

Väg 222 Skurubron

WSP Konsultuppdrag

PM
Riskbedömning

VÄGPLAN
FASTSTÄLLELSEHANDLING
2015-10-21
0N140002.doc

Granskare	Godkänd av	Ort	Datum
Johan Lundin	STIG HAGSTRÖM	STOCKHOLM	2015-10-21

Objektnamn	Väg 222 Skurubron
Entreprenadnummer	
Entreprenadnamn	WSP Konsultuppdrag
Beskrivning 1	PM
Beskrivning 2	Riskbedömning
Beskrivning 3	
Beskrivning 4	
Information	
Diarienummer	
Konstruktionsnummer	
Objektnummer	8446031
Projekteringssteg	VÄGPLAN
Statusbenämning	FASTSTÄLLELSEHANDLING
Företag	WSP SVERIGE AB
Författare/Konstruktör	Jenny Axelsson, Henr
Externnummer	10155388



Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Syfte	5
1.2	Mål	5
1.3	Avgränsningar	6
1.4	Underlagsmaterial	6
1.5	Internkontroll	7
1.6	Begrepp och definitioner	7
1.7	Rapportstruktur och läsanvisning	8
2	Beskrivning av Skurubron	10
2.1	Utredningsalternativ	10
2.2	Trafikflöden	10
2.3	Transport av farligt gods	10
2.4	Befintliga skyddsbarriärer	11
3	Beskrivning av omgivningen	12
3.1	Skyddsvärda objekt	12
3.1.1	Människors hälsa	12
3.1.2	Miljö	13
3.1.3	Vattenförekomster	13
3.1.4	Samhällsviktiga verksamheter	13
3.1.5	Väganläggningen	14
3.2	Riskobjekt	14
3.2.1	Verksamheter och industrier	15
3.2.2	Infrastruktur	15
4	Identifiering av olycksrisker med betydande påverkan	16
4.1	Påverkan på omgivningen	16
4.1.1	Trafikolycka	16
4.1.2	Olycka med farligt gods	16
4.2	Påverkan på anläggningen	16
4.2.2	Infrastruktur	16
4.3	Sammanställning av olycksscenarier	17
5	Beskrivning av miljöeffekter och miljökonsekvenser	18
5.1	Människors hälsa	18
5.2	Samhällsviktiga verksamheter	20
6	Miljöeffekt och miljökonsekvens	21
6.1	Nuläge	21
6.2	Nollalternativ	22
6.3	Utbyggnadsalternativ 2030	23
6.4	Utbyggnadsalternativ 2040	24
6.5	Sammanställning av miljöeffekter och miljökonsekvenser	25
6.6	Påverkan på anläggningen	27

6.7	Naturmiljö.....	28
6.8	Påverkan på tredje man under bygg- och renoveringsskedet	28
6.9	Samhällsviktiga verksamheter	28
7	Förslag till åtgärder och behov av riskhantering i kommande skeden	29
7.1	Förslag på riskreducerande åtgärder.....	29
7.1.1	Påverkan på omgivningen.....	29
7.1.2	Påverkan på anläggningen	30
7.2	Förslag på fortsatt riskhantering.....	30
8	Hantering av osäkerheter	32
9	Slutsatser	33
9.1	Påverkan på omgivningen.....	33
9.1.1	Människors hälsa.....	33
9.1.2	Naturmiljö.....	33
9.1.3	Påverkan på tredje man under bygg- och renoveringsskedet	33
9.1.4	Samhällsviktiga verksamheter	33
9.2	Påverkan på anläggningen	33
10	Referenser	34
11	Appendix – Risker under bygg- och renoveringsskedet	36
11.1	Metod	36
11.2	Byggskedesrisker med påverkan på tredje man	36
11.3	Renoveringsskedesrisker med påverkan på tredje man.....	37
11.4	Åtgärder	37
11.5	Slutsats avseende risker under bygg- och renoveringsskedet.....	37
12	Appendix – Risk och sårbarhetsanalys av naturmiljön	38
12.1	Inledning	38
12.1.1	Syfte och mål.....	38
12.1.2	Lagrum	38
12.2	Områdesbeskrivning	38
12.2.1	Skurusundet.....	39
12.2.2	Kvarndammen	39
12.2.3	Skuruparken	39
12.2.4	Övrig naturmark på land.....	40
12.3	Byggskede och renovering.....	40
12.3.1	Befintliga broar	40
12.3.2	Ny bro.....	40
12.4	Metod	40
12.5	Sårbara punkter/områden	41
12.5.1	Befintliga skyddsåtgärder	43
12.5.2	Risker under byggskede och renovering	44
12.5.3	Risker under driftskede.....	45
12.6	Värde och sårbarhet samt sannolikhets- och konsekvensklasser	46
12.7	Värdebedömning	49
12.7.1	Skurusundet.....	49
12.7.2	Kvarndammen	49
12.7.3	Skuruparken	49
12.7.4	Övrig naturmark på land.....	49
12.8	Sårbarhetsbedömning	50
12.9	Riskuppskattning.....	50
12.9.1	Sannolikhet	50
12.9.2	Konsekvens	51
12.10	Riskvärdering.....	53
12.10.1	Riskvärdering vattenförekomst	54
12.11	Riskreducerande åtgärder	55

	12.11.1 Renovering och byggskede.....	55
	12.11.2 Driftskedet	56
13	Appendix - Farliga verksamheter.....	57
14	Appendix - Statistiskt underlag.....	58
	14.1 Beräkning av olycksfrekvens.....	58
	14.2 Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna	58
15	Appendix - Frekvensberäkningar.....	60
	15.1 ADR-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål.....	60
	15.2 Transporterad mängd.....	60
	15.3 Händelseträäd med sannolikheter	60
	15.4 ADR-S Klass 2 – Gaser.....	62
	15.4.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser.....	62
	15.4.2 Representativt ämne	63
	15.4.3 Händelseträäd med sannolikheter	63
	15.4.4 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser	64
	15.4.5 Händelseträäd med sannolikheter	64
	15.5 ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor	65
	15.5.1 Händelseträäd med sannolikheter	66
	15.6 ADR-S Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	67
	15.6.1 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1	67
	15.6.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2.....	67
	15.7 Ackumulerad olyckspåverkan.....	69
16	Appendix - Konsekvensberäkningar.....	70
	16.1 Persontäthet.....	71
	16.2 ADR-S klass 1 - Explosiva ämnen.....	72
	16.3 ADR-S klass 2 – Gaser.....	73
	16.4 ADR-S riskgrupp 2.1 – Brännbara gaser	73
	16.5 BLEVE	74
	16.6 Jetflamma	74
	16.7 Gasmolnsexplosion.....	74
	16.8 Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1.....	75
	16.9 ADR-S riskgrupp 2.3	75
	16.10 ADR-S klass 3	75
	16.11 ADR-S klass 5.....	76
	16.11.1 Explosion.....	76
	16.11.2 Brand.....	76
17	Appendix - Känslighetsanalys.....	77
	17.1 Befolkningstäthet.....	77
	17.2 Fördelning farligt gods.....	77

1 Inledning

Trafikverket planerar för en ny Skurubro för att öka framkomligheten, säkerheten och miljön längs Värmdöleden, väg 222. En förstudie och en vägutredning har tidigare genomförts för att klarlägga vilka vägsträckningar som ska studeras vidare.

Denna riskbedömning utgör underlag till den miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som upprättas i samband med framtagande av vägplan för Skurubron. Riskbedömningen behandlar vilka effekter och konsekvenser som plötsligt inträffade olyckor kan generera för människors hälsa och för miljön längs den aktuella vägsträckningen.

I detta inledande kapitel ges en kortfattad beskrivning av omfattning, syfte och mål för det uppdrag som WSP har fått av Trafikverket avseende riskhantering i bygg- och driftskedet. För uppgifter av generell karaktär för projektet hänvisas till vägplan med tillhörande MKB.

1.1 Syfte

Riskbedömningen syftar till att belysa vilka miljöeffekter och miljökonsekvenser som plötsligt inträffade händelser (olyckor) i ett driftskede kan generera för människors hälsa och för miljön¹. Riskbedömningen ska även belysa vilka risker som kan uppstå i samband med byggskedet.

Resultatet från riskbedömningen ska utgöra underlag till projektets MKB och ingår därigenom som en del i det beslutsunderlag som ska möjliggöra en samlad bedömning av den planerade verksamhetens direkta och indirekta effekter på människors hälsa och på miljön.

1.2 Mål

Riskbedömningen ska tydliggöra vilken riskexponering som föreligger för omgivande människor, naturmiljö och samhällsviktiga funktioner. I de fall värdering gentemot uppsatta värderingskriterier visar på icke acceptabla risknivåer är målet att redovisa riskreducerande åtgärder för att verksamheten ska kunna bedrivas med en acceptabel risknivå.

För att möjliggöra en samlad bedömning av riskbidraget från omgivningen kommer på motsvarande sätt risknivå och eventuella riskreducerande åtgärder att redovisas för anläggningen (vägen). Utgångspunkt för detta är möjlig påverkan från olycka vid intilliggande riskobjekt.

Fyra olika utredningsalternativ kommer att studeras i riskbedömningen;

- Nulägesbeskrivning: befintlig bro och trafikflöden år 2013.
- Nollalternativ: befintlig bro med uppskattade trafikflöden år 2040.
- Utbyggnadsalternativ 2: befintlig samt planerad bro med avgift med uppskattade trafikflöden 2030.
- Utbyggnadsalternativ: befintlig samt planerad bro utan avgift med uppskattade trafikflöden år 2040.

¹ Begreppet miljö har i Miljöbalken(1) en vid betydelse och omfattar en rad aspekter rörande bl.a. naturmiljö och kulturmiljö. Till kulturmiljö räknas i dessa sammanhang övrig fysisk miljö i form av t.ex. infrastruktur och bebyggelse, liksom de funktioner som t.ex. samhällsviktiga verksamheter (infrastruktur, vård, kommunikation, etc.) har.

1.3 Avgränsningar

Denna riskbedömning avgränsas till att endast hantera plötsligt inträffade händelser (olyckor) i samband med verksamhetens driftskede.

De skyddsvärda objekt som behandlas utgörs av människor (i omgivningen respektive som vägtrafikanter), naturmiljö, samhällsviktiga verksamheter inklusive vägen i sig. Bedömningen utgår från föreslaget utbyggnadsalternativ 2030 (med avgift på den nya bron), 2040 (utan avgift på den nya bron), nollalternativ samt nuläge.

De risker som beaktas utgörs i första hand av s.k. tekniska olycksrisker, vilket avser olyckor kopplade till verksamheter och transportsystem. Således tas ingen hänsyn till olycksrisker förknippade med t.ex. sabotage eller naturolyckor. Skador orsakade av långvarig exponering av avgaser, buller eller liknande har inte heller beaktats i denna riskbedömning.

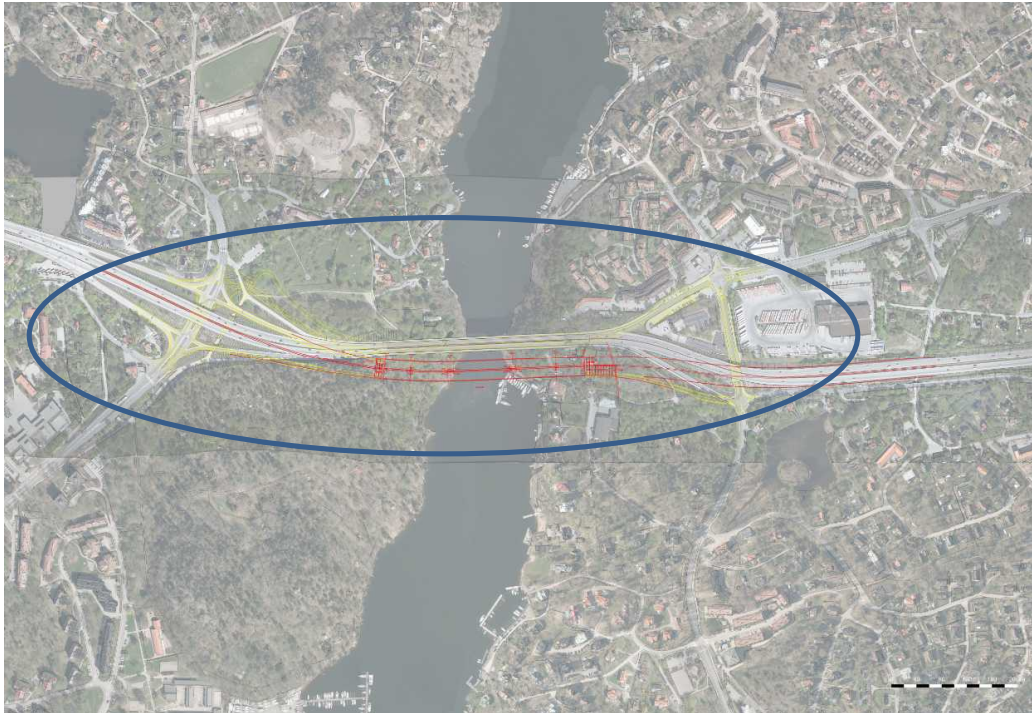
Riskbedömningen är upprättad utifrån de krav som ställs på miljökonsekvensbeskrivningar gällande verksamheter och åtgärder enligt Miljöbalken. Eventuella skillnader gentemot krav avseende miljöbedömningar och därtill hörande miljökonsekvensbeskrivningar i den fysiska planprocessen har inte beaktats men kan med fördel användas som underlag där. Det bör dock beaktas att omfattningen i form av exempelvis riskobjekt eller skyddsvärda objekt kan skilja sig mellan vägplaneringsprocessen och planprocessen.

I riskutredningen föreslås åtgärder som bedöms medföra en riskreducerande effekt. Dessa åtgärders effekt är dock beroende av befintliga förutsättningar (exempelvis topografi) och kan variera längs med sträckningen. Vidare kan de riskreducerande åtgärderna med fördel kombineras med övriga åtgärder (exempelvis bullerreducerande) i MKB:n. Med anledning av detta beskrivs de riskreducerande åtgärdernas effekt översiktligt och kvalitativt i denna riskutredning. Mer detaljerade studier föreslås ske i den fortsatta riskhanteringen, för att på så vis skapa en plattform för val av lämpliga åtgärder och så att dessa kan införlivas i juridiskt bindande dokument, exempelvis berörda detaljplaner. I och med det bedöms goda förutsättningar skapas för utformning av effektiva åtgärder för att begränsa miljökonsekvenser i samband med framtida projektering.

Vid beräkning av samhällsrisk tas hänsyn till människor utifrån ett helhetsperspektiv, men ingen uppdelning görs huruvida det rör sig om trafikanter, boende eller personer som av annan anledning vistas i närheten av vägen.

1.4 Underlagsmaterial

Det underlagsmaterial som har använts vid upprättande av riskbedömningen (exempelvis tillgängliga rapporter, facklitteratur, internt utredningsmaterial med mera) refereras till löpande i texten.



Figur 1. Vägplaneområdet.

1.5 Internkontroll

I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten.

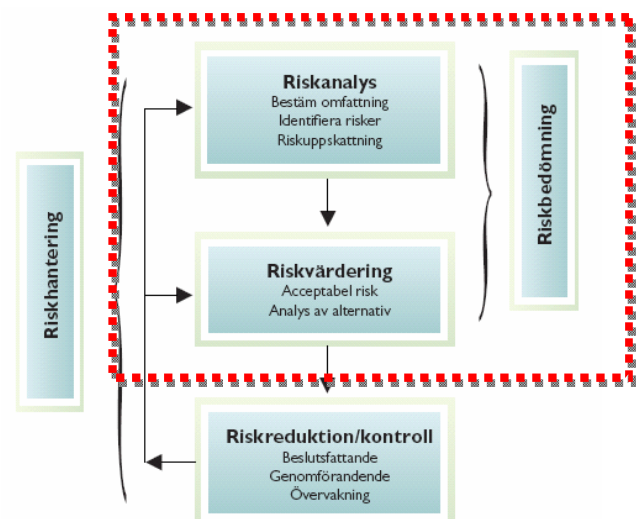
1.6 Begrepp och definitioner

I samband med hantering av risker används en rad olika begrepp (se beskrivningar nedan) utifrån den s.k. riskhanteringsprocessen (2) (3) som visas i Figur 2. Då begreppen i denna process skiljer sig något från de begrepp som brukas i MKB-sammanhang, beskrivs även kopplingen till de miljöbalksrelaterade begreppen *scoping*, *miljöeffekt* och *miljökonsekvens*.

Risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen (d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod) är känd. Konsekvens anger möjlig negativ påverkan på människa och miljö. Risk är det som i en MKB innebär påverkan till följd av olyckshändelser.

Scoping innebär vilka betydande miljövärden som ska behandlas, och deras avgränsning i tid och rum.

Miljöeffekt är den förändring i miljön som påverkan medför, till exempel förlust av värdefulla naturmiljöer, buller eller luftföroreningar.



Figur 2. Riskhanteringsprocessen och de delar som beaktas i denna PM.

Miljökonsekvens är den verkan de uppkomna effekterna har på en viss företeelse, till exempel klimatet, människors hälsa.

Riskidentifiering utgör en delmängd av det som avses med riskanalys. Riskidentifieringen omfattar en inventering av riskobjekt samt en identifiering av scenarier som kan medföra oönskade konsekvenser för det som definierats som skyddsvärt, d.v.s. det som påverkas. Identifieringen visar vad som är av betydelse att behandla i miljökonsekvensbeskrivningen och fungerar således som ett sällningsverktyg (jmf scoping) för att avgöra vad som genererar betydande påverkan.

Risкупpskattning ingår också som en del i en riskanalys och utgör en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario. Den risknivå som uppskattas motsvarar det som i MKB-sammanhang ofta benämns som miljöeffekt, d.v.s. omfattning av identifierad påverkan.

Riskvärdering ingår tillsammans med riskanalysen i det som kallas riskbedömning. Riskvärderingen innebär att avgöra om uppskattade risker kan accepteras, om det finns behov av riskreducerande åtgärder samt att verifiera olika alternativ. Utfallet av en riskvärdering är att likställa med den miljökonsekvens som plötsligt inträffade olyckor kan medföra för respektive skyddsvärt objekt som beaktats.

Riskreduktion/kontroll utgör tillsammans med riskbedömningen det som avses med riskhantering. Riskreduktion/kontroll innebär att utifrån riskvärderingen fatta beslut kring riskreducerande åtgärder och kontrollera att de genomförs och följs upp. Dessutom ingår att bevaka eventuella förändringar i systemet som kan föranleda behov av ny riskanalys. Riskreduktion/kontroll motsvarar de krav på uppföljning som ställs i MKB-sammanhang. Detta utgör, precis som övriga delar av riskhanteringsprocessen, en metodik för att i MKB-processen identifiera, bedöma, värdera och följa upp de miljökonsekvenser som genereras av olyckshändelser.

1.7 Rapportstruktur och läsanvisning

Rapporten är strukturerad utifrån sambandet påverkan-effekt-konsekvens-åtgärd i syfte att underlätta användningen av riskbedömningen i MKB:n och miljökonsekvensbedömningen. Metodik och tillvägagångssätt presenteras i anslutning till respektive kapitel.

De inledande kapitlen (kapitel 2 och 3) omfattar en inventering av riskobjekt respektive skyddsvärda objekt för att definiera vad som kommer att beaktas i riskbedömningen. Dessa kapitel motsvarar de inledande delarna i riskhanteringsprocessens delmoment riskanalys.

I kapitel 4 görs en identifiering av riskkällor samt en övergripande konsekvensbaserad bedömning av vilken påverkan som kan uppstå i samband med olycka. Utifrån detta material dras slutsatser om vilka olycksscenarier som kan medföra betydande påverkan på en eller flera av de skyddsvärda objekt som definierats och som därigenom behöver studeras vidare.

Scenarier som i kapitel 4 bedömts leda till betydande påverkan studeras vidare i kapitel 5 där risknivån för respektive scenario uppskattas antingen kvalitativt eller kvantitativt.

Risкупpskattningen möjliggör underlag för bedömning av olyckornas miljöeffekt på respektive skyddsvärt objekt. Om möjligt genomförs en värdering av uppskattade risknivåer för att avgöra den miljökonsekvens som genereras samt om behov av åtgärder föreligger.

I kapitel 7 beskrivs eventuella åtgärdsförslag samt dess riskreducerande effekt. Efterföljande kapitel omfattar diskussion kring resultat och vilka osäkerheter som identifierats i genomförande av riskbedömningen, samt hur dessa hanterats för att möjliggöra ett så bra beslutsunderlag som möjligt.

Avslutningsvis redovisas i kapitel 9 slutsatser avseende olyckors påverkan, effekt och konsekvens för människors hälsa och för miljön.

Beräkningar, statistiskt underlag och känslighetsanalyser redovisas i bilagor.

2 Beskrivning av Skurubron

I detta kapitel görs en beskrivning av den specifika vägssträckningen med tyngdpunkt i aktuella trafikflöden. Syftet är att redogöra för de trafikflöden, som tillsammans med en uppskattning av antalet farligt gods-transporter, utgör underlag vid identifiering av möjliga olycksscenarioer samt uppskattning av sannolikhet för olycka (med respektive utan farligt gods).

2.1 Utredningsalternativ

De utredningsalternativ som behandlas i denna riskbedömning utgörs av:

- Nulägesbeskrivning: befintlig bro och trafikflöden år 2013.
- Nollalternativ: befintlig bro med uppskattade trafikflöden år 2040.
- Utbyggnadsalternativ 2030: befintlig samt planerad bro med avgift med uppskattade trafikflöden 2030.
- Utbyggnadsalternativ 2040: befintlig samt planerad bro då avgift tagits bort med uppskattade trafikflöden år 2040.

För närmare information om respektive alternativ hänvisas till miljökonsekvensbeskrivningen.

2.2 Trafikflöden

Vid beräkningar av sannolikhet för och konsekvens av en olycka utgör antal fordon som kör på vägen ett grundläggande ingångsvärde. Nuläget baseras på trafikflöden på sträckan år 2013. Utbyggnadsförslaget baseras på prognos av trafikflöden för år 2030 och 2040. Nollalternativet baseras på samma prognos som utbyggnadsalternativet för 2040. Trafikflödet för de olika alternativen visas nedan.

Tabell 1. Nuvarande och uppskattade trafikflöden på Skurubron.

Alternativ	Bro	ÅDT
Nuläge	Befintlig	65100
Nollalternativ	Befintlig	110 700
Utbyggnadsalternativ 2030	Befintlig	19 300
	Ny	72 300
Utbyggnadsalternativ 2040	Befintlig	3900
	Ny	108 100

För utbyggnadsalternativen har flödena slagits ihop och en sammanlagd risk har beräknats utifrån flödet på både den nya och den gamla bron.

2.3 Transport av farligt gods

Värmdöleden (väg 222) utgör en så kallad primär transportled för farligt gods (4), vilket innebär att det förekommer transporter av farligt gods på vägen, och den rekommenderas för genomfartstrafik.

Vägens lokalisering, öster om Stockholm, samt användning innebär dock att genomfartstrafik bedöms vara osannolik. Transport av farligt gods kommer vid utbyggnadsalternativet att gå på den nya bron. Det är i dagsläget inte bestämt huruvida den gamla bron kommer att bli en sekundär transportled för farligt gods. Det konservativa antagandet görs dock att det i utbyggnadsalternativen går lika mycket farligt gods på alla broar.

För att bedöma sannolikheten för och konsekvensen av en olycka där farligt gods är inblandat krävs en skattning av vilken andel av godstrafiken som utgörs av farligt gods, samt vilken fördelning mellan farligt gods-klasser som föreligger.

Kunskapsmyndigheten för transportpolitik, Trafikanalys (tidigare SIKA) ansvarar för officiell statistik inom områdena transporter och kommunikationer, bland annat resvane- och varuflödesundersökningar. Från och med 2008 redovisas antal transporter samt transporterad mängd farligt gods inom ADR-S i den officiella statistiken. 2009 skedde totalt sett i hela Sverige omkring 415 000 transporter och den totala mängden gods var drygt 10 miljoner ton (5).

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) (6) visar transporterade mängder farligt gods längs den aktuella vägsträckan. Tabell 15 redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån en sammanvägning av de båda källorna samt uppskattade medellastmängder per transport från den nationella statistiken (5).

De transporter av farligt gods som förekommer redovisas nedan i Tabell 2.

Tabell 2. Transporterade mängder farligt gods på Värmdöleden samt uppskattade andelar av de olika ADR-S-klasserna.

Klass	Mängd (ton/år)	Uppskattat andel
1	0-70	0,77 %
2.1	0-1800	5,60 %
2.3	0	0 %
3	100-16500	33,09 %
5	0	0 %
Övriga		60,54 %

2.4 Befintliga skyddsbarriärer

Omgivande topografi samt befintliga och tillkommande bullervallar kan, beroende av typ av olycka, fungera som konsekvensreducerande skyddsbarriär gentemot omgivningen. Utformning och placering av dessa bullervallar som finns beskrivet i vägutredningen endast beaktats kvalitativt i denna riskbedömning.

3 Beskrivning av omgivningen

I detta kapitel görs en beskrivning av skyddsvärda objekt samt riskobjekt i omgivningen. Kapitlet syftar till att utgöra underlag för dels kommande bedömning av vilka olyckskonsekvenser som kan uppstå för omgivningen och dels i fall det finns verksamheter eller infrastruktur i omgivningen som (i samband med en olycka) kan generera påverkan på vägen. Då vägen både utgör ett skyddsvärt objekt och ett riskobjekt behandlas den under respektive delavsnitt nedan.

3.1 Skyddsvärda objekt

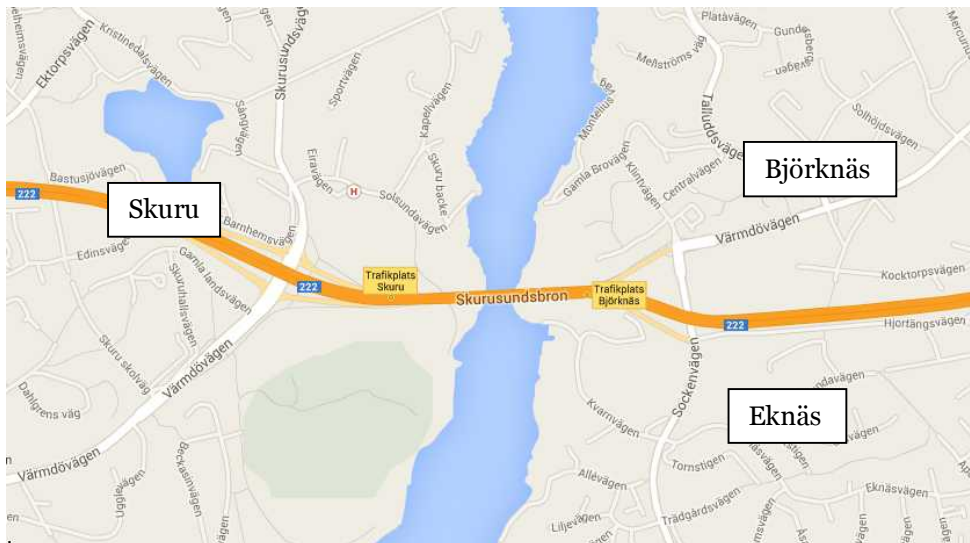
I detta avsnitt beskrivs de skyddsvärda objekt för vilka påverkan, effekter och miljökonsekvenser till följd av olyckor kommer att utredas i kommande kapitel. Vid identifiering av skyddsvärda objekt har ett område inom 150 meter från vägen inventerats. Vald korridor har ansatts utifrån det avstånd som Länsstyrelsen anger i sin riskpolicy avseende markanvändning intill transportleder för farligt gods (7). Urvalet av skyddsvärda objekt är gjort utifrån projekts tolkning av Miljöbalkens lydelse av människors hälsa och miljö, se avsnitt 1.1.

3.1.1 Människors hälsa

Kommande uppskattning av riskmättet samhällsrisk innefattar en bedömning av förväntat antal människor som kan komma att exponeras vid en olycka. En uppskattning av persontätheten längs den aktuella vägssträckningen är således nödvändig. För att genomföra en sådan uppskattning har persontätheter uppskattats utifrån tillgängligt kartmaterial. Därutöver genomförs en känslighetsanalys, se Appendix - Känslighetsanalys, avseende persontätheter för att bedöma i vilken utsträckning persontätheten påverkar samhällsrisken.

Den påverkan på människors hälsa som olyckor genererar kan variera utifrån vilka människor som exponeras. Exempelvis återfinns en skillnad i exponering mellan de resenärer som befinner sig i en bil och de personer som befinner sig i omgivning kring vägen.

Nacka kommun hade en genomsnittlig befolkningstäthet på 943,5 personer/km², år 2010 enligt SCB. Antalet personer som befinner sig i ett 1 km² stor område kring bron kan inte antas vara jämt fördelade i området. En stor del av området utgörs av vatten och parkmiljö, i vilka det förväntas finnas ett mindre personantal. De områden som uppskattningsvis inkluderas i en kvadratkilometer stor kvadrat med centrum på Skurubron är: hela centrala Björknäs, halva Eknäs östra samt en tredjedel av Skuru. För utförligare diskussion kring befolkningstäthet, se Appendix - Konsekvensberäkningar.



Figur 3. Området kring Skurubron.

3.1.2 Miljö

Som tidigare nämnts har begreppet miljö en vid betydelse i Miljöbalken och omfattar en rad aspekter rörande bl.a. naturmiljö och kulturmiljö, se avsnitt 1.1. Utifrån ett olycksriskperspektiv kommer i denna riskbedömning främst påverkan på vattenförekomster och samhällsviktiga verksamheter att beaktas.

3.1.3 Vattenförekomster

Utsläpp av miljöfarliga ämnen i samband med olyckor kan kontaminera yt- och grundvatten. Detta kan ske såväl under bygg- som under driftskedet.

Enligt Vattenmyndigheten finns det ingen avgränsad grundvattenförekomst inom vägplanområdet. Några allmänna grund- eller ytvattentäkter som kan påverkas av bygget av en ny bro finns heller inte. Den ytliga avrinningen inom området sker mot tre recipienter; Bastusjön i nordväst, Kvarndammen österut och Skurusundet.

Kvarndammen är belägen sydost om Skurubron och utgör enligt Nacka kommuns dagvattenpolicy en mycket känslig recipient för förorenat dagvatten.

Kvarndammen har kraftiga eutrofieringsproblem (övergödning) och ytterligare närsalter bör därför inte tillföras. Skurusundet är mindre känsligt som recipient för dagvatten, däremot kommer en framtida dagvattenhantering ställa mycket höga krav på rening för att minska föroreningsbelastningen.

För att identifiera sårbara punkter längs den aktuella vägsträckan har en genomgång av det geotekniska utredningsmaterialet gjorts. Se vidare i 12 Appendix – Risk och sårbarhetsanalys av naturmiljön.

3.1.4 Samhällsviktiga verksamheter

Enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) är en samhällsviktig verksamhet sådana verksamheter som uppfyller det ena eller båda av följande två villkor:

- Ett bortfall av eller en svår störning i verksamheten kan ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid leda till att en allvarlig kris inträffar i samhället.
- Verksamheten är nödvändig eller mycket väsentlig för att en redan inträffad allvarlig kris i samhället ska kunna hanteras så att skadeverkningarna blir så små som möjligt.

Exempel på verksamheter/funktioner som enligt MSB:s definition kan anses vara samhällsviktiga och som ligger under kommunens ansvar redovisas nedan i Figur 4.

Apotek	Bibliotek	Vårdcentral
Närpolis	Förskolor	Grundskolor
Gymnasieskolor	Övriga skolor	Fritidsgårdar
Äldreboende	Seniorboende	Dagverksamhet
Parkeringsplatser	Återvinningsstationer	

Figur 4. Exempel på samhällsviktiga verksamheter enligt MSB.

Identifiering av samhällsviktig verksamhet har skett utifrån de verksamheter som identifierats av Nacka kommun (52) samt genom att studera kartor över området. Enligt dessa återfinns inom 150 meter från den aktuella vägsträckningen:

- parkeringsplats (björknäs centrum),
- apotek (björknäs centrum),
- bussgarage (på vänster sida efter Skurubron i riktning mot Värmdö),
- Nacka seniorcenter Eketorp och Sofiero,
- Björknäs förskola, och
- Björknäskyrkan.

3.1.5 Väganläggningen

I händelse av en olycka på vägen eller vid intilliggande riskobjekt utgör vägen i sig ett skyddsvärt objekt som behöver beaktas för att möjliggöra en helhetsbedömning av riskbilden kopplad till projektet. Vad som är skyddsvärt kan variera, i denna riskbedömning har eventuella olyckors påverkan på "driften" samt på trafikanter bedömt som relevanta att belysa.

3.2 Riskobjekt

För att avgöra om det föreligger någon påverkan på den aktuella vägssträckningen från omgivningen har potentiella riskobjekt, främst i form av verksamheter och infrastruktur, inventerats inom 150 meter från vägen. Vald korridor har ansatts utifrån det avstånd som Länsstyrelsen anger i sin riskpolicy avseende markanvändning intill transportleder för farligt gods (7). Trots att riktlinjerna inte avser riskobjekt i form av verksamheter har avståndet ansetts rimligt att använda även för riskfyllda verksamheter och industrier.

Identifieringen baseras på en sammanställning som Länsstyrelsen gjort av riskfyllda verksamheter i länet från 2006, se 13 Appendix - Farliga verksamheter, samt rekommenderade transportleder för farligt gods i Stockholms län. De riskfyllda verksamheter som bedöms relevanta att beakta avseende påverkan på väganläggningen har begränsats till sådana verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen (1999:381) och Lag om skydd mot olyckor (2003:778) 2 kap 4§. Detta då dessa lagstiftningar ställer särskilda krav med avseende på olyckspåverkan på omgivningen.

3.2.1 Verksamheter och industrier

Den enda farliga verksamhet som bedöms ligga så nära att den kan påverka vägområdet är Storstockholms lokaltrafiks (SL:s) bussdepå belägen norr om väg 222, vid Björknäs. Depån inrymmer en tankstation för biogas som försörjs med biogas via gasflak som transporteras till depån med lastbil.

3.2.2 Infrastruktur

Väganläggningen i sig utgör en så kallad primär transportled för farligt gods (4), vilket innebär att det förekommer transporter av farligt gods på vägen och den rekommenderas för genomfartstrafik. En olycka med farligt gods på vägen kan därmed medföra riskpåverkan inte bara mot omgivningen, utan även på vägen i sig. Det är i dagsläget oklart huruvida den gamla bron kommer att utgöra en sekundär transportled för farligt gods.

4 Identifiering av olycksrisker med betydande påverkan

I detta kapitel görs en identifiering av aktuella olycksrisker samt en sällning av vilka som behöver beaktas vidare. Det delmoment i riskhanteringsprocessen som därigenom utförs är riskidentifieringen. Vidare görs en **övergripande** bedömning av vilka olyckor som bedöms kunna generera en betydande påverkan och därigenom behöver studeras vidare för att avgöra deras effekt, konsekvens samt eventuella behov av riskreducerande åtgärder.

Riskidentifieringen innebär en systematisk genomgång av de riskkällor som förekommer, dels i omgivningen och dels på själva väganläggningen, för klargöra vilka olyckor som kan inträffa.

4.1 Påverkan på omgivningen

Att bedöma påverkan på omgivningen innebär att identifiera de riskkällor som är förknippade med väganläggningen, vilket i detta fall utgörs av de transporter som sker på vägsträckan. De risker som bedöms kunna påverka omgivningen negativt är:

- trafikolycka och
- olycka med farligt gods.

4.1.1 Trafikolycka

En trafikolycka där en eller flera bilar är inblandade kan ske av olika anledningar på vägen. Av de skyddsvärda objekt som beaktas bedöms påverkan vid en trafikolycka främst kunna ge konsekvenser för människor. Även materiella skador kan uppstå på väganläggningen och på de fordon som är inblandade i olyckan, men detta beaktas dock inte i denna riskutredning.

4.1.2 Olycka med farligt gods

Farligt gods utgörs av ämnen och produkter vars egenskaper kan skada människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport. För att minimera olycksriskerna omfattas transporter av farligt gods av regelsamlingar framtagna i internationell samverkan, vilka bl.a. reglerar hur transporterna ska ske, hur godset ska vara emballerat och vilka krav som ställs på fordonen.

Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser utifrån det s.k. ADR-S-systemet, vilket baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt på väg.

4.2 Påverkan på anläggningen

De riskkällor som bedöms kunna påverka väganläggningen är:

- verksamheter och industrier, och
- infrastruktur

Dessa kan även påverka de trafikanter som befinner på vägen, i eller utanför fordon.

4.2.1.1 Verksamheter och industrier

Hantering av brandfarlig gas vid bussdepån i Björknäs bedöms kunna medföra en viss riskpåverkan på väganläggningen.

4.2.2 Infrastruktur

En olycka med farligt gods på vägen kan medföra riskpåverkan inte bara mot omgivningen, utan även på vägen i sig.

4.3 Sammanställning av olycksscenarier

I Tabell 3 redovisas en sammanställning av de olycksscenarier som bedöms medföra betydande påverkan och som därmed beaktas vidare.

I Tabell 3 redovisas möjlig påverkan på omgivningen från väganläggningen.

Tabell 3. Sammanställning av olycksscenarier med betydande påverkan på omgivningen.

Identifierade olycksscenarier	Påverkan på människors hälsa	Påverkan på naturmiljö	Påverkan på samhällsviktiga funktioner
Trafikolycka	X	Ingen påverkan	Ingen påverkan*
Olycka med farligt gods	ADR-S- klass 1, 2, 3 och 5.	ADR-S-klass 3, 6, 8, 9	ADR-S-klass 1, 2.1, 2.3, 3, 5

*Påverkan sker dock på väganläggningen som i sig utgör en samhällsviktig verksamhet

5 Beskrivning av miljöeffekter och miljökonsekvenser

Att avgöra vilka miljöeffekter och miljökonsekvenser som olyckshändelser kan generera omfattar att de delmoment i riskhanteringsprocessen som avser riskuppskattning respektive riskvärdering genomförs. Risknivån bestäms genom att frekvens och konsekvens² skattas för de scenarier som i föregående kapitel bedömts medföra betydande påverkan på respektive skyddsvärt objekt. Genom att värdera risknivån gentemot uppsatta värderingskriterier kan miljökonsekvensen beskrivas och behovet av eventuella åtgärder avgöras. För att möjliggöra en bedömning av eventuella skillnader mellan dagens verksamhet och planerad verksamhet redovisas effekter och konsekvenser för befintlig bro och nuvarande trafikflöden respektive för planerad bro med uppskattade framtida trafikflöden.

Vid uppskattning av risknivå avseende påverkan på människa används kvantitativa metoder och riskmått för att skatta, beskriva och värdera möjliga effekter. Motsvarande metoder saknas för påverkan på naturmiljö och samhällsviktiga funktioner, varför bedömning av sådan påverkan sker kvalitativt. Kvantitativt uppskattade frekvenser och konsekvenser redovisas i Appendix - Frekvensberäkningar och i Appendix - Konsekvensberäkningar.

5.1 Människors hälsa

Det finns två olika typer av vedertagna kvantitativa riskmått som kan användas som komplement vid uppskattning av negativ påverkan på människors hälsa: individrisk och samhällsrisk. Båda dessa har använts vid bedömningen av olyckors effekt på människors hälsa i samband projektet. Tillvägagångssätt, värderingskriterier och en sammanfattning av erhållna resultat redovisas nedan. Underlag för beräkningarna redovisas i kapitel 14 och 15, känslighetsanalys redovisas i Appendix - Känslighetsanalys.

Med individrisk avses sannolikheten för att en enskild individ, på en viss plats, under en viss tidsperiod ska omkomma. För beräkning av sannolikheter för respektive scenario används händelseträdsanalys. Konsekvenserna beräknas med hjälp av olika kemikaliespridnings- och strålningsmodeller. Individrisken tar ingen hänsyn till hur många personer som kan förväntas omkomma till följd av en olycka och är därför oberoende av hur många människor som vistas i området. Individrisken kan sägas vara platsspecifik och ger ett mått på "farligheten" för en enskild individ att vistas på ett visst avstånd från riskkällan. Individrisken är därmed samma längs hela sträckan, givet att sträckan är identisk avseende exempelvis kurvor, växlar med mera.

För att bedöma risknivån och därigenom olyckors effekt på människa har individriskkurvor tagits fram för respektive utredningsalternativ i syfte att få en bild av hur risknivån ser ut i området längs vägen. På så vis kan man identifiera konfliktområden där risknivån bedöms vara förhöjd utifrån definierade värderingskriterier. Som komplement till individriskberäkningarna har samhällsriskens bedömts för olika persontätheter längs väganläggningen.

Fyra individriskkurvor har tagits fram, en för respektive utredningsalternativ.

Samhällsrisk avser risken för att en grupp människor inom ett visst område ska omkomma. Samhällsriskens redovisas ofta med en F/N-kurva, som visar den ackumulerade frekvensen för ett visst utfall, t.ex. antal omkomna på grund av en eller flera olyckor. Samhällsriskens ger ett mått på riskens "allvarlighet" ur ett samhällsperspektiv. Persontätheten som använts vid beräkningarna är 1969 personer/km² för nuläget och 2950 personer/km² för utbyggnadsalternativet. I känslighetsanalys genomförs även en beräkning för utbyggnadsalternativet med en persontäthet på 6000 personer/km². Känslighetsanalysen redovisas i Appendix - Känslighetsanalys. Trafikanter bedöms vara inkluderade i angivna persontätheter.

² Konsekvenser omfattar skador på skyddsvärt objekt i form av dödsfall, skada etc, se avsnitt 3.1.

Ett sätt att värdera risk är enligt de värderingskriterier gällande individ- och samhällsrisk som DNV tagit fram på uppdrag av Räddningsverket (8). I denna riskbedömning används dessa kriterier för att avgöra miljökonsekvensens omfattning.

För individrisken gäller:

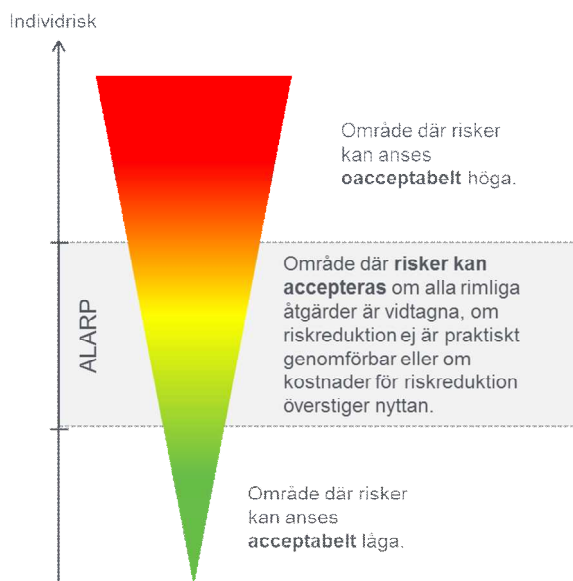
- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små: 10^{-7} per år

För samhällsriskerna gäller:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 10^{-4} per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små: 10^{-6} per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1

Området i mitten kallas ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). De risker som hamnar inom detta område betraktas som förhöjda, men värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om samhällsnyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas.

I bedömning av miljöeffekter och miljökonsekvenser används begreppet förhöjda respektive oacceptabla risknivåer. Förhöjda risknivåer utgör risknivåer inom (eller över) ALARP-området, medan risknivåer över ALARP-området är det som avses med benämningen oacceptabla risknivåer, se Figur 5.



Figur 5. Förhöjda risker, eller risker som endast i vissa fall kan accepteras, avser risker inom (eller över) ALARP-området medan oacceptabla risker representerar risker i området ovanför ALARP-området.

5.2 Samhällsviktiga verksamheter

Sammanvägning och värdering av risknivån för samhällsviktiga verksamheter genomförs inte till följd av avsaknad av entydigt definierade värderingskriterier. En övergripande kvalitativ beskrivning av sannolikhet för och konsekvens av en olycka som kan påverka samhällsviktiga verksamheter genomförs.

Beskrivning av påverkan på samhällsviktiga funktioner utgår från uppgifter rörande de funktioner som idag finns i området, se avsnitt 3.1. Detta angreppssätt innebär att det föreligger osäkerheter om ytterligare samhällsviktiga funktioner finns i närheten eller om ytterligare samhällsviktiga funktioner kommer att tillkomma inom ramen för angett horisontår. Frekvensberäkningar för nollalternativet och utbyggnadsalternativet där farligt gods-transporter förekommer har dock genomförts och redovisas nedan.

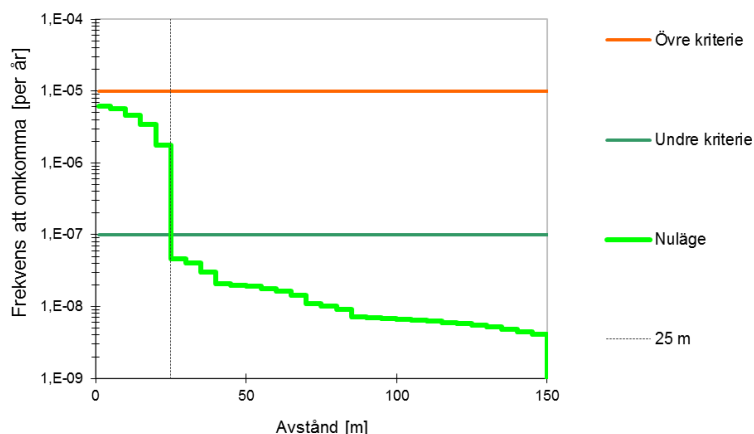
6 Miljöeffekt och miljökonsekvens

Nedan redovisas miljöeffekter och miljökonsekvenser orsakade av olycksrisker utifrån hur det ser ut i dagsläget (nuläge), vid angivet nollalternativ samt vid utbyggnadsalternativet år 2030 och 2040. Projektet är dock dimensionerat för prognosår 2040. Beräkningsunderlag redovisas i Appendix - Frekvensberäkningar och i Appendix - Konsekvensberäkningar.

Miljöeffekten omfattar vilken risknivå som kan genereras medan miljökonsekvensen redovisar innebörden av om risknivån anses tolerabel eller om risknivån är för hög. Förhöjda risknivåer d.v.s. risknivåer inom eller över ALARP-området innebär således att frekvensen för att en enskild individ intill vägen ska dö i en olycka överstiger 1 gång på 10 miljoner år samt att den ackumulerade frekvensen för att fler än 1, 10 eller 100 individer omkommer till följd av identifierad olycksscenarier inträffar oftare än 1 gång på 10^6 , 10^7 respektive 10^8 år.

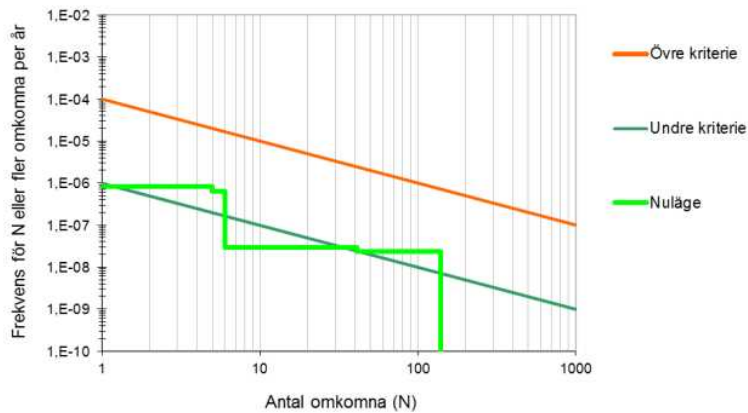
6.1 Nuläge

Individ- och samhällsriskenivån för nuläget längs aktuell sträcka av Värmdöleden visas i Figur 6 och Figur 7 nedan.



Figur 6. Individrisk för nuläget.

Genomförda individriskberäkningar visar att risknivån i dagsläget utifrån angivna värderingskriterier ligger inom det så kallade ALARP-området mellan 0 och 25 meter från väggkant. Risknivån ligger enligt angivna kriterier på acceptabel nivå 25 meter från väggkant.

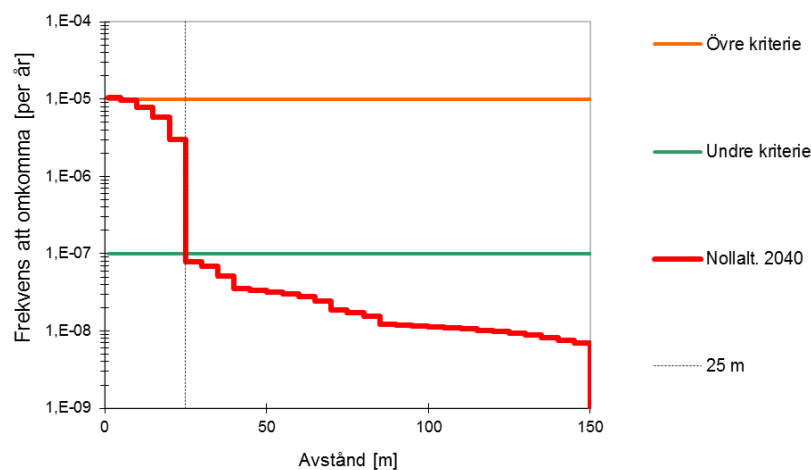


Figur 7. Samhällsrisik för nuläget.

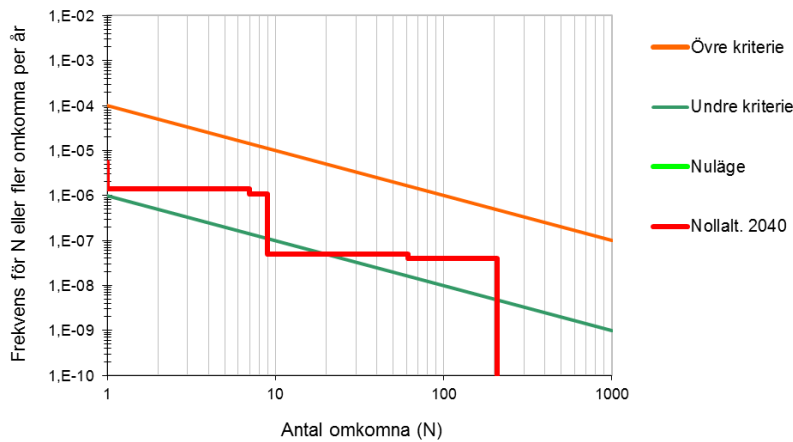
Genomförda samhällsrisikberäkningar visar att risknivån i dagsläget utifrån angivna värderingskriterier ligger inom, eller under, det så kallade ALARP-området för både små och större olyckor.

6.2 Nollalternativ

Individ- och samhällsrisiknivån för nollalternativet längs aktuell sträcka av Väg 222 visas i Figur 8 nedan.



Figur 8. Individrisk för nollalternativet.



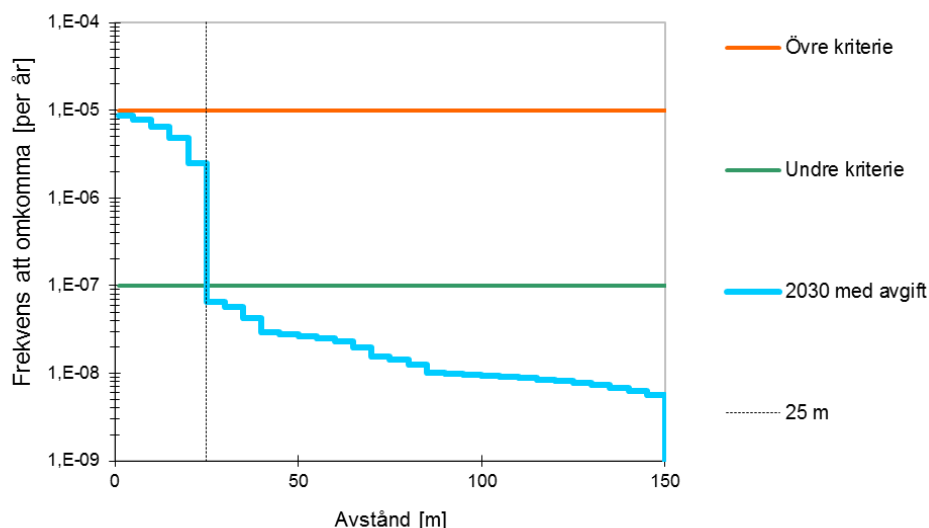
Figur 9. Samhällsrisk för nollalternativet.

Genomförda individ- och samhällsriskberäkningar visar att risknivån i nollalternativet är något förhöjd längs den aktuella vägsträckan.

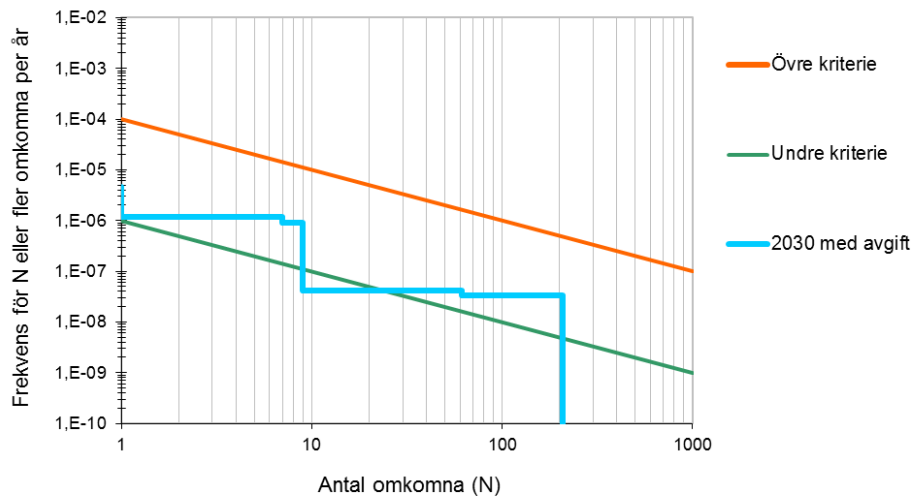
Erhållna resultat avseende individrisk åskådliggör att risknivån utifrån angivna värderingskriterier är oacceptabelt hög fram till 5 meter från vägen och att den ligger inom det s.k. ALARP-området mellan 5 och 25 meter från vägen. Risknivån ligger enligt angivna kriterier på acceptabel nivå 25 meter från vägen. Resultat avseende samhällsrisk visar att risknivån till största del ligger inom ALARP-områdets lägre del.

6.3 Utbyggnadsalternativ 2030

Individ- och samhällsrisknivån för utbyggnadsalternativet 2030 längs aktuell sträcka av Värmdöleden visas i Figur 10 och Figur 11 nedan.



Figur 10. Individrisk för utbyggnadsalternativ 2030.



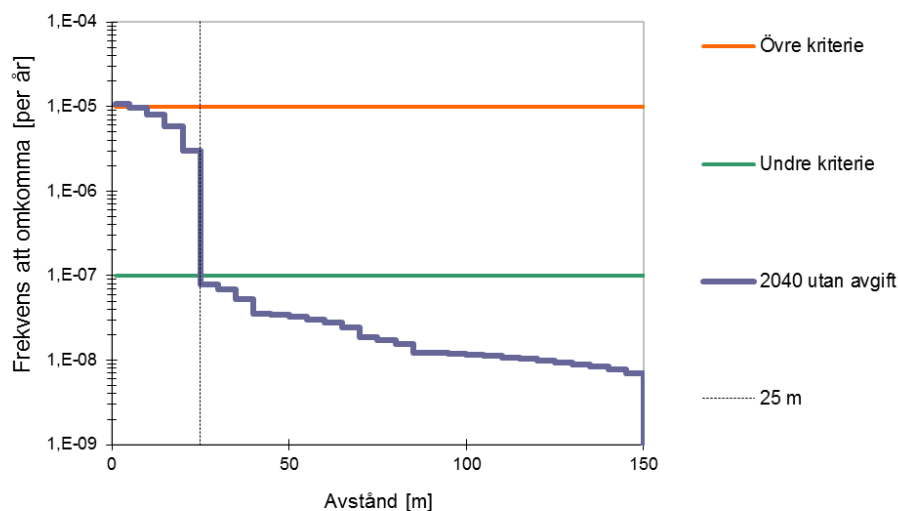
Figur 11. Samhällsrisk för utbyggnadsalternativ 2030.

Genomförda individ- och samhällsriskberäkningar visar att risknivån i utbyggnadsalternativet 2030 precis som för nollalternativet är något förhöjd längs aktuella vägsträckan.

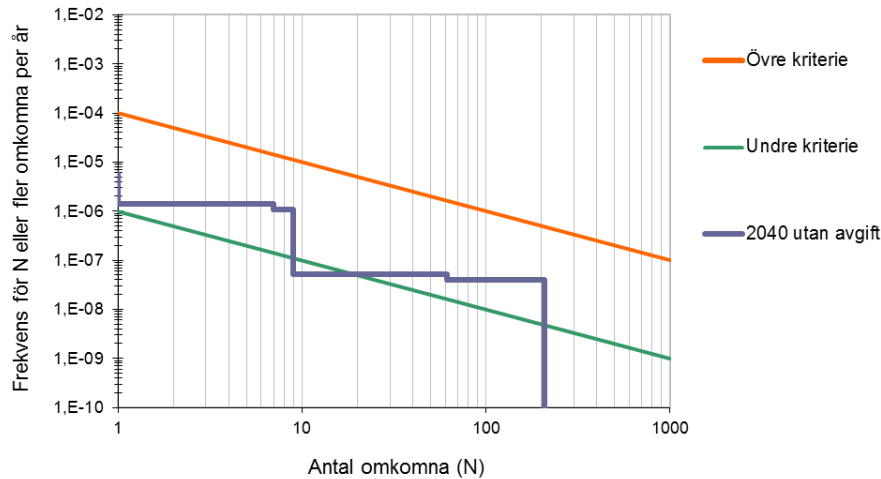
Erhållna resultat avseende individrisk åskådliggör att risknivån utifrån angivna värderingskriterier ligger inom det s.k. ALARP-området mellan 0 och 25 meter från väggkant. Risknivån ligger enligt angivna kriterier på acceptabel nivå 25 meter från väggkant. Resultat avseende samhällsrisk visar att risknivån till största del ligger inom ALARP-områdets lägre del.

6.4 Utbyggnadsalternativ 2040

Individ- och samhällsrisknivån för utbyggnadsalternativet 2040 längs aktuell sträcka av Värmdöleden visas i Figur 12 och Figur 13 nedan.



Figur 12. Individrisk för utbyggnadsalternativet 2040, utan avgift.



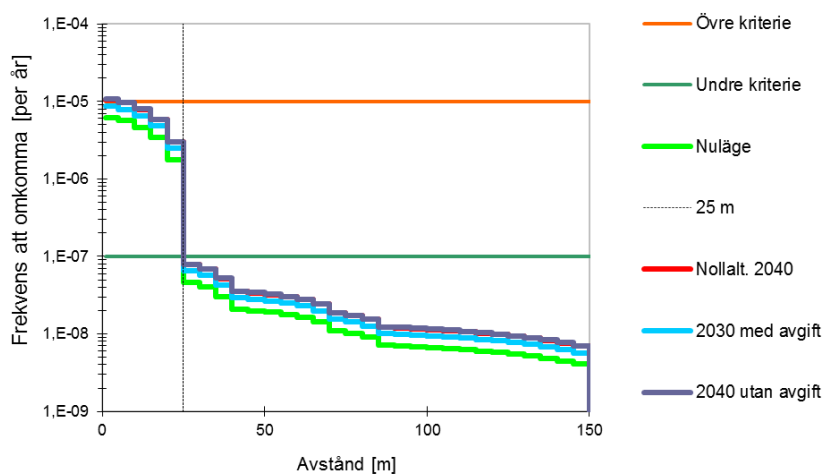
Figur 13. Utbyggnadsalternativ 2040, utan avgift.

Genomförda individ- och samhällsriskberäkningar visar att risknivån i utbyggnadsalternativet 2040 då avgiften på den nya bron tagits bort precis som för nollalternativet är något förhöjd längs den aktuella vägsträckan.

Erhållna resultat avseende individrisk åskådliggör att risknivån utifrån angivna värderingskriterier är oacceptabelt hög fram till 5 meter från vägen och att den ligger inom det s.k. ALARP-området mellan 5 och 25 meter från vägen. Risknivån ligger enligt angivna kriterier på acceptabel nivå 25 meter från vägen. Resultat avseende samhällsrisk visar att risknivån till största del ligger inom ALARP-områdets lägre del.

6.5 Samanställning av miljöeffekter och miljökonsekvenser

För att underlätta en jämförelse av beaktade utredningsalternativ redovisas nedan en sammanställning av de erhållna resultaten.



Figur 14. Individriskjämförelse mellan utredningsalternativen. Röd och lila linje ligger tillsammans.

Sammanställningen visar att risknivån och därigenom de miljöeffekter och miljökonsekvenser som Skurubron genererar för enskilda individer (individriskmättet) intill väganläggningen ökar något till 2030 och sen ytterligare till 2040 jämfört med nuläget. Detta på grund av att antalet transporter med farligt gods antas öka på den aktuella sträckan. Ingen signifikant skillnad finns i risknivån mellan nollalternativet och utbyggnadsalternativet. I samtliga fall ligger risknivån inom eller över ALARP-området till och med 25 meter från vägkant. Detta illustreras i Figur 15.

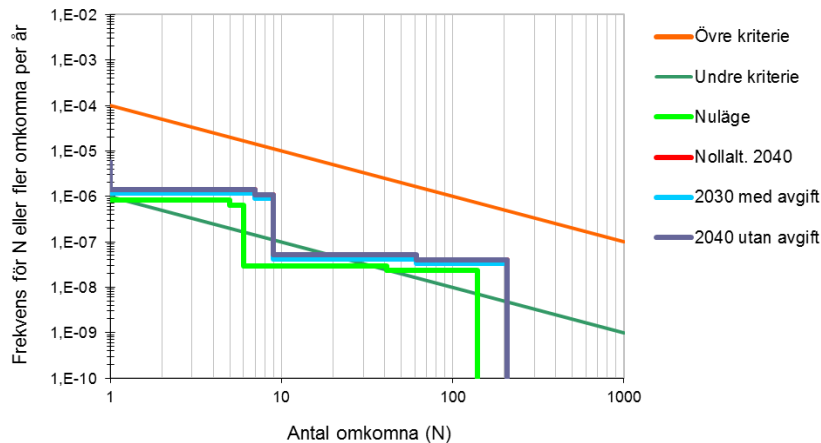


Figur 15. Skurubron och ett område om 25 meter från den nya bron markerat. Inom detta område ligger individrisken inom, eller över, ALARP-området

I det fallet den gamla bron kommer att bli en sekundärled, och det därmed kommer att gå farligt gods även på denna, har det konservativa antagandet gjorts att antalet transporter på de båda broarna är lika. Detta innebär då att risknivån även från den gamla bron hamnar inom eller över ALARP-området till och med 25 meter från vägkant, vilket illustreras i Figur 16. I verkligheten kommer det dock att gå betydligt färre transporter på en sekundärled än på en primärled, varför avståndet inom vilket risknivån ligger inom eller över ALARP-området från den gamla bron kommer att vara mindre än 25 meter.



Figur 16. Ny och gammal Skurubron och ett område om 25 meter från dessa markerat. Inom detta område ligger individrisken inom, eller över, ALARP-området.



Figur 17. Samhällsrisikjämförelse mellan utredningsalternativen.

Samhällsrisikmålet visar att risknivå och därigenom miljöeffekter och miljökonsekvenser år 2030 och 2040 ligger inom ALARP-områdets lägre del. Utbyggnadsalternativen medför en något högre risknivå jämfört med nollalternativet till följd av att fler farligt gods-transporter bedömts ske i utbyggnadsförslaget.

6.6 Påverkan på anläggningen

Påverkan på väganläggningen som samhällsviktig verksamhet skulle kunna ske till följd av olycka inom väganläggningen. Detta behandlas inte vidare då sannolikheten för detta bedöms likvärdig med

den som beräknats i avsnitt 5.1. Konsekvensen blir att vägtrafiken blir stillastående. Då inga andra vägförbindelser finns över Skurusundet skulle detta kunna få mycket stora konsekvenser för trafiken.

6.7 Naturmiljö

För beskrivning av miljöeffekter och miljökonsekvenser för de aktuella vattenförekomsterna och naturmiljön, se vidare 12 Appendix – Risk och sårbarhetsanalys av naturmiljön.

6.8 Påverkan på tredje man under bygg- och renoveringsskedet

För beskrivning av de risker som kan ge upphov till miljökonsekvenser för tredje man, se 11 Appendix – Risker under bygg- och renoveringsskedet.

6.9 Samhällsviktiga verksamheter

Utifrån de olycksscenarier som identifierats i föregående kapitel bedöms i första hand olyckor med efterföljande toxiska utsläpp (ADR-S-klass 2) kunna påverka de samhällsviktiga funktioner som identifierats i vägens närområde. Med påverkan avses i första hand att människor som ser till att upprätthålla funktionen påverkas. Genomförda beräkningar visar att sannolikheten för att dessa händelseförlopp kan komma att inträffa är relativt låg, se Tabell 4.

Tabell 4. Olycksfrekvens för utsläpp med toxisk gas, sorterat från högst till lägst olycksfrekvens.

Alternativ	Olycksfrekvens
Nollalternativet	en gång på 30 000 år
Utbyggnadsalternativ 2040	en gång på 30 000
Utbyggnadsalternativ 2030	en gång på 40 000 år
Nuläget	en gång på 54 000 år

7 Förslag till åtgärder och behov av riskhantering i kommande skeden

Resultaten visar att risknivåerna för föreslagen anläggning år 2030 och 2040 är något förhöjda och att det därigenom föreligger behov av riskreducerande åtgärder.

För att riskreducerande åtgärder ska vara bindande är det viktigt att de förs in i juridiskt bindande dokument (exempelvis vägplan, planbestämmelser i intilliggande detaljplaner eller genom exploateringsavtal eller liknande). Nedan särskiljs inte i vilket dokument föreslagna åtgärder är mest lämpade att regleras i. Detta bör dock beaktas i samband med detaljutformning av valda åtgärder samt framtagande och fastställelse av vägplan samt intilliggande detaljplaner.

Åtgärder redovisas separat för respektive skyddsvärt objekt för att sedan sammanställas tillsammans med en kvalitativ bedömning av dess riskreducerande effekter.

Bullerskärmar förutsätts finnas längs hela sträckan. Sådana skärmar har en positiv effekt mot den värmestrålning som kan uppstå vid bränder förknippade med farligt gods-olyckor. Strålningsskyddande skärmar kommer därmed även att ha en positiv effekt för samhällsrisknivån, då de begränsar konsekvenserna av vissa av de skadescenarier som bidrar till den något förhöjda nivån (exempelvis jetflammar).

7.1 Förslag på riskreducerande åtgärder

7.1.1 Påverkan på omgivningen

7.1.1.1 Människors hälsa

Genomförda beräkningar visar att den miljöeffekt och miljökonsekvens som olyckor innebär för människors hälsa är för hög i förhållande till valda acceptanskriterier och att riskreducerande åtgärder därför bör vidtas. Nedan redovisas förslag på riskreducerande åtgärder.

Skyddsavstånd: För att minska risken till följd av farligt gods-olycka bedömer WSP att områden inom 25 meter från vägen bör vara bebyggelsefria, samt att dessa områden inte utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Ovanstående innebär att markanvändningen inom 25 meter från vägen måste regleras så att exploatering inte möjliggörs. Utöver detta kan det bli aktuellt med riskreducerande åtgärder (alternativt inlösning) för att skydda befintlig bebyggelse, se nedanstående punkt.

Genom att tillämpa skyddsavstånd begränsas konsekvenserna av en olycka, eftersom färre personer exponeras för risken.

Det är kommunens uppgift att reglera markanvändningen, men om exploatering i närheten av vägen blir aktuell bör Trafikverket upplysa kommunen om klarlagda risker.

Riskreducerande åtgärder för bebyggelse under bro: I samtliga alternativ (inklusive nollalternativet) förekommer det konfliktpunkter med byggnader som är belägna på en lägre nivå (ibland direkt under) vägbanan. Detta medför både förmildrande och förvärrande omständigheter ur riskhänseende. De förmildrande omständigheterna innebär att byggnaderna erhåller ett visst skydd mot strålning och tryckvågor som kan uppstå vid olyckor med farligt gods. Vissa förvärrande

omständigheter uppkommer i samband med olyckor där byggnaderna kan drabbas av nedfallande fordon eller läckage av farligt gods.

För att minska risken för avåkning, både för fordon med och utan farligt gods, bör en hög kapacitetsklass väljas för vägräcken på bron.

Läckage av vätskor vid olyckor med sådant farligt gods på bron ska kunna tas om hand av dagvattenssystemet utan att läckage faller ner på bebyggelse under bron.

Riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse: För tillkommande bebyggelse bör utformning av friskluftsintag ske på ett sätt så att inte giftiga gaser sprids in till byggnaderna, d.v.s. en konsekvensreducerande åtgärd som främst har en positiv riskreducerande effekt vid olyckor med farligt gods-klass 2.

7.1.1.2 Vattenförekomster

För förslag till åtgärder och behov av riskhantering i kommande skeden, se vidare¹² Appendix – Risk och sårbarhetsanalys av naturmiljön.

7.1.1.3 Samhällsviktiga verksamheter

Frekvensen av olyckor som bedöms kunna skada personal vid intilliggande samhällsviktiga verksamheter uppgår för utbyggnadsalternativet 2030 till en gång på cirka 40 000 år och 2040 cirka en gång på 30 000 år, vilket är något mer frekvent jämfört med nuläget där motsvarande olycka bedöms kunna inträffa i storleksordningen en gång på 54 000 år. För nollalternativet bedöms en olycka kunna inträffa cirka en gång på 30 000 år.

Den bedömning som genomförts påvisar att påverkan kan uppstå för samhällsviktiga verksamhet, men att sannolikheten för detta är låg. Vilka följd effekter och följd konsekvenser detta skulle kunna få för samhället är inte utrett närmare i denna riskbedömning och bör förslagsvis hanteras i den risk- och sårbarhetsanalys som kommunen årligen upprättar enligt lag (2006:544) om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i fredstid och höjd beredskap. Trafikverket bör upplysa kommunen om den framtagna riskbedömningen så att den kan beaktas i kommunens arbete med risk- och sårbarhetsanalysen.

7.1.2 Påverkan på anläggningen

Med hänseende på trafikolyckors påverkan på väganläggningen i sig medför utbyggnadsalternativet en ökad redundans mot trafikstörningar till följd av att antalet tillgängliga körfält ökas. Inga övriga åtgärder föreslås.

7.2 Förslag på fortsatt riskhantering

En god riskhantering innebär ett kontinuerligt arbete med att identifiera, bedöma och värdera möjliga olycksscenarier för att ange lämpliga förslag på åtgärder. I samband med genomförd riskbedömning har ett antal förslag på fortsatt riskhantering att beakta i efterföljande planerings- och projekteringskedan identifierats, vilka redovisas nedan.

- Beslut om vilka åtgärder som ska genomföras. Underlag för beslut kan t.ex. omfatta en verifiering av åtgärder utifrån riskreducerande effekt samt utifrån ett kostnads/nyttaperspektiv samt att inventera vilka riskreducerande åtgärder som redan finns vidtagna.
- Indata och förutsättningar i den framtagna beräkningsmodellen kan förfinas med avseende på specifika lokala förhållanden. Därtill kan en mer omfattande analys ur ett känslighetsperspektiv genomföras och tillsammans medför dessa åtgärder att ett mer detaljerat underlag för beslut avseende behov av riskreducerande åtgärder erhålls. Ett mer

detaljerat underlag grundar för att korrekta riskreducerande åtgärder vidtas ur såväl ett risk- som ett samhällsekonomiskt perspektiv.

- Identifiera om det finns anledning att tidsmässigt planera när beslutade åtgärder ska uppföras för att avgöra eventuella möjligheter av samordning med riskreducerande åtgärder i byggskedet.
- Föra in beslutade åtgärder i juridiskt bindande dokument för att säkerställa att genomfört riskhanteringsarbete överlämnas till efterföljande projekteringsskeden.
- Kommunicera riskbedömning till kommunen för att möjliggöra att de olycksrisker som vägsträckningen genererar för samhällsviktiga verksamheter kan beaktas i kommunens risk- och sårbarhetsanalys.

8 Hantering av osäkerheter

Riskbedömningar är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bland annat det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. Nedan redovisas de mest betydelsefulla osäkerheterna.

- Schablonmodeller har använts vid frekvensberäkningar, vilket bedöms vara en god approximation. Osäkerheten som schabloner innebär hanteras genom att konservativa antaganden konsekvent har antagits genom hela rapporten. Detta medför med stor sannolikhet att risknivån överskattas, vilket i sin tur kan medföra att behovet av åtgärder överskattas. Denna problematik kan hanteras genom att de indata som särskilt kan specificeras avseende de unika förhållanden som råder vid aktuell sträcka anges i beräkningsmodellen. Det är dock fortsatt viktigt att iaktta konservativa skattningar där signifikant osäkerhet råder.
- Persontätheter för omgivningen har antagits vid beräkning av samhällsrisk. En känslighetsanalys avseende persontäthet visar att risknivån delvis förhöjs när persontätheten ökar från 2950 personer/km² till 6000 personer/km², se Appendix - Känslighetsanalys. Den ligger dock fortfarande inom ALARP-området och bedömningen görs att persontätheten inte är av avgörande betydelse för risknivån längs med aktuell sträckning.
- Viss indata är förknippad med osäkerhet, då exempelvis hålstorlek, metrologiska förhållandena, utsläppsförhållande etc. måste antas. Denna typ av indata bygger på fakta från inträffade händelser, forskning osv. men är likväl förknippad med osäkerheter. För att hantera detta genomförs en känslighetsanalys vid vilken denna typ av indata varieras för att identifiera de indata som har störst effekt på slutresultatet. På så vis kan ytterligare information tas fram om de indata som har störst påverkan på slutresultatet vilket minskar osäkerheten.
- Hur stora transportmängder som kommer att transporteras på väg 222 i framtiden är förknippat med osäkerheter, eftersom dessa endast byggs på prognoser. Om antalet farligt gods-transporter i framtiden överskrider prognosen, kan behov finnas av att revidera riskbedömningens slutsatser och det bör dessutom anses skäligt att en ny riskbedömning genomförs. Det är även oklart huruvida den gamla bron kommer att bli en sekundärled för transport av farligt gods eller ej.
- Framtida utveckling avseende nyetablering/förändringar av intilliggande riskobjekt (såsom industrier och infrastruktur) respektive skyddsvärda objekt (i form av framför allt samhällsviktiga funktioner) är svårt att bedöma. Bedömningen är baserad på befintliga etableringar. Skulle riskbilden ändras till följd av förändringar i omgivningen åligger det exploatören att vidta eventuella ytterligare riskreducerande åtgärder.

Trots dessa osäkerheter är ändå en systematisk riskbedömning som denna det bästa sättet att hantera den stora men långt ifrån fullständiga kunskapsmassa som finns beträffande risker förknippade med farligt gods.

För att hantera osäkerheter har ett flertal olika scenarier beaktats, där både fördelning av farligt gods och befolkningstätheter har varierats. Detta för att minska sannolikheten för missvisande beslutsunderlag och öka sannolikheten för rimliga slutsatser. Den övergripande ansatsen har varit att vara konservativa för att undvika att identifierade risker underskattas. Slutligen föreslås vidare hantering av osäkerheter i det fortsatta arbetet med riskhantering inom projektet.

9 Slutsatser

9.1 Påverkan på omgivningen

De slutsatser som dras nedan är främst baserade på transportflöden för de olika utredningsalternativen respektive de risk- och skyddsvärda objekt som presenteras i avsnitt 2.1. Om förutsättningarna förändras, t.ex. att antalet farligt gods-transporter i framtiden överskrider prognosen, kan behov finnas av att revidera nedanstående slutsatser och det bör dessutom anses skäligt att en ny riskbedömning genomförs.

9.1.1 Människors hälsa

Beräkningarna som har genomförts visar på förhöjda risknivåer för såväl utbyggnads- som nollalternativ. Dock återfinns ingen större skillnad mellan de olika alternativen avseende miljöeffektens omfattning för människors hälsa. Däremot är skillnaderna i risknivå påtaglig jämfört med de miljöeffekter som genereras utifrån nuläget till följd av att mer farligt gods antas transporteras på sträckan år 2030 och 2040.

Till följd av den förhöjda risknivån för horisontår 2030 och 2040 bör riskreducerande åtgärder vidtas. Möjliga åtgärder redovisas närmare i avsnitt 7.

9.1.2 Naturmiljö

Konsekvensen av en olycka antas till stor del bero på om ämnet som läcker ut är i flytande eller fast form. I flytande form kan ämnet snabbare spridas till vattenförekomsten, medan det i fast form först måste lösa sig i vatten för att spridas. Resultatet av utredningen visar att en del scenarier under bygg- och renoveringsskedet kan leda till förhöjda risker för naturmiljön och en rad åtgärder måste vidtas. Med scenarier i dessa två kategorier bör riskreducerande åtgärder vidtas. För förslag till riskreducerande åtgärder och diskussion, se vidare i PM oN140003.

9.1.3 Påverkan på tredje man under bygg- och renoveringsskedet

Genom en aktiv riskhantering genom hela vägplaneskedet har många risker som kan inträffa under bygg- och renoveringsskedet hanterats löpande genom implementering av åtgärder och riskminimering.

Kvarstående risker som berör bygg- och renoveringsskedet har inte bedömts möjliga att hantera ytterligare under vägplaneskedet, utan vidareförmedlas till entreprenören för vidare hantering och bearbetning. För ytterligare information se 11 Appendix – Risker under bygg- och renoveringsskedet.

9.1.4 Samhällsviktiga verksamheter

Olycksrelaterade miljöeffekter på samhällsviktiga verksamheter intill väganläggningen bedöms i första hand kunna uppstå i händelse av olycka med giftig gas och då genom att personal påverkas negativt. Frekvenserna av dessa olyckor är låg i både utbyggnadsalternativen och nollalternativet och det är oklart hur och vilka miljökonsekvenser en sådan olycka kan orsaka samhället. Det rekommenderas dock att olycksscenariot beaktas i kommunens arbete med risk- och sårbarhetsanalyser.

9.2 Påverkan på anläggningen

Påverkan på väganläggningen som samhällsviktig verksamhet skulle kunna ske till följd av olycka inom väganläggningen. Då inga andra vägförbindelser finns över Skurusundet skulle detta kunna få mycket stora konsekvenser för trafiken. Med hänseende på trafikolyckors påverkan på väganläggningen i sig medför utbyggnadsalternativet en ökad redundans mot trafikstörningar till följd av att antalet tillgängliga körfält ökas.

10 Referenser

1. Miljöbalk (1998:808).
2. IEC. International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems*. Geneve : International Electrotechnical Commission, 1995.
3. ISO. Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73*. Geneva : International Organization for Standardization, 2002.
4. Vägverket. Veginformation 2006. *Stockholms län (AB)*. u.o. : Vägverket, 2006.
5. TRAFIKVERKET. *Lastbilstrafik 2009 Swedish national and international road goods transport 2009. Statistik 2010:3*. u.o. : Trafikanalys, 2010.
6. Räddningsverket. *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006*. u.o. : Statens räddningsverk, 2006b.
7. Länsstyrelsen i Stockholms län. *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*. 2000. 2000:01.
8. Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane. *Värdering av risk. FoU rapport - DNV*. u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
9. Räddningsverket och Boverket. *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
10. Väg- och transportforskningsinstitutet. *VTI rapport 387:1*. 1994.
11. MSB. *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng*. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
12. Räddningsverket. *Förvaring av explosiva varor*. Karlstad : u.n., 2006.
13. VTI. *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. VTI-rapport 387:4*. u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
14. Räddningsverket. *Farligt gods: Riskbedömning vid transport*. u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
15. Gustavsson, Marlene. Muntligen 2008-01-10. u.o. : Räddningsverket, 2008.
16. Ingasson, Haukur, o.a., o.a. *Räddningsinsatser i vägtunnlar*. u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
17. SIK. *Vägtrafikskador*. u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
18. VTI. *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). Uppgifter erhållna från Arne Land*. u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
19. PIARC. *Fire and smoke control in road tunnels*. u.o. : PIARC - World Road Association, 1999.
20. Stadsbyggnadskontoret Göteborg. *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92*. u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
21. Lamnevik, Stefan. *Explosivämneskunskap*. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
22. HMSO. *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*. London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
23. Daggård, Tomas. Muntligen 2010-01-11. u.o. : Orica Services Nora, 2008.
24. Pålsson, Tord. Muntligen 2008-01-09. u.o. : Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
25. MSB. *Trafikflöde på väg [Elektronisk]*. Hämtad 2010-08-11.
<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Vag/>. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
26. Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik. *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB. Muntligen: 2007-01-30*. 2007.
27. Jansson, Patrik. Muntligen 2008-01-16. *Polisens tillståndsenhet*. 2008.
28. Halmemies, Sakari. *Räddningskemi - Farliga ämnen. Publikation 10/2000*. u.o. : Räddningsverket, 2000.
29. Wahlqvist, Jan. Muntligen 2010-07-08. *LPG-ansvarig*. u.o. : Statoil, 2010.

30. *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail.* **Purdy , G.** 1993, Journal of Hazardous Materials, Vol. 3 (1993), ss. 229-259.
31. **Alexandersson, H.** *Vindstatistik över Sverige 1961-2004 (nr 121).* Norrköping : Sveriges meteorologiska institut, SMHI, 2006.
32. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
33. **Gammelgård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
34. **SPI.** Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08.
<https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
35. *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers.* **Marlair, G och Kordek, M-A.** 2005, Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.
36. **Karlsson, Lars-Håkan.** Muntligen: 2008-03-18. u.o. : Yara International ASA, Köping, 2008.
37. **Magnusson, Johan.** Muntligen 2008-03-18. *Skydd och verkan.* u.o. : FOI, Tumba, 2008.
38. **Forsén, Rickard.** *Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI MEMO 2774.* u.o. : FOI, 2009.
39. **VROM.** *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances (PGS 3).* u.o., Holland : Ministerier van VROM, 2005.
40. **Havai, Jan.** Muntligen 2008-04-18. *Transportavdelningen.* u.o. : Yara AB, Köping, 2008.
41. **Ståhlberg, Lisa.** Uppgifter via e-post (2011-04-05). *Controller, Stab Ekonomi.* u.o. : Nacka kommun, 2011.
42. **Forsén, Rickard och Lamnevik, Stefan.** Verkan av explosioner i det fria. u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2010.
43. **FOA.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE.* u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.
44. **Lamnevik, Stefan.** *Konsekvensanalys explosioner.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
45. **MSB.** *Spridning Luft. RIB XM.* u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
46. **CCPS.** *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA.* u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
47. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.
48. **Länsstyrelsen i Stockholms län.** Utdrag ur länsstyrelsens GIS-databas. *Erhållen från Sten Haugli.* 2006-11-01.
49. **Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län.** Riskhantering i Detaljplanprocessen. *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* u.o. : Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
50. **Länsstyrelsen i Skåne Län.** Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM). *Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods - Skåne i utveckling 2007:06.* 2007.
51. **Stadsbyggnadskontoret i Göteborg.** Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5. 1997.
52. **Höglund, Per.** *Säkerhetsstrateg Nacka kommun.* den 15 10 2013.
53. **Nacka kommun, naturreservatsnämnden.** Information om rättsläget för Skuruparkens reservat. *Tjänsteskrivelse NRN 2013/6-265.*
54. **Trafikverket.** Yt- och grundvattenskydd. *Handbok/Rådsdokument.* Remissversion 20120203.
55. **WSP.** *PM Riskbedömning.* Stockholm : Trafikverket, 2013. 0N140002.
56. **Ekologigruppen AB.** *Inventering av bottenvegetation i Skurusundet - En bedömning av områdets ekologiska värden inför ombyggnation av Skurubron.* 2013.
57. **Sveriges geologiska undersökning (SGU).** SGU:s kartvisar. [Online] 2013-11-08.
http://www.sgu.se/sgu/sv/produkter-tjanster/kartvisare/kartvisare_jord.html
58. **Berg, Robert.** *VA-projektör.* Stockholm, den 18 12 2013.

11 Appendix – Risker under bygg- och renoveringsskedet

I detta appendix redovisas för det arbete som har genomförts av projektet avseende risker som kan inträffa under bygg- och renoveringsskedet.

11.1 Metod

Risker under bygg- och renoveringsskedet har identifierats löpande och systematiskt genom hela projektet. Det systematiska arbetet har dokumenterats via ett riskregister som har innefattat följande risktyper:

- Projektrisker som främst berör projektets genomförande och hur dess tid och ekonomi kan påverkas av olika riskutfall.
- Arbetsmiljörisker, vilka hanteras av BAS-P och via det systematiska arbetsmiljöarbete som är ålagda byggherren att bedriva.
- Driftskedesrisker.
- Bygg- och renoveringsskedes risker med påverkan på naturmiljö.
- Bygg- och renoveringsskedes risker med påverkan på tredje man.

De två första risktyperna i ovanstående punktlista omfattas inte av kraven i denna rapport och avgränsas bort. Avseende driftskedesrisker är dessa hanterade och redovisade utförligt via denna rapport. Bygg- och renoveringsskedes risker med påverkan på naturmiljö redovisas i separat PM 0N14003.

I detta appendix redovisas således identifierade risker som kan medföra miljökonsekvenser för tredje man.

11.2 Byggskedesrisker med påverkan på tredje man

Totalt har 50 stycken risker kopplade till byggskedet identifierats, av dessa har 15 risker bedömts ha en påverkan på tredje man. De risker som bedöms kunna medföra störst miljökonsekvenser för tredje man är följande tre:

- Att föremål från bron faller ned och träffar personer som antingen vistas på land eller ombord på förbipasserande båt.
- Att personskador uppstår i samband med sprängning, exempelvis flygande föremål.
- Att bärigheten på småvägar i området som används som transportvägar är låg och att det därigenom uppstår ras eller skred som kan påverka tredje man.

Samtliga tre risker kan medföra allvarliga konsekvenser för tredje man, men bedöms kunna hanteras av entreprenören. Övriga risker som har identifierats och som kan påverka tredje man bedöms antingen ha så pass låg sannolikhet eller låg konsekvens om risken infaller att ytterligare redovisning inte sker här. Dock ska samtliga risker vidareförmedlas till nästa skede och entreprenören för att säkerställa att riskhanteringsarbetet fortsätter genom hela byggnationen.

11.3 Renoveringsskedesrisker med påverkan på tredje man

Avseende renoveringsskedet bedöms samma risker, förutom sprängningsrelaterade risker, som för byggskedet vara aktuella.

11.4 Åtgärder

Möjliga åtgärder för att minska riskerna under bygg- och renoveringsskedet är:

- Skyddsnät som förhindrar att föremål kan ramla ner på människor som vistas under pågående arbeten.
- Erforderliga avstängningar av båttrafiken.
- Genomföra erforderliga förstärkningsarbeten på transportvägarna.

Ytterligare åtgärder redovisas för entreprenören via upprättat riskregister.

11.5 Slutsats avseende risker under bygg- och renoveringsskedet

Genom en aktiv riskhantering genom hela vägplaneskedet har många risker som kan inträffa under bygg- och renoveringsskedet hanterats löpande genom implementering av åtgärder och riskminimering.

Kvarstående risker som berör bygg- och renoveringsskedet har inte bedömts möjliga att hantera ytterligare under vägplaneskedet, utan vidareförmedlas till entreprenören för vidare hantering och bearbetning.

12 Appendix – Risk och sårbarhetsanalys av naturmiljön

12.1 Inledning

Ett vägprojekt kan medföra påverkan på naturmiljön, till exempel på intilliggande vattenförekomster parkområden. För vattenresurser kan påverkan ske genom att grundvattennivåer förändras, vattnets kemiska status påverkas eller att vattenförekomsternas kontinuitet störs. Detta kan leda till negativa effekter i form av exempelvis förorening av yt- och grundvattenresurser eller förändringar av ekologin i ytvatten.

12.1.1 Syfte och mål

Riskbedömningen syftar till att belysa hur vatten och naturmiljö inom planområdet kan påverkas av den planerade verksamheten.

Resultatet från riskbedömningen ska utgöra underlag till projektets MKB och ingår därigenom som en del i det beslutsunderlag som ska möjliggöra en samlad bedömning av den planerade verksamhetens direkta och indirekta effekter på människors hälsa och på miljön.

Målet med riskbedömningen är att tydliggöra vilken riskexponering som de identifierade vattnen och naturmiljön kan utsättas för till följd av den planerade verksamheten. Analysen ska också ligga till grund för en bedömning av vilka typer av åtgärder som kan vara lämpliga samt vilken ambitionsnivå som ska ansättas för åtgärden.

12.1.2 Lagrum

Enligt vattenförvaltningsförordningen (2004:660) är de övergripande miljökvalitetsnormerna ett generellt krav om att tillståndet inte får försämrats och att ytvatten ska uppnå god ytvattenstatus, att konstgjorda och kraftigt modifierade ytvattenförekomster ska uppnå god ekologisk potential och god kemisk ytvattenstatus samt att grundvatten ska uppnå god grundvattenstatus, allt senast 2015.

Vattenmyndigheterna har enligt vattenförvaltningsförordningen fastställt kvalitetskrav i landets fem vattendistrikt enligt de föreskrifter om bedömningsgrunder som Naturvårdsverket och Sveriges geologiska undersökning meddelat. Kraven har utformats så att de övergripande miljökvalitetsnormerna uppfylls i distriktens olika vattenförekomster senast 2015. Vattenmyndigheternas kvalitetskrav är på så sätt de miljökvalitetsnormer som ska gälla i distrikten för olika vattenförekomster.

Begreppet miljö har i Miljöbalken en vid betydelse och omfattar en rad aspekter rörande bl.a. naturmiljö och kulturmiljö. Till kulturmiljö räknas i dessa sammanhang övrig fysisk miljö i form av t.ex. infrastruktur och bebyggelse, liksom de funktioner som t.ex. samhällsviktiga verksamheter (infrastruktur, vård, kommunikation, etc.) har.

12.2 Områdesbeskrivning

Inom utredningsområdet, söder om befintlig bro på båda sidor om sundet, finns ett antal naturområden med mer eller mindre höga naturvärden. De högsta naturvärdena inom utredningsområdet finns i direkt anslutning till sundet på Skurusidan, se Figur 18.

Gällande vattenförekomster så sker den ytliga avrinningen inom området mot tre recipienter; Bastusjön i nordväst, Kvarndammen österut, och Skurusundet. I denna riskbedömning behandlas endast Kvarndammen och Skurusundet, i enlighet med resten av MKB:n.



Figur 18. Området kring Skurubron med Skurusundet i mitten, Kvarndammen till höger och Skuruparken till vänster.

12.2.1 Skurusundet

Skurusundet utgör en ytvattenförekomst med fastställda miljökvalitetsnormer.

Vattnet i Skurusundet är bräckt och påverkat av övergödning. Inga större vattendrag leder till Skurusundet. I området kring bron finns inga markavvattningsföretag. Dagvattnet från Skurubron leds idag direkt till Skurusundet som redan är hårt belastad. Dagvattnet från omkringliggande vägområden på land fördröjs däremot i diken och genomgår därför en viss rening. Med undantag för kvicksilver bedöms Skurusundet i dagsläget ha en god kemisk status, men exempelvis vid marinan kan föroreningar förekomma. Till följd av övergödning är den ekologiska statusen i Skurusundet otillfredsställande, även om vattenområdet i sundet har ett visst naturvärde. Eventuella föroreningshalter i sedimenten i sundet är inte fastställda. Enligt en undersökning från år 2005 har dock yt sedimenten vid Tollare, söder om bron, kvicksilverhalter på 1,6 - 2,0 mg/kg TS.

Stränderna längs sundet är branta och området nära bron kännetecknas av tunna jordlager med berg i dagen.

12.2.2 Kvarndammen

Kvarndammen är belägen sydost om Skurubron och utgör enligt Nacka kommuns dagvattenpolicy en mycket känslig recipient för förorenat dagvatten.

Kvarndammen har kraftiga eutrofieringsproblem (övergödning).

12.2.3 Skuruparken

Skuruparken sträcker sig från Värmdöleden och vidare cirka 500 meter längre söderut. Stora delar av parken är därför lokaliserad utanför, men i nära anslutning till utredningsområdet. Vid sidan av parkens kulturhistoriska värden har parken höga naturvärden och hyser ett antal rödlistade djur och växter. Vegetationen i parken domineras av gamla träd, framförallt grova, värdefulla ekar.

Skuruparken är i dagsläget inget naturreservat, men i december 2011 beslöt kommunfullmäktige om ett interimistiskt förbud vilket innebär att området redan nu ska hanteras som ett naturreservat (53).

De högsta naturvärdena inom utredningsområdet finns i direkt anslutning till sundet på Skurusidan.

12.2.4 Övrig naturmark på land

På Björknässidan, direkt söder om trafikplatsen i Björknäs, finns ett mindre skogsmarkområde med såväl tall som lövträd, däribland ek. Området hyser dock inte några högre naturvärden och har enbart vissa förutsättningar för biologisk mångfald.

12.3 Byggskede och renovering

Anläggningsskedet är uppdelat i ett byggskede och en renovering. De gamla broarna ska renoveras och en ny bro ska byggas. Nedan beskrivs hur de båda ska skedena ska gå till.

12.3.1 Befintliga broar

Ställningar som behövs för att renovera de befintliga broarna monteras på de befintliga broarnas bågar och därmed behövs inga ställningar i vattnet. Ställningarna kommer att förses med nät som hindrar eventuellt material från att trilla ner i vattnet.

Det mesta av renoveringsarbetet kommer att ske uppfifrån bron. Den huvudsakliga teknik som kommer användas för att avlägsna de delar av de befintliga broarna som ska bort är vattenbilning. Det vatten som blir över kommer att tas omhand innan det släpps ut (via dagvattennätet till sundet). Exempelvis kan vattnet samlas i containrar i vilka vattnet tillåts sedimentera. Eftersom den huvudsakliga tekniken sannolikt kommer bli vattenbilning, kommer det inte damma särskilt mycket under renoveringsskedet. Eventuell kan kapning av betong ske med vattenbegjutning.

12.3.2 Ny bro

Den nya bron kommer att byggas genom att ändarna på bron byggs från respektive strandkant (Skuru och Björknäs). Mittenpartiet kommer sedan att lyftas på plats med domkrafter placerade på de nybyggda delarna av bron med vilka man drar upp de sista bitarna brohalva för brohalva. Med brohalva avses körfälten mot Skuru (ena halvan) och mot Björknäs (andra halvan). Det kommer eventuellt behövas ett provisoriskt brostöd i sundet under byggtiden.

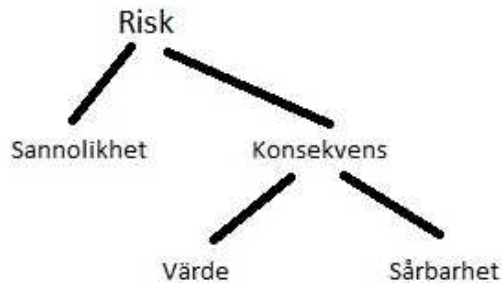
Det mesta arbetet kommer ske i strandkanten, bland annat spontning och betonggjutning. Hur långt ut i vattnet som spontningen kommer ske beror på hur långa de mittpartier som lyfts på plats med hjälp av domkraft är. Eventuellt kommer det behöva gutas betong mot berg vid strandkanterna. Tätningen vid sponterna sker med betong.

12.4 Metod

Metodiken vid arbetet med risk- och sårbarhetsanalysen utgör den som är beskriven i handboken Yt- och grundvattenskydd (54).

För vattenskydd definierar Trafikverket risk som en sammanvägning av sannolikhet för en oönskad händelse och konsekvensen av denna. Konsekvensen i sin tur är en sammanvägning av värde och sårbarhet, se Figur 19. Definitionen har i denna riskbedömning även valts för övriga naturmiljöer.

Sannolikhet avser händelser som leder till utsläpp av miljöfarligt ämne på platser och i sådana sammanhang att en vattenresurs skulle kunna påverkas. Värdet på det som skadas kan beskrivas både i monetära och icke-monetära termer. Sårbarhet kan beskrivas som ett systems bristande förmåga att fungera och uppnå sitt syfte när det utsätts för en oönskad händelse.



Figur 19. Förhållande mellan olika begrepp som används i analysen (2).

Sannolikhet och konsekvens kan sedan kombineras i en riskmatris med riskklasser som behöver bestämmas utifrån ett kvalitativt resonemang. I ett sådant kvalitativt resonemang måste även möjliga åtgärder och deras kostnader, realism och förväntad riskreduktion vägas in. Användning av riskmatrisen och riskklasserna sker genom att ett givet skyddsobjekt identifieras de olika delriskerna och genererar en träffbild i riskmatrisen.

En del ställningstaganden och rekommendationer kan skilja sig väsentligt från den tidigare praxis som gällt inom Vägverket respektive Banverket. Förändringarna är i första hand påkallade genom vattendirektivet implementering i den svenska lagstiftningen, men också som en följd av en attitydförändring allmänt inom vårt samhälle vad gäller vårdandet av vattenresurser.

Arbetsgången kan sammanfattas enligt följande:

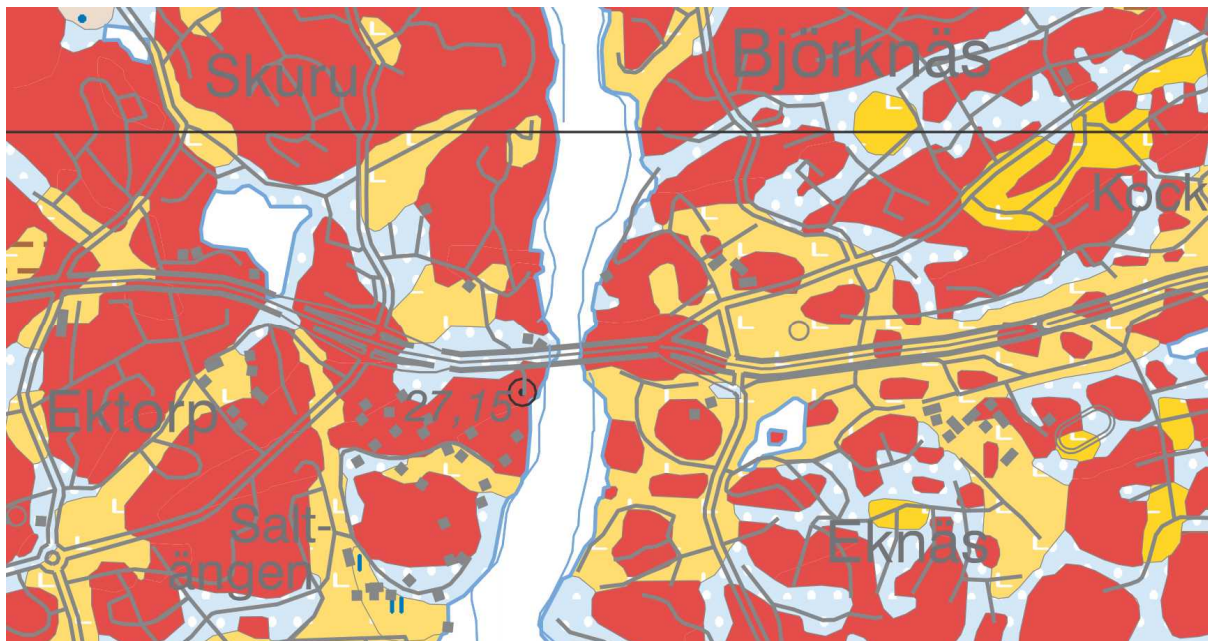
1. Sårbara punkter/områden identifieras och beskrivs. Det är dessa objekt som risk- och sårbarhetsanalysen avser.
2. Riskidentifiering. De risker som kan förknippas med genomförandet av planen identifieras och beskrivs. Beskrivningen delas upp i risker under anläggningsskedet och driftskedet.
3. Värdebedömningar görs av skyddsvärda objekt t.ex. utifrån deras uttagskapacitet eller och ekologiska värde.
4. Sårbarhetsbedömning som delvis beror på tid mellan utsläpp och upptäckt, samt ämne och volym.
5. Riskuppskattning: För identifierade risker görs en kvalitativ bedömning av sannolikheten för oönskad händelse och konsekvens med avseende på skyddsvärda objekt.
6. Riskvärdering: Bedömning av om identifierade risker kan påverka de skyddsvärda objekten.
7. Riskreducerande åtgärder. Med ledning av riskuppskattning, sårbarhetsbedömning och värdebedömning beskrivs lämpliga riskreducerande åtgärder. Dessa åtgärder är dock att betrakta som förslag på åtgärder och bör bedömas utifrån ett kostnads-/nyttoperspektiv.

12.5 Sårbara punkter/områden

För att identifiera sårbara punkter inom vägplaneområdet har kartmaterial studerats. De sårbara punkter som är aktuella är Skurusundet, Kvarndammen, Skuruparken och skogsmarken vid Björknäs.

På båda sidor om Skurusundet finns höjdområden med fastmark och berg i dagen. I Skurusundet finns en jordfylld svacka och sannolikt även en svaghetszon i berget. Inom trafikplatsen vid Skuru och inom

den norra delen närmast vattnet förekommer enligt geologisk karta lera ovan friktionsjorden. Öster om sundet finns områden med lera kring Kvarndammen. I samband med att den nuvarande vägen byggdes, grävdes lös jord ur och ersattes med friktionsjord inom åtminstone två mindre partier på Björknässidan. Inga övriga geotekniska förstärkningsåtgärder är kända. För en karta över jordarter i området, se Figur 21.



Figur 20. Jordarter i området kring Skurubron, från Sveriges geologiska undersökning.

En kartering har utförts av berg i dagen. Berget väster om Skurusundet utgörs av sedimentär gnejs/ådergnejs med kvarts och pegmatitkörtlar. Sprickzoner med mellanliggande ler- och omvandlingsmineraler påträffas ned till cirka 4 meters djup i den befintliga skärningsslänten. Subhorisontella sprickplan med lerfyllning på cirka 1-3 mm förekommer. Ned mot vattnet på den sydvästra sidan av brofästet utgörs berget av grovkornig granit/pegmatit

Berget på östra sidan om Skurusundet utgörs av granit som ställvis har förgnejsats. Ett flertal skärningsslänter i berg finns längs dagens väg. Geotekniska undersökningar har inte utförts i samband med vägutredningen. Däremot har tidigare utförda geotekniska undersökningar inventerats och digitaliserats. Dessa undersökningar är huvudsakligen utförda under perioden 1965 till 1970 inför byggande av nuvarande trafikplatser.

Geotekniska undersökningar har även utförts under 2010 inför en ny påfartsramp vid Björknäs. Utförda geotekniska undersökningar visar att lera förekommer inom delområden och lerdjupet varierar vanligen från 0 till cirka 5 m, men inom partier utanför den befintliga vägen finns lera med mäktighet upp till cirka 8 m.

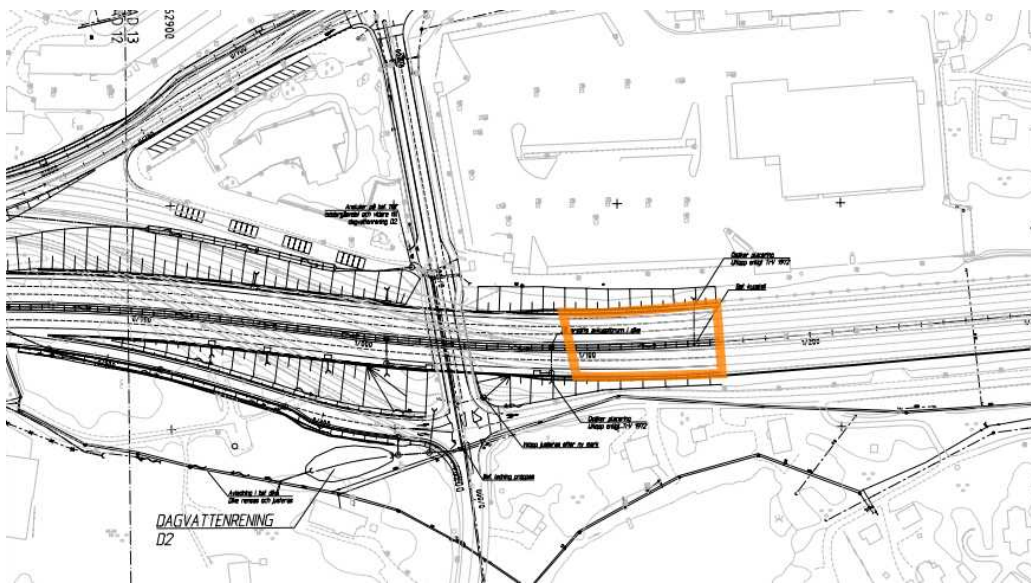
Geotekniska undersökningar har utförts i Skurusundet under 1968. Undersökningarna visar att vattendjupet varierar mellan 4,5 och 11,5 m i de utförda punkterna och att det finns upp till cirka 5 m lös jord som karaktäriserats som dy och därunder finns friktionsjord. Bergnivån är inte undersökt i själva sundet.

De händelser som har beaktats är sådana som är förknippade med transporter av farligt gods längs den aktuella vägsträckningen respektive med verksamheten under anläggningsarbetet. Både byggskede och driftskede beaktas.

I utbyggnadsalternativet 2040 att gå 112 000 fordon per dygn över Skurubron n(både nya och gamla). Cirka 2 % av dessa antas vara farligt gods-transporter.

12.5.1 Befintliga skyddsåtgärder

I dagsläget finns ingen dagvattenhantering vilket innebär att ett eventuellt utsläpp på bron eller i närheten rinner direkt ner i Skurusundet. En liten del av vägen på Björknässidan avrinner till Kvarndammen, se Figur 21.

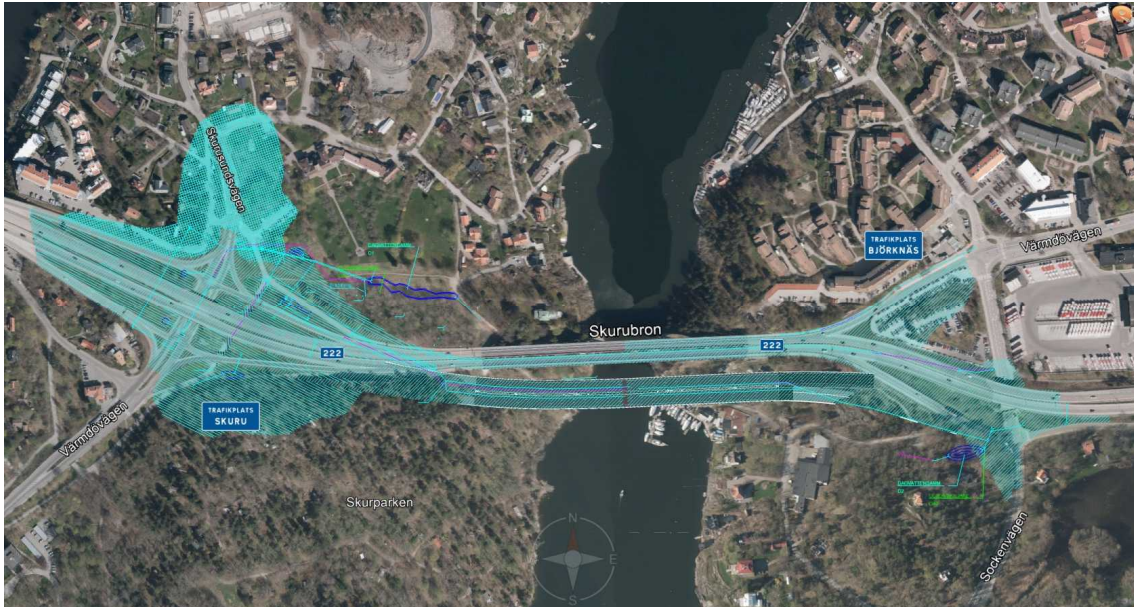


Figur 21. Det är ungefär denna yta vars dagvatten avrinner i befintligt system till Kvarndammen. Från ledningen under vägen släpps vattnet till diket längs med vägen.

Den nya bron samt cirkulationsplatserna kommer att förses med dagvattenhantering. Detta kommer räven att gälla den gamla bron när den byggs.



Figur 22. Dagvattendammar vid Skuru och Björknäs.



Figur 23. Avrinningsområde kring Skurubron.

12.5.2 Risker under byggskede och renovering

Följande risker anses vara aktuella vid anläggningsskedet (både renovering och byggnation av ny bro):

- Läckage av olja eller diesel från arbetsmaskiner och fordon, och spill vid tankning av sådana, är vanligt förekommande vid anläggningsarbeten. Ofta rör det sig om mindre mängder som suggs upp i markens översta delar. Några procent av föroreningen är vattenlöslig och kan lösas i infiltrerad nederbörd och därefter transporteras med ytligt eller djupare avrinnande vatten och kan på så sätt nå grundvattenförekomsten. Om större mängder släpps ut kan även icke-vattenlösliga delar av föroreningen snabbt spridas genom ytlig avrinning. Detta gäller speciellt vid kraftig nederbörd.
- Läckage från cisterner p g a stöld/åverkan eller påkörning är en risk som särskilt bör beaktas eftersom detta kan leda till större läckage. Särskilt vid stöld/åverkan, men även vid påkörning, kan det gå flera dagar innan utsläppet uppmärksammas, varför spridningen kan hinna bli stor.
- Tvätt av arbetsmaskiner och fordon innebär en risk, särskilt om högtryckstvätt, avfettningsmedel och/eller tvättmedel används. Även en mindre volym olja eller diesel kan orsaka betydande och långvarig smak- och luktpåverkan på vatten.
- Sprängning kan orsaka spridning av kväveföreningar (sprängmedelsrester). Lösta föroreningar kan spridas såväl med ytligt som djupare avrinnande vatten samt påverka dagvattnet. Sprängning är dock bara aktuellt i samband med byggnation och bedöms ej påverka renoveringen i någon egentlig utsträckning.
- Utfyllnad med externa massor innebär en risk då dessa kan innehålla föroreningar. Detta blir främst aktuellt under byggskedet.

- Spill/utsläpp vid hantering av miljöfarliga produkter och avfall (färgrester, lösningsmedel m.m.) är andra risker under anläggningsskedet. Utsläpp kan ske genom felaktig användning, skador på förpackning/behållare, bristande hantering av avfall m.m.

12.5.3 Risker under driftskede

Följande risker anses vara aktuella under driftskedet:

- Läckage av olja eller bränsle från fordon kan leda till utsläpp och förorenat dagvatten eller infiltration av föroreningar som sedan transporteras med ytligt eller djupare avrinnande vatten.
- Farligt gods-olycka enligt beskrivningar i PM Riskbedömning (55).
 - Klass 1 Explosiva ämnen och föremål antas likt scenario 4.
 - Klass 2 Gaser kan lösas i vatten och spridas såväl med ytligt som djupare avrinnande vatten.
 - Klass 3 Brandfarliga vätskor kan orsaka stora utsläpp beroende på typ av olycka.
 - Klass 4 Brandfarliga fasta ämnen kan reagera våldsamt med oxidationsmedel eller antändas vid kontakt med luft och därmed orsaka bränder vars produkter kan lösa sig i vatten och spridas vidare.
 - Klass 5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider finns i både fast och flytande form, och både de oxiderande och de organiska peroxiderna kan, likt klass 4, reagera häftigt med brand och explosion som följd. Till organiska peroxider hör en del starkare gödningsmedel.
 - Klass 6 Giftiga och smittförande ämnen kan spridas efter att det löst sig i vatten, eller direkt om det är i flytande form. Till giftiga ämnen räknas t.ex. impregnerings- och bekämpningsmedel.
 - Klass 7 Radioaktiva ämnen är sällan förekommande transporter jämfört med andra klasser.
 - Klass 8 Frätande ämnen inbegriper syror och baser. Vid ett utflöde på marken blir miljökonsekvensen normalt störst om ämnet är i vätskeform.
 - Klass 9 Övriga farliga ämnen och föremål är ämnen som kan utgöra miljöfara, exempelvis asbest och PCB.

Sannolikheten att bygg- och renoveringsskedet påverkar Kvarndammen och skogsmarksområdet vid Björknäs i någon större utsträckning bedöms som liten, eftersom etableringsytorna inte kommer vara i direkt anslutning till dessa naturvärden.

12.6 Värde och sårbarhet samt sannolikhets- och konsekvensklasser

I detta avsnitt redovisas de kriterier som använts för att bestämma värde-, sårbarhet, sannolikhets- samt konsekvensklasser.

Tabell 5. Värdeklasser. (54)

Klass	Beskrivning
1	Exempelvis ett vatten som översiktligt bedömts ha en god uttagskapacitet som inte nyttjas idag och där det inte heller finns utpekanden för framtida nyttjande.
2	Måttligt värdefullt vatten, exempelvis ett vatten som nyttjas för dricksvattenförsörjning för en mindre population och där reserv, och alternativkapacitet finns tillgängliga.
3	Värdefulla vatten, exempelvis vatten som nyttjas för dricksvattenförsörjning för en medelstor population och där reserv, och alternativkapacitet finns tillgängliga.
4	Mycket värdefulla vatten, exempelvis ett vatten som är av betydelse för en utpekad särskild skyddad ekologisk miljö.
5	Särskilt värdefulla vatten, exempelvis ett vatten som utgör en fundamental förutsättning för en utpekad och särskilt skyddad ekologisk miljö. Ett vatten med hög uttagskapacitet som nyttjas för dricksvattenförsörjning för en stor population och där reserv- och alternativkapacitet saknas.

Tabell 6. Sårbarhetsklasser. (54)

Klass	Beskrivning
1	Spridning såväl vertikalt som horisontellt är begränsad till utrinnande över mindre yta och nedträngningen är begränsad. Underliggande jordar är att betrakta som täta.
2	Spridningsförloppet av ett utsläpp är starkt begränsat, men kommer med tiden ändå att förorena skyddsobjektet om inte sanering görs.
3	Spridningsförloppet vid ett utsläpp är begränsad så att akuta och efterföljande räddningsinsatser förhindrar skada på skyddsobjektet. Alternativt är skadan på skyddsobjektet av sådan art att den kan fortsätta att fungera om än i reducerad omfattning.
4	Vid god beredskap och gynnsamma förutsättningar så klarar man med räddnings- och saneringsinsatser och efter inträffad skadehändelse förhindra skada på skyddsobjektet eller att det bedöms möjligt att inom överskådlig tid reparera den skada som uppkommit.
5	Det är i praktiken omöjligt att efter inträffad skadehändelse förhindra att skyddsobjektet förorenas/skadas. Skadan är dessutom av sådan art att skyddsobjektet upphör att fungera. Exempelvis en vattentäkt som måste tas ur bruk för obestämd framtid på grund av att den förorenats med petroleumprodukter.

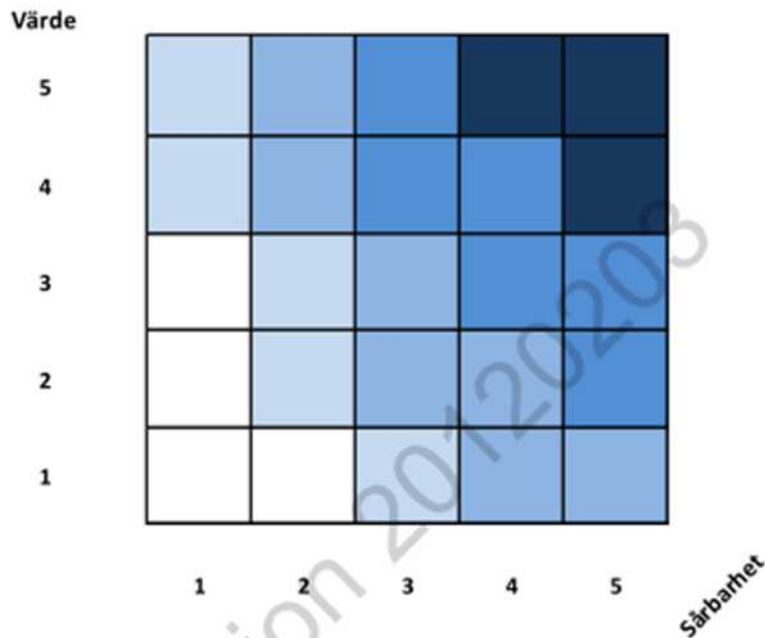
Tabell 7. Sannolikhetsklasser. (54)

Klass	Beskrivning
1	Sannolikhet för minst en händelse med utsläpp inom 50 år är 1-6,9 %. Sannolikheten är låg nog att betraktas som försumbar såvida inte konsekvenserna av en händelse är mycket stora.
2	Sannolikheten för minst en händelse med utsläpp inom 50 år är 39 % eller mindre. Sannolikheten är signifikant särskilt vid svåra konsekvenser. Riskkostnaderna kan i allmänhet förväntas vara låga i förhållande till kostnader för förebyggande åtgärder.
3	Sannolikheten för minst en händelse med utsläpp inom 50 år är mellan 39 och 92 % vilket får anses vara en hög nivå. Riskkostnaderna kan vara allt ifrån låga till höga och det är i regel motiverat att genomföra fördjupade analyser.
4	Sannolikhet för minst en händelse med utsläpp inom 50 år är nära 1. Sannolikheten är att betrakta som hög eller mycket hög och är i sig en stark indikator på att en oacceptabel risknivå föreligger.
5	Sannolikheten för minst en händelse med utsläpp inom 20 år är över 95 %. Detta är en mycket hög sannolikhetsnivå som är oacceptabel inte bara ur ett vattenskyddsperspektiv. Om sannolikheter på denna nivå identifieras bör detta snarast påtalas för samtliga berörda intressenter och omedelbara åtgärder kan behöva vidtas.

Tabell 8. Konsekvensklasser (modifierade från (54)).

Klass	Beskrivning
1 Mycket liten	Hydrologiska förutsättningar finns för att ett utsläpp till slut ska riskera att förorena en värdefull vattenresurs. Förutsättningar för sanering är dock goda såväl avseende omfattningen som tidsmässigt.
2 Lindrig	Ett utsläpp gör ingen omedelbar skada, men ett hot om skada kvarstår tills sanering är genomförd.
3 Stor	En vattenresurs lider skada, men kan återställas. Dess funktion kvarstår under återställningstiden om än i begränsad omfattning.
4 Mycket stor	En dricksvattenresurs som försörjer tiotusentals personer slås ut temporärt, men kan återställas. Ett ekosystem slås ut temporärt, men kan återställas.
5 Katastrof	En dricksvattenresurs som försörjer tiotusentals personer slås ut permanent. Ett ekosystem slås ut permanent.

Konsekvensklassen bestäms genom att väga samman värde och sårbarhet, enligt Figur 24.



Figur 24. Sårbarhet och värde vägs samman till en konsekvensklass genom avläsning på respektive axel.

Genom en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens fås en total risk som värderas från 1-5 enligt Tabell 9.

Tabell 9. Riskklasser. (54)

Klass	Beskrivning
1 Låg risk	Låg sannolikhet för skadehändelser och/eller nödvändiga saneringsinsatser. Vid utsläpp tas små resurser i anspråk. Förebyggande åtgärder är inte motiverade.
2 Förhöjd risk	Konsekvenserna av en skadehändelse är inte försumbara, för de flesta tänkbara händelser är dock förutsättningarna för lyckad sanering mycket goda. Mindre riskreducerande förebyggande åtgärder kan vara motiverade.
3 Måttlig risk	Olyckshändelser inom skyddsobjektet har förekommit, konsekvenser av utsläpp är betydande. Riskreducerande förebyggande åtgärder bör vidtas, omfattande åtgärder kan i vissa fall vara motiverade.
4 Hög risk	Olyckshändelser inträffar återkommande och konsekvenserna om ett utsläpp skulle nå och påverka skyddsobjektet är mycket stora. Långtgående riskreducerande åtgärder är motiverade, reglering av trafiken bör övervägas.
5 Mycket hög risk	Olyckshändelser inklusive skadehändelser inträffar återkommande, konsekvenserna om ett utsläpp skulle nå skyddsobjektet är katastrofala. Långtgående riskreducerande åtgärder behöver vidtas, nedstängning och flyttning av riskobjektet kan vara motiverad.

12.7 Värdebedömning

Den värdebedömning som görs för de berörda vatten- och naturförekomsterna utgår från den status som dessa har i dagsläget, inte från den status som man vill uppnå med miljökvalitetsnormerna. De lägre klasserna har ett fokus på människan (antropocentriskt synsätt) medan de högre klasserna (4 och 5) har ett fokus på naturen (ekocentriskt synsätt). I denna riskbedömning har tolkningen gjorts att de lägre naturvärdena ingår i de lägre klasserna (trots att endast "dricksvatten" nämns). De olika områdena som bedömts visas i Figur 25.



Figur 25. Områden kring Skurubron med bedömda världsklasser.

12.7.1 Skurusundet

En ytvattentillgångs värde kan beskrivas som sociala värden (rekreation, bad, fiske, kulturhistoria etc.), naturvärden (ekologi, naturresurser, fria stränder) och ekonomiska värden (vattenförsörjning, bevattning, recipient, farleder, energiutvinning, yrkesfiske) (56).

Den inventering av Skurusundets stränder och naturvärdesbedömning som gjordes under 2012 visade att, med hänsyn till den starka mänskliga påverkan, Skurusundets naturvärden är låga (4).

Ytvattenförekomsten Skurusundets värde bedöms vara en 1:a enligt Tabell 5.

12.7.2 Kvarndammen

Vattenförekomsten Kvarndammen har kraftiga eutrofieringsproblem (övergödning). Värdet bedöms vara en 1:a enligt Tabell 5.

12.7.3 Skuruparken

Skuruparken, se det orange området i Figur 25, är i dagsläget inget naturreservat men i december 2011 beslöt kommunfullmäktige om ett interimistiskt förbud vilket innebär att området redan nu ska hanteras som ett naturreservat (53).

Inom Skuruparken ligger även den så kallade Ekbacken, se röd markering i Figur 25, där det finns värdefulla ekar. Skuruparkens värde bedöms vara en 4:a enligt Tabell 1.

Delar av Skuruparken har bedömt ha värdeklass 2 och 3, se blått och gult område i Figur 25.

12.7.4 Övrig naturmark på land

Skogsmarksområdet på Björknässidan har värdeklass 2 enligt Tabell 5.

12.8 Sårbarhetsbedömning

Vid bedömning av sårbarhet är förväntade insatstider en viktig parameter (54). En del i denna är tid mellan utsläpp och upptäckt. I driftskedet kan denna tid förväntas vara kort, eftersom olycka i trafiken inte går obemärkt förbi. Däremot i anläggningsskedet finns risk för fördröjd upptäckt, om läckage sker när arbetsplatsen är obemannad.

En annan del av insatstiden är själva restiden för räddningstjänsten. Närhet till större ort och därmed korta reseavstånd för räddningstjänsten innebär att en sårbarhetsklass 3 eller lägre kan väljas. I Nacka finns en heltidsbrandsation och därmed är reseavståndet kort i händelse av en olycka kring Skurubron.

Sårbarheten för Skurusundet och Kvarndammen bedöms tillhöra klass 3 för anläggningsskedet och 2 för driftskedet.

Sårbarheten för Skuruparken och övrig naturmiljö på land bedöms tillhöra klass 2 för driftskedet.

12.9 Riskuppskattning

I detta avsnitt redovisas riskuppskattningarna som är gjorda för ytvattenförekomster och naturmiljö. Risken är en sammanvägning av sannolikhet och kosekvens. Dessa två redovisas först och sedan sammanställs dessa tillsammans med sårbarhet och värde. Dessa uppskattningar ligger sedan till grund för den totala risvärderingen i avsnitt 12.10.

12.9.1 Sannolikhet

Sannolikhet i denna bedömning ses som produkten av sannolikheten för olycka och sannolikheten för att det vid en olycka sker ett utsläpp av miljöfarligt ämne.

Sannolikheterna för de olika scenarierna under anläggningsskedet uppskattas utifrån tabell 4.1 i (2), där olika risker klassas. När det gäller scenarier där det inte behövs en olycka för att ett utsläpp ska kunna ske (t.ex. sprängning och utfyllnad med externa massor) så har sannolikheten för dessa värderats högre.

I dagsläget finns ingen dagvattenhantering vilket innebär att ett eventuellt utsläpp på bron eller i närheten rinner direkt ner i Skurusundet. Detta blir alltså fallet under anläggningsskedet, innan den nya dagvattenhanteringen är färdig. På Björknässidan finns en liten del av vägen varifrån ett eventuellt utsläpp rinner till Kvarndammen via befintliga ledningar. Skulle ett utsläpp ske just där så kommer det alltså att rinna direkt ut i Kvarndammen.

Sannolikheten för de scenarierna som är aktuella under driftskedet har främst utgått från de beräkningar som gjort i PM Riskbedömning (55). Där har sannolikheten för en trafikolycka med farligt gods beräknats till 0,094. Enligt handboken är sannolikheten för att det sker utläckage av miljöfarligt ämne vid en olycka är 0,03. Detta innebär att sannolikheten för en olycka som dessutom leder till utsläpp av farligt gods inom vägplaneområdet är $0,094 \cdot 0,03 = 0,00283$. Det ger en återkomsttid på 353 år, alltså sannolikhetsklass 1 eller 2 enligt tabell 4.1 i handboken.

Båda broarna kommer att förses med dagvattensystem med haveriskydd om 6-10m³ (6). På båda sidor om sundet finns samlad rening och fördröjning genom dagvattenreningsanläggningar samt extra fördröjning och haveriskydd i diken och anlagda översvåmningsytor. Det finns därmed möjlighet att proppa utgående ledningar från diken och översvåmningsytor samt att använda den samlade reningen som fälla för ex petroleumprodukter.

Därmed minskar sannolikheten för att ett vätskeutsläpp kommer nå Skurusundet eller Kvarndammen och därför väljs de lägre av de två sannolikhetsklasserna; en 1:a.

Bygg- och renoveringsskedet bedöms bara kunna påverka Skurusundet, medan utsläpp under driftskedet bedöms kunna påverka både Skurusundet, Kvarndammen och Skuruparken.

12.9.2 Konsekvens

Konsekvensen ses i denna bedömning som en kombination av värde och sårbarhet. Enligt

Tabell 8 så innebär en mycket stor eller katastrofal (4 respektive 5) konsekvens att en större dricksvattenresurs påverkas. Då detta inte är aktuellt för Skurusundet eller Kvarndammen anses konsekvensen för de studerade scenarierna aldrig överstiga stor, 3.

Tabell 10. Sannolikhet, konsekvens, värde och sårbarhet vid de olika olycksscenarierna för Skurusundet.

Scenario	Beskrivning	Sannolikhet	Konsekvens	Värde	Sårbarhet
Bygg/renovering					
A1	Läckage av olja eller diesel från arbetsmaskiner och fordon, och spill vid tankning	2	3	1	3
A2	Läckage från cisterner p.g.a. stöld/åverkan eller påkörning	2	3	1	3
A3	Tvätt av arbetsmaskiner och fordon	4	3	1	3
A4	Sprängning	3	3	1	3
A5	Utfyllnad med externa massor innebär en risk då dessa kan innehålla föroreningar.	3	3	1	3
A6	Spill/utsläpp vid hantering av miljöfarliga produkter och avfall	2	3	1	3
Driftskede					
A7	Läckage av olja eller bränsle från fordon	1	2	2	2
A8a	Farligt gods-olycka, fast form	2	2	2	2

Scenario	Beskrivning	Sannolikhet	Konsekvens	Värde	Sårbarhet
A8b	Farligt gods-olycka, flytande	1	2	2	2

Tabell 11. Sannolikhet, konsekvens, värde och sårbarhet vid de olika olycksscenarierna för Kvarndammen.

Scenario	Beskrivning	Sannolikhet	Konsekvens	Värde	Sårbarhet
Driftskedet					
B1 B7	Läckage av olja eller bränsle från fordon	1	2	2	2
B2a 8a	Farligt gods-olycka, fast form	2	2	2	2
B2b 8b	Farligt gods-olycka, flytande	1	2	2	2

Tabell 12. Sannolikhet, konsekvens, värde och sårbarhet vid de olika olycksscenarierna för Skuruparken.

Scenario	Beskrivning	Sannolikhet	Konsekvens	Värde	Sårbarhet
Bygg/renovering					
C1	Läckage av olja eller diesel från arbetsmaskiner och fordon, och spill vid tankning	2	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2
C2	Läckage från cisterner p.g.a. stöld/åverkan eller påkörning	2	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2
C3	Tvätt av arbetsmaskiner och fordon	4	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2
C4	Sprängning	3	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2

Scenario	Beskrivning	Sannolikhet	Konsekvens	Värde	Sårbarhet
C5	Utfyllnad med externa massor innebär en risk då dessa kan innehålla föroreningar.	3	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2
C6	Spill/utsläpp vid hantering av miljöfarliga produkter och avfall	2	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2
Driftskedet					
C7a	Farligt gods-olycka, fast form	2	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2
C7b	Farligt gods-olycka, flytande	2	3	3 och 4 i värdefulla punkter/ 1 i övrigt	2

Tabell 13. Sannolikhet, konsekvens, värde och sårbarhet vid de olika olycksscenarierna för skogsmarksområde vid Björknäs.

Scenario	Beskrivning	Sannolikhet	Konsekvens	Värde	Sårbarhet
Driftskedet					
D1a	Farligt gods-olycka, fast form	1	2	2	2
D1b	Farligt gods-olycka, flytande	1	2	2	2

12.10 Riskvärdering

Riskvärderingen för grundvattenförekomsten redovisas i matrisform, se

Figur 26, och riskvärdering för ytvattenförekomsten görs i diskussionsform.

12.10.1 Riskvärdering vattenförekomst

I riskmatrisen nedan har scenarierna förts in med sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet

5					
4			A3, C3		
3			A4, A5, C4, C5,		
2		A8a, B2a,	A1, A2, A6, C7a, C7b, C1, C2, C6		
1	D1a, D1b	A7, A8b, B1, B2b			
	1	2	3	4	5
	Konsekvens				

Figur 26. Riskmatris. (54)

Två scenarier har värderats till en hög risk enligt Tabell 9. Dessa är tvätt av arbetsmaskiner och fordon i samband med byggskedet och renovering vid Skurusundet och Skuruparken. För dessa är långtgående riskreducerande åtgärder motiverade och reglering av trafiken bör övervägas.

12.11 Riskreducerande åtgärder

Den övergripande målsättningen med föreslagna riskreducerande åtgärder är att den föreslagna verksamheten inte ska tillåtas påverka vattnens och naturmiljöns kvalitet. Åtgärderna ska garantera att gällande miljökvalitetsnormer följs samt att kraven i 2 kap. 3 § miljöbalken at vidta tillräckliga skyddsåtgärder och försiktighetsmått tillgodoses.

Diffusa, långvariga läckage är värre än enstaka akuta lägen. Detta bl.a. för att långvariga läckage är svåra att upptäcka, till skillnad från en olycka med läckage som blir uppmärksammas av personer på plats, vilket ger möjligheter för avhjälpande insatser.

Fokus har lagts på organisatoriska åtgärder och mindre kostsamma sådana. Åtgärderna måste ändå bedömas avseende rimlighet och kostnad-nytta.

Eftersom många av åtgärderna är organisatoriska är de tillämpliga för alla berörda vatten och naturmiljöer. Exempelvis avser flera av åtgärderna i anläggningsskedet utrustning, hantering, försiktighet och rutiner som är till för att skydda alla dessa.

12.11.1 Renovering och byggskede

Följande åtgärder rekommenderas under byggtiden:

- Information ska ges till alla medverkande under byggtiden om ytvattnets känslighet.
- Under byggtiden ska entreprenadmaskiner och oljecisterner ställas på invallad hårdgjord yta.
- Tvätt av fordon och maskiner ska begränsas till platser där tvättvatten inte kan infiltrera i marken.
- Daglig kontroll ska utföras av fordon och maskiner avseende läckage.
- Uppställning av cisterner ska begränsas till platser som är säkra med avseende på stöld och åverkan.
- Petroleumprodukter och kemikalier ska hanteras med försiktighet.
- Hantering och lagring av petroleumprodukter och kemikalier ska vara utformad så att spill och läckage av förorenande ämnen till miljön undviks, t.ex. med hjälp av invallade ytor, i dubbelmantlade kärl, i containers eller motsvarande. Hela volymen vid läckage ska förhindras att tränga ner i marken.
- Utrustning för saneringsåtgärder, såsom absorbenter för oljor, ska finnas tillgängliga vid arbetsområdet för direkta saneringsåtgärder. Den personal som arbetar där ska vara väl förtrogen med handhavandet av utrustningen. Saneringsutrustning ska även finnas i alla entreprenadmaskiner.
- Under byggskedet ska extra försiktighet iakttas när skyddande markskikt tas bort vid schaktarbeten eftersom det medför en ökad risk för infiltration av föroreningar till

grundvattnet. När friktionslager påträffas under lera ska särskild försiktighet iakttas och kompletterande behov av skyddsåtgärder övervägas.

- Vid bortschaktning av torrskorpelera eller annat skyddande lager över naturligt avsatt lera, på avsnitt där underliggande friska lerskikt ingår i skyddet av grundvattnet, ska den friska leran skyddas mot uttorkning.
- Vid sprängning ska risker med massor och sprängmedelspill hanteras för att skydda grundvattnet.
- Kontrollprogram för ytvatten under byggskedet ska upprättas och följas.
- Rutiner för hantering av eventuella olyckor ska finnas.
- Rutiner ska finnas för hur förorenade massor som eventuellt kan påträffas ska tas om hand på ett miljöriktigt sätt.

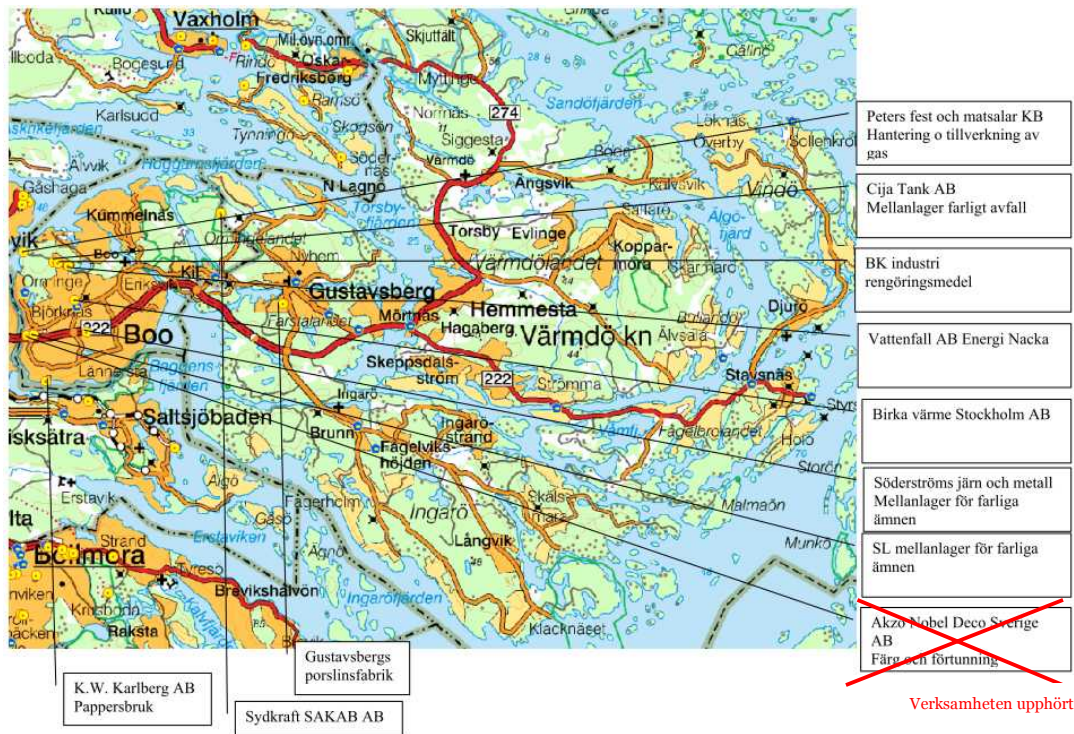
12.11.2 Driftskedet

Följande åtgärder föreslås skydda Skurusundet och Kvarndammen under driftskedet:

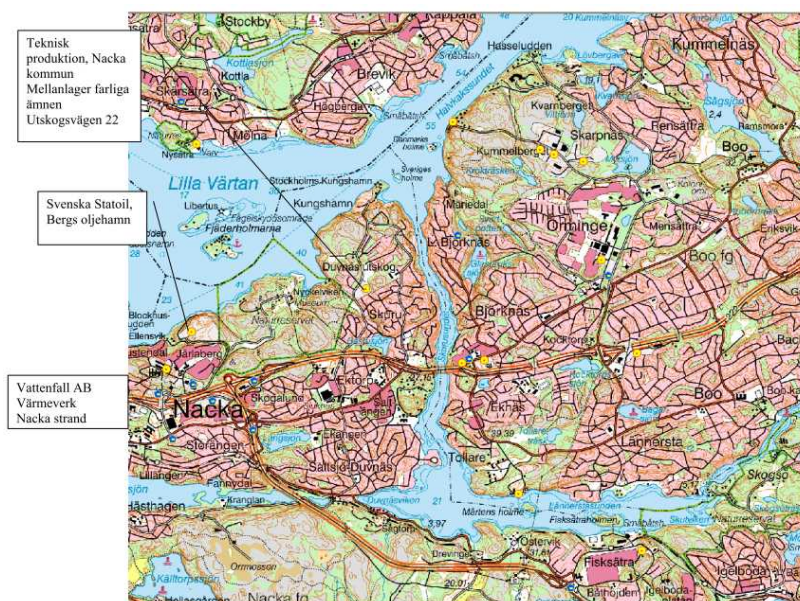
- Dagvattenhantering-dammar
- Samråd hålls med Södertörns räddningstjänst för att säkerställa att de har resurser och beredskap för att hantera en olycka med läckage och förhindra dess spridning till vattenförekomsten.

13 Appendix - Farliga verksamheter

I detta appendix presenteras de verksamheter som av Länsstyrelsen i Stockholms län klassificeras som "farliga verksamheter". Observera att "farliga verksamheter" inte nödvändigtvis hanterar farligt gods.



Figur 27. Farliga verksamheter i Nacka och på Värmdö, öster om Skurubron.



Figur 28. Farliga verksamheter i Nacka, väster om Skurubron.

14 Appendix - Statistiskt underlag

I detta appendix redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som ligger till grund för kommande bedömningar och beräkningar.

14.1 Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport (14) presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg och- transportforskningsinstitutets rapport (13) och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarier med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det första/ andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2030 och 2040.

Den årsmedeldygnstrafik som angetts för 2030 och 2040 är den sammanlagda trafiken som förväntas köra på både den gamla och den nya Skurubron.

Tabell 14. Trafikflöde, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för respektive undersökt alternativ.

	Nuläge	Nollalt. 2040	2030 med avgift	2040 utan avgift
ADT [fordon per dygn]	65100	110700	91600	112000
Hastighetsgräns [km/h]	100	100	100	100
Antal fordon med FG	130,2	221,4	183,2	224,0
Olyckskvot	0,7	0,7	0,7	0,7
Andel singelolyckor	0,35	0,35	0,35	0,35
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,05	0,09	0,08	0,09
Förväntat tidspann mellan FG olycka [år]	18,2	10,7	12,9	10,6

14.2 Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna

Kunskapsmyndigheten för transportpolitik, Trafikanalys (tidigare SIKa) ansvarar för officiell statistik inom områdena transporter och kommunikationer, bland annat resvane- och varuflödesundersökningar. Från och med 2008 redovisas antal transporter samt transporterad mängd farligt gods inom ADR-S i den officiella statistiken.

2009 skedde totalt sett i hela Sverige omkring 415 000 transporter och den totala mängden gods var drygt 10 miljoner ton (5).

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) (6) visar transporterade mängder farligt gods längs den aktuella vägsträckan. Tabell 15 redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån en sammanvägning av de båda källorna samt uppskattade medellastmängder per transport från den nationella statistiken (5).

Tabell 15. Antalet farligt godstransporter framräknat enligt beräknings-modellen samt fördelning mellan ADR-S klasser för respektive alternativ.

	Nuläge	Nollalt. 2040	2030 med avgift	2040 utan avgift
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	130,2	221,4	183,2	224
ADR-S klass				
1	0,77%	0,77%	0,77%	0,77%
2.1	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%
2.3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	33,09%	33,09%	33,09%	33,09%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Övriga	60,54%	60,54%	60,54%	60,54%

15 Appendix - Frekvensberäkningar

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med hjälp av händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar.

15.1 ADR-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål (11). Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.

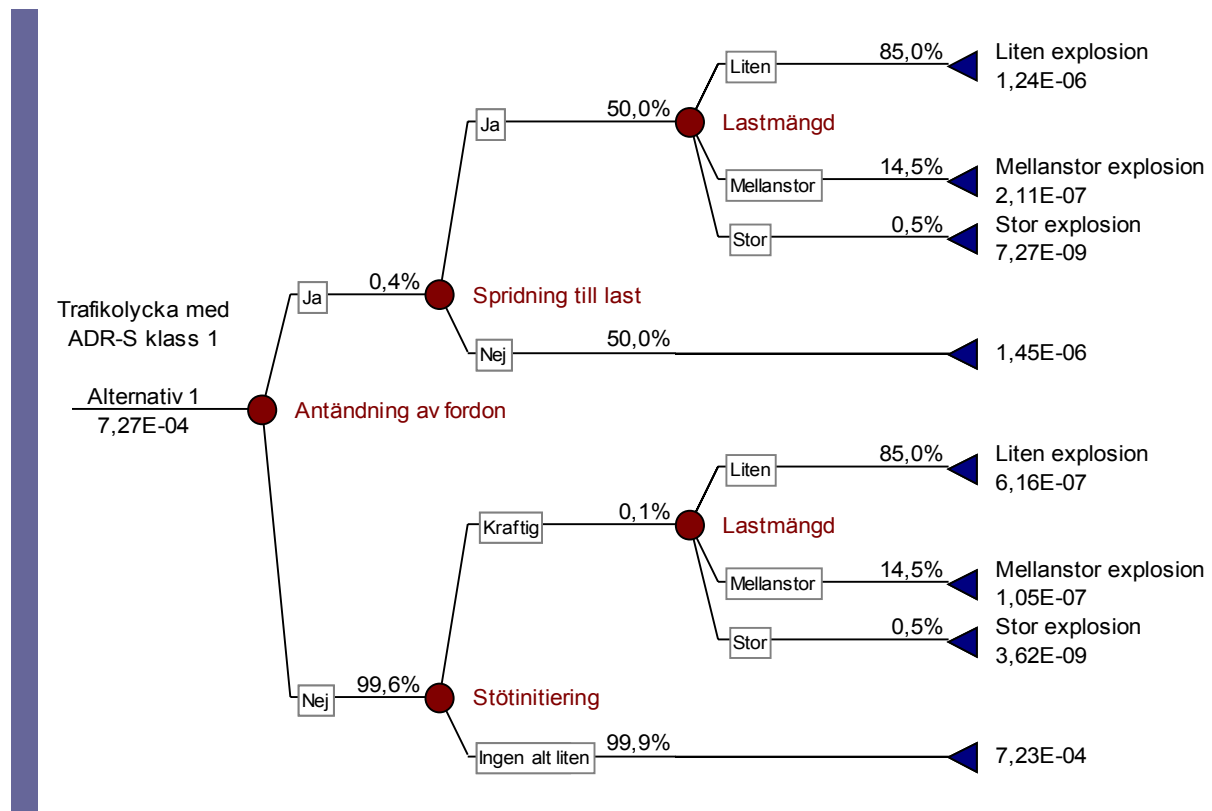
15.2 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) (15) utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexplosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande.

Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor.

15.3 Händelseträd med sannolikheter

Figur 29 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett involverande ett fordon lastat med explosiva ämnen. Dessa sannolikheter ligger till grund för frekvensberäkningar och motiveras i texten.



Figur 29. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

15.3.1.1 Antändning av fordon

De brandscenarier som kan leda till påverkan på lasten bedöms i huvudsak kunna uppkomma om transporten är involverad i en olycka som föranleder brand eller till följd av fordonsfel som leder till brand, till exempel överhettade bromsar eller elektriska fel.

Tillgänglig statistik över omfattningen av bränder inom transportsektorn är begränsad. Utifrån tillgänglig statistik från olika länder (bland annat Japan och Tyskland) anges en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer (16). Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % (17) (18).

15.3.1.2 Brandspridning till lasten

Sannolikheten för spridning till last och detonation beror på vilken typ av ADR-S klass som involveras, vilket ämne, brandens storlek, mängden transporterat ämne med mera.

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats (19), med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor.

Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insatstiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan (20), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

15.3.1.3 Stöt

Med stöt avses sådan med intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s (21). Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO (22) anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %.

Med hänsyn till den utveckling som skett inom fordonsutformning och trafiksäkerhet de senaste 20 åren antas sannolikheten för en stötinitierad detonation vara lägre än de 0,2 % som HMSO anger. Utifrån ovanstående bedöms sannolikheten för att en stöt initierar en detonation vara 0,1 %.

15.3.1.4 Fördelning mellan lastmängder

Genomfartstrafik respektive transporter till centrallager bedöms vanligen utgöras av maximalt lastade fordon, vilket motsvarar en last på 16 ton med fordon av EX/III-klass. Detta har framkommit i intervjuer med tillverkare och transportörer av explosiva ämnen (23) (24).

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) (25) anger att genomfartstrafik utgör omkring 0,5 % av alla transporter med farligt gods. Transporter med 16 ton antas därmed utgöra mindre än 0,5 % av samtliga transporter i klass 1. Detta överensstämmer med uppgifter från tre stora transportörer, som anger att andelen transporter med så stora lastmängder utgör mindre än 1 % av det totala antalet transporter med explosiva varor (26). Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens (27) tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen som anges i Tabell 16 nedan, för lastmängder av explosiva ämnen. Den representativa lastmängden är ett viktat medelvärde utifrån fördelningen av de ingående lastmängderna.

Tabell 16. Fördelning mellan lastmängder vid vägtransport av ADR-S klass 1.

Lastmängd	Inkluderat viktintervall	Andel	Representativ lastmängd för konsekvensberäkningar
Mycket stor	(16 000 kg)	0,5 %	16 000 kg
Mellanstor	(500-5000 kg)	14,5 %	1 500 kg
Liten	(<500 kg)	85 %.	150 kg

15.4 ADR-S Klass 2 – Gaser

ADR-S klass 2 omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser med ett eller flera andra ämnen samt föremål innehållande sådana ämnen.

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) (11). Volymen per transport kan, beroende på fordon och ämne, uppgå till cirka 30 ton. Störst skadeverkan vid vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brännbara gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

15.4.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

ADR-S riskgrupp 2.1 omfattas av brandfarliga gaser, exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Här utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga³. Brandfarliga gaser är ofta

³ Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

luktfria (28). Gasol är ett exempel på en tryckkondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg (20).

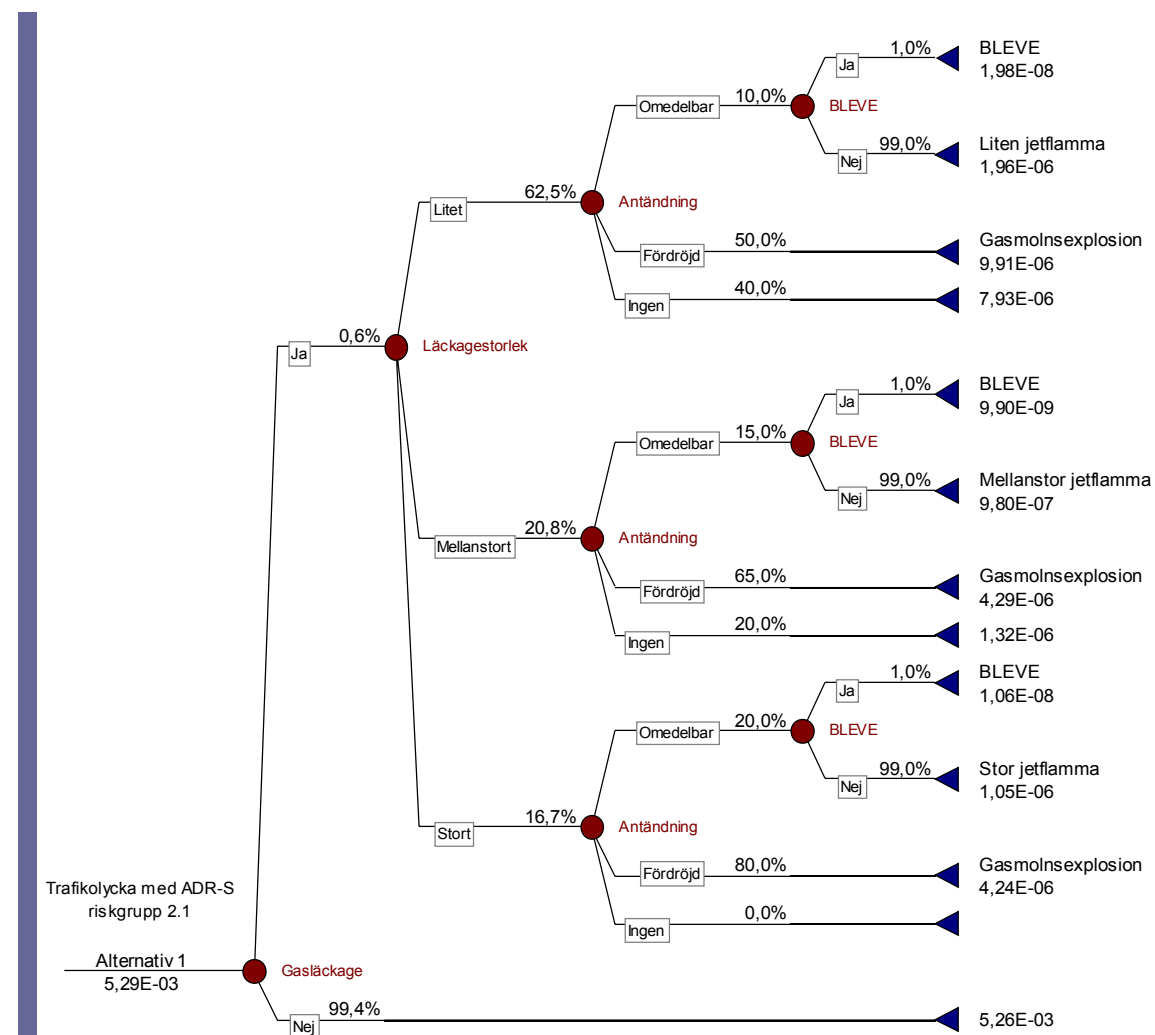
För brännbara gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot är en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

15.4.2 Representativt ämne

Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

15.4.3 Händelseträd med sannolikheter

Figur 30 redovisar sannolikheterna i händelseträdets som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 30. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

15.4.3.1 Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet (29). Erfarenheter från utländska studier visar att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med ADR-S klass 3 (14), vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på $0,18 \cdot 1/30 = 0,6 \%$.

15.4.3.2 Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i (14) utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Med gasol som gas har arean på läckaget beräknats till 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % (14).

15.4.3.3 Antändning

När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % (30), varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % och 0 %. Dessa värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

15.4.3.4 BLEVE

En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas värms upp så snabbt att tryckökningen leder till att tanken rämnar. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldklot. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta trycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar skall infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

15.4.4 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

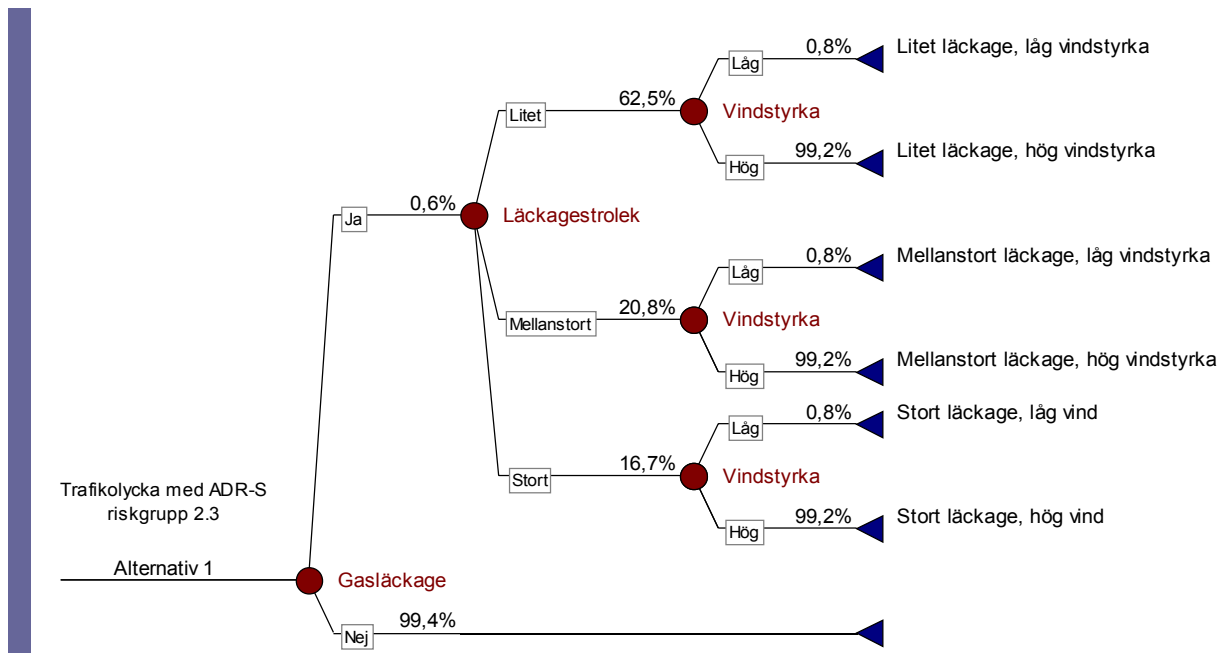
ADR-S riskgrupp 2.3 omfattar giftiga gaser, exempelvis ammoniak, fluorväte, kolmonoxid, klor, klorväte, svaveldioxid, svavelväte, cyanväte och kvävedioxid. Vissa giftiga gaser är också brandfarliga, som exempelvis ammoniak.

15.4.4.1 Representativt ämne

Valet av representativ giftig gas som beaktas vidare i analysen baseras på IDLH-värdet (Immediately Dangerous to Life and Health), vilket avser den koncentration som vid exponering innebär omedelbar fara för människors liv eller som ger upphov till irreversibla skador. Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, så fortsättningsvis beaktas konsekvenser av en olycka med svaveldioxid.

15.4.5 Händelseträda med sannolikheter

Figur 31 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 31. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

15.4.5.1 Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp (14). Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet (29). Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 (14), vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på $0,18 \cdot 1/30 = 0,6\%$.

15.4.5.2 Läckagestörlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av giftig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där storlekarna är definierade utifrån utsläppets källstyrka. Storleken på läckaget är samma som för ADR-S klass 2.1 det vill säga 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %; 20,8 % och 16,7 % (14).

15.4.5.3 Vindstyrka

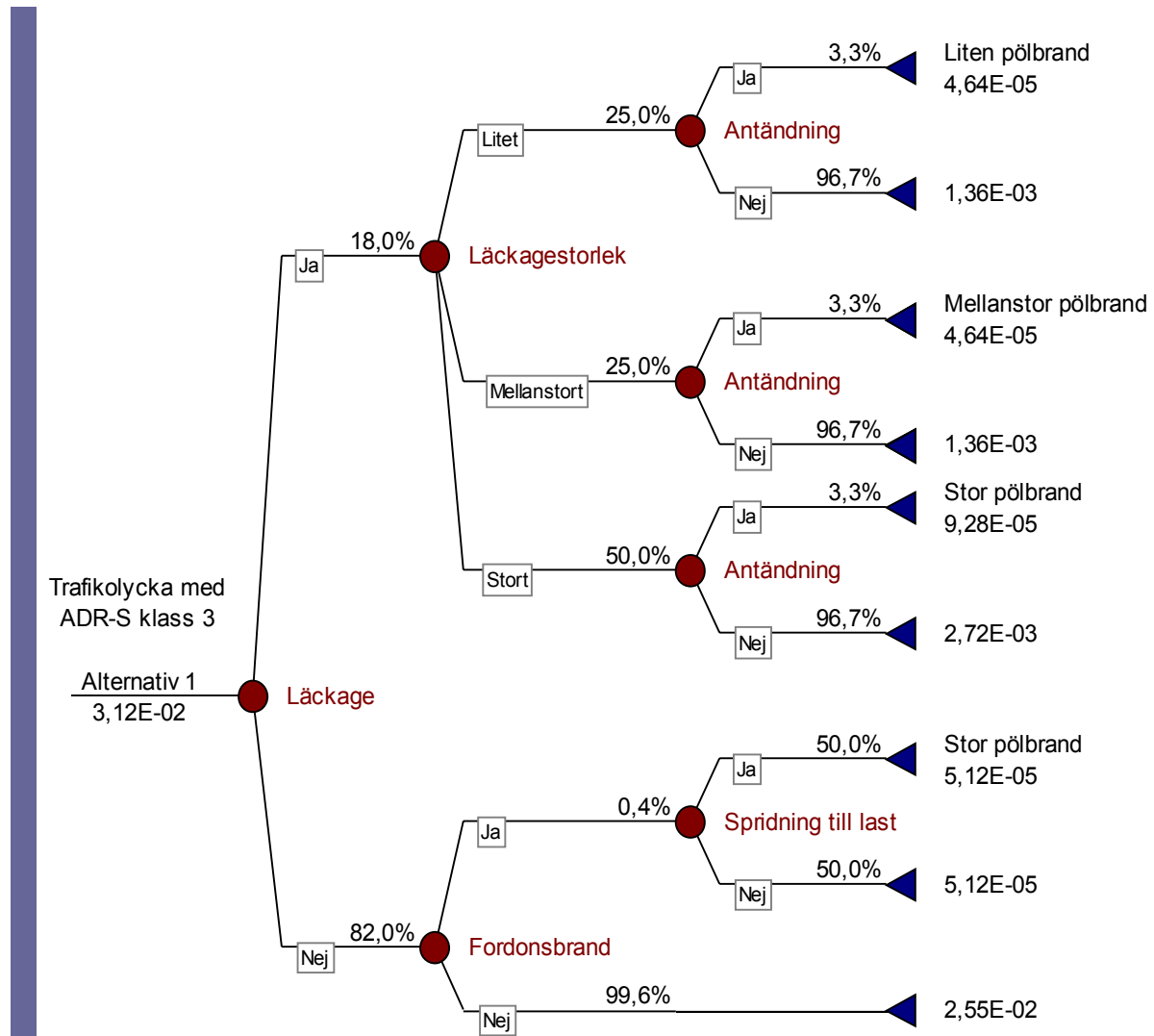
Vid högre vindhastigheter blandas utsläppta gaser ut snabbare med den omgivande luften än vid lägre vindhastigheter. Under åren 1961-2004 har vindhastigheten på 330 stationer runtom landet avlästs månad för månad. Insamlad data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s (31). Vindhastighet över 4 m/s betecknas i denna analys som hög och vindhastighet lägre än 4 m/s betecknas som låg. Utifrån detta antas sannolikheten för hög respektive låg vindhastighet vara 0,2 respektive 0,8.

15.5 ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor

ADR-S klass 3 omfattar brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

15.5.1 Händelseträd med sannolikheter

Figur 32 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 32. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3.

15.5.1.1 Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas vara 0,18 (14).

15.5.1.2 Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset (32) (33). Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % (14). De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

15.5.1.3 Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 (34). Sannolikheten för antändning av läckage med diesel på väg är mycket låg på grund av dess höga flampunkt, medan sannolikheten för antändning av ett bensinläckage är större. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska vara bensin. Sannolikheten att antändning sker givet läckage av bensin, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % (22).

15.5.1.4 Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt 15.3) är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

15.6 ADR-S Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

ADR-S klass 5 är indelad i två riskgrupper; oxiderande ämnen (riskgrupp 5.1) och organiska peroxider (riskgrupp 5.2).

15.6.1 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera (11).

Ett vanligt förekommande ämne är ammoniumnitrat (AN) som ingår i många gödningsmedel och tillhör riskgrupp 5.1. Ammoniumnitrat kan i samband med vissa omständigheter sönderfalla explosivt genom detonation. Detta kan ske genom ett brandförlopp där ämnet är inneslutet och värms upp under tryckupbyggnad, eller om det blandas med organiskt material (35). Baserat på uppgifter från Yara i Köping (36) och FOI (37) kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensin, vegetabiliska oljor, eller om ett annat explosivämne detonerar i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. För att en blandning mellan ammoniumnitrat och organiskt material ska detonera krävs en homogen blandning samt tillförsel av tillräckligt stor energi. Natriumklorat är ett annat ämne som ingår i ADR-S riskgrupp 5.1 och har liknande egenskaper (38).

15.6.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

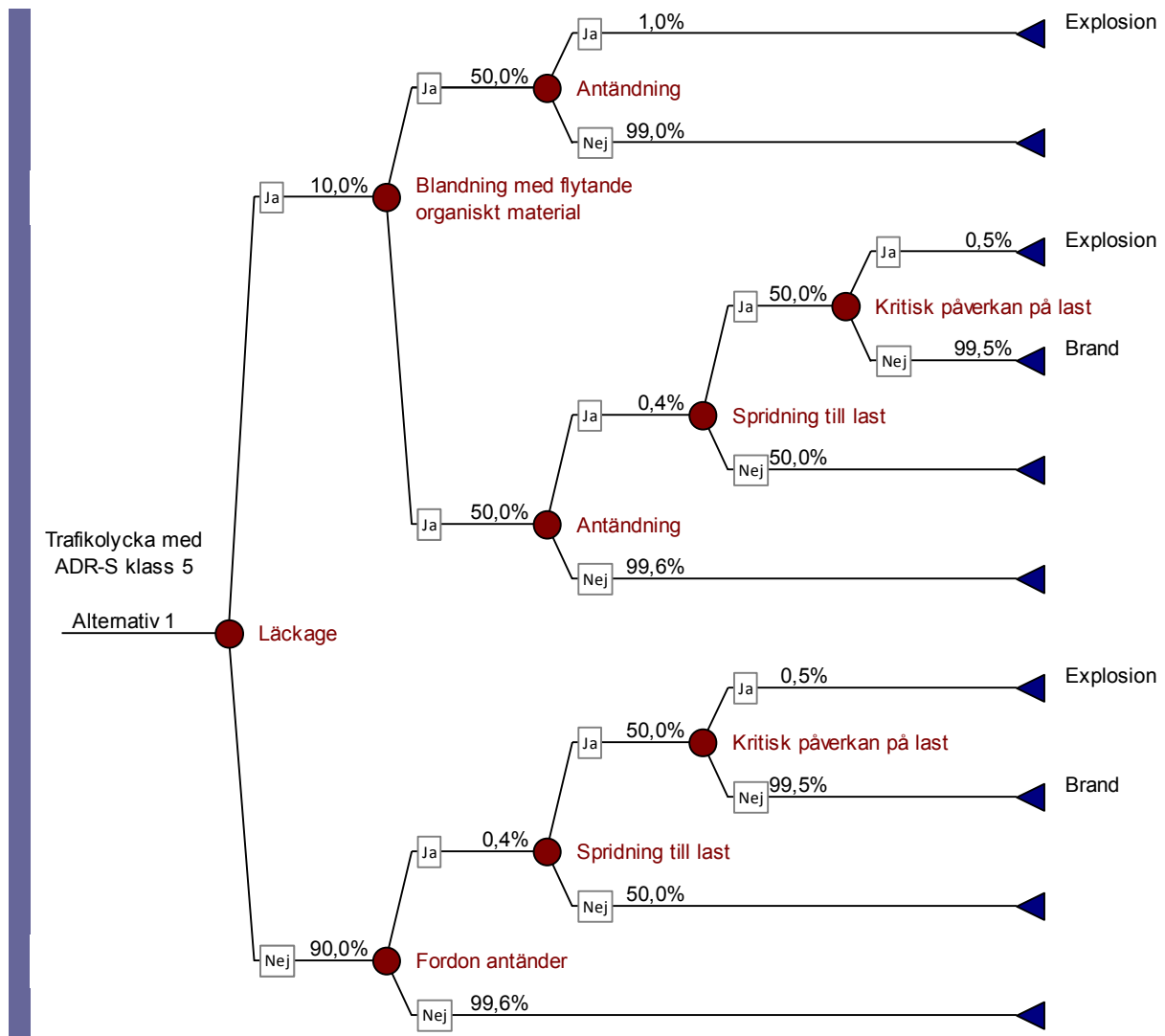
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne (28). I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

15.6.2.1 Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter (39), bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

15.6.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 33 redovisar ett händelseträd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 33. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

15.6.2.3 Läckage

Sveriges enda producent av ammoniumnitrat utgörs i dagsläget av Yara AB i Köping. Ammoniumnitrat transporteras som prillade produkter (fasta korn), paketerade i säckar om 1000 kg. Transporterade mängder med bil omfattar ca 36 ton (40). Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkänning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

15.6.2.4 Blandning med flytande organiskt material

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det först blandas med ett organiskt flytande ämne såsom. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitraten blandas med bränslet homogent eller att de blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitraten. Till följd av begränsat

statistiskt underlag ansätts kontaminering av utsläppt ammoniumnitrat ske i 50 % av de fall olycka leder till utsläpp.

15.6.2.5 Antändning av blandning

För att blandningen av ammoniumnitrat och bränsle ska explodera krävs att energi tillförs. I denna bedömning har explosion till följd av olyckan antagits ske med en sannolikhet av 1 %. Antagandet baseras på statistik avseende antändning av ett utsläpp med brandfarlig vätska och bedöms vara en konservativ uppskattning då brandfarlig vätska antas vara mer lättantändlig.

15.6.2.6 Antändning av oblandat gods

Sannolikheten för en antändning efter ett utsläpp av lasten, men utan att den blandats med organiskt material, bedöms utifrån ämnets egenskaper vara lika stor som sannolikheten att fordonet i sig fattar eld vid olyckan, det vill säga 0,4 %.

15.6.2.7 Antändning av fordon vid olycka

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt 15.3) är denna cirka 0,4 %.

15.6.2.8 Brandspridning till lasten

För att ett explosivt förlopp ska ske i detta fall krävs tillförsel av energi i form av antingen en brand eller detonation i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. Sannolikheten för att fordonsbranden ska sprida sig till lastutrymmet beror bland mycket annat på fordonets utformning och hur lasten förvaras. Enligt tidigare resonemang antas sannolikheten för brandspridning till lasten vara 50 %.

15.6.2.9 Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C (36). Antändning av ammoniumnitrat/bränsleblandning kan övergå till ett självunderhållande sönderfall (som behandlats ovan) medan ren ammoniumnitrat är så stabil att ett eventuellt sönderfall upphör då värmekällan avlägsnas (35). Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

15.7 Ackumulerad olyckspåverkan

Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i 16).

16 Appendix - Konsekvensberäkningar

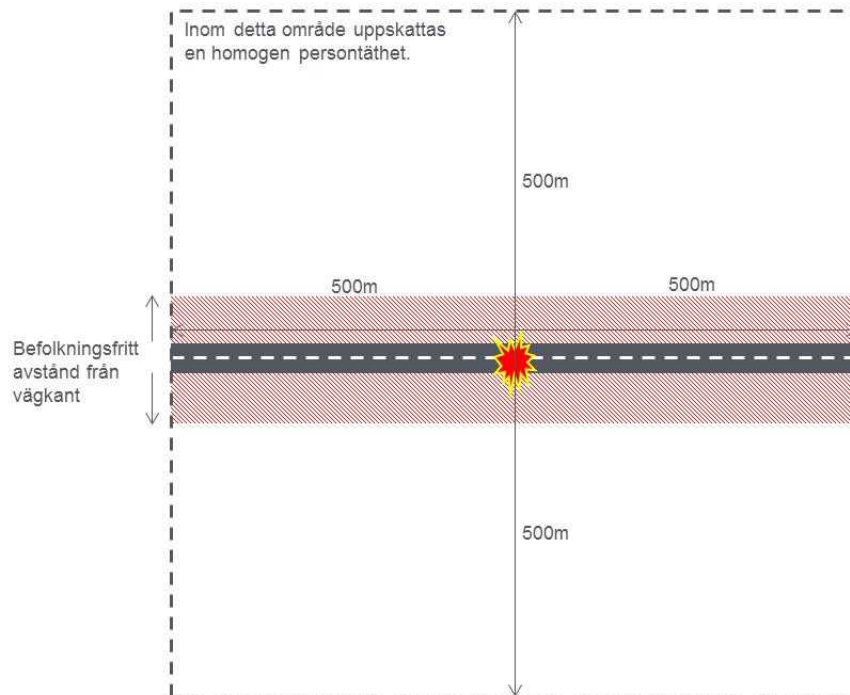
Tabell 17 visar samtliga identifierade scenarier som kan ge upphov till konsekvenser i form av omkomna. Uppdelningar i två olika konsekvensindex för explosioner beror på att två olika konsekvensavstånd särskiljs, vilket förklaras vidare i 16.2. Kriterier och avstånd för respektive scenario presenteras i följande textavsnitt för respektive ADR-S klass.

Tabell 17. Samtliga scenarier som kan ge upphov till dödliga konsekvenser.

ADR-S Klass	Konsekvensindex	Scenario
1	1a	Liten explosion
	1b	
	21	Mellanstor explosion
	2b	
	3a	Stor explosion
	3b	
2.1	1	BLEVE
	2	Liten jetflamma
	3	Gasmolnsexplosion
	4	Mellanstor jetflamma
	5	Stor jetflamma
2.3	1	Litet läckage låg vindstyrka
	2	Liten läckage hög vindstyrka
	3	Mellanstort läckage låg vindstyrka
	4	Mellanstort läckage hög vindstyrka
	5	Stort läckage låg vindstyrka
	6	Stort läckage hög vindstyrka
3	1	Liten pölbrand
	2	Mellanstor pölbrand
	3	Stor pölbrand
5	1a	Explosion
	1b	
	2	Brand

16.1 Persontäthet

För samhällsriskberäkningen är det nödvändigt att uppskatta hur många personer som kan antas uppehålla sig på området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer för hela området som undersökts. Angreppssättet har varit att anta att en eventuell olycka sker på någon plats inom vägutredningsområdet och uppskatta hur mycket folk som finns på ytan som blir 500 meter från denna punkt åt vardera hållet enligt Figur 34.



Figur 34 Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

Nacka kommun hade en genomsnittlig befolkningstäthet på 943,5 personer/km², år 2010 enligt SCB. Antalet personer som befinner sig i ett 1 km² stor område kring bron kan inte antas vara jämt fördelade i området. En stor del av området utgörs av vatten och parkmiljö, i vilka det förväntas befinna sig ett mindre personantal. De områden som uppskattningsvis inkluderas i en kvadratkilometer stor kvadrat med centrum på Skurubron är: hela centrala Björknäs, halva Eknäs östra samt en tredjedel av Skuru. Befolkningstätheten för dessa områden redovisas i Tabell 16.18.

Tabell 16.18. Befolkningstäthet i närområdet (41).

Område	Befolkningstäthet 2010	Befolkningstäthet 2030
Centrala Björknäs (100 %)	1189	1700
Eknäs östra (50 %)	441	500
Skuru (33 %)	339	750
Totalt	1969	2950

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämt utspridda över hela ytan, även närmast vägkant. Detta antagande är grovt och i aktuellt fall utgör cirka 30 meter ett befolkningsfritt avstånd från vägkant och de personer som omkommer på detta område räknats bort från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisk. Hur stort detta avstånd är anges i respektive undersökt alternativ. För individrisken är detta avstånd oväsentligt då riskmättet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

16.2 ADR-S klass 1 - Explosiva ämnen

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) (44).

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa (43). Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Samttaget bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig påverkan, beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts vad gäller konsekvenserna:

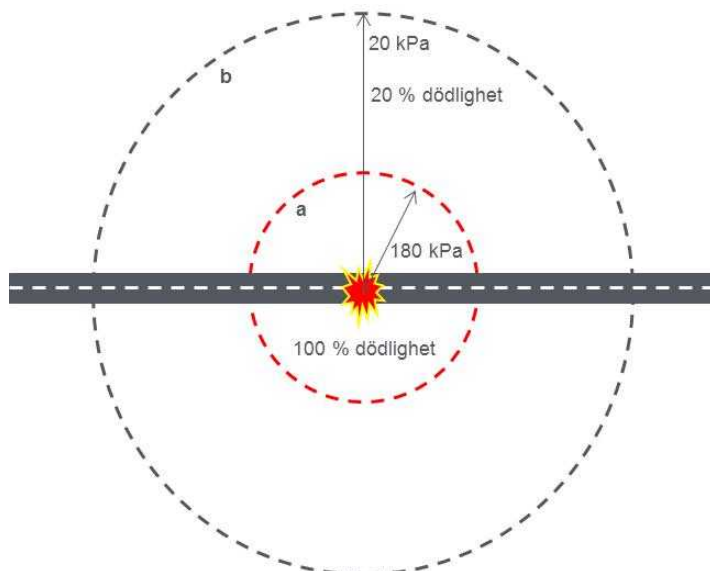
- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa i enlighet Figur 35.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* (44) har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 19. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 19. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt vågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180$ kPa	Avstånd $P \geq 20$ kPa
Liten explosion	150 kg	13 m	41 m
Mellanstor explosion	1 500 kg	28 m	88 m
Stor explosion	16 000 kg	62 m	193 m



Figur 35. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

16.3 ADR-S klass 2 – Gaser

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brännbara och giftiga gaser. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken ungefärlig spridningsvinkel som konsekvensområdet får.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

16.4 ADR-S riskgrupp 2.1 – Brännbara gaser

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brännbar gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar, och att mängden gas i en tankbil är 25 ton.

Programvaran *Spridning Luft* (45) används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i (5), för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 20. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q [kg/s]	Läckagestorlek, diameter [cm]	Läckagestorlek, area [cm ²]
Litet	17,9	0,32	0,08
Mellanstort	0,9	1,03	0,83
Stort	0,09	4,56	16,37

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).

- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

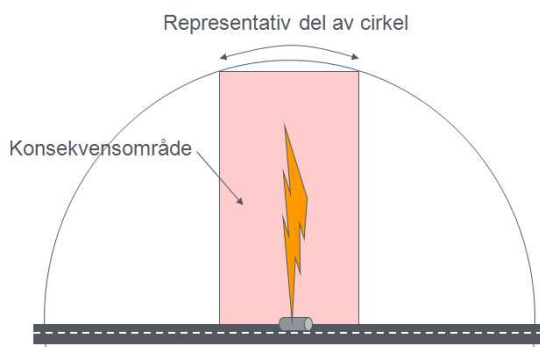
16.5 BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (43). Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

16.6 Jetflamma

En jetflamma kan uppstå om ett utsläpp av en brännbar gas antänds och förbränns direkt i anslutning till själva läckaget. En mycket kraftig stående flamma uppstår då när gasen trycks ut från kärlet.

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (43), där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* (46) används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 36.



Figur 36. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

16.7 Gasmolnsexplosion

En gasmolnsexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran *Spridning Luft* (45) används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 35.

16.8 Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

Nedan sammanställs de framräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1.

Tabell 21. Beräknade konsekvensavstånd inom vilket personer antas omkomma.

Index	Scenario	Konsekvensavstånd [m]
1	BLEVE	170
2	Liten jetflamma	5
3	Gasmolnsexplosion	42
4	Mellanstor jetflamma	17
5	Stor jetflamma	73

16.9 ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmet *Spridning Luft* (45). Följande indata har använts: Tankbil med 24 ton svaveldioxid, omgivningstemperatur 15°C, packningsläckage eller hål på tank, tät skog/stad (ytråhet 1m), stabilitetsklass B.

För låg vindstyrka används vindhastigheten 2 m/s och för hög vindstyrka 6 m/s. Konsekvensområdet approximeras sedan med en cirkelsektor enligt Figur 36, och resultaten redovisas i Tabell 22.

Tabell 22. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Vind [m/s]	Avstånd till <100 ppm [m]	Vinkel [grad]
Litet	2	27	55
	6	29	27,2
Mellanstort	2	88	59,2
	6	96	29,2
Stort	2	458	52,2
	6	461	25,6

16.10 ADR-S klass 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad (20) (47).

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) respektive 400 m² (*stort*). All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av handberäkningar (20). I Tabell 23 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 23. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning > 15 kW/m ² från pölkant	Vinkel [grad]
Litet utsläpp	50 m ²	12 m	Litet utsläpp
Mellanstort utsläpp	200 m ²	22,5 m	Mellanstort utsläpp
Stort utsläpp	400 m ²	30 m	Stort utsläpp

16.11 ADR-S klass 5

Två typer av olycksscenarioer med påverkan på omgivningen har identifierats i samband med olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider: Explosion och brand.

16.11.1 Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselmixtur kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl (38). Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

Resultaten visar att personer i omgivningen omkommer inom drygt 30 meter, medan byggnader skadas inom drygt 120 meter.

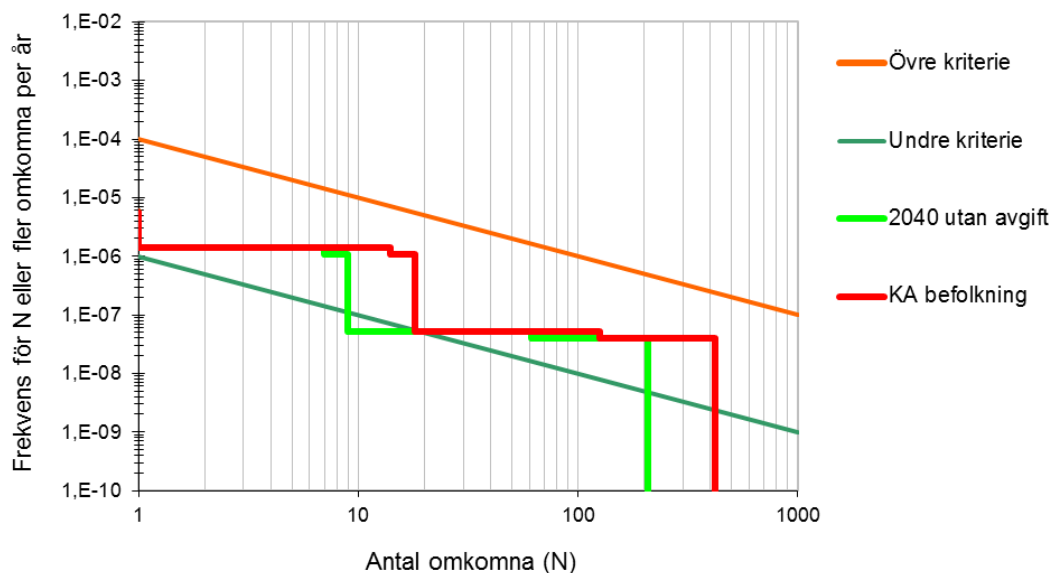
16.11.2 Brand

En brand som inkluderar ämnen i ADR-S klass 5 är mycket intensiv, eftersom dessa ämnen är brandunderstödjande. Grovt antas en sådan brand motsvara en stor pölbrand så som den beaktas inom ADR-S klass 3 ovan. Konsekvensavståndet blir därmed 30 meter.

17 Appendix - Känslighetsanalys

17.1 Befolkningstäthet

En känslighetsanalys har utförts för parametern befolkningstäthet eftersom denna kan ha stor inverkan på samhällsrisk. I känslighetsanalysen har persontätheten ökat från 2950 person per km² till 4000 personer per km², se Figur 37. Risknivån hamnar bitvis i det övre ALARP-området, vilket ytterligare understryker att riskreducerande åtgärder ska beaktas.

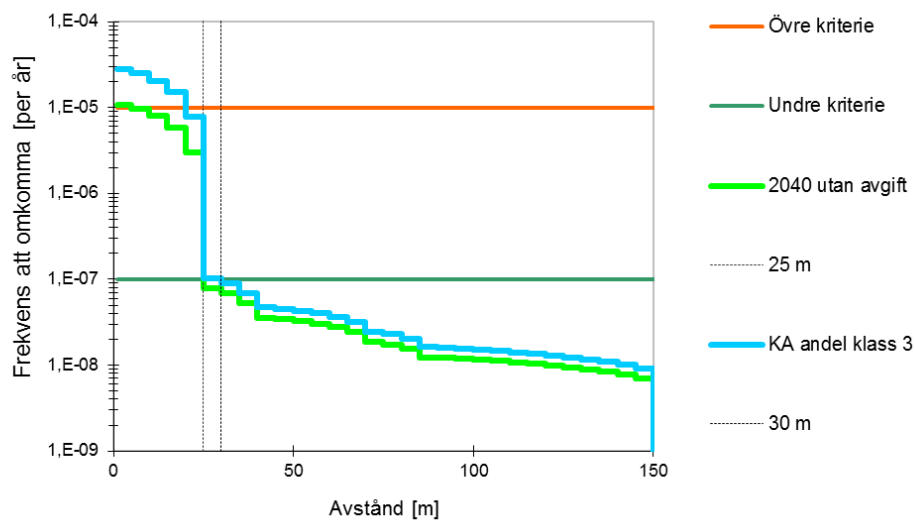


Figur 37. Känslighetsanalys för samhällsrisk då befolkningstätheten ökat.

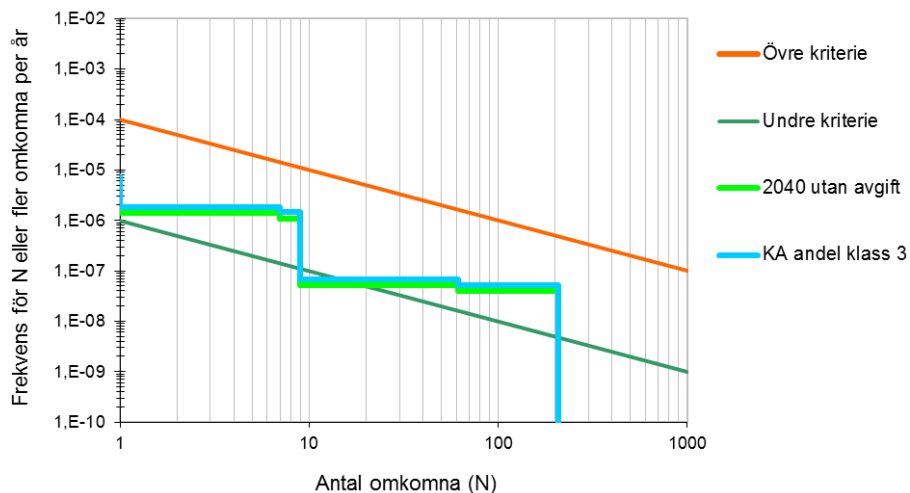
17.2 Fördelning farligt gods

Fördelningen mellan klasserna av farligt gods som använts i analysen är baserad på det lokala flödet. Eftersom väg 222 är en primär transportled för farligt gods är det möjligt att andra ämnen än idag kan transporteras i framtiden. En känslighetsanalys har därför genomförts för att avgöra vilka klasser av farligt gods som kan påverka resultatet. En jämförelse med den fördelning mellan klasserna som gäller för landet i stort (riksgenomsnittet), visar att avståndet inom vilket riskreducerande åtgärder krävs ökar från 25 meter till 55 meter. Vidare analys visar att det är klass 1 och klass 5 som främst bidrar till denna ökning. Det bedöms osannolikt att det på Värmdövägen i framtiden skulle transporteras oproportionellt mycket mer explosiva ämnen (klass 1) eller oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5). Tunga transporter av explosiva ämnen sker huvudsakligen som genomfartstrafik till centrallager runt om i landet. Inga sådana anläggningar finns i Nacka eller på Värmdö, och det bedöms mycket osannolikt att en sådan kommer att etableras där i framtiden. Vad gäller oxiderande ämnen bedöms det likaså vara osannolikt att mängden transporter skulle öka oproportionellt mycket, så produkterna främst används som gödsel inom jordbruket. En kraftig expansion av jordbruket bedöms osannolik i området.

SL:s bussdepå i Björknäs bedöms medföra ett ökat flöde av brandfarlig gas över Skurubron. Känslighetsanalys har därför genomförts med avseende på detta. Ett dubblerat flöde av brandfarlig gas resulterar i en något ökad individrisk, se Figur 38, medan samhällsriskens nivå ligger kvar på ungefär samma nivå, se Figur 39. Den osäkra parametern bedöms därmed inte bidra med någon signifikant förändring till förslag av riskreducerande åtgärder men då individrisken ökar något understryker detta ytterligare att riskreducerande åtgärder ska beaktas.



Figur 38. Känslighetsanalysen för individrisken när andelen klass 3 ökats.



Figur 39. Känslighetsanalys för samhällsriskens nivå då andelen klass 3 ökats.