



Briab

The right side of risk



Briab Brand & Riskingenjörerna AB
Magnus Ladulåsgatan 65
118 27 Stockholm
Org nr 556630-7657

Projektinformation

Fastighet: Del av Björknäs 1:1
Kommun: Nacka
Ärende: Riskutredning för tillfälligt bygglov
Uppdragsgivare: NCC Sverige AB

Kontaktperson: Jörgen Mann
jorgen.mann@ncc.se

Uppdragsansvarig: Jens Bengtsson
jens.bengtsson@briab.se
telefon: 0721-89 99 88

Handläggare: Ebba Rundbom
ebba.rundbom@briab.se
telefon: 073-244 08 88

Datum	Typ av handling	Upprättad av	Kontrollerad av
2016-10-24	Riskutredning, version 1	Ebba Rundbom	Olle Wulff
2017-06-08	Riskutredning, version 2	Jens Bengtsson	Jens Bengtsson



Innehåll

Sammanfattning	4
1 Inledning	5
1.1 Syfte och mål	5
1.2 Omfattning och avgränsningar	5
1.3 Underlag	5
1.4 Kvalitetssäkring	5
1.5 Revideringar	5
2 Riskhänsyn vid fysisk planering	6
2.1 Risk	6
2.2 Styrande dokument	6
2.3 Acceptanskriterier	8
2.4 Riskhanteringsprocessen	9
2.5 Nyttjad metod	9
3 Planområdets förutsättningar	10
3.1 Planerad bebyggelse och omgivning	10
3.2 Transportleder	11
3.3 Befolkningstäthet	12
4 Riskidentifiering och översiktlig bedömning	12
4.1 Farliga verksamheter	12
4.2 Transportleder för farligt gods	13
5 Fördjupad analys av farligt gods-transporter	13
5.1 Farligt gods-klassning och risker med farligt gods	14
5.2 Transporter på väg 222	14
5.3 Farligt gods-olyckor på väg 222	17
5.4 Transporter och Farligt gods-olyckor på påfartsrampen till väg 222	19
5.5 Resultat	19
5.6 Riskvärdering	22
5.7 Känslighets- och osäkerhetsanalys	23
5.8 Diskussion med avseende på genomförd målpunktsanalys och inventering av transporter med farligt gods	24
6 Slutsatser	26



7 Referenser	27
Bilaga 1 – Olycksfrekvensberäkningar för farligt gods	30
Olycksfrekvens	30
Frekvenser för utsläpp och antändning	31
Bilaga 2 – Konsekvensberäkningar för farligt gods	37
Gränsvärden för påverkan	37
Konsekvensberäkningar	38
Bilaga 3 – Riskberäkningar för farligt gods	40
Individrisk	40
Samhällsrisk	40



Sammanfattning

Briab har på uppdrag av NCC Sverige AB utrett risknivån för en nybyggnation av flerfamiljshus som omfattar del av fastigheten Björknäs 1:1 i Nacka. Utredningen har gjorts utifrån plan- och bygglagens (2010:900) krav på att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, och risken för olyckor. Målet med utredningen har varit att ta fram ett underlag i pågående bygglovsansökan.

I riskutredningen har antalet transporter baserats på nationell statistik, vilket är att betrakta som mycket konservativt. I en kompletterande riskutredning för ett annat planområde som upprättats efter den första versionen av denna riskutredning har det nämligen kunnat konstateras att andelen farligt gods på väg 222 är avsevärt mycket lägre och framförallt består av drivmedelstransporter. För att behålla transparensen har dock den nationella statistiken fortsatt nyttjats och den detaljerade inventering används enbart som en osäkerhetsanalys. Riskutredningen visar att olyckshändelser förknippade med transport av farligt gods på väg 222 ger upphov till en förhöjd individ- och samhällsrisk för fastigheten med omgivning vid användandet av nationell statistik för transporter av farligt gods.

Övriga riskkällor som har identifierats (farliga verksamheter och verksamheter med tillstånd att hantera brandfarliga varor samt övriga transportleder) har kunnat avskrivas då deras avstånd till fastigheten har bedömts vara tillräckligt stora.

För att reducera individ- och samhällsriskerna (till följd av farligt gods-transporter på väg 222) och möjliggöra planerad bebyggelse samt stadigvarande vistelse i anslutning till byggnaden har följande riskreducerande åtgärder föreslagits och dess effekt verifierats. Åtgärderna återges i det följande:

1. Utrymning möjliggörs bort från vägen på ett säkert sätt, genom att minst av en av utrymningsvägarna lokaliseras på en vägg som inte vetter mot väg 222, för byggnader inom 60 meter från väg 222.
2. Bullerplank mot väg 222 utförs tätt i underkant för att begränsa pölutbredning och för att motverka att spill rinner ner mot fastigheten.
3. Området inom 30 meter från väg 222 utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Upprättad riskutredning ska ses som ett underlag för det fortsatta arbetet.



1 Inledning

Briab har på uppdrag av NCC Sverige AB att utreda risknivån för en nybyggnation av flerfamiljshus som omfattar del av fastigheten Björknäs 1:1 i Nacka. Utredningen görs utifrån plan- och bygglagens (2010:900) krav på att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor.

1.1 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att redogöra för vilken risk som föreligger vad gäller avståndet till primär transportled för farligt gods, samt, vid behov, ge förslag på vilka riskreducerande åtgärder som kan vidtas med anledning av fastighetens läge nära en primär transportled.

Målet med utredningen är att ta fram ett underlag för pågående bygglovsansökan.

1.2 Omfattning och avgränsningar

Utredningen avgränsas till den påverkan på människors hälsa och säkerhet som kan uppstå till följd av plötsliga olyckor:

- vid transport av farligt gods på väg
- inom farliga verksamheter

Olyckor där långvarig exponering krävs för skadliga konsekvenser eller olyckor som endast ger skador på egendom och miljö ligger utanför utredningens avgränsningar.

Den geografiska avgränsningen utgörs av det aktuella planområdet med omgivning.

I utredningen ges, vid behov, endast förslag på skyddsåtgärder kopplat till markanvändning eller funktion.

1.3 Underlag

Följande planeringsunderlag nyttjas i utredningen:

- Situationsplan för bygglov. Ritning L-30_1-002, Nacka kommun och NCC. 2016-03-29

1.4 Kvalitetssäkring

Utredningen omfattas av kontroll enligt Briabs kvalitetssystem som är upprättat och certifierat i enlighet med ISO 9001. Granskare i projektet har varit Olle Wulff, Civilingenjör i riskhantering.

1.5 Revideringar

Detta dokument utgör en andra version där planerad bebyggelse har ändrats från två till en byggnad. Ändringar i dokumentet har markerats med markering i vänster kant



2 Riskhänsyn vid fysisk planering

I detta avsnitt redogörs för begrepp och styrande dokument kopplade till riskhänsyn vid fysisk planering.

2.1 Risk

Begreppet risk kan tolkas på olika sätt. I denna utredning tolkas risk som en oönskad händelses sannolikhet multiplicerat med omfattningen av dess konsekvens, vilka kan vara kvalitativt eller kvantitativt bestämda. I utredningen kvantifieras risk genom riskmåttan individ- och samhällsrisk.

Med **individerisk**, eller platsspecifik risk, avses risken för en enskild individ att omkomma av en specifik händelse under ett år på en specifik plats. Individerisken är oberoende av hur många människor som vistas inom ett specifikt område och används för att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabelt höga risknivåer (Räddningsverket, 1997).

Samhällsrisk, eller kollektivrisken, visar den ackumulerade sannolikheten för det minsta antal människor som omkommer till följd av konsekvenser av oönskade händelser. Till skillnad från individerisk tar samhällsrisk hänsyn till den befolkningssituation som råder inom undersökt område (Räddningsverket, 1997).

2.2 Styrande dokument

Plan- och bygglagen

Vid planläggning ska, enligt plan- och bygglagen (SFS 2010:900), bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor.

Rekommendationer och riktlinjer

För att tydliggöra vilken mark som, med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor, är lämpad för ändamålet har flera länsstyrelser i Sverige presenterat vägledningar och riktlinjer för riskhänsyn vid fysisk planering.

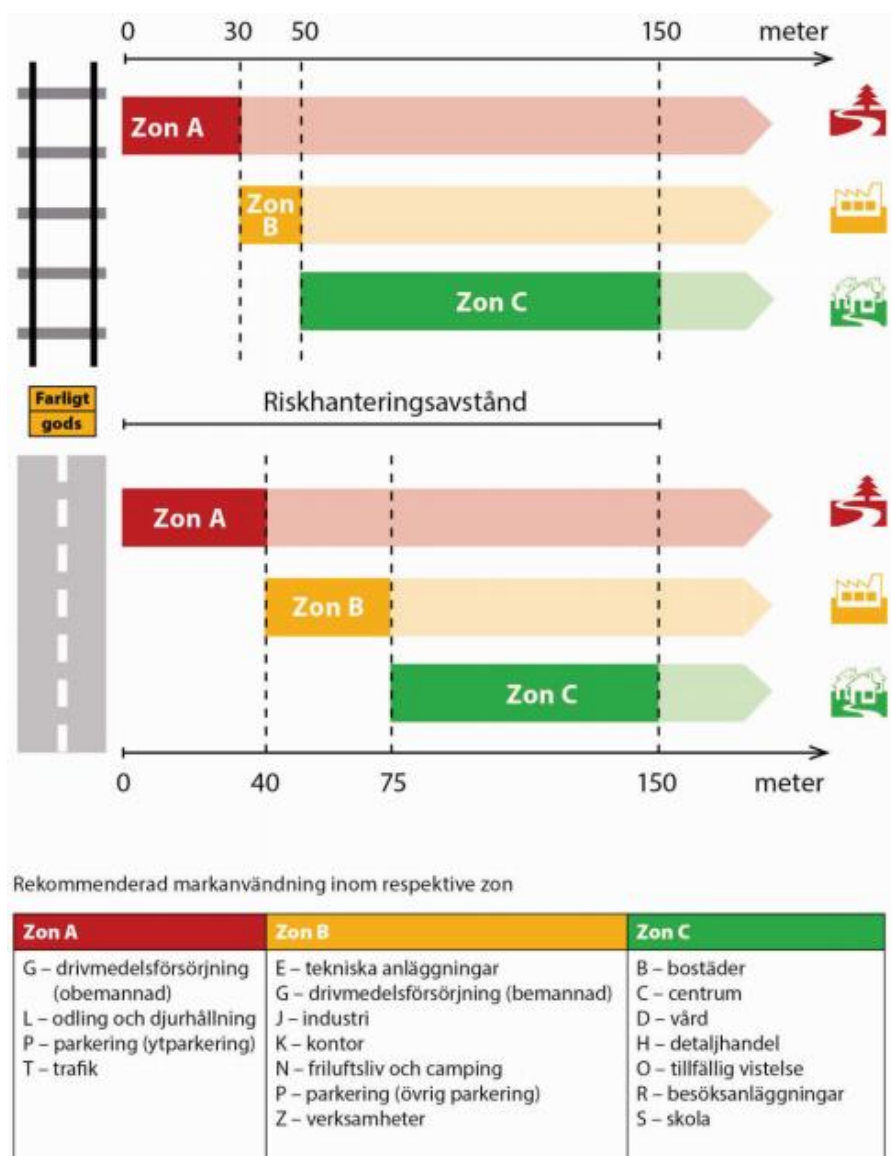
Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationerna *Riktlinjer för riskanalys som beslutsunderlag* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003) och *Riskanalyser i detaljplanprocessen* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003b). Dessa är generella rekommendationer beträffande krav på innehåll i riskanalyser i planprocessen.

Utöver de allmänna rekommendationerna har Länsstyrelsen i Stockholms län publicerat mer specifika rekommendationer rörande bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt drivmedelstationer (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000). I dessa anges att ny bebyggelse inte bör medges så nära farligt gods-leder att transporter med farligt gods till slut omöjliggörs. Det framgår även att en riskanalys ska göras om bebyggelse planeras inom **100 meter från drivmedelstationer** och om risk föreligger.



I *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods* (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006) anges att riskerna alltid ska bedömas vid fysisk planering inom **150 meter från transportled för farligt gods**.

I de senast utgivna riktlinjerna från år 2016, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016), rekommenderas att markanvändning intill transportleder för farligt gods generellt bör planeras med de i Figur 1 angivna skyddsavstånden (zon A, B och C).



Figur 1. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods (väg och järnväg) och olika typer av markanvändning. Avstånden mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmitte. Källa: (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016).



2.3 Acceptanskriterier

För risker förknippade med människors hälsa och säkerhet bedöms risknivåerna övergripande utifrån de fyra principer som utarbetats av Räddningsverket, nuvarande MSB (Räddningsverket, 1997):

- **Rimlighetsprincipen** - Risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska alltid åtgärdas (oavsett risknivå).
- **Proportionalitetsprincipen** - En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen** - Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer** - Om risker realiseras bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

För individrisk och samhällsrisk bedöms risknivåerna utifrån de av DNV (Det Norske Veritas) framtagna kvantitativa acceptanskriterier som återges i Räddningsverket (1997). Länsstyrelsen i Stockholms län har bedömt att dessa kriterier har fördelarna att de är framtagna med avseende på svenska förhållanden, att de har ett tydligt markerat ALARP¹-område och att de är konstruerade för användning både intill fasta verksamheter och farligt gods-leder (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003b). Följande kriterier för individrisk har föreslagits av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är 1×10^{-5} per år.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är 1×10^{-7} per år.

Följande kriterier för samhällsrisk har föreslagits av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är 1×10^{-4} per år för $N=1$ och 1×10^{-6} per år för $N=100$, där N är antalet omkomna.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är 1×10^{-6} per år för $N=1$ och 1×10^{-8} per år för $N=100$, där N är antalet omkomna.

Mellan den övre och undre individ- respektive samhällsriskgränsen finns det område som benämns ALARP.

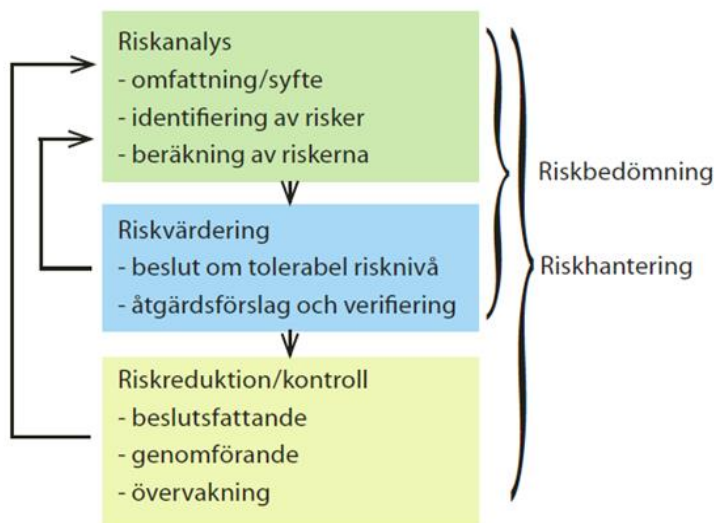
Proportionalitets- och fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer uppfylls vid värdering med de probabilistiska värderingskriterierna för individ- och samhällsrisk. Rimlighetsprincipen kan uppfyllas genom exempelvis så kallad kostnad-nytta-analys (Räddningsverket, 1997).

¹ As Low As Reasonably Practicable (= risker kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna.)



2.4 Riskhanteringsprocessen

Riskhantering utgör ett systematiskt och kontinuerligt arbete för att kontrollera eller minska olycksrisker. Hanteringen kan delas in i tre delar: riskanalys, riskvärdering och riskreduktion. Dessa behandlar allt från identifiering av riskkällor och potentiella olyckshändelser till beslut om och genomförande av riskreducerande åtgärder samt uppföljning av att besluten ger avsedd påverkan på riskbilden. Schematiskt kan processen beskrivas enligt Figur 2.



Figur 2. Metodik för riskhantering (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006).

2.5 Nyttjad metod

Utifrån ovan presenterad riskhanteringsprocess redogörs nedan för arbetsgången i aktuell riskutredning.

1. Riskidentifiering och översiktlig bedömning. För att ta reda på vilka riskkällor som kan vara relevanta för planområdet studeras planområdet (med omgivning) inom ramen för utredningens avgränsningar. I riskidentifieringen görs en första översiktlig bedömning för att sälla ut vilka riskkällor som erfordrar fördjupad analys.

2. Fördjupad analys (vid behov). De riskkällor som är svårbedömda och väntas ge upphov till förändrad risknivå för planområdet med omgivning analyseras mer ingående via separata analyser. Händelsernas frekvenser och konsekvenser studeras via logiska argument och/eller via kvantitativa, probabilistiska metoder för att uppskatta risknivån.

3. Riskvärdering. Uppskattade risknivåer ställs samman och en riskvärdering genomförs. Eventuella riskreducerande åtgärder med koppling till markanvändning och funktion identifieras. Därefter verifieras att åtgärderna ger avsedd effekt på risknivån, d.v.s. att den sjunker till en acceptabel nivå. Riskreducerande åtgärder kan exempelvis vara att rekommendera mindre känslig verksamhet, verksamhet där människor inte uppehåller sig längre stunder, skyddsavstånd eller tekniska lösningar och funktionskrav.



3 Planområdets förutsättningar

I detta avsnitt redogörs för aktuellt planområde med omgivning.

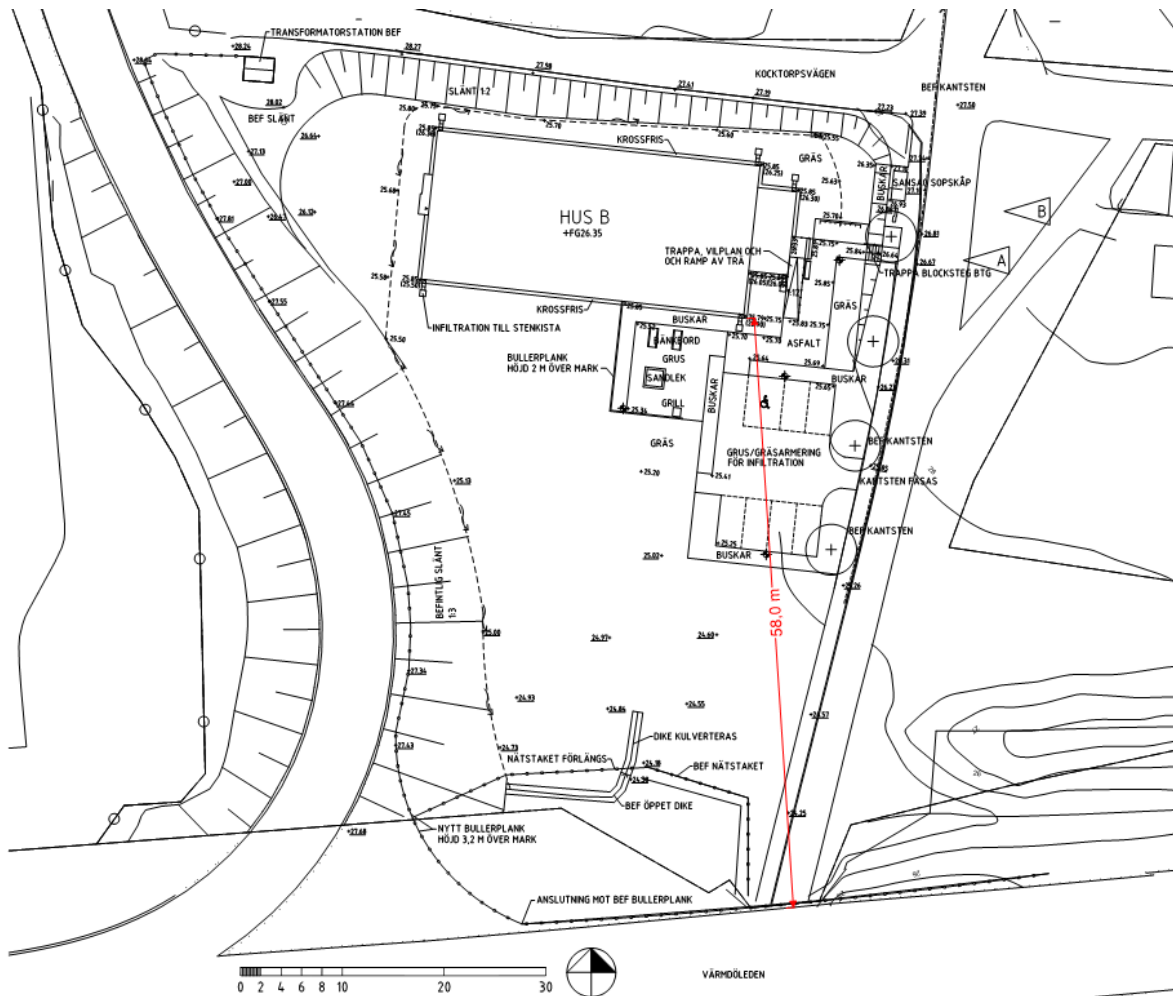
3.1 Planerad bebyggelse och omgivning

Den planerade bebyggelsen består av flerfamiljshus på fastigheten Björknäs 1:1, Kocktorpsvägen. Området avgränsas av väg 222 i söder, påfartsramp till väg 222 i väster, Korsbergavägen i öster samt Kocktorpsvägen i norr, se Figur 3.



Figur 3. Kartbild över fastigheten. Bildkälla: (Jörgen Mann, NCC, 2016)

Det finns exploateringsförslag som nu planeras för innehåller enbart en byggnad, Hus B och redovisas i Figur 4.



Figur 4. Ritning över den planerade fastigheten med enbart Hus B. Bildkälla: (Nacka kommun/NCC, 2016), redigerad av Briab.

3.2 Transportleder

Fastigheten ligger norr om väg 222 som är en tungt trafikerad led och primär transportled för farligt gods. Väg 222 är även utpekad riksintresse för kommunikation. För en anläggning eller ett område som klassats som riksintresse får funktionens värde eller betydelse inte påtagligt skadas av annan tillståndspliktig verksamhet. Vid konflikt mellan olika intressen väger alltid riksintresset tyngre än ett eventuellt motstridigt lokalt allmänintresse och riksintressen skall alltid prioriteras i den fysiska planeringen (Trafikverket, 2013a). Det är Länsstyrelsen som skall säkerställa att länets riksintressen beaktas. Vägen har, i anslutning till fastigheten, en hastighetsbegränsning på 90 km/h och en genomsnittlig dygnstrafik på ca 46 000 fordon varav ca 9,2 % utgör tung trafik (Trafikverket, 2016). Väster om fastigheten löper en påfartsramp till väg 222. Påfartsrampen är ej utpekad transportled för farligt gods men det innebär inte att farligt gods kan komma att transporteras på den aktuella sträckan. Kocktorpsvägen som angränsar till fastigheten i norr bedöms inte användas för transporter av farligt gods.



3.3 Befolkningstäthet

För att möjliggöra en välgrundad riskbedömning är befolkningstätheten inom området av stor vikt.

Med bakgrund i att ca 1217 personer bor i området centrala Björknäs (Nacka kommun, 2016) kan en genomsnittlig befolkningstäthet beräknas. Ytan av centrala Björknäs har uppskattats till 0,6 km² utifrån Nacka kommuns karttjänst (Nacka kommun, 2016). Detta ger således en befolkningstäthet i storleksordningen 2030 personer/km².

Nacka kommuns befolkningsprognos för Björknäs, Boo 2011-2021 visar på en årlig tillväxt nära 2,5 %. Med antagande om samma tillväxt fram till år 2030 förväntas befolkningen öka med 81 % mellan år 2011 och 2030 (Nacka Kommun, 2016). För centrala Björknäs innebär en sådan tillväxt att befolkningstätheten hamnar på ca 3600 personer/km² år 2030.

4 Riskidentifiering och översiktlig bedömning

I detta avsnitt identifieras och bedöms översiktligt riskkällor som potentiellt kan ge påverkan på planområdet vid en olyckshändelse.

4.1 Farliga verksamheter

Med farliga verksamheter avses i detta avsnitt:

- farliga verksamheter enligt lag (2003:779) om skydd mot olyckor,
- tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter enligt miljöbalken (1998:808),
- verksamheter som omfattas av lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor ("Seveso"), och
- verksamheter med tillstånd enligt lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor hantera brandfarliga och explosiva varor.

Farliga verksamheter (så som definierade ovan) kan påverka människors liv och hälsa på ett sådant sätt som ligger inom denna riskutrednings avgränsningar. Ansvariga för de farliga verksamheterna är själva skyldiga att analysera sina risker och myndigheter utövar tillsyn över dessa verksamheter.

Identifiering och översiktlig bedömning

Närmaste drivmedelstation är belägen ca 250 meter från fastighetens gräns (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016). Det föreliggande avståndet innebär att stationen kan avskrivas ur riskhänseende.

Närmaste Sevesoanläggning är Henriksdals reningsverk, beläget ca 7 km bort från fastighetens gräns (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016). Även denna kan på grund av det stora avståndet avskrivas ur riskhänseende.



4.2 Transportleder för farligt gods

Med farligt gods avses varor eller ämnen som har sådana egenskaper att de kan vara skadliga för människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av en genomgripande regelsamling som tagits fram i internationell samverkan (MSB, 2016).

Med transportleder för farligt gods avses i denna utredning sådana leder som är utpekade som primära eller sekundära transportleder eller där det sannolikt kan gå farligt gods-transporter. En primär transportled för farligt gods är avsedd för genomfartstrafik, varför där kan förväntas gå farligt gods-transporter i alla klasser². En sekundär transportled för farligt gods används för att från en primär transportled nå lokala målpunkter.

Identifiering och översiktlig bedömning

Väg 222 är klassad som primär transportled och därmed kan alla typer av farligt gods förekomma.

Påfarten till väg 222 är inte klassad som transportled för farligt gods. På grund av leveranser till och från drivmedelstationen Preem, belägen ca 250 meter väster om fastigheten (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016), kan transporter med farligt gods ändå förekomma. Stationen får varje vecka leveranser av bensen och diesel, samt några gånger per år etanol (Espling, 2016). Leveranserna utgår oftast från Loudden eller Bergs oljehamn. Drivmedlet lossas på stationen och återvänder därefter tillbaka mot Stockholm, via påfartsrampen till väg 222 (Espling, 2016). Även Keolis Bussgarage, beläget strax väster om fastigheten, får leveranser av drivmedel. Drivmedlet består dock enbart RME (rapsmetylester) som med en flampunkt på över 100 °C ej kategoriseras som en brandfarlig vätska (Bonjade, 2016) och inte heller är kategoriserad som farligt gods enligt gällande transportreglverk. Riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län gör gällande att riskerna förknippade med farligt gods-transporter på väg 222 samt för påfartsrampen därför ska beaktas för aktuellt planområde vilket görs i en fördjupad analys i följande avsnitt.

Kocktorpsvägen som angränsar till fastigheten i norr bedöms inte användas för transporter av farligt gods.

5 Fördjupad analys av farligt gods-transporter

Riskinventeringen och den översiktliga bedömningen ovan visar att det finns behov av att närmare studera områdets risknivå med hänsyn till farligt gods-transporter på väg 222 samt påfartsrampen. Den fördjupade analysen genomförs i det följande.

Fördjupad information rörande beräkningsförfarande och bakgrundsfakta återfinns i bilagorna.

² Transporter med farligt gods delas in i 9 olika klasser för ämnen med liknande risker vid transport på väg. Klassificeringen benämns ofta ADR-klasser efter ett europeiskt regelverk för transport av farligt gods på landsväg.



5.1 Farligt gods-klassning och risker med farligt gods

Som nämnts tidigare delas farligt gods delas in i 9 olika klasser för ämnen med liknande risker vid transport på väg. En kortfattad beskrivning av de olika farligt gods-klasserna (som omfattas av föreskrifterna ADR-S) och vilka potentiella konsekvenser de kan ge upphov till ges i Tabell 1.

Tabell 1. Kategorisering, beskrivning och konsekvensbeskrivning av farligt gods-klasser.

Kategori	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning
Klass 1, Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier med mera.	Stor mängd <i>massexplosiva</i> ämnen kan ge stora konsekvensområden. Övriga explosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden.
Klass 2, Komprimerade eller kondenserade gaser	Inerta gaser, oxiderande gaser, brännbara gaser (gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Giftigt gasmoln, jetflamma, fördröjd antändning av gasmoln, BLEVE (<i>Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion</i>). Kan ge stora konsekvensområden.
Klass 3, Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja etc. Bensin och diesel kan transporteras i tankbil med släp rymmandes ca 40-45 m ³ drivmedel.	Brand, giftig rök. Medelstora konsekvensområden.
Klass 4, Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till olyckans närområde.
Klass 5, Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Ammoniumnitrat, natriumklorat, väteperoxider etc.	Självantändning, explosionsartade brandförlopp.
Klass 6, Giftiga och smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till olyckans närområde.
Klass 7, Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat.	Utsläpp. Transporteras i små mängder. Konsekvenserna begränsas till olyckans närområde.
Klass 8, Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid.	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till olyckans närområde.
Klass 9, Övriga farliga ämnen och fasta föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till olyckans närområde.

5.2 Transporter på väg 222

Väg 222 är en förbindelse av central betydelse för trafiken mellan Värmdö och centrala Stockholm. Hastighetsbegränsningen förbi området är 90 km/h (Lantmäteriet, 2014). I höjd med aktuellt område är väg 222 ungefär 30 meter bred totalt.



För att uppskatta med vilken frekvens farligt gods-transporter kan förväntas vara inblandade i trafikolyckor behöver den totala trafikmängden på vägen bedömas. Data från 2013 visar att ÅDT (årsmedeldygnstrafik) på väg 222 förbi fastigheten är ungefär 46 000 fordon per dygn (Trafikverket, 2016). I en prognos framtagen åt Trafikverket gjordes uppskattningen att det år 2007 färdades 29600 fordon per dygn (ÅDT) på väg 222 och att ÅDT skulle öka till mellan 44 500 – 48 800 fordon år 2030 (Trafikverket, 2007). Eftersom mätningarna från 2013 gör gällande att ÅDT var 46 000 fordon per dygn (Trafikverket, 2016) är prognosen för 2030 förmodligen underskattad. För en ny prognos för trafiken år 2030 används trafikuppräkningsstal från EVA, vilket ger ett förmodat ÅDT på 50 400 fordon per dygn år 2030 (Trafikverket, 2016).

ÅDT för antalet tunga fordon är enligt data från 2013 4260 vilket utgör 9,2 % av totala trafikmängden (Trafikverket, 2016), och samma fördelning antas gälla även 2030. Av den tunga trafiken bedömdes 3,0 % bestå av transporter med farligt gods år 2015 (Trafikanalys, 2016). Trafikökningen till år 2030 gör därmed att ÅDT för tunga fordon förväntas vara 4784 fordon och ÅDT för farligt gods-transporter förväntas vara ca 144 fordon år 2030. Detta gäller under förutsättning att den procentuella andelen av alla fordon som utgör farligt gods-transporter (3,0 %) är oförändrad år 2030.

I en kompletterande riskutredning för Sicklaön 41:2 (Briab, 2017), inventerades samtliga målpunkter på Värmdölandet och det kunde konstateras att antalet transporter med farligt gods på Värmdöleden var avsevärt lägre än för riksgenomsnittet. Sicklaön 41:2 ligger på andra sidan Skurusundet, vilket innebär att samtliga transporter som passerar Björknäs 1:1 på Värmdöleden först har passerat Sicklaön 41:2. Farligt gods transporterarna förbi Sicklaön 41:2 bedömdes, efter att trafikuppräkningsstal för år 2030 använts, uppgå till 6,7 transporter per dag vilket är avsevärt mycket lägre än de 144 fordon som det nationella snittet indikerar.

Mängden farligt gods på väg 222

Eftersom väg 222 utgör en primär transportled för farligt gods kan transporter med samtliga ADR-klasser ske på vägen. Antalet transporter med farligt gods uppskattades i föregående avsnitt till 144 fordon per dygn (ÅDT) år 2030. För att uppskatta hur stor andel av varje ADR-klass som transporteras på väg 222 används nationell statistik framtagen år 2015 över inrikes godstransporter med ADR/ADR-S-klassificering (Trafikanalys, 2016). Fördelningen mellan klasserna framgår av Tabell 2.



Tabell 2. Uppskattat antal transporter av farligt gods på väg 222 förbi området, fördelat på respektive ADR-klass (Trafikanalys, 2016).

ADR-klass	Nationell andel [%]	Antal transporter på väg 222
Klass 1, Explosiva ämnen och föremål	0,55	0,8
Klass 2, Tryckkondenserade eller komprimerade gaser	27,49	Totalt 39,6 fördelat enligt ³
➤ Klass 2.1, Brandfarliga gaser	6,5	
➤ Klass 2.2, Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	20,9	9,3
➤ Klass 2.3, Giftiga gaser	0,09	30,0
		0,3
Klass 3, Brandfarliga vätskor	46,26	66,6
Klass 4, Brandfarliga fasta ämnen		
➤ Klass 4.1, Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen	0,43	0,6
➤ Klass 4.2, Självantändande ämnen		
➤ Klass 4.3, Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	0,20	0,3
	0,48	0,7
Klass 5, Oxiderade ämnen och organiska peroxider		
➤ Klass 5.1, Oxiderande ämnen	1,13	1,6
➤ Klass 5.2, Organiska peroxider	-	-
Klass 6, Giftiga och smittförande ämnen		
➤ Klass 6.1, Giftiga ämnen	7,87	11,3
➤ Klass 6.2, Smittförande ämnen	0,52	0,7
Klass 7, Radioaktiva ämnen	-	-
Klass 8, Frätande ämnen	12,93	18,6
Klass 9, Övriga farliga ämnen och fasta föremål	2,14	3,2
Totalt	100 %	144

³ I den nationella statistiken har transporter med ADR-klass 2 redovisats för hela klassen och inte för respektive underklass: 2.1 (brandfarliga gaser), 2.2 (icke brandfarliga/giftiga gaser) och 2.3 (giftiga gaser). Från en undersökning gjord av MSB för september månad år 2006 över farligt gods-transporter i Sverige framkom att ungefär 0,2 % av alla nationella transporter i ADR-klass 2 utgjordes av underklass 2.3 (MSB, 2006). Vidare utgjorde underklass 2.1 omkring 23,6 % av alla klass 2-transporter och underklass 2.2 ungefär 76 %. Denna procentuella fördelning antas gälla för ADR-klass 2 år 2030.



5.3 Farligt gods-olyckor på väg 222

Farligt gods-transporter på väg 222 sker i sådan omfattning att de bedöms kunna påverka planområdets risknivå. För att kunna kvantifiera och värdera denna risknivå och ge förslag på eventuella riskreducerande åtgärder behöver en fördjupad analys göras. Vissa klasser av farligt gods förväntas inte ge mer än lokal påverkan i händelse av en olycka och bedöms därför inte kräva någon fördjupad analys. De klasser som endast bedöms ge lokal påverkan är, som framgår av konsekvensbeskrivningen i Bilaga 2, klass 2.2 (icke brandfarliga/icke giftiga gaser), 4 (brandfarliga fasta ämnen), 6 (giftiga/smittförande ämnen), 7 (radioaktiva ämnen), 8 (frätande ämnen) och 9 (övriga farliga ämnen).

Det som erfordrar fördjupad analys är olyckor med farligt gods-klass 1 (explosiva ämnen), 2.1 (brandfarliga gaser), 3 (brandfarlig vätska) och 5 (oxiderande ämnen och organiska peroxider). Olyckor med dessa klasser kan ge upphov till konsekvenser som exempelvis explosioner, gasmolnsbränder, jetflammar, BLEVE, utsläpp av giftig gas och pölbränder. Olycksscenarierna sammanfattas i Tabell 3 där varje scenario tilldelas en egen beteckning.

Tabell 3. Scenariobeskrivning för farligt gods-olycka på väg 222.

Scenario	Beskrivning
1	Olycka med farligt gods-transport med klass 1, explosiva ämnen, som leder till explosion.
2.1a	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.1, brandfarlig gas, som genom fördröjd antändning leder till gasmolnsbrand.
2.1b	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.1, brandfarlig gas, som leder till jetflamma.
2.1c	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.1, brandfarlig gas, som leder till BLEVE.
2.3	Olycka med farligt gods-transport med klass 2.3, giftiga gaser, som leder till spridning av giftig gas till omgivningen. Antaget ämne är svaveldioxid.
3	Olycka med farligt gods-transport med klass 3, brandfarlig vätska, som leder till pölbrand.
5	Olycka med farligt gods-transport med klass 5, oxiderande ämnen och organiska peroxider, vilket leder till en kraftig brand.

Scenarioanalys

Fördjupad information rörande beräkningsförfarande och bakgrundsfakta till scenarioanalysen återfinns i bilagorna.

Olycksfrekvenser

Utgångspunkt vid olycksfrekvensberäkningarna för väg 222 är de trafikdata som presenterats i avsnitt 5.22, samt olycksstatistik från Strada (Transportstyrelsen, 2016). Metoden som används för beräkning av olycksfrekvens utgår från en modell framtagen av Räddningsverket (1996). Beräkningarna grundar sig på händelseförlopp som beskrivs i Bilaga 1.

En förfinad uppdelning har gjorts rörande olyckans omfattning (t.ex. litet, medelstort och stort läckage). Vad som avses med liten, medelstor och stor omfattning framgår i Bilaga 1 och 2.



Genomförda olycksfrekvensberäkningarna för de identifierade scenarierna presenteras i Tabell 4.

Tabell 4. Olycksfrekvens för identifierade olycksscenarier på väg 222.

Scenario	Frekvens [olyckor/år] efter olyckans omfattning		
	Liten	Medelstor	Stor
222(1)	$2,01 \cdot 10^{-7}$	$3,54 \cdot 10^{-8}$	$1,22 \cdot 10^{-9}$
222(2.1a)	$1,10 \cdot 10^{-6}$	$4,77 \cdot 10^{-7}$	$4,71 \cdot 10^{-7}$
222(2.1b)	$2,18 \cdot 10^{-7}$	$1,09 \cdot 10^{-7}$	$1,17 \cdot 10^{-7}$
222(2.1c)	$2,21 \cdot 10^{-9}$	$1,10 \cdot 10^{-9}$	$1,18 \cdot 10^{-9}$
222(2.3)	$3,05 \cdot 10^{-8}$	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$8,16 \cdot 10^{-9}$
222(3)	$6,21 \cdot 10^{-6}$	$1,16 \cdot 10^{-5}$	$1,24 \cdot 10^{-5}$
222(5)			$3,35 \cdot 10^{-7}$
Summa	$3,33 \cdot 10^{-5}$		

Olycksfrekvensen för farligt gods-olyckor som förväntas kunna ge konsekvenser på området summeras till $3,33 \times 10^{-5}$ vilket motsvarar en förväntad tid mellan olyckorna på 30 000 år.

Konsekvenser

De konsekvensberäkningsmetoder som använts följer vetenskapligt vedertagna praxis och simuleringar har genomförts i beräkningsprogrammet *ALOHA* (NOAA, 2013). Ingångsdata för beräkning av konsekvensområden återfinns i Bilaga 2. I bilagan återfinns även en beskrivning av *ALOHA*.

Beräknade konsekvensavstånd, det vill säga avstånd från vägkant till dödliga förhållanden, redovisas i Tabell 5 för de olika olycksscenarierna.

Tabell 5. Beräknade konsekvensavstånd från vägkant till dödliga förhållanden. Innebörden av olyckans omfattning (liten, medelstor, stor) redogörs för i Bilaga 1 och 2.

Scenario	Konsekvensavstånd [m] efter olyckans omfattning		
	Liten	Medelstor	Stor
222(1)	14	30	79
222(2.1a)	11	15	73
222(2.1b)	10	10	33
222(2.1c)	177	177	177
222(2.3)	17	49	253
222(3)	14	21	30
222(5)			30

För att kunna beräkna samhällsriskerna har antalet omkomna inom området beräknats för varje olycksscenario utifrån antagandet om befolkningstäthet enligt kapitel 3.3.



5.4 Transporter och Farligt gods-olyckor på påfartsrampen till väg 222

Påfartsrampen till väg 222 är ej klassad som transportled för farligt gods. Eftersom Preems drivmedelstation är lokaliserad väster om fastigheten, kommer dock leveranser från Loudden eller Bergs oljehamn anlända till stationen via avfarten trafikplats Björknäs. Drivmedlet lossas på stationen varpå fordonen kör tillbaka mot Stockholm via påfartsrampen till väg 222 som passerar aktuell fastighet (Espling, 2016). I dagsläget sker i genomsnitt 4,75 leveranser per vecka.

Data från 2014 visar att ÅDT (årsmedeldygnstrafik) på påfartsrampen förbi fastigheten är ungefär 180 fordon per dygn (Trafikverket, 2016). På samma sätt som för väg 222 antas denna mängd fordon öka från 180 till 204 år 2030. Även mängden farligt gods förväntas öka till 5,4 leveranser per vecka. Det enda farliga godset som körs på påfartsrampen är brandfarlig vätska, vars olycksfrekvens och konsekvensavstånd ges av Tabell 6 respektive Tabell 7.

Tabell 6. Olycksfrekvens för identifierade olycksscenarioer på påfartsrampen till väg 222.

Scenario	Frekvens [olyckor/år] efter olyckans omfattning		
	Liten	Medelstor	Stor
P(3)	$5,90 \cdot 10^{-8}$	$7,60 \cdot 10^{-7}$	$1,18 \cdot 10^{-7}$
Summa	$9,38 \cdot 10^{-7}$		

Olycksfrekvensen för påfartsrampen beräknas till $9,38 \times 10^{-7}$ eller en förväntad tid mellan olyckorna på 1 060 000 år.

Tabell 7. Beräknade konsekvensavstånd från vägkant till dödliga förhållanden. Innebörden av olyckans omfattning (liten, medelstor, stor) redogörs för i Bilaga 1 och 2.

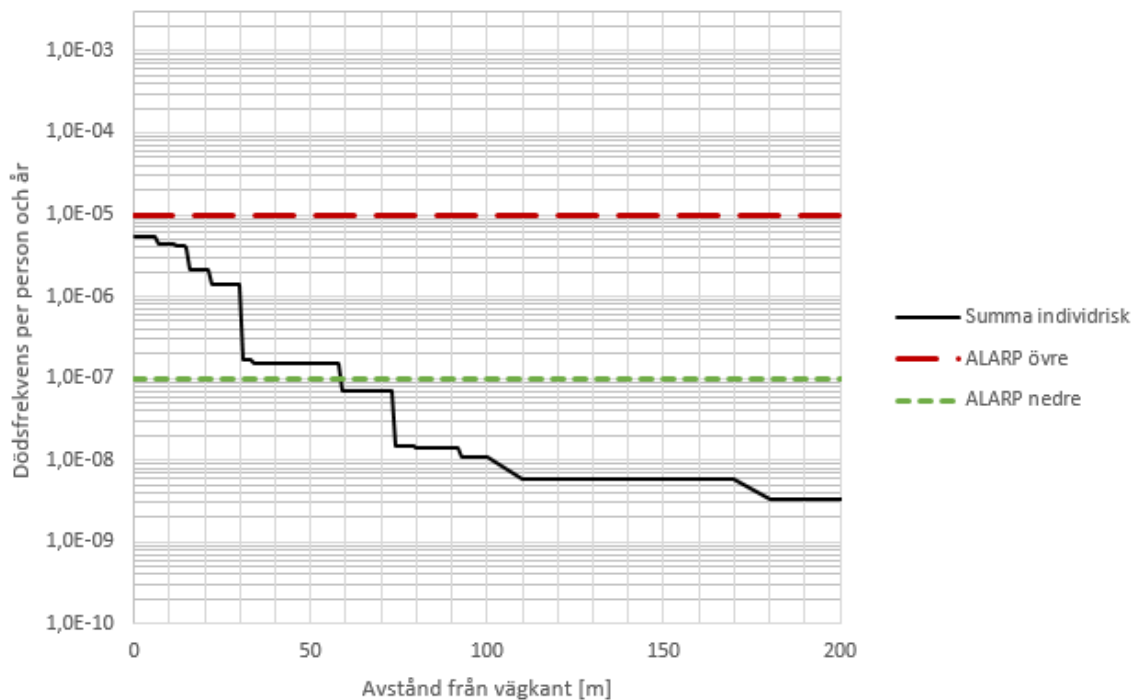
Scenario	Konsekvensavstånd [m] efter olyckans omfattning		
	Liten	Medelstor	Stor
P(3)	14	21	30

5.5 Resultat

I detta avsnitt presenteras vilken individ- och samhällsrisk som närheten till väg 222 och påfartsrampen ger upphov till för fastigheten. Individrisken har beräknats genom att addera olycksfrekvensen för de scenarier vars konsekvenser påverkar en person som vistas inom på ett visst avstånd från vägen och som leder till att personen omkommer. Som komplement till individrisk har risknivån för området även beräknats i form av samhällsrisk. Resultatet presenteras enligt gängse normer i ett F/N-diagram där även de nyttjade acceptanskriterierna framgår.

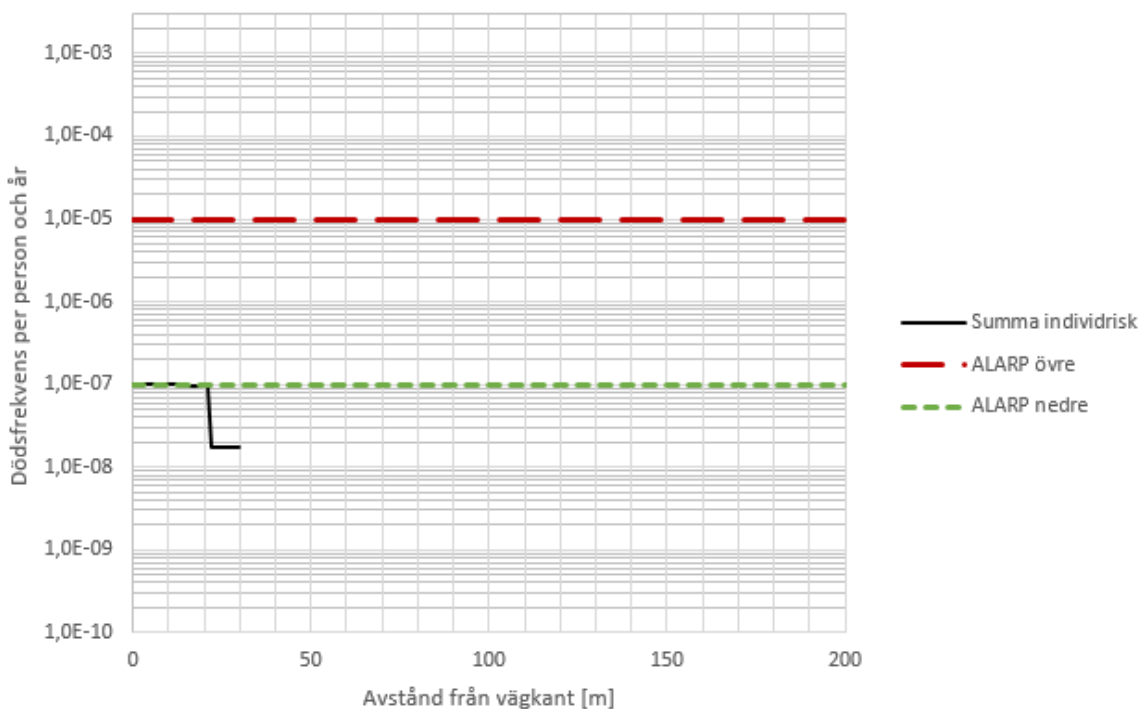
Individ- och samhällsrisk

Individrisken intill väg 222 och påfartsrampen till väg 222 presenteras i Figur 5 respektive Figur 6. Samhällsrisk för väg 222 och för påfartsrampen presenteras i Figur 8 respektive Figur 10.



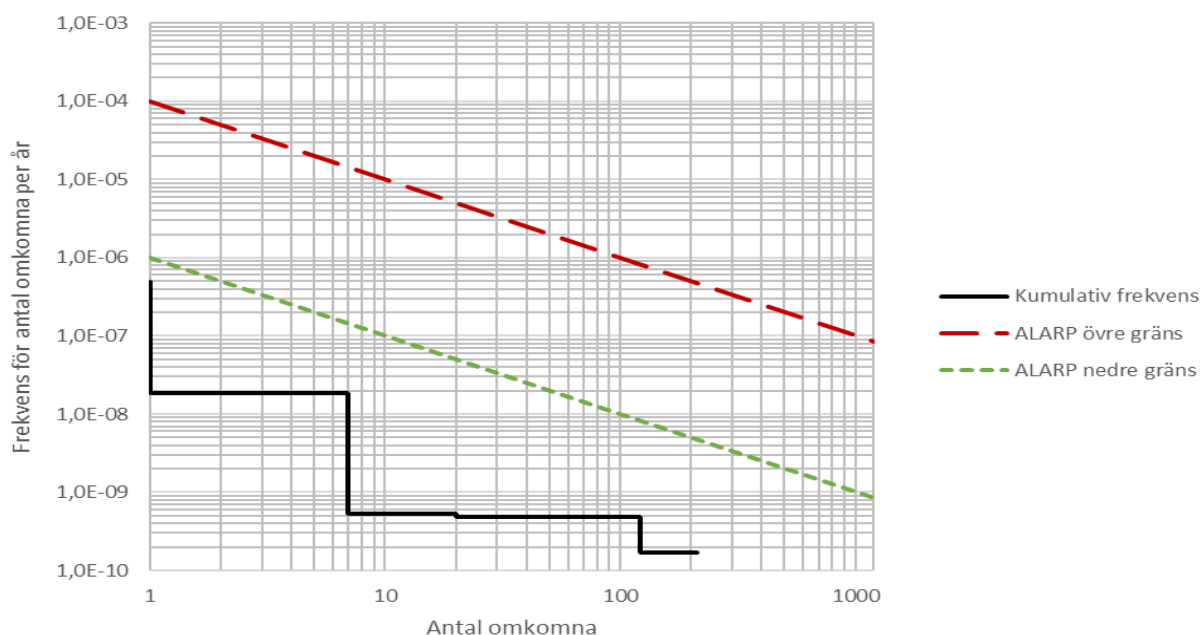
Figur 5. Individrisk intill väg 222.

Genomförda beräkningar visar på en individrisk i den övre och undre delen av ALARP (0-59 meter från vägkant) eller under ALARP-området (>59 meter från vägkant).



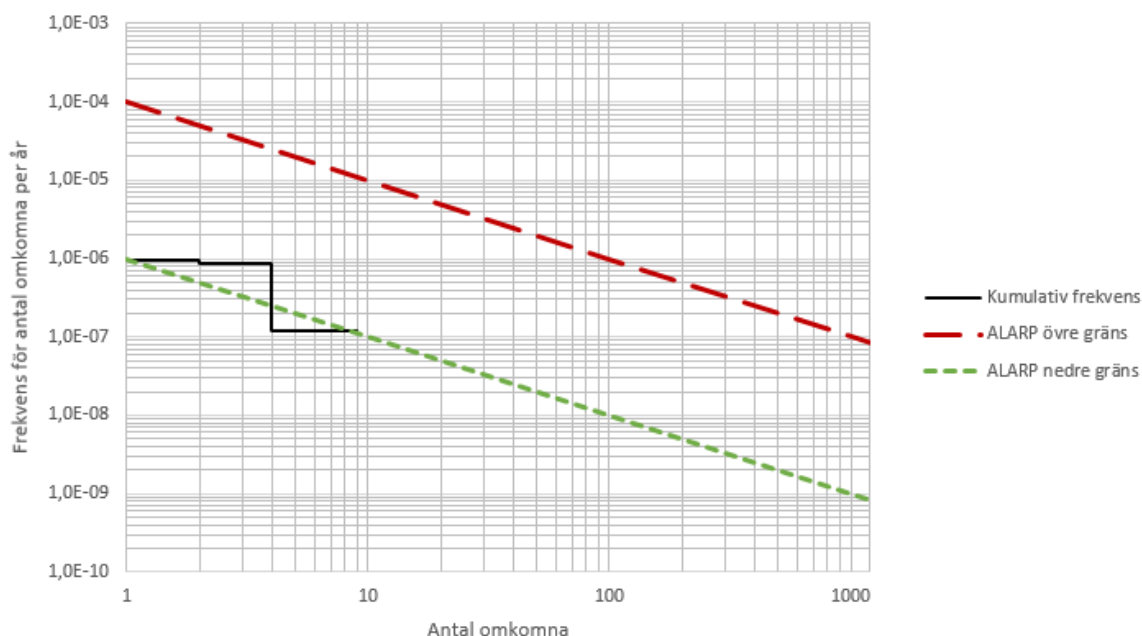
Figur 6. Individrisk intill påfartsrampen.

Brandfarlig vätska är det enda farliga gods går på påfartsrampen till väg 222. Individrisken bedöms vara acceptabel och antar värdet noll bortom en pölbrands största konsekvensområde av 30 meter.



Figur 7. Samhällsrisk för området intill väg 222 med omgivning med 58 meter bebyggelsefritt avstånd.

Utifrån genomförda beräkningar framgår det att samhällsrisker ligger till största delen inom eller i den övre delen av ALARP-området.



Figur 9. Samhällsrisk för området intill påfartsrampen till väg 222 med omgivning.

För påfartsrampen visar beräkningarna att samhällsrisker ligger i den nedre delen av ALARP eller under ALARP.



5.6 Riskvärdering

I detta avsnitt värderas de beräknade risknivåerna utifrån de acceptanskriterier som har definierats.

Beräknad individrisk (Figur 5) är acceptabelt låg längre bort än 59 meter från väg 222 samt i den lägre delen av ALARP från 30 meter. Individrisken är acceptabelt låg längs påfartsrampen oavsett avstånd, varför inget skyddsavstånd krävs till denna.

Sammantaget innebär detta att huset ligger inom det område där vissa skyddsåtgärder krävs, då individrisken är något förhöjd. Det scenario som ger upphov till den förhöjda individrisken inom 59 meter från vägen är kopplat fördröjd antändning av brandfarliga gaser i klass 2.1 (scenario 222(2.1a)). För att reducera dessa risker behöver åtgärder vidtas som möjliggör för personer att sätta sig i säkerhet vid en eventuell olycka.

Beräknad samhällsrisk (Figur 7) hamnar delvis inom ALARP-området och är acceptabel endast om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas.

Åtgärdsförslag

För att reducera individ- och samhällsriskerna (till följd av farligt gods-transporter på väg 222) och möjliggöra planerad bebyggelse samt stadigvarande vistelse i anslutning till byggnaden har följande riskreducerande åtgärder föreslagits och dess effekt verifierats.

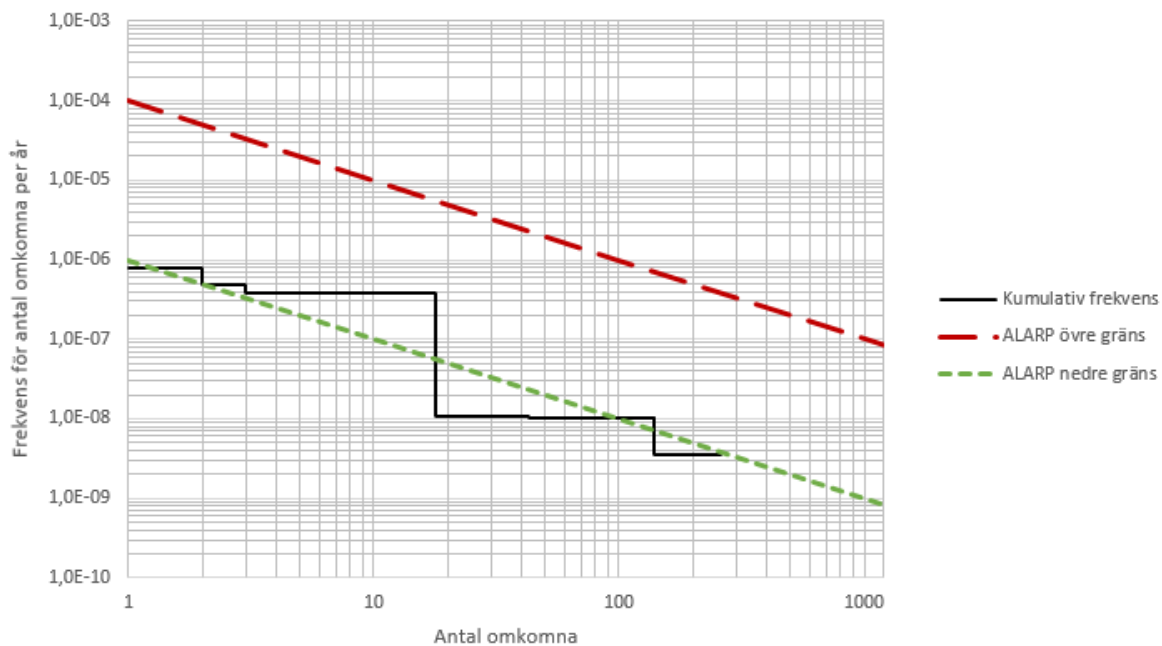
1. Utrymning möjliggörs bort från vägen på ett säkert sätt, genom att minst en av utrymningsvägarna lokaliseras på en vägg som inte vetter mot väg 222, för byggnader inom 60 meter från väg 222.
2. Bullerplank mot väg 222 utförs tätt i underkant för att begränsa pölutbredning och för att motverka att spill rinner ner mot fastigheten

Verifiering av åtgärd

Det scenario som har störst inverkan på individrisken från 30 meter upp till 59 meter från väg 222 är fördröjd antändning av utsläppt gas. Det 3 meter höga bullerplank som planeras längs väg 222 ger ett skydd mot utsläppt gas. Gas tyngre än luft bromsas av planket från att nå fastigheten och gas som är lättare än luft sprids längs planket uppåt och får en större utspädning i luft innan den når fastigheten. Detta medför att bullerplanket anses reducera risken så långt det är praktiskt möjligt inom ALARP.

Resultatet av de samlade åtgärdernas effekt är att risknivån för den planerade bebyggelsen blir acceptabelt låg enligt gällande acceptanskriterier.

Genom att införa ett bebyggelsefritt avstånd på 58 meter från väg 222 ligger samhällsriskerna i den lägre delen av ALARP eller under ALARP-området som syns i Figur 11.

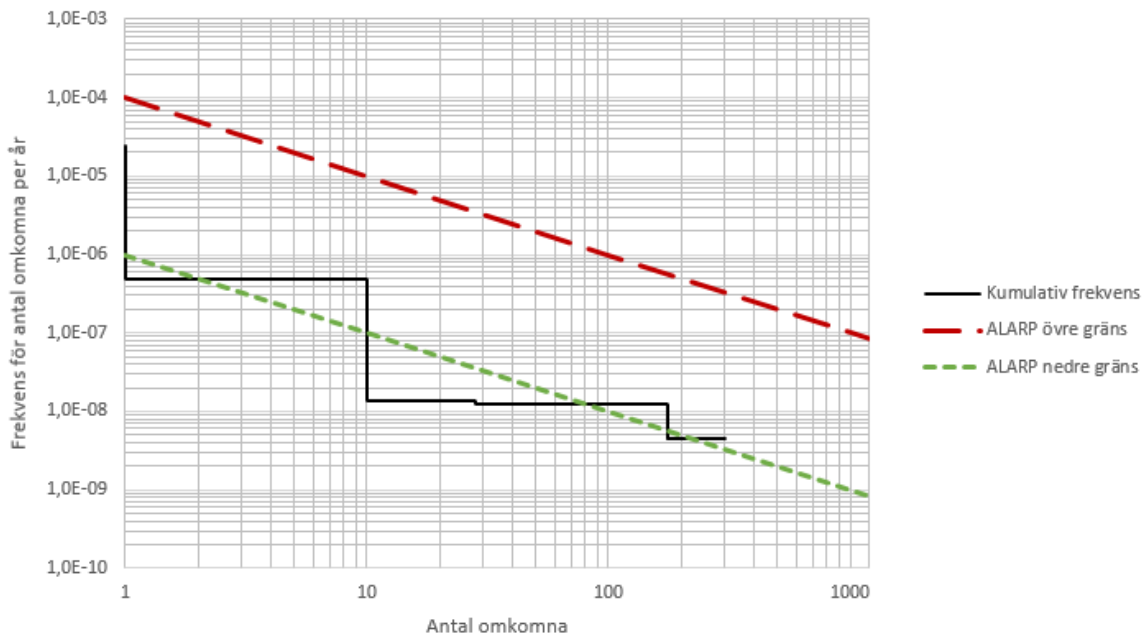


Figur 8. Samhällsrisk efter vidtagande av riskreducerande åtgärder.

5.7 Känslighets- och osäkerhetsanalys

I en riskutredning av detta slag finns ett antal osäkra parametrar såsom skattningar av olycksfrekvenser för farligt gods-olycka, fördelningen mellan olika godsslag och befolknings- och trafikprognoser.

Nacka kommun är en kommun med stark tillväxt och det kan vara rimligt att anta att befolkningmängden blir högre än prognosticerat. Om befolkningmängden i Björknäs antas öka mer än det dubbla enligt prognosen, d.v.s. 162 % till ca 5200 personer/km² år 2030, kommer detta påverka samhällsrisk för området. Eftersom befolkningmängden enbart påverkar samhällsrisk redovisas därför enbart denna och med en fördubblad befolkningsökning fås följande samhällsrisk:

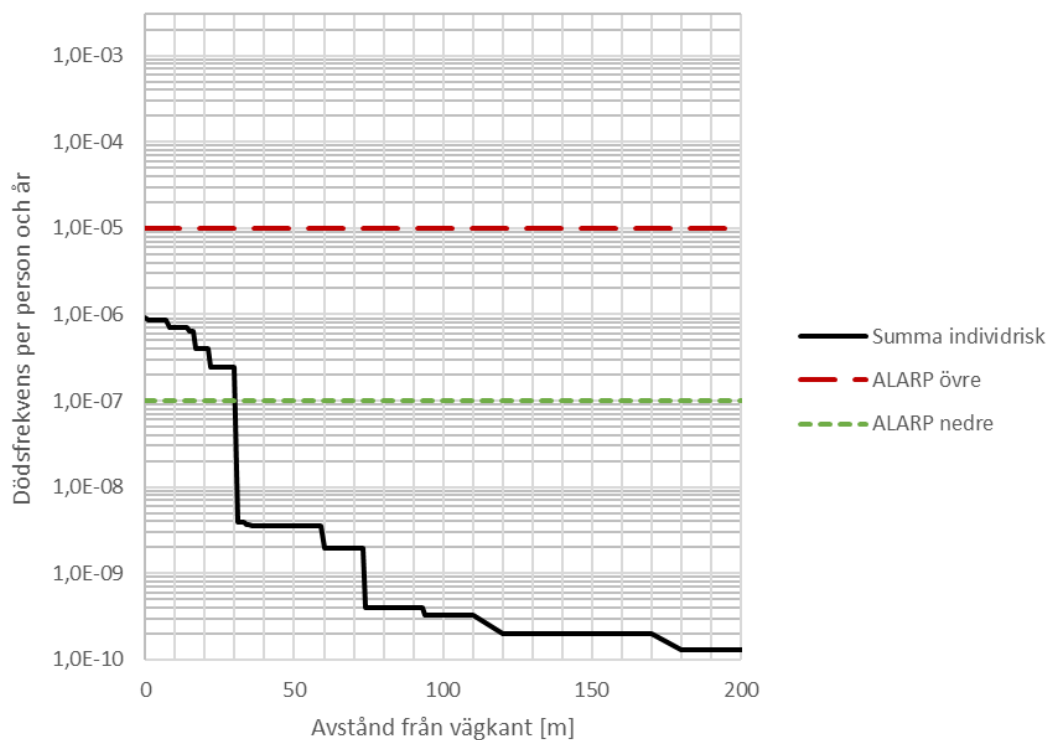


Figur 9. Samhällsrisk vid väg 222 under antagande om ökad befolkningsmängd.

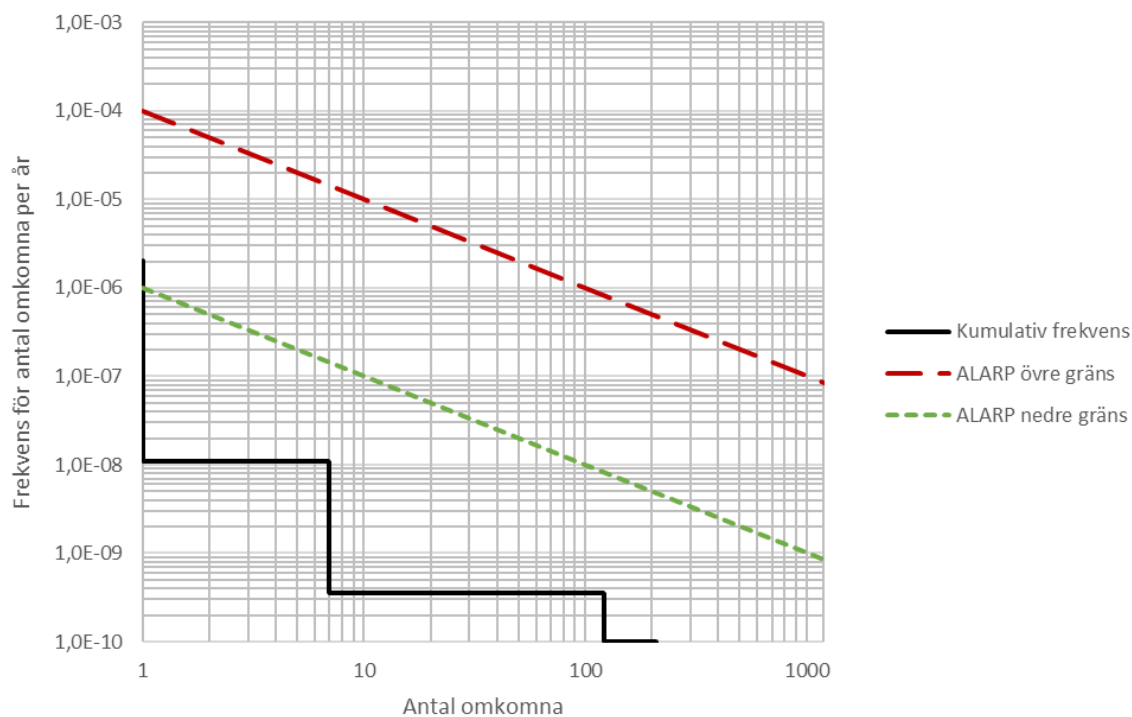
Samhällsrisken ökar något, men håller sig fortfarande i nedre delen av, eller under, ALARP. Detta pekar på en robusthet i analysen.

5.8 Diskussion med avseende på genomförd målpunktsanalys och inventering av transporter med farligt gods

Den fördjupade studien av målpunkter för farligt gods på Värmdölandet som gjorts i en kompletterande utredning för ett annat planområde längs med Värmdöleden (Briab, 2017) indikerar att antalet transporter på Värmdöleden är avsevärt mycket längre än för det nationella genomsnittet. Om dessa siffror istället används kommer det att påverka både individ- och samhällsrisken och resultatet redovisas i Figur 10 och Figur 11. Resultaten visar att utifrån den detaljerade statistiken över transporter med farligt gods till Värmdölandet är individrisken acceptabelt låg för både boende och stadigvarande vistelse på avstånd större än 30 meter från väg 222 och hela samhällsriskkurvan ligger inom det acceptabla området. Detta innebär att riskreducerande åtgärder inte skulle behöva vidtas med hänsyn till den faktiska risknivån. Tidigare föreslagna riskreducerande åtgärder bedöms dock vara rimliga utifrån ett kostnads-nyttoperspektiv och föreslås därför fortsatt implementeras och kompletteras med att området inom 30 meter från Värmdöleden ska utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.



Figur 10. Individrisk för detaljerad sammanställning av transporter med farligt gods till Värmdölandet.



Figur 11. Samhällsrisk för detaljerad sammanställning av transporter med farligt gods till Värmdölandet.



6 Slutsatser

I riskutredningen har antalet transporter baserats på nationell statistik, vilket är att betrakta som mycket konservativt. I en fördjupad riskutredning för ett annat planområde som upprättats efter den första versionen av denna riskutredning har det nämligen kunnat konstateras att andelen farligt gods på väg 222 är avsevärt mycket lägre och framförallt består av drivmedelstransporter. För att behålla transparensen har dock den nationella statistiken fortsatt nyttjats och den detaljerade inventering används enbart som en osäkerhetsanalys. Riskutredningen visar att olyckshändelser förknippade med transport av farligt gods på väg 222 ger upphov till en förhöjd individ- och samhällsrisk för fastigheten med omgivning vid användandet av nationell statistik för transporter av farligt gods.

Övriga riskkällor som har identifierats (farliga verksamheter och verksamheter med tillstånd att hantera brandfarliga varor samt övriga transportleder) har kunnat avskrivas då deras avstånd till fastigheten har bedömts vara tillräckligt stora.

För att reducera individ- och samhällsrisk (till följd av farligt gods-transporter på väg 222) och möjliggöra planerad bebyggelse samt stadigvarande vistelse i anslutning till byggnaden har följande riskreducerande åtgärder föreslagits och dess effekt verifierats.

Åtgärderna återges i det följande:

1. Utrymning möjliggörs bort från vägen på ett säkert sätt, genom att minst av en av utrymningsvägarna lokaliseras på en vägg som inte vetter mot väg 222, för byggnader inom 60 meter från väg 222.
2. Bullerplank mot väg 222 utförs tätt i underkant för att begränsa pölutbredning och för att motverka att spill rinner ner mot fastigheten.
3. Området inom 30 meter från väg 222 utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.



7 Referenser

- Alonso, F. (2006). Characteristic overpressure–impulse–distance curves for the detonation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 19 (2006), ss. 724–728.
- Bonjade, H. (den 12 10 2016). Depåchef Nacka, Keolis. (E. Rundbom, Intervjuare)
- Briab. (2017). *Sicklaön 41:2, Nacka - Kompletterande riskutredning för planområde*.
- Center for Chemical Process Safety. (2000). *Guidelines for Chemical Process Quantative Risk Analysis*. New York: American Institute of Chemical Engineers.
- Espling, D. (den 11 10 2016). Distribution Planner, HOYER Svenska Petrolog AB. (E. Rundbom, Intervjuare)
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor*. Stockholm: Försvarets Forskningsanstalt.
- Fréden, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Rapport 2001:15*. Stockholm: Banverket.
- HMSO. (1991). *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Londo: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission.
- Jörgen Mann, NCC. (den 10 08 2016).
- Lantmäteriet. (2014). *Geodataportalen*. Hämtat från Lantmäteriet:
<http://www.geodata.se/GeodataExplorer/index.jsp?loc=sv&site=AdvancedUser>
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer. Samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*. Stockholm.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003). *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003b). *Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?* Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (den 07 10 2016). *Länsstyrelsens WebbGIS*. Hämtat från Länskarta Stockholms län: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*.
- Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.



- Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.*
- MSB. (09 2006). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskap - MSB.* Hämtat från Transport av farligt gods på väg och järnväg: <http://www.msb.se/farligtgoods> den 20 november 2012
- MSB. (2016). *Transport av farligt gods.* Hämtat från <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Transport-av-farligt-gods/>
- Nacka Kommun. (den 07 10 2016). *Befolkningsstatistik.* Hämtat från http://www.nacka.se/WEB/POLITIK_ORGANISATION/EKONOMI/STATISTIK/BEFOLKNING/Sidor/default.aspx
- Nacka kommun. (den 07 10 2016). *Karttjänst.* Hämtat från <http://webbkarta.nacka.se/>
- Nacka kommun. (den 07 10 2016). *Statistik om Nacka.* Hämtat från <http://www.nacka.se/kommun--politik/ekonomi-och-statistik/statistik/>
- Nacka kommun/NCC. (den 24 10 2016). Boende Kocktorpsvägen, situationsplan.
- Nilsson, G. (1994). *Vägtransporter med farligt gods - Farligt gods i vägtrafikolyckor.* VTI rapport.
- NOAA. (2013). *ALOHA Areal Locations of Hazardous Technical Documentation:* http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA_Tech_Doc.pdf. Seattle, WA: DEPARTMENT OF COMMERCE • National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) .
- OGP. (2010). *International Association of Oil & Gas Producers.* Hämtat från Vulnerability of humans: <http://www.ogp.org.uk/pubs/434-14.pdf>
- Purdue University. (2009). *Department of Chemistry.* Hämtat från Poison gases: <http://www.chem.purdue.edu/chemsafety/chem/poison gases.htm>
- Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail.* Journal of Hazardous Materials, vol 3, p. 229-259.
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - riskbedömning vid transport- Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg och järnväg.* Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk.* Karlstad: Statens Räddningsverk.
- SFS 2010:900. (2010). *Plan- och bygglag (SFS 2010:900).*
- Trafikanalys. (2016). *Lastbilstrafik 2015.* Trafikanalys.
- Trafikverket. (2007). *Väg 222 Skurubron Vägutredning.* Trafikverket.



Trafikverket. (den 03 09 2013a). *Riksintresse*. Hämtat från Trafikverket.se:
<http://www.trafikverket.se/riksintressen/>

Trafikverket. (den 18 10 2016). Hämtat från Trafikuppräkningsstatistik för EVA:
http://www.trafikverket.se/contentassets/e5a17b6e705141be8d934e4e669c715c/trafikupprakningstatistik_eva_150401.pdf

Trafikverket. (2016). *Vägtrafikflödeskartan*. Hämtat från <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#>

Transportstyrelsen. (2016). *Strada olycksstatistik*.

VROM. (2005). *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances*.
Holland: Ministerier van VROM.



Bilaga 1 – Olycksfrekvensberäkningar för farligt gods

De beräkningsmetoder och indata som används för att beräkna olycksfrekvenser för farligt gods-olyckor presenteras i denna bilaga.

En olycka med en farligt gods-transport kan leda till olika följdhändelser såsom punktering, läckage, antändning etc. Sannolikheten för dessa **följdhändelser** behöver uppskattas för att kunna uttala sig om hur olyckan bidrar till ett områdes risknivå.

Olycksfrekvens

Det som avses med farligt gods-olycka i detta fall är att en trafikolycka inträffar och att ett fordon som transporterar farligt gods är inblandat. För att uppskatta olycksfrekvens nyttjas här olycksstatistik från Transportstyrelsen, samt en modell som tagits fram av Räddningsverket, nuvarande MSB (Räddningsverket, 1996). Modellen är en indexmodell som grundar sig på bland annat hastighetsbegränsning, vägtyp och antalet filer. Förutsättningarna gäller de för väg 222 intill den aktuella fastigheten och olycksfrekvensen beräknas för 1 km vägsträcka.

Väg 222

Väg 222 har längs den aktuella sträckan hastighetsgränsen 90 km/h. Utifrån olycksstatistik från Strada (Transportstyrelsen, 2016) har 7 olyckor (varav 4 singelolyckor) inträffat på det aktuella avsnittet längs väg 222 sedan 2003. Studerat vägvagnsnitt är 300 meter och den genomsnittliga årsdygnstrafiken är cirka 46 000 (Trafikverket, 2016), vilket ger en olyckskvot av ca 0,14 olyckor per miljoner fordonskilometer. Då det totala antalet olyckor är begränsat och därmed statistiskt undersökt används värdet för andelen singelolyckor utifrån schablon. Utifrån områdets karaktär ger beräkningsmatrisen andelen singelolyckor (Y) = 0,35.

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6}$$

Förväntat antal fordonsolyckor längs en kilometer lång sträcka blir: $O = 0,45 \times 6,2 = 2,6$ olyckor/år

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år beräknas enligt sambandet:

$$O \times ((Y \times X) + (1-Y) \times (2X-X^2)), \text{ där:}$$

O = Antalet trafikolyckor på aktuell vägsträcka

Y = Andelen singelolyckor

X = Andelen fordon skyltade som farligt gods

Då väg 222 är en primär transportled för farligt gods antas att andelen fordon skyltade som farligt gods, X , följer den nationella fördelningen. För väg 222 betyder det 144 fordon per dag.

För att få fram det förväntade antalet farligt gods-olyckor används slutligen sambandet:

$$O \times ((Y \times X) + (1-Y) \times (2X-X^2)) = 0,0016 \text{ olyckor/år}$$



Detta motsvarar en trafikolycka som involverar transporter av farligt gods på ungefär 600 år längs med väg 222 intill området (på en 1 km lång sträcka). En olycka behöver dock inte medföra sådan åverkan på godset att allvarliga konsekvenser uppstår och omgivningen påverkas.

Påfartsrampen till väg 222

Då det inte finns någon statistik att tillgå för påfartsrampen, antas olyckskvoten vara densamma som för väg 222. Av inventeringen framgår att endast 4,75 transporter av farligt gods per vecka förväntas köra på påfartsrampen där medeldygnstrafiken är 180 (Trafikverket, 2016). Förväntat antal fordonsolyckor med farligt gods beräknas bli $7,16 \cdot 10^{-6}$ per år, vilket ger att transporter med farligt gods förväntas vara involverade i en olycka ca en gång på 140 000 år.

Fördelning mellan olika farligt gods-klasser

Olycksfrekvensen antas vara oberoende av vilken typ av farligt gods som transporteras vilket medför att olycka med en viss typ av farligt gods är direkt proportionell mot antalet transporter i den farligt gods-klassen. Fördelningen av antalet transporter och hur de tagits fram framgår i avsnitt 5.22.

Frekvenser för utsläpp och antändning

I detta avsnitt presenteras med vilka frekvenser olyckorna leder till konsekvenser som utsläpp och/eller spridning och antändning.

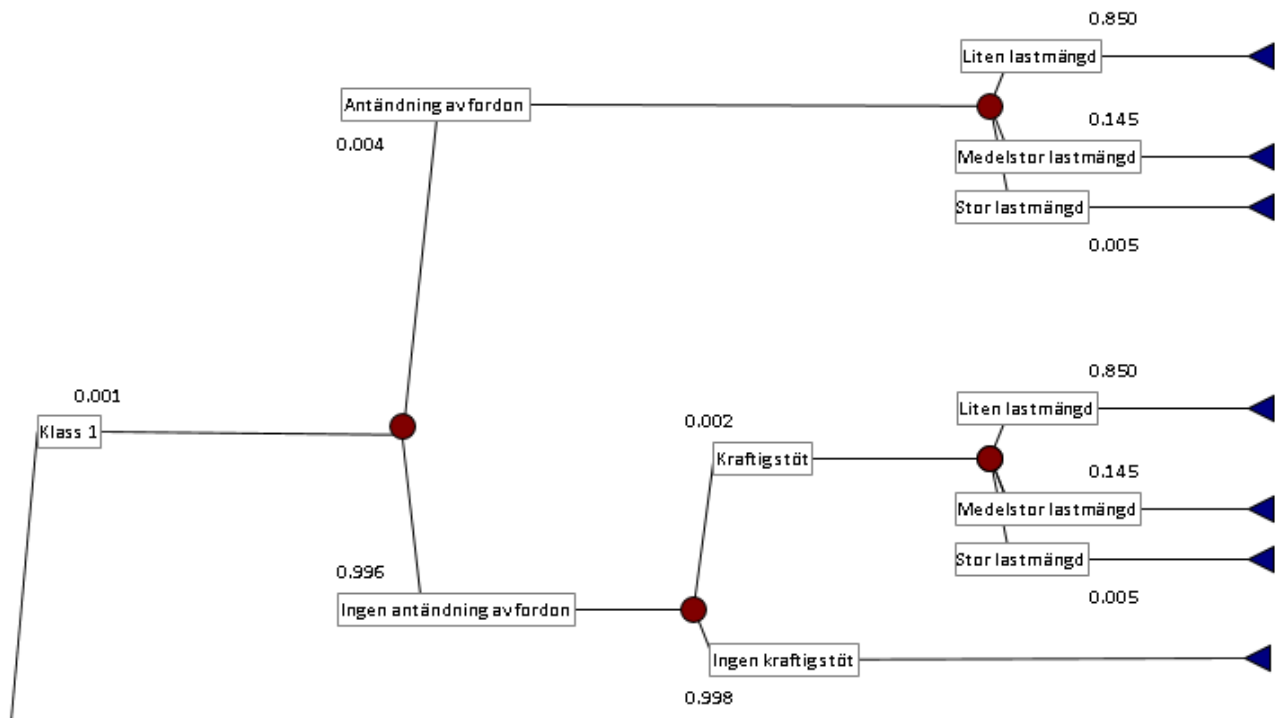
Explosiva ämnen (klass 1)

Andelen explosiva ämnen som transporteras är låg men konsekvenserna kan bli omfattande med flertalet omkomna. Antändning av explosiva ämnen som transporteras kan i huvudsak ske på två sätt: yttre krafter eller via en tändkälla. Sannolikheten för att brand ska uppstå vid farligt gods-olycka har uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Det antas konservativt att en sådan brand alltid leder till en explosion av lasten. Sannolikheten att ämnet detonerar/deflagrerar till följd av krafterna från en kollision har uppskattats till mindre än 0,2 % (HMSO, 1991). Olika laststorlekar ger upphov till olika konsekvenser. Fördelningen över hur vanligt förekommande olika lastmängder är framgår i Tabell 8.

Tabell 8. Lastmängder för farligt gods-transporter (klass 1).

Lastmängd [kg]	Andel av transporter i denna klass	Kommentar
16 000 (maximalt tillåtet på väg)	0,5 %	Uppskattning baserad på statistik över genomfartstransporter (MSB, 2006). Mycket ovanligt med så stor mängd, anses utgöra värsta möjliga scenario.
500-5000 kg	14,5 %	-
<500 kg	85 %	Huvuddelen av transporterarna bedöms utgöras av mindre mängder än 500 kg.

I Figur 123 beskrivs olycksförloppet för olycka involverande klass 1 i ett händelsetråd.



Figur 123. Händelseträd för olycka med farligt gods-klass 1.

Tryckkondenserade gaser (klass 2)

Ämnen inom klass 2 transporteras främst som tryckkondenserade gaser och behållarna klarar högre påfrestningar. Från utländska studier har det påvisats att sannolikheten för att punktera en behållare avsedd för tryckkondenserade gaser är 1/30 av sannolikheten för "normala" behållare avsedda för transporter av farligt gods (Fréden, 2001). Omfattningen av ett läckage beror på hålstorleken. Hålstorlekarna som bedöms kunna uppstå presenteras i Tabell 9.

Tabell 9. Hålstorlekar och sannolikhet att de uppkommer (Räddningsverket, 1996).

Hålstorlek [cm ²]	Sannolikhet
0,1	62,5 %
0,8	20,8 %
16,4	16,7 %

Olycka med brännbara gaser (klass 2.1)

För brännbara gaser bedöms ett utsläpp kunna resultera i fyra scenarier:

- Ingen antändning
- Jetflamma
- Fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
- BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion)

Om den trycksatta gasen antänds omedelbart efter läckage uppstår en jetflamma.



Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och sedan leder till antändning.

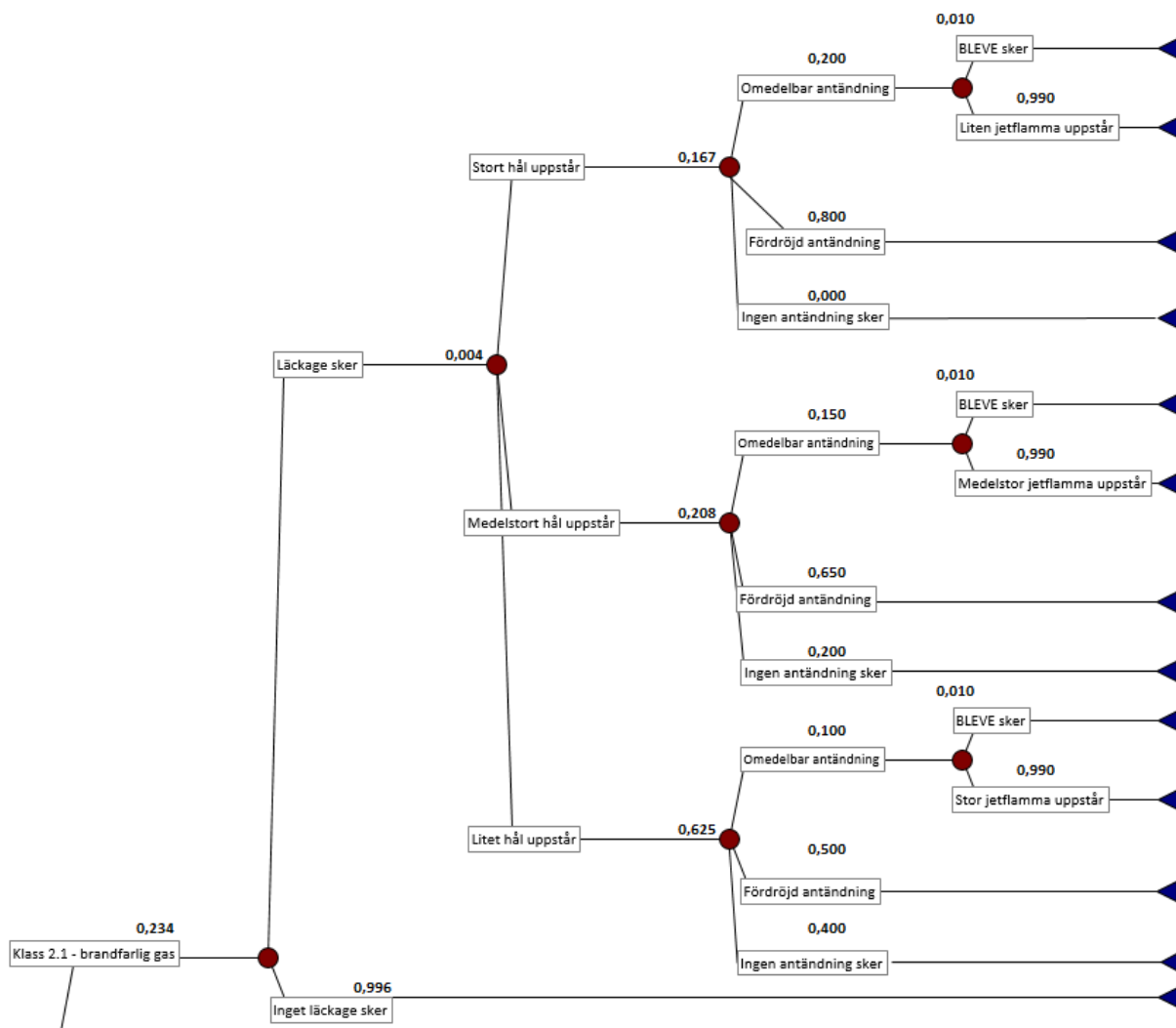
BLEVE kan endast inträffa om gasbehållarnas säkerhetsventil saknas eller inte är tillräcklig och gasbehållaren utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid. Eftersom sannolikheten för BLEVE är väldigt liten och svårkalkylerad men konsekvensen kan bli stor så antas sannolikheten vara 1 %.

Sannolikheten för antändning givet läckage uppskattas utifrån data i (Purdy, 1993) och presenteras i Tabell 10.

Tabell 10. Sannolikhet för antändning givet en viss utsläppsmängd.

Scenario	Sannolikhet för antändning	Kommentar
Fördröjd antändning av gasmoln	50 % vid utsläpp < 1500 kg (litet utsläpp) 65 % vid utsläpp = 1500 kg (medelstort utsläpp) 80 % vid utsläpp > 1500 kg (stort utsläpp)	Sannolikheten för antändning vid medelstort utsläpp uppskattas med linjär interpolation mellan
Jetflamma	10 % vid utsläpp < 1500 kg (litet utsläpp) 15 % vid utsläpp = 1500 kg (medelstort utsläpp) 20 % vid utsläpp > 1500 kg (stort utsläpp)	sannolikheterna vid litet (< 1500kg) och stort (> 1500 kg) utsläpp.

I Figur 134 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.

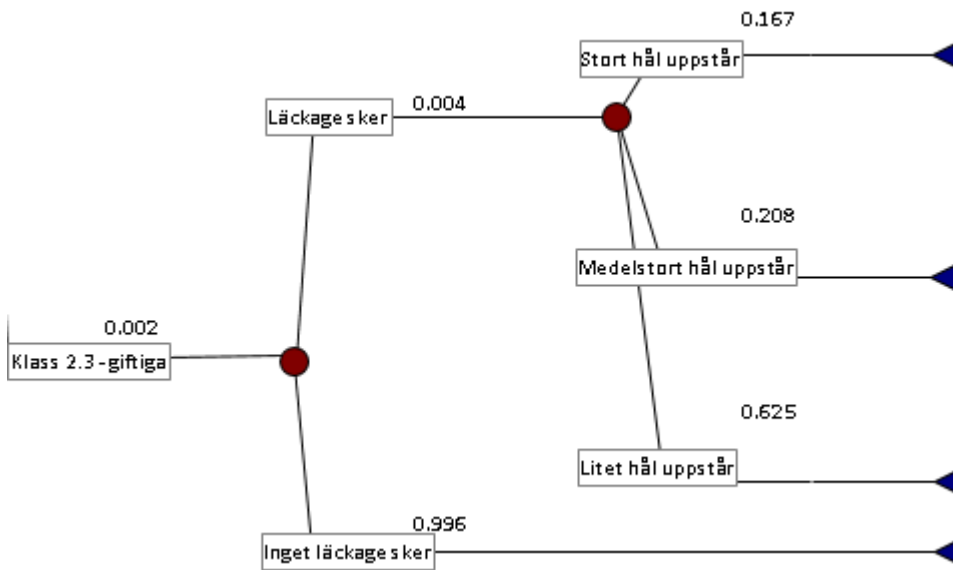


Figur 134. Händelseträd för olycka med farligt gods-klass 2.1.

Olycka med giftiga gaser (klass 2.3)

Giftiga gaser-utsläpp ger störst konsekvens åt det håll som vinden blåser. Spridningen gynnas av ökad vindstyrka. Vindriktningen antas ligga mot aktuellt planområde. Det farliga gods som anses representativt (för transport på väg) är den giftiga gasen svaveldioxid.

I Figur 145 beskrivs olycksförloppet i ett händelseträd.



Figur 145. Händelseträd för olycka med farligt gods-klass 2.3.

Brandfarliga vätskor (klass 3)

För att en olycka ska leda till större konsekvenser måste både läckage och antändning av den brandfarliga vätskan ske. I huvudsak transporteras bensin och diesel i denna klass. Eftersom diesel, till följd av dess låga flampunkt, sannolikt inte antänds så anses bensin som representativt i klassen. Sannolikheten för att en olycka med farligt gods-transport inblandad leder till läckage har bedömts vara 13 % (Räddningsverket, 1996). Vidare har sannolikheten för antändning givet läckage uppskattats till 3,3 % (HMSO, 1991).

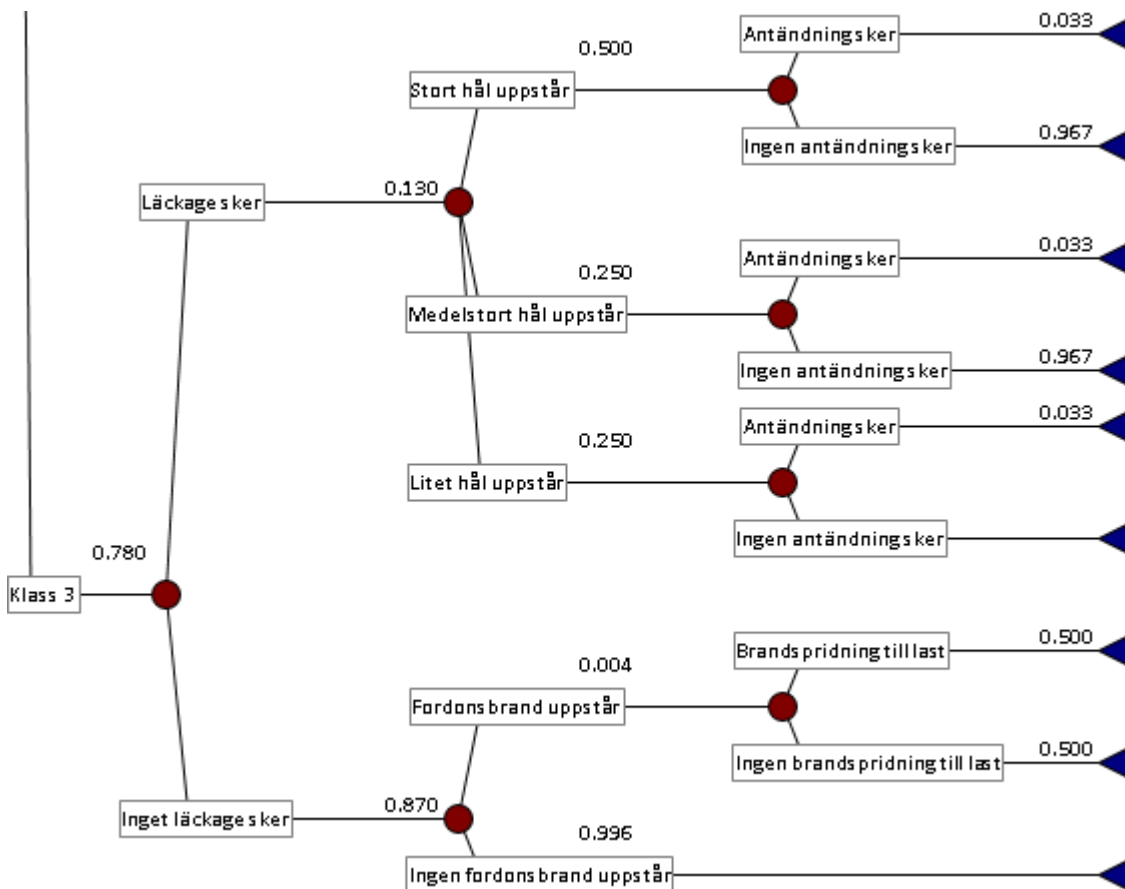
Sannolikheten för att brand ska uppstå vid en farligt gods-olycka har som tidigare nämnts uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Det antas att hälften av dessa bränder sprider sig till lasten. I händelse av att en brand sprider sig till lasten antas att branden blir stor, motsvarande en stor pöl (200 m²).

Storleksfördelningen för en pöl givet läckage presenteras i Tabell 11.

Tabell 11. Sannolikhet för olika pölstorlekar givet läckage (Räddningsverket, 1996).

Pölstorlek [m ²]	Sannolikhet på väg
50	25 %
100	25 %
200	50 %

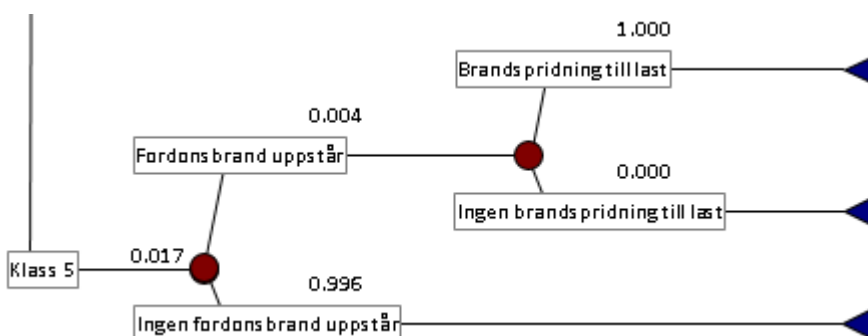
I Figur 156 beskrivs olycksförloppet i ett händelseträd.



Figur 156. Händelseträd för olycka med farligt gods-klass 3.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Ammoniumnitrat är ett vanligt ämne i klass 5 som används som gödningsämne och anses vara representativt för klass 5 (VROM, 2005). Sannolikheten för antändning av fordon givet olycka har uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Antändning antas alltid leda till brandspridning till lasten. Detta bör överskatta sannolikheten eftersom det bör finnas viss tid att släcka elden. Sannolikhet för att en explosion ska ske anses vara så liten att dess risknivåbidrag kan försummas. Detta beror på att mycket speciella förutsättningar ska råda för att en sådan olycka ska ske: blandning med diesel från tank som sprungit läck ska ske och branden ska pågå under en längre tid. Explosion med en sådan blandning analyseras därför inte vidare. I Figur 167 beskrivs olycksförloppet i ett händelseträd.



Figur 167. Händelseträd för olycka med farligt gods-klass 5.



Bilaga 2 – Konsekvensberäkningar för farligt gods

För att tydliggöra hur olyckshändelser påverkar människor inom aktuellt planområde med omgivning presenteras inledningsvis i denna bilaga vad det är som är orsaken till skada.

Konsekvensområdet för varje olycksscenario representeras i de kommande beräkningarna av rektangulära ytor som beräknas utifrån konsekvensavståndet längs med vägen (parallellt) och vinkelrätt mot vägen.

Befolkningstätheten för området med omgivning har bedömts vara 3 600 personer per km² (se avsnitt 3.3) år 2030. Följande antaganden om befolkningen har gjorts i beräkningarna:

- Då det i omgivningen till största del finns bostäder bedöms befolkningstätheten uppgå till 100 procent kl 22:00-06:00 och 50 procent kl 06:00-22:00.

Med hjälp av konsekvensområde och befolkningstäthet kan antalet omkomna beräknas för respektive olycksscenario.

Gränsvärden för påverkan

Gränsvärden för värmestrålning

Vid brand avges energi från flammorna till omgivningen delvis i form av strålning. I Tabell 12 presenteras kritiska strålningsnivåer och vilka effekter de ger på omgivningen.

Tabell 12. Effekter vid olika strålningsnivåer.

Strålningsnivå [kW/m ²]	Oönskad effekt	Beskrivning
10		Normalt glas spricker
15	Maximal strålningsnivå för kortvarig exponering vid utrymning	Oklassat fönster spricker
25	100 % dödsfall vid kortvarig exponering	Spontan antändning av trä vid långvarig strålning

Med stöd i dessa strålningsnivåer ansätts den strålningsnivå där 100 % antas omkomma till 15 kW/m². Detta antas gälla vid långvarig exponering, mer än enbart några sekunder. Lägre strålningsnivå än så ger inga omkomna.

Vid kortvarig exponering har det ansetts sannolikt att omkomma av en strålningseffekt på 35 kW/m² (OGP, 2010). I samma publikation anges att en strålningseffekt på 25 kW/m² troligen ger dödsfall efter en något längre exponering. I aktuell analys antas att 25 kW/m² ger 100 % dödsfall vid kortvarig exponering (mindre än 10 sekunder). Sådan exponering är aktuell vid BLEVE.

Vid fördröjd antändning av utsläppt gas är exponeringen ännu kortare, någon tiondels sekund (Center for Chemical Process Safety, 2000). Effekten av värmestrålningen på omgivningen är således mildare i jämförelse med exempelvis effekten från en pölbrand (Center for Chemical Process Safety, 2000). I framtagandet av skadekriterier har forskning istället fokuserat på fenomenet gasmolnsexplosion och det



övertryck som det ger upphov till då det har ansetts vara av större betydelse (Center for Chemical Process Safety, 2000). Det antas i det följande att 100 % omkommer i områden där blandningen av den brännbara gasen och luften ligger inom gasens brännbarhetsområde.

Gränsvärden för giftig gas

Den giftiga gas som antas kunna medföra stora konsekvenser och vara mest sannolik för transport på väg är svaveldioxid (SO_2). Den koncentration av svaveldioxid som leder till dödsfall i 50 % av fallen är 2520 ppm (Purdue University, 2009). Det antas att samtliga som utsätts för denna koncentration dör medan en lägre koncentration inte ger några dödsfall.

Gränsvärden för explosion

Vid en explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1) kan människor i området omkomma till följd av det infallande övertrycket eller av rasmassorna från en byggnad som kollapsar. Hälften (LP50) av de som utsätts för ett övertryck på 260 kPa kan förväntas omkomma (FOA, 1998).

Konsekvensberäkningar

För att bedöma hur stor påverkan konsekvenser från farligt gods-olyckor längs väg 222 kan ha på planområdet med omgivning genomförs spridningsberäkningar i datorprogrammet *ALOHA*. Programmet lämpar sig särskilt för beräkning av konsekvenser av läckage från trycksatta tankar och tankar med brandfarliga vätskor (NOAA, 2013).

Beräkningar av övertryck till följd av antändning av explosiva ämnen (klass 1) görs med hjälp av handberäkningar framtagna av Alonso m.fl. (2006).

Explosiva ämnen (klass 1)

Konsekvensområdet vid explosion beräknas för varje lastmängd explosiva ämnen som anges i Tabell 8. Beräkningarna bygger på ett samband mellan mängden explosivt ämne och det övertryck som uppstår vid ett visst avstånd från detonationen (Alonso, 2006). Resultatet presenteras i Tabell 13.

Tabell 13. Avstånd till dödligt övertryck (LP50 = 260 kPa) från detonationens centrum givet olika mängder explosivt ämne.

Mängd explosivt ämne [kg]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot väggkant [m]	Konsekvensavstånd längs med väg [m]
150 kg	14	28
1500 kg	30	60
16 000 kg	79	158

Brandfarlig gas (klass 2.1)

Konsekvensområdet vid läckage med brandfarlig gas simuleras i *ALOHA* med ämnet propan för samtliga hålstorlekar som angivits i Tabell 9. Vid konsekvensberäkningarna ligger vinden i riktning mot området. Resultaten presenteras i Tabell 134 - Tabell 156.



Tabell 134. Konsekvensområdet för olika hålorlekar givet fördröjd antändning av gasmoln.

Hålorlek [cm ²]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot väggkant [m]	Konsekvensavstånd längs med vägg [m]
0,36	11	11
1	15	15
4,6	73	74

Tabell 145. Konsekvensområdet för olika hålorlekar givet jetflamma.

Hålorlek [cm ²]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot väggkant [m]	Konsekvensavstånd längs med vägg [m]
0,36	10	10
1	10	20
4,6	33	58

Tabell 156. Konsekvensområdet för BLEVE.

Mängd	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot väggkant [m]	Konsekvensavstånd längs med vägg [m]
Halvfull tank med propan (ca 8 ton)	177	354

Giftig gas (klass 2.3)

Konsekvensområdet vid läckage med giftig gas simuleras i ALOHA med svaveldioxid för samtliga hålorlekar i Tabell 9. Resultaten presenteras i Tabell 167.

Tabell 167. Konsekvensområdet för olika hålorlekar givet svaveldioxid-läckage.

Hålorlek [cm ²]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot väggkant [m]	Konsekvensavstånd längs med vägg [m]
0,36	17	17
1	49	49
4,6	253	253

Brandfarlig vätska (klass 3)

Konsekvensområdet vid läckage med brandfarlig vätska simuleras i ALOHA med ämnet bensin för samtliga pölorlekar som angivits i Tabell 11. Resultaten presenteras i Tabell 178.



Tabell 178. Konsekvensområdet för olika pölstorlekar givet läckage.

Pölstorlek [m ²]	Konsekvensavstånd vinkelrätt mot väggkant [m]	Konsekvensavstånd längs med väg [m]
50	14	29
100	21	42
200	30	60

Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Konsekvensområdet vid brand i en farligt gods-transport med klass 5 antas representeras av det konsekvensområde som uppstår för brandfarlig vätska med största pölstorlek enligt Tabell 11. Därför genomförs inga separata konsekvensberäkningar för olyckor i denna klass utan konsekvensområdet kan ses i sista raden i Tabell 17.

Bilaga 3 – Riskberäkningar för farligt gods

De två riskmått som kvantifieras i denna riskutredning är individ- och samhällsrisk. Dessa kan beräknas först efter att olycksfrekvenser och konsekvensområden har beräknats (se Bilaga 1 och 2). I denna bilaga beskrivs hur individ- och samhällsrisk tas fram.

Individrisk

Individrisk är en platsspecifik risk som anger med vilken frekvens en enskild individ förväntas omkomma under ett år på en specifik plats. Individrisken betraktas i aktuellt fall i en dimension: vinkelrätt mot en transportleds sträckning. För att förstå hur individrisken beräknas beskrivs här ett exempel på individriskbidraget från transport med brandfarlig vätska till ett visst avstånd från vägen.

Det scenario som betraktas är en olyckshändelse som leder till en stor pölbrand. Längs området förväntas en sådan olycka inträffa med en viss frekvens. En olycka med brandfarlig vätska som leder till en stor brand gör att samtliga som befinner sig inom 30 meter från brandens centrum omkommer (se Tabell 17). Bidraget till risknivå blir för detta scenario (inom 30 meter från väggkant) lika med olycksfrekvensen inom konsekvensavståndet längs med vägen, i aktuellt exempel olycksfrekvensen längst 60 meter (se Tabell 17). Eftersom olycksfrekvensen förbi området är beräknad för 1 km justeras denna frekvens till den som gäller för 60 meter (d.v.s. multipliceras med 60/1000). Beräkningsgången upprepas sedan för olycka involverande respektive farligt gods-klass och omfattningen av olyckan (t.ex. litet, medelstort, stort läckage). Slutligen summeras individriskbidragen vid avstånden 1, 2, 3, ..., meter o.s.v. från väggkant och förs in i ett individriskdiagram.

Samhällsrisk

Samhällsrisk anger med vilken frekvens ett visst antal dödsfall förväntas inom området per år. Samhällsrisk ökar med bland annat ökad längd på området, större konsekvensområden (ytor) och högre



befolkningstäthet. Den samhällsrisk som olyckan i föregående stycke (stor pölbrand) ger upphov till utgörs av ett område som sträcker sig 30 meter in mot området men även 30 meter in i ett område på andra sidan vägen. Ytan har lite förenklat arean $30 \times 60 \times 2 = 3600 \text{ m}^2$. Om befolkningstätheten inom området är exempelvis $2500 \text{ personer/km}^2$ och personerna förväntas vara homogent utspridda inom området kommer antalet personer som omkommer till följd av olyckan att bli: $3600 \times 2500 \times 10^{-6} = 9 \text{ personer}$. Den frekvens med vilken detta inträffar (9 omkomna till följd av olycka med brandfarlig vätska som leder till stor pölbrand) är lika med olycksfrekvensen längs en 1 km lång sträcka. Flera av olyckshändelserna relaterade till farligt gods ger upphov till ett visst antal omkomna. För varje antal omkomna (1, 2, 3, ..., omkomna) summeras med vilken frekvens det antalet omkommer. Slutligen förs detta in i ett så kallat F/N-diagram.