

Risikanalyis

Ryssbergen

Underlag till detaljplan

2018-05-16



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Ryssbergen
Nacka
Uppdragsnummer: 108782
Datum: 2018-05-16
Status: Underlag till detaljplan
Uppdragsledare: Rosie Kvål
Handläggare: Rosie Kvål
Tel: 08-588 188 84
E-post: rosie.kval@brandskyddslaget.se
Uppdragsgivare: Nacka Mark Exploatering KB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2018-02-01	RKL	PWT	Första versionen
2018-02-02	RKL	-	Andra versionen
2018-02-23	RKL	-	Tredje versionen
2018-05-16	RKL	PWT	Fjärde versionen

Revideringar från föregående version är markerade med streck i marginalen.

Sammanfattning

HSB och Skanska planerar tillsammans ny bebyggelse i form av bostäder, vårdboende och förskola vid Ryssbergen i Nacka. Planerad bebyggelse omfattar även bilverksamhet samt en bensinstation.

Söder om det aktuella området går Värmdöleden som är klassad som en primär transportled för farligt gods. Det innebär att riskerna från denna måste beaktas vid planering av den tänkta bebyggelsen. Inom ramen för planprojektet planeras även en ny påfartsramp till Värmdöleden. Denna kommer att gå utmed planområdet. Påfartsrampen kan också komma att klassas som en primär transportled för farligt gods. Med anledning av detta görs denna riskanalys.

Syftet med den riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuell exploatering genom att översiktligt utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

Som underlag till analysen används en kartläggning över transporter med farligt gods på Värmdöleden som Nacka kommun låtit ta fram. Kartläggningen visar främst på förekomst av transporter med brandfarlig vätska och brännbara gaser. Utgångspunkten har varit prognosår 2030. Utifrån kartläggningen av transporter har ett antal möjliga olycksscenarioer identifierats. En kvalitativ värdering har sedan gjorts av dessa. För scenarier med bedömt hög risk har en mer detaljerad analys genomförts. Denna visar att individrisknivån är acceptabel. Samhällsriskerna för utbyggnadsalternativet är dock höga, men inte oacceptabla, till följd av framförallt transporter med brännbar gas. Samhällsriskerna för nollalternativet är låga bland annat på grund av att planområdet idag är obebyggt.

En känslighetsanalys har gjorts där antalet transporter med farligt gods har förutsatts vara fler och med förekomst av fler ämnen. Samhällsrisknivån med det ökade antalet transporter innebär framförallt att risknivån blir något högre för få antal omkomna. Risknivån är dock inte oacceptabel.

Merparten av verksamheterna placeras så att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd följs. Billhallen ligger dock inom rekommenderade skyddsavstånd. Åtgärder bedöms därför nödvändiga för den planerade bilhandeln. Dessa presenteras nedan.

- Bilhandeln ska utformas så att det från samtliga ytor med stadigvarande vistelse finns möjlighet att utrymma mot lokalgatan.
- Friskluftsintag ska placeras mot lokalgatan
- Möjlighet till central nödavsängning av ventilationen ska finnas.
- Fasaddelar inom 30 meter från påfartsrampen, som exponeras mot denna, ska utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering, motsvarande klass EI 30. Glaspartier i dessa fasader ska utföras i brandteknisk klass EW 30.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte.....	5
1.3 Omfattning.....	5
1.4 Underlag.....	5
1.5 Internkontroll.....	5
1.6 Förutsättningar.....	5
2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET	8
2.1 Områdesbeskrivning.....	8
2.2 Planerad bebyggelse.....	9
3. RISKINVENTERING	11
3.1 Allmänt.....	11
3.2 Identifiering av riskkällor.....	12
4. INLEDANDE RISKANALYS	16
4.1 Metodik.....	16
4.2 Identifiering av olycksrisker.....	16
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk.....	16
4.4 Slutsats inledande riskanalys.....	18
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS	19
5.1 Metodik.....	19
5.2 Resultat riskberäkningar.....	22
5.3 Värdering av risk.....	24
5.4 Hantering av osäkerheter.....	24
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	27
6.1 Allmänt.....	27
6.2 Utformning av obebyggda ytor.....	27
6.3 Placering av verksamheter.....	27
6.4 Utformning av byggnader.....	27
6.5 Förslag till säkerhethöjande åtgärder – sammanställning.....	29
7. SLUTSATSER	31
8. BILAGOR	32
9. REFERENSER	32

1. Inledning

1.1 Bakgrund

HSB och Skanska har bildat ett bolag som gemensamt arbetar med exploatering av ett område vid Ryssbergen i Nacka, Nacka Mark Exploatering KB. Exploateringen omfattar ytor för bostäder, vårdboende, förskola och kommersiella ytor. Inom planområdet planeras även för bilhandel och en bensinstation.

Söder om det aktuella området går Värmdöleden som är klassad som en primär transportled för farligt gods. Det innebär att riskerna från denna måste beaktas vid planering av den tänkta bebyggelsen. Även den planerade bensinstationen utgör en möjlig riskkälla som behöver beaktas. Med anledning av närheten till Värmdöleden och bensinstationen görs denna riskanalys.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt föreslå hur identifierade risker ska hanteras utan att människor utsätts för oacceptabla risker.

1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Underlag

Underlag som används i analysen hänvisas till löpande samt redovisas i avsnitt 9 – *Referenser*.

1.5 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Signatur i kolumnen för internkontroll på sidan 2 bekräftar kontrollen.

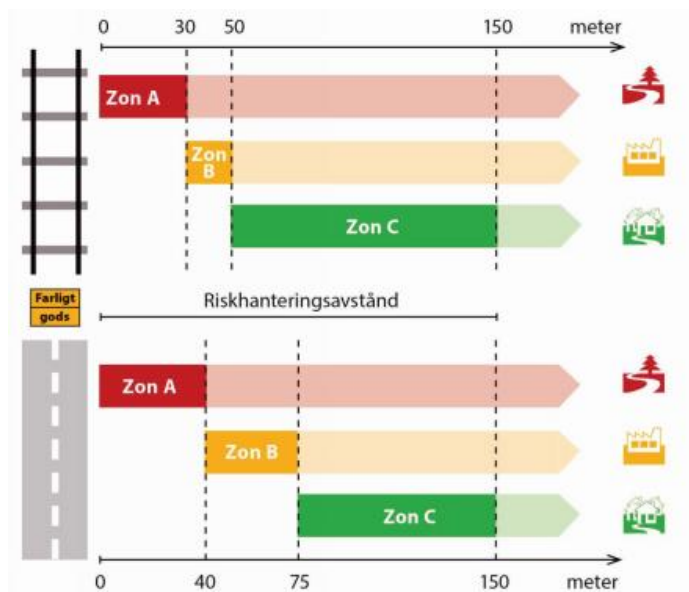
1.6 Förutsättningar

1.6.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Länsstyrelsen i Stockholms Län har tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /1/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen riktlinjer för skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L (obemannad)	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Odling och djurhållning	J Industri	D Vård
T Parkering (ytparkering)	K Kontor	H Detaljhandel
Trafik	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig parkering)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /1/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmitt.

Länsstyrelsen anger i sina riktlinjer generellt att skyddsavstånd är att föredra framför andra skyddsåtgärder. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid konsekvensen av en olycka än frekvensen av olyckan.

För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs.

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter. Åtgärder ska normalt vidtas minst inom 30 meter från vägen.

För ny bebyggelse intill bensinstationer gäller Länsstyrelsens riktlinjer från 2000 /2/. Dessa innebär att 25 meter närmast bensinstationen bör lämnas bebyggelsefritt. Tät kontorsbebyggelse kan placeras på 25 meters avstånd och sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiv verksamhet kan tillåtas på 50 meters avstånd.

1.6.2 Övrig lagstiftning

Förutom ovanstående lagar och riktlinjer förekommer ytterligare ett antal lagar och föreskrifter avseende risk och säkerhet som kan vara relevanta i planärenden. Dessa berör i första hand hantering och rutiner för olika typer av riskkällor som kan vara värda att beakta.

Enligt 10 § *Lagen* (SFS 2010:1011) om *brandfarliga och explosiva varor* (LBE) skall byggnader där brandfarliga varor hanteras samt anordningar för hantering av sådana varor vara inrättade så att de är betryggande från brand- och explosionssynpunkt samt förlagda på sådant avstånd ifrån omgivningen som behövs med hänsyn till hanteringen. Den som hanterar brandfarliga varor skall vidta de åtgärder och de försiktighetsmått som behövs för att förhindra brand eller explosion (6 §). Enligt 7 § ska den som bedriver tillståndspliktig verksamhet se till att det finns en tillfredställande utredning om riskerna för brand eller explosion.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ger ut föreskrifter för hantering av olika brandfarliga och explosiva ämnen utifrån LBE. Dessa regler omfattar bland annat hanteringen på bensinstationer.

Vidare hanterar Lag (2003:778) om skydd mot olyckor olika verksamheters ansvar för att upprätthålla ett tillfredsställande skydd mot olyckor. En konsekvens av denna lag som kan vara av särskilt intresse i planärenden är om det i anslutning till planområdet finns anläggningar vilka klassas som "farliga verksamheter" enligt kap 2:4 i denna lag. Sådana verksamheter är ålagda att vidta nödvändiga åtgärder för att hindra eller begränsa olyckor och de är även skyldiga att analysera risker och påverkan på närområdet.

2. Översiktlig beskrivning av området

2.1 Områdesbeskrivning

Det aktuella området ligger vid Ryssbergen i Nacka kommun. Området omges av Värmdöleden i söder, bostadsområde Vikdalen i öst och i övrigt av naturområde (se figur 2.1).



Figur 2.1. Ungefärlig placering av aktuellt område.

Området upptas idag av naturområde som är relativt kuperat. Det finns idag ingen bebyggelse inom området.

2.1.1 Omgivande planer

Det aktuella planområdet ingår i det program som omfattar centrala Nacka. Programmet omfattar ca 14 000 bostäder, handel, kommunal service och verksamheter /3/. Allt beräknas vara färdigbyggt inom ca 20 år.

Ryssbergen ingår i etapp 2 av programmet som förväntas vara färdigbyggt 2025. Angränsande områden på samma sida om Värmdöleden ingår också i etapp 2. Områden på andra sidan Värmdöleden ingår i etapp 3 som förväntas vara färdigbyggt 2030.

I figur 2.2 redovisas programförslaget.



Figur 2.2. Programförslag centrala Nacka (observera att planförslaget för Ryssbergen inte stämmer) /3/.

2.2 Planerad bebyggelse

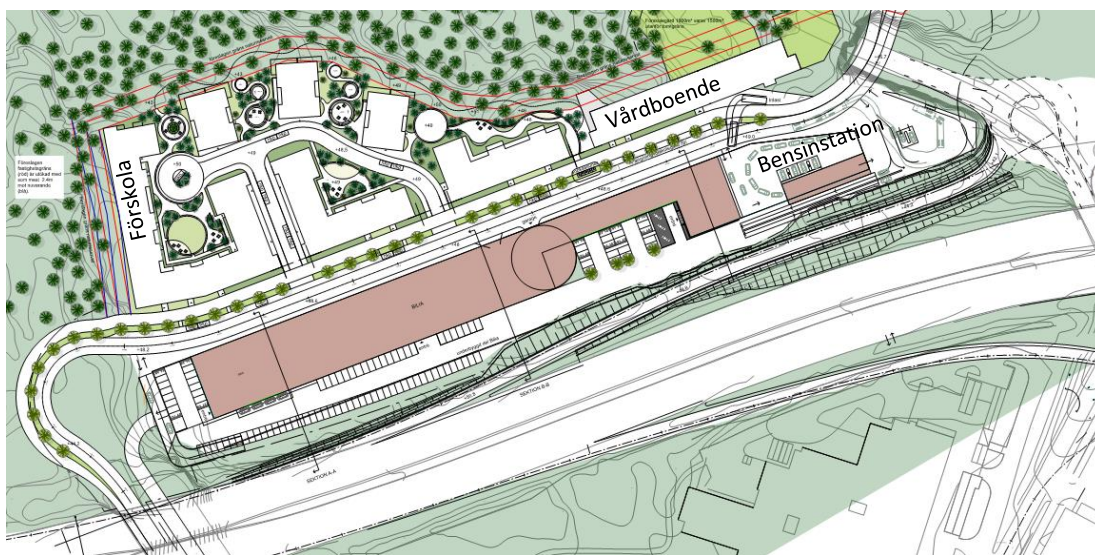
Detaljplanen omfattar bland annat bostäder, förskola, vårdboende, bilhandel, bensinstation och infrastruktur (se figur 2.3).



Figur 2.3. Kvartersindelning för detaljplan för Ryssbergen (Johnels & Moberg, 2017-11-20).

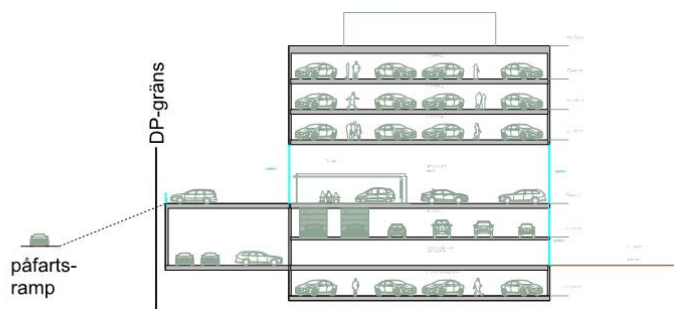
Bostäderna planeras i 9-16 våningar i den nordvästra delen av området, norr om lokalgatan (se figur 2.4). Totalt planeras ca 550 lägenheter. I den byggnad som ligger längst västerut planeras en förskola.

Öster om bostäderna planeras ett lamellhus med ytor för administration, personal, service m m i tre souterrängplan med vårdboende i totalt fyra plan ovanför detta.



Figur 2.4. Planerade bostäder m m (ÅWL, 2018-01-31).

Ytor för bilhandel planeras i flera plan närmast Värmdöleden (gråmarkering i figur 2.3). Det kommer även att finnas verkstäder för service av bilar. Mellan byggnaden och vägen planeras markparkering. Öster om bilhandeln, invid rondellen, planeras en bensinstation (automatstation) med tvätthall. I figur 2.5. redovisas en sektion genom påfartsrampen och bilhallen. Av sektionen framgår att påfartsrampen ligger betydligt lägre än planområdet.



Figur 2.5. Sektion (A-A, längst till vänster i figur 2.3) genom påfartsramp och bilhall (ÅWL, 2018-01-31).

Inom planområdet planeras även för en anpassning av infrastrukturen i området. Bland annat görs en lokalgatan mellan bilhandeln och bostäderna (se figur 2.2). Denna ansluter till en rondell öster om området. Från rondellen finns påfart till västgående körriktning på Värmdöleden. Normalt klassas även av- och påfartsramper på samma sätt som vägen de ansluter till. Påfartsrampen kan därför komma att klassas som en transportled för farligt gods. Rampen kommer att ligga i nivå med samt delvis lite över och delvis lite under marknivån inom planområdet.

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området. Utifrån gällande riktlinjer (se avsnitt 1.6.1) avgränsas inventeringen till riskkällor inom 150 meter från planområdet.

Riskkällorna beskrivs och förekommande hantering/transport av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

3.1.1 Farligt gods

Ämnen klassade som farligt gods är det som till stor del kan ge upphov till oväntade och plötsliga olyckshändelser och kunskap om dessa är därför viktigt i en riskanalys.

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

I *Tabell 3.1* redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR.

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2- Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest etc.

3.2 Identifiering av riskkällor

I aktuellt områdes närhet har följande riskkällor identifierats

- Värmdöleden inkl påfart utmed planområdet
- Planerad bensinstation

Övriga riskkällor i närområdet ligger ca 400 respektive 600 meter från området. Det rör sig då om en bensinstation samt en sekundär transportled för farligt gods.

Den planerade bilhandeln kommer att inrymma verkstäder där oljor, spolarvätska, gasflaskor etc. kommer att hanteras. Det rör sig dock om begränsade mängder som transporteras i form av styckegods. Anläggningen måste också utföras i enlighet med gällande lagar och föreskrifter för att minimera risken mot omgivningen. Verkstäderna och transporterarna dit bedöms därmed inte utgöra en riskkälla som behöver beaktas avseende omgivningspåverkan.

3.2.1 Värmdöleden (väg 222)

Allmänt

Värmdöleden (väg 222) går mellan Stockholm och Stavsås. I höjd med aktuellt område består vägen av tre filer samt en bussfil i vardera riktningen. Hastigheten på den aktuella sträckan är 90 km/tim.

Enligt en utredning från 2011 /4/ var årsdygnstrafiken 2007 ca 50 000 fordon. Andelen tung trafik anges i samma rapport vara 5 %. Trafikverkets prognoser för aktuell sträcka av Värmdöleden visar på trafikflöden på 91 100 fordon per dygn år 2040 samt en hastighet på 80 km/tim /5/.

Framtid

Den planerade påfartsrampen utmed planområdet som ansluter till Värmdöleden kommer sannolikt att klassas som en primär transportled för farligt gods eftersom av- och påfartsramper ofta får samma klassning som vägen de hör till. Rampen förbinder dock en väg som ej är klassad för transporter med farligt gods med Värmdöleden, vilket innebär att antalet transporter på rampen troligen blir mycket begränsat. Den enda verksamhet som kan tänkas ge upphov till transporter med farligt gods på rampen är den planerade bensinstationen. Det innebär en mycket begränsad trafikering av transporter med farligt gods på den planerade påfarten.

Transporter av farligt gods

Värmdöleden är klassad som en primär transportled för farligt gods. Det innebär att sådana transporter rekommenderas att köra på vägen, även genomfartstransporter. Vägen ingår dessutom i det omledningsvägnät som finns för Essingeleden som innebär att transporter med farlig gods kan ledas om via Vaxholm-Rindö-Värmdö-Nacka.

Nacka kommun har låtit genomföra en kartläggning av antalet transporter på Värmdöleden i samband med projekt Centrala Nacka /6/. I tabell 3.2 redovisas resultatet av kartläggningen.

Tabell 3.2. Identifierade mål-/startpunkter för farligt gods öster om aktuellt planområde samt uppskattning av antalet transporter med farligt gods. Nuläge.

Objekt	Uppskattat antal transporter (per år)	Mål-/startpunkt
Bergs oljehamn	47 450 (ADR-klass 3)	Startpunkt
Drivmedelsstationer (15 st)	372 (ADR-klass 2.1) 2 340 (ADR-klass 3)	Målpunkt
Sjömackar (6 st)	20-30 (ADR-klass 2.1) (gasflaskor) 265 (ADR-klass 3)	Målpunkt
Ekvallens sportcentrum	Försumbart få transporter med ADR-klass 2.3	Målpunkt
Gustavsberg Mölnvik helikopterflygplats	24 (ADR-klass 3)	Målpunkt

När det gäller den framtida transportsituationen är den svår att förutspå. En grov bedömning är att antalet transporter med farligt gods inte bedöms öka i någon betydande omfattning. Bedömningen baseras på att det förekommer få transporter med genomfartstrafik samt att stora områden längre österut utmed Värmdöleden planeras för omfattande exploatering med bostäder. Nya stora industrier utmed vägen är därför inte så sannolika. Mer troligt är att befintliga verksamheter (exempelvis Bergs oljehamn) flyttar sin verksamhet från områden utmed Värmdöleden.

Enligt genomförd kartläggning förväntas generellt inte antalet transporter med farligt gods på aktuell vägsträcka öka. Möjligen kan dock antalet transporter med biogas öka till följd av en eventuell omställning till fossilfritt drivmedel och ett ökat kundunderlag för drivmedel i området. Antalet transporter enligt tabell 3.2 med en ökning av antalet transporter med biogas (ADR-klass 2.1) kan därför ses som en prognos för år 2030. Ökningen innebär 6-8 transporter med biogas per dygn år 2030 jämfört med ca 3 transporter per dygn i nuläget /7/. Det totala antalet transporter med brännbar gas (klass 2.1) år 2030 blir då 2 210-2 950.

I tabell 3.3 redovisas ungefärliga avstånd mellan Värmdöleden, rampen och planerad bebyggelse.

Tabell 3.3. Minsta avstånd mellan bebyggelse och Värmdöleden (inkl ramp) utifrån studerat planförslag. Avstånden mäts i meter från vägkant till verksamhetsgräns (t ex fasadliv).

Planerad bebyggelse	Värmdöleden	Påfartsramp
Bostäder/ förskola	81	68
Vårdboende	81	64
Bilhandel	33	15
Markparkering	15	9
Bensinstation		
- mätarskåp	45	20
- påfyllnadsplats	55	30
- tvätthall	31	13

När det gäller transporter med farligt gods på påfartsrampen bedöms dessa bli begränsade och kommer i huvudsak att röra sig om transporter med drivmedel från den planerade bensinstationen samt en planerad bensinstation öster om planområdet. Rampen bör därför kunna ses som en sekundär transportled för farligt gods.

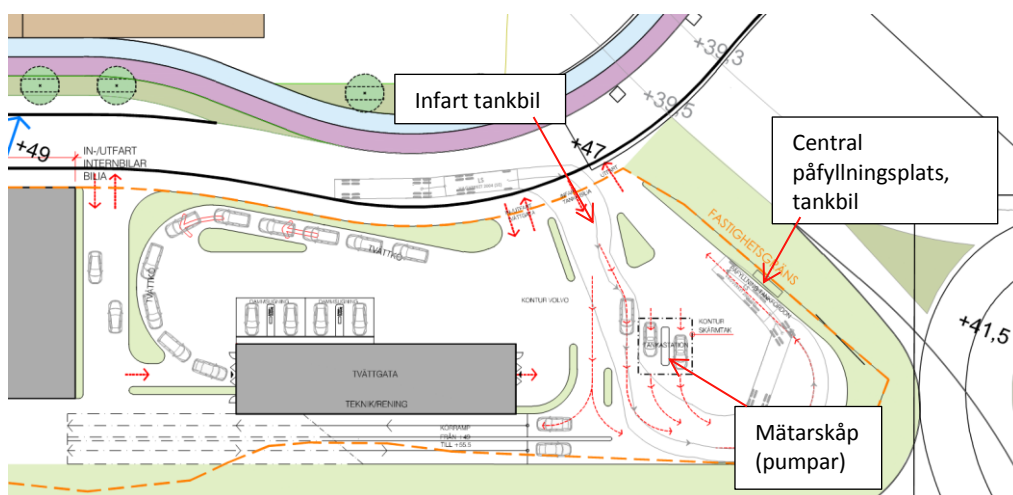
3.2.2 Planerad bensinstation

Allmänt

Vid bensinstationer kommer drivmedel i form av bensin, diesel samt eventuellt även etanol och fordonsgas att säljas. Det kan också förekomma försäljning av spolarvätska. Eftersom det inte planeras någon stationsbyggnad kommer sannolikt ingen försäljning av gasolflaskor, oljor m m ske.

Leveranser av drivmedel i form av vätskor sker med tankbil, med eller utan släp. Leverans av spolarvätska och oljor sker i form av styckegods. Fordonsgas kan levereras via markförlagd ledning, gasflak eller tankbil. Beroende på var leveranserna kommer ifrån och vart de ska kan de köra den nya påfartsrampen till Värmdöleden. De kommer endast att köra en mycket kort sträcka på den planerade lokalgatan (se figur 3.1).

Leveranser av drivmedel sker ca 2-5 gånger per vecka till en normalstor bensinstation.



Figur 3.1. Layout för planerad bensinstation inom planområdet.

Lagar och regler

I *Lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE)* sägs att byggnader och andra anläggningar där brandfarliga eller explosiva varor hanteras skall vara inrättade så att de är betryggande ur brand- och explosionssynpunkt och förlagda på sådant avstånd ifrån omgivningen som behövs med hänsyn till hanteringen (10 §). Den som bedriver verksamhet, i vilken det ingår tillståndspliktig hantering av brandfarliga varor, skall se till att det finns tillfredsställande utredning om riskerna för brand eller explosion i verksamheten och om de skador som därvid kan uppkomma (7 §).

För att uppfylla LBE finns föreskrifter upprättade av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB vilka ska uppfyllas vid hantering av brandfarliga varor. Med avseende på hantering av brandfarliga gaser och vätskor behöver bl.a. följande föreskrifter beaktas:

1. SÄIFS 1998:7 om brandfarlig gas i lös behållare /8/
2. SÄIFS 2000:4 om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas /9/

3. SÄIFS 2000:2 om hantering av brandfarliga vätskor /10/
4. SRVFS 2004:7 om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor /11/

Till ovanstående föreskrifter finns tillhörande allmänna råd, vilka omfattar rekommendationer för utförande m.m. som normalt innebär att kraven enligt föreskrifterna uppfylls. Utöver de allmänna råden har MSB dessutom upprättat en *Handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* som mer tydligt redovisar hur bl.a. riskkällor m.m. ska beaktas vid tankanläggningar /12/.

I handboken redovisas minsta skyddsavstånd mellan olika verksamhetsdelar inom bensinstationen och omgivande bebyggelse. De aktuella avstånden avseende hanteringen av brandfarliga vätskor redovisas i tabell 3.4. Avstånden kan minskas om betryggande säkerhet kan uppnås på annat sätt.

Om fordonsgas blir aktuellt att sälja vid stationen, gäller andra skyddsavstånd. Ansvaret att se till att dessa avstånd följs ligger dock på själva verksamheten. Viktigt att beakta i sådant fall är att vårdboendet som ligger relativt nära utgör svårutrymd verksamhet vilket innebär ett minsta skyddsavstånd på 100 meter /13/.

Tabell 3.4. Minsta avstånd mot omgivningen från olika delar med hantering av brandfarlig vätska inom bensinstationens område.

Objekt	Påfyllningsanslutning till cistern (lossningsplats)	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Cisternavluftningens mynning
Plats där människor vanligen vistas (t ex bostäder, kontor m m), butik, servering m m	25	18	6	12
Parkeringsplatser	6	3	3	6

Enligt 1.6.1 anger Länsstyrelsen att ny inte bör placeras närmare en bensinstation än 25 meter, sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiv verksamhet kan tillåtas på 50 meters avstånd /2/.

I tabell 3.5 redovisas aktuella avstånd mellan planerad bebyggelse och riskfyllda delar inom bensinstationen.

Tabell 3.5. Minsta avstånd mellan bebyggelse och delar inom bensinstationen utifrån studerat planförslag. Avstånden mäts i meter.

Planerad bebyggelse	Påfyllningsanslutning	Mätarskåp	In/utfart
Bostäder/förskola	150	135	115
Vårdboende	75	65	40
Bilhandel	90	80	55
Markparkering	> 200	> 200	> 200

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det endast är transporter med farligt gods på Värmdöleden och den planerade påfartsrampen som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för den planerade bebyggelsen. Avståndet från leden till bostäder, vårdboende, förskola och bensinstation är dock så långt att rekommenderade skyddsavstånd i princip följs helt.

Bensinstationen ligger på ett sådant stort avstånd från planerade verksamheter att både Myndighetens för samhällsskydd och beredskaps och Länsstyrelsens riktlinjer följs till delar inom stationsområdet. Detta förutsätter dock att ingen fordonsgas hanteras inom bensinstationen. Om detta blir aktuellt är det viktigt att studera placeringen av gasflak eller cisterner så att gällande lagar och regler följs. Särskilt närheten till vårdboendet är viktig att beakta då detta utgör svårutrymd verksamhet samt dessutom ligger relativt nära bensinstationen.

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Olycka vid transport av farligt gods

Allmänt

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S. Enligt kartläggningen som redovisas i tabell 3.2 förekommer enbart två av dessa klasser, klass 2.1 och 3.

I tabellen nedan görs en övergripande beskrivning av dessa klasser och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR -klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Kortare om det rör sig om olycka med gasflaskor.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms olyckor med ämnen ur samtliga förekommande klasser vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet.

Nedan redovisas separata bedömningar av de farligt godsklasserna som redovisas ovan med avseende på hur de bedöms påverka risknivån inom planområdet:

Klass 2.1. Brännbara gaser

En olycka med brännbar gas innebär att gas läcker ut och antänds (antingen under tryck eller när den spridits bort från utsläppskällan) eller att en gastank utsätts för utvändig brand vilket hettar upp gasen så att den expanderar snabbt. Beroende på utsläpps- och antändningsscenario kan konsekvenserna variera.

Antalet transporter med brännbar gas på Värmdöleden uppskattas kunna utgöra en relativt stor andel av trafiken med farligt gods (se tabell 3.2). Brännbara gaser transporteras dock normalt trycksatta (och tryckkondenserade) i tankar, vilket medför att behållarna har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. väsketransporter. Detta ger en begränsad sannolikhet för läckage även vid kraftig påverkan. Då gasen kan spridas bort från olycksplatsen ökar dock sannolikheten för att utsläppet kommer i kontakt med en tändkälla och antänds.

En olycka med brännbar gas kan innebära konsekvenser för det aktuella området. Bidraget till risknivån bedöms kunna vara betydande. Scenariot behöver därför studeras vidare i en detaljerad analys.

Klass 3. Brandfarliga vätskor

Ett större utsläpp av exempelvis bensin kan, om det antänds, innebära att hög värmestrålning drabbar omgivningen och kan orsaka brännskador på oskyddade människor eller brandspredning in i byggnader. Skadeområdet är dock relativt begränsat. Vid en olycka i det fria bedöms allvarliga konsekvenser kunna uppkomma inom maximalt ca 40 meter från olycksplatsen. Skadeområdet är dock beroende av omgivningens utformning. Fysiska barriärer påverkar vätskeutsläppets spridning. Om riskkällan ligger lägre än kringliggande områden så begränsas t.ex. skadeområdet eftersom utsläppets spridning kommer att begränsas. På motsvarande sätt kan skadeområdet bli större om riskkällan ligger högre än kringliggande områden eftersom utsläppet då kan spridas längre.

Transporten med brandfarliga vätskor i anslutning till området är i nuläget relativt omfattande. Riskbidraget bedöms dock vara begränsat eftersom det minsta avståndet till planerad bebyggelse är ca 15 meter till påfartsramp och 30 meter till Värmdöleden. Påverkan mot bilhandeln kan dock inte uteslutas. Påfartsrampen ligger dock lägre än planområdet (se figur 2.4), vilket innebär att vätskor inte kan rinna mot planområdet, vilket är positivt ur risksynpunkt.

Utifrån ovanstående bedöms scenariot behöva studeras vidare i en mer detaljerad analys.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa olycksrisker. Samtliga identifierade risker i anslutning till området har bedömts vara av sådan omfattning att mer detaljerade analyser bedömts nödvändiga.

I den fortsatta planeringen av området måste hänsyn tas till ovanstående olycksrisker. En fördjupad analys genomförs därför i vilken frekvens och konsekvens beräknas och sammanställs i form av risknivå, vilken i sin tur utgör underlag för beslut om säkerhetshöjande åtgärder.

När det gäller transporter med farligt gods på rampen bedöms dessa påverka risknivån i området i mycket liten utsträckning. Någon separat analys av rampen kommer därför inte att göras.

Den fördjupade analysen redovisas i avsnitt 5.

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Metodik

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en fördjupad, kvantitativ, riskanalys.

5.1.1 Beräkning av frekvens och konsekvenser

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

Frekvensberäkningarna utförs i enlighet med den metod som anges i *Farligt gods – Riskbedömning vid transport /14/*. Som underlag till beräkningarna när det gäller antalet transporter med farligt gods har vi valt att använda oss av underlag utifrån nationell statistik. Det bedöms vara en grov överskattning av det faktiska antalet transporter. Frekvensberäkningarna baseras på ett uppskattat maxvärde. Frekvensberäkningarna är genomförda för en uppskattad framtida trafik (se bilaga A).

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsklasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. För scenarier med gasol har beräkningar genomförts med hjälp av simuleringsprogrammet **Gasol** som är utgivet av MSB /15/. Utsläpp av giftig gas har simulerats med hjälp av programmet **Spridning i luft 1.2 /15/**. Beräkningar av explosionslaster samt strålningsberäkningar för utsläpp och antändning av brännbar vätska har utförts med handberäkningar.

Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B.

5.1.2 Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk och samhällsrisk:

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

Med hänsyn till ovanstående parametrars inverkan på framförallt konsekvenserna av respektive olycksrisk bedöms dock denna risknivå inte ge en rättvis bild av aktuella förhållanden inom det studerade området. Individrisken beräknas därför även med hänsyn till planerad bebyggelsestruktur, där det beaktas att den planerade bebyggelsen antingen har en reducerande eller eskalerande effekt på skadeavstånd och sannolikhet att omkomma.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.

2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.

3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

Liksom individrisken beräknas samhällsrisk utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc.

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsrisk, framförallt med avseende på konsekvensernas storlek vid händelse av en olycka. Enligt bilaga B har konsekvensberäkningarna genomförts konservativt med avseende på den nya bebyggelsen:

- Respektive skadescenario antas bl.a. inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär mitt för planområdet. Vid sammanställningen av samhällsrisk för den studerade vägssträckan antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på sträckan som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.
- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser. Vid sammanställningen av samhällsrisk antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett vilken tid på dygnet eller året som olyckan inträffar. Även detta innebär en konservativ skattning av samhällsrisk.
- Skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser blir inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet. Vid sammanställningen av samhällsrisk antas dessa konsekvenser uppstå oavsett riktningen på utsläppet, vilket innebär en konservativ skattning av samhällsrisk med avseende på bidraget från planområdet.

Enligt avsnitt 6.1.3 avser acceptanskriterierna för samhällsrisk 1 km² med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km väg. Samhällsriskens beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

5.1.3 Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier.

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I publikationen *Värdering av risk /16/* ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som därför används i denna analys, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en väg-/järnvägssträcka på 1 km
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10 ⁻⁵	F=10 ⁻⁴ per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10 ⁻⁷	F=10 ⁻⁶ per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1

Enligt *Tabell 5.1* anges kriterierna i form av en övre och en undre gräns. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla.

Området mellan kriterierna benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder bör man därför även beakta begreppet *tolerabel risk*:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter. De undre av kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) ska vara låg. Detta gäller exempelvis för bostäder, hotell och svårutrymda lokaler (sjukhus, skolor och personintensiva lokaler etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Orsaken till detta är främst att dessa typer av verksamheter innebär att personer normalt är vakna, samt att verksamheterna huvudsakligen nyttjas dagtid. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, accepteras normalt en risknivå som överstiger angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Risker inom övre delarna av ALARP bör enbart tolereras om det bedöms vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas.
3. Slutligen bör riskvärderingen beakta hur stor påverkan som den aktuella förändringen har på den totala risknivån. Detta avser främst samhällsrisk där det studerade planområdet normalt utgör en mycket liten del. Värderingen av samhällsrisk utgår därför inte enbart från de angivna riskkriterierna utan även från en jämförelse mot risknivån om den planerade ändringen inte genomförs.

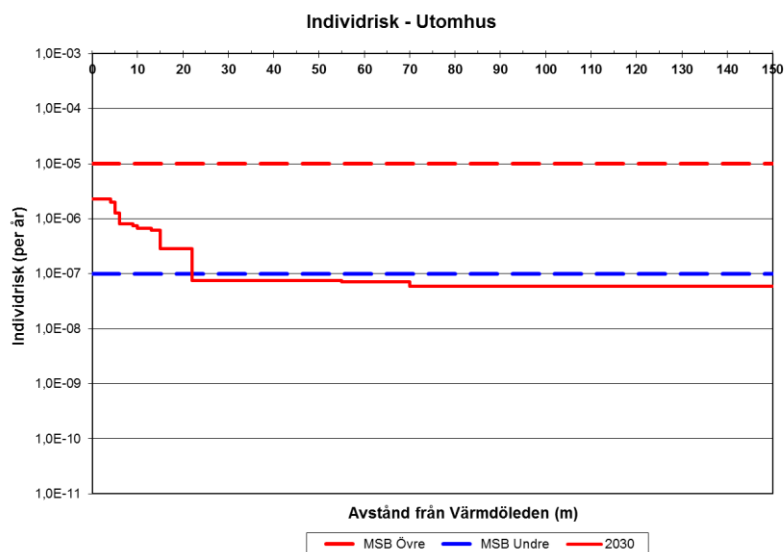
5.1.4 Hantering av osäkerheter

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter kan en känslighetsanalys genomföras där indata varieras på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt. I detta fall bedöms det dock vara mycket konservativt antaget att utgå från nationell statistik för den aktuella vägsträckan. Enligt tidigare kartläggningar utmed vägen framgår att det främst rör sig om transporter gasol i tankbil till Gustavsbergs porslinsfabrik, brännbara vätskor till bensinstationer och Bergs oljehamn, mindre mängder explosivämnen i små förpackningar samt styckegods. Någon känslighetsanalys bedöms därför inte vara nödvändig att genomföra.

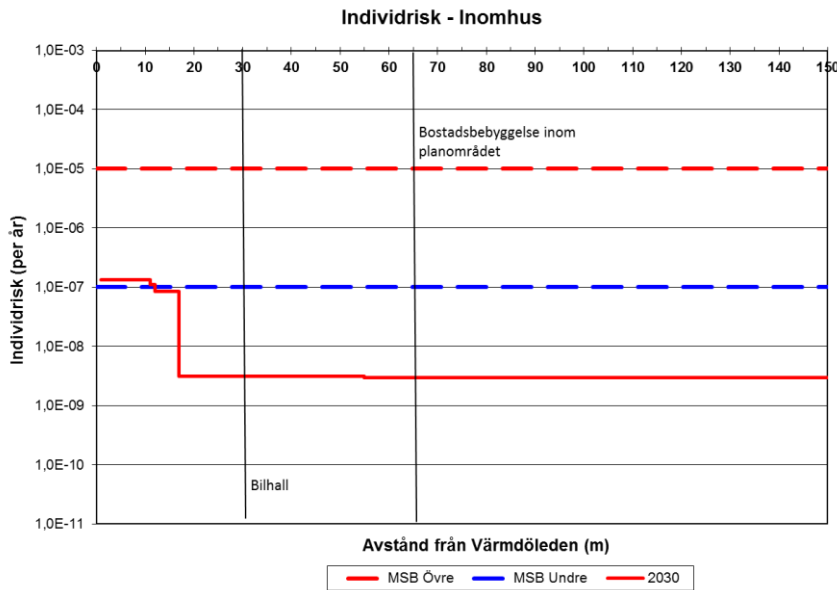
5.2 Resultat riskberäkningar

5.2.1 Individrisk

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Värmdöleden (inkl ramp). Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus (se *Figur 5.1*) och dels för personer inomhus (se *Figur 5.2*).



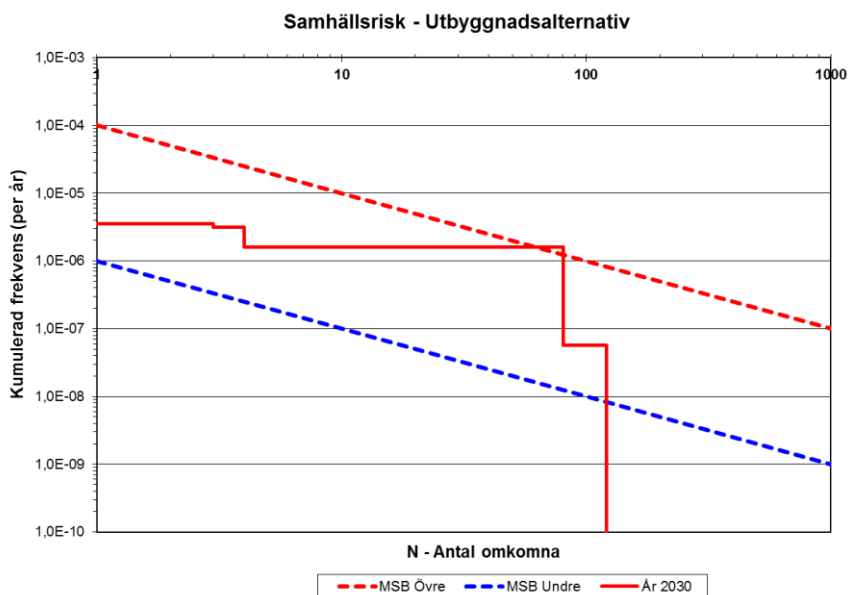
Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Värmdöleden (inkl ramp). (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



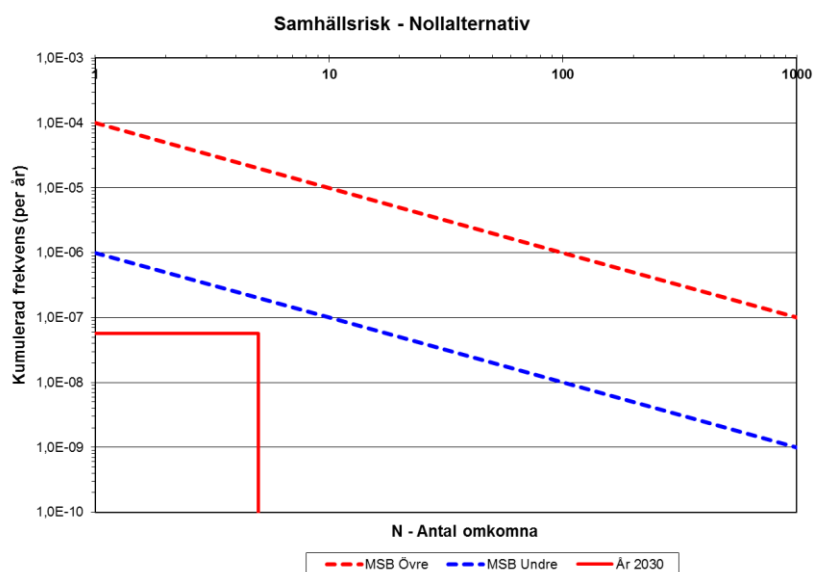
Figur 5.2. Individrisk inomhus utmed Värmdöleden (inkl ramp).
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.2.2 Samhällsrisk

I figur 5.3 och figur 5.4 redovisas den beräknade samhällsrisk utmed Värmdöleden (inkl ramp). Samhällsrisk presenteras med respektive utan planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet. Beräkningarna har gjorts för en uppskattad framtida trafiksituation.



Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Värmdöleden (inkl ramp).
Utbyggnadsalternativ. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.4. F/N-kurva som redovisar samhällsrisiknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Värmdöleden (inkl ramp). **Nollalternativ.** (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.3 Värdering av risk

Med avseende på **individrisk** bedöms risker förknippade med Värmdöleden inklusive en eventuell ny påfartsramp innebära acceptabla risknivåer inom planområdet.

När det gäller **samhällsrisik** är risknivån hög och tangerar gränsen för vad som inte anses vara acceptabel risk. Risknivån ligger dock i princip helt inom ALARP, vilket innebär att säkerhetshöjande åtgärder ska genomföras så långt det är rimligt och möjligt. Risknivån för nollalternativet innebär en acceptabel risknivå. Att risknivån är så låg för nollalternativet beror på att det inte finns någon bebyggelse inom planområdet och att samtliga olyckor med ett riktat skadeområden förutsätts vara riktade mot planområdet för att ge så konservativt värde som möjligt vid beräkning av risknivån för utbyggnadsalternativet.

En analys av risknivån visar att det är scenarier som leder till medelstor och stor gasmolnexplosion som medför att risknivån hamnar inom ALARP.

Risiknivån har inte beräknats specifikt för den nya påfartsrampen. De enda transporter med farligt gods på denna är dock de transporter som eventuellt ska västerut och som kommer från de planerade bensinstationerna inom planområdet och öster om området. Rampen bör kunna ses som en sekundär transportled för farligt god, vilket innebär lägre risknivåer och större möjlighet att göra avsteg från rekommenderade skyddsavstånd baserat på kvalitativt resonemang.

5.4 Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder.

- Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet.
- Val av olycksscenarier
- Uppskattat personantal

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. För att belysa ingående osäkerheter görs en känslighetsanalys i avsnitt 5.4.1.

5.4.1 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har utförts för att belysa några av ovan redovisade osäkerheter.

Känslighetsanalysen omfattar :

- Del 1 – frekvensberäkningar (se bilaga A)
 - Ökat antal transporter med farligt gods
 - Transporter även fler klasser farligt gods
- Del 2 – konsekvensberäkningar (se bilaga B)
 - Konsekvensberäkningar för olycka med klass 1 och 5

Del 1

En uppskattning av antalet transporter med farligt gods görs utifrån årliga statistikrapporter av den nationella lastbilstrafiken inklusive farligt gods på Sveriges vägar som genomförs av Trafikanalys. Utifrån statistik över antal transporter per farligt godsklass under perioden 2011-2015 /17/ uppskattas farligt godstransporter i genomsnitt utgöra ca 2 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar.

I tabell 5.4 redovisas en grov uppskattning av antalet transporter med farligt gods på aktuell vägsträcka utifrån den nationella statistiken och den totala trafikmängden på Värmdöleden. Detta utgör sannolikt en överskattning med hänsyn till tidigare resonemang om att inga, eller endast få, genomfartstransporter förekommer.

Redovisningen i tabell 5.4 utgår från att antalet transporter med farligt gods ökar i samma omfattning som den övriga trafiken. Detta bedöms utifrån ovanstående resonemang vara ett mycket konservativt antagande eftersom andelen genomfartstransporter är mycket begränsat på aktuell väg och antalet transporter därmed i huvudsak beror av de verksamheter som ligger utmed vägen.

Tabell 5.4. Uppskattat antal transporter med farligt gods på aktuell del av Värmdöleden utifrån nationell statistik.

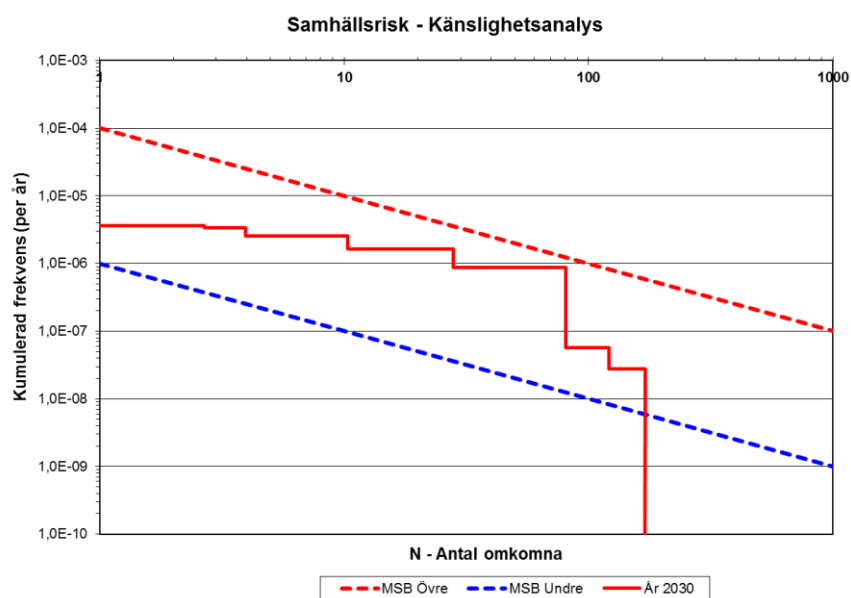
Farligt godsklass	Andel farligt gods (%)	Antal transporter per år	
		2020	2030
1. Explosiva ämnen och föremål	5,7%	1334	1716
2. Gaser	17,3%	4035	5188
3. Brandfarliga vätskor	47,2%	10981	14119
4. Brandfarliga fasta ämnen	1,8%	413	531
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	3,6%	833	1071
6. Giftiga ämnen	6,1%	1430	1839

7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0
8. Frätande ämnen	13,2%	3074	3953
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,0%	1160	1491
Totalt		23262	29908

Del 2

Eftersom underlaget utifrån den nationella statistiken innebär transporter av fler klasser med farligt gods har konsekvensberäkningarna kompletterats med att studera konsekvenser även av klass 1 och 5. Inga transporter med giftiga gaser (klass 2.3) förekommer på vägen. Scenariot har därför inte studerats. Scenarier som berör klasserna 2.2, 4, 6, 7, 8 och 9 innebär begränsade skadeområden och påverkar huvudsakligen endast det direkta närområdet till olyckan. Dessa scenarier studeras därför inte i känslighetsanalysen.

I figur 5.5 redovisas risknivån samhällsrisknivån utifrån känslighetsanalysen.



Figur 5.5. Samhällsrisk utifrån känslighetsanalys.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

Enligt den detaljerade analysen bedöms risknivån för det aktuella planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering. Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då risknivån innebär att åtgärder som syftar till att reducera risker förknippade med transporter av farligt gods enbart ska vidtas i den mån som de bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv. Åtgärdernas kostnader ska med andra ord ställas i jämförelse med deras riskreducerande effekt.

6.2 Utformning av obebyggda ytor

Utformningen av obebyggda områden i anslutning till riskkällor bör göras med hänsyn tagen till den förhöjda risknivån. Detta gäller främst för områden mellan ny bebyggelse och riskkällan. Dessa områden bör inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Områden mellan den planerade bilhandeln och Värmdöleden samt rampen planeras inte för stadigvarande vistelse. Området närmast rampen planeras för ytparkering, ytor inom bensinstationsområdet samt tvätthall. Dessa verksamheter bedöms vara lämplig markanvändning inom det aktuella området.

6.3 Placering av verksamheter

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se avsnitt 1.6.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark kan detta dock vara svårt.

Bostäder, vårdboende och förskola planeras som minst 65 meter från rampen och 80 meter från Värmdöleden. Det innebär att rekommenderade skyddsavstånd följs till Värmdöleden, men inte till rampen. Merparten av bostadsbebyggelsen ligger dessutom bakom bilhandeln och erhåller då ett skyddat läge. Transporter på rampen består av styckegods eller tankbilar som kör från bensinstationen. Enligt beräkningar i bilaga B innebär en stor pölbrand eller tankbilsbrand skadlig värmestrålning på upp till ca 30 meter. Det innebär att den bostadsbyggnad som ligger exponerad från rampen inte kommer att påverkas vid en olycka. Avsteget från rekommenderade skyddsavstånd bör därför kunna accepteras utan krav på byggnadstekniska åtgärder.

Placeringen av bensinstationen följer rekommenderade skyddsavstånd, lagar och regler förutsatt att det inte blir aktuellt med fordonsgas vid stationen. Inga åtgärder avseende bensinstationen bedöms vara nödvändiga.

Den planerade bilhallen ligger 30 meter från Värmdöleden och 15 meter från rampen. Rekommenderat skyddsavstånd är 40 meter. Risknivån utmed rampen bedöms vara låg med hänsyn till det fåtal transporter som kan komma att passera på rampen. Byggnadstekniska åtgärder bedöms dock vara nödvändiga med hänsyn till närheten till både Värmdöleden och rampen.

6.4 Utformning av byggnader

Utrymning: Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällan behöver utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på Värmdöleden eller rampen.

Ovanstående innebär att bilhandeln ska utformas så att det från samtliga ytor med stadigvarande vistelse finns möjlighet att utrymma mot lokalgatan.

Det ska observeras att utrymning via fönster eller balkong med räddningstjänstens stegutrustning inte uppfyller syftet med åtgärdsförslaget. Vidare ska det beaktas att om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart en utrymningsväg, som utgörs av trapphus som vetter mot riskkällan ska trapphuset utformas så att strålningsnivån på utrymmande inte överstiger 3 kW/m² vid en olycka på Värmdöleden.

Byggnadstekniska åtgärder: Enligt ovan innebär exploateringen av området troligtvis att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd mellan väg och bilhandel underskrids. För att acceptera detta behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder utifrån respektive olycksrisk:

- **Skydd mot explosion:** För explosioner där konsekvenserna kan bli stora även på stora avstånd kan effekten mildras genom att byggnaderna konstrueras med hänsyn till höga tryck. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på seghet/deformationsförmåga i stommen samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen.

Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder är att fönster förses med härdat och laminerat glas alternativt trycktåligt glas. Detta förhindrar att människor innanför fönster skadas till följd av att glas trycks in i byggnaden till följd av tryckvågen.

Ovanstående åtgärdsförslag gällande krav på stommen innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Bedömningen utifrån genomförda beräkningar är att bidraget till risknivån från detta scenario är begränsat om man ser till antalet faktiska transporter med ämnen ur denna klass. Det bedöms inte vara motiverat med åtgärder för att lindra konsekvenserna av en explosion.

- **Skydd mot gaser:** För att reducera sannolikheten för att brandgaser samt brännbara gaser tar sig in i byggnader kan ventilationssystemet utformas så att:
 - o friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, det vill säga bort från riskkällan.
 - o det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetsskötare eller brandförsvaret, genom exempelvis central nödavstängning

Åtgärden innebär normalt en låg kostnad men kan vara svår att följa upp och kan inte helt regleras som en planbestämmelse.

Eftersom förekomsten av brännbara gaser bedöms kunna vara relativt omfattande på Värmdöleden samt att åtgärden är relativt enkel och inte innebär så stor kostnad görs bedömningen att åtgärder avseende ventilation ska tillämpas i den planerade bilhallen. Friskluftsintag ska då placeras mot lokalgatan. Möjlighet till central nödavstängning ska finnas.

- **Skydd mot brand:** Inom ett avstånd av 30-40 meter från Värmdöleden och rampen kan behov föreligga av att fasader på byggnader som vetter mot vägen utförs i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma (uppskattningsvis minst 30 minuter). Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och

isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Aktuell bilhall ligger som minst ca 30 meter från Värmdöleden och 15 meter från rampen. Även om riskbidraget från rampen är begränsat så bedöms det rimligt att utföra fasader på sådant sätt att fasaden förhindrar brandspridning in i byggnaden inom 30 minuter. Detta gäller inom 30 meter från rampen. Glaspartier i dessa fasaddelar ska utföras i brandteknisk klass EW 30.

6.5 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid ny bebyggelse inom planområdet rekommenderas att nedanstående åtgärder vidtas. De omfattar enbart den tänkta bilhallen eftersom övrig bebyggelse ligger på ett tillräckligt stort avstånd från identifierade riskkällor.

- Bilhandeln ska utformas så att det från samtliga ytor med stadigvarande vistelse finns möjlighet att utrymma mot lokalgatan.
- Friskluftsintag ska placeras i första hand mot lokalgatan, men placering på tak kan också accepteras
- Möjlighet till central nödavgång av ventilationen ska finnas.
- Fasaddelar inom 30 meter från påfartsrampen, som exponeras mot denna, ska utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering, motsvarande klass EI 30. Glaspartier i dessa fasader ska utföras i brandteknisk klass EW 30.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

6.5.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

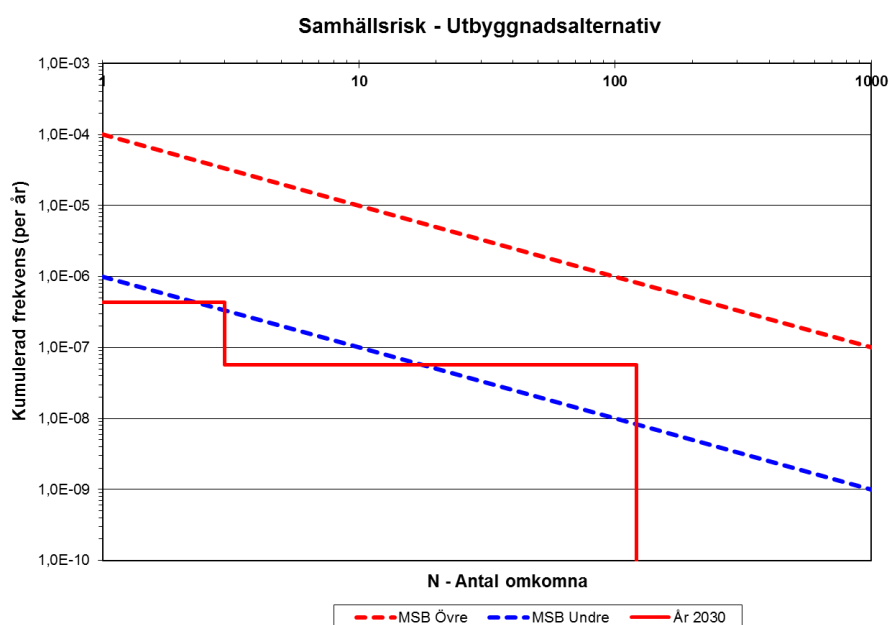
- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av eventuella gasutsläpp genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändigt brand genom skyddsavstånd och brandskyddstekniska åtgärder.

- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Värmdöleden och påfartsrampen genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från dessa.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

För att risknivån ska kunna sänkas i större omfattning krävs även att bebyggelsen på andra sidan Värmdöleden utförs med hänsyn till identifierade risker. Någon påverkan på riskkurvan av åtgärder inom detaljplanen för Ryssbergen redovisas därför inte.

För att se effekten av hanteringen av olyckor som leder till gasmolnexplosion redovisas i figur 6.1 samhällsrisk där scenarierna medelstor och stor gasmolnexplosion helt tagits bort. Effekten av eventuella åtgärder kommer inte bli så stor eftersom de inte kan ge ett 100 %-igt skydd mot denna typ av olyckor. Exempelvis är det svårt att helt skydda människor som vistas utomhus.



Figur 6.1. Samhällsrisk utan gasmolnexplosion.

7. Slutsatser

Utifrån genomförd analys konstateras att risknivån utmed Värmdöleden och den planerade påfartsrampen är relativt hög. Det huvudsakliga bidraget bedöms komma från Värmdöleden. Bidraget till risknivån från rampen bedöms vara mycket begränsat.

Bebyggelsen planeras dock så att den mest frekventa typen av olyckor (pölbrand) inte medför någon påverkan på bebyggelsen. Störst bidrag till risknivån bedöms scenarier med explosion ha. Antalet sådana transporter förbi området bedöms dock vara mycket begränsade. Genomförda riskberäkningar har utgått från nationell statistik vilket bedöms ge en mycket stor överskattning av risknivån. Risknivån bedöms ändå vara så hög att åtgärder för att sänka risknivån är nödvändiga.

Ett förslag på åtgärder redovisas därför i avsnitt 6.5. Observera att detta utgör ett förslag och att det är upp till kommunen och projektet att väga olika intressen mot varandra och ta beslut om vilka åtgärder som ska vidtas.

Brandskyddslagets bedömning är att planerad bebyggelse kan genomföras enligt studerade förslag om föreslagna åtgärder vidtas.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

9. Referenser

- /1/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /2/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- /3/ Detaljplaneprogram för centrala Nacka, Nacka kommun, samrådshandling november 2014
- /4/ PM Trafik Förstudie Väg 222 Trafikplats Kvarnholmen, Nacka kommun, Stockholms län, projektnr: 88 39 33, Trafikverket, 2011-12-28
- /5/ Uppgift som Nacka kommun har erhållit från Trafikverket, våren 2018
- /6/ PM – Farligt gods på Värmdöleden, Centrala Nacka, Nacka kommun, Bengt Dahlgren, granskningshandling 2018-04-12
- /7/ Muntlig information Lars Strömdahl, Bengt Dahlgren, 2018-05-15
- /8/ SÄIFS 1998:7 – Sprängämnesinspektionens föreskrifter om brandfarlig gas i lös behållare med ändringar i SÄIFS 2000:3 och allmänna råd till föreskrifter, december 1998
- /9/ SÄIFS 2000:4 – Sprängämnesinspektionens föreskrifter om cisterner, gasklockor, bergtrum och rörledningar för brandfarlig gas, november 2000
- /10/ SÄIFS 2000:2 – Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor och allmänna råd till föreskrifter, juli 2000
- /11/ SRVFS 2004:7 – Statens räddningsverks föreskrifter om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor, februari 2004
- /12/ Handbok – Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer, MSB, mars 2015
- /13/ Tankstationer för metangasdrivna fordon, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011
- /14/ Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg, Räddningsverket 1996
- /15/ Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps informationsbank, RIB Xm, 2009
- /16/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

/17/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2011 (Rapportnr 2012:6),
Lastbilstrafik 2012 (Rapportnr 2013:12), Lastbilstrafik 2013 (Rapportnr 2014:12),
Lastbilstrafik 2014 (Rapportnr 2015:21), Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr 2016:27)

Bilaga A - Frekvensberäkningar

Uppdragsnamn Ryssbergen	Uppdragsnummer 108782	Datum 2018-05-16
Uppdragsgivare Nacka Mark Exploatering AB	Egenkontroll RKL	Internkontroll PWT
Handläggare Rosie Kvål	2018-05-16	2018-05-15

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Värmdöleden:

- Olycka med farligt gods
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

2. Indata

2.1 Allmänt - Värmdöleden

Planområdet angränsar mot Värmdöleden längs ca 400 meter. På den aktuella sträckan utgörs vägen av tre körfält samt ett busskörfält i vardera riktningen.

Tillåten maxhastighet är idag 90 km/h. Trafikverket räknar dock med att sänka hastigheten till 80 km/tim.

2.1.1 Trafik

Enligt underlag från 2011 passerade ca 50 000 fordon på aktuell vägsträcka per dygn /1/. Andelen tung trafik utgör enligt samma källa ca 5 % av det totala trafikflödet. Trafikverkets prognoser för aktuell sträcka av Värmdöleden visar på trafikflöden på 91 100 fordon per dygn år 2040 samt en hastighet på 80 km/tim /2/.

/1/ PM Trafik Förstudie Väg 222 Trafikplats Kvarnholmen, Nacka kommun, Stockholms län, projektnr: 88 39 33, Trafikverket, 2011-12-28

/2/ Uppgift som Nacka kommun har erhållit från Trafikverket, våren 2018

2.1.2 Transport av farligt gods

Värmdöleden utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods.

Underlag till beräkningarna avseende transporter med farligt gods utgår från kartläggning genomförd på uppdrag av Nacka kommun /3/. Underlaget redovisas i tabell A.1.

Tabell A.1. Underlag avseende transporter med farligt gods.

Klass	Antal transporter per år
2.1 Brännbar gas	2 950
3 Brännbar vätska	50 079
Totalt	53 029

3. Beräkningar Trafikolycka

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på den aktuella vägsträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /4/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt 2 avseende faktorerna:

- Antal fordonkm – aktuell sträcka x antal fordon
- Vägstandard
- Hastighetsbegränsning

3.1 Trafikolycka allmänt

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan används schablonolyckskvot för aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning vilket ger en olyckskvot på 0,6 trafikolyckor per 10⁶ fordonskilometer /4/.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 365 \text{ dygn} \times \text{Årsmedeldygnstrafik} \times \text{Aktuell vägsträcka}$$

Frekvensen för trafikolycka har beräknats utifrån ovanstående indata och sammanställs i tabell A.2. Frekvensen beräknas för total trafik respektive godstrafik på en **1 km vägsträcka** i anslutning till det aktuella planområdet.

/3/ PM – Farligt gods på Värmdöleden, Centrala Nacka, Nacka kommun, Bengt Dahlgren, granskningshandling 2018-04-12

/4/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Tabell A. 1. Beräknad frekvens för trafikolycka.

Scenario	Olycksfrekvens (per år)
	År 2030
Trafikolycka totalt	19,7

3.1.1 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /5/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /6/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personsador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

3.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation /4/:

$Antal\ fordon\ skyltade\ med\ farligt\ gods\ i\ trafikolyckor = O_{FaGo} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$
där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 50 % för aktuell vägsträcka /4/)

Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass.

I tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för trafikolycka med farligt gods år 2020 respektive år 2030.

Tabell A. 2. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad vägsträcka.

Scenario	Andel	År 2030
Klass 2	5,6%	2,7E-03
klass 3	94,4%	4,5E-02

/5/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/6/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

3.2.1 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Enligt genomförd kartläggning omfattar klass 2.1 100 % av alla transporter med gas.

I beräkningarna förutsätts samtliga gastransporter på den aktuella vägsträckan utgöras av tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 13 % (Index för farligt godsolycka) /4/. Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /4/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $13\% \cdot 1/30 = 0,4\%$.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /4/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka finns fördelningsstatistik /7/:

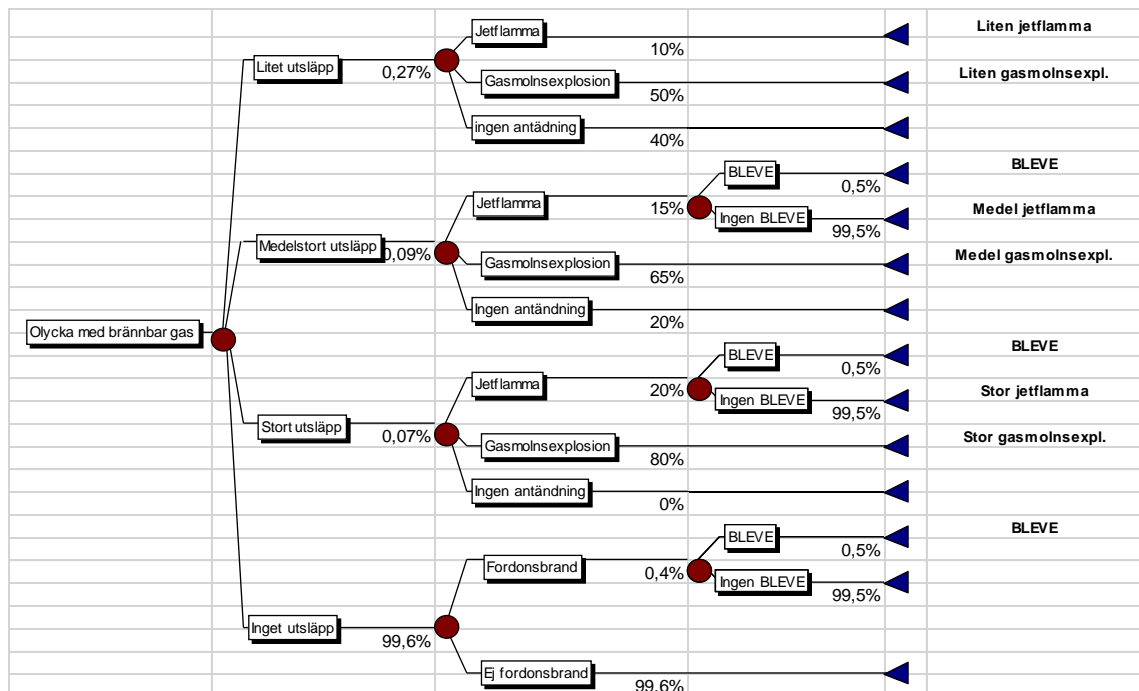
	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	50 %	65 %	80 %

/7/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

- ingen antändning: 40 % 20 % 0 %

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolycka leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.



Figur A. 1. Händelsetråd olycka med transport av gas (klass 2).

Tabell A. 4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av gaser.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med gas	2,7E-03
Tankbilar	
Utsläpp och antändning av brännbar gas	2,7E-03
Liten jetflamma	7,2E-07
Liten gasmolnsexplosion	3,6E-06
Medelstor jetflamma	3,6E-07
Medelstor gasmolnsexplosion	1,6E-06
Stor jetflamma	3,8E-07
Stor gasmolnsexplosion	1,5E-06
BLEVE	
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	3,7E-09
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	5,3E-08
- Totalt	5,7E-08

3.2.2 Klass 3. Brandfarliga vätskor

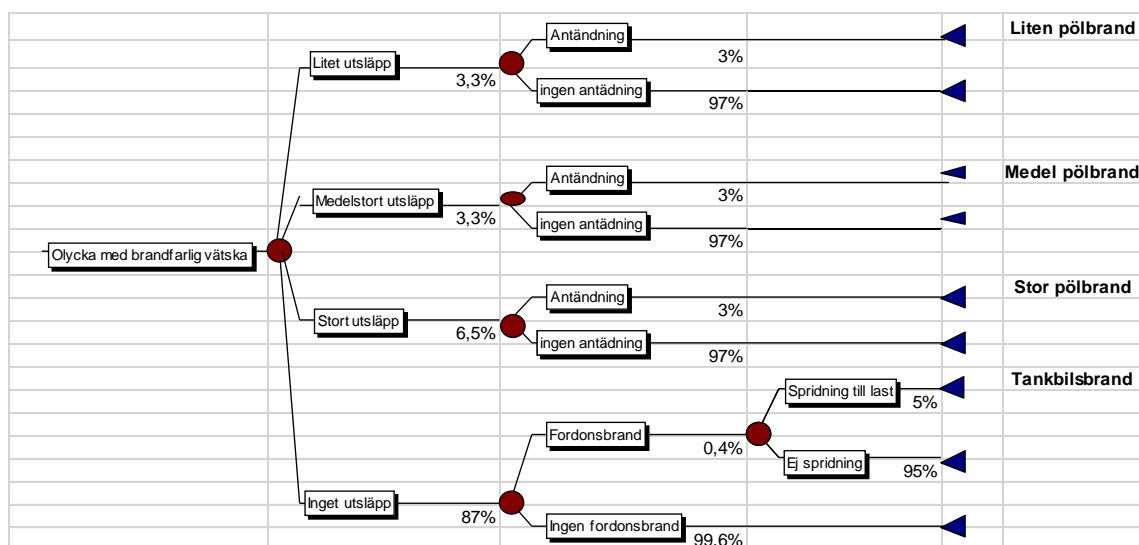
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas dock konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 13 % /4/. Det uppskattas att en stor andel av transportererna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /4/.

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /4, 7/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR-S /9/ anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.5.



Figur A. 2. Händelseträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	4,5E-02
Liten pölbrand	4,4E-05
Medelstor pölbrand	4,4E-05
Stor pölbrand	8,8E-05
Tankbilsbrand	7,8E-06

4. Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har utförts där frekvensberäkningarna utgår från nationell statistik där antalet transporter samt fördelningen mellan olika klasser på den aktuella vägen uppskattas utifrån den genomsnittliga andelen av tung trafik i Sverige som transporterar farligt gods.

Information har hämtats från Trafikanalys (tidigare SIKA) som bland annat ansvarar för statistik inom området vägtrafik. Utifrån statistik över antal transporter per farligt godsklass under perioden 2012-2016 /8/ uppskattas det totala antalet farligt godstransporter respektive antalet transporter av respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan. Detta bedöms vara en överskattning då andelen genomfartstrafik på Värmdöleden bedöms vara mycket begränsat (se avsnitt 2 samt resonemang i huvudrapporten).

/8/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2012 (Rapportnr: 2013:12), Lastbilstrafik 2013 (Rapportnr: 2014:12) Lastbilstrafik 2014 (Rapportnr: 2015:21), Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr: 2016:27), Lastbilstrafik 2016 (Rapportnr: 2017:14)

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 2 % av det totala antalet lastbilstransporter. För den aktuella vägen motsvarar detta ca 18 000 transporter med trafiken 2007 och 33 000 transporter enligt prognoser för år 2030. I tabell A.6 redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

Tabell A. 6. Antal transporter av farligt gods per år på Värmdöleden år 2030 utifrån nationell statistik.

Klass	Andel	2030
1. Explosiva ämnen och föremål	5,7%	1718
2. Gaser	17,3%	5194
3. Brandfarliga vätskor	47,2%	14135
4. Brandfarliga fasta ämnen	1,8%	531
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,6%	1072
6. Giftiga ämnen	6,1%	1841
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0
8. Frätande ämnen	13,2%	3957
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,0%	1493
Totalt		29941

I tabell A.7 redovisas beräknade frekvenser.

Tabell A.7. Beräknade frekvenser,

Scenario	Olycka med fago-transport (per år)	
	Andel	År 2030
klass 1	5,7%	1,5E-03
Klass 2	17,3%	4,7E-03
klass 3	47,2%	1,3E-02
klass 4	1,8%	4,8E-04
klass 5	3,6%	9,6E-04
klass 6	6,1%	1,7E-03
klass 7	0,0%	0,0E+00
klass 8	13,2%	3,6E-03
klass 9	5,0%	1,3E-03
Totalt		2,7E-02

4.1.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt ADR-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /9/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Enligt ADR-S är det tillåtet att transportera massexplosiva ämnen i så stora mängder som 16 ton vid transporter i EX/III-fordon. Hur stor andel av transporterna som rymmer maxmängd är dock oklart.

Transportmängden och antalet transporter av massexplosiva ämnen har uppskattats utifrån en separat utredning som upprättades inom projektet med överdäckningen av Norra Stationsområdet /9, 10/. Denna kartläggning beaktar uppgifter från bl.a. Räddningsverket (numera MSB), Polisen samt transportörer i Stockholms län.

- Enligt uppgifter från MSB utgörs ca 80-90 % av transporter med explosivämnen av ämnen ur klass 1.1. Klass 1.3 och 1.4 står för ca 5-10 % och övriga klasser transporteras i stort sett inte alls. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.
- Enligt uppgifter från MSB utgör enbart 0,5 % av transporterna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transittransporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet. Transittransporterna rymmer troligtvis maximala transportmängder, d.v.s. 16 ton massexplosivämnen per transport. Resterande transporter transporteras till avnämare inom länet och rymmer troligtvis mindre mängder explosivämnen.
- Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder på E18:

○ < 500 kg/transport:	ca 85 % (ca 1 200 transporter per år)
○ 500 – 2 000 kg /transport:	ca 10 % (ca 150 transporter per år)
○ > 2 000 kg / transport:	ca 5 % (ca 4 transporter per år)
○ 16 000 kg / transport:	ca 0,3 % (ca 4 transporter per år)

/9/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2012:6, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2012

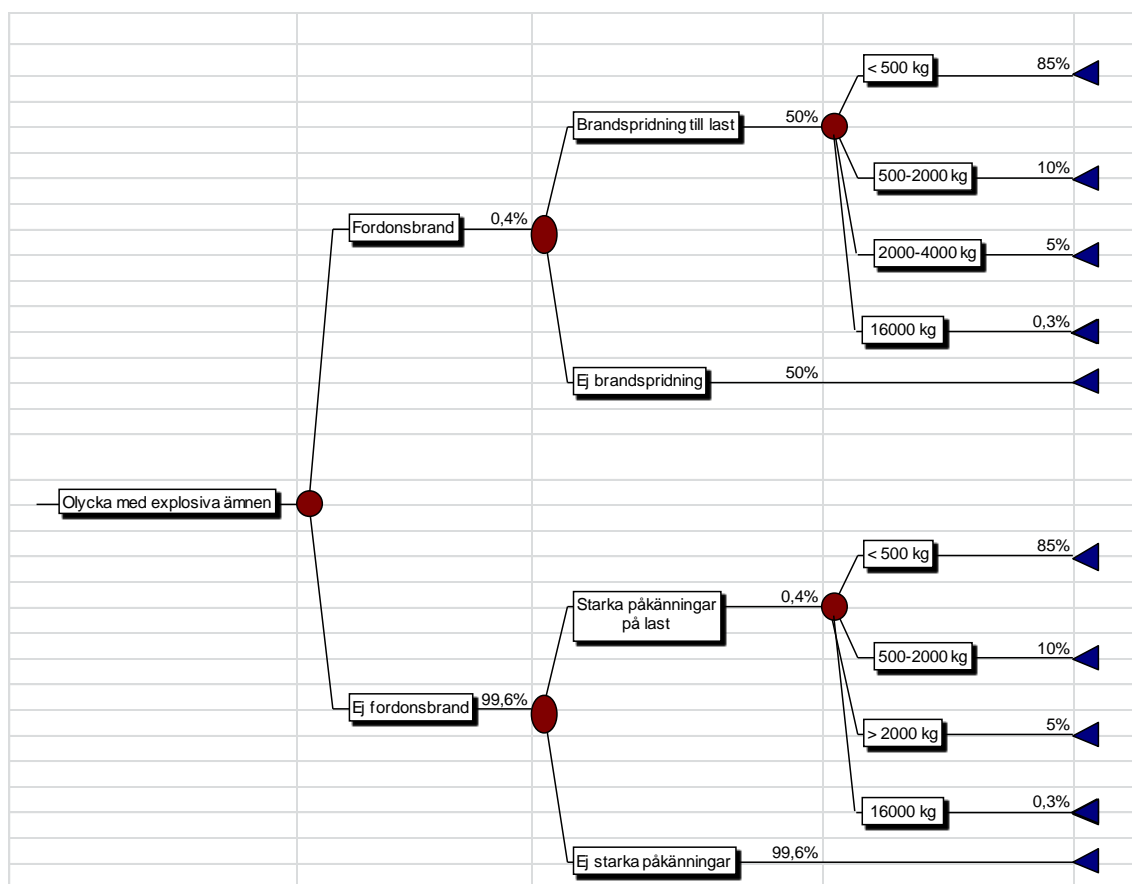
/10/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en masseexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Ämnen ur riskgrupp 1.1 får enbart transporteras i fordon som uppfyller krav för s.k. EX/II- eller EX/III-fordon, vilket innebär krav på utförandet av elektronik, bromsar och förebyggande åtgärder mot brandrisker/11/. Det finns även regler för förpackning etc. Detta bedöms medföra en mycket låg sannolikhet för detonation:

- Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas enligt tidigare till ca 0,4 % (se avsnitt 3.1.1). Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation (och mycket grovt masseexplosion) till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten uppskattas grovt till 50 %.
- Sannolikheten för detonation till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas vara mycket låg. Det finns idag ingen känd forskning kring hur stor kraft som behövs för att initiera detonation av det fraktade godset vid en trafikolycka. Med hänsyn till kraven på transportfordon för masseexplosivämnen som bl.a. avser utformning som innebär att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner så bedöms sannolikheten för att en trafikolycka innebär så omfattande krafter på lasten att det leder till detonation inte vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en trafikolycka, d.v.s. 0,4 %.

Figur A.3 redovisar ett händelse-träd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en masseexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.

/11/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur A. 3. Händelseträd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

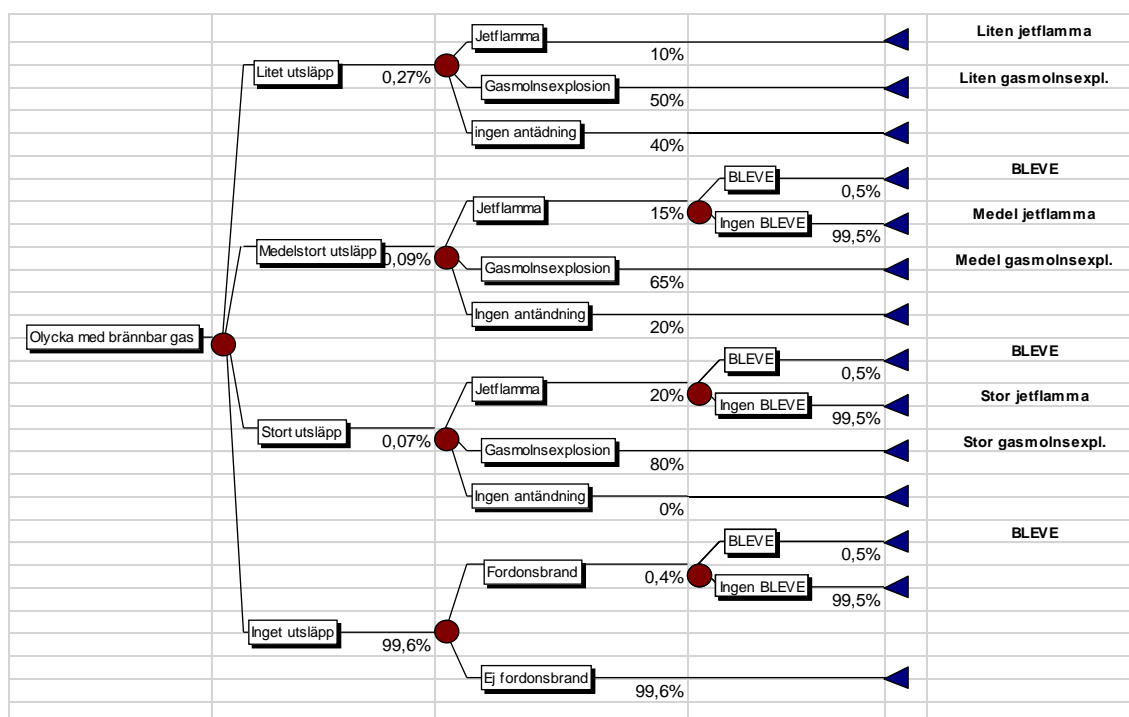
Tabell A.8. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	1,5E-03
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
< 500 kg	
- P.g.a. fordonsbrand	2,6E-06
- P.g.a. starka påkänningar	5,2E-06
- Totalt	7,9E-06
500-2000 kg	
- P.g.a. fordonsbrand	3,1E-07
- P.g.a. starka påkänningar	6,1E-07
- Totalt	9,2E-07
2000-4000 kg	
- P.g.a. fordonsbrand	1,5E-07
- P.g.a. starka påkänningar	3,1E-07
- Totalt	4,6E-07
16000 kg	

- P.g.a. fordonsbrand	9,3E-09
- P.g.a. starka påkänningar	1,8E-08
- Totalt	2,8E-08

4.1.2 Klass 2. Gaser Metodik enligt avsnitt 3.2.1.

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexpllosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.6.



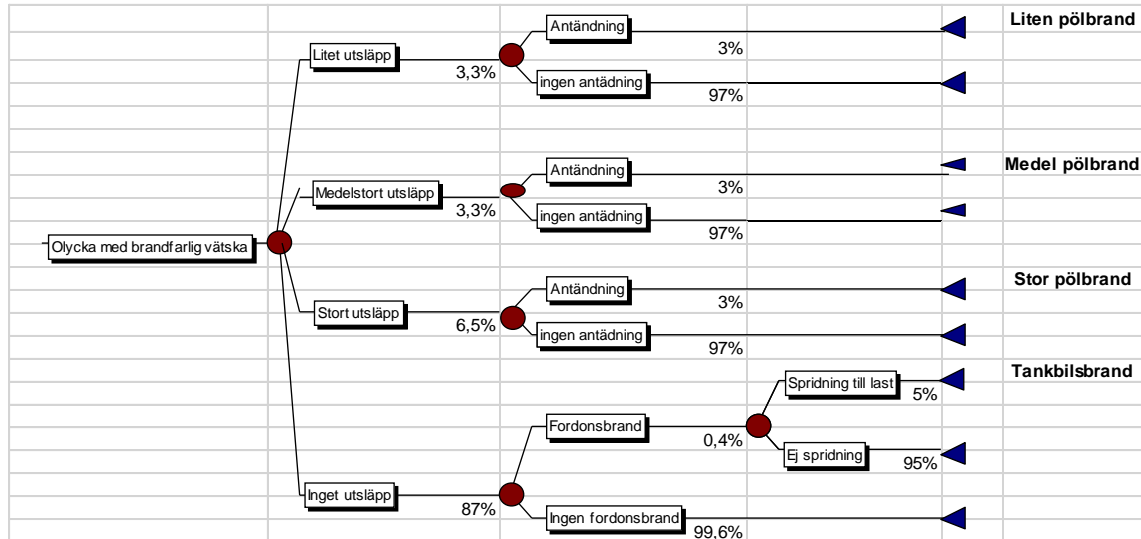
Figur A. 4. Händelsetråd olycka med transport av gas (klass 2).

Tabell A. 9. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av gaser.

Scenario	Frekvens per år
Trafikolycka med gas	4,7E-03
Tankbilar	
Utsläpp och antändning av brännbar gas	1,4E-03
Liten jetflamma	3,8E-07
Liten gasmolnsexpllosion	1,9E-06
Medelstor jetflamma	1,9E-07
Medelstor gasmolnsexpllosion	8,2E-07
Stor jetflamma	2,0E-07
Stor gasmolnsexpllosion	8,1E-07
BLEVE	
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	2,0E-09
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	2,8E-08
- Totalt	3,0E-08

4.1.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor Metodik enligt avsnitt 3.2.2.

Figur A.5 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.7.



Figur A. 5. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A. 10. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Scenario	Frekvens per år
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1,3E-02
Liten pölbrand	1,2E-05
Medelstor pölbrand	1,2E-05
Stor pölbrand	2,5E-05
Tankbilsbrand	2,2E-06

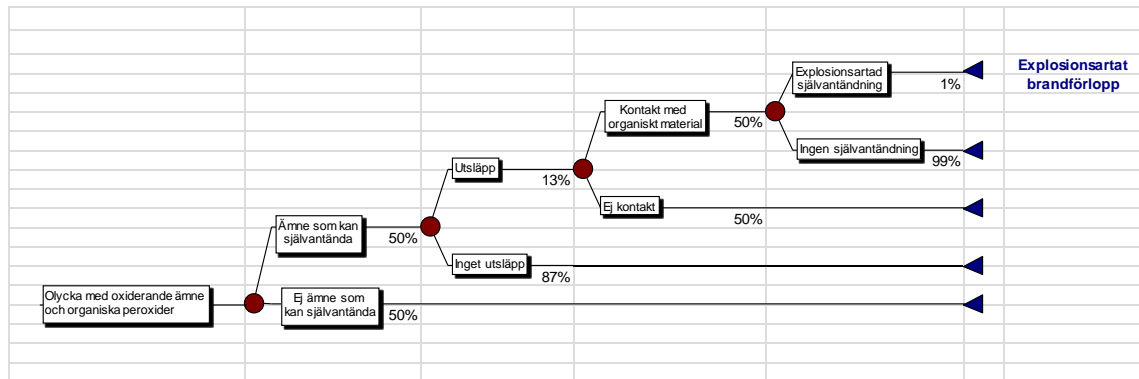
4.1.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt ADR-S /9/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekvivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

Det antas grovt att 50 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på vägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen och organiska peroxider transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 13 % /4/. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Figur A.6 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.8.



Figur A. 6. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A. 11. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	9,6E-04
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	3,1E-07

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn		
Ryssbergen		
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum
Nacka Mark Exploatering AB	108782	2018-05-16
Handläggare	Egenkontroll	Internkontroll
Rosie Kvål	RKL 2018-05-16	PWT 2018-05-15

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Värmdöleden:

- Olycka med farligt gods
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

1.1 Förutsättningar

Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse). Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna kommer avgränsas till att studera en respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet, vilket innebär mitt för planområdet. Det område som studeras redovisas i figur B.1.



Figur B. 1. Studerat område inklusive omgivningarna. Plats för en tänkt olycka markerad med en stjärna och maximalt skadeområde (radie= ca 300 meter) markerat med cirkel kring olycksplatsen.

Konsekvensberäkningarna utgår från planerad exploatering i enlighet med beskrivning i huvudrapporten. Som underlag till de fortsatta beräkningarna har antagande om antal personer inom området samt en uppskattning av byggnadsytor samt ytor utomhus varit nödvändiga.

1.1.1 Befintliga förhållanden inom planområdet

Planområdet utgör en del av ett större skogsområde som sträcker sig mot Svindersviken i norr och i väster. Skogsområdet är i delar mycket kuperat.

1.1.2 Planerad bebyggelse inom studerat område

Inom planområdet planeras bostadshus i 9-16 våningar (totalt ca 550 lägenheter), vårdboende, förskola, bilhandel och bensinstation (se figur B.2). Bilhandeln planeras i flera plan varav tre plan i mitten utgörs av parkering. Markparkering och huvudentré ligger mot Värmdöleden på plan 3, ca 6 meter högre än den planerade lokalgatan.



Figur B.2. Kvartersindelning för detaljplan för Ryssbergen, 2017-11-20 (Bilia).

I tabell B.1 redovisas avstånd mellan planerad bebyggelse och Värmdöleden och den planerade påfartsrampen.

Tabell B.1. Minsta avstånd mellan bebyggelse och Värmdöleden (inkl ramp) utifrån studerat planförslag. Avstånden mäts i meter från väggkant till verksamhetsgräns (t ex fasadliv).

Planerad bebyggelse	Värmdöleden	Påfartsramp
Bostäder/förskola	81	68
Vårdboende	81	64
Bilhandel	33	15
Markparkering	15	9
Bensinstation		
- mätarskåp	45	20
- påfyllnadsplats	55	30
- tvätthall	31	13

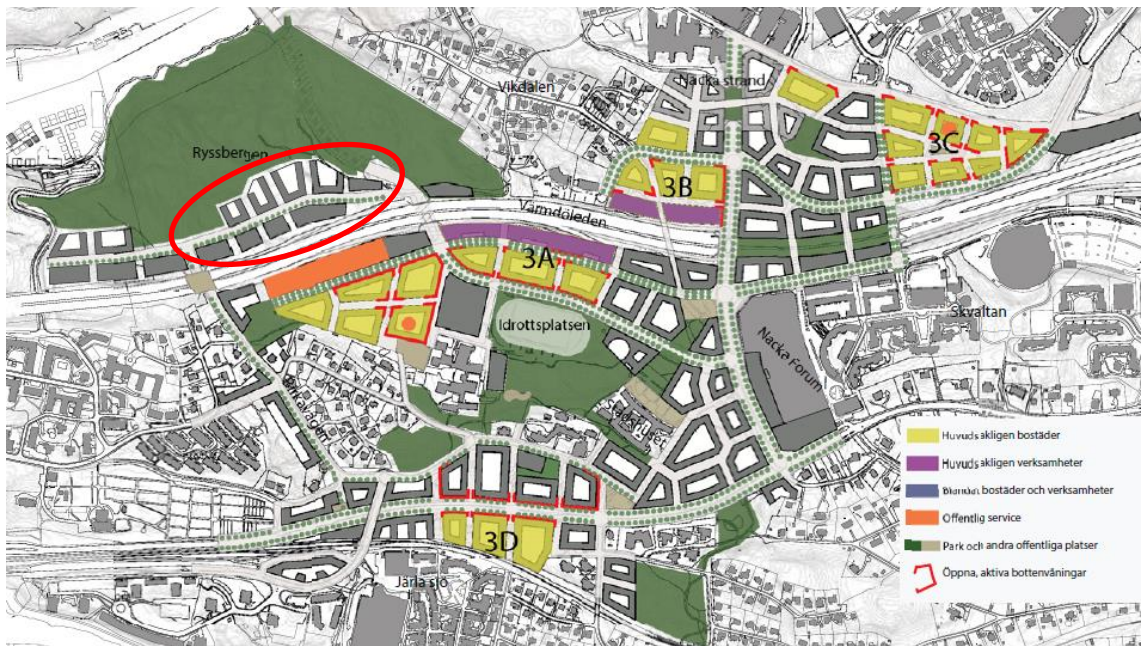
1.1.3 Kringliggande bebyggelse

Även marken väster om planområdet består av natur- och skogsmark. Öster om området finns befintlig bostadsbebyggelse bestående huvudsakligen av enfamiljshus samt enstaka flerfamiljshus. På andra sidan Värmdöleden ligger idag Nacka gymnasium med 2 100 elever samt Nacka IP med gräsplaner och idrottshallar.

I och med den tänkta utbyggnaden av centrala Nacka med bland annat ca 14 000 bostäder kommer andelen bebyggelse öka på andra sidan Värmdöleden. Enligt programmet för centrala Nacka /1/ kommer området på andra sidan Värmdöleden omfatta offentlig service (bl a ishallar) närmast vägen och bostäder längre bort från vägen. Den aktuella delen av området på andra sidan Värmdöleden ingår i utbyggnadsetapp 3 av centrala Nacka. Hela etappen omfattar ca 2 500 bostäder och 2 500 arbetsplatser. Aktuell del utgör ca en tredjedel av etappen (se figur B.3).

/1/

Detaljplaneprogram för centrala Nacka, Nacka kommun, samrådshandling november 2014



Figur B.3. Etapp 3 av planprogrammet för centrala Nacka. Aktuellt planområde rödmärkat.

Avstånden från en tänkt olycksplats till verksamheter i omgivningen redovisas i figur B.4. Den framtida bebyggelsen på andra sidan Värmdöleden är ännu inte bestämd. Avståndet sätts dock till 30 meter från Värmdöleden eftersom bebyggelse sannolikt inte kommer att placeras så mycket närmare vägen. Det innebär ett avstånd på ca 50 meter från den tänkta olycksplatsen.



Figur B.4. Översikt över omgivande befintliga verksamheter. Antagen olycksplats markerad med stjärna.

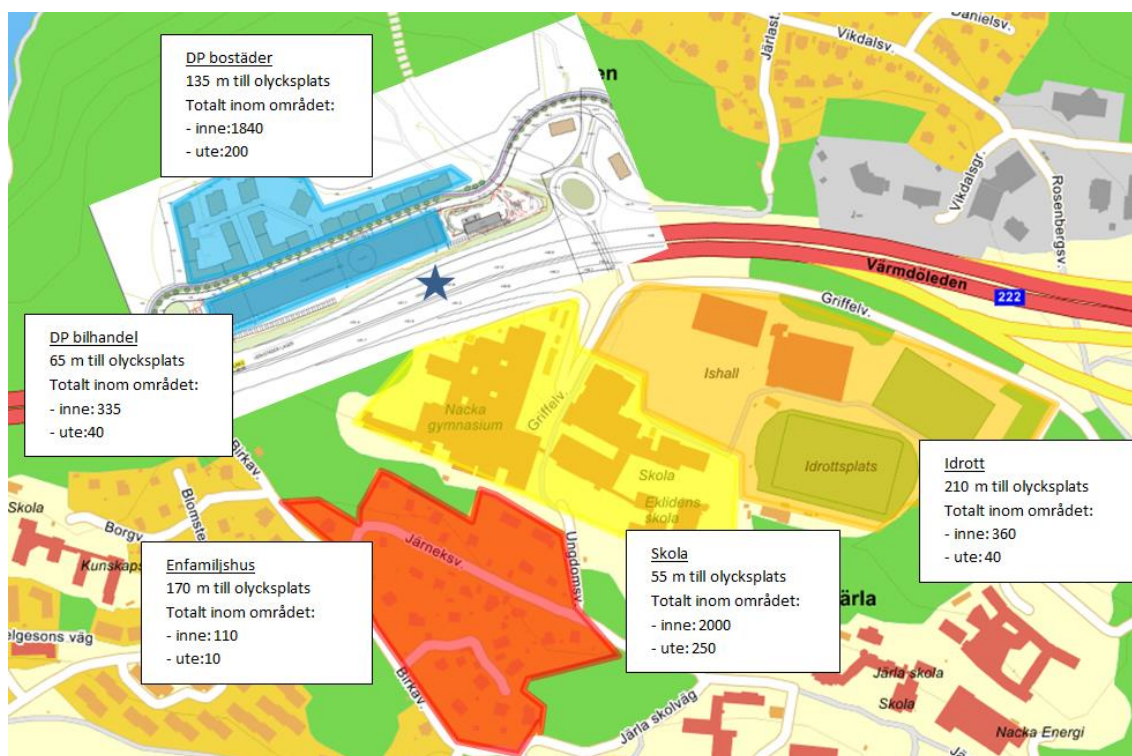
1.1.4 Sammanställning

För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom skadeområde för respektive skadescenario så görs grova uppskattningar inom det studerade området. I figur B.5 redovisas de uppskattade personantalen och annan information som används som underlag i beräkningarna.

Personantalet inom det studerade området uppskattas grovt utifrån följande förutsättningar:

1. Genomsnittlig persontäthet inom flerbostadshus uppskattas grovt till ca 2,5 personer per lägenhet. Totalt planeras ca 550 lägenheter, vilket innebär 1 375 personer.
2. Vårdboendet m m – totalt 283 personer inom byggnaden, med maximal persontäthet dagtid.
 - a. Vårdboendet har 54 platser samt 20 personal och en total yta på ca 4 000 m², vilket innebär en persontäthet på 0,019 personer per m².
 - b. Förskolan omfattar 6 avdelningar och uppskattas ha 20 barn samt tre personal per avdelning. Det innebär totalt 138 personer. Total yta är ca 1 300 m².
 - c. I byggnaden med vårdboende finns även ca 2 150 m² yta för service. Persontätheten sätts till 0,33 personer per m², vilket innebär 71 personer.
3. Genomsnittlig persontäthet utomhus uppskattas grovt till ca 0,005 personer per m² (50 person per hektar).
4. Persontätheten i bilhallar är generellt låg, men kan vara hög under vissa evenemang och helger. Dessa omfattar dock endast en liten andel av tiden. Persontätheten uppskattas grovt till 1 person per 200 m² (exkl garage). Total yta är ca 12 500 m² försäljning och verkstad, 5 900 m² parkering under mark samt 17 700 m² parkering i tre plan ovan mark. Detta innebär ett uppskattat personantal på totalt 375 personer vid en och samma tidpunkt. Persontätheten blir då ca 0,01 person per m².
5. I en enfamiljsbostad förutsätts 4 personer bo.
6. Persontätheten i idrottshallarna (befintliga och planerade) sätts till maximalt 200 personer i respektive hall. Det ger en genomsnittlig persontäthet på ca 0,07 personer per m².
7. För de olika verksamheterna antas att ca 10 % av det totala personantalet vistas utomhus i anslutning till området.
8. Persontätheten inom aktuell bebyggelse bedöms vara som störst kvällar, nätter morgnar och helger. Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, d.v.s. "beläggningen" ansätts till 100 % i samtliga byggnader inom och utanför området.

För de olyckor som har en "riktad" påverkan, dvs. inte en cirkulär utbredning, har påverkan antagits ske mot det område som ska exploateras. Detta val baseras på att bebyggelsen inom det området är som mest tät, vilket innebär att en olycka får som störst konsekvenser.



Figur B. 5. Aktuellt område inklusive omgivningen (befintlig). Personantal redovisas för ytor med olika verksamheter som ligger inom ca 250-300 meter från Värmdöleden. Gränserna är ungefärliga.

Efter utbyggnad av centrala Nacka uppskattas personantalet söder om Värmdöleden grovt till:

- 850 arbetsplatser
- 500 personer i idrottsanläggningar/kommunal service
- 1 200 boende

2. Trafikolycka med farligt gods

2.1 Klass 2.1 Brännbara Gaser

2.1.1 Metodik

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.2 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B. 2. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

Faktor	Tankbil
Lagringstemperatur	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,0 m
Tanklängd	18 m
Tankfyllnadsgrad	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg
Designtryck	15 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket
Luftryck	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /2/:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Medelstort utsläpp: 0,9 kg/s
- Stort utsläpp: 17,8 kg/s

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnsexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnsexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

2.1.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

/2/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Utomhus: I tabell B.3 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /10/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

Inomhus: Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvärdig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område där värmestrålningen kan leda till 2:a gradens brännskada omkommer.

2.1.3 Resultat

I tabell B.3 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Tabell B. 3. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma	5-10 % <i>inomhus</i>	6	5	6	2,5
	50 % <i>utomhus</i>				
Liten gasmolnexplosion	5-10 % <i>inomhus</i>	2	5	2	2,5
	50 % <i>utomhus</i>				
Medelstor jetflamma	5-10 % <i>inomhus</i>	15	15	15	7,5
	50 % <i>utomhus</i>				
Medelstor gasmolnexplosion	5-10 % <i>inomhus</i>	50	70	50	35
	50 % <i>utomhus</i>				
Stor jetflamma	5-10 % <i>inomhus</i>	60	55	60	27,5
	50 % <i>utomhus</i>				
Stor gasmolnexplosion	5-10 % <i>inomhus</i>	215	185	215	92,5
	50 % <i>utomhus</i>				
BLEVE	5-10 % <i>inomhus</i>	440	220	440	110
	50 % <i>utomhus</i>				

I tabell B.4 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar inom planområdet).

Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Utbyggnadsalternativ			Nollalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
Liten jetflamma	0	0	0	0	0	0
Liten gasmolnsexplosion	0	0	0	0	0	0
Medelstor jetflamma	0	0	0	0	0	0
Medelstor gasmolnsexplosion	0	4	4	0	0	0
Stor jetflamma	0	3	3	0	0	0
Stor gasmolnsexplosion	21	59	80	0	0	0
BLEVE	21	100	121	5	4	9

Antalet omkomna för nollalternativet är lågt på grund av att skadeområdet antagits spridas mot planområdet och detta inte är bebyggt i nollalternativet. Endast BLEVE med en cirkulär utbredning påverkar områden söder om Värmdöleden.

2.2 Klass 3. Brandfarliga vätskor

2.2.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /3/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradie)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /4/.

Flamhöjd (H_f) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /5/: $H_f = 0.23 \cdot Q^{2/5} - 1,02D$

/3/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/4/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/5/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_f = D / 5$.

Utfallande strålning (I_0) – Den utfallande strålningen (kW/m^2) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /6/:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823D}$$

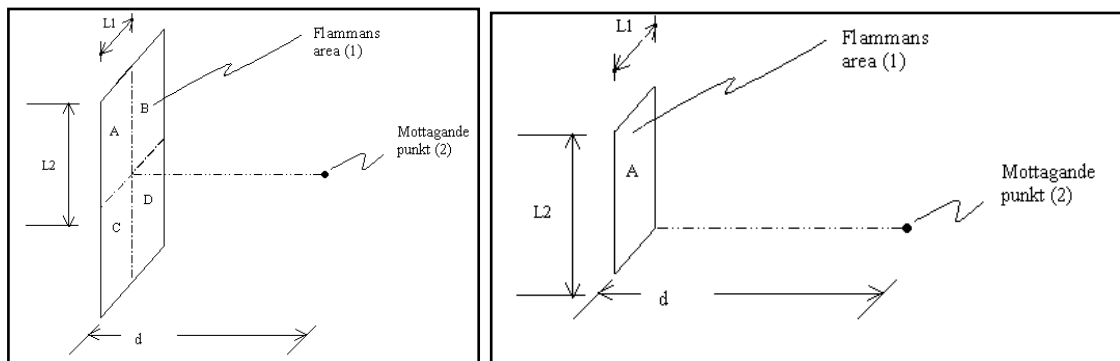
Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.6). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /7/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där $F_{A1,2}$, $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi l^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\Theta_1 = \Theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt figur B.6.



Figur B. 6. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /8/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

/6/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/7/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/8/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.4.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m²) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.5).

Tabell B. 5. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

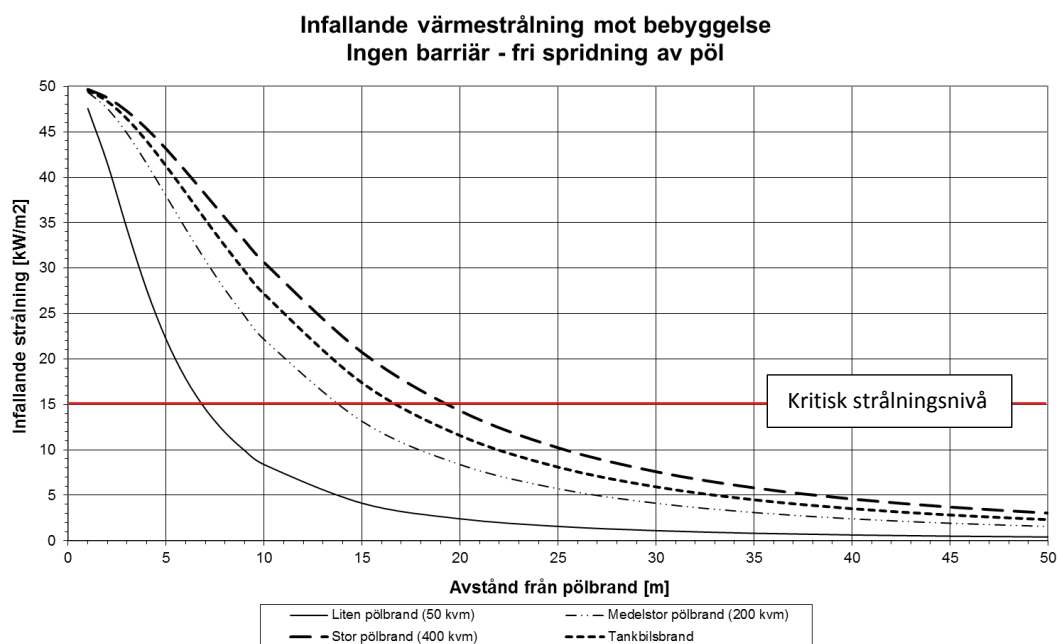
Scenario	Brinnande yta A _F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D _f (m)	Flammhöjd H _f (m)	Utfallande strålning I ₀ (kW/m ²)
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i tabell B.6. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m² för samtliga brandscenarier.

Tabell B. 6. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd (m)	Liten pölbrand		Medelstor pölbrand		Stor pölbrand / Tankbilsbrand	
	F _{1,2}	q _r ^{''}	F _{1,2}	q _r ^{''}	F _{1,2}	q _r ^{''}
5	0,44	26,6	0,76	45,5	0,86	51,7
10	0,17	10,0	0,44	26,6	0,61	36,7
15	0,08	4,9	0,26	15,8	0,41	24,9
20	0,05	2,9	0,17	10,0	0,29	17,1
25	0,03	1,9	0,11	6,9	0,20	12,3
30	0,02	1,3	0,08	4,9	0,15	9,1
35	0,02	1,0	0,06	3,7	0,12	7,0
40	0,01	0,7	0,05	2,9	0,09	5,5
45	0,01	0,6	0,04	2,3	0,07	4,4
50	0,01	0,5	0,03	1,9	0,06	3,6

I figur B.7 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från branden. I figuren beaktas även pölens radie, vilket ej beaktas i de avstånd som anges i tabell B.6 som utgår från flammans kant.



Figur B. 7. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand.

2.2.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

I tabell B.7 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt tidigare uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma.

Tabell B. 7. Effekter av olika strålningsnivåer /10, 7/.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m ⁻²]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	≤ 1
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2 sekunder	20
Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner	

med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
Antändning av obehandlat trä	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

En person som befinner sig utomhus och upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. De strålningsnivåer och effekter som anges i tabell B.7 har i tabell B.8 omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus.

Tabell B. 8. Uppskattad sannolikhet för oskyddad person utomhus att omkomma som funktion av strålningsnivån vid pölbrand.

Strålningsnivå	Andel omkomna
10 kW/m ²	1 %
60 kW/m ²	50 %
80 kW/m ²	100 %

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Utifrån tabell B.8 så uppskattas den kritiska värmestrålningen vara 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

2.2.3 Resultat

I tabell B.9 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån figur B.7 ovan.

Tabell B. 9. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Liten pölbrand	5-10 % <u>inomhus</u>	11	11
	100 % <u>utomhus</u>	6	6
	15 % <u>utomhus</u>	9	9
	5 % <u>utomhus</u>	13	13
Medelstor pölbrand	5-10 % <u>inomhus</u>	22	12
	100 % <u>utomhus</u>	13	4
	15 % <u>utomhus</u>	19	10

	5 % <u>utomhus</u>	25	15
Stor pölbrand	5-10 % <u>inomhus</u>	30	17
	100 % <u>utomhus</u>	18	5
	15 % <u>utomhus</u>	27	15
	5 % <u>utomhus</u>	35	22
Tankbilsbrand	5-10 % <u>inomhus</u>	20	17
	100 % <u>utomhus</u>	7	5
	15 % <u>utomhus</u>	10	15
	5 % <u>utomhus</u>	25	22

I tabell B.10 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar inom planområdet).

Tabell B. 10. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Utbyggnadsalternativ			Nollalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
Liten pölbrand	0	0	0	0	0	0
Medelstor pölbrand	0	0	0	0	0	0
Stor pölbrand	0	0	0	0	0	0
Tankbilsbrand	0	0	0	0	0	0

Ingen omkommer till följd av olycka på Värmdöleden eftersom avståndet till bebyggelse är så pass stort (minst 30 meter).

3. Känslighetsanalys

I detta avsnitt redovisas den del av känslighetsanalysen som innebär att ämnen ur fler farligt godsklasser transporteras på Värmdöleden.

3.1 Klass 1. Explosiva ämnen

3.1.1 Metodik

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom utredningsområdet. Konsekvensberäkningarna omfattar fyra skadescenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

500 kg (transporter med < 500 kg)

2000 kg (transporter med 500-2000 kg)

4000 kg (transporter med > 2000 kg)

16000 kg (transporter med 16000 kg)

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner /9/*. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck (P_C) och impuls (I_C). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas:

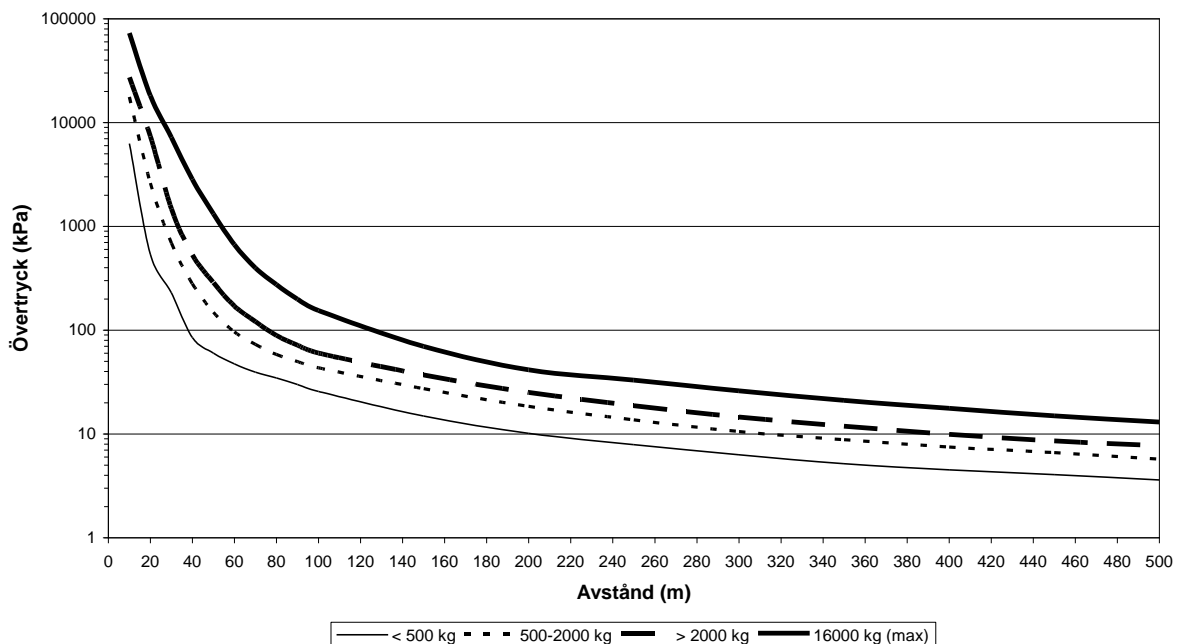
$$I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I figur B.8 och figur B.9 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av $1,8 \cdot X$ kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck (180°).

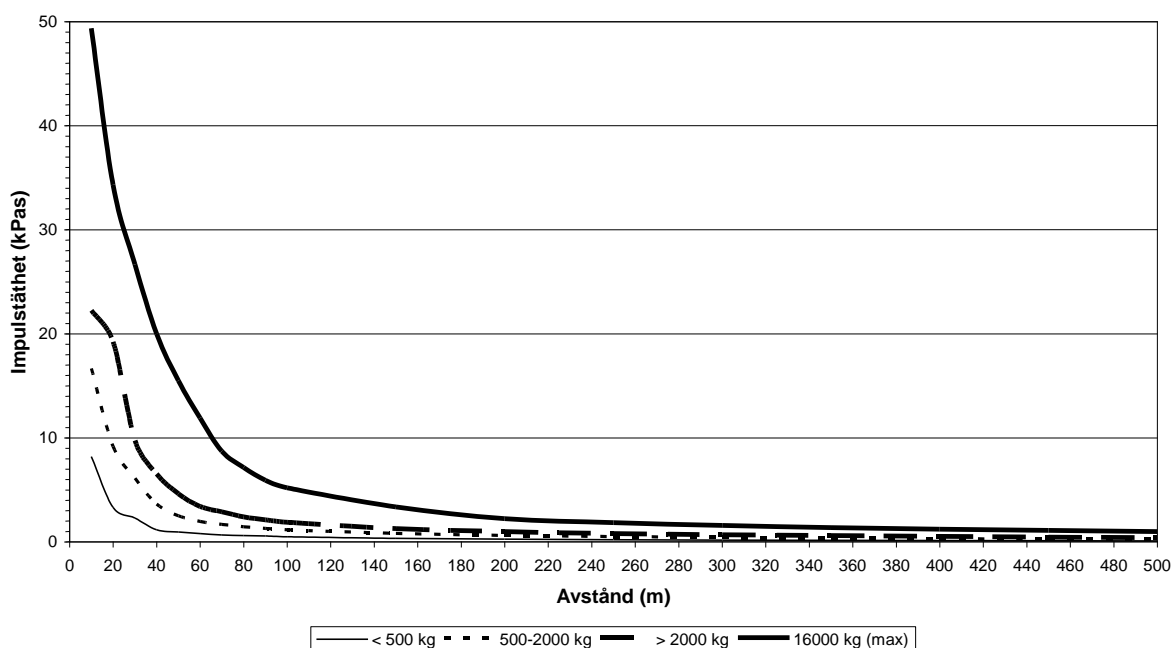
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /9/:

$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$



Figur B. 8. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

/9/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur B. 9. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

3.1.2 Bedömningskriterier

Inomhus: Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) i förhållande till byggnadsdelarnas karaktäristiska tryck (P_c) och impuls (I_c), se ekvationen i avsnitt 3.1.1. I tabell B.11 anges karaktäristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /9/.

Tabell B. 11. Karaktäristiska tryck (P_c) respektive impuls (I_c) för olika byggnadsdelar.

Byggnadsdel	P_c (kPa)	I_c (kPas)
Bärande konstruktioner		
<i>Stomme i platsgjuten betong</i>		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
<i>Stomme i monterad betong</i>		
- Pelar/balk-stomme	200	3,1
- Bärande väggar i elementhus	200	3,1
Icke bärande konstruktioner		
- Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus	5	0,5
- Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)	5	1,0

De infallande tryck som redovisas i figur B.8 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.8 respektive figur B.9. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Sannolikheten för att omkomma inomhus är beroende av antalet våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att ca 80 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

Utomhus: En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid /10/:

- 1 % omkomna 180 kPa • 90 % omkomna 300 kPa
- 10 % omkomna 210 kPa • 99 % omkomna 350 kPa
- 50 % omkomna 260 kPa

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 1 uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- < 500 kg: 10 % • > 2 000 kg: 50 %
- 500-2 000 kg: 25 % • 16 000 kg: 100 %

3.1.3 Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I tabell B.12 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Tabell B. 12. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
< 700 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	20	10
	15 % <i>inomhus</i>	70	30
	10 % <i>utomhus</i>	20	20
700–2 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	40	20
	15 % <i>inomhus</i>	200	60
	25 % <i>utomhus</i>	30	30
2 000-4 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	50	30
	15 % <i>inomhus</i>	200	80

/10/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

	50 % <i>utomhus</i>	50	50
16 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	80	50
	15 % <i>inomhus</i>	300	150
	100 % <i>utomhus</i>	70	70

I tabell B.13 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 13. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Inomhus	Utomhus	Totalt
< 700 kg massexplosion	0	0	0
700–2 000 kg massexplosion	10	0	10
2 000-4 000 kg massexplosion	26	2	28
> 4 000 kg massexplosion	158	12	170

3.2 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

3.2.1 Metodik

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider ska normalt inte leda till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), kan leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Explosionen kan då liknas vid en explosion av massexplosiva ämnen.

Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Denna blandning kan motsvara ca 3 ton trotyl /11/. Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario motsvarar alltså det scenario som redovisas i avsnitt 3.1.

Det genomförs inga detaljerade konsekvensberäkningar för detta skadescenario. De fortsatta riskberäkningarna kommer istället att utgå från resultatet som redovisas i avsnitt 3.1.3 med avseende på explosion med 4 000 kg massexplosivämne. Detta är ett konservativt antagande.

3.2.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 3.1.2.

3.2.3 Resultat

I tabell B.14 redovisas skadeavstånden för skadescenario med ämne ur klass 5.

/11/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1996

Tabell B. 14. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadesscenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	80 % <i>inomhus</i>	50	30
	15 % <i>inomhus</i>	200	80
	50 % <i>utomhus</i>	50	50

I tabell B.15 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 15. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadesscenario	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	<i>Totalt</i>
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	26	2	28