverket	Hanna Cederskog Danielsson	Länsstyrelsen Stockholms län
Thomas Åhsberg	Sjöfartsverket	Kommuner:	
Johan Johansson	Sjöfartsverket	Christina Rask	Södertälje kommun
Thonny Schön	Sjöfartsverket	Räddningstjänsten:	
Henrik Berg	Sjöfartsverket	Mari Olsén	Södertörns brandförsvär
Anna Nylén (Trafikverket)	Sjöfartsverket	Vattenverk:	
Lotsar vid simuleringarna:		Bo Westergren	Stockholm Vatten
Nicklas Liljegren	Sjöfartsverket	Per Ericsson	Norrvatten
Jonas Lagerholm	Sjöfartsverket	Mälarhamnar:	
Arbeten i kanal/entreprenad:		Helmer Thiede	
Henrik Pettersson	Sweco Infrastructure	Konsulter:	
Peter Jonsson	Sweco Infrastructure	Jenny Lindgren	Structor
Transportstyrelsen:		Björn Forsman	SSPA Sweden AB
Ulf Lejdebrink	Transportstyrelsen Sjöfartsavd	Johannes Hüffmeier	SSPA Sweden AB
Sebastian Irons	Transportstyrelsen Sjöfartsavd	Torvald Hvistendahl	SSPA Sweden AB
Kustbevakningen:			
Anders Stensland	Kustbevakningen Reg Nordost		

3.2 Strukturerad genomgång av olika risker

Vid riskidentifieringsmötet inleddes diskussionen med situationen i Södertälje kanal och slussen varvid frågeställningar om nautiska risker före och efter uppgradering jämfördes för olika storlekar av fartyg. Erfarenheter från simuleringsstudierna refererades och kritiska platser och moment identifierades. Diskussionen omfattade även händelser kopplade till olika haverifall exempelvis i framdrivningsmaskiner, roder eller broöppningsfunktioner. Olika platser sårbarhet med avseende på "peka på"-kurs och möjliga skador på bostadshus vid eventuell påsegling diskuterades liksom möjligheter till brandbekämpning mm.

Därefter diskuterades olika riskaspekter för ett antal platser längs farlederna till Västerås och Köping som under simuleringarna identifierats som kritiska samt farledsavsnitt under vägen som bedömdes särskilt känsliga med avseende på möjliga konsekvenser av olycksorsakade utsläpp eller särskilt svåra väder- eller isförhållanden.

Varje identifierad fara eller möjligt olycksscenario diskuterades i termer av; orsak, omedelbara och slutgiltiga konsekvenser samt existerande eller möjliga ytterligare säkerhetshöjande åtgärder. Checklistor granskades också för att

exempelvis kontrollera att möjliga olycksorsaker pga av såväl tekniska fel, mänskliga misstag, yttre omständigheter eller organisatoriska brister täcktes in av diskussionen.

3.2.1 Uppföljning av diskussioner och komplettering av protokoll

Resultaten av diskussionen under mötet sammanställdes i ett strukturerat protokollformat där varje identifierad fara tilldelas ett särskilt id-nummer och där det finns utrymme att komplettera resultaten med en bedömning av:

- sannolikheten för respektive identifierad olyckstyp,
- konsekvensernas svårighetsgrad samt
- riskförändring, dvs en graderad relativ bedömning av hur förhållandena riskmässigt förändras då uppgraderingsåtgärderna genomförts.

Protokollet skickades ut till samtliga som medverkat vid riskidentifieringsmötet plus de som inbjudits men inte kunnat delta, och de som ansåg sig ha erfarenheter och kunskaper att göra graderade bedömningar av sannolikheter och konsekvenser ombads att granska och komplettera protokollet med sina individuella bedömningar.

Svarsfrekvensen var god och gav relativt samstämmiga bedömningar vad gäller sannolikheter, konsekvenser och riskförändringar. Sammantaget bedöms de medelvärdesbildade resultaten därför ge en god bild av vilka risker som är viktigast och i vilken rangordning de kan sorteras vad avser bedömd risknivå. Representanter från kravställande/tillståndsgivande myndigheter såsom Transportstyrelsen avstår från att lämna graderade bedömningar eftersom det skulle kunna komma i konflikt med myndighetsrollen.

Resultaten av deltagarnas svar redovisas sammanfattningsvis i denna rapport. Själva riskidentifieringsprotokollet inklusive de medelvärdesbildade resultaten återfinns i Appendix 2.

3.2.2 Gradering av skalor för bedömning av sannolikhet och konsekvens

De kategorier och den klassificering som använts för bedömning av sannolikhet och konsekvens förklaras i tabellen nedan. Det föreligger stora osäkerheter i alla bedömningar av sannolikhet och konsekvens, då man ofta bedömer hypotetiska situationer. För denna Hazid har valts att endast göra en översiktlig kategorisering av sannolikhet och konsekvens, i skalan 1 till 3, där 3 anger största sannolikhet/konsekvens. Syftet har varit att förenkla klassificeringen och att undvika att diskussionen istället hamnar i detaljer angående kategorisering, klassificering och tolkningar i kvantitativa termer.

Tabell 7 Beskrivning av klassificering av sannolikhet och konsekvens

Kategori	Bedömning	Beskrivning
Sannolikhet	1	Liten sannolikhet
	2	Medelstor sannolikhet
	3	Stor sannolikhet
Konsekvens	1	Liten konsekvens
	2	Medelstor konsekvens
	3	Allvarlig konsekvens

I resultatsammanställningen har deltagarnas bedömningar medelvärdesbildats och därefter har ett riskindex beräknats som summan av medelvärdet av sannolikhets- och konsekvensbedömningen. Detta kan sägas kvantifiera den sammanvägda risken för varje identifierad fara.

3.2.3 Riskmatris och riskindex RI




För identifierade risker som graderats och tilldelats numeriska värden kan olika gränsvärden för vilka risker som kan accepteras definieras. Kriterier för gränsvärden definieras av den sammanvägda risken där både sannolikhet och konsekvens beaktas och graderas i intervallen låg, medelhög respektive hög, och kan presenteras i riskmatriser enligt nedan.

Skalvärdena för sannolikhet och konsekvens representerar logaritmiska enheter vilket för "liten" sannolikhet kan exempelvis motsvara 1 ggr/år, för "medelstor" 10 ggr/år och för "stor" 100 ggr/år. Vanligen beräknas risken som produkten av sannolikhet och konsekvens, men p.g.a. den logaritmiska skalan beräknas risken nedan som summan av de medelvärdesbildade uppskattningarna av sannolikheter och konsekvenser som gjordes under Hazid-processen. Varje individuell bedömning av sannolikhet och konsekvens motsvaras av en ruta markerad med grönt, gult eller rött i matrisen enligt nedan, där grönt markerar låg risk, gult medelhög risk och rött hög risk.

De medelvärdesbildade bedömningarna av sannolikhet och konsekvens är decimaltal och summeras till ett riskindex för varje identifierad risk. Gräns för acceptabel risk motsvaras här av ett decimaltal som definieras av 3,5 och gräns för oacceptabel risk är 4,0. De händelser som har ett riskindex $< 3,5$ har en låg risk, och behöver ej diskuteras vidare. De händelser vars riskindex $\geq 3,5$ men $\leq 4,0$ har en medelhög och dessa bör tas upp för vidare diskussion, analys och eventuella åtgärder. Gränsen för hög risk är satt till riskindex $> 4,0$ och de streckade linjerna i Tabell 8 markerar gränserna mellan låg, medelhög och hög risk. I det ifyllda riskidentifieringsprotokollet anges de tre olika intervallen med respektive färgsymboler enligt nedan till höger:

Tabell 8: Riskmatris och gränsvärden för riskindex

Konsekvens		1	2	3
		Liten	Medelstor	Allvarlig
Sannolikhet	3 Stor	/	/	/
	2 Medelstor	/	/	/
	1 Liten	/	/	/

Risk	Riskindex RI	Symbol
Låg	< 3,5	
Medelhög	3,5 – 4,0	
Hög	4,0 – 6,0	

3.2.4 Riskförändring ΔR - Jämförande riskbedömning mellan nollalternativ och huvudalternativ

I riskanalysen kan det ofta vara svårt att bedöma och värdera risker i absoluta termer men med ett jämförande perspektiv på riskbedömningen är det ofta enklare att bedöma om, och i vilken mån, de planerade farledsuppgraderingsinsatserna leder till ökade eller minskade risker. En särskild kolumn i riskidentifieringslistan har därför infogats där deltagarna ombeds fylla i en graderad bedömning av om risken minskar eller ökar då uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet genomförts. Ett negativt värde innebär att risken ökar och ett positivt värde innebär att riskerna minskar medan värdet noll anger oförändrad risk. I tabellen nedan redovisas klassificeringen av deltagarnas jämförande bedömning av hur riskerna påverkas av genomförandet av planerade uppgraderingsåtgärder. Angivna värden för riskförändringen bör följaktligen vara positiva.

Tabell 9 Beskrivning av klassificering av riskförändringen då huvudalternativet genomförs

Kategori	Bedömning	Beskrivning
Riskförändring ΔR	2	Signifikant lägre risk
	1	Mindre risk
Jämförande riskbedömning vid genomfört huvudalternativ jämfört med nollalternativet	0	Oförändrad risk
	-1	Mer risk
	-2	Signifikant högre risk

3.2.5 Jämförande bedömningar med och utan planerad uppgradering

I riskidentifieringsprotokollet i Appendix 2 anges även medelvärdena av de individuellt registrerade jämförande riskförändringstalen och markeras med motsvarande färgsymboler enligt nedan.

Tabell 10: Gränsvärden för bedömd riskförändring vid infört huvudalternativ jämfört med nollalternativ.

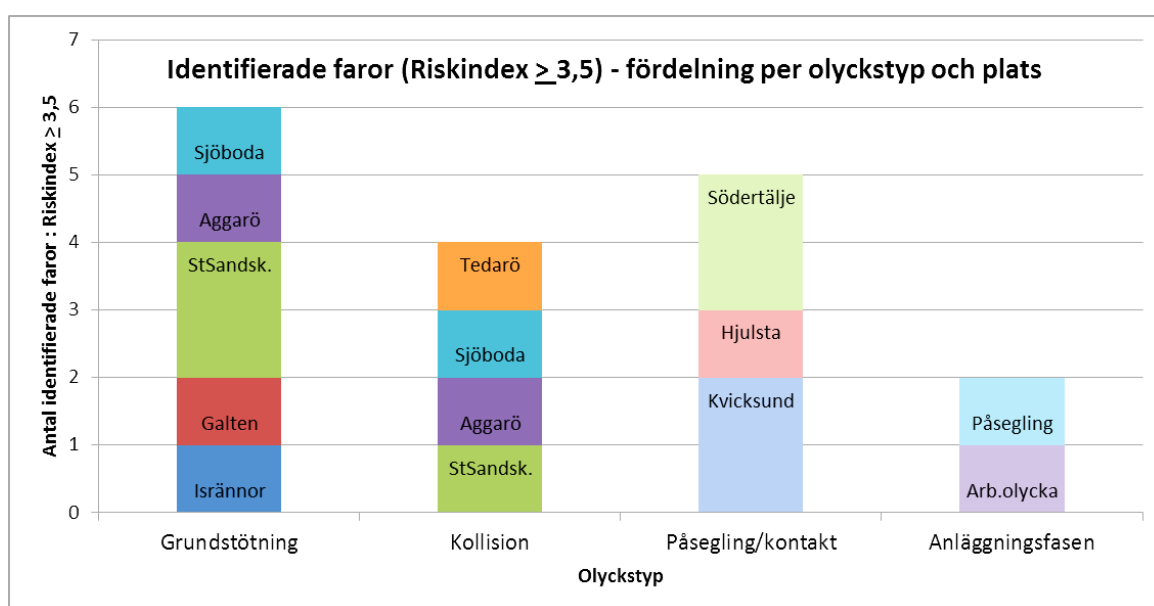
Riskförändring ΔR efter planerad uppgradering	Registrerad medelvärdesbildad bedömning av riskförändring ΔR baserad på skala -2, -1, 0, +1, +2	Symbol
Lägre risk	Värden > 0,0	✓
Oförändrad risk	Värden = 0,0	!
Högre risk	Värden < 0,0	✗

3.3 Hazid-resultat

Komplett Hazid-protokoll med kommentarer och medelvärdesbildade sannolikhets-, konsekvens- och riskförändringsbedömningar finns i Appendix 2. Det är sammanställt från mötesnoteringar och input från det uppföljande utskicket och har använts för att extrahera nedanstående resultattabeller.

3.3.1 Riskindex RI

Totalt identifierades under Hazid-processen 53 olika faror eller risker enligt det ifyllda protokollet i Appendix 2. Av dessa bedömdes 36 innebära låg risk, 16 stycken medelhög risk och 1 hög risk. Fördelning per olyckstyp framgår nedan.



Figur 14 Hazid resultat – Identifierade faror med riskindex $\geq 3,5$ fördelade per olyckstyp och plats

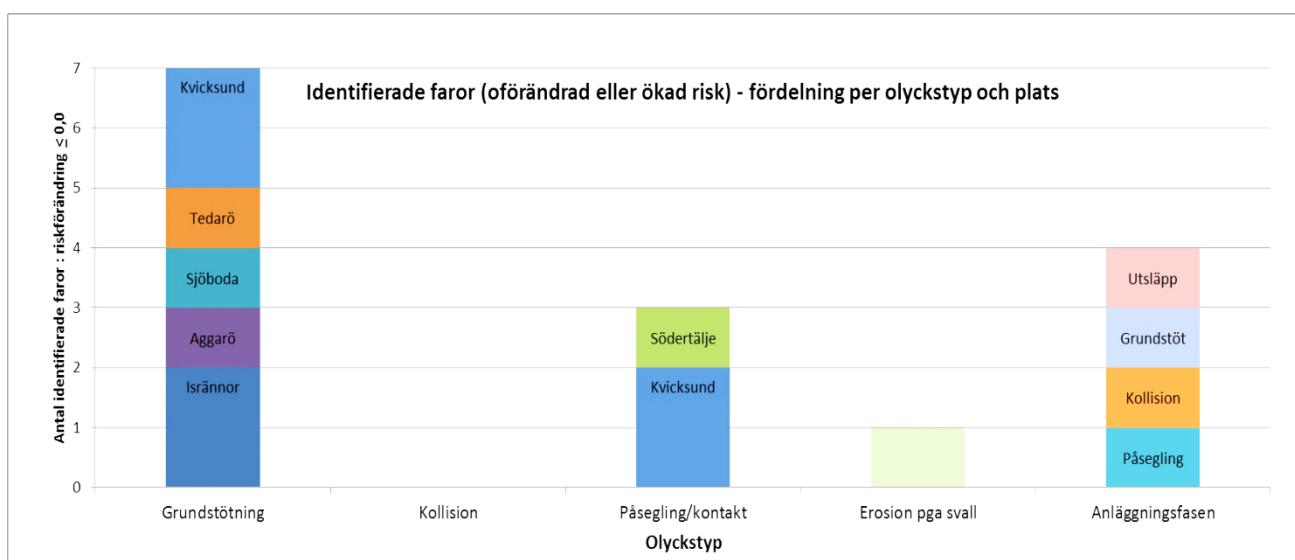
Hazid-resultaten av de sammanvägda riskindexvärdena har i tabellen nedan rangordnats efter fallande riskindex (gul bakgrund) och indikerar vilka av de identifierade farorna och riskscenariona som bedöms bör bli föremål för fortsatt analys.

Tabell 11 Prioriterade risker baserat på resultat från Hazid rangordnade efter fallande riskindex. Riskindexbedömningen speglar främst dagens situation och erfarenheter av kända risker - nuläget.

Risk Id	Riskindex RI	Fara/Riskscenario	Risikförändring ΔR
3.2	✖ 4,2	Påsegling av Hjulstabron	✔ +1,2
7.2	⚠ 4,0	Påsegling av bron, mänskligt fel - Kvicksund	✔ +0,2
8.3	⚠ 4,0	Grundstötning, mänskligt fel i Sjöbodakröken, Galten	✔ +1,0
3.3	⚠ 4,0	Kollision vid Hjulstabron eller Tedarökrökarna	✔ +0,2
2.1	⚠ 4,0	Slussportpåsegling i Södertälje	✔ +1,1
1.6	⚠ 4,0	Påsegling av broar i Södertälje	✔ +0,2
10.1	⚠ 3,8	Grundstötning – girar i brutna isrännor med långa fartyg	✖ -0,2
11.4	⚠ 3,8	Påsegling av temporära byggnadskonstruktioner - Anläggningsfasen	⚠ 0,0
11.3	⚠ 3,8	Arbets-skador vid byggnadsarbete i kanal/ sluss - Anläggningsfasen	✔ +0,4
7.3	⚠ 3,8	Påsegling av bron, tekniskt fel - Kvicksund	⚠ 0,0
4.1	⚠ 3,5	Kollision i Aggarösundet	✔ +0,8
4.2	⚠ 3,5	Grundstötning i Aggarösundet	✔ +0,8
5.1	⚠ 3,5	Kollision vid St Sandskär, Fulleröfjärden	✔ +1,3
5.2	⚠ 3,5	Grundstötning, mänsklig felbedömning. St Sandskär, Fulleröfjärden	✔ +1,5
5.3	⚠ 3,5	Grundstötning, tekniskt fel. St Sandskär, Fulleröfjärden	✔ +1,0
8.1	⚠ 3,5	Kollision, mänskligt eller tekniskt fel - Sjöbodakröken	✔ +0,3
8.4	⚠ 3,5	Grundstötning, tekniskt fel - Sjöbodakröken	✔ +0,3
	✔ <3,5	Övriga 36 fall	

3.3.2 Riskförändring ΔR efter genomförda åtgärder

Av de totalt identifierade 53 riskscenarierna bedöms att de planerade farleds-uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet kommer att leda till minskade risker i 38 av fallen. I 6 av fallen bedöms att risknivån inte kommer att påverkas av åtgärder och trafik enligt huvudalternativet. För 9 av fallen bedöms att åtgärderna och trafik enligt huvudalternativet kan leda till ökade risker. Fördelningen per olyckstyp och plats framgår av figuren nedan. Om Hazid-resultaten av de jämförande riskförändringsvärdena mellan huvudalternativ och nollalternativ ΔR rangordnas på motsvarande sätt som i tabellen ovan med fallande värden (grön bakgrund) från de som bedömts förenade med störst försämring, fås en annan lista med risker som bör övervägas bli föremål för särskild analys och möjliga riskreducerande åtgärder, se tabell nästa sida.



Figur 15 Hazid resultat – Identifierade faror med riskförändring $\leq 0,0$ fördelade per olyckstyp och plats.

Tabell 12 Prioriterade risker baserat på resultat från Hazid rangordnade efter fallande riskökning. Den bedömda riskförändringen speglar förväntad förändring då huvudalternativet införs jämfört med nollalternativet och beaktar därmed inverkan av farledsuppgraderingen och övriga initialt planerade åtgärder.

Risk Id	Riskförändring ΔR	Fara/Riskscenario	Riskindex RI
4.4	-0,8	Grundstötning – hårt väder, is - Aggarösundet	3,3
3.6	-0,8	Grundstötning – hårt väder, is – Hjulstabron Tedarökrökarna	3,0
7.4	-0,6	Grundstötning – mänskligt misstag - Kvicksund	3,4
7.1	-0,5	Kontakt med ledverk/bro vid passage av Kvicksundsbron	3,4
7.6	-0,4	Grundstötning – hårt väder, is - Kvicksund	3,2
11.2	-0,4	Grundstötning vid passage av arbetsområden - Anläggningsfasen	3,0
8.5	-0,3	Grundstötning – hårt väder, is - Sjöbodakröken	3,3
11.1	-0,2	Kollision mellan fartyg och pråm/arbetsfartyg - Anläggningsfasen	3,3
10.1	-0,2	Grundstötning – girar i brutna isrännor med långa fartyg	3,8
11.4	0,0	Påsegling av temporära byggnadskonstruktioner - Anläggningsfasen	3,8
7.3	0,0	Påsegling av bro - Kvicksund	3,8
11.5	0,0	Föroreningar vid hantering av muddermassa - Anläggningsfasen	3,3
7.5	0,0	Grundstötning, tekniskt fel - Kvicksund	3,0
10.2	0,0	Större fartyg ledar till större svall/avsänkning som ger mer erosion	2,3
2.4	0,0	Grundstötning/påsegling kajnära industri-/bostadsomr. Södertälje	2,2
	> 0,0	Övriga 38 fall	

3.3.3 Tolknings exempel

Framtagandet av denna riskanalys är en del av processen att utveckla och precisera planerna för de föreslagna uppgraderingsinsatserna och därmed finns också en växelverkan mellan delresultat från samråd, simuleringar, riskanalys och det föreslagna huvudalternativet. Detta innebär bl a att ytterligare åtgärder beslutats efter den genomförda Hazid-workshopen med sitt ovan redovisade utfall av graderade riskindex RI och riskförändringar ΔR för de respektive identifierade riskerna med tillhörande numrering i Risk-Id. Exempelvis har ytterligare åtgärder beslutats för att öka passagespannens bredd vid broarna, påseglingsskydd vid Hjulstabron mm. Dessa och andra

säkerhetshöjande åtgärder som kommit fram under processens gång redovisas i kapitlen 4 och 5.

Definierade av sina respektive Risk Id:n, behandlas i nästa kapitel de risker som identifierats ha ofördelaktigt riskindex RI och risker med ofördelaktiga värden för riskförändring ΔR var för sig.

Exempelvis visar tabell 11 att Risk Id 3.2 har ett ofördelaktigt riskindex RI av 4,2 som indikerar hög risk och som därmed bör bli föremål för närmare analys. Längre ner i tabellen återfinns flera Risk Id:n med medelhög risk ordnade efter fallande riskindex RI från 4,0 -3,5.

I tabell 12 sorteras på motsvarande sätt Risk Id:n med den mest ofördelaktiga riskförändringen ΔR överst. Risk Id 4.4 anges som mest ofördelaktigt med en riskförändring ΔR av -0,8. Detta indikerar (enligt tabell 10) en högre risk för huvudalternativet jämfört med nollalternativet och bör därmed bli föremål för närmare analys. Längre ner i tabellen återfinns flera Risk Id:n med högre eller oförändrad risk ordnade efter fallande riskförändring ΔR från -0,8 till 0,0.

4 Riskanalys

Notera att riskidentifieringen och den Hazid som redovisas i föregående kapitel gjordes tidigt i projektet som underlag för planering och projektering av säkerhetshöjande åtgärder. Under arbetet med riskanalysen har säkerhetshöjande åtgärder identifierats och beslut har tagits om att genomföra flera av dessa, exempelvis förstärkning av ledverk i Kvicksund, utmärkning av farleden samt restriktioner vid bropassager i dålig sikt och i hård vind. Simuleringsresultat och riskidentifiering visar på att passagespannet under Hjulstabron är för smalt för säker passage av fartyg med den största planerade storleken. Bron kommer emellertid att byggas om av Trafikverket och därmed anpassas för passage även av de större fartygen. I Sjöfartsverkets ansökan ingår därför enbart de påseglingsskydd (grundbankar) som planeras intill dagens bro. Slutsatserna i denna rapport såvitt avser den allra största fartygsstorleken grundas således på att dessa fartyg passerar Hjulstabron först när ombyggnad av bron har skett.

4.1 Prioriterade risker baserat på resultat från Hazid

Resultaten från Hazid-processen som sammanställts i föregående kapitel ger underlag för prioritering av risker både baserade på rangordning av registrerade riskindexvärden och riskförändringsvärden. Det finns dock inget entydigt sätt att rangordna risker baserat på numerisk sammanvägning av båda dessa värden. De i föregående kapitel tabellerade riskerna rangordnade efter fallande riskindex RI respektive efter fallande riskförändringsvärde ΔR diskuteras därför nedan var för sig.

För många av de identifierade riskerna noteras att de som har relativt höga riskindex ändå har relativt gynnsamma riskförändringsvärden, dvs att även om risken bedöms relativt hög så innebär den planerade farledsuppgraderingen att riskerna kommer att minska. På motsvarande sätt för de identifierade risker där de planerade åtgärderna bedöms leda till en ökad eller oförändrad risknivå är i de flesta fall riskindexvärdet relativt lågt.

Ett fåtal av de identifierade riskerna bedöms dock ha både ett relativt högt riskindex och ett ogynnsamt riskförändringsvärde. Dessa bör därför bli föremål för särskild prioritering vid fortsatt analys och diskussion kring riskreducerande åtgärder i Sjöfartsverkets fortsatta projekteringsprocess.

Möjliga ytterligare kompletterande riskreducerande åtgärder diskuteras och föreslås i kapitel 6. Sådana åtgärder kan bidra till att de identifierade faror, som i tabellen ovan fått ofördelaktiga riskförändringsvärden, förbättras.

4.1.1 Högt riskindex

- ⊗ Följande identifierade faror eller riskscenarier bedömdes förenade med hög risk:

(Risk Id 3.2, Riskindex 4,2) Påsegling av Hjulstabron

Påsegling orsakad av tekniskt eller operationellt fel som leder till felaktig anlöpskurs mot brospannet. Fartyg kommer på fel sida av ledverket och seglar

på brons fasta del alternativt att missförstånd/mänskligt fel leder till att stängd/ej helt öppen bro påseglas. Konsekvenserna av påsegling innebär att bro och fartyg skadas allvarligt. Personskador kan uppstå på trafikanter på bron eller besättning. Skadorna kan ge betydande trafikstörningar pga långvariga reparationsarbeten och fartygsskadorna kan leda till utsläpp från lastlåda. Däcksutrustning och överbyggnad kan skadas av brobanan.

En rad etablerade och planerade nya riskreducerande åtgärder identifierades och följande bedöms särskilt viktiga:

- Efter genomförandet av Hazid:en har Trafikverket tagit beslut om att planera för en ombyggnad av Hjulstabron som medför ökad bredd i passagespannet.
- En specifik "Passage plan" för bropassage upprättas av lotsar och Sjöfartsverkets nautiska råd och presenteras för Transportstyrelsen som fastsätter den i form av rekommendationer.
- Restriktioner för passage i dålig sikt och i hård vind tillämpas och anpassas för att omfatta även de nya större fartyg som kan trafikera leden efter uppgraderingen.
- "Point of no return" etableras och procedurer för kommunikation med brovakt anpassas för nytt större tonnage.
- Väg bommar för biltrafik flyttas tillbaka bort från öppningsbar brodel för att minska konsekvenserna av en eventuell påsegling.
- Som komplement till ledverken planeras och inkluderas i ansökan att anlägga någon form av påseglingsskyddande hinder som grundbankar eller liknande framför brons fasta delar. Syftet är att stoppa fartyg som av någon anledning har påseglingsskurs mot bron innan de når fram till bron. Denna åtgärd har tillkommit under processens gång och beaktades ej under genomförd Hazid-workshop. Trafikverket utreder vidare passagespannets utformning för att anpassa det för större fartyg.

4.1.2 Medelhögt riskindex

⚠ Följande identifierade risker bedömdes förenade med medelhög risk:

(Risk Id 1.6, Riskindex 4,0) Påsegling av broar i Södertälje

Felaktig positionering i farleden/kanalen eller missförstånd om höjdangivelse på broarna eller bristfällig kännedom om fartygets höjd (air draft) kan leda till bropåsegling. Tekniska fel eller missförstånd kan leda till att broar inte öppnas. Konsekvenser av bropåsegling vid låga farter inskränker sig vanligen till måttliga skador på broar och fartyg, typ mekaniska skador, skador på ytbehandlingen, ökat underhåll etc. Skador på antenner och masttoppar är relativt vanliga.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- Uppgifter om fartygs höjd (air draft) är ofta osäkra. Rutiner för inrapportering av höjd vid lotsbeställning ses över och anpassas för nya fartygstyper samt för ombyggda slussar och broar.
- Tekniskt system för höjdregistrering av fartyg. Installation av automatiskt mätnings- och varningssystem vid Igelstabron söderifrån och i Linanäs norrifrån övervägs för att minska påseglingsrisken och för att undvika onödiga broöppningar då fartygens höjd inte är känd med tillräcklig säkerhet. Teknik är känd och tekniska system finns tillgängligt på marknaden.
- Efter genomförd Hazid har beslut tagits om att nya väntelägen skall anordnas på såväl uppströms- som nedströmssidan av alla broar i Södertälje.

(Risk Id 2.1, Riskindex 4,0) Slussportpåsegling i Södertälje

Fartyget får inte stopp i tid vid ingång i slussen pga tekniska eller operationella fel. Påseglingsolyckor har inträffat vid 5-6 tillfällen under en 30-års period främst pga tekniska fel. Sydgående fartyg i ballast är mer benägna att stoppa för sent. Stora fartyg behöver halv fart fram för att trycka sig in i slussen. Konsekvenser av påsegling kan omfatta skador på fartyget och slussen samt att kanalen kan behövas stängas temporärt för reparationsarbeten.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- Den nya slussen är större och ger mer plats (30 m längre än max fartygslängd).
- Nödstopp i form av vajerbommar som kan fällas över slussen och som kan fånga upp fartyg av måttlig storlek övervägs.
- Om en slussport skadas så fungerar den andra som stopp för okontrollerat utflöde.

(Risk Id 3.3, Riskindex 4,0) Kollision vid Hjulstabron eller Tedarökrökarna

Kollision pga mänskliga eller tekniska fel kan ske vid den smala bropassagen eller i det slingringa farledssegmentet Tedarökrökarna. Idag används de båda, lika breda, passagespannen för kontrollerade möten. Vid en broombyggnad kan passagespannen få olika bredd och det bredaste blir det primära passagespannet för båda riktningar. Mötesprocedurer kommer då att behöva förändras. Konsekvenserna av kollisionsolyckor omfattar främst skador på fartyg. Kollisioner kan leda till trafikstörningar men även till miljöskador till följd av utsläpp av bunkerolja eller last från inblandade fartyg.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- En specifik "Passage plan" för bropassage och passage av Tedarökrökarna upprättas av lotsar och Sjöfartsverkets nautiska råd och presenteras för Transportstyrelsen som fastsätter den i form av rekommendationer. Nya procedurer för planering av möten etableras och information kommuniceras med brovakt. Lämpliga alternativa

mötesplatser finns. Antalet möten med stora fartyg blir relativt få. Större men färre fartyg minskar kollisionsriskerna.

- Vindrestriktioner för bropassage anpassas efter nya fartygsstorlekar och de modifierade ledverkens och passagespannens bredd.

(Risk Id 4.1, Riskindex 3,5) Kollision i Aggarösundet

Kollisioner orsakade av mänskliga misstag eller tekniska fel på fartyg i den relativt trånga farleden genom Aggarösundet kan leda till skador på fartyg, tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar eller till negativ miljöpåverkan genom utsläpp.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- Undvik möten - Möten mellan stora fartyg undviks i detta område. En specifik "Passage plan" upprättas av lotsar och Sjöfartsverkets nautiska råd och presenteras för Transportstyrelsen som fastsätter den i form av rekommendationer.

(Risk Id 4.2, Riskindex 4,0) Grundstötning i Aggarösundet

Grundstötningar orsakade av mänskliga misstag eller felbedömningar kan inträffa. Platsen är sedan länge identifierad som en kritisk, trång passage med litet manöverutrymme. Farledsdjupet är begränsat i farleden med utskjutande grundklackar nära farledsytans ytterkant. Bankeffekter uppstår vid passage. Konsekvenser av grundstötningar kan, pga bitvis hårda bottenar vid sidan av farledsytan, leda till läckage och utsläpp. Utsläpp kan ge skador på omgivande långgrunda stränder och naturskyddsområden belägna relativt nära farleden.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- Farleden förbättras och grundstötningsrisken minskas avsevärt genom planerad breddning och muddring.
- En specifik "Passage plan" upprättas av lotsar och Sjöfartsverkets nautiska råd och presenteras för Transportstyrelsen som fastsätter den i form av rekommendationer
- Procedurer och planering av kommunikation för ruttplanering och möten är viktigt.

(Risk Id 5.1, Riskindex 3,5) Kollision vid St Sandskär, Fulleröfjärden

Kollisioner orsakade av mänskliga misstag eller tekniska fel på fartyg i området kring St Sandskär på Fulleröfjärden. Man undvikar idag möten på kritiska platser. Den planerade nya farledsdragningen norr om Sandskär ger alternativa mötesplatser.

Följande riskreducerande åtgärd planeras:

- Muddring för att anlägga ny farledsdragning norr om St Sandskär i Fulleröfjärden ger mindre skarpa girar och nya alternativa mötesplatser.

(Risk Id 5.2 och 5.3, Riskindex 3,5) Grundstötning - St Sandskär, Fulleröfjärden

Grundstötningar orsakade av mänskliga misstag eller tekniska fel på fartyg i området kring St Sandskär på Fulleröfjärden. Farleden runt St Sandskär har idag en mycket skarp krök och passerande fartyg tvingas gira med liten girradie. För att större maximal fartygslängd ska medges bör farleden rätas och girradierna minskas.

Följande riskreducerande åtgärd planeras:

- Muddring för att anlägga ny farledsdragning norr om St Sandskär i Fulleröfjärden ger mindre skarpa farledskrökar och avsevärt större girradier.

(Risk Id 7.2 och 7.3, Riskindex 4,0 resp 3,8) Påsegling av bron - Kvicksund

Bropåsegling orsakad av mänskliga misstag eller tekniska fel på framdrivning eller styrning på fartyg i Kvicksund. Tekniska fel eller utebliven broöppning pga missförstånd eller mänskliga misstag kan också leda till påsegling.

Passageöppningen är smal och farleden kröker något framför bron varför utrymmet för att rikta upp till rak passagekurs under bron är mycket begränsat. Bron korsar inte farleden under rät vinkel. Strömsättningen är relativt kraftig under våren eftersom omkring hälften av Mälarens vattenflöde går genom Kvicksund. Normalt ostgående ström upp till ca 1 knop. Strömmen är riktad med eller mot passerande fartyg och ger därmed inga driftvinklar.

Konsekvenser av påsegling kan ge skador på fartyg och på bro vilka kan leda till trafikstörningar, personskador och utsläpp.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- Fartbegränsning till 5 knop gäller.
- Naturliga grundbankar begränsar påseglingsrisken (på södra sidan väster om bron kan dock ett fartyg tänkas komma in bakom ledverken och nå bron utan grundstötning)
- Nya ledverk planeras för förbättrat skydd mot påsegling i passagespannet. Utformning av ledverken har setts över efter genomförd Hazid och innebär att bredden inte minskas utan bibehålls på 41 m.
- Planerad muddring och breddning av anlöpsfarlederna ger bättre marginaler och mindre girar före bropassagen.

(Risk Id 10.1, Riskindex 3,8) Grundstötning vid gir i brutna isrännor

Grundstötning orsakad av is och brutna isrännor med otillräcklig bredd. Vid passage genom en brutna isränna kan girradierna bli stora för långa fartyg om akterskeppet släpar mot isrännans ytterkant utan att bryta isen. Problem kan uppstå i flera av krökarna i Mälarden.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- Breddad isbrytning i snäva krökar. På sikt kommer behovet av isbrytande bogserbåtskapacitet att öka i Mälaren.
- Sänkt fart på vintern, för att minimera is-relaterade risker.
- De snävaste krökarna i farleden breddas genom muddring eller omdragning av farled.

(Risk Id 8.1, Riskindex 3,5) Kollision vid Sjöbodakröken i Galten

Kollisioner orsakade av mänskliga misstag eller tekniska fel på fartyg i området kring Sjöbodakröken i Galten. Djupet är begränsat i farleden med utskjutande grundklackar nära farledsytans ytterkant och kröken är relativt snäv. Konsekvenser av kollisioner omfattar skador på fartyg med läckage och eventuellt utsläpp. Man undviker möten på kritiska platser men säkra möten kan i vissa fall ske på raksträckan. Södra leden, syd om Torpagrund är för grund att nyttjas av handelstonnage som alternativ mötesled.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades:

- Procedurer för planering av möten och kommunikation är viktiga. Passage av Sjöbodakröken ingår i den "Passage plan" som upprättas av lotsar och Sjöfartsverkets nautiska råd.
- Muddring och breddning av farledsytan ger större klarningar och marginaler vid möten i området.

(Risk Id 8.3 och 8.4, Riskindex 4,0/3,5) Grundstötning Sjöbodakröken i Galten

Grundstötningar orsakade av mänskliga misstag eller tekniska fel på fartyg i området kring Sjöbodakröken kan inträffa då djupet är begränsat i farleden med utskjutande grundklackar nära farledsytans ytterkant. Stenar och massor från mudderslänter vid sidan om farledsytan kan föras ned i farleden och lokalt begränsa djupet ytterligare.

Följande riskreducerande åtgärder planeras:

- Planerad muddring för att öka klarningar och öka farledsytans bredd kommer att minska grundstötningsrisken avsevärt.
- Regelbunden kontrollmätning av djup över farledsyta och muddrade slänter görs enligt fastställt schema för farledsunderhåll.

(Risk Id 11.3, Riskindex 3,8) Arbetsskador vid byggnadsarbete i kanal och sluss under anläggningsfasen

och

(Risk Id 11.4, Riskindex 3,8) Påkörning av temporära konstruktioner

är båda kopplade till anläggningsfasen och diskuteras i kapitel 4.9.

4.1.3 Lågt riskindex

- ✓ I riskidentifieringsprotokollet i Appendix 2 bedömdes 36 av de totalt 53 identifierade riskerna förenade med låg risk. Dessa berörs ej i detalj i detta kapitel.

4.1.4 Jämförande riskperspektiv

De ovan beskrivna identifierade riskerna är väsentligen ordnade efter Risk Id-nummer och därav framgår också att vissa geografiska platser framstår som mer kritiska med flera identifierade faror som bedöms ha medelhög risk.

Vid granskning av de identifierade risker som enligt riskförändringsvärdet bedöms leda till ökad risk eller oförändrad risk framgår att ingen av dem är kopplade till högt riskindex (röd symbol) och att endast tre av fallen med ökad eller oförändrad risk är kopplade till fall med medelhögt riskindex (gul symbol), se Tabell 7. Risk Id 10.1 urskiljer sig ur tabellerna 6 och 7 med särskilt ogynnsamma kombinationer av riskförändring och riskindex medan Risk Id 3.2 urskiljer sig som den enda med riskindex > 4 (röd symbol).

Nedan redovisas en systematisk genomgång av de identifierade risker som bedömts vara förenade med ökad eller oförändrad risk då huvudalternativet jämförs med nollalternativet. Den visar att flera av de identifierade riskerna kan grupperas ihop till vissa geografisk platser eller typer av händelser samt att vissa av riskförändringsvärdena som indikerar ökad eller oförändrad risk inte är relevanta. Notera att denna analys av Hazid-resultat ursprungligen inte beaktar inverkan av de kompletterande säkerhetshöjande åtgärder som tillkommit under processen eller som föreslås i kapitel 6. Vissa under processen beslutade tillkommande åtgärder anges dock i analysen nedan och bedöms kunna ha en gynnsam inverkan på de från Hazid-workshopen indikerade riskförändringsvärdena ΔR .

4.1.5 Ökad risk då huvudalternativet genomförs

- ✗ Totalt har nio fall riskförändringsvärden som bedöms öka risken.

Två av fallen (**Risk Id 11.1 och 11.2**) är kopplade till händelser under anläggningsfasen där nollalternativet av naturliga skäl inte är förenade med motsvarande risker och där det jämförande perspektivet således är mindre relevant.

Fyra av fallen (**Risk Id 3.6, 4.4, 8.5 och 10.1**) är kopplade till manövrering i dåligt väder med brutna isrännor av begränsad bredd. I dessa fall innebär huvudalternativet med den ökade maximala fartyglängden att svårigheten att gira snävt i en bruten isränna av begränsad bredd accentueras. En smal ränna innebär att ett långt fartyg kan komma att släpa akterskeppet mot rännans ytterkant och därmed hämmas i giren. Breddning och muddring av farledskrökar innebär dock att det även är möjligt att bredda isrännorna så att även längre fartyg kan gira snävt.

De övriga tre fallen (**7.1, 7.4 och 7.6**) är kopplade till passagen genom Kvicksundsbron där passageöppningens bredd i förhållande till maximal längd och bredd på fartygen som enligt huvudalternativet kommer att trafikera leden innebär mindre marginaler. Minskade marginaler bedöms öka risken för kontakt med ledverken vid passage men även för grundstötning under upprätning av anlöpskurs då marginalerna för stora fartyg förblir relativt små även efter planerade muddringsåtgärder. Det planerade nya ledverket innebär att passagebredden minskar något, från 41 till 38 m, vilket medför att sannolikheten för kontakt med ledverket ökar något men konsekvenserna i form av skador på brokonstruktion bedöms samtidigt minska.

Under riskanalysprocessen har dock beslut tagits om en ändrad utformning av ledverken för att förbättra passageförutsättningarna.

4.1.6 Oförändrad risk då huvudalternativet genomförs

⚠ I totalt sex fall bedöms riskerna vara oförändrade vid jämförelse mellan huvudalternativet och nollalternativet. Två av dessa är kopplade till faror eller riskscenarier som bedöms ligga på en medelhög nivå, dvs som markerats med gul symbol.

Av dessa två fall (**Risk Id 7.3 och 11.4**) gäller det första bropåsegling i Kvicksund. För Kvicksundsbropassagen bedöms riskerna öka med ökande fartygsstorlek och med en oförändrad (eller något minskad) passagebredd.

Det andra fallet är kopplat till anläggningsfasen. Eftersom dessa arbeten inte har någon motsvarighet i nollalternativet saknar det relativa jämförelsetalet i detta fall relevans.

Ytterligare ett fall (**Risk Id 7.5**) är kopplat till bropåsegling vid passage av Kvicksund. De registrerade riskindexvärdena för detta är dock lägre: 3,0.

Under riskanalysprocessen har beslut tagits om en ändrad utformning av ledverken vid Kvicksundsbron för att förbättra passageförutsättningarna och riskförändringen som huvudalternativet innebär framstår därmed mer fördelaktigt.

Av de återstående tre fallen då riskerna bedöms vara oförändrade vid jämförelse mellan huvudalternativet och nollalternativet är ytterligare ett (**Risk Id 11.5**) kopplat till anläggningsfasen och berör hantering av muddermassor.

Ett fall (**Risk Id 2.4**) gäller påsegling av strand- eller kajnära industri- eller bostadsbyggnader i Södertälje kanal där riskerna är små och inga särskilda riskreducerande åtgärder kopplats till huvudalternativet.

Det återstående sju fallet (**Risk Id 10.2**) för vilket riskerna bedömts vara oförändrade vid jämförelse mellan huvudalternativet och nollalternativet gäller svallvågor och avsänkningseffekter och tillhörande eventuella strand- och bottenerosion. Svall och avsänkningseffekter är kopplade till fartygens storlek men den enskilt viktigaste faktorn är fartygens fart. Genom preventiva och skadebegränsande åtgärder som fartbegränsningar och erosionskydd på

särskilt utsatta farledspassager bedöms skaderisker kopplade till svall kunna begränsas då huvudalternativets farledsuppgradering och ökande sjötrafik kommer till stånd.

Efter genomförd Hazid har beslut tagits att huvudalternativet skall omfatta nya erosionsskydd vid Flaten och Högholmen. Dessa åtgärder bedöms medföra att risken för erosionsskador vid dessa platser minskar jämfört med nollalternativet.

4.1.7 Lägre risk då huvudalternativet genomförs

- ✓ I riskidentifieringsprotokollet i Appendix 2 bedömdes att de identifierade riskerna i 38 av de totalt 53 fallen minskar då huvudalternativet genomförs i jämförelse med nollalternativet. Den enskilt största förbättringen noteras enligt de medelvärdesbildade jämförelsevärdena för grundstötning på kanalbank eller påsegling av kanalsida pga av mänskliga misstag vid insegling i Södertälje kanal. Övriga fall där huvudalternativet bedöms minska riskerna jämfört med nollalternativet berörs ej i detalj i detta kapitel.

4.2 Övriga prioriterade risker baserat på simuleringsresultat och andra erfarenheter

4.2.1 Simuleringsresultat – bottenklarning och inverkan av vind

Under veckorna 42 och 45, hösten 2012 samt under vecka 14 2013, genomfördes en realtidssimuleringsstudie på Chalmers Lindholmen, i Sjöfartsverkets nya simulator.

Syftet med studien var att undersöka dimensionerande storlek på fartyg som med säkerhet, med avseende på såväl manövrering som dynamisk bottenklarning, ska kunna manövreras i framtida farleder i Mälaren och Södertälje, de förra muddrade till ett djup på minst 8,4 m och den senare till 8,2 m i södra delen och till 8,0 m i norra delen och med en slussbredd på 25,0 m. Inseglingränna och hamnbassäng i Köping var 8,0 m.

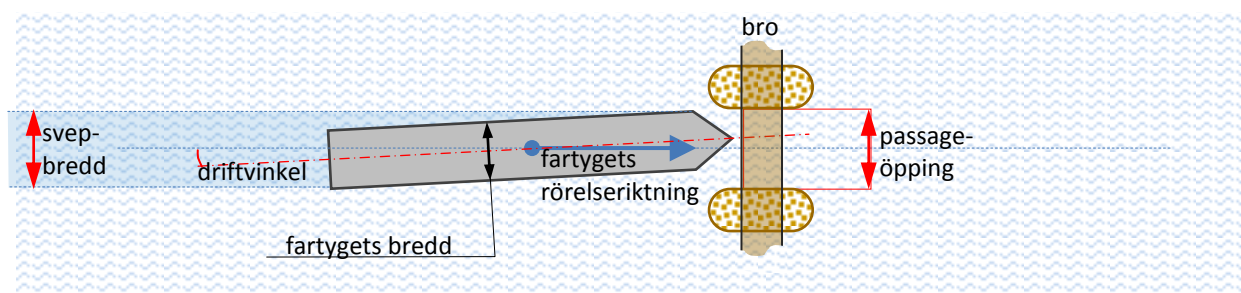
Resultaten av Hazid-processen överensstämmer väl med de riskrelaterade resultat och identifierade svårigheter som redovisas i simuleringsrapporten (SSPA20126392-01-00-D, 2013-03-13).

Resultaten visar att de föreslagna muddringarna och farledsbreddningarna är viktiga för att större fartyg skall kunna trafikera Södertälje kanal och Mälarfarterna till Västerås och Köping på ett säkert sett. Bottenklarningen har registrerats kontinuerligt och för alla simuleringar som gjorts inom rekommenderade vindgränser har Transportstyrelsens krav på en minsta dynamisk bottenklarning av 0,7 m uppfyllts. Den minsta bottenklarning som redovisats är 0,85 m vilket indikerar att de föreslagna muddringarna och

breddningarna av farledsytan överlag ger en väsentligt förbättrad säkerhet mot grundstötningar än vad som är fallet i dagens situation.

Med dagens farledsförhållanden och storlek av tonnage är det väl känt att den dynamiska bottenklarningen inte sällan är mindre än 0,7 m. Grundstötningsolyckor, incidenter och bottenkänningar har rapporterats i anslutning till farlederna (Se olycksstatistiken i kapitel 2.6) och de faktiska förhållandena med alltför små bottenklarningar har även dokumenterats genom noggranna (RTK) mätningar och bl.a. dokumenterats i (Sjöfartsverket, 2008). Dessa erfarenheter och mätningar gör att ytterligare restriktioner med minskat leddjupgående måste införas om inte de planerade muddringsåtgärderna kommer till stånd. Dessa ytterligare restriktioner innebär att Transportstyrelsens rekommendationer för minsta bottenklarning kommer att tillämpas och innebär att maximalt tillåtet statistiskt djupgående i Mäljarleden blir omkring 6,5 m istället för som idag 6,8 m, dvs leddjupgåendet minskas till 6,5 m.

Simuleringarna har omfattat över hundra simuleringar i s.k. "full mission"-miljö som upplevs som mycket realistisk och där fartygets verkliga manöveregenskaper under inverkan av vind, ström mm återspeglas med hög noggrannhet. Ökande vindhastighet kräver större marginaler till farledsytnas kanter och systematiska simuleringar i olika vindhastigheter och vindriktningar ger information om var gränserna går för olika fartygstyper. Resultaten visar att fartyg upp till maxstorleken med 160 m och 23 m bredd, efter de föreslagna farledsuppgraderingarna, kan manövreras säkert i upp till 10 m/s i Mäljarleden med undantag för passagera vid Hjulstabron och Kvicksundsbron. Hjulstabron med 32 m bred passageöppning är smalaste passagen i farleden och vid sidvind när fartyget får en driftvinkel så ökar den effektiva fartygsbredden. För ett 160 m långt fartyg ökar svepbredden med ca 2,8 m per grad driftvinkel, dvs med 3-4 graders driftvinkel och 23 m bredd blir svepbredden större än broöppningens bredd, se figur nedan.



Figur 16 Fartygets driftvinkel gör att dess stävriktning inte sammanfaller med dess rörelseriktning och därmed blir svepbredden större än fartygets bredd

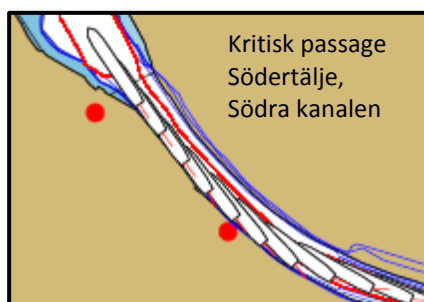
Passagespannet med 32 m bredd bedöms alltför smalt för säker passage av fartyg med de nya maximimåtten 160 x 23 m. Enligt simuleringarna bedömdes ett fartyg av mellanstorleken 144 m x 23 m kunna manövreras säkert genom

öppningen i gynnsamma väderförhållanden vid vindar på 6-8 m/s, under förutsättning att fartyget är utrustat med ett högeffektroder.

Kvicksundsbrons passagespann är något bredare (idag 41 m men efter uppgradering och nytt ledverk 38 m) men ger också problem för stora fartyg vid sidvind och med driftvinklar. Svårigheten här utgörs till stor del av den s-formade kröken väster om bron. Föreslagen muddring i anlöpssträckorna framför bron bidrar till en mindre utpräglad s-böj men svårigheter med små marginaler till farledsyntans södra kant kvarstår. Kompletterande simuleringsstudier har genomförts under vecka 14 2013 med en alternativ utformning av nya ledverk under Kvicksundsbron som innebär att passagebredden blir 40,9 m. Denna modifiering till 40,9 m bredd ingår nu i huvudalternativet, men återspeglas ej av de Hazid-resultat som sammanställts eftersom åtgärden tillkommit efter Hazid-processen. Av de kompletterande simuleringarna framgår att fartyg av storlek 144 x 23 m bedöms kunna passera säkert i upp till 10 m/s vindhastighet. Under förutsättning att säkerhetshöjande åtgärder i form av en enslinje/styrmärke öster om bron samt markeringsstolpar som gör ledverkets position synlig från kommandobryggan vid passage, bedöms även de största fartygen 160 x 23 m kunna passera med acceptabel säkerhetsnivå vid motsvarande vindförhållanden

Även passagen genom Södertälje inkluderar smala passager där marginalerna för fartyg med den nya max-storleken är små, men i Södertälje är inte vindens inverkan så stor och svårigheterna inte kopplade till vindinducerade driftvinklar på samma sätt som för bropassagerna i Mälaren. Enligt simuleringarna kan ett 144 x 23 m stort fartyg manövreras i den föreslagna kanal- och slusslayouten under förutsättning att det är försett med bogpropeller och ett högeffektivt roder. De största fartygen, 160 x 23 m, innebär problem i simuleringarna. Det bör dock påpekas att dessa simuleringsmodeller upplevdes av lotsarna som svårare att hantera än i verkligheten. En ökning upp till denna storlek av fartyg bör därför ske i steg med kontinuerlig utvärdering av erfarenheterna.

De mest kritiska passagerna är dels söder om slussen, där fartygen, vid nordgående "sladdar" ut mot babordssidan i den styrbordsgir som erfordras för att få fartyget på rätt kurs innan ingången i slussen och dels norr om slussen där fartygen, vid sydgående, ligger i gir ända fram till slussöppningen.



Figur 17 Kritisk passage i Södertälje, södra kanalen där akterskeppet tenderar att "sladda" ut mot banken. Figuren extraherad ur simuleringsrapporten (SSPA20126392-01-00-D)

4.2.2 Rangordning av identifierade risker

Resultat av Hazid och analys visar att:

- påsegling av broar Hjulsta och Kvicksund och
- grundstötningar i girar i isrännor med långa fartyg

är prioriterade risker där jämförelser mellan noll- och huvudalternativ inte odelat talar till huvudalternativets fördel och som därför är föremål för vidare analys nedan. Det kan dock även noteras att nya åtaganden om kompletterande riskreducerande åtgärder beslutats och tagits fram efter genomförd Hazid och att den riskbild som de ursprungliga Hazid-resultaten målar därmed förbättrats. Trots dessa förbättringar bedöms dock en närmare analys enligt nedan vara motiverad.

Risker relaterade till transport av farligt gods och konsekvenser vid eventuella utsläpp identifierades och diskuterades under Hazid-processen men framstod då inte som särskilt kritiska med avseende på det jämförande perspektivet. De har dock uppmärksammats under samrådsprocessen och behandlas därför vidare under ett särskilt avsnitt nedan.

4.3 Bropåseglingsolyckor - kvantitativ riskbedömning

För många av de identifierade riskerna saknas förutsättningar och underlag för att göra trovärdiga kvantitativa beräkningar av sannolikheter och konsekvenser. Kvalitativa riskjämförelser mellan huvud- och nollalternativen utgör då ett bättre underlag för bedömning av den sökta verksamhetens inverkan på säkerheten i kanal och farled. För vissa specifika riskscenarier finns användbart statistiskt underlag som också nyttjats för att formulera riktlinjer och kvantitativa beräkningsmodeller för uppskattning av olyckssannolikheter. Nedan redovisas några exempel där etablerade beräkningsmodeller tillämpats för uppskattning av numeriska sannolikhetsvärden och returperioder för bropåseglingsolyckor.

4.3.1 Sannolikhet för bropåsegling

Påseglingsolyckan av Tjörnbron och dess konsekvenser aktualiserade frågan kring brokonstruktion och säkerhet och idag finns en rad artiklar, böcker och guidelines som bl a beskriver hur påseglingssannolikheten kan uppskattas (AASHTO, 2009), (PIANC, 2001), (Larsen, 1993).

De olika beräkningsmodellerna är inte specifikt avsedda för den typ av smala bropassager som Kvicksunds- och Hjulstabron innebär och ger vitt skilda resultat om de appliceras på dessa broar. Beräkningar för de respektive alternativen och jämförelser mellan nollalternativet och huvudalternativet enligt den samhällsekonomiska analysen (Swahn, 2013) indikerar dock tydligt att den lägsta sannolikheten kan förväntas med dagens trafikbild som ju bara omfattar drygt hälften så många anlöp som i nollalternativet för år 2075. Det är

också tydligt att siffrorna visar på betydligt lägre sannolikheter för huvudalternativet än för nollalternativet 2075.

Hjulstabron byggdes 1953 och under dess 60 åriga existens finns vittnesmål att den åtminstone blivit påseglad vid ett tillfälle (under 50-talet) och för den nuvarande Kvicksundsbron, som funnits sedan 1976 (37 år), finns två påseglingsolyckor registrerade (1995 och 1998) i olycksdatabasen. I det inledande kapitlet 2.6 om olycksstatistik finns ytterligare information om bropåseglingar och andra olyckstyper vid passage av broar i Mälaren.

I litteraturen finns även sammanställningar av internationell statistik kring bropåseglingar och exemplet nedan visar empiriskt uppskattade påseglingsfrekvenser från några europeiska floder (och Drogden) (Dirk, 2004). Broarna i dessa inlandsvattenvägar är i vissa avseenden representativa för Mälardelens broar med sina smala passagespann och lugna sjöförhållanden. Tabellen nedan anger påseglings sannolikhet per fartygspassage och om den för huvudalternativet enligt ovanstående formler uppskattade påseglings sannolikheten för Hjulstabron räknas om till påseglings sannolikhet per fartygspassage (2162 passager år 2075) motsvaras de av värden av samma storleksordning som tabellerats nedan enligt (Dirk, 2004).

Tabell 13 Exempel på uppskattade påseglings sannolikheter för broar i europeiska floder (Dirk, 2004).

Flod	Påseglingar per bro och per år	Påseglingar per fartygspassage
Themse (Großbritannien)	0,2300	$10,7 \cdot 10^{-6}$
Seine (Frankreich)	0,0313	
Seine (Frankreich)	0,0556	$15,7 \cdot 10^{-6}$
Drogden Channel (Dänemark/Schweden)	1,7561	$59,0 \cdot 10^{-6}$
Main (Deutschland)	0,0088	$0,7 \cdot 10^{-6}$
Main (Deutschland)	0,0160	$61,0 \cdot 10^{-6}$
Main (Deutschland)	0,0351	$21,0 \cdot 10^{-6}$
Mosel (Deutschland)	0,0370	$0,7 \cdot 10^{-6}$
Donau (Deutschland)	0,1580	
Deutschland	0,0210	
Deutschland	0,0095	$0,5 \cdot 10^{-6}$
Dresden	0,0380	

4.3.2 Konsekvenser för påsegling av broar

Konsekvenserna av en bropåsegling avgörs av brons utformning, fartygets massa, dess fart och påseglingsvinkel. Fasta broar som byggs idag är i regel dimensionerade för att klara påsegling av mellanstöd från de fartyg som normalt trafikerar passagen. Äldre broar och exempelvis broar med bärande bågkonstruktioner som kan påseglas av passerande fartyg är särskilt känsliga.

Naturliga uppgrundningar eller anlagda grundbankar kan ge effektiva skydd mot påsegling men normala ledverk och dykdalber är vanligen endast dimensionerade för att korrigera smärre kursavvikelser vid passagen samt att

skydda mot påsegling av små båtar (Westman, Hansen, Zetterberg, & Löfling, 2004).

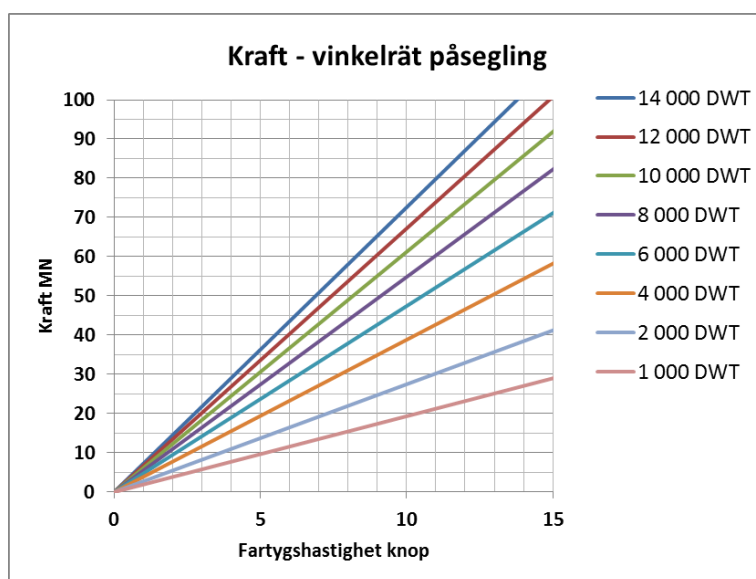
Rörliga broar är särskilt känsliga för påsegling eftersom öppningsmekanismer skadas om klaffar eller låsanordningar förskjuts ur sina lägen. Även lätta påseglingar kan ge betydande skador och kräva långvariga reparationer med trafikstörningar båda på väg och farled. Påseglingsolyckor med öppningsbara broar beror ofta på missförstånd eller bristande kommunikation mellan brovakt och fartyg eller att fartyget närmar sig bron för tidigt innan den öppnats.

I de amerikanska riktlinjerna (AASHTO, 2009) presenteras följande uttryck för uppskattning av påseglingskrafterna vid vinkelrät påsegling som funktion av fartygsfarten och för olika stora fartyg.

$$P_s = 0.98 \cdot (DWT)^{0.5} \cdot (v/16) \text{ [MN]}, \text{ där}$$

v = fartygshastigheten i knop och

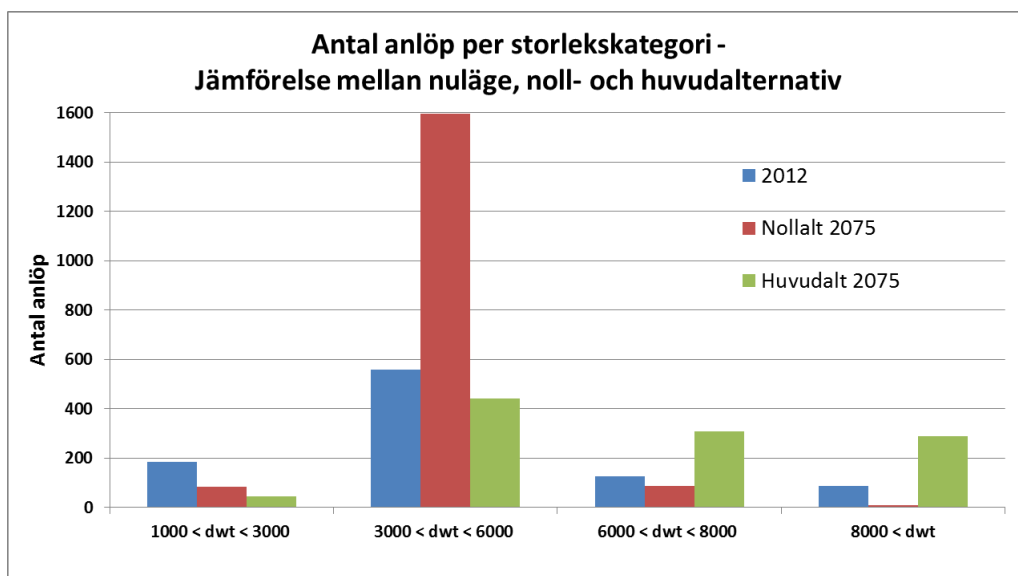
DWT = fartygets dödvikt i ton



Figur 18 Samband mellan påseglingskraft, fartygs hastighet och dödvikt

De i föregående avsnitt uppskattade sannolikheterna för bropåseglingar säger ingenting om konsekvenserna av påseglingarna och en rad faktorer bidrar till att skadorna i de flesta fall kan antas begränsas exempelvis genom att farten reducerats, att påseglingens vinkel är flack och ger en glidande kontakt, att det påseglande fartyget är mindre än det dimensionerande fartyget eller genom att ledverk eller andra skyddande konstruktioner kan ta upp en del av påseglingskrafterna.

I huvudalternativet kommer andelen stora fartyg att öka och därmed kan konsekvenserna, i termer av kontaktkraft, vid potentiella påseglingsolyckor också öka i jämförelse med nollalternativet där majoriteten av fartygen är av en mindre storleksklass, se figur nedan. Bl a av detta skäl finns det anledning att se över förutsättningarna för att anlägga påseglingsskyddande grundbankar vid Hjulstabron och därvid använda fartyg > 8000 dwt som dimensionerande fartyg.



Figur 19 Prognostiserade antal anlöp per storlekskategori för nuläge, noll- och huvudalternativ (Swahn, 2013)

Bropåseglingar med höga kontaktkrafter kan leda till betydande fartygsskador men också allvarliga strukturella skador på broarna. Människor som befinner sig på bron eller i väntande bilar på bron kan också komma till skada. För Hjulstabron planerar Trafikverket att flytta vägbommarna bakåt så att de väntande fordonen inte kommer att vänta på de delar av bron som kan exponeras för påseglingsrisker. Även om inga brodelar kollapsar vid en påsegling kan strukturella skador kräva omfattande reparationsarbeten och ge långvariga störningar genom avstängd trafik eller nedsatt framkomlighet. Om exempelvis sjötrafiken förbi Hjulstabron skulle behöva stängas av under en längre period för reparation av bron skulle det få omfattande ekonomiska och transportlogistiska konsekvenser.

Konsekvenser i form av utsläpp av skadliga ämnen vid eventuella bropåseglingsolyckor bedöms ha mycket låg sannolikhet. Placeringen av last- och bunkertankar i fartyget är i de allra flesta fall arrangerade så att de är skyddade från skador som uppstår i förskeppet vid en bropåsegling. Hjulstabron har en segelfrihöjd av 6 m och Kvicksundsbron 4,5 m och under

vissa omständigheter kan fartygets stäv tänkas passera in under bron så att påseglingskrafterna främst kommer att påverka och skada däcksutrustning, master, kranar, ventiler och däckshus. Risken för personskador ombord är då större men att sådana skador skulle leda till utsläpp av skadliga ämnen i flytande form eller i gasform bedöms också ha låg sannolikhet.

4.4 Grundstötningsolyckor

Resultaten från Hazid-processen framhåller grundstötningsolyckor som en fara och det framgår även av olycksstatistiken att grundstötningar är en relativt vanlig olycksorsak i Mälaren och att flera av dem har inträffat i anslutning till den farled som nu är föremål för uppgradering. Ca 40 % av alla sjöolyckor som rapporterats i SOS gäller grundstötningar och ca 40 % av dessa grundstötningar inträffade i eller vid den nu aktuella Mäljarleden.

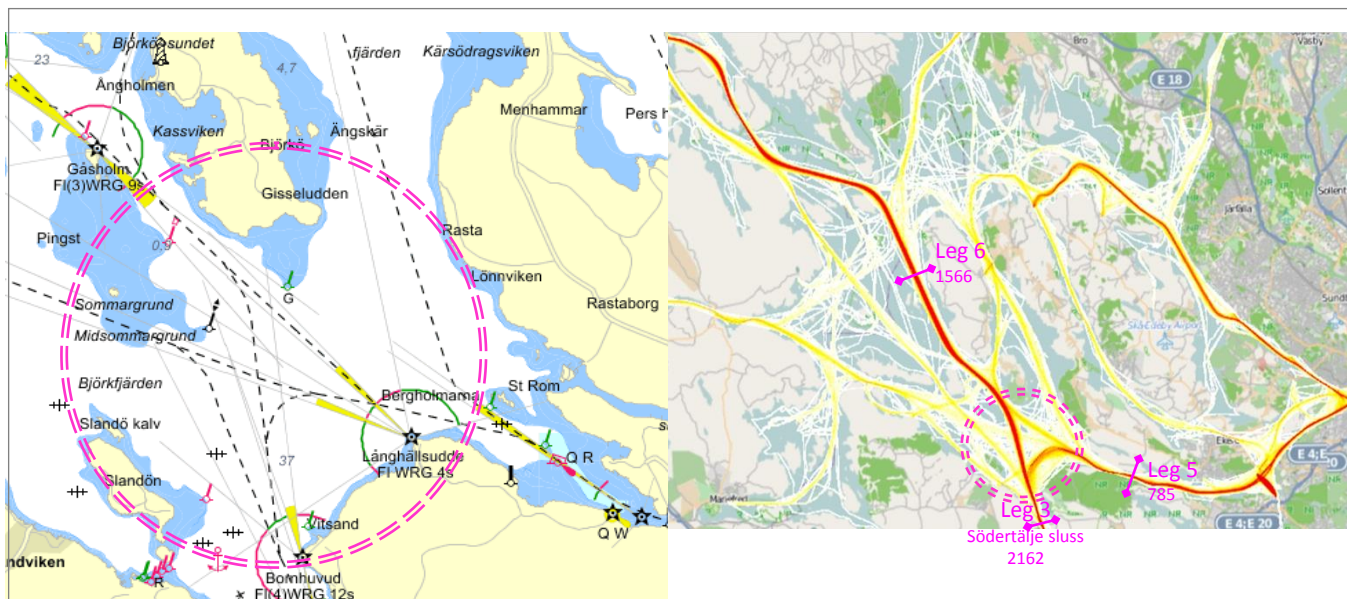
4.5 Kollisionsolyckor

Kollisionsolyckor i områden som Mälaren där fartygstrafiken är hänvisad till specifika farleder kan uppstå vid möten, omkörningssituationer eller på platser där olika farleder korsar varandra eller vid förgreningar. Det är möjligt, exempelvis genom användning av beräkningsverktyget IWRAP, att göra kvantitativa uppskattningar av kollisions sannolikheter för noll- respektive huvudalternativet. Det är dock komplicerat att detaljerat modellera denna typ av slingrande farleder och tillförlitligheten av kollisionsberäkningar för Mäljarfarlederna blir begränsade.

4.5.1 Sannolikheter för kollisionsolyckor

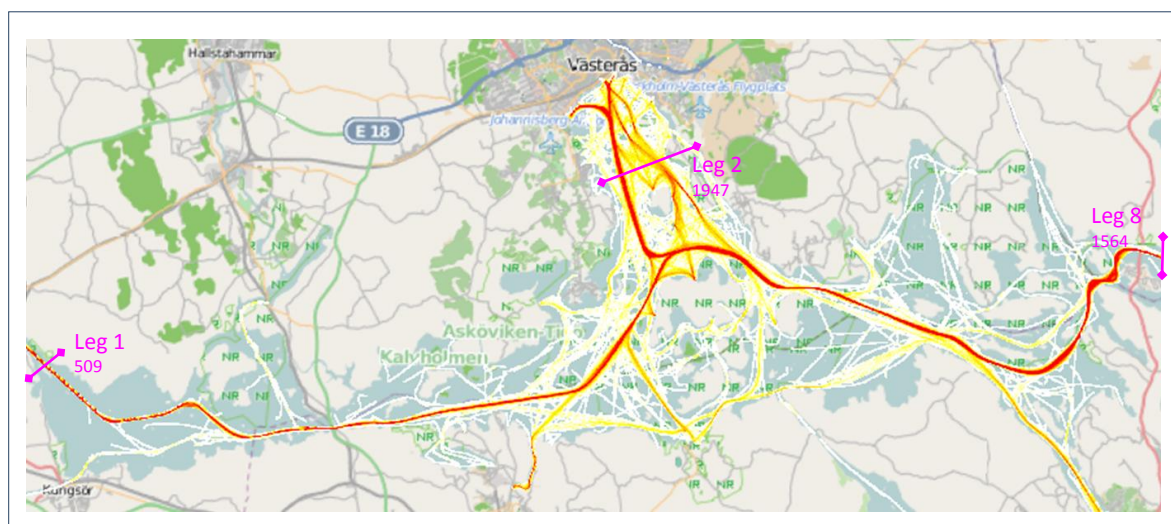
Kollisionsrisker föreligger där farledsgrenar korsar varandra, vid platser där fartyg möts och i hamnar och är i hög grad beroende av trafikfrekvensen. Planerade åtgärder enligt huvudalternativet bedöms innebära en liten ökning av antalet fartygstransporter och bedöms ge en väsentligt lägre kollisionsrisk än nollalternativet som innebär en större ökning av antalet fartygstransporter.

För den aktuella Mäljarleden har vissa farledskorsningar med en komplex trafikbild identifierats under Hazid-processen och figuren nedan visar ett exempel på ett område vid Björkfjärden där korsande trafik förekommer och där kollisioner skulle kunna inträffa.



Figur 20 Farleder från östra Mälaren korsar den aktuella Mälärfarleden och den violett streckade cirkeln visar exempel på komplexa farledskorsningar där kollisioner skulle kunna uppstå. Huvudalternativets väsentligt lägre trafikfrekvens innebär dock minskad risk för kollisioner än i nollalternativet. Högra figuren är en densitetsplott där röd färg indikerar tätast sjötrafik. Vid de med violett färg markerade passage-linjerna (Leg, 3, 5 och 6) anges antalet fartygspassager per år (alla AIS-mål inräknade), se Appendix 1.

Även kring Västerås finns exempel på flera korsande leder och förgreningar av farleden medan sjötrafiken vidare mot Köping huvudsakligen följer en och samma farled. I farleden till Köping är antalet passager enligt AIS-registreringarna dessutom endast omkring en fjärdedel av antalet passager i Västeråsfjärden. Mindre trafik och få korsningar bidrar till minskad kollisionssannolikhet i farleden till Köping men å andra sidan är farleden relativt smal och mötesrelaterade kollisioner kan tänkas inträffa.



Figur 21 Densitetsplott för Sjötrafiken kring Västerås och i farleden vidare mot Köping. Vid de med violett färg markerade passagelinjerna (Leg, 1, 2 och 8) anges antalet fartygspassager per år, se Appendix 1. Små turbåtar ger ett stort antal passager i Västeråsfjärden.

Av de 4 kollisionsolyckor mellan fartyg (av totalt 112 olyckor) som registrerats (SOS) i Mälaren, är endast en klassificerad som allvarlig. Den inträffade (1998-02-06) vid möte i is vid Tedarökrökarna då stävbulben på tankfartyget Tärnsjö trängde in i och skadade ett lastrum på lastfartyget Amur. 2 av de 3 kollisioner som klassificerats som mindre allvarliga har inträffat i Västerås och Köpings hamnar där det ena fartygen legat förtöjt vid kaj och i ett fall blev en assisterande bogserbåt påseglad av bakomvarande fartyg i Köpingsrännan.

I huvudalternativet breddas och förbättras farleden genom Tedarökrökarna vilket minskar kollisionsrisken men möten mellan större fartyg kommer dock även framgent att undvikas i detta farledsavsnitt. Huvudalternativets uppgraderingsåtgärder av farleden exempelvis vid Aggarösundet och vid Västerås Sandskär bidrar också till ökad säkerhet vid möten jämfört med dagens farledsutformning. För övrigt bedöms kollisionssannolikheten vid jämförelse mellan nollalternativet¹⁰ och huvudalternativet¹¹ främst att påverkas av antalet fartyg som trafikerar Mälaren.

Med de planerade uppgraderingsåtgärderna och med hänsyn till antalet fartyg som väntas trafikera Mälaren kan således huvudalternativet förväntas innebära betydligt färre kollisionsolyckor än nollalternativet.

4.5.2 Konsekvenser av kollisionsolyckor

Vid kollisionsolyckor får det påseglade fartyget i allmänhet större skador än det påseglade som med sin stäv eller bulb träffar sidan av det påseglade fartyget. Konsekvensernas omfattning beror av de respektive fartygens storlek, relativa hastighet och träffvinkel. Vid mötesrelaterade kollisioner kan påseglingsvinkeln ofta var liten och fartygen kan ha en glidande kontakt utan stor energiupptagning medan en kollision under brant vinkel i en farledskorsning kan innebära att stora energimängder absorberas genom deformation och strukturskador. Sådana högenergikollisioner kan ge omfattande skador med vatteninträngning och eventuellt utsläpp av last och bränsle. Vatteninträngning kan leda till slagsida, kantring eller att fartyget sjunker, men eftersom Mälaren är relativt grund kommer större fartyg, även om de skulle sjunka att bli kvar med stora delar över vattenytan. Personskador kan uppstå i de kolliderande fartygens kontaktzoner men med hänsyn till närhet till land och räddningsresurser bedöms det inte troligt att eventuella kollisionsolyckor i Mälaren skulle kunna leda till omfattande personskador eller mer än enstaka dödsfall.

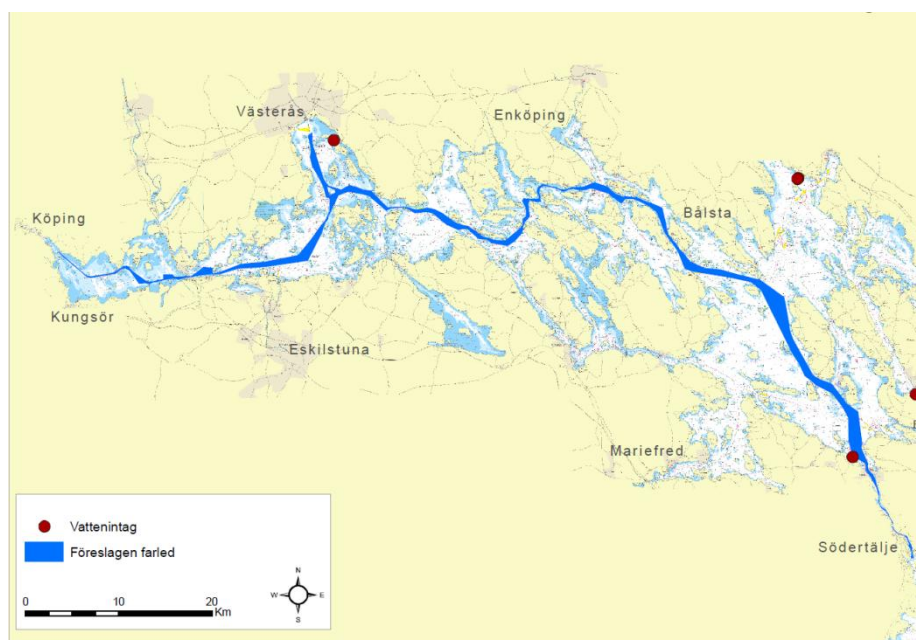
Den typ av kollisionskonsekvenser som i Mälaren fall bedöms mest kritisk är sådana som är relaterade till utsläpp av oljeprodukter eller andra flytande ämnen som kan påverka miljö och vattenkvalitet i Mälaren. Dieselolja är ett exempel på en sådan produkt som frekvent transporteras i Mälaren och som vid ett stort utsläpp skulle kunna ge betydande negativa konsekvenser om vattenverk skulle tvingas stänga sina intag.

¹⁰ För nollalternativet förväntas antalet fartygsanlöp växa med 85 % till år 2075.

¹¹ För huvudalternativet förväntas antalet fartygsanlöp växa med 13 % till år 2075.

Det är känt att dieselloja är mycket svår att omhänderta med konventionell oljeskyddsutrustning och att även mycket låga koncentrationer gör vattnet otjänligt för dricksvattenproduktion. Andra typer av oljeprodukter, såsom tyngre brännolja kvaliteter flyter på ytan och kan omhändertas med hjälp av länsor och upptagare medan lättare produkter som bensin avdunstar relativt snabbt vid ett utsläpp.

Lokaliseringen av vattenverksintag i västra Mälaren framgår av kartan i figuren nedan. Längre åt ost närmare Stockholm finns även tre vattenintag vid Görvelns, Lovö och Norbergs vattenverk som är viktiga för Stockholms vattenförsörjning. Strömhastigheterna i Mälaren är relativt låga och ytströmmar påverkas av lokala vindförhållanden men nettoflödet från tilloppen i väster mot huvudutloppet i Stockholms ström bidrar med en ostgående bakgrundström. I förhållande till den för uppgraderingsåtgärderna aktuella Mälarmeden är det främst Västerås och Södertälje vars vattenverksintag är belägna nära farleden. I Västeråsfjärden är strömhastigheten låg men ett eventuellt större utsläpp i hamnen kan spridas till intagets plats. Som reserv finns en grundvattentäkt vid Fågelbackens vattenverk och diskussioner kring ett alternativt sjövattnintag i Granfjärden pågår (Länsstyrelsen, 2013:9).



Figur 22 Intag till vattenverk i västra Mälaren.

Med hänsyn till den riskexponering som eventuella kollisionsolyckor med utsläpp av diesellast eller dieselbränsle skulle kunna utgöra för Mälaren framstår Mälarmedens östra del och de farledskorsningar som exemplifierats i föregående avsnitt som särskilt relevanta för att exemplifiera möjliga konsekvenser av en svår kollisionsolycka.

Ett kollisionsscenario skulle då kunna innebära att ett tankfartyg på väg mot Västerås kolliderar norr om Södertälje med ett lastfartyg från östra Mälaren på väg mot Södertälje så att lastfartyget rammar tankfartyget och med bulbstäven penetrerar skrovsidan och skadar en lasttank innanför dubbelskrovet. Om skadan sker så att lasttanken penetreras i och under vattenlinjen kan hela tankens innehåll av dieselolja i princip läcka ut till omgivande vatten. Om läckan är under vattenytan kan en del av oljelasten inneslutas och flyta ovanpå det inträngande vattnet i tanken. Om lasttanken penetreras ovanför vattenytan kommer endast den del av oljelasten som är ovanför hålets underkant att läcka ut till omgivande vatten.

Vid ett för nollalternativet representativt scenario kan tankfartyget¹² ha dimensionerna L 115 m, B 18 m och vara lastat till djupgående T 6,8 m. Lasttankarna är arrangerade parvis med 5 tankar på babords och 5 tankar på styrbords sida med kapaciteter mellan 1 100 m³ och 2 300 m³ per tank. Totalt kan 5 800 ton diesel och bensin levereras till Västerås och det genomsnittliga tankinnehållet är då 580 ton.

Vid ett för huvudalternativet representativt scenario kan tankfartyget¹³ ha dimensionerna L 141 m, B 21 m och vara lastat till djupgående T 7,0 m. Lasttankarna är arrangerade parvis med 2 x 7 tankar med kapaciteter mellan 1 200 m³ och 2 800 m³ per tank. Totalt kan 9 100 ton diesel och bensin levereras till Västerås och det genomsnittliga tankinnehållet är då 650 ton.

Ett konservativt antagande är att hela innehållet i en av lasttankarna i båda alternativen läcker ut till omgivande vatten. Eftersom lasten är fördelad i ett större antal tankar i det större fartyget är det genomsnittliga tankinnehållet endast 12 % större i huvudalternativet trots att fartygets last är 57 % större än i nollalternativet.

Med hänsyn till att kollisionssannolikheten kan antas vara ungefärligen proportionell mot antalet fartygsrörelser, som ökar med 12 % respektive 85 % för huvudalternativet jämfört med nollalternativet, så bedöms den av sannolikhet och konsekvens sammanvägda risken för kollisionsolyckor med utsläpp vara mindre med huvudalternativet. Detta eftersom konsekvenserna uttryckt som utsläppt kvantitet i det jämförande exemplet endast visat sig marginellt påverkad av fartygens storlek. Miljöriskerna per ton transporterad olja i Mälarden blir därvid avsevärt mindre för huvudalternativet med färre men större fartyg än för nollalternativet.

Vidare kan här framhållas att endast omkring 12 % av fartygsrörelserna i Mälarden enligt registrerade AIS-data utgörs av oljeproduktfartyg (jfr Figur 8 och Appendix 1) och av dessa kan omkring hälften antas vara returresor i ballast ut

¹² Tankfartygets dimensioner och tankarrangemang överensstämmer med Tärndal som idag regelbundet trafikerar Mälarden

¹³ Tankfartygets dimensioner och tankarrangemang överensstämmer med Ternhav som i nuläget och i nollalternativet pga av sina dimensioner inte kan trafikera Mälarden men som efter föreslagen farleduppgradering enligt huvudalternativet, kan göra det.

från Mälarderhamnarna. Även fartygskollisioner mellan andra fartygstyper eller tankfartyg i ballast kan dock leda till oljeutsläpp om fartygens bunkertankar skadas. Bunkertankarnas placering och kapacitet varierar och omfattar ofta flera separata tankar för dieselolja respektive tjockolja med en total kapacitet av storleksordningen 200-600 m³ för de större fartygen. Efter 2015 när svavelhaltkraven skärps för fartygsbränsle, kan en större andel av bunker- kvantiteten ombord på fartyg i Mälaren förutsättas utgöras av dieselolja.

De slutgiltiga konsekvenserna av ett kollisionsscenario med ett dieselutsläpp på omkring 600 ton i Mälaren enligt ovan beror av när och var det sker samt av hur strömmar, vindar mm påverkar utsläppets drift, spridning och uppblandning i vattenmassan. Mer om möjliga konsekvenser beskrivs i, inom projektet framtagna separat konsekvensutredningar för:

- Dricksvatten
- Naturmiljö
- Vattenmiljö
- Fisk och fiske

4.5.3 Sannolikhet för grundstötningsolyckor

Resultaten från Hazid och simuleringsstudier inklusive haverifall visar att de planerade farledsuppgraderingsåtgärderna kommer att förbättra säkerheten avsevärt i farleden och att fartyg av den nya maxstorleken kommer att kunna trafikera farleden säkert under normala väderkonditioner. Ökad bottenklarning och breddning av farleden på kritiska platser ger goda marginaler för normala avvikelser från idealspåret och sannolikheten för grundstötning bedöms minska väsentligt för såväl noll- som huvudalternativet jämfört med dagens situation.

Det är möjligt, exempelvis genom användning av beräkningsverktyget IWRAP¹⁴, att göra kvantitativa uppskattningar av grundstötnings sannolikheter för de respektive alternativen. Tillförlitligheten av sådana beräkningar för den typ av trånga och komplicerade farleder som här är aktuella är dock begränsad.

Nuläget praxis med en statisk bottenklarning av endast 0,8 m går inte att förena med den förväntade tillväxt av transporter och antal anlöp som predikterats då den skulle leda till oacceptabelt höga grundstötnings sannolikheter.

Nollalternativets större antal fartyg (64% fler år 2075) än för huvudalternativet medför högre statistisk grundstötningsfrekvens men nollalternativets fartyg har också lägre djupgående (max 6,5 m istället för 7,0 m i huvudalternativet) vilket gör att de kan flyta på något större områden vid sidan om farledsytan. Den något mindre statistiska klarningen i den muddrade farledsytan för nollalternativet (1,1 m istället för 1,4 för huvudalternativet) bedöms dock ge

¹⁴ IWRAP är ..

motsvarande marginal mot grundstötningar i farleden och påverkar inte jämförelsen mellan grundstötningssannolikhet mellan noll- och huvudalternativet.

4.5.4 Konsekvenser av grundstötningsolyckor

Konsekvenser av grundstötningsolyckor i farlederna mellan Södertälje och Västerås/Köping har i de flesta historiska fall endast lett till måttliga botten-skador på fartygen. Bottenbeskaffenheten vid sidan om farledsytan består till övervägande del av flacka och mjuka bottenar. Endast på ett fåtal platser finns kända uppstickande vassa bergsformationer som skulle kunna leda till rivskador i bottenplåtar och djupare skadeinträngning. Fartbegränsning vintertid med islagda vatten till max 12 knop i hela farleden och lägre vid kritiska passager, bidrar också till att minska konsekvenserna av eventuella grundstötningsolyckor. Det kan också noteras att konsekvenserna av grundstötningsolyckor i den typ av farvatten som Mälaren utgör inte kan jämföras med de spektakulära konsekvenser som är kända från svåra grundstötningar eller strandningar till havs i hårt väder där stora tankfartyg kan brytas sönder med mycket stora utsläpp som följd.

Sedan länge har det för sjötrafik i Mälaren också funnits krav på att alla tankfartyg skall vara konstruerade med dubbelskrov. Detta innebär att konsekvenserna av den typ av grundstötningar som kan inträffa i Mälaren begränsas och att det endast är det yttre skrovet som skadas vid grundstötning. Även om det yttre skrovet skulle penetreras, eller yttre bottenplåtar skulle slitas sönder så kommer innehållet i lasttankarna inte att påverkas. Även skrovsidorna är dubbla och eventuella grundstötningsskador i slaget mellan botten och sida eller i fartygssidan leder ej heller till läckage från lasttankar.

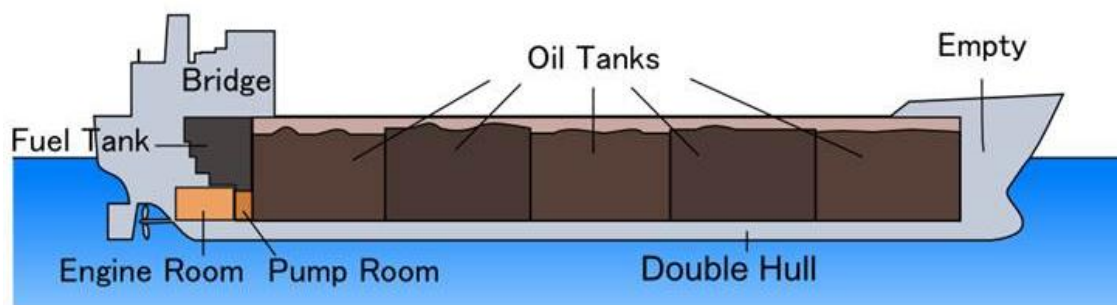
Avståndet mellan yttre och inre skrov i dubbelskrovskonstruktioner är olika för olika stora fartyg men är i de flesta fall (ref SOLAS) minst en femtondel av fartygsbredden.

Eftersom Mälaren är dricksvattentäkt för omkring två miljoner människor är den särskilt känslig för eventuella utsläpp av olja eller andra skadliga kemikalier. Även mindre utsläpp från fartyg som inte är tankfartyg skulle därför också kunna ge allvarliga konsekvenser. Fartygens bränsle eller bunkerolja förvaras också i betydande kvantiteter i tankar ombord på alla olika typer av fartyg. Placeringen av dessa bunkertankar varierar mellan olika fartyg men är i regel placerade i anslutning till maskinrummet i fartygets akre del. Vid eventuella grundstötningar är det normalt i första hand fartygets främre delar som skadas medan bottenpartiet i centrum av den akre delen där framdrivningsmaskineriet är placerat vanligen inte skadas.

Det finns olika typer av bunkertankar i fartyg och i vissa fall kan de vara arrangerade som botten-tankar där en sida utgörs av skrovsidan eller bottenplåten. Sådana botten-tankar löper större risk att skadas vid

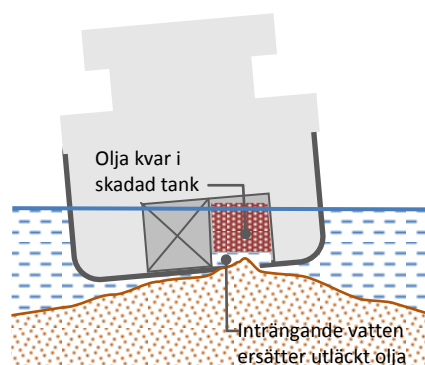
grundstötningar än de tankar som är arrangerade som separata självständiga tankar monterade i maskinrummets närhet.

Figuren nedan illustrerar hur last- och bränsletankar vanligen är arrangerade i ett typiskt tankfartyg. Lasttankarna är arrangerade i två rader med 5-6 separata tankar innanför ett dubbelskrov medan bränsletankarna placerats i anslutning till maskinrummet.



Figur 23: Typisk placering och uppdelning av lasttankar på ett tankfartyg.

Vid en eventuell grundstötning med penetration av botten i en tank kommer endast en del av oljan i tanken att läcka ut. Större delen av den del av oljan i tanken som finns över vattenytan kommer att läcka ut och en del vatten kommer också att tränga in i tanken, men vanligen uppstår en hydrostatisk balans där oljan med lägre densitet än vattnet flyter ovanpå en vattenkudde inne i tanken, se figur nedan.



Figur 24 Schematisk skiss av hydrostatisk balans i en botten tank som skadats vid grundstötning

Konsekvenserna av eventuella grundstötningsolyckor som resulterar i utsläpp bedöms inte vara relaterade till storleken av de fartyg som grundstöter. Även om ett större fartyg kan medföra en större total lastvolym av exempelvis olja och troligen också en större kvantitet bunkerolja, så behöver det inte innebära att en större volym läcker ut vid en penetrerande bottenkada. Lasten är

uppdelad i ett antal mindre tankar och totalhaverier där innehållet i flera eller samtliga lasttankar läcker ut kan uteslutas för grundstötningsoolyckor i Mälaren.

En sammantagen riskjämförelse där såväl sannolikheter och konsekvenser av möjliga grundstötningsoolyckor vägs samman, visar att huvudalternativets uppgraderingsåtgärder innebär en väsentlig riskminskning jämfört med nollalternativet. Den lägre trafikfrekvensen i huvudalternativet bidrar också till lägre statistisk grundstötningssannolikhet i huvudalternativet och konsekvenserna av eventuella grundstötningsoolyckor bedöms inte påverkas nämnvärt av att fartygsstorleken blir större i huvudalternativet.

4.6 Olyckor med utsläpp av farliga ämnen eller brand i urban miljö

Trafiken i den aktuella leden passerar på vissa platser särskilt tätbefolkade områden och vid eventuella olyckor med utsläpp av farliga ämnen eller brand ombord på sådana platser skulle konsekvenserna kunna bli allvarigare än då fartyget är under gång till sjöss i Mälaren. Det är framförallt passagen genom Södertälje kanal och sluss där närheten till bostadsområden och andra närbelägna platser där många människor vistas, som skulle kunna vålla problem, vilket också uppmärksammats exempelvis vid samråd i Södertälje.

4.6.1 Sannolikhet för utsläpp eller brand i urban miljö

Passagen genom Södertälje kanal och sluss utgör mindre än 3 %¹⁵ av den totala farledslängden mellan Södertälje och Västerås. Kanal och sluss är skyddade för hårda vindar och genom den begränsade bredden elimineras risken för kollisionsoolyckor och hastigheten är begränsad till högst 6 knop. I praktiken är den verkliga farten snarare omkring 4 knop för de större fartygen och kan väntas förbli så även efter uppgraderingsåtgärderna.

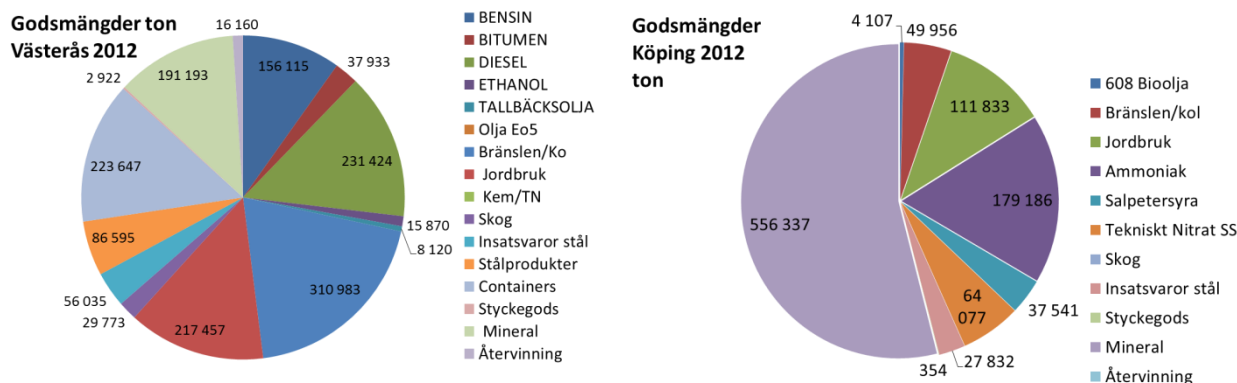
Huvudalternativets uppgraderingsåtgärder med muddring och spontning av kanalbankar innebär bättre manöverutrymme och mindre risk för fartygsskada om ett fartyg kommer ur kurs och törnar emot den spontade sidan och dess med glidlist försedda krönbalk. Det känsliga slaget mellan skrovsida och botten skyddas bättre med spontade sidor och muddring och risken för branta påseglingar minskar med längre fartyg.

Inga fartygsoolyckor med utsläpp eller brand som skulle kunna ha medfört fara i närbelägna områden kring kanal och sluss är kända och med de förutsättningar som gäller för fartygstrafiken genom Södertälje bedöms sannolikheten även i framtiden då huvudalternativet genomförts vara mycket liten. Sannolikheten för utsläpps- eller brandolyckor kan allmänt antas bero av trafikfrekvensen och blir därmed väsentligt lägre för huvudalternativet där den under driftskedet succesivt ökande volymen transporteras på större men färre fartyg jämfört med nollalternativet.

¹⁵ Omkring 1,5 av totalt 53 nautiska mil.

4.6.2 Konsekvenser av utsläpp eller brand i urban miljö

Vid bedömning av konsekvenserna av eventuella utsläpp av farliga ämnen är ämnens typ och egenskaper av stor betydelse. Godsstatistik från Mälarhamnar AB har använts för den beskrivande sammanställningen i figur och tabell nedan.



Figur 25 Hanterade godsmängder 2012 i Västerås och Köping.

I Västerås hanterades totalt 1 584 ton gods 2012. Av detta utgör bensin, diesel och övrig flytande bulk totalt 449 462 ton och i "containers" ingår ca 19 000 ton TN (Teknisk Nitrat).

I Köping hanterades totalt 1 031 223 ton gods 2012. Ett gastankfartyg anlöper ungefär var 8:e dag Köping med en last av ca 4 000 ton ammoniak.

Tabell 14 Hanterade mängder av farligt gods i förpackad form i Västerås och Köping 2012

Farligt gods förpackad form Västerås, 2011: Totalt : 21 125 ton

Klass 1 Klass 1 Explosiva ämnen 22,3 kg	Klass 2 Gaser (ex. syrgas, koldioxid) 75,8 ton
Klass 3 Brandfarliga vätskor (ex. bensin, etanol) 114,4 ton	Klass 4 Brandfarliga fasta ämnen 68,9 ton
Klass 5 Oxiderande ämnen/Organiska peroxider 19 884 ton	Klass 6 Giftiga/smittförande ämnen 0
Klass 7 Radioaktiva ämnen 36,3 ton	Klass 8 Frätande ämnen 775 ton
Klass 9 Övriga farliga ämnen och föremål 171 ton	

Farligt gods förpackad form Köping, 2011: Klass 5: 91 195 ton

Klass 5.1 Oxiderande ämnen [1] (ex. ammoniumnitrat, kalciumhypoklorit)
Klass 5.2 Organiska peroxider [2] (ex. dibenzoylperoxid, peroxyättiksyra)

TN:et lastas i regel ut om ca 4000-6000 ton /fartyg

Det kanske farligaste ämnet med avseende på konsekvenser vid utsläpp i urban miljö är ammoniak. Dessa laster kommer troligen dock även framgent att transporteras med samma fartyg till Köping både i nollalternativet och huvudalternativet eftersom transportvolymen begränsas av den tillgängliga lagringskapaciteten i Köping. För just denna transport påverkas därför inte jämförelsen av konsekvenserna mellan noll- och huvudalternativ av fartygsstorleken men kanalmuddring och slussbreddning har säkerhetshöjande effekt även för detta fartyg.

Den sammanvägda risken för allt tonnage blir därför också uppenbart mindre i huvudalternativet än i nollalternativet genom uppgraderingsåtgärderna i kanal, sluss och farled samt genom att det totala antalet fartygsrörelser blir färre.

För övriga transporter av farligt gods kan det ur ett jämförande perspektiv, liksom i fallet för tänkbara kollisionsolyckor i föregående avsnitt, vara motiverat att diskutera om fartygsstorleken skulle kunna ha direkt betydelse för konsekvenserna av utsläpps- eller brandolyckor i urban miljö. Den enda typ av olycksscenario där fartygsstorleken skulle kunna vara betydelsefull är dock av karaktären haverier som omfattar all last ombord – dvs totalhaveri, tankkollaps, brand som sprids till alla lasttankar eller explosion som skadar struktur och fartygets lastinneslutande förmåga. Konsekvenserna av eventuella incidenter och olyckor med små utsläpp eller icke lastrelaterade bränder som exempelvis maskinrumsbrand förutsätts vara oberoende av fartygets storlek.

Det finns endast ett fåtal kända fall av totalhaverier med brand i bensin/diesellastade fartyg eller totalhaverier med utsläpp av LPG¹⁶ eller ammoniak från gastanfartyg i hamn eller skyddad inre vattenväg. Vid passage av Södertälje kanal och sluss sker ingen lasthantering som skulle kunna initiera läckage eller brand och ur ett statistiskt perspektiv är troligen sannolikheten för läckage eller brandscenarier med tankfartyg större i Södertälje hamn där bensin och dieselbränsle hanteras i oljehamnen belägen ca 2,5 km söder om stadskärnan och slussen. Sannolikheten för totalhaverier med brand eller utsläpp vid passage av kanal och sluss bedöms vara tillräckligt låg för att det inte är motiverat att i detalj beskriva konsekvenserna av sådana scenarier. Som exempel på i litteraturen presenterade uppskattade sannolikhetsvärden för att gastanfartyg pga inneboende tekniska fel skall råka ut för haverier med läckage och brand då fartyget befinner sig vid kaj, anges i en belgisk studie sannolikheter av storleksordningen 10^{-10} per tillfälle (Fluxys, 2012).

Sammanfattningsvis bedöms den av sannolikhet och konsekvenser sammanvägda risken för olyckor med utsläpp av farliga ämnen eller brand i urban miljö bli betydligt mindre i huvudalternativet än i nollalternativet.

4.7 Påseglingsolyckor i urban miljö eller planerade utvecklingsområden.

Under samrådsprocessen har möjliga påseglingsolyckor i urban miljö eller planerade utvecklingsområden identifierats som en möjlig fara framförallt i Södertälje. I kanalen och i Snäckvikshamnen norr om kanalen finns ett antal platser mot vilka fartygen vid passage har en ”peka på”-kurs och som vid ett styrfel eller maskinhaveri skulle riskera att bli påseglade. En sådan plats är småbåtshamnen öster om södra kanalen inlopp där nordgående fartyg kan tänkas missa giren mot kanalinloppet och segla på småbåtsbryggorna. Med hänsyn till fartygens låga fart under denna manöver och med hänsyn till det

¹⁶ Liquefied Petroleum Gas, vanligen gasol

begränsade vattendjupet i småbåtshamnens inre del är det inte möjligt att fartyget kan nå fram till byggnader i land i detta område. Däremot kan förtöjda fritidsbåtar skadas och människor som befinner sig i båtarna eller på bryggorna kan skadas. Med hänsyn till fritidsbåtssäsongens begränsade längd och till att personer som befinner sig på bryggor och i båtar har goda möjligheter att sätta sig i säkerhet om de observerar den annalkande faran bedöms risken för omfattande personskador vid denna typ av olyckor som liten. Små båtar som påseglas av stora fartyg i låg fart kan dessutom ofta klara sig utan alltför omfattande skador genom att de helt enkelt knuffas åt sidan och glider längs fartygssidan. Även personer som befinner sig under däck i en påseglad fritidsbåt bedöms således ha goda möjligheter att klar sig oskadda.

Ett annat område där sydgående fartyg på väg mot norra kanalens inlopp kan ha "peka på"-kurs eller pga av styrfel kan tänkas segla på är Snäckvikshamnen. Här finns idag industrilokaler som är belägna relativt nära stranden med de närmaste fasaderna ca 25 m från stranden eller kajkanten. Med hänsyn till fartygens begränsade hastighet i området, naturliga grund och öar bedöms det ändå ytterst osannolikt att ett fartyg av den storlek som kan trafikera Mälaren skulle kunna tränga in genom kaj och bakomvarande väg så att byggnaderna skulle kunna skadas. Även på östra stranden norr om kanalen finns byggnader och fritidsbåtshamn belägna relativt nära stranden och som teoretiskt sett skulle kunna påseglas vid styrfel hos passerande fartyg.

Inom de områden där påsegling skulle kunna vara möjligt finns idag inga bostadsbyggnader eller andra byggnader där många människor varaktigt vistas och riskerna bedöms därför vara låga. Även för de alternativa utvecklingsscenarierna med nollalternativet eller huvudalternativet bedöms riskerna förbli små men om nya strand- eller kajnära anläggningar eller byggnader planeras att uppföras så bör påseglingsriskerna utredas och behovet av eventuella skyddsåtgärder övervägas. Påseglingsscenarioer med olika fartyg och olika utformning av anläggningarna kan prövas med hjälp av simuleringsundersökningar där stoppsträcka och inträngningsdjup kan beräknas.

Mälarleden med kanal och sluss är utpekad som riksintresse. Vid eventuella framtida exploateringsprojekt på strand- eller kajnära markområden i Södertälje ankommer det på verksamhetsutövare eller kommunen att pröva om det är genomförbart med hänsyn till risker och eventuella intressekonflikter med farledsriksintresset. Eventuella behov av påseglingsskydd belastar då den sökande verksamhetsutövaren.

Vid jämförelse mellan nollalternativet och huvudalternativet kan konstateras att sannolikheten för påsegling blir avsevärt större i nollalternativet pga av högre trafikfrekvens och i någon mån även pga av att fartygen i nollalternativet är mindre djupgående och därmed inte grundstöter och bromsas lika tidigt av naturliga uppgrundningar och muddringsslänter. För huvudalternativet skulle dock konsekvenserna av eventuella påseglingsolyckor kunna bli mer omfattande vid platser med fullt djup intill stranden/kajen där fartyg med större massa skulle kunna tränga längre in kajer eller strandbankar. Av de

simuleringsstudier som gjorts som underlag för dimensionering av påseglingsskydd vid Hjulstabron framgår dock att inträngningen ändå blir relativt måttlig för huvudalternativets största fartyg (SSPA, 2013 B). Exempelvis framgår att fartyg i ballast normalt ger större inträngning än lastade fartyg och att inträngningen över en grundbank med en krönhöjd och minsta vattendjup av 1 m inte överstiger 10 m vid vinkelrät påsegling i 7 knop.

4.8 Risker orsakade av svall och avsänkningseffekter

Generella operationella effekter kopplade till svall och avsänkningseffekter orsakade av fartyg i Mälarleden behandlas i separat konsekvensutredning för naturmiljön.

Under samrådsprocessen har vissa miljörisker kopplade till svall och avsänkning också tagits upp för vissa specifika platser och nedan diskuteras ett sådant fall som identifierats för Södertälje.

4.8.1 Spridning av förorenat bottensediment pga fartygsgenererade vattenrörelser

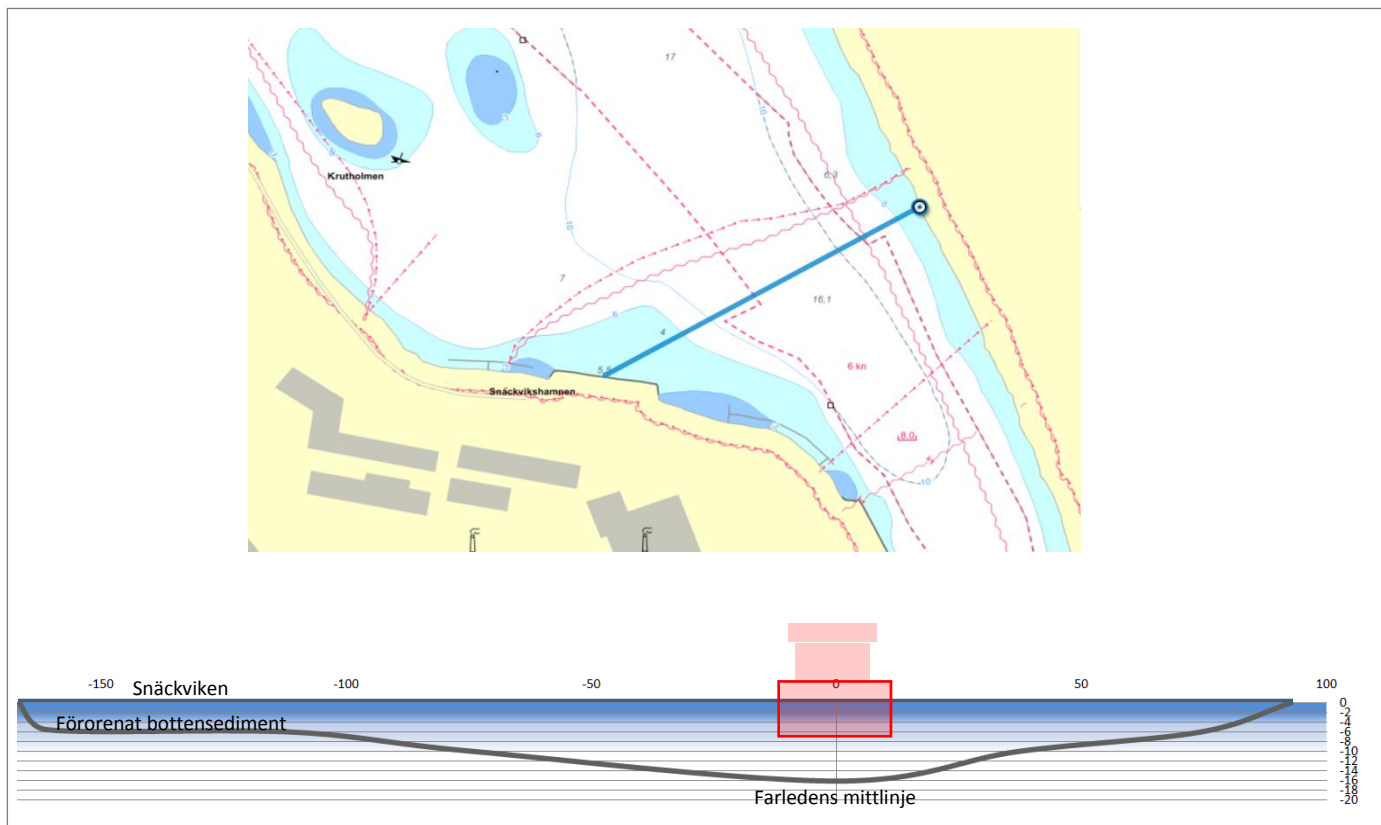
Bottensedimenten i Snäckviken är förorenade och det är angeläget att dessa föroreningar inte löper ökad risk att förflyttas och spridas genom de åtgärder och den trafik som föreslås enligt huvudalternativet.

Hastigheten för större fartyg i området är begränsad till 6 knop och bedöms därmed vara tillräckligt låg för att själva svallvågorna skall vara små och inte påverka bottenströmmar och rörelse av bottensediment. Vattendjupet i passagelinjen är relativt stort och fartyg med 6 knop får ett djuprelaterat Froudetal, $F_{nh} = 0,25$ vilket också styrker att svallvågorna är små. I figuren nedan illustreras fartygets storlek i förhållande till farledens djup och bredd.

Den markerade fartygssektionen representerar den största fartygsstorleken som kan passera i huvudalternativet. Dess undervattenstvärsnitt utgör omkring 7 % av farledssektionens totala yta, dvs fartyget ger blockeringen 7 % vilket i någon mån även kan påverka returströmningen kring skrovet då det framförs i ca 6 knop. För ett fartyg av den maxstorlek som nollalternativet medger, så blir motsvarande blockering istället omkring 5 %.

En hastighet på 6 knop och en relativt liten blockering bedöms inte kunna ge nämnvärd påverkan på vattenströmmar och sedimentrörelser vid botten i det förorenade området beläget ca 100 m vid sidan av fartygets passagelinje och på ett djup av omkring 6 m.

Skillnaden mellan nollalternativet med 5 % blockering och huvudalternativets 7 % anses i detta sammanhang vara marginell. Således bedöms varken nollalternativet eller huvudalternativet innebära några förändringar som skulle kunna påverka stabiliteten hos det förorenade bottenskiktet i Snäckviken.



Figur 26 Sektion tvärs farleden vid Snäckvikshamnen med en fartygskontur med bredd 23 m och djupgående 7 m.

4.9 Risker under anläggningsfasen

Vid jämförande bedömning mellan de risker som identifierats för anläggningsskedets och driftskedet är det viktigt att beakta skillnaderna för de respektive tidsperspektiven. Anläggningsskedet planeras pågå under 3-4 år från 2015-2018 medan driftskedet antas vara 60 år från 2017 till 2075. Anläggningsskedets varaktighet utgör således omkring 5 % av projektets tidsperspektiv. Anläggningsperiodens totala varaktighet innebär inte att anläggningsarbeten pågår på alla muddringsplatser samtidigt under hela perioden utan istället kan vissa av muddringsmomenten på respektive platser vara korta insatser med varaktighet av någon vecka till ett par månader. Detta skall dock inte okritiskt tas till intäkt för resonemang som innebär att högre risker kan accepteras under anläggningsfasens delmoment eftersom den är så kort i förhållande till driftfasen och därmed ändå har liten inverkan på projektets totala riskbild.

Det är viktigt att riskerna under anläggningsskedet analyseras väl och planeras så att riskerna kan minimeras. God planering är särskilt viktig eftersom flera av anläggningsmomenten är av engångskaraktär eller relativt kortvariga och säkra

rutiner och arbetssätt inte kommer att kunna byggas upp successivt i takt med ökande erfarenhet.

4.9.1 Identifierade anläggningsmoment med högt riskindex

Två av de 17, i tabell 12 identifierade riskscenarierna med högt eller medelhögt riskindex är relaterade till anläggningsfasen. Båda är klassificerade med ett medelhögt riskindex med värdet 3,8.

(Risk Id 11.3, Riskindex 3,8) Arbetsskador vid byggnadsarbete i kanal och sluss under anläggningsfasen

Visst anläggningsarbete, exempelvis spontning av kanalsidorna förutsätter att arbete utförs från arbetsplattformar som frekvent kommer att behöva flyttas för att släppa fram fartygstrafik. Entreprenörer och byggpersnol är ibland benägna att ta risker för att minimera spiltid orsakade av frekventa förflyttningar etc. Sådant risktagande kan leda till incidenter eller olyckor med personskador och materiella skador som följd.

Följande etablerade och nya riskreducerande åtgärder identifierades under Hazid-mötet:

- Noggrant utformad och implementerad kommunikationsstruktur och procedurer för flyttning/demobilisering vid fartygspassager/slussning
- Detaljerade nödlägesrutiner och beredskapsplaner etableras
- Träning av rutiner och procedurer med all berörd personal

(Risk Id 11.4, Riskindex 3,8) Påsegling av temporära konstruktioner

Temporära byggnadskonstruktioner som exempelvis spontgröpar som anläggs kring byggandet av nya ledverk kan vara särskilt känsliga med avseende på påsegling och kontakt med passerande fartyg. Även byggarbetsplatser utanför själva kanalen eller slussen kan behöva evakueras vid fartygspassage.

Följande riskreducerande åtgärd planeras:

- En särskild trafikanordningsplan etableras för byggskedet. I den regleras bl.a. att alla fartygsrörelser ska anmälas, rutiner för möten, trafikledning mm. Kanallotsfunktionen samordnar och ger synpunkter under byggandet. Trafikledning har rätt att styra trafik - trafikordningsbehörighet, under hela fartygspassagen.

4.9.2 Identifierade anläggningsmoment med ogynnsam riskförändring

Fyra av de 15, i tabell 13 identifierade riskscenarierna med högre eller oförändrad risk vid genomförandet av huvudalternativet är kopplade till anläggningsfasen. Två av fallen är tabellerade med en riskförändring som

innebär högre risk och två fall bedöms ge oförändrad risk då huvudalternativet införs. Det jämförande perspektivet och tolkningen av den tabellerade riskförändringen skall göras med försiktighet eftersom de anläggningsrelaterade momenten saknar motsvarighet i nollalternativet och direkt jämförelse därmed är irrelevant. De identifierade anläggningsrelaterade riskerna som finns med i tabellerna har uppmärksammats under Hazid-mötet och bör därför ändå tas upp i denna riskanalys.

(Risk Id 11.1, Riskförändr. -0,2) Kollision mellan fartyg och pråm/arbetsfartyg

Förekomsten av arbetsfartyg och arbetspråmar innebär ett tillskott till den trafikbild som finns i och kring farleden och medför därmed en viss ökning av sannolikheten för kollisioner eller ombordläggningar. Denna ökning skall bedömas i förhållande till den trafikbild som enligt Trafikverkets prognoser väntas innebära en årlig tillväxt från nulägets 955 anlöp (2012) med 1,4 % per år och som exempelvis under anläggningsåret 2015, kan förväntas ha ökat till 1019 anlöp eller 2038 passager. Det trafiktillskott som utgörs av de arbetsfartyg och mudderpråmar för anläggningsfasen kan då te sig relativt blygsam vid jämförelse med det trafiktillskott, som vid nollalternativet väntas tillkomma under den 40-åriga tillväxtperioden och som från år 2053 indikerar ett årligt antal anlöp av 1 774. Den senare årliga trafikökningen från 955 till 1 774 (85 %) motsvarar en ökning av ca 4-5 dagliga passager genom farleden.

Det av muddringsinsatserna tillkommande trafiktillskottet beror främst av antalet erforderliga pråmtransporter och distanser och kan inte fastställas i detalj förrän dumpningsplatser fastställts och entreprenörer upphandlas. Inledande studier pekar dock ut ett antal möjliga dumpningsplatser som innebär att pråmtransporterna från muddringsplatserna kan bli korta och därmed medföra ett relativt begränsat transportarbete.

Antag exempelvis att 2 arbetsplattformar/mudderverk och 4 pråmar med en kapacitet av 400 m³ nyttjas och att den totala volymen av muddermassor är av storleksordningen 200 000 m³ (fast mått) vilket kan anta motsvara ca 400 000 m³ lösa massor, som i genomsnitt behöver transporteras 1 distansminut till lämplig tippningsplats, så innebär detta att totalt storleksordningen 1 000 pråmrörelser behöver utföras under anläggningsfasen. Utslaget över hela anläggningsperiodens 3-4 år utgör trafiktillskottet av dessa pråmtransporter mindre än 1 fartygsrörelse per dag. Varje rörelse är dessutom kort och varje pråm kan antas göra storleksordningen 10 transporter per dygn.

Den ökning av kollisionsrisken som pråmrörelser och arbetsfartyg bidrar med under anläggningsfasen är koncentrerad till vissa lokala platser och passager i farleden. Genom tydlig information till passerande fartyg och reglering av trafiken i dessa områden bedöms kollisionsriskerna kunna begränsas effektivt i dessa områden. Exempel på konkreta säkerhetshöjande åtgärder som kan implementeras vid passage av anläggnings- och muddringsområden omfattar:

- Information från VTS¹⁷/trafikledning om aktuella platser och transporter vid muddringsplatserna
- Samråd mellan lotsar och anläggningsentreprenörer för planering av säkra passager av arbetsområden
- Lokala hastighetsbegränsningar vid passage av arbetsområden/arbetsfartyg

(Risk Id 11.2, Riskförändr. -0,4) Grundstötning vid passage av arbetsområden

Muddringinsatserna kommer att ske på platser där farleden i dagsläget är grund och trång och där grundstötningssannolikheten är förhöjd. Förekomsten av arbetsfartyg/mudderverk och pråmar i dessa trånga områden kan ytterligare inskränka det tillgängliga manöverutrymmet för passerande fartyg. Även i detta fall är de ovan listade exemplen på åtgärder relevanta men det kan i vissa fall, beroende på det passerande fartygets storlek och placering av mudderverk, bli aktuellt att temporärt avbryta muddringsarbetena och flytta arbetsfartyg/mudderverk för att låta fartyg passera.

- Då muddringsarbeten pågår kommer vattendjupet i muddringsområdet att kunna variera genom att slänter skredar, massor och block flyttas etc. och kontroll/klarramning av vattendjup kommer inte att kunna ske kontinuerligt. Information ges från VTS/trafikledning om aktuella platser och transporter vid muddringsplatserna
- Samråd mellan lotsar och anläggningsentreprenörer för planering av säkra passager av arbetsområden
- Lokala hastighetsbegränsningar vid passage av arbetsområden/arbetsfartyg

(Risk Id 11.4, Riskförändr. 0,0) Påsegling temporära byggnadskonstruktioner

Under anläggningsskedet med spontning och muddring av kanalen samt breddning av slussen kommer ett stort antal personer att vistas nära kanalbankar och slussens sidor och på utsatta platser där personer inte vistas under den normala driftsfasen. Passerande fartyg rör sig långsamt men särskilt på platser där man inte kan observera passerande fartyg eller platser som man inte omedelbart kan evakueras ifrån är det viktigt att rutiner införs och efterlevs vad gäller förebyggande evakuering vid fartygspassage och för nödläge och olyckshändelser exempelvis vid påsegling och kontakt.

Särskilda trafikanordningsplaner upprättas och uppdateras/justeras kontinuerligt under det pågående byggskedet. Här regleras exempelvis var fartyg kan mötas, hur trafikledning sker, att alla fartygsrörelser ska anmälas. Lotsar samordnar och ger synpunkter under byggandet. Trafikledning har rätt

¹⁷ Vessel Traffic Services, Sjöfartsverkets informations- och sjötrafikövervakningssystem i

att styra trafik – trafikordningsbehörighet och utöva aktiv trafikledning under hela passagen.

(Risk Id 11.5, Riskförändr. 0,0) Förorening vid hantering av muddermassa

Arbetsfartyg/mudderpråmar kan råka ut för olyckor eller incidenter som ger upphov till utsläpp av bränsle, hydraulolja eller andra substanser som kan skada vattenmiljön. Mälarens roll för dricksvattenförsörjningen gör den särskilt känslig för vattenföroreningar exempelvis från utspilld dieselolja och särskilda procedurer och rutiner för att säkerställa minimering av utsläppsrisker bör därför etableras och iakttas vid kravspecifikation och upphandling. Exempel på andra åtgärder som kan övervägas är:

- AIS på alla fartyg och pråmar som används inom projektet
- Information och säkerhetutbildning av berörd anläggningspersonal
- Vind- och siktgränser för olika operationer och platser
- Reglering av var bunkring får ske, procedurer, utbildning
- Oljeskyddsutrustning och övriga räddningstjänstresurser på plats
- Nödfallprocedurer/beredskapsplaner ska finnas från start

¹⁸ Andra områden där svall och avsänkningseffekter kan vara förenade med risker och miljökador behandlas i separat delrapport (Konsekvensutredning - Naturmiljö). Dessa risker är låga.

4.10 Sammanställning av jämförande riskbedömning

4.10.1 Risker under driftsfasen

Tabell 15 Sammanställning av jämförande riskbedömning för driftsfasen. I den högra kolumnen anges den sammanvägda riskförändringen då huvudalternativet genomförs jämfört med nollalternativet.

Notera att jämförelsen baseras på trafikprognoser som representerar förväntad trafik under perioden 2053-2075, En jämförande bedömning av de sammanvägda riskerna för trafikstillväxtperioden fram till 2052 kan dock förväntas ge samma eller ytterligare något mer fördelaktigt resultat för huvudalternativet.

Ref. till kap nr.	Alternativ, Fara olycksscenario och kritiska platser	Nollalternativet		Huvudalternativet		Sammanvägd riskförändring för huvudalternativet
		Sannolikhet	Konsekvens	Sannolikhet	Konsekvens	
4.3	Bropåsegling Hjulstabron och Kvicksundsbron	Beror av antal fartyg och fartyglängd.	Mindre massa lägre krafter.	Färre fartyg. Mindre marginaler.	Påseglingsskydd eliminerar stora ev trafikstörningar på broarna.	Nya ledverk, påseglingsskydd och färre passager minskar risk men längre och bredare fartyg ger mindre marginaler.*
4.4	Grundstötning Isrännor genom farledskrökar och andra trånga farledspassager	Beror av antal fartyg. Införande av Transportstyrelsens rekommendationer ger färre olyckor än nu.	Måttliga bottenskador men få/små utsläpp.	Färre fartyg. Åtgärder i farled ger färre grundstötningar.	Måttliga bottenskador men få/små utsläpp.	Farledsuppgradering och färre fartyg minskar grundstötningens risker väsentligt. Större fartyg påverkar ej konsekvenser av olyckor.
4.5	Kollisioner mellan fartyg Komplexa farledskorsningar, t ex Björkfjärden och Västerås /Fulleröfjärden samt i trånga farledskrökar/passager	Proportionell mot antal fartyg.	Utsläpp från 1 lasttank ca 580 t diesel eller ca 100 t bunker.	Färre fartyg. Åtgärder ger säkrare möten.	Utsläpp från 1 lasttank ca 650 t diesel eller ca 150 t bunker.	Farledsuppgradering och färre fartyg minskar kollisionsrisk väsentligt. Större fartyg påverkar konsekvenser marginellt.
4.6	Utsläpp/brand i urban miljö Södertälje kanal och sluss	Mycket låg. Proportionell mot antal fartyg.	Potentiellt stora konsekvenser vid totalhaveri med bensin el. ammoniak.	Färre fartyg. Åtgärder i sluss/kanal minskar risk.	Potentiellt stora konsekvenser vid totalhaveri.	Färre fartyg och åtgärder i sluss/kanal ger lägre risk. Sannolikhet för totalhaveri med fartygsstorleksberoende konsekvenser bedöms vara tillräckligt låg.
4.7	Påsegling i urban miljö Södertälje kanal och sluss	Beror av antal fartyg och djupgåendet.	Mindre massa ger lägre krafter.	Beror av antal fartyg och djupgåendet.	Större massa ger större krafter.	Färre fartyg. Större djupgående minskar risk för djup inträngning i kaj och kanalsida.
4.8	Risker pga svall/avsänkning Snäckviken Södertälje ¹⁹	Låg fart och max 5 % blockering.	Genererar mkt liten bottenström.	Låg fart och max 7 % blockering.	Marginell påverkan på bottenström.	Risken för spridning av förorenade bottensediment är oförändrat liten.

* Under analysprocessen av simuleringar och riskbedömning har huvudalternativet utvecklats och åtgärdsförslagen modifierats. Bl a ska ytterligare åtgärder för att underlätta passage av Kvicksundsbron vidtas och Trafikverket utreder hur Hjulstabrons passagespann skall kunna anpassas för större fartyg. Genom dessa åtgärder kommer farleden i sin helhet att kunna anpassas till den nya maximala fartygsstorleken och identifierade faror i samband med nedan i texten angivna "flaskhalsar" bedöms kunna minimeras.

5 Säkerhetshöjande åtgärder

FSA-metodiken innefattar att existerande och möjliga ytterligare säkerhetshöjande åtgärder identifieras och prövas med avseende på dess respektive riskreducerande effekt. 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 kritiska 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, procedurer, farledsförbättringar och kontrollåtgärder.

5.1 Preventiva åtgärder

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

5.1.1 Restriktioner

- Lotsplikt för alla fartyg större 70 m.
- Vindrestriktioner för bropassage anpassas efter nya fartygsstorlekar och de modifierade ledverkens och passagespannens bredd. Simuleringsresultaten utgör viktigt underlagsmaterial. Operationella erfarenheter kan efterhand göra att restriktionerna justeras.
- Väderrestriktioner och särskilda utrustningskrav för passage med stora fartyg. Krav på högeffektroder för fartyg i de största storleksklasserna.
- 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.
- Krav på fartyg när det gäller utformning, utrustning och träning.

5.1.2 Procedurer

- Procedurer för planering av möten mellan större fartyg ses över. Särskild vikt läggs vid att hitta nya procedurer för planering av möten och alternativa mötesplatser vid broarna. Hjulstabrons eventuella nya utformning med ett prioriterat passagespann i stället för som idag två likvärdiga passagespann föranleder också översyn av mötesrutiner och alternativa mötesplatser.
- "Point of no return" etableras och procedurer för kommunikation med brovakt anpassas för nytt större tonnage så att "Point of no return" aldrig passeras innan bron klargjorts för passage.
- Särskild "Passage plan" för kritiska farledssegment och passager upprättas av lotsar och Sjöfartsverkets nautiska råd och presenteras för Transportstyrelsen som fastsätter den i form av rekommendationer
- Undvik möten. - Möten mellan stora fartyg undviks 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. Möten ska företrädsvis ske på raksträckor.
- Rutiner för inrapportering av höjd vid lotsbeställning ses över och anpassas för nya fartygstyper samt för ombyggda slussar och broar.
- Noggrant utformad och implementerad kommunikationsstruktur och procedurer för flyttning/demobilisering vid fartygspassager/slussning under anläggningsfasen.
- En särskild trafikanordningsplan etableras för byggskedet. I den regleras bl.a. att alla fartygsrörelser ska anmälas, rutiner för möten, trafikledning mm. Kanallotsfunktionen samordnar och ger synpunkter under byggandet. Trafikledning har rätt att styra trafik (trafikordningsbehörighet), under hela fartygspassagen. Alla fartygsrörelser ska anmälas till trafikledning. Lots samordnar och ger synpunkter under byggandet.
- Träning av rutiner och procedurer med all berörd personal i byggskedet i kanalen

5.1.3 Farledsförbättringar

- Kanalen breddas, kanalslänter stabiliseras
- Erosionsskydd och nya ledverk byggs på utsatta platser
- Ledningsomläggningar
- Muddringsåtgärderna enligt huvudalternativet kommer att öka klarningar och öka farledsykans bredd på kritiska platser. Detta bidrar väsentligt till att minska grundstötningsrisken.

- Muddring och breddning av farledsytan på kritiska platser ger större klarningar och marginaler vid möten i området.
- Hjulstabron – påseglingsskydd förebygger bropåsegling och Trafikverket utreder hur passagespannet skall anpassas för de större fartygen.
- Den nya slussen är större och ger mer plats (30 m längre än max fartygslängd).
- Kvicksundsbron - planerad muddring och breddning av anlöpsfarlederna ger bättre marginaler och mindre girar före bropassagen.
- Muddring för justerad farledsdragning norr om St Sandskär i Fulleröfjärden ger mindre skarpa girar och nya alternativa mötesplatser.
- Breddad isbrytning i snäva krökar

5.1.4 Kontroll

- Lättillgänglig information om strömsättningen i Kvicksund för fartyg och lotsar.
- Regelbunden kontrollmätning av djup över farledsyta och muddrade slänter enligt gällande schema för farledsunderhåll.
- Tekniskt system för höjdregistrering av fartyg. Installation av automatiskt mätning- och varningssystem vid Igelstabron söderifrån och i Linanäs norrifrån övervägs för att minska påseglingsrisken och för att undvika onödiga broöppningar då fartygens höjd inte är känd med tillräcklig säkerhet. Tekniken är känd och tekniska system finns tillgängliga på marknaden.
- Kontroll av utrustningen ombord.

5.2 Konsekvensreducerande åtgärder

Följande konsekvensreducerande åtgärder har identifierats och ingår i Sjöfartsverkets pågående planeringsförutsättningar. Vissa är redan etablerade åtgärder för dagens trafik i kanal, sluss och farled men kan behöva ses över och kompletteras i samband med projektering enligt huvudalternativet.

5.2.1 Restriktioner

- Fartbegränsningar bidrar till att kontaktkrafter och skador blir mindre vid påseglings- och kontaktolyckor och är särskilt restriktiva vid kritiska passager som exempelvis Kvicksund där fartgränsen 5 knop fastställts av Länsstyrelsen.
- Riskbaserad konstruktion och lokalisering vid nyprojektering av byggnader och verksamheter i kanalens och slussens omedelbara närhet. Avstånd från

kajer och kanalbankar skall förhindra skador vid påsegling och brandklassade fönster och anpassad placering av fiskluftintag kan bidra till reducerade konsekvenser av exempelvis en fartygsbrand i sluss eller kanal.

5.2.2 Procedurer

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

5.2.3 Farledsförbättringar

- Hjulstabron – påseglingsskydd förebygger bropåsegling och Trafikverket utreder hur passagespannet skall anpassas för de större fartygen.
- Som komplement till ledverken planeras anläggas någon form av påseglingsskyddande hinder som grundbankar eller liknande framför bronns fasta delar. Syftet är att stoppa fartyg som av någon anledning har påseglingsskurs mot bron innan de når fram till bron.
- Kvicksundbron – Ledverken byggs om och förstärks men ursprungligen planerad design modifieras så att passagespannet bibehåller ursprunglig bredd.

5.2.4 Andra konsekvensreducerande åtgärder

- Väg bommar för biltrafik flyttas tillbaka bort från öppningsbar brodel för att minska konsekvenserna av en eventuell påsegling.
- Brodesignen med ledverk och konstruktion som tål vissa belastningar, samt skyddet av broarna.
- Sänkt fart på vintern, för att minimera is-relaterade risker är en sedan länge etablerad konsekvensreducerande åtgärd.
- Nödstopp i form av vajerbommar som kan fällas över slussen och som kan fånga upp fartyg av måttlig storlek övervägs.
- Om en slussport skadas så fungerar den andra som stopp för okontrollerat utflöde.

5.3 Förslag till ytterligare kompletterande riskreducerande åtgärder

Baserat på resultat av simuleringar, riskidentifieringsprocess och analys framstår alltjämt passagen förbi Hjulstabron som en av de kritiska passagerna och en begränsande faktor för huvudalternativets kapacitet för trafik med

större tonnage. Det bedöms därför vara angeläget att gå vidare med de utredningsinitiativ som tagits för att ytterligare undersöka förutsättningarna för en ombyggnad av bron som kan ge ett bredare passagespann.

Passage av Kvicksundsbron utgör också en kritisk passage även om de planerade förändringarna med bredare ledverk och rakare anlöp som tillkommit under Hazid-processen förbättrar passagen så bedöms åtgärder som ytterligare kan underlätta passage för stora fartyg som välmotiverade. Vid eventuella jämförelser och överväganden mellan Kvicksundsbron och Hjulstabron måste dock beaktas att alla fartyg passerar Hjulstabron medan endast de (ca hälften så många) med destination Köping passerar Kvicksundsbron.

Simuleringsmetodiken har visat sig vara värdefull för att undersöka olika fartygs förutsättningar för passage i den uppgraderade farleden. De stora fartygen med dimensioner nära de maximala måtten kan ha vitt skilda egenskaper mellan olika fartyg, beroende på utrustning, lastläge mm. I fall ett för lotsarna nytt och okänt fartyg med dimensioner nära de maximala planerar att trafikera den uppgraderade Mäljarleden 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 Mälaren.

Manövrering i smala och slingrande brutna isrännor har identifierats som en svårighet förenad med vissa risker för de längsta fartygen. Åtgärden att bredda och bryta bredare isrännor i skarpa krökar är listad som en planerad åtgärd för att minska problemet.

Förutsättningarna för och eventuella effekter av att införa och tillämpa EUs regler för svenska inlandsfarvatten (inland waterways) diskuteras och Mälarens särskilt känsliga funktion som dricksvattentäkt beaktas då särskilt. Det kan i detta sammanhang noteras att Sverige, innan de internationella dubbelskrovskraven trädde i kraft, infört specifika särkrav för att säkerställa att endast tankfartyg med dubbelskrov trafikerade de stora sjöarna Vänerne och Mälaren.

5.4 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-nyttanalyser 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-nyttanalys. Vissa grova kost-nyttöväganden kan ändå göras och det är exempelvis uppenbart att farledsbyggnadsåtgärder som breddning av bropassagespann, eller anläggande av påseglingsskydd i form av undervattensbankar är förenat med avsevärt större kostnader än exempelvis uppdatering av procedurer för planering av möten.

6 Slutsatser och rekommendationer

6.1 Slutsatser

Huvudalternativet omfattar en rad säkerhetshöjande åtgärder riktade mot kända kritiska platser och med syfte att öka tillgängligheten i de allmänna farlederna genom Södertälje till Västerås och Köping samtidigt som marginalerna till botten och farledytans begränsningar förbättras. De planerade åtgärderna innebär att betydligt större fartyg kan trafikera Mälaren och ger därmed både transportekonomiska och miljömässiga fördelar. De nya maxmått för längd och bredd för fartyg i den uppgraderade farleden sätts av dimensionerna för den ombyggda slussen i Södertälje medan det maximala djupgåendet begränsas av djup och klarningskrav i den muddrade farleden.

Idag tillämpad praxis för största djupgående i farleden är otillfredsställande med alltför små bottenklarningar och förhöjd grundstötningsrisk som följd. Mot bakgrund av detta och förväntad framtida ökning av transportvolymen i Mälaren bedöms det nödvändigt att öka bottenklarningen genom att minska leddjupgåendet så att gängse internationella riktlinjer enligt Transportstyrelsen och PIANC uppfylls. Därtill behöver underhållsmuddring utföras för att säkerställa vattendjup enligt tidigare fastställd miljödom. Införande och tillämpning av transportstyrelsens rekommendationer för bottenklarning samt insatser för underhållsmuddring representerar därför det nollalternativ vilket skall jämföras mot det av sökanden beskrivna huvudalternativet.

Risakanalysens 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 farledsuppgraderingsåtgärderna men även av att det framtida växande transportbehovet i huvudalternativet kommer att utföras av färre men större fartyg än 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. Om exempelvis en av tankarna i ett stort tankfartyg skadas vid kollision så är innehållet i en tank på det större tankfartyget bara marginellt större än i en tank på det mindre fartyget eftersom lastlådan i det större fartyget vanligtvis är uppdelad i flera tankar av ungefär samma storlek som i det mindre fartyget.

Ett av de identifierade olycksscenario där uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet inte fullt ut kan anpassas efter de nya maximala fartygsdimensionerna är bropåsegling. Passageöppningens bredd i Hjulstabron utgör enligt huvudalternativets ursprungliga utformning en "flaskhals" för säker passage med de största fartygen. Trafikverket genomför för närvarande en

utredning om Hjulstabron och hur passagespannets utformning ska anpassas efter de större fartygen.

Bropassagen i Kvicksund är visserligen bredare än den vid Hjulstabron men även Kvicksund tenderar att bli en "flaskhals" i Mälarleden. I Kvicksund är det dock i första hand farledskrökarna väster om bron som kan medföra svårigheter att rikta upp fartygets kurs väl innan bropassage. Med planerade säkerhetshöjande åtgärder vid broarna som förstärkta ledverk och vindrestriktioner samt med hänsyn till att antalet passager blir färre, bedöms ändå riskerna vid huvudalternativet vara mindre än vid nollalternativet.

Den maximala fartyglängden kan accentuera svårigheterna att gira snävt i slingriga brutna isrännor men om de brutna isrännorna breddas innebär de planerade muddringsåtgärderna att grundstötningsrisken minskar då huvudalternativet genomförs.

Kollisionsrisker föreligger där farledsgrenar korsar varandra, vid platser där fartyg möts och i hamnar samt är i hög grad beroende av trafikfrekvensen. Huvudalternativet som förutspås innebära en liten ökning av antalet fartyg ger därför väsentligt lägre kollisionsrisk än nollalternativet.

Betydande mängder av brandfarliga och hälsofarliga substanser transporteras på Mälarleden. Särskilt i Södertälje passerar fartygen nära områden och byggnader där människor vistas och stora bränder i fartygslasten eller utsläpp av last skulle kunna innebära fara för många människor. Farleden genom Södertälje är mycket skyddad och planerade uppgraderingar bidrar ytterligare till säkerheten. De fartygstyper som transporterar farligt gods regleras av stränga säkerhetskrav och sannolikheten för totalhaveri och lastrelaterade olyckor är mycket låg och konsekvenserna av andra eventuella brand- och utsläppsscenarioer är oberoende av fartygsstorleken. Planerade uppgraderingsåtgärder och färre fartygspassager innebär att risken för brand och utsläpp i Södertälje är mindre vid huvudalternativet än vid nollalternativet.

Risken för skador på byggnader och kajnära verksamheter längs kanalbankar och kajer i Södertälje bedöms också minska med färre och större fartyg. Vid nyprojektering och kajnära byggande bör påseglingsrisker beaktas

Anläggningsfasens varaktighet är kort i förhållande till driftfasens varaktighet men riskfrågor och säkerhetsåtgärder måste beaktas och planeras omsorgsfullt. Arbetskadorna vid byggnadsarbete i kanal och sluss under anläggningsfasen skall förebyggas genom noggranna procedurer för kommunikation och förflyttning av utrustning vid fartygspassage. Utbildning och träning av nödlägesplaner är också en viktig del i förberedelserna. En särskild trafikanordningsplan etableras för att skydda mot påsegling av temporära konstruktioner.

Arbetsfartyg/mudderverk och pråmtransporter från muddringsområdena i farleden innebär tillkommande sjötrafik under anläggningsfasen och därmed ett tillskott till kollisionsriskerna men även risken för grundstötningsolyckor kan öka vid passage av muddringsområden. Under anläggningsfasen samarbetar

VTS, lotsar och anläggningsentreprenörer för säker trafikledning och passage av muddringsområden och tillfälliga lokala hastighetsbegränsningar och andra restriktioner kan tillämpas. Antalet tillkommande fartygsrörelser och pråmtransporter under anläggningsfasen är litet i förhållande till de tillkommande fartygsrörelser som nollalternativet innebär i jämförelse med huvudalternativet under driftsfasen.

6.2 Rekommendationer

De planerade uppgraderingsåtgärderna enligt huvudalternativet bedöms innebära en väsentligt säkrare farled än nollalternativet och risker under anläggningskedet är små och kan begränsas genom lämpliga åtgärder. Dagens utformning av Hjulstabrons passage är för smal för säker passage av fartyg med den planerade nya maxstorleken. Därför rekommenderas att passage med större fartyg än dagens maxstorlek inte sker innan det att Trafikverket också genomfört pågående utredning och åtgärder för att anpassa passagespannets utformning efter de större fartygen.

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 Mälaren oprövade fartyg uppträder.

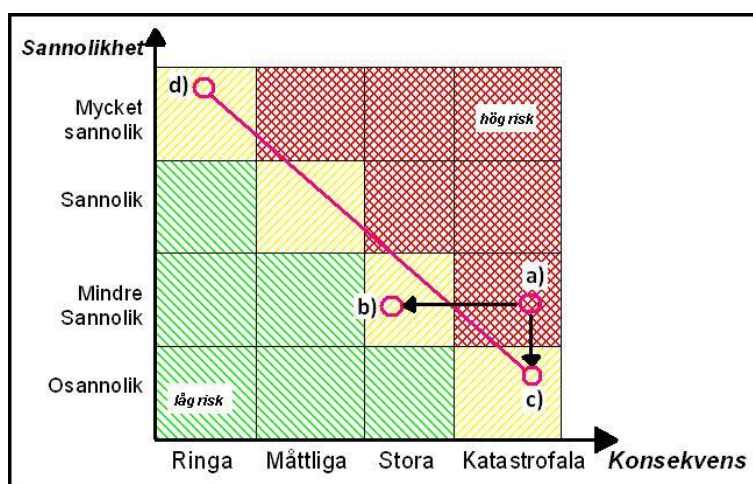
7 Terminologi och definitioner

7.1 Riskbegreppet

I många av samhällets planeringsfunktioner måste olika typer av risker hanteras. Vissa risker måste vi tolerera medan andra måste hanteras genom införande av riskreducerande åtgärder. Riskhantering berörs och krav på riskbedömning finns i flera olika lagrum, exempelvis i plan- och bygglagen (PBL, 1987:10), miljöbalken (1998:808), lag (2003:778) om skydd mot olyckor (2 kap 4 §), lag (1988:868) om brandfarliga och explosiva varor (9 §) och förordning (2002:472) om åtgärder för fredstida krishantering och höjd beredskap.

I de flesta fall då risker i samhället analyseras på ett strukturerat sätt utgår man från att risk är ett uttryck för en sammanvägd värdering av sannolikheten för och konsekvenserna av en oönskad händelse. En brand eller annan skada i ett bostadshus är en oönskad händelse som ofta är förenad med skador eller dödsfall på människor, stora materiella skador och även miljökador. Om risken betraktas som en produkt av sannolikheten för att en brand eller annan olycka inträffar och konsekvenserna av olyckan, kan ett antal olika olycksscenarioer analyseras och grafiskt representeras av punkter i en riskmatris enligt figuren nedan. Diagonallinjen från övre vänstra till nedre högra hörnet representerar en risknivå och olycksscenarioer som ligger på linjen kan sägas ha samma risk.

Om ringen markerad med a) i matrisen representerar risken för en viss typ av olycka, exempelvis en brand, skulle effektiva konsekvensreducerande brandskyddsåtgärder tänkas förskjuta risken till markeringen b) så att olyckstypen därmed är förenad med lägre risk. Rent preventiva olycksförebyggande åtgärder och insatser riktade mot brandolyckor skulle innebära att punkten flyttas nedåt.



Figur 27 Principfigur riskmatris

I denna studie är det främst moment där fartyg kolliderar eller går på grund, som identifierats som specifika risker.

Sannolikheten för en viss oönskad händelse, exempelvis grundstötning utanför farleden, kan anges som en förväntad frekvens per år eller omräknas till en förväntad returperiod – antal år som kan förväntas mellan olyckstillfällena. Svårighetsgraden av olyckans konsekvenser kan i detta fall anges som antal skadade/dödsfall per olyckstillfälle. Olika typer av olyckshändelser, som vid en analys bedöms ligga på samma risknivå, definierad av en diagonal enligt figuren ovan, kan innebära att enstaka människor omkommer vid ett flertal olyckstillfällen, punkt d) medan punkt c) representerar en olyckstyp med flera dödsfall vid få enstaka olyckstillfällen. Det kan här också noteras att, även om punkterna d) och c) på lång sikt representerar lika många dödsfall per år, så finns i samhället en aversion mot olyckor med svåra konsekvenser, dvs att det kan vara lättare att tolerera olyckor som representeras av punkt d) än av punkt c). Vid formulering av acceptanskriterier, dvs gränsdragning mellan tolerabla och icke tolerabla risker, kan detta återspeglas av acceptanskriterier formulerade av diagonaler som i figuren ovan men med brantare lutning.

7.2 Några allmänna och riskrelaterade termer

Vid riskbedömningar och analyser används ett flertal ord och specialtermer med särskild betydelse.

Risk - eller skadeförväntan avser dels sannolikheten inom viss tidsrymd för möjliga skadehändelser (eller förväntad frekvens) i samband med viss hantering, och dels konsekvenserna av dessa skadehändelser.

Riskkälla - eller fara är en egenskap i ett system vilken innebär att en skadehändelse kan inträffa.

Riskmatris - består av frekvens- och konsekvenskategorier. Matrisen utgör ett hjälpmedel för värdering av risk.

Riskanalys - innebär en systematisk identifiering av riskkällor i ett definierat (avgränsat) system (en viss hantering), samt en uppskattning/bedömning av risken som är förknippade med dessa.

Riskaversion - innebär en önskan att undvika stora olyckor, detta innebär t ex att ett större antal olyckor med mindre konsekvenser föredras framför ett fåtal olyckor med stora konsekvenser även om det totala utfallet (t ex i form av antal omkomna) är detsamma i de två fallen.

Riskbedömning - innebär en uppskattning av frekvens/sannolikhet för en viss skadehändelse samt graden av allvarlighet av denna skadehändelse.

Riskvärdering - utgör en samlad värdering av tolerabiliteten av en risk med samtidig hänsyn tagen till riskens storlek, verksamhetens nytta och osäkerheter i riskuppskattningen.

Skadebegränsande åtgärder - är sådana åtgärder som minskar konsekvenserna av skadehändelser (störning/olycka). Dessa åtgärder kan vidtas såväl före som efter det att en störning eller olycka skett.

Skadeförebyggande åtgärder - är sådana organisatoriska, tekniska och operativa åtgärder som minskar sannolikheten för skadehändelser.

Individrisk - oftast risken att omkomma i en olycka. Uttrycks vanligen som risk per år.

Samhällsrisk - också kollektiv risk, inkluderar risker för alla personer som utsätts för en risk även om detta bara sker vid enstaka tillfällen. Samhällsrisk kan definieras som sambandet mellan frekvensen av en aktivitets olyckor och de konsekvenser som uppstår. Vanligtvis avses risk för omkomna under ett år. Med "samhällsrisk" avses ofta risker för allmänheten.

8 Referenser

- Riskidentifieringsmöte. (den 28 01 2013). *Rosenvik*. Stockholm.
- AASHTO. (2009). *Vessel collision design of highway bridges*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Dirk, P. (2004). *Katalog der risiken - Risiken und ihren darstellung*. Dresden.
- Fluxys, L. (2012). *Safety study - Chain analysis: supplying Flemish ports with LNG as a marine fuel. Final Report June 2012*.
- Krafft, A. (2012). Personlig kommunikation. *Hamnstyrman, Stockholms Hamnar*.
- Länsstyrelsen. (2013:9). *Underlag rörande områden av riksintresse för vattenförsörjning, Jenny Sörensen*
- Larsen, O. D. (1993). *Ship collision with bridges*. Zürich: International Association for Bridge and Structural Design riABSE, AIPC and IVBH.
- Lotsområde-Södertälje. (2013). *Sjöfartsverket*. Hämtat från Lotsområde Södertälje: <http://www.sjofartsverket.se/sv/Sjofart/Lotsning/Lotsomraden/Lotsomrade-Sodertalje/> den 01 03 2013
- Lövstedt, C. B., Moreno-Arancibia, P., & Liungman, O. (2010). *Hydrodynamisk modellstudie av Mälaren*. Göteborg: DHI.
- Malaren.org. (u.d.). *Mälarens vattenvårdsförbund. Hemsida malaren.org*.
- Mälarens-Vattenvårdsförbund. (den 28 02 2013). www.malaren.org. Västerås, Sweden.
- Nylén, A. (04 2013). Samrådspresentation. Västerås: Sjöfartsverket.
- PIANC. (1997). *Approach Channels, A Guide for Design" Supplement to Bulletin No. 95*. PIANC.
- PIANC. (2001). *Ship Collisions due to the Presence of Bridges, Report of WG 19*. PIANC Belgium.
- Sahlberg, B. (den 19 2 2013). Email konversation. *fd Lots*.
- Sjöfart, S. S. (2008). *Utrikes och inrikes trafik med fartyg 2007*. SIKÅ.
- Sjöfartsverket. (2008). *Mälarsquat - inmätning och kontroll av fartygs dynamiska rörelser och djupgående med stöd av RTK*. Norrköping: Sjöfartsverkets rapportserie C.
- Sjöfartsverket. (den 05 03 2013). PM Scenarier för driftsskedet – underlag för konsekvensutredningarna. Norrköping: Sjöfartsverket.
- SMHI. (2011). *RAPPORT NR 2011-64 Projekt Slussen - Förslag till ny reglering av Mälaren*.
- SSPA. (2013 B). *Hjulstabilen - Simulering av påsegling i "desk top"-miljö. Rapport RE20116032-02-00-B*.
- SSPA20126392-01-00-D. (2013-03-13). *Södertälje kanal och Mälaren – Resultat från "Full Mission" simuleringar på Chalmers Lindholmen*.
- Stenhammar, P. (2012). Personlig kommunikation. *Chef Lotsplanering NO, Sjöfartsverket*.
- Stenmark, B. E. (1993). *Passage av Kvicksundsbron i Mälaren - Haveriincident Balina (LALZ4) 1992-12-13 (inkl Bilaga PM från Haverikommissionen: Möjliga konsekvenser av ett tillbud vid Kvicksundsbron i Mälaren)*. Sjöfartsverket.
- Stensland, A. (den 20 02 2013). Emailkontakt. Stockholm: Kustbevakningen regionledning nordost.
- Structor. (2013-03-22). *Mälärprojektet underlag för samråd*. Sjöfartsverket.
- Structor, Z.-O.-O. (2013). *PM Gemenamma förutsättningar för konsekvensanalyser av tillståndsansökan för Södertälje kanal och sluss samt de allmänna farlederna till Kööing och Västeråss*.
- Sveriges-Hamnar. (2012). Hamnstatistik 2011. Sveriges Hamnar.
- Swahn, H. (2013). *Samhällsekonomisk bedömning av Mälärprojektet i anslutning till MKB, 2013-03-13*.
- Transportstyrelsen. (2012). *TSFS 2012:38*. Norrköping: Transportstyrelsen.
- Vanern.se. (u.d.). *Fakta om Väneren: Sjöfakta*. Vänerens Vattenvårdsförbund.Hemsida Vanern.se .
- Westman, P.-E., Hansen, J., Zetterberg, G., & Löfling, P. (2004). *Fördjupning - Riskanalys vald vägsträcka*. Vägverket.

APPENDIX 1

SSPA Rapport Nr: RE20116032-01-00-A Riskanalys MKB Mälaren

TRAFIKANALYS OCH OLYCKSSTATISTIK

- 1. Trafikanalys**
- 2. Olycksstatistik**
- 3. Referenser**

1 Trafikanalys

1.1 AIS-data

AIS-data¹⁹ för tidsperioden 2010-08-01—2011-07-31 tillhandahållna av Sjöfartsverket används som indata i analysen. Verktuget IWRAP (IALA Waterway Risk Assessment Program) Mk2 Extended v4.0.0BETA 20121109A används för att extrahera ut relevant information samt för att illustrera trafikmönster. IWRAP rekommenderas av IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) att användas för trafiksäkerhetsanalyser.

Trafikmönstret i Mälaren illustreras i figuren nedan i en sk densitetsplott som baseras på ovan nämnda AIS-data. Röda linjer indikerar tätare trafik än gula, och gula tätare än vita. För att få en tydlig bild av trafiken i ett så pass trångt farvatten som Mälaren utgör, har en del uppenbart felaktiga linjer filtrerats bort (t ex linjer som går över land). Detta gäller bara för densitetsplotten, inte för antalet fartygspassager som beräknats, se nedan.

Ett antal strategiskt placerade passagelinjer över vilka trafiken analyseras har lagts in i IWRAP. De illustreras i figurerna som följer på densitetsplotten. Passagelinjen är vinkelrät mot det svarta benet mellan de två ”waypointsen” och den ligger centrerad i den grå rektangeln som visar såväl benets som passagelinjens bredd. Varje ben inkluderar trafik i bägge riktningar. Benen kallas LEG1, LEG2, osv i figuren.

Trafikdata har extraherats vid passagelinjerna från ovan nämnda AIS-dataset med en maximal kursavvikelsevinkel på 90 grader, vilket innebär att trafik som passerar linjen med en maximal vinkel på ± 90 grader i relation till benets riktning anses tillhöra det benets trafik.²⁰ Denna stora vinkel har valts med tanke på att trafiken analyseras grovt. T ex har bara ett ben lagts för att täcka in all trafik vid Västerås trots att trafiken består av flera stråk.

I tabellerna nedan ges en översikt av fartygstrafiken i området enligt AIS-dataanalysen. I nästa avsnitt jämförs denna med uppgifter från andra källor såsom sluss- och hamnstatistik. Exempel på supportfartyg är lotsbåtar, båtar/fartyg för sjöräddning och kustbevakning, bogserbåtar, isbrytare och mudderverk. I kategorin övriga fartyg ingår bl a militära fartyg samt pråmar.

¹⁹ AIS, Automatic Identification System. Internationellt system med ombord-tranpondrar för att fartyg och sjöfartsmyndigheter skall kunna observera fartygs aktuella position

²⁰ IWRAP använder en extra passagelinje på var sida om den centrala för att bestämma vinkeln för varje fartygspassage. De två extra passagelinjerna är placerade på halva avståndet från den centrala passagelinjen och benets respektive waypoint. Fartygstrafiken anses tillhöra benet bara om den passerar den centrala passagelinjen, enligt beskrivna kriterier, samt minst en av de två extra passagelinjerna.

Södertäljeslussen

LEG3 i figuren nedan. Totalt 2162 fartygspassager/år. Upp till 150 m långa fartyg (i praktiken endast fartyg upp till max 124 m) . Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.1. Antal fartygspassager/år på LEG3 fördelat på fartygstyper.

Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	286
Lastfartyg	1537
Passagerarfartyg	35
Supportfartyg	164
Fritidsbåtar	7
Övriga fartyg	133
Totalt	2162

Norrut från Södertälje

LEG6 i figuren nedan. Totalt 1566 fartygspassager/år. Upp till 150 m långa fartyg. Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.2. Antal fartygspassager/år på LEG6 fördelat på fartygstyper.

Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	279
Lastfartyg	1209
Passagerarfartyg	10
Supportfartyg	34
Fritidsbåtar	0
Övriga fartyg	34
Totalt	1566

Österut från Södertälje

LEG5 i figuren nedan. Totalt 785 fartygspassager/år. Upp till 125 m långa fartyg. Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.3. Antal fartygspassager/år på LEG5 fördelat på fartygstyper.

Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	3
Lastfartyg	440
Passagerarfartyg	47
Supportfartyg	166
Fritidsbåtar	7
Övriga fartyg	122
Totalt	785

Hammarbysslussen

LEG4 i figuren nedan. Totalt 380 fartygspassager/år. Upp till 125 m långa fartyg. Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.4. Antal fartygspassager/år på LEG4 fördelat på fartygstyper.

Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	1
Lastfartyg	201
Passagerarfartyg	53
Supportfartyg	68
Fritidsbåtar	5
Övriga fartyg	52
Totalt	380

Strängnäs

LEG7 i figuren nedan. Totalt 92 fartygspassager/år. Upp till 100 m långa fartyg. Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.5. Antal fartygspassager/år på LEG7 fördelat på fartygstyper.

Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	0
Lastfartyg	5
Passagerarfartyg	16
Supportfartyg	51
Fritidsbåtar	2
Övriga fartyg	18
Totalt	92

Hjulstabron

LEG8 i figuren nedan. Totalt 1564 fartygspassager/år. Upp till 150 m långa fartyg. Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.6. Antal fartygspassager/år på LEG8 fördelat på fartygstyper.

Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	280
Lastfartyg	1166
Passagerarfartyg	28
Supportfartyg	57
Fritidsbåtar	2
Övriga fartyg	31
Totalt	1564

Västerås

LEG2 i figuren nedan. Totalt 1947 fartygspassager/år. Upp till 150 m långa fartyg. Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.7. Antal fartygspassager/år på LEG2 fördelat på fartygstyper.

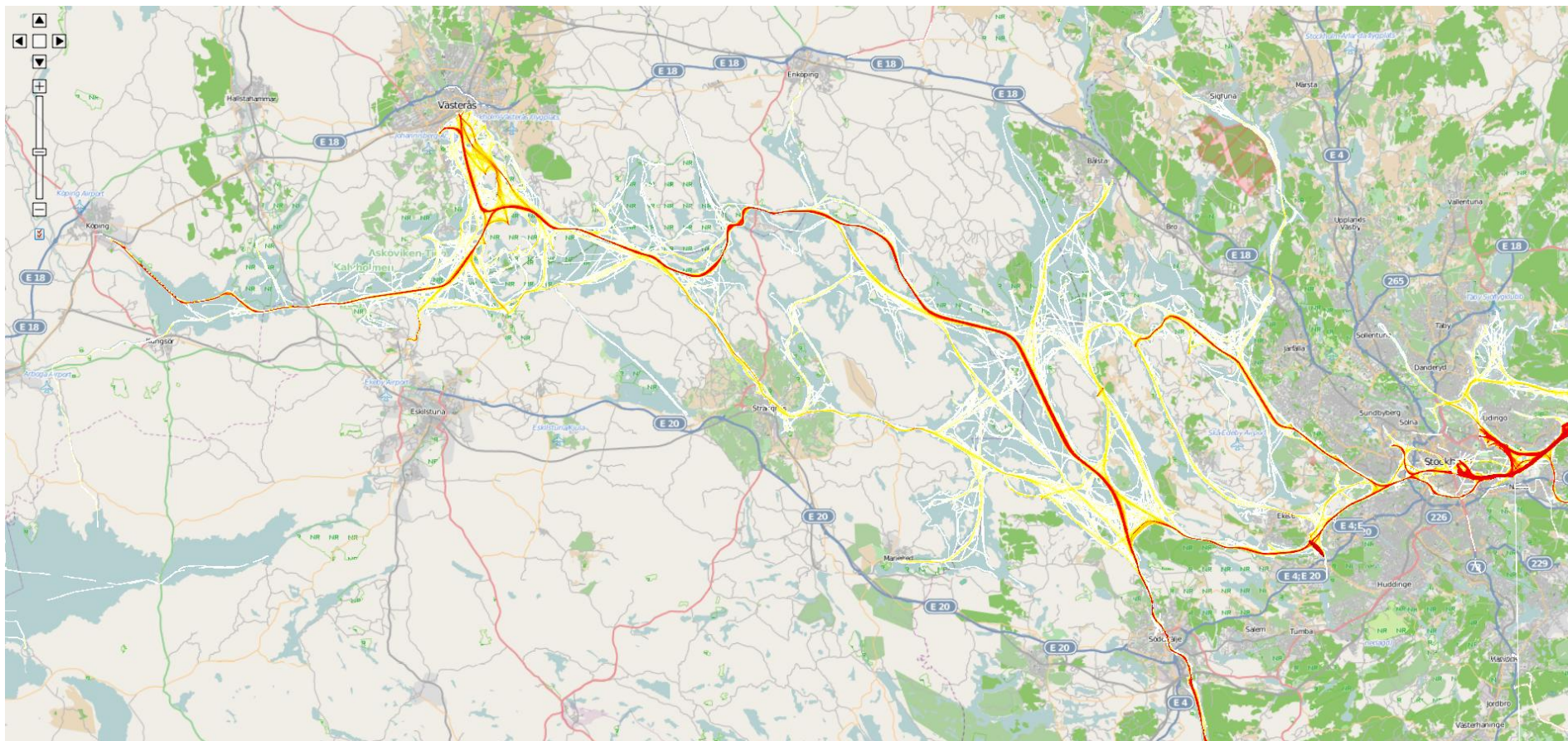
Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	173
Lastfartyg	846
Passagerarfartyg	418
Supportfartyg	410
Fritidsbåtar	10
Övriga fartyg	90
Totalt	1947

Köping

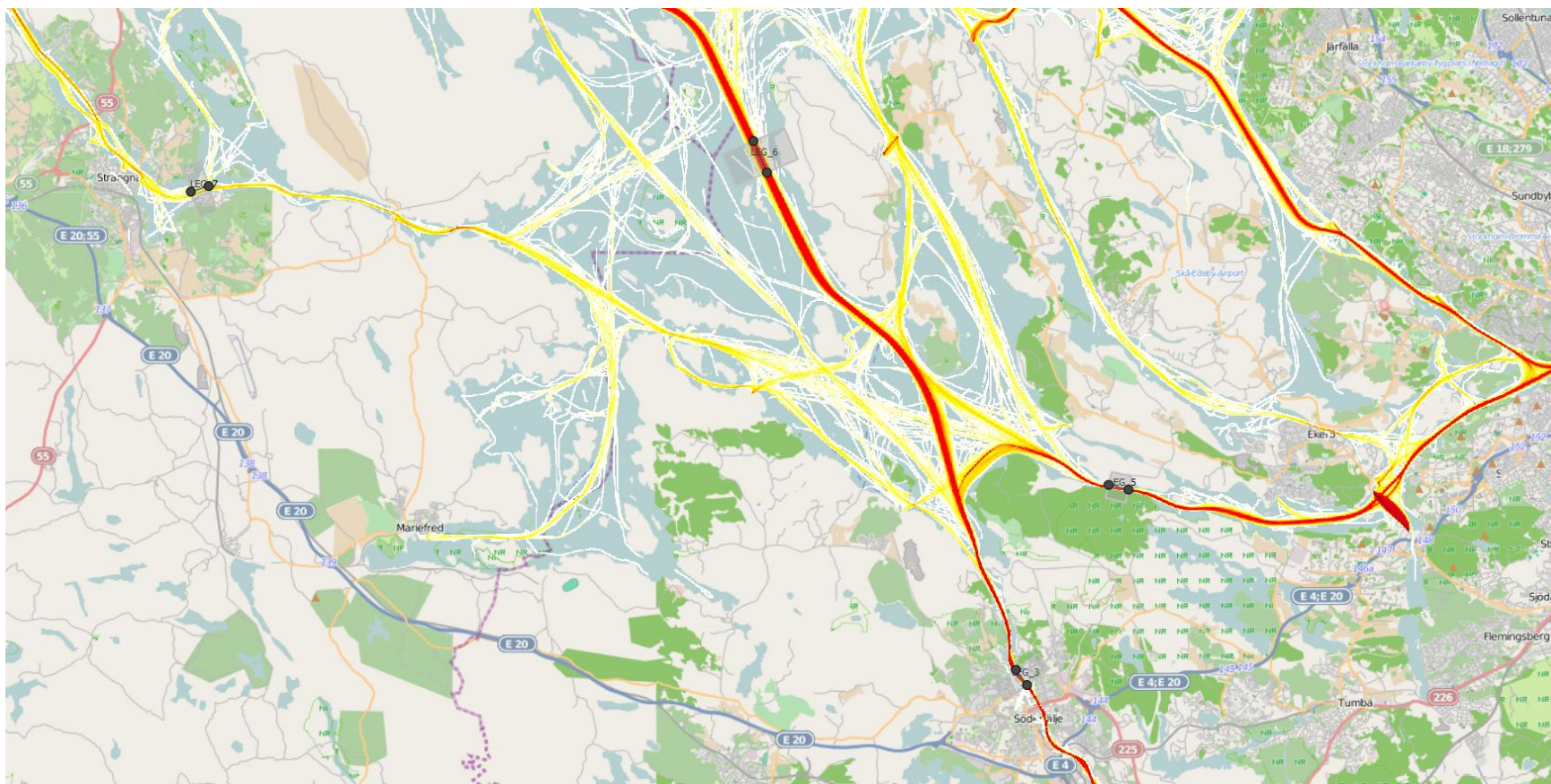
LEG1 i figuren nedan. Totalt 509 fartygspassager/år. Upp till 150 m långa fartyg. Fartygstyper enligt nedan.

Tabell 1.8. Antal fartygspassager/år på LEG1 fördelat på fartygstyper.

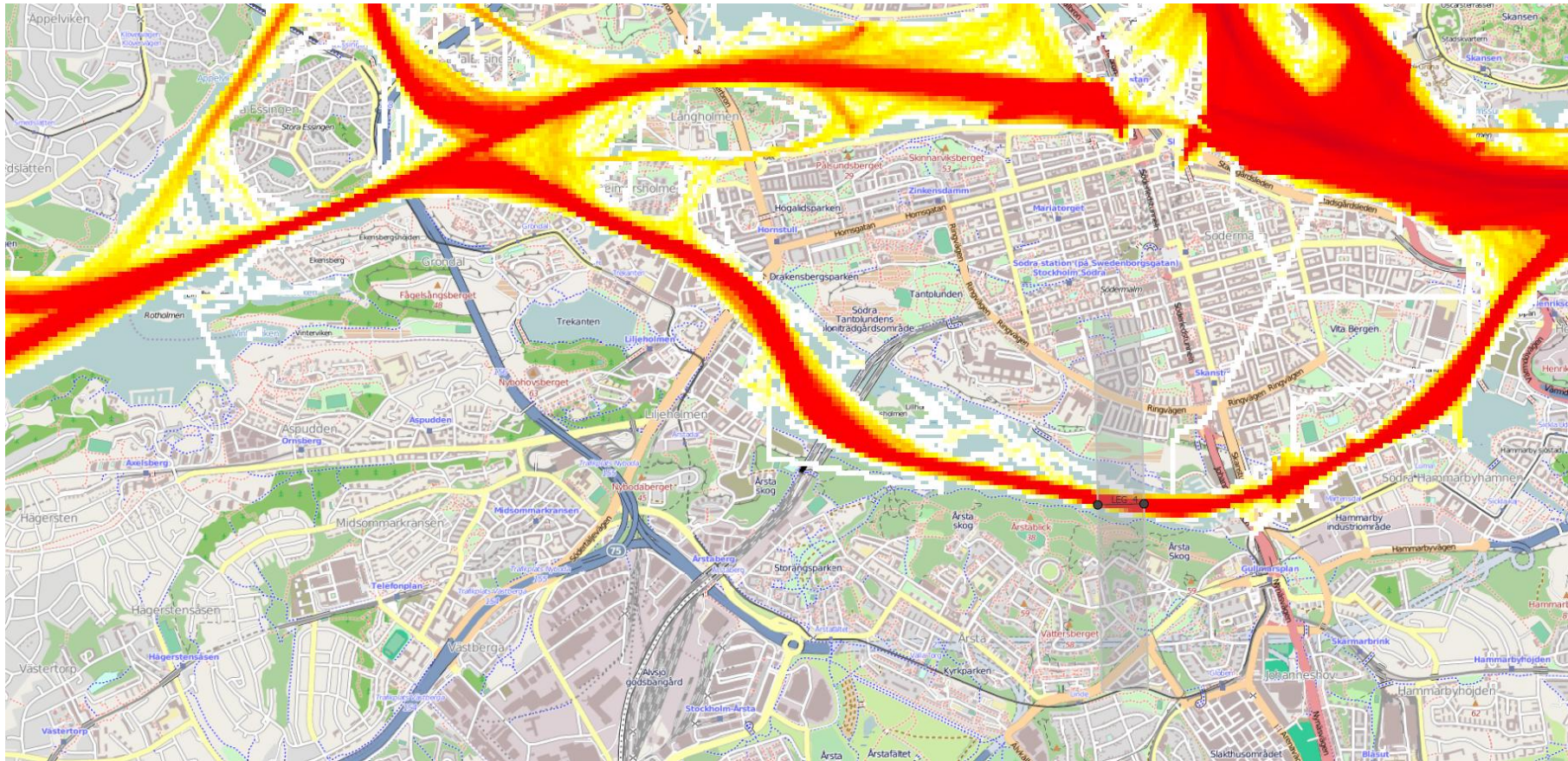
Fartygstyper	Antal fartygspassager/år
Tankfartyg	109
Lastfartyg	381
Passagerarfartyg	0
Supportfartyg	0
Fritidsbåtar	3
Övriga fartyg	16
Totalt	509



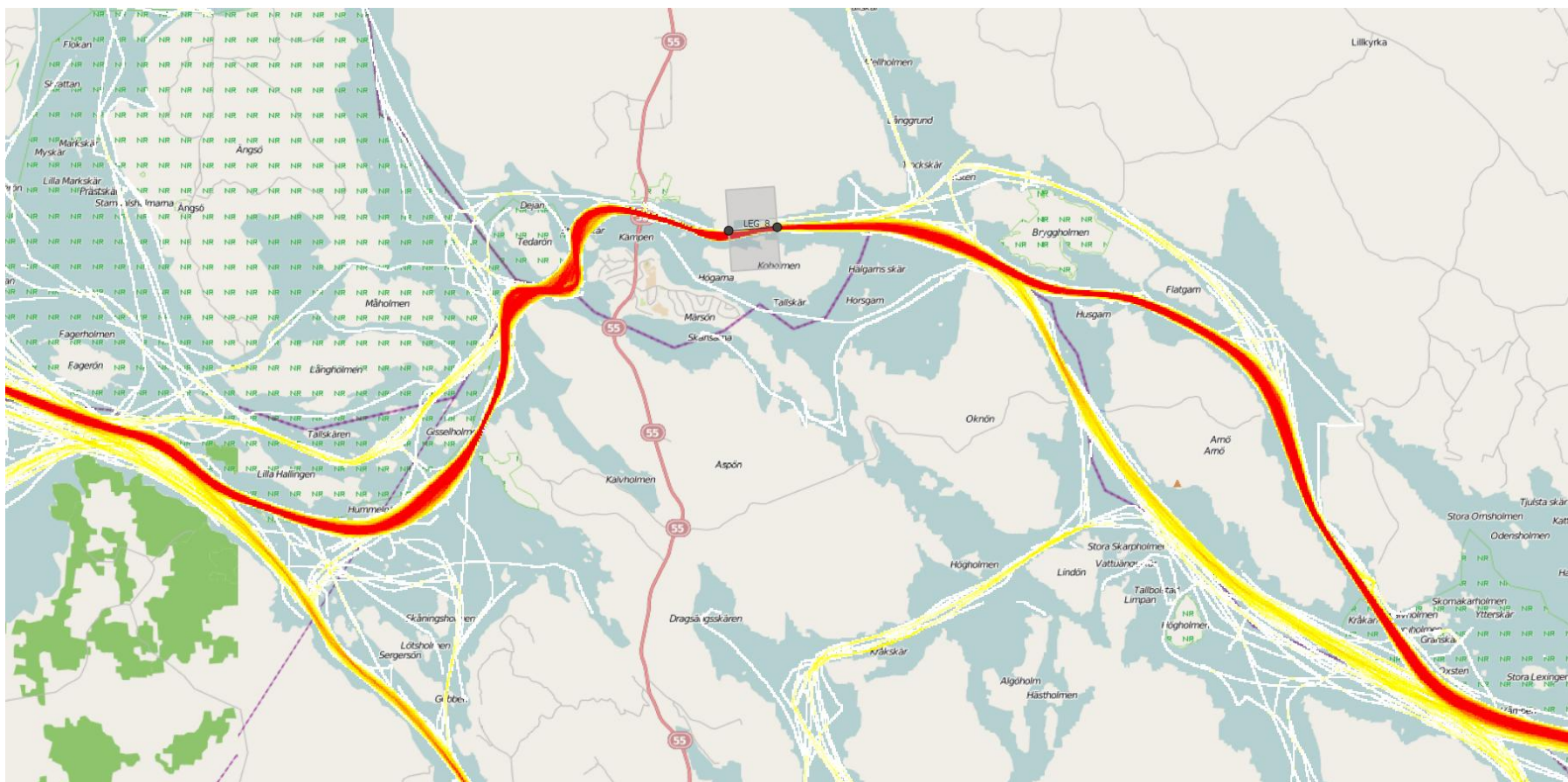
Figur 1.1. Densitetsplott över Mälaren baserad på Sjöfartsverkets AIS-data för tidsperioden 2010-08-01—2011-07-31. Utförd av SSPA med IWRAP.



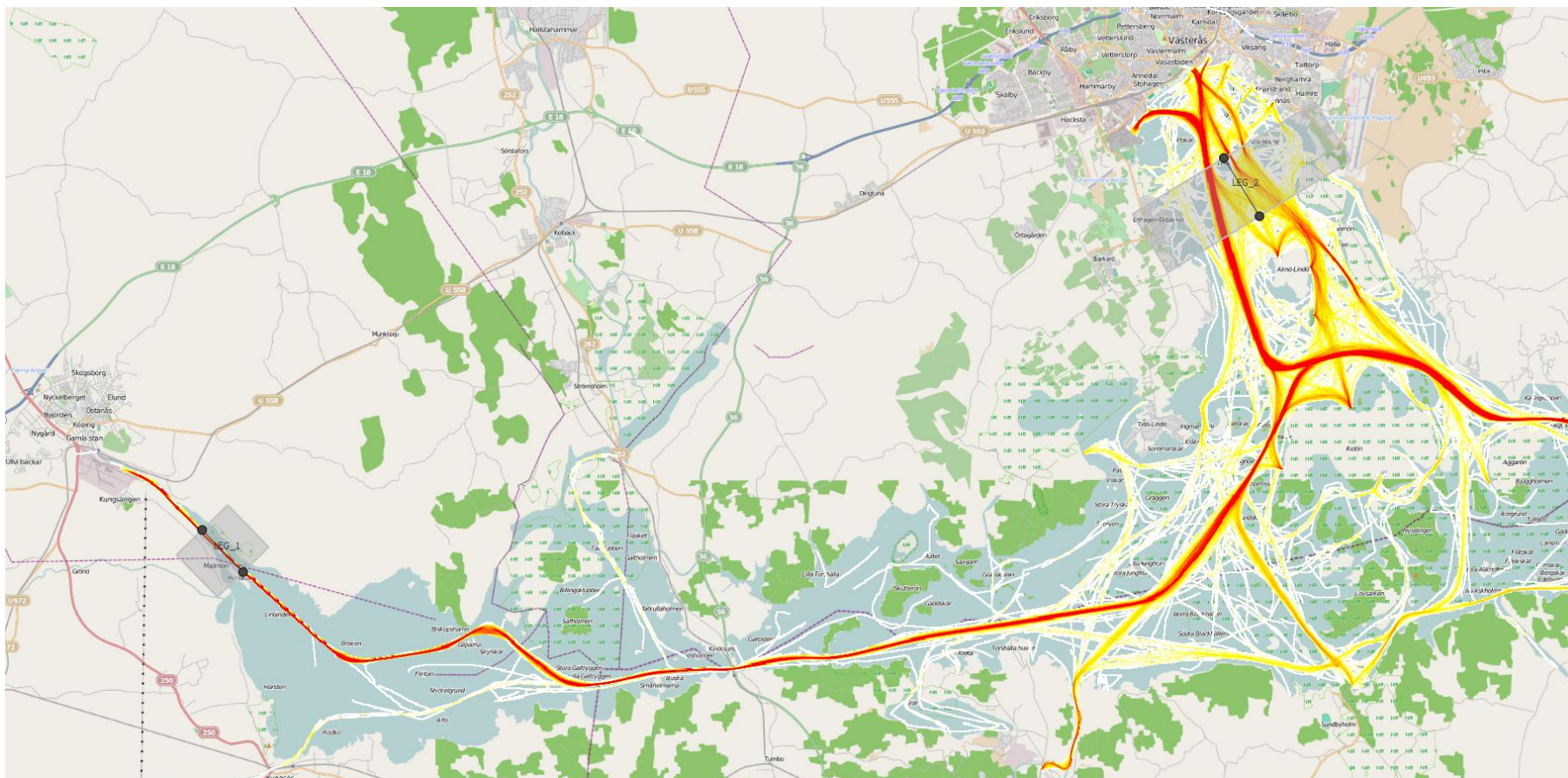
Figur 1.2. Ben med vald benbredd. LEG7 vid Strängnäs, LEG3 vid Södertäljeslussen, LEG6 norrut från Södertälje och LEG5 österut.



Figur 1.3. Ben med vald benbredd. LEG4 vid Hammarbyslussen.



Figur 1.4. Ben med vald benbredd. LEG8 vid Hjulstabron.



Figur 1.5. Ben med vald benbredd. LEG1 vid Köping och LEG2 vid Västerås.

1.2 Hamnstatistik

Enligt Sveriges Hamnar (2012) hade Mälarhamnar 827 anlop av handelsfartyg under år 2010 och 819 anlop av handelsfartyg under år 2011. Detta motsvarar totalt 1654 fartygspassager/år under 2010 respektive 1638 fartygspassager/år under 2011.

Ovanstående siffror kan jämföras med det sammanlagda årliga antalet fartygspassager på ben 1 (Köping) och ben 2 (Västerås) i figuren ovan som totalt uppgår till 2456 fartygspassager/år och 1927 fartygspassager/år om supportfartyg, fritidsbåtar och övriga fartyg exkluderas (majoriteten av dem ingår troligtvis inte i statistiken ovan).

Överensstämmelsen mellan hamnstatistik och trafik enligt AIS-data kan således anses vara tillräcklig.

1.3 Slusstatistik

Enligt Stenhammar (2012) hade Södertälje kanal (sluss och broar) i genomsnitt 2500 fartygspassager/år (bägge riktningar lika) under åren 2007-2011. Fartygstyp: torrlast samt en mindre del tankfartyg. Storlek: 70-120 m.

Krafft (2012) har lämnat nedanstående uppgifter om fartyg som trafikerar Hammarbyslussen.

Fartyg (yrkestrafik) som passerat Hammarbyslussen

- under 2010: 4822
- under 2011: 5196

Majoriteten av trafiken har passerat under maj-september.

Ovanstående siffror kan jämföras med det årliga antalet fartygspassager på ben 3 (Södertäljeslussen) respektive ben 4 (Hammarbyslussen) i figurerna ovan. Södertäljeslussen har totalt 2162 fartygspassager/år. Om endast fartyg med längd 50-150 m inkluderas är motsvarande siffra 1879 fartygspassager/år. Hammarbyslussen har totalt 380 fartygspassager/år. Om endast fartyg med längd 50-125 m inkluderas är motsvarande siffra 237 fartygspassager/år. Överensstämmelsen mellan slusstatistik och trafik enligt AIS-data kan således anses vara tillräcklig för Södertäljeslussen men inte för Hammarbyslussen.

Sjöfartsverkets egen analys av AIS-data (Andreasson 2012) visar dock uppgifter av samma/liknande storleksordning som AIS-data i föreliggande studie, se nedan.

- Södertälje 2011, fartygslängd ≥ 50 m: 1909 fartygspassager/år varav 278 fartygspassager/år med tankers.
- Hammarbyslussen 2011, fartygslängd ≥ 50 m: 519 fartygspassager/år varav 0 fartygspassager/år med tankers.

Som ytterligare en jämförelse redovisas nedan uppgifter av Forsman och Danielsson (2010) för Södertälje sluss och Hammarbyslussen.

- Yrkessjöfarten innebär ca 3300 slussningar per år i Södertälje enligt Riksintressena Västerås och Köpings hamnar. Under 2009 registrerades 2387 passager i Södertälje kanal enligt AIS-statistik. Flertalet av dessa är handelsfartyg (ca 60 passager registrerade som nöjesbåtar). Av dessa 2387 passager utgjordes 1859 av passager med fartyg som har längd > 50 m. (Kategorin fartygslängd ≤ 30 m inkluderar 219 registreringar med längd = 0 m.)
- Av totalt 4228 registrerade passager med handelsfartyg i Hammarbyslussen under 2006 utgjordes de flesta av passager med mindre fartyg. Av dessa 4228 passager utgjordes 533 av passager med fartyg som har längd 50-90 m enligt Stockholms Hamnar.

Slutligen kan således konstateras att de olika källorna visar uppgifter av samma storleksordning för Södertäljeslussen. Vad gäller Hammarbyslussen är uppgifterna av liknande storleksordning om man studerar fartyg med längd från 50 m. Det stora antalet passager med mindre fartyg som Stockholms Hamnar redovisar verkar dock saknas i AIS-data.

I risksammanhang kan även uppgifter om fritidsbåtstrafik vara av värde, varför det presenteras nedan för Södertäljeslussen och Hammarbyslussen.

Enligt Stenhammar (2012) är antalet passager med fritidsbåtar i Södertälje kanal ca 8000 per år (bägge riktningar lika).

Krafft (2012) har lämnat nedanstående uppgifter om antalet fritidsbåtar som passerat Hammarbyslussen

- under 2010: 27037
- under 2011: 27085

Majoriteten av trafiken har passerat under maj-september.

2 Olycksstatistik

2.1 Sjöolyckssystemet

I detta avsnitt redovisas olyckor som har skett i Mälaren mellan 1985-01-01 och 2012-10-10. Statistiken kommer från Sjöolyckssystemet som tillhandahålls av Transportstyrelsen (2012). Statistiken över tillbud har inte inkluderats i föreliggande studie utan bara olyckorna.

Enligt Persson (2012) följer graderingen av händelsernas karaktär i stort sett IMO:s kod för utredning av olyckor och tillbud och Transportstyrelsen formulerar dessa enligt nedan:

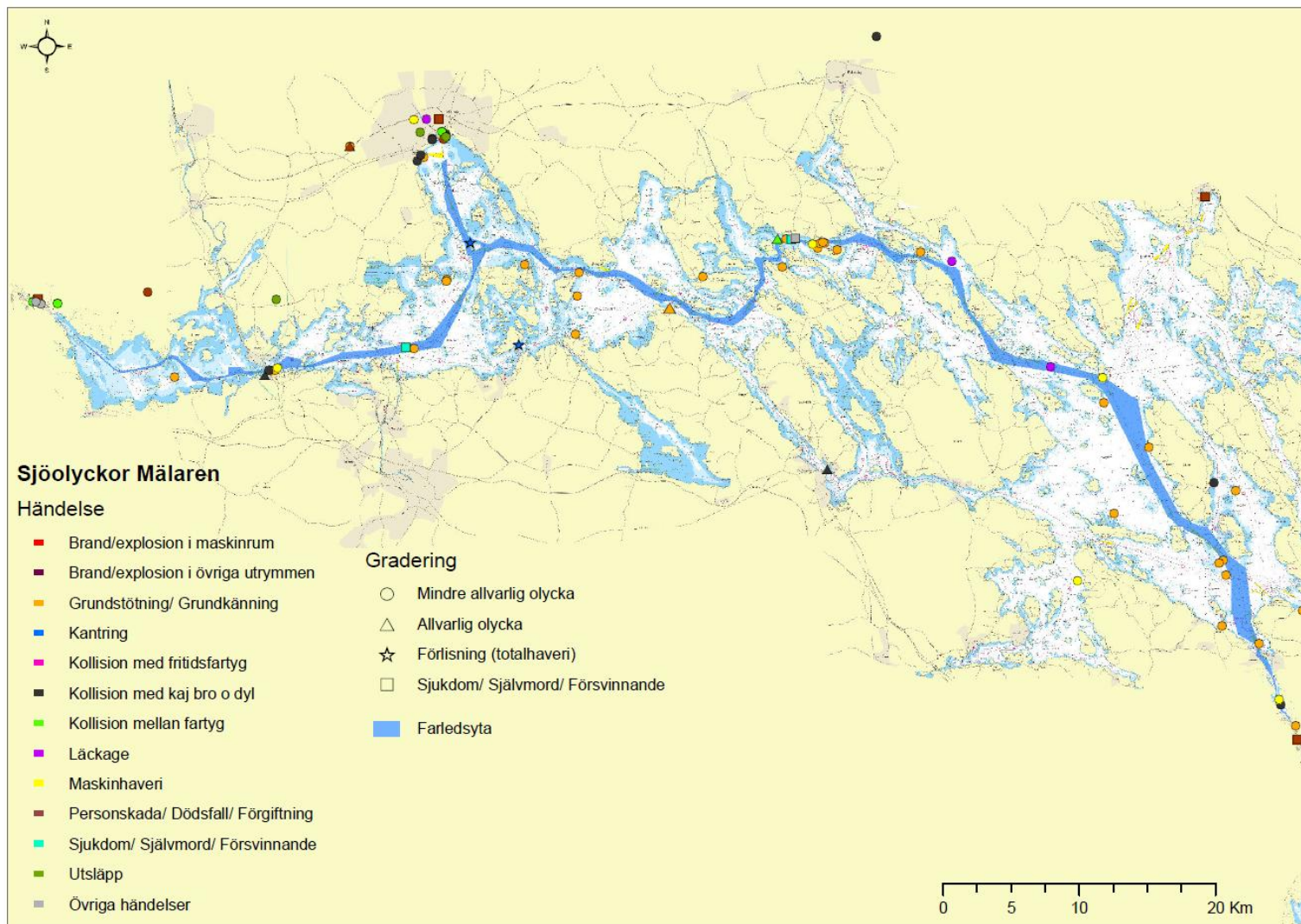
- *Förlisning* - totalförlust eller att fartyget avskrivits som totalförlust (kondemnering) inklusive eventuella personolyckor.
- *Allvarlig olycka* - huvudregeln är att fartyget bedömts som ej sjövärdigt och/eller att person omkommit eller erhållit svår kroppsskada som en följd av sjöolyckan.
- *Mindre allvarlig olycka* - övriga olyckor.
- *Tillbud* - en "nästan-olycka" som avvärjts med en extraordinär åtgärd.

Det förekommer ibland felaktiga/bristfälliga positionsangivelser i statistiken, vilket inte har korrigerats i föreliggande studie.

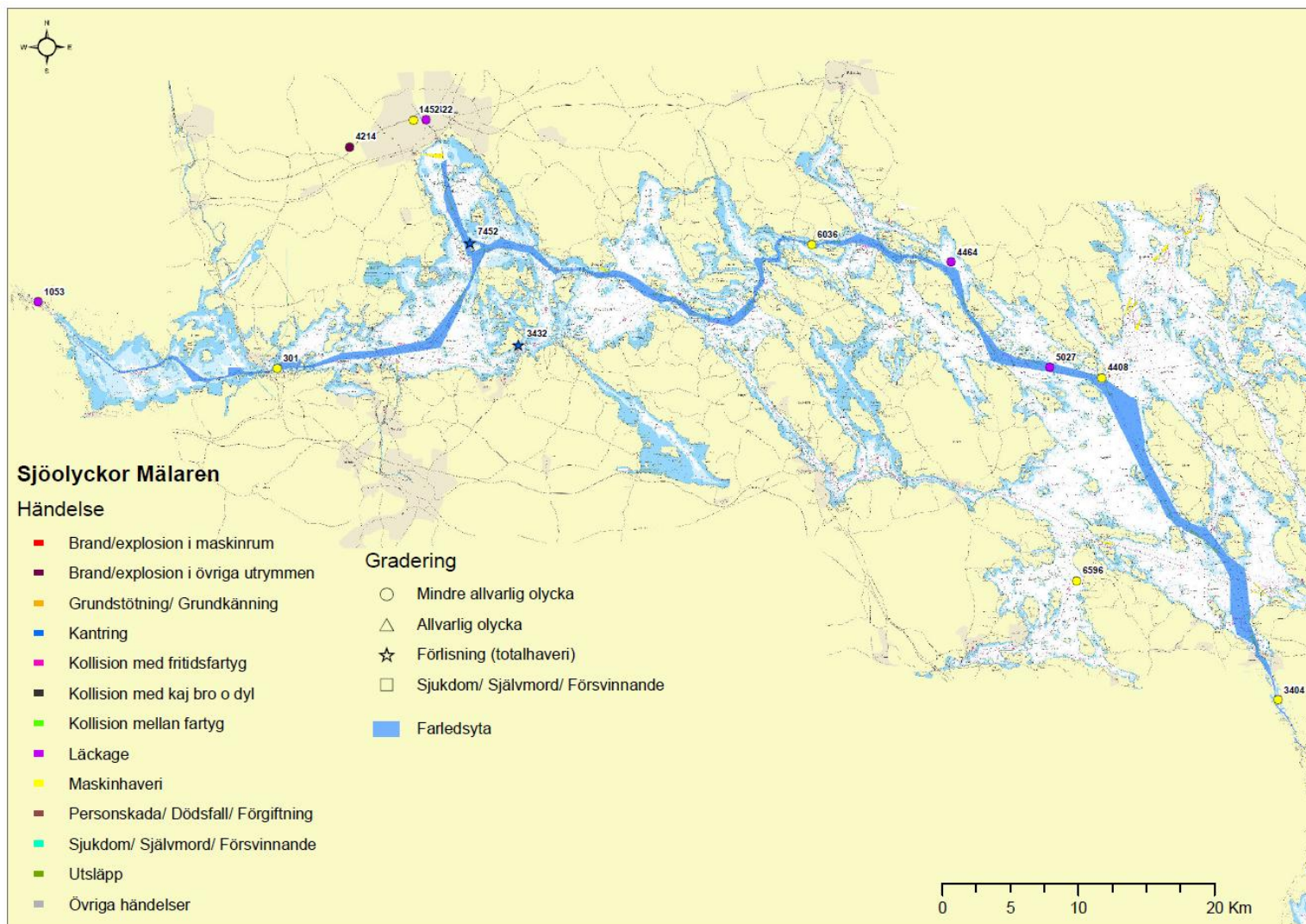
Tabellen nedan redovisar antalet olyckor i samtliga kategorier som inkluderats i studien. Kollisioner mellan fartyg dubbelrapporteras ofta (en rapport per fartyg), vilket har justerats i nedanstående tabell.

Tabell 1.9. Olyckor i Mälaren mellan 1985-01-01 och 2012-10-10. Bearbetad information utifrån Sjöolyckssystemet tillhandahållet av Transportstyrelsen (2012).

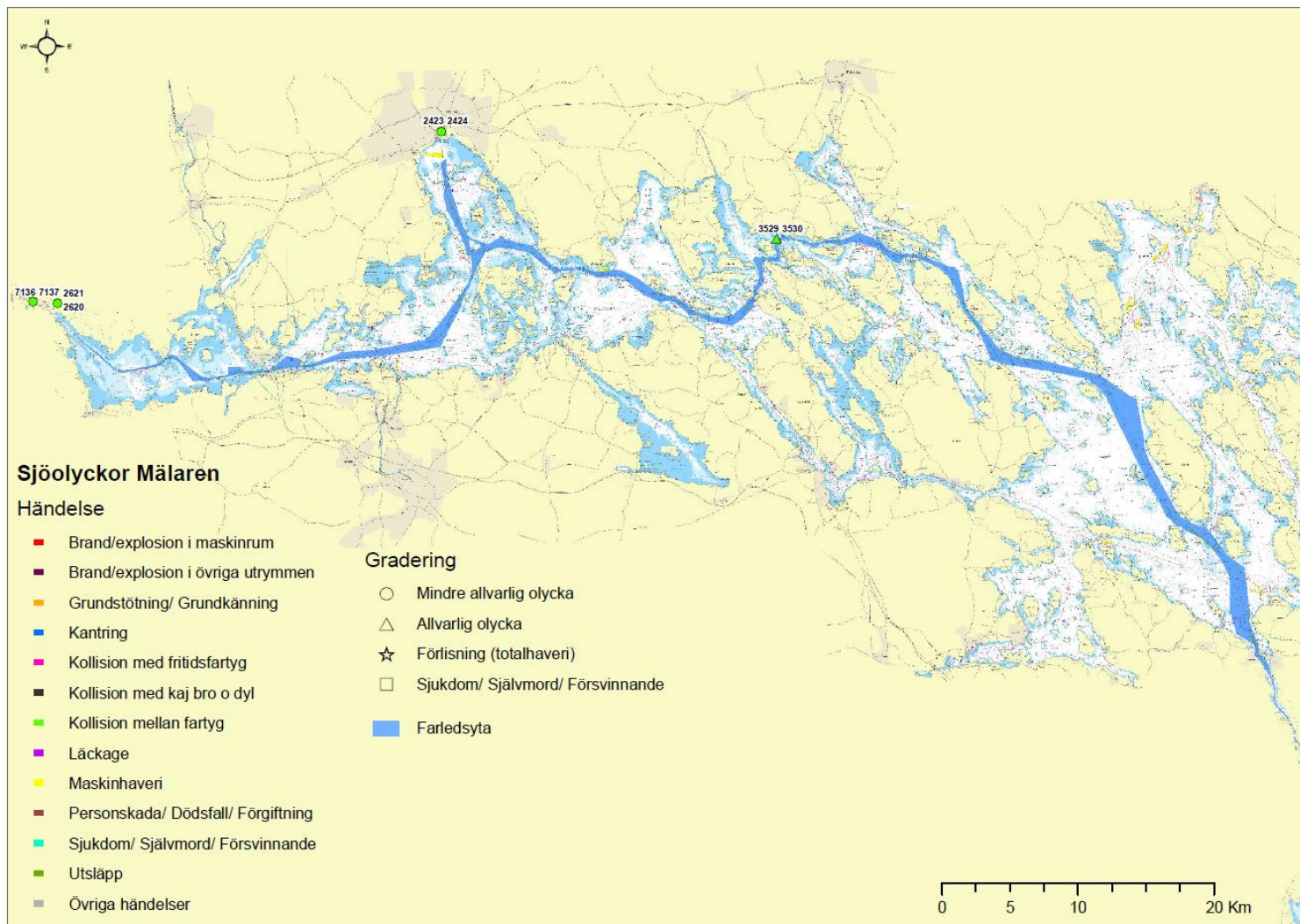
Olyckstyp	Antal exkl dubletter				
	Totalt	Förlisningar (total- haverier)	Allvarliga	Mindre allvarliga	Sjukdom/ Självmod/ Försvinnande
Brand/explosion i maskinrum	3		1	2	
Brand/explosion i övriga utrymmen	1			1	
Grundstötning/ grundkänning	42		1	41	
Kantring	2	2			
Kollision med fritidsfartyg	5			5	
Kollision med kaj bro o dyl	16		3	13	
Kollision mellan fartyg	4		1	3	
Läckage	5	1		4	
Maskinhaveri	14		1	13	
Personskada/ Dödsfall/ Förgiftning	10		1	4	5
Sjukdom/ Självmod/ Försvinnande	2				2
Utsläpp	4			4	
Övriga händelser	4			3	1
Totalt	112	3	8	93	8



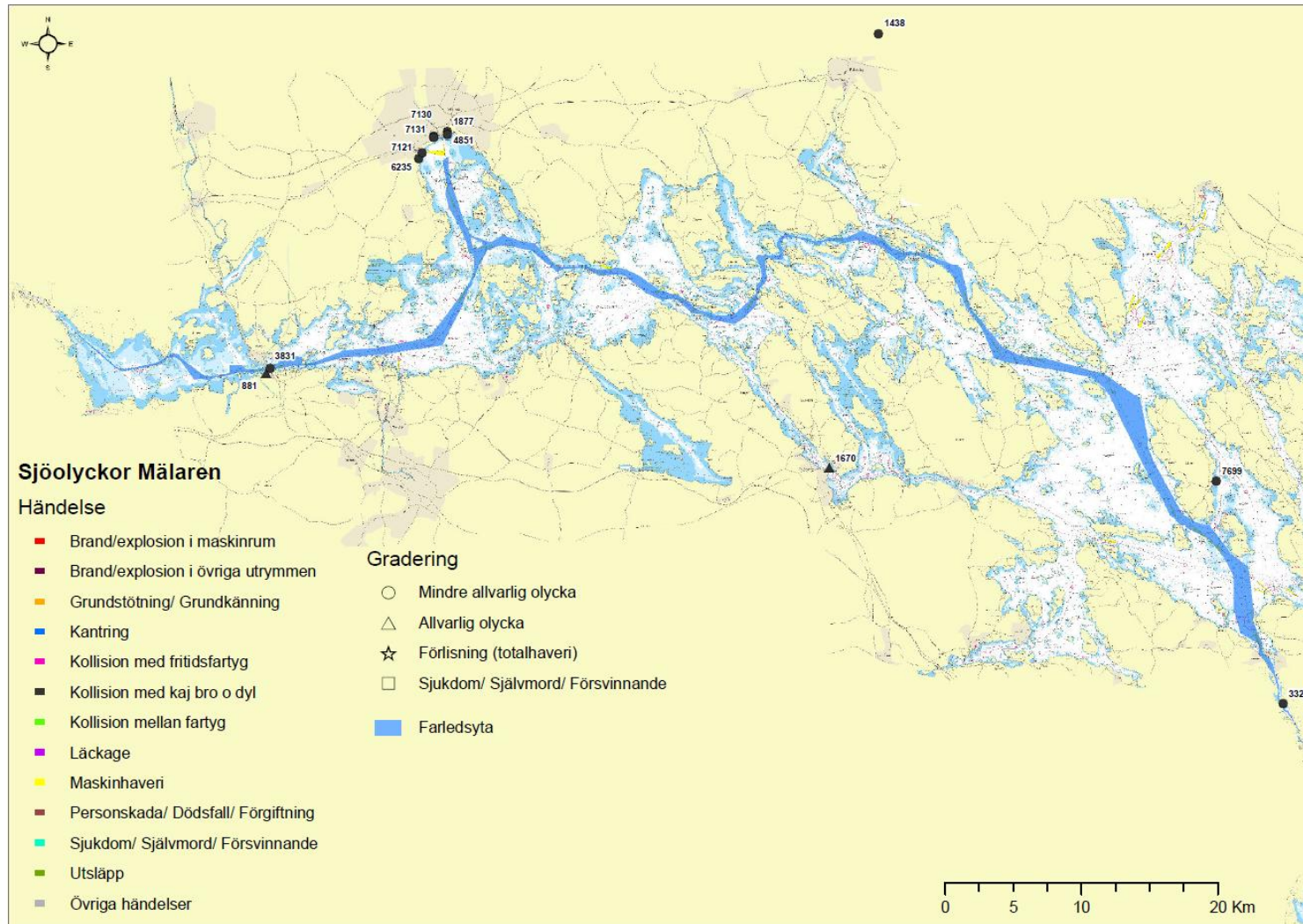
Figur 1.6. Olyckor i valda delar av Mälaren mellan 1985-01-01 och 2012-10-10. Bearbetad information utifrån Sjöolyckssystemet tillhandahållet av Transportstyrelsen (2012).



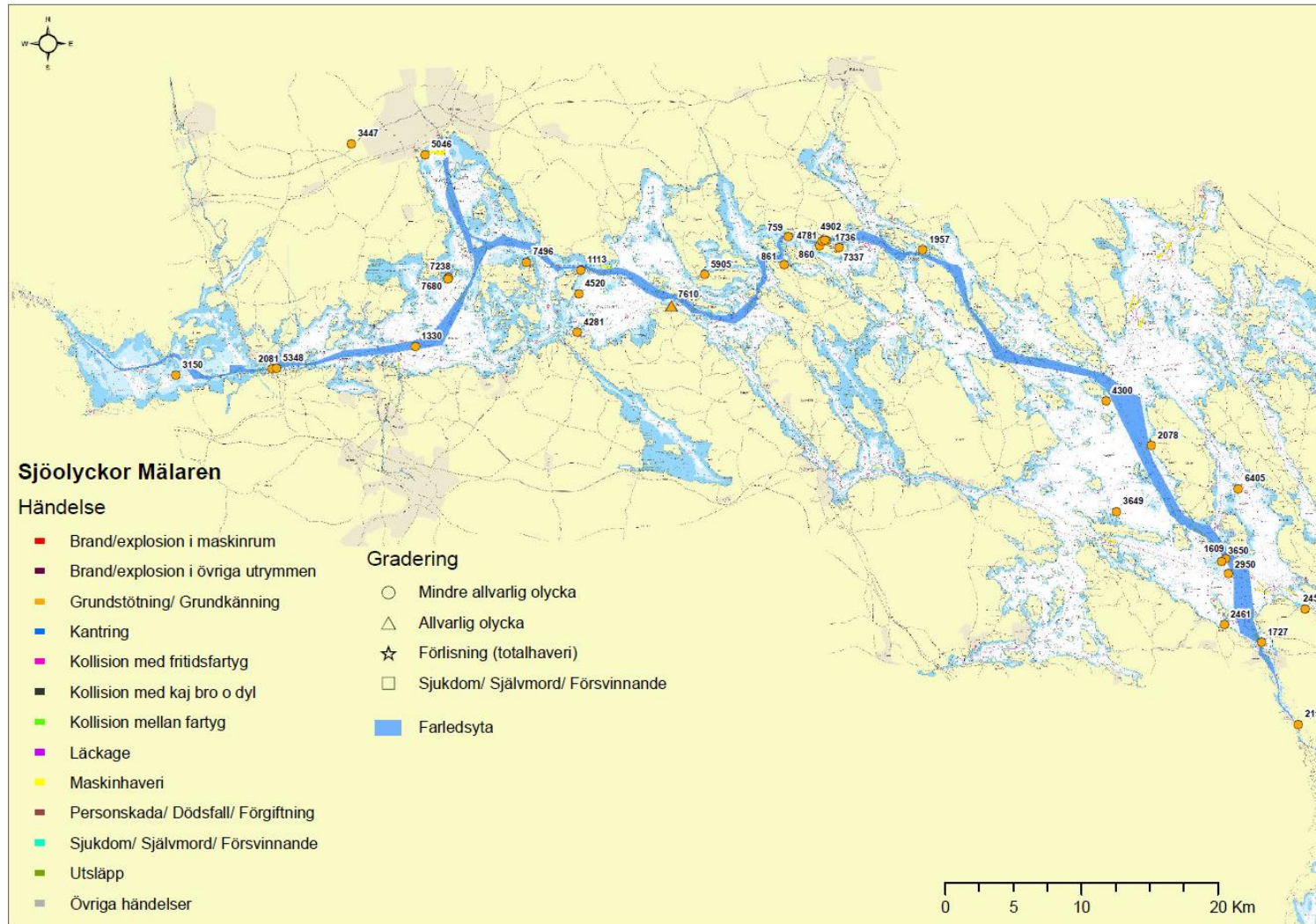
Figur 1.7. Olyckor (Brand/explosion i övriga utrymmen, Kantring, Läckage, Maskinhaveri) i valda delar av Mälaren mellan 1985-01-01 och 2012-10-10. Bearbetad information utifrån Sjöolyckssystemet tillhandahållet av Transportstyrelsen (2012).



Figur 1.8. Olyckor (Kollision mellan fartyg) i valda delar av Mälaren mellan 1985-01-01 och 2012-10-10. Bearbetad information utifrån Sjöolyckssystemet tillhandahållet av Transportstyrelsen (2012).



Figur 1.9 Olyckor (Kollision med kaj bro o dyl) i valda delar av Mälaren mellan 1985-01-01 och 2012-10-10. Bearbetad information utifrån Sjöolyckssystemet tillhandahålllet av Transportstyrelsen (2012).



Figur 1.10. Olyckor (Grundstötning/Grundkänning) i valda delar av Mälaren mellan 1985-01-01 och 2012-10-10. Bearbetad information utifrån Sjöolyckssystemet tillhandahålllet av Transportstyrelsen (2012).

3 Referenser

Andreasson, B. (2012). Personlig kommunikation. Nautisk handläggare, Infrastrukturenheten, Sjöfartsverket.

Forsman, B. och Danielsson, P. (2010). *Mälarens reglering FAS 3b – Påverkan på sjöfarten*. SSPA Rapport Nr 2009 5258-02, daterad 2010-12-16. SSPA Sweden AB, Göteborg.

Krafft, A. (2012). Personlig kommunikation. Hamnstyrman, Stockholms Hamnar.

Persson, G. (2012). Personlig kommunikation. Transportstyrelsen.

Stenhammar, P. (2012). Personlig kommunikation. Chef Lotsplanering NO, Sjöfartsverket.

Sveriges Hamnar. (2012). Hamnstatistik.

<http://www.transportgruppen.se/ForbundContainer/Svenska-hamnar/Branschfragor/Hamnstatistik/Trafik/>

Transportstyrelsen. (2012). *Rapporter från SjöOlycksSystemet*.

APPENDIX 2

SSPA Rapport Nr: RE20116032-01-00-A Riskanalys MKB Mälaren

HAZID – RESULTAT SAMMANSTÄLLDA FRÅN WORKSHOP

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1=liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskförh. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämr 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svar, viktat som två svar)
Södertälje insegling/ kanal										
1,1		Mänskliga fel		1,9	1,1	3,0	Utrustningskrav: Sjökort, AIS, ECDIS Nordstabiliserat gyro.	Utrustningskrav. Kommunikationsstandards. Dubbelskrov. Spontade sidor	2,0	Kanalbreddningen innebär att lutande kanalbankar ersätts med vertikala spontade kanalsidor dvs fullt djup intill kanalsidan. Bankeffekter minskar.
1,2	Grundstötning kanalbank eller påsegling kanalväggar	Tekniska fel (såsom black out, roderfel), bankeffekter, Bredden på farleden	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,7	1,1	2,9	Inspektion. Egenskapskrav. Simuleringsutredning	Beredskap ombord, Spontade sidor	1,1	Idag olika typer av kanalsidor - i framtiden symmetriskt map typ av kanalväggar på resp sidor i kanal
1,3		Hårt väder/ Dålig sikt		1,1	1,0	2,1	Utrustningskrav: Sjökort, AIS, ECDIS Nordstabiliserat gyro.	Beredskap ombord, Spontade sidor	0,9	Is innebär inget problem i kanalen, Hård vind normalt inget problem i kanalen - gott lä.
1,4	Misslyckad gir innan broarna eller vid Slussen	Svårt gir, fel positionering, fel planering av gir, mänsklig fel, fel i kommunikation, väder, sikt	Påsegling småbåtshamnen eller grundstötning	1,0	2,0	3,0	Rätt fart, rätt planerat, Beredskap på fartyget, ankarspelet, många möjligheter att stoppa upp fartyget, sannolikheten att kunna påverka är god. Maskin och däck bemannade. Fler väntlägen	påseglingsskyddande grundbank av muddermaterial skulle ev kunna anläggas	0,1	Inget ledverk - skulle begränsa utrymme för marina men befintlig dykdalber kan förhindra påsegling av marinan men ger större skador på fartyget. Det har hänt - ny dykdal gav skador på fartyg som ledde till siktbegränsningar. Marinan relativt djup - ingen snabb grundstötning men fartygens fart relativt låg så att människor på bryggor hinner sätta sig i säkerhet
1,5	Påsegling av broar i Södertälje	Roderhaveri vid bropassagen, Black-out	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan. Skador på broarna, socio-ekonomiska	1,2	2,0	3,2	Minskad fart. Bredare passagespann under ga järnvägsbron. Förlängda ledverk Igelstatron.	Bättre påseglingsskydd. Förlängda ledverk Igelstatron.	0,6	Inga ledverk idag, man kan inte komma bakom ledverken i framtiden, naturlig minskad fart genom layouten. Inga branta påseglingssvinklar kan uppstå pga av lågt förhållande kanalbredd/fartyglängd
1,6	Påsegling av broar i Södertälje	Felaktig positionering i farleden/kanalen. Fel/missförstånd i höjdangivelse på broarna eller fartyg. Fel airdraft-information. Slussbron öppnas inte	Skador på broar och fartyg. Mekaniska skador, ytbehandlingen och rost, underhållet, etc. Teknisk fel broar.	1,5	2,3	3,8	Innrapportering av höjd vid lotsbeställning. Höjdmätning/vanings-system vid Igelstatron söderifrån och i Linanäs norrifrån övervägs för minskad risk och onödiga broöppningar. Teknik finns.	Brodesign, Skyddet av broarna	0,2	Antenner slår i ibland, även masttoppar har skadats utan skada på bro. Minskat antal öppningar i framtiden .
1,7	Kollision med fritidsbåt.	Oppmärksamhet från fritidsbåtar, skador/ brand på fritidsbåtar	Skador på fartyg. Skador på fritidsbåt. Personskador.	1,3	1,5	2,8	Information vid Slussen till allmänheten, signal från fartygen, Bättre informationstavlor	Sjöräddnings- och övr räddningstjänstinsatser nära tillgängliga.	0,2	Ingen plats för väjningsmanöver, erfarenhet från lots under HAZIDen: under nio år endast backat en gång för fritidsbåtar som kör in för tidigt vid rödsignal. Mötesförbud. Säsongsberoende, ofta vänder de när de ser vem de möter.
1,8	Brand på fartyg	Fartygets manöverförmåga oftast nedsatt vid brand, utsläppt olja börjar brinna. <i>Brandmyndighetens Kommentar: Eventuell farlig värmestrålning som påverkar människor och bebyggelse på land.</i>	Tekniskt/ mänskligt fel	1,2	1,8	3,0	Brandorgansiation ombord ta hand om det mesta.	Brandorgansiation ombord tar hand om det mesta. Fler väntlägen och spontade sidor ger fler "nödförtöjningsplatser"	0,3	Inga bogserbåtar i Södertälje. Kustbevakningen har båt för miljöskydd på plats inom 4 timmar. Stadsplanering/bostadsbebyggelse längs kanalen planeras mht till sjötrasporter av farligt gods - riskavstånd, utrymning mm.
1,9	Personer ramlar i vattnet längs spontade kanalsidor.	Byggnader nära farleden och slussen, promenadstråk, brantare kanter efter spontningen	Personskada	1,3	1,4	2,7	Räcken för att undvika personer ramlar in i vattnet.	Räddningsstegar på lämpliga platser.	0,8	0,5 utan räcke 1,0 med räcke

S

SSPA SWEDEN AB – YOUR MARITIME SOLUTION PARTNER

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1=liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskförh. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämre 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svarat, viktat som två svar)
Södertälje slussen										
2,1	Slussportpåsegling	Fartyget får inte stopp i tid pga tekniska eller operationella fel. Påseglingsolyckor har inträffat vid 5-6 tillfällen under en 30 års period främst pga tekniska fel. Inga skador på slussbron hittills men närmare slussporten för nya slussen. Sydgående fartyg i ballast mer benägna att stoppa för sent. Stora fartyg behöver halv fart fram för att trycka sig in i slussen.	skador på fartyget och slussen, kanalen kan bli stängt.	1,8	2,2	4,0	Större sluss mer plats (30m längre än maxfartyget). Nödstopp i form av vajerbommar som kan falla över slussen och som fånga upp fartyg av måttlig storlek övervägs.	Om en slussport skadas så fungerar den andra som stopp för okotrollerat utflöde.	1,1	Om vajerbommar eller andra liknande åtgärder vidtas minskar risken jämfört med dagens situation. 1.0 utan påseglingsskydd 1.25 med påseglingsskydd
2,2	Grundstötning i kröken mellan Mälärbron och Slussen.	Teknisk fel eller mänskligt fel	Skador på fartyget eller slussen, kanalen kan temporärt behöva stängas.	1,0	1,0	2,0	Nya väntelägen både söder och norr om sluss. Inga möten vid väntelägen med stora fartyg. Trafikledningens kanaloperatör styr trafiken.		1,2	Större bredd vid passage under Mälärbron än tidigare. <i>Lotsarnas notering: OBS! FARLEDEN BREDDAS INTE UNDER MÄLARBRON!</i>
2,3	Tillbud med grundstötning på slänten/kanalbanken vid sjukhuset	Teknisk fel eller mänskligt fel	skador på fartyget och slussen, kanalen kan temporärt stängas.	1,0	1,0	2,0	Låg fart	Låg fart reducerar risker för utsläpp och större skada	1,2	Närheten till sjukhuset kan påkalla särskild uppmärksamhet vad avser konsekvenser av ev utsläpp eller brand
2,4	Grundstötning/påsegling vid Astra Zeneca	Teknisk fel eller mänskligt fel. Sydgående fartyg från Linanäs har temporärt "peka på"-kurs mot kajnära industianläggning. Möjligt framtida område för bostadsbebyggelse.		1,0	1,2	2,2	Lång stoppsträcka, naturliga påseglingsskydd genom Krutholmen och närliggande grund	Påseglingsskydd skulle i princip kunna anläggas.	0,0	Dagens byggnader förefaller ligga på betryggande avstånd från strandkanten vad avser påseglingsrisk.
2,5	Påsegling av fritidshamn	Teknisk fel eller mänskligt fel. Fritidsbåthamn på "peka på"-kurs vid nordlig kurs från Mälärbron.	Personskador, skador på fartyg och marinan	1,0	1,6	2,6	Relativt lång tillgänglig stoppsträcka.		0,5	Vid måttlig fart har personer i båtar och bryggor möjlighet att sätta sig i säkerhet då påseglingsrisk observeras
Farleden mellan Linanäs och Hjulstabron										
2,6	Kollisioner mellan fartyg från olika farleder. Exempelvis korsar flera farleder varandra på Södra Björkfjärden norr om Södertäljeviken.	Tekniska eller operationella fel	Fartygsskador med utsläpp från lastläda.	1,0	2,2	3,2	Lots ombord och god personell och teknisk säkerhetsstandard.	Tankfartyg har dubbelskrov och vanligen är lasten fördelad i 10-12 separerade tankar.	0,6	Utsläpp av dieselolja är särskilt allvarligt med hänsyn till att Mälarens betydelse som vattentäkt. Scenarior med dieselutsläpp och föroreningsutbredning är föremål för särskild delutredning. Inverkan av is på oljans spridning och avdunstning av intresse. Beredskap, KTH/Norrvatten har idéer om om djupa länsor/gardiner för strömvänkning/spridning begränsning.

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1=liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskförh. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämre 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svarat, viktat som två svar)
Södertälje slussen										
2,1	Slussportpåsegling	Fartyget får inte stopp i tid pga tekniska eller operationella fel. Påseglingsolyckor har inträffat vid 5-6 tillfällen under en 30 års period främst pga tekniska fel. Inga skador på slussbron hittills men närmare slussporten för nya slussen. Sydgående fartyg i ballast mer benägna att stoppa för sent. Stora fartyg behöver halv fart fram för att trycka sig in i slussen.	skador på fartyget och slussen, kanalen kan bli stängt.	1,8	2,2	4,0	Större sluss mer plats (30m längre än maxfartyget). Nödstopp i form av vajerbommar som kan fällas över slussen och som kan fånga upp fartyg av måttlig storlek övervägs.	Om en slussport skadas så fungerar den andra som stopp för okotrollerat utflöde.	1,1	Om vajerbommar eller andra liknande åtgärder vidtas minskar risker jämfört med dagens situation. 1.0 utan påseglingsskydd 1.25 med påseglingsskydd
2,2	Grundstötning i kröken mellan Mälärbron och Slussen.	Teknisk fel eller mänskligt fel	Skador på fartyget eller slussen, kanalen kan temporärt behöva stängas.	1,0	1,0	2,0	Nya väntelägen både söder och norr om sluss. Inga möten vid väntelägen med stora fartyg. Trafikledningens kanaloperatör styr trafiken.		1,2	Större bredd vid passage under Mälärbron än tidigare. <i>Lotsarnas notering: OBS! FARLEDEN BREDDAS INTE UNDER MÄLARBRON!</i>
2,3	Tillbud med grundstötning på slänten/kanalbanken vid sjukhuset	Teknisk fel eller mänskligt fel	skador på fartyget och slussen, kanalen kan temporärt stängas.	1,0	1,0	2,0	Låg fart	Låg fart reducerar risker för utsläpp och större skada	1,2	Närheten till sjukhuset kan påkalla särskild uppmärksamhet vad avser konsekvenser av ev utsläpp eller brand
2,4	Grundstötning/påsegling vid Astra Zeneca	Teknisk fel eller mänskligt fel. Sydgående fartyg från Linanäs har temporärt "peka på"-kurs mot kajnära industianläggning. Möjligt framtida område för bostadsbebyggelse.		1,0	1,2	2,2	Lång stoppsträcka, naturliga påseglingsskydd genom Krutholmen och närliggande grund	Påseglingsskydd skulle i princip kunna anläggas.	0,0	Dagens byggnader förefaller ligga på betryggande avstånd från strandkanten vad avser påseglingsrisk.
2,5	Påsegling av fritidshamn	Teknisk fel eller mänskligt fel. Fritidsbåthamn på "peka på"-kurs vid nordlig kurs från Mälärbron.	Personskador, skador på fartyg och marinan	1,0	1,6	2,6	Relativt lång tillgänglig stoppsträcka.		0,5	Vid måttlig fart har personer i båtar och bryggor möjlighet att sätta sig i säkerhet då påseglingsrisk observeras
Farleden mellan Linanäs och Hjulstabron										
2,6	Kollisioner mellan fartyg från olika farleder. Exempelvis korsar flera farleder varandra på Södra Björkfjärden norr om Södertäljeviken.	Tekniska eller operationella fel	Fartygsskador med utsläpp från lastläda.	1,0	2,2	3,2	Lots ombord och god personell och teknisk säkerhetsstandard.	Tankfartyg har dubbelskrov och vanligen är lasten fördelad i 10-12 separerade tankar.	0,6	Utsläpp av dieseloilja är särskilt allvarligt med hänsyn till att Mälarens betydelse som vattentäkt. Scenarior med dieselsläpp och föroreningsutbredning är föremål för särskild delutredning. Inverkan av is på oljans spridning och avdunstning av intresse. Beredskap, KTH/Norrvatten har idéer om om djupa länsor/gardiner för strömvänkning/spridning begränsning.

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1=liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskföhr. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämre 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svar, viktat som två svar)
Hjulstabron och Tedarökrökarna										
3,1	Kontakt vid bropassagen.	Hård SW vind ger stor avdriftsvinkel och ökar fartygets svepbredd.	Fartyget släpar låringen mot ledverket. Ledverk skadas. Fartyg skadas men inte allvarligt. Inga utsläpp.	1,8	1,4	3,2	Restriktioner för passage i dålig sikt. Vindrestriktioner. Etablering av Point of no return och procedurer för kommunikation med brovakt. Ombyggnad av öppningsbara brodelen och breddning av passagespann.	Fartbegränsning 7 knop. Förstärkta ledverk.	0,6	Passagen identifierad genom omfattande simuleringsstudier som flaskhals vad avser passagebredd under inverkan av avdrift pga vind.
3,2	Påsegling av bron.	Tekniskt eller operationellt fel leder till felaktig anlöpskurs mot brospannet. Fartyg på fel sida av ledverk. Missförstånd/Mänskligt fel leder till att stängd/ej helt öppen bro påseglas.	Bro och fartyg skadas allvarligt. Personskador. Trafikstörningar pga långvariga reparationsarbeten. Fartygsskador kan leda till utsläpp från lastlåda. Däcksutrustning och överbyggnad kan skadas av brobanan.	1,4	2,8	4,2	Restriktioner för passage i dålig sikt. Vindrestriktioner. Etablering av Point of no return och procedurer för kommunikation med brovakt. Ombyggnad av öppningsbara brodelen och breddning av passagespann.	Nya ledverk. Vägbonnar för biltrafik flyttas tillbaka bort från öppningsbar brodel. Anläggande av påseglingsskyddande grundbankar planeras.	1,2	Lotsarnas kommentar: 2 olika alternativ: 1. påseglingsgrund med befintliga ledverk skyddar bron bättre för påsegling utanför ledverken. 2. Nya ledverk utan påseglingsgrund skyddar bron mot farleden bättre men i övrigt är bron lika exponerad som tidigare.
3,3	Kollision	Mänskliga eller tekniska fel. Idag används de båda, lika breda, passagespannen för kontrollerade möten. Vid en broombyggnad kan spannen få olika bredd och det bredaste blir det primära passagespannet för båda riktningar och mötes procedurer kommer att behöva förändras.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan pga utsläpp kan uppstå.	1,4	2,6	4,0	Nya procedurer etableras och information kommuniceras med brovakt. Lämpliga alternativa mötesplatser finns. Vindrestriktioner för bropassage.		0,2	Antalet möten med stora fartyg relativt få. 0,2 med nya ledverk som inkräktar på passagebredden 0,4 med befintliga ledver plus påseglingsskydd/bankar
3,4	Grundstötning	Mänskliga felbedömningar/misstag. S-formade girar svårare att förutse slutlig kurs ut ur krökarna. Aktern kan "sladda ut" och få bottenkänning i ytterkurvan men grundstötning i innerkrök längs fartygets sida eller i förskeppet kan också ske.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan genom utsläpp från eventuella botten tankar med bunkerolja/bränsle/smörj a.	1,0	2,3	3,3	Förbättrad farled genom breddning och muddring av identifierade kritiska platser. Generellt större bottenklarning och säkrare mariginaler. Den nya	Minimera konsekvenser av eventuella utsläpp genom adekvat beredskapsplanering. Alla tankfartyg som trafikerar Mälaren har dubbelskrov	1,0	Hårda botten med vassa toppar kan ge större och penetrerande skador vid grundstötning än mjuka och flacka botten. I allmänhet karaktäriseras farleden genom Mälaren av mjuka och flacka bottenar vid sidan om farledsytan. Oljans/kemikaliers densitet och viskositet är avgörande för förlopp vid ett ev läckage. Vid håll i botten begränsas oljeutflödet av hydrostatisk balans. Lättare MGO/dieselolja kommer att ersätta tjockolja som bunker. Typiska lasttankar för större Mälartonnage kan rymma omkring 1000m ³ per tank medan bunkertankar kan ligga kring 100m ³ per tank.
3,5		Tekniska fel, såsom black out eller roderfel. Även om roderkontroll kvarstår ger förlust av propellerkraft nedsatt styrförmåga.		1,0	2,3	3,3			0,3	
3,6		Hårt väder, dålig sikt, svåra isförhållanden. Vid passage genom en bruten räna kan girardierna begränsas för långa fartyg om akterskeppet släpar mot isränans ytterkant utan att bryta isen.		1,5	1,5	3,0	Breddad farledsyta. Israpportering. Isläge kommuniceras mellan lotsar. Förstärkt isbrytningsförmåga genom framtida kraftigare bogserbåtar.		-0,8	

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1=liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskförh. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämre 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svarat, viktat som två svar)
Aggarösundet (muddring till 8,7m över hela farledsytan)										
4,1	Kollision	Mänskliga eller tekniska fel.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,3	2,3	3,5	Man undvikar möten mellan stora fartyg. Nogranna procedurer och rutiner för kommunikation för ev möten.		0,8	Säkra möten kan undantagsvis ske på raksträcken efter genomförd uppgradering.
4,2	Grundstötning	Mänskliga misstag/felbedömningar. Platsen identifierad som en kritisk passage sedan länge - trång passage lite manöverutrymme. Begränsat djup i farleden och utskjutande grundklackar nära farledsytns ytterkant. Bankeffekter uppstår.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,3	2,3	3,5	Farleden förbättras genom breddning och muddring. Procedurer och kommunikation för ruttplanering och möten. Regelbunden kontrollmätning av djup.		0,8	Delvis hårda bottenar vid sidan av farledsytan. Långgrunda stränder och naturskyddsområden belägna relativt nära farleden.
4,3		Tekniska fel (såsom black out, roderfel)		1,0	2,3	3,3	Krav på fartyg, kontroll av utrustningen		0,3	
4,4		Hårt väder, dålig sikt, svåra isförhållanden. Vid passage genom en bruten isränna kan girradierna begränsas för långa fartyg om akterskeppet släpar mot isrännans ytterkant utan att bryta isen.		1,8	1,5	3,3	Bredare farledsyta, större girradie. Utrustningskrav: Sjökort, AIS, ECDIS Nordstabiliserat gyro.		-0,8	
Västerås Sandskär, norra alternativet är huvudalternativet, mer muddermassa men bättre manöver										
5,1	Kollision	Mänskliga eller tekniska fel	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,3	2,3	3,5	Man undvikar möten på kritiska platser. Ny farledsdragnig ger alternativa mötesplatser.		1,3	
5,2	Grundstötning	Mänskliga felbedömningar/misstag.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,3	2,3	3,5	Förbättrad farled. Procedurer, ruttplanering		1,5	Giren runt St Sandskär är idag mycket snäv. Ny farledsdragnig ger avsevärt större girradie.
5,3		Tekniska fel (såsom black out, roderfel)		1,3	2,3	3,5	Krav på fartyg, kontroll av utrustningen		1,0	
5,4		Hårt väder, dålig sikt, svåra isförhållanden. Vid passage genom en bruten isränna kan girradierna begränsas för långa fartyg om akterskeppet släpar mot isrännans ytterkant utan att bryta isen.		1,3	1,8	3,0	Utrustningskrav: Sjökort, AIS, ECDIS Nordstabiliserat gyro.		1,5	
Västerås djuphamn										
6,1	Grunstötningar, kontakt med kajer, vågbrytare	Hård vind. Hamnen är relativt utsatt för hårda vindar. Vändradien ökar vid högre vindhastigheter.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta begränsningar av hamnverksamheten. Miljöpåverkan	1,0	1,3	2,3	Bogserbåtsassistans. Vindrestriktioner för hantering av särskilt stora fartyg kan övervägas.	Kraftigare bogserbåtsresurser.	1,3	Föreslagen muddring ger större vändutrymme. Muddringen sförslMer utrymme för att vända fartyget, Brist på större bogserbåtar om det kommer större båtar. Ny Ankingsplats ger bättre plats för vändande fartyg.
6,2	Kollision bogserbåt - fartyg	Mänskliga, tekniska fel eller hård väder	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta begränsningar av hamnverksamheten. Miljöpåverkan	1,0	1,0	2,0	Procedurer, träning		0,3	

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1=liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskförh. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämre 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svar, viktat som två svar)
Västerås djuphamn										
6,1	Grundstötningar, kontakt med kajer, vågbrytare	Hård vind. Hamnen är relativt utsatt för hårda vindar. Vändradien ökar vid högre vindhastigheter.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta begränsningar av hamnverksamheten. Miljöpåverkan	1,0	1,3	3,3	Bogserbåtsassistans. Vindrestriktioner för hantering av särskilt stora fartyg kan övervägas.	Kraftigare bogserbåtsresurser.	1,3	Föreslagen muddring ger större vändutrymme. Muddringen sförlMer utrymme för att vända fartyget, Brist på större bogserbåtar om det kommer större båtar. Ny Ankringsplats ger bättre plats för vändande fartyg.
6,2	Kollision bogserbåt - fartyg	Mänskliga, tekniska fel eller hård väder	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta begränsningar av hamnverksamheten. Miljöpåverkan	1,0	1,0	2,0	Procedurer, träning		0,3	
Kvicksund (bredden efter ledverken 38m)										
7,1	Kontakt med bro/ledverk	Mänskligt fel. Farleden kröker något på ömse sidor av bron vilket försvårar upprätning till rätt passagekurs.	Skador på ledverk och fartyg. Mekaniska skador, ytbehandlingen och rost, underhållet, etc.	1,6	1,8	3,4	Muddring väst om bron ger rakare anlöp	Nytt kraftigare ledverk. Fartbegränsning 5 knop.	-0,5	Nya ledverket minskar passagebredden från 41 till 38 m. -1 Kontakt med ledverk -0,6 risk för skador
7,2	Påsegling av bron	Mänskliga fel. Fel positionering vid upprätningen innan bron. Fel information om airdraft/bröppning.	Skador på bor och fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,2	2,8	4,0	fartbegränsning och naturliga grundbankar begränsar påseglingsrisk. Alltid lotsplikt för gastanfartyg med exempelvis ammoniak.	Förstärkta ledverk.	0,2	Olycksfarenheter från 80-talet då ett ammoniakfartyg som inte fick stopp och mjuklandade på grundbank vid sidan av bron som inte gick upp aktualiserar risker med farligt gods-transporter. Ammoniak transporterats regelbundet med gastanfartyg (M/T BW Helen) till Köping och ett olycksscenario med ett stort ammoniakutsläpp nära tätbefolkade plats figurerar som "worst case" händelse. Läckage av last vid grundstötning eller påsegling bedöms mycket osannolik.
7,3	Påsegling av bron	Tekniska fel. Roderfel, black out. Tekniska fel på bron, utebliven bröppning.	Skador på på bro eller fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,0	2,8	3,8	fartbegränsning och naturliga grundbankar begränsar påseglingsrisk.	Förstärkta ledverk.	0,0	På södra sidan väster om bron kan ett fartyg tänkas komma in bakom ledverket och nå brfundament.
7,4	Grundstötning	Mänskligt fel. Alltför små marginaler för att få så rak anlöpskurs som möjligt.	Skador på fartyg.	1,0	2,4	3,4	Breddad farled, större marginaler vid anlöp. Procedurer, ruttplanering		-0,6	
7,5	Tekniska fel (såsom black out, roderfel)	1,0		2,0	3,0	Krav på fartyg, kontroll av utrustningen		0,0		
7,6	Hårt väder/ Dålig sikt, Ström. Relativt sett mer ström än andra platser i Mälaren.	1,2		2,0	3,2	Utrustningskrav: Sjökort, AIS, ECDIS Nordstabiliserat gyro. Information och rapportering om strömmen		-0,4	Omkring hälften av Mälarens totala vattenflöde passerar Kvicksund. Strömmen, vanligtvis ostgående, kan uppgå till ca 1 knop. Strömriktning vid bropassage är därmed antingen riktad mot eller med fartygets riktning och vållar därmed inte avdriftsvinklar.	

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1= liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskförh. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämre 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svar, viktat som två svar)
Sjöbodakröken (muddring längs hela, breddning av farleden)										
8,1	Kollision	Mänskliga eller tekniska fel	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,3	2,3	3,5	Man undvikar möten, Möten på raksträcken, procedurer för möten och kommunikation		0,3	Södra farleden inte tillräckligt djup för normalt handelstonnage.
8,2	Grundstötning pga av uppgrundningar/ fel vattendjup i farleden	Ras eller skred från muddrade farledsslänter kan minska djupet i farledsytan. Enstaka block kan flyttas till farledsytan av iss mm.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,5	1,5	3,0	Kontrollprogram för igenslänning och ras. Regelbundna kontrollmätningar av vattendjup över farledsytan och slänter.		0,3	Farledsytan i norra farleden muddras och breddas och får flackare slänter mot ej muddrade ytor.
8,3	Grundstötning	Mänskliga fel, Missa giren i skarpa kröken	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,3	2,8	4,0	Förbättrat farled, procedurer, ruttplanering		1,0	Generellt sett är detta en grund del av Mälaren med begränsat manöverutrymme vid sidan av farledsytan.
8,4		Tekniska fel (såsom black out, roderfel)		1,3	2,3	3,5	Krav på fartyg, kontroll av utrustningen		0,3	
8,5		Hårt väder, dålig sikt, svåra isförhållanden. Vid passage genom en bruten isränna kan girradierna begränsas för långa fartyg om akterskeppet släpar mot isrännans ytterkant utan att bryta isen.		1,5	1,8	3,3	Utrustningskrav: Sjökort, AIS, ECDIS Nordstabiliserat gyro.		-0,3	
Köping										
9,1	Grundstötningar, kontakt med kajer, vägbrytare	Inlopp, vändbassäng och hamn är relativt vindutsatta. Svårigheter att vända och backa upp till kaj vid hård vind kan leda till kontakt/grundstötning.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta begränsningar av hamnverksamheten. Miljöpåverkan	1,5	1,3	2,8	Bogserbåtssistans.		0,5	Om fartygen i framtiden blir avsevärt större behöver dagens bogserbåtkapacitet förstärkas.
9,2	Kollision bogserbåt - fartyg	Mänskliga, tekniska fel eller hård väder	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta begränsningar av hamnverksamheten. Miljöpåverkan	1,0	1,0	2,0	Procedurer, träning		0,3	
Allmänt - andra identifierade möjliga faror som inte dirket relateras till specifik plats i leden.										
10,1	Grundstötningar i girrar	Vid passage genom en bruten isränna kan girradierna bli stora för långa fartyg om akterskeppet släpar mot isrännans ytterkant utan att bryta isen.	Grundstötningar, kontakt med ledverk, broar, etc	1,5	2,3	3,8	Breddad isbrytning i snäva krökar.	Sänkt fart på vintern, för att minimera is-relaterade risker	-0,2	Friluftintresset skridskoåkare har intresse av begränsad isbrytning och måttlig svallbildning.
10,2	Ökade fartygsbreddar och djupgående ledar till större svall och avsnäckning som ger mer erosion.	Nya slussen medger 23 m istället för 18 m bredd.	Erosion. Besvärande skvalp i marinor och vid bryggor. Avsänkningseffekter i trånga passager. Socioekonomiska konsekvenser	1,2	1,2	2,3	Minskad fart, fartygsberoende fartrestriktioner för vissa båtar	Anläggande av erosionsskydd.	0,0	Två platser där erosionsskydd planeras är vid Flaten och Högholmen väster om Ridön samt vid det östra inloppet till Kviksund där klagomål noterats.
10,3	Grundstötningar eller kollisioner under bogserbåthandling	Dålig bogserbåtkapacitet	Väntetid, förseningar, grundstötningar, säkerhetspåverkan	1,3	1,5	2,8	Nya bogserbåtar, rutiner, procedurer, restriktioner		0,3	Svårt att motivera stor investering mht till relativt blygsam och varierad gångtid - (20h-200h). Behov av eskortboserig diskuteras för vissa ostkusthamnar med olja/gastransporter - är eskortboserig för gastankers i Mälaren möjligt?
10,4	Påsegling eller grundstötningar	Mörker och bländning från störande ljus	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan	1,2	1,3	2,5	Förbättra synlighet vid broar, Förbättring genom införande av ECDIS		0,3	Störande belysning från omgivningen i framförallt Södertälje, ändrad belysning av gula tavlan kan vara aktuellt.

Nr	HAZARD, fara	Orsak	omedelbara och slutgiltiga konsekvenser	Sannolikhet (skala 1-3), 1=låg, 2=medel, 3=hög sannolikhet	Konsekvens (skala 1-3) 1=liten 2=medel 3= allvarlig konsekvens	RISK faktor	Preventiv säkerhets-åtgärd	Konsekvens-reducerande säkerhets-åtgärder	Jämförelse - riskförh. efter genomförd åtg. (-2,-1, 0,+1,+2) negativt=sämre 0=oförändrat positivt=bättre	Kommentar. Medelvärden av inrapporterade graderade bedömningar totalt ca 10 bedömare varav 7 lämnat graderade svar. (en lots av två svarat, viktat som två svar)
Anläggningsfasen (muddringsarbeten)										
11,1	Kollision pråm - fartyg	Mänskliga eller tekniska fel, Muddertransport till tippningsplatser leder till kollisioner, korsningar ökad trafik. Anläggningsarbeten och muddertransporter kan ske parallellt med transport av bergmassor från Förbifart Stockholm projektets tunnelbyggen under Lovön, Ekerö.	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan	1,7	1,7	3,3	AIS transponder på mudderverk, pråmar och arbetsplattformar/fartyg. Lotsar och VTS operatörer engagerade i processen.	Olycksberedskap.	⊗ -0,2	Storleksordning 50-50 vatten och muddarmassa vid muddring innebär att erforderliga muddertransporter är ca dubbelt så stora som erforderlig muddring. 4-5000 m3 muddrad lera från Södertälje fraktas bort per bil.
11,2	Grundstötning vid passage av arbetsråden. Precision av muddringsarbeten. Sprängning. Skred eller misnkning av djup i befintlig farled som leder till gruntdstötningar.	Muddringsarbeten, Förändrad strömbild, etc., Sprängning	Skador på fartyg. Tillfälliga eller permanenta farledsbegränsningar. Miljöpåverkan.	1,3	1,7	3,0	Avlysning av arbetsområde. Fysiskt kontroll av områden, Sprängning dagtid enbart, avstängning av arbetsområden som konfirmeras med lotsarna. Ramning av alla ytor innan ny utmärkning. Träna entreprenadens anställda, för att jobba i farlederna. Procedurer för arbete i farleden och för kommunikation med lotsarna.		⊗ -0,4	3-4 månader effektiv muddringstid vid ca 25 olika platser. Entreprenör har god vana att muddra i hårt trafikerade leder och har god kommunikation med lotsarna, etc.. Särskilt känsligt vid Agarö med små utrymmen vid passage i leden förbi mudderverk. Slussen stängd under 1-2 veckor vid 4 tillfällen under anläggningsfasens slussombyggnad.
11,3	Spontning av kanalsidorna leder till arbetsskador av byggpersonal. Entreprenörs personal ta risker, är av ovana vid att jobba på sjön, slarv med förtöjningar vid frekventa förflyttningar för fartygspassager, etc.	Konflikt mellan entreprenören som vill arbeta ostört och sjöfarten som vill kunna passera utan att arbetsplattformar och personal ligger ivägen vid kanalsidan.	Personskada, materiella skador	2,2	1,7	3,8	Träning, kommunikationsstruktur, procedurer	Nödprocedurer	✓ 0,4	
11,4	Påkörning av temporära konstruktioner	Spontgropen under byggande av nya ledverk mm	Personskada, materiella skador	1,8	2,0	3,8	speciella restriktioner för sjöfarten, Lokal begränsning vid byggandet av ledverken		⚠ 0,0	Trafikanordningsplaner i byggskedet, var ska man mötas, trafikledning alla fartygsrörelser ska anmälas, lots samordnar och ger synpunkter under byggandet, trafikledning har rätt att styra trafik - trafikordningsbehörighet, trafikledning under hela passagen
11,5	Föreningar vid hantering av muddermassa eller byggprocesser	Mänskliga eller tekniska fel	Miljöpåverkan från anläggningsutrustning, plattformar och arbetsfartyg.	1,8	1,5	3,3	Procedurer, utbildning	Nödprocedurer	⚠ 0,0	