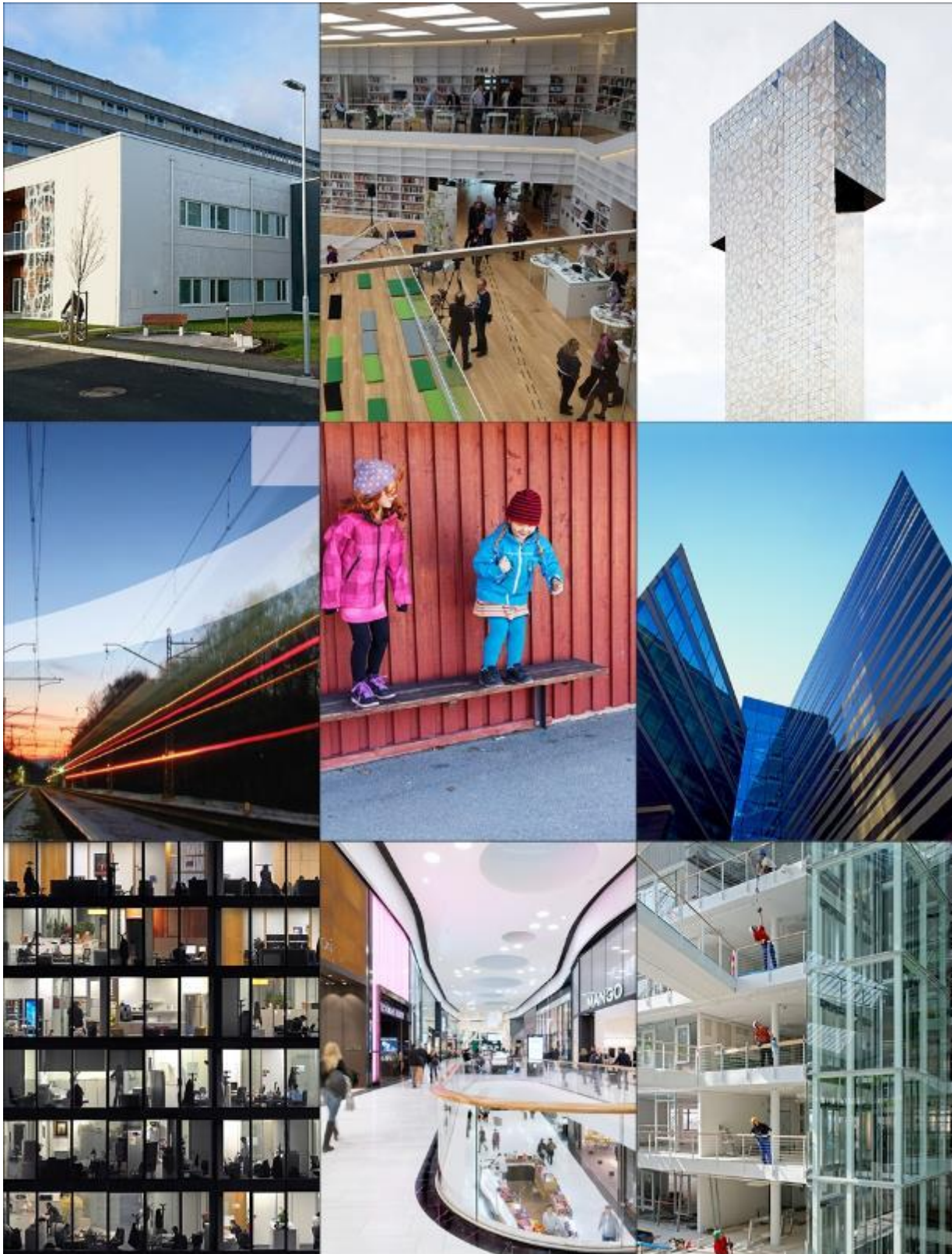


Risakanalys

Bladet 3

Underlag för detaljplanearbete

2023-10-31



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Bladet 3
Solna stad
Uppdragsnummer: 509261
Datum: 2023-10-31
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Rosie Kvål
Handläggare: Rosie Kvål
Tel: 08-588 188 84
E-post: rosie.kval@bsl.se
Uppdragsgivare: Solnaberg Bladet 3 PropCo AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2023-09-28	R.Kvål	E.Hall Midholm	Första versionen
2023-10-31	R.Kvål	-	Andra versionen

Sammanfattning

Solna stad har tagit fram ett ny detaljplan för fastigheten Bladet 3 i Bergshamra. Detaljplanen omfattar befintlig bebyggelse som kommer att vara kvar. Syftet med detaljplanen är att möjliggöra ytterligare verksamhet i delar av den befintliga kontorsbebyggelsen. Verksamheter som prövas utöver kontor är vård och service. Ingen utvärdig förändring av befintliga byggnader kommer ske och ingen ny bebyggelse kommer uppföras. I anslutning till planområdet går E18/Bergshamraleden som är klassad som en primär transportled för farligt gods. Med anledning av närheten till Bergshamraleden görs denna riskanalys.

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 i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås. Riskanalysen utgör underlag för detaljplanen.

I genomförd riskanalys har en kartläggning gjorts av antalet transporter med farligt gods på Bergshamraleden. Totalt uppskattas ca 40 transporter med farligt gods passera planområdet dagligen år 2040. Merparten av transporterna (ca 50 %) utgörs av brännbara vätskor (ex. bensin och diesel). Utifrån genomförd kartläggning har ett antal möjliga olycksscenarioer identifierats. En översiktlig (kvalitativ) värdering av dessa har gjorts. För olycksrisker som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet har en fördjupad analys genomförts. Denna omfattar beräkningar av frekvens för, och konsekvenser av, respektive olycksrisk. Beräkningarna har sammanställts i form av individrisk och samhällsrisk. Den fördjupade analysen har genomförts med hänsyn tagen till en prognostiserad trafiksituation år 2040.

Resultatet av riskanalysen har värderats utifrån Länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer gällande riskhänsyn vid ny bebyggelse. Analysen visar att olycksrisker förknippade med Bergshamraleden har en stor påverkan på risknivån inom planområdet. Individrisken ligger i den övre delen av ALARP inom 30 meter från Bergshamraleden och är acceptabel på större avstånd från vägen. För få antal omkomna (< 10-12) ligger även samhällsrisk i den övre delen av ALARP. Varken individrisk eller samhällsrisk är dock oacceptabel i någon del. Det är framförallt olycka med brännbara vätskor som bidrar till att höja risknivån.

Samhällsrisk har beräknats för det aktuella planförslaget samt ett nollalternativ (nuvarande markanvändning). Skillnaden i risknivå mellan planförslaget och nollalternativ är mycket liten eftersom markanvändningen i stort är densamma.

Risken inom området är så hög att säkerhetshöjande åtgärder ska tillämpas. Risknivån är dock inte oacceptabel i någon del. Omfattningen av åtgärder är inte självklar särskilt med hänsyn till den begränsade förändring som planförslaget innebär på platsen. En avvägning ska göras mellan respektive åtgärds riskreducerande effekt och dess påverkan på projektet avseende bland annat begränsning av funktion och utförande samt kostnad. I och med att befintlig bebyggelse kommer bevaras begränsas möjligheten att tillämpa vissa åtgärder.

Med syfte att hantera identifierade risker och sänka risknivån inom området har ett antal riskreducerande åtgärder studerats. De åtgärder som har ansetts vara rimliga och nödvändiga att genomföra redovisas nedan. Åtgärderna bedöms inte rimliga att vidta för befintlig markanvändning där ingen om- eller nybyggnation genomförs.

Avstånden gäller från närmaste väggkant på Bergshamraleden och avser oskyddade markområden.

- Ny bebyggelse för kontor, vård eller mindre handelslokaler ska placeras så att avstånden till närmaste väggkant på Bergshamraleden är minst 25 meter.
- Ytor mellan bebyggelse och Bergshamraleden, inom 25 meter från vägen, bör utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Busshållplats anses inte vara stadigvarande vistelse.

För ny bebyggelse eller vid bygglovspliktiga åtgärder gäller följande:

- Inom 40 meter från Bergshamraleden ska byggnadsdelar som vetter direkt mot Bergshamraleden utan framförliggande bebyggelse utföras med följande åtgärder:
 - Från samtliga utrymmen för stadigvarande vistelse ska det finnas åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från vägen.
 - Friskluftsintag till utrymmen för stadigvarande vistelse ska placeras mot en trygg sida, d.v.s. bort från vägen alternativt på byggnadernas tak.
 - Fasader som vetter direkt mot vägen ska utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.
 - Fönster i fasader som vetter direkt mot vägen ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster tillåts vara öppningsbara.
 - Fönster i vårdlokaler ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.
 - Vårdverksamhet ska inte omfatta sovande människor nattetid.

Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**.

Förutsatt att redovisade åtgärder genomförs är bedömningen att risknivån inom området blir tolerabel.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte	6
1.3 Omfattning och avgränsning	6
1.4 Internkontroll.....	6
1.5 Förutsättningar	6
2. OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.1 Planerad exploatering.....	9
2.2 Omgivande planprojekt	10
3. RISKINVENTERING	11
3.1 Allmänt.....	11
3.2 Inventering av riskkällor	11
3.3 Transportleder för farligt gods	11
4. INLEDANDE RISKANALYS	15
4.1 Metodik.....	15
4.2 Identifiering av olycksrisker	15
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk	15
4.4 Slutsats inledande riskanalys.....	16
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS	17
5.1 Allmänt.....	17
5.2 Sammanvägning av risk	17
5.3 Resultat av riskberäkningar	19
5.4 Värdering av risk	22
5.5 Hantering av osäkerheter	23
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	27
6.1 Allmänt.....	27
6.2 Allmänna åtgärder	27
6.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	28
6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning	31
7. SLUTSATS	32
8. BILAGOR	34
9. REFERENSER	34

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Solna stad har tagit fram ett förslag på ny detaljplan för fastigheten Bladet 3 i Bergshamra. Planen innebär en ändrad användning från enbart kontor till att även omfatta vårdverksamhet, service och centrumverksamhet.

Planområdet ligger i anslutning till E18 som är klassad som en primär transportled för farligt gods. Det innebär att risker från vägen behöver beaktas i planprocessen. Med anledning av detta 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 i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

Det förslag på hantering av risker som föreslås i riskanalysen utgör endast en rekommendation och det är upp till Solna stad att med hjälp av riskanalysen, samt eventuella andra utredningar, besluta om vilka åtgärder som ska vidtas.

1.3 Omfattning och avgränsning

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade 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 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). Initialer på interkontrollanten som bekräftar kontrollen redovisas i kolumnen för internkontroll på sidan 2.

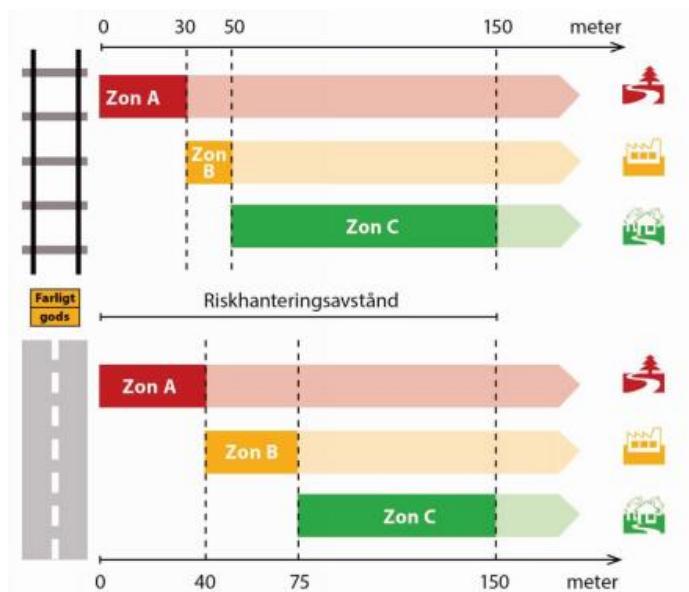
1.5 Förutsättningar

1.5.1 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 skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning (obemannad)	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L Odling och djurhållning	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Parkering (ytparkering)	J Industri	D Vård
T Trafik	K Kontor	H Detaljhandel
	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.

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 åtminstone vidtas inom 30 meter från vägen.

Rekommendationen är även, vid sekundära transportleder, att 25 meter ska lämnas bebyggelsefritt. Avsteg kan dock vara möjligt i särskilda fall. Det gäller i så fall de fall där det går få transporter och/eller de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

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

1.5.2 Hantering av osäkerheter

Riskanalyser utgår generellt från underlag och metoder som innefattar osäkerheter. Dessa kan bland annat beröra antalet transporter av farligt gods, fördelningen mellan de olika farligt godsklasserna, konsekvenser av olyckor samt persontätheter.

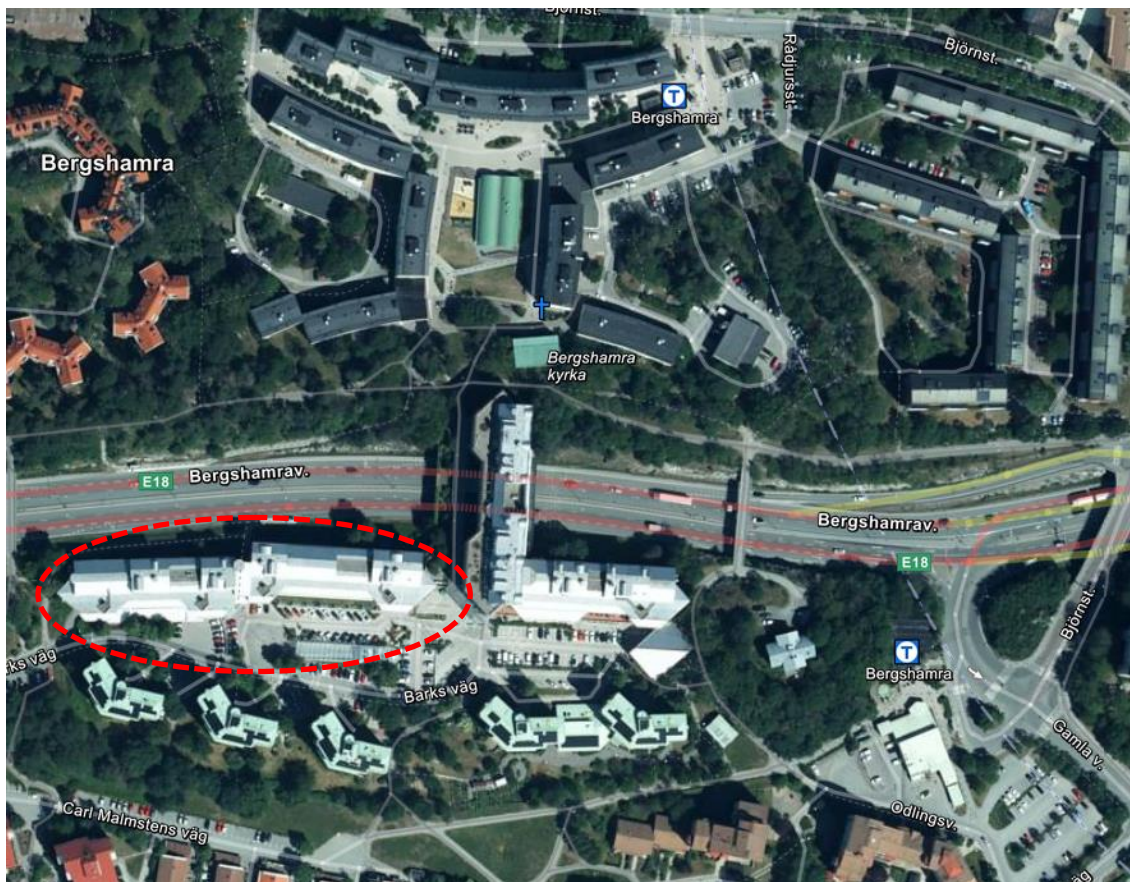
Överlag görs konservativa bedömningar för att hantera osäkerheter i underlag och metoder. Ytterligare hantering av osäkerheterna kan dock vara nödvändigt och då främst i en eventuell fördjupad analys. En osäkerhetsanalys kan exempelvis omfatta följande delar:

- Ändrat antal transporter med farligt gods
- Förändrad fördelning mellan olika farligt godsklasser
- Ökat personantal

Vilka parametrar som ska studeras i känslighetsanalysen bestäms i den fördjupade analysen.

2. Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet ligger i Bergshamra i Solna stad. Planområdet upptar ett område söder om Bergshamraleden/E18. Området omges av befintlig bebyggelse, huvudsakligen bestående av bostäder, natur-/parkmark samt infrastruktur (se figur 2.1).



Figur 2.1. Översikt över det aktuella planområdet (röd streckad linje) inklusive den närmaste omgivningen.

Planområdet upptas idag av befintliga kontorsbyggnader samt markparkering.

Planområdet är i stort sett plant söder om Bergshamraleden/E18.

2.1 Planerad exploatering

Inom planområdet finns idag kontorsbyggnader som ligger i anslutning till det så kallade IF-huset som uppfördes på 1980-talet. Bebyggelsen består av två byggnadskroppar, A och B (se figur 2.2).



Figur 2.2. Översikt över byggnadsstrukturen inom planområdet. Observera att byggnad C, D och E inte ingår i själva planområdet.

Detaljplanen syftar till att utöver nuvarande användning kontor även möjliggöra specialiserad öppenvård, service och liknande användningsområden som kan bedrivas i kontorsliknande lokaler. Förändringen gäller både hus A och B. Några yttre förändringar i byggnaderna planeras inte.

Idag har den vårdverksamhet som bedrivs inom fastigheten (hus A) tillfälligt bygglov. Verksamheten innebär diagnos och behandling av patienter. Ett besök tar mellan 15 minuter och en timme. Vissa ingrepp genomförs på patienter som är vid medvetande. Ingreppen tar maximalt ca en timme och patienten är på plats några timmar inför, under och efter ingreppet. Målet är att genomföra ca 1 000 operationer årligen. Inga patienter som vistas på platsen nattetid är aktuellt.

Byggnadsvolymer redovisas i tabell 2.1.

Tabell 2.1. Byggnadsvolymer för respektive byggnadsdel.

Hus	Volym , inkl källare (m ²)	Antal våningar (inklusive källare och fläktrum)
A	6 100 (inkl källare)	6
B	6 906 (inkl källare)	7

Byggnaderna har tegelfasad samt merparten av ventilationsintagen placerade på tak. Byggnaderna har utrymningsväg mot den södra sidan, det vill säga mot en trygg sida.

2.2 Omgivande planprojekt

I planområdets närhet har inga andra pågående planprojekt identifierats.

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 m.m.) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

3.2 Inventering av riskkällor

Resultatet av riskinventeringen redovisas i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

Riskkälla	Minsta avstånd till planområde (m)	Kommentar
E18/Bergshamraleden	10	Primär transportled för farligt gods som går i direkt anslutning till planområdet, norr om detta.
Bensinstation	300	Närmaste bensinstation ligger ca 300 meter väster om planområdet.
Övriga transportleder för farligt gods	275	I närområdet finns inga vägar klassade som sekundära transportleder för farligt gods. Primära transportleder, förutom Bergshamraleden (och anslutande E18 från Norrtull), är E4 som ligger 1 000 meter från planområdet

Nedan görs en beskrivning av E18/Bergshamraleden. Övriga riskkällor ligger så långt bort att de inte kommer att påverka risknivån inom planområdet i någon betydande omfattning.

3.3 Transportleder för farligt gods

3.3.1 Farligt gods

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 3.2 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S [3].

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 eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljárn (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.

3.3.2 E18/Bergshamraleden

Allmänt

Bergshamraleden är en trafikled som utgör en del av E18 och förbinder Roslagsvägen (E18) med Uppsalavägen (E4). Vägen är ca 700 meter lång och består av två filer samt bussfil i vardera riktningen. De båda körriktningarna är åtskilda av en mittbarriär. Den skyltade hastigheten på vägen är 70 km/tim. Enligt en trafikmätning genomförd av Trafikverket 2018 [4] passerade ca 40 000 fordon per dygn på Bergshamraleden, summerat i båda körriktningarna. Tung trafik utgjorde ungefär 7-8 % av den totala trafiken.

Trafikverket har tagit fram generella basprognoser för person- och godstrafik på väg fram till år 2040 [5] och [6]. För persontrafiken med bil räknar Trafikverket med en nationell årlig ökning på ca 1,0 % per år fram till 2040. För godstrafiken på väg räknar man med en årlig ökning på 1,8 % per år fram till 2040.

Hänsyn behöver dock tas till regionala förhållanden. Trafikverket har tagit fram trafikuppräkningsstal för olika delar av Sverige under perioden 2017 – 2040 – 2065 [7]. För Stockholm räknar Trafikverket med ett uppräkningsstal för persontrafik på 1,43 mellan 2017 – 2040. Detta motsvarar en genomsnittlig årlig ökning på ca 1,6 %. Motsvarande för tung trafik är 1,52, vilket motsvarar en genomsnittlig årlig ökning på ca 1,8 %.

Med ovanstående uppräkningsstal skulle trafikprognosen för Bergshamraleden för år 2040 vara totalt ca 54 900 fordon per dygn (ÅDT), varav ca 4 600 tunga fordon, vilket motsvarar ca 8 %.

Transporter av farligt gods

Bergshamraleden är klassad som en primär transportled för farligt gods. Det finns ingen nyligen genomförd kartläggning av antalet transporter med farligt gods på aktuell del av E18. Stockholm stad gjorde en kartläggning via trafikkameror 2015, den kartläggningen omfattar dock ingen mätpunkt i närheten av planområdet. Den senaste omfattande nationella kartläggning som genomförts i Sverige utfördes av Räddningsverket (numera MSB) under september år 2006 [8]. Den begränsade mätperioden samt att mätningen nu är drygt 15 år gammal, innebär att kartläggningen omfattar stora osäkerheter och bedöms ej vara tillförlitlig att utgå från.

Eftersom E18/Bergshamravägen utgör en primär led kan genomfartstransporter av alla olika ämnen förväntas på vägen. Vägen utgör en av flera förbindelselänkar mellan E4 och E18. Utmed den aktuella vägen finns enbart en bensinstation som direkt mål för transporter med farligt gods.

I avsaknad av kartläggning av antalet transporter på vägen har en uppskattning av antalet transporter har gjorts utifrån nationell statistik som samlas in av Trafikanalys. Utifrån statistik över antal transporter per farligt godsklass under perioden 2018-2022 [9] 0,5-1,5 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar (där genomsnittet ligger på ca 0,9 %). För Bergshamraleden skulle det innebära ett flöde på totalt ca 15 500 transporter med farligt gods per år för prognosår 2040, vilket innebär 42 transporter per dygn.

I tabell 3.2 redovisas en sammanställning av antalet transporter med farligt gods utifrån nationell statistik. Tabellen redovisar uppskattat antal transporter per farligt godsklass utifrån dagens trafik.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S med uppskattat antal transporter på E18/Bergshamravägen utifrån nationell statistik. Prognosår 2040.

Klass	Ämne	Andel (%)	Antal transporter per år
1	Explosiva ämnen	0,6%	92
2	Gaser	18,6%	2 878
3	Brandfarliga vätskor	46,9%	7 240
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	4,8%	747
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	3,9%	598
6	Giftiga ämnen	4,6%	705
7	Radioaktiva ämnen	0,0%	0
8	Frätande ämnen	15,9%	2 452
9	Övriga farliga ämnen	4,7%	728
Totalt		100%	15 440

Framtid

Några större förändringar förväntas inte för Bergshamraleden när det gäller transporter med farligt gods. När Förbifart Stockholm tas i drift kan eventuellt antalet transporter på vägen minska , men det är osäkert hur förbifartens idrifttagande kommer att påverka trafiken på aktuell vägsträcka.

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 är olyckor med farligt gods på E18/Bergshamraleden som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet. Dessa olyckor studeras därför vidare nedan.

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Transportleder för farligt gods

Olycka med farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S [3].

I tabell 4.1 nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

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

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.

Klass	Konsekvensbeskrivning
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

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

- Olycka vid transport av farligt gods på E18/Bergshamraleden
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Allmänt

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper. Underlag till beräkningar, valda metoder samt beräkningarna redovisas i bilaga A och B. Vid beräkning av konsekvens har eventuell riskreducerande effekt av befintligt utförande beaktats, se vidare resonemang i bilaga B.

Frekvens- och konsekvensberäkningarna vägs sedan samman och redovisas i form av individrisk och samhällsrisk, se avsnitt 5.3.

5.2 Sammanvägning av risk

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

5.2.1 Individrisk

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 den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Individrisken beräknas inledningsvis för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framförliggande bebyggelse (vare sig befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

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.

5.2.2 Samhällsrisk

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.

Acceptanskriterierna för samhällsrisk avser 1 km^2 med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km väg. Samhällsrisk beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

Konsekvenserna kommer att beräknas för det aktuella planförslaget samt nollalternativet .

5.2.3 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.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt gods-leder rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk* [10] används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, 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

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en lägre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

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 och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt *Värdering av risk* [10] bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så utgår riskanalysen från att risknivåer inom den nedre halvan av ALARP kan accepteras för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter utan behov av säkerhetshöjande åtgärder eftersom den faktiska individrisken för personer inom dessa verksamheter är betydligt lägre än den beräknade. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt Värdering av risk [10] så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

5.2.4 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 görs en känslighetsanalys där indata varieras på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

Känslighetsanalysen redovisas i avsnitt 5.5.

5.3 Resultat av riskberäkningar

5.3.1 Individrisk

Beräkning

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Individrisken beräknas som den kumulerade frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från respektive riskkälla. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

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

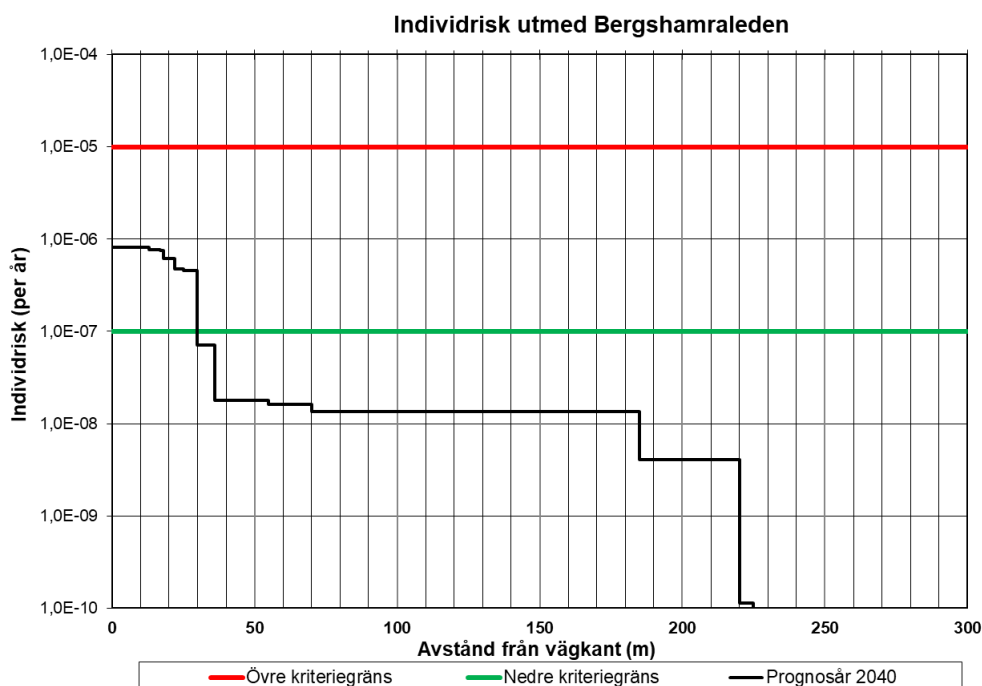
1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet 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.

Resultat

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed E18/Bergshamraleden. Avståndet i figurerna utgår från närmaste väggkant.



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed E18/Bergshamraleden.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.3.2 Samhällsrisk

Beräkning av samhällsrisk

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulerade frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på den aktuella vägen. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsriskens beräknas för det aktuella planförslaget och för nollalternativet. Hänsyn har tagits till befintligt utförande som till viss del innebär reduktion av riskpåverkan (se bilaga B).

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

- Respektive skadescenario antas inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan vägen och bebyggelse inom planområdet. Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade vägen (1 000 meter) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olyckan inträffar vara låg.

Vid sammanställningen av samhällsrisker för de studerade riskkällorna antas att studerade konsekvenser kan inträffa oavsett var på vägen som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

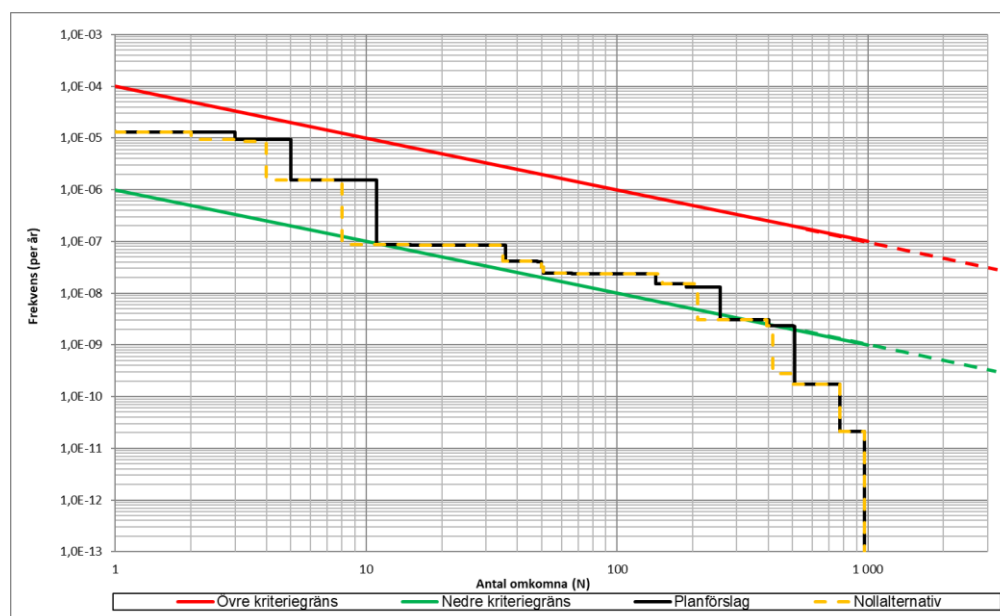
- Skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser blir inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet.

Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden på motstående sida om den studerade riskkällan kan konsekvenserna bli annorlunda om olyckan riktas åt motsatt håll. Vid sammanställningen av samhällsrisker antas dock att konsekvenserna kan inträffa oavsett åt vilket håll som olyckan riktas.

- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser.

Resultat

I *Figur 5.2.* redovisas den beräknade samhällsrisker utmed E18/Bergshamraleden. Samhällsrisker presenteras med nuvarande markanvändning (nollalternativ) samt med planerad förändring i markanvändningen (planförslag). Beräkningarna har gjorts för en uppskattad framtida trafiksituation år 2040.



Figur 5.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med E18/Bergshamraleden. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

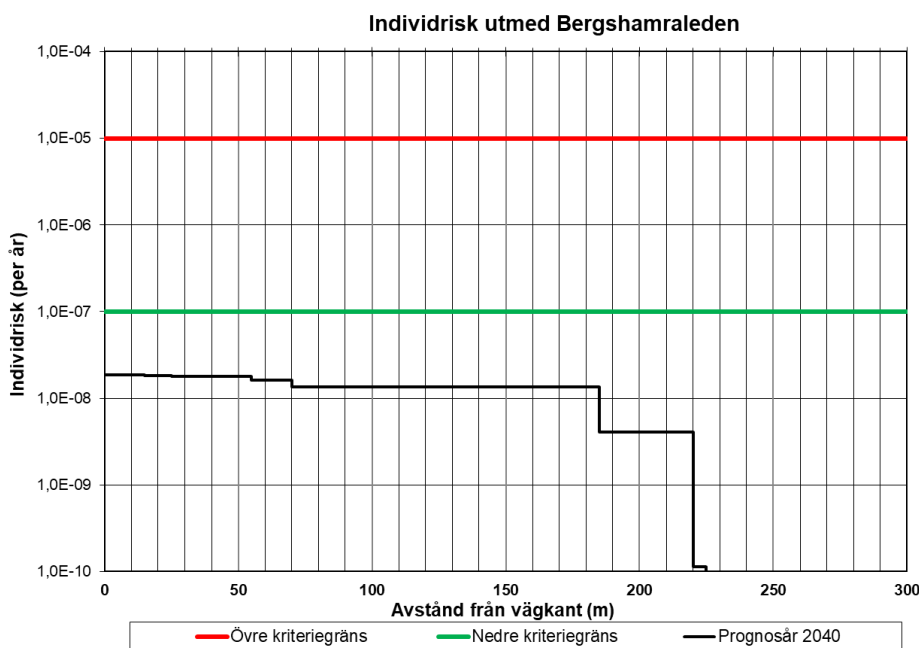
5.4 Värdering av risk

Den beräknade individrisknivån ligger inom ALARP upp till 30 meter från vägen och är för större avstånd acceptabel. Det är framförallt olycka med brännbara vätskor som innebär att risknivån hamnar inom ALARP.

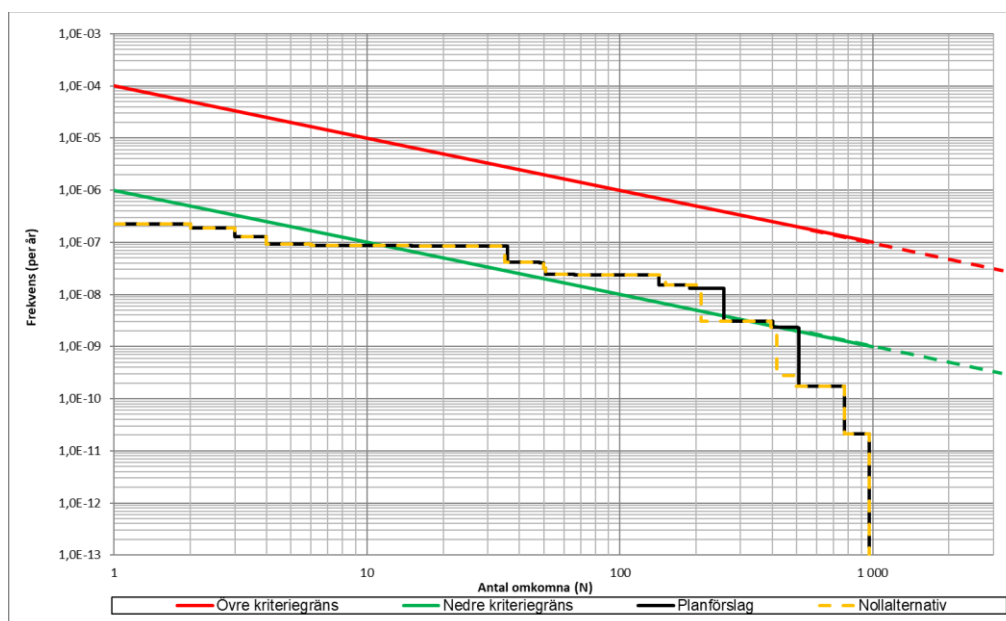
Samhällsrisknivån ligger i den övre delen av ALARP för olyckor med färre än 10-12 omkomna och ligger sedan i den nedre delen av ALARP upp till 500 omkomna. Det är framförallt olyckor som leder till läckage och antändning av brännbara vätskor som medför att både individ- och samhällsrisknivån ligger i den övre delen av ALARP. Skillnaden i risknivå mellan planförslag och nollalternativ beror av att en högre närvarograd förutsatts för markanvändningen vård jämfört med kontor.

Med hänsyn till den beräknade samhällsrisknivån bedöms risknivån vara så hög att säkerhetshöjande åtgärder bör vidtas för att sänka risknivån inom det studerade området. Se vidare avsnitt 6. Risknivån är dock inte i någon del oacceptabel.

I figur 5.3 och 5.4 redovisas individrisken och samhällsrisknivån förutsatt att ingen människa omkommer till följd av olycka med brännbara vätskor.



Figur 5.3. Individrisk utan påverkan från olycka med brännbara vätskor.



Figur 5.4. Samhällsrisk utan påverkan från olycka med brännbara vätskor.

5.5 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**

De olyckskvoter som redovisas utgör genomsnittliga värden för en längre vägsträcka. Sannolikheten för bl.a. utsläpp och antändning av utsläpp m.m. utgör genomsnittliga värden baserade på statistik.

Eftersom frekvensberäkningarna görs för relativt långa sträckor (1 km) så innebär aktuella antaganden höga olycksfrekvenser. Uppskattningsvis så innebär aktuella antaganden konservativa värden på olycksfrekvenser.

- **Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet**

Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter främst vad gäller antalet transporter av respektive farligt godsklass.

Den totala mängden farligt gods samt fördelningen mellan respektive klass har uppskattats utifrån nationell statistik över en femårsperiod. Orsaken till detta tillvägagångssätt är framförallt att undvika att risknivån värderas utifrån kortsiktiga förutsättningar. De underlag som finns avseende den aktuella järnvägssträckan baseras på korta tidsperioder och kan ge en missvisande bild av trafiksituationen. Att utgå från en nationellt genomsnittlig andel farligt gods på de aktuella sträckorna ger relativt stora transportmängder farligt gods med hänsyn till gällande trafiksiffror.

För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas görs en känslighetsanalys avseende förändrat trafikflöde samt andel farligt gods, se vidare avsnitt 5.5.1.

- **Val av olycksscenarier, konsekvensberäkningar**

Även konsekvensberäkningarna omfattar relativt stora osäkerheter, vilket bl.a. är beroende av bedömningar av skadeområdet samt förväntat antal omkomna för de studerade skadescenarierna.

Generellt så bedöms de skadescenarier och förutsättningar som studeras inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. Beräkningarna av förväntat antal omkomna utförs med grova antaganden om bl.a. en jämn fördelning av persontätheten inom det aktuella området med utgångspunkt från närmaste bebyggelse respektive närmaste yta som kan uppmuntra till stadigvarande vistelse utomhus. Att avståndet mellan riskkälla och bebyggelse kan variera utmed den studerade sträckan beaktas endast i begränsad utsträckning.

Konsekvenserna av respektive skadescenario har beräknats utifrån förutsättningen att det bedöms inträffa där det gör som mest skada inom det aktuella planområdet.

Riskberäkningarna visar att olycka med brännbara vätskor har mycket stor påverkan på risknivån inom planområdet. I beräkningarna har det förutsatts att samtliga transporter innehåller bensin. En stor andel av transporter med brännbara vätskor utgörs sannolikt av drivmedel. Statistiken visar där att andelen bensin sjunkit och att diesel utgör lite mer än hälften av allt drivmedel som säljs. En stor andel av transporter med brännbara vätskor utgörs även av eldningsolja. Både diesel och eldningsolja har en så hög flampunkt att vätskan måste värmas upp för att antändning ska kunna ske. I känslighetsanalysen studeras därför ett mindre konservativt antagande avseende andelen brännbara vätskor med låg flampunkt.

- **Uppskattat personantal**

Personantalet har uppskattats utifrån aktuella volymer och verksamhet inom planområdet samt i omgivningen.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används enligt ovan konservativa uppskattningar, både i frekvens- och konsekvensberäkningarna. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden tillsammans med utförd känslighetsanalys innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

5.5.1 Känslighetsanalys

Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisik. Känslighetsanalysen beaktar följande olycksscenarier:

Förändrat transportantal

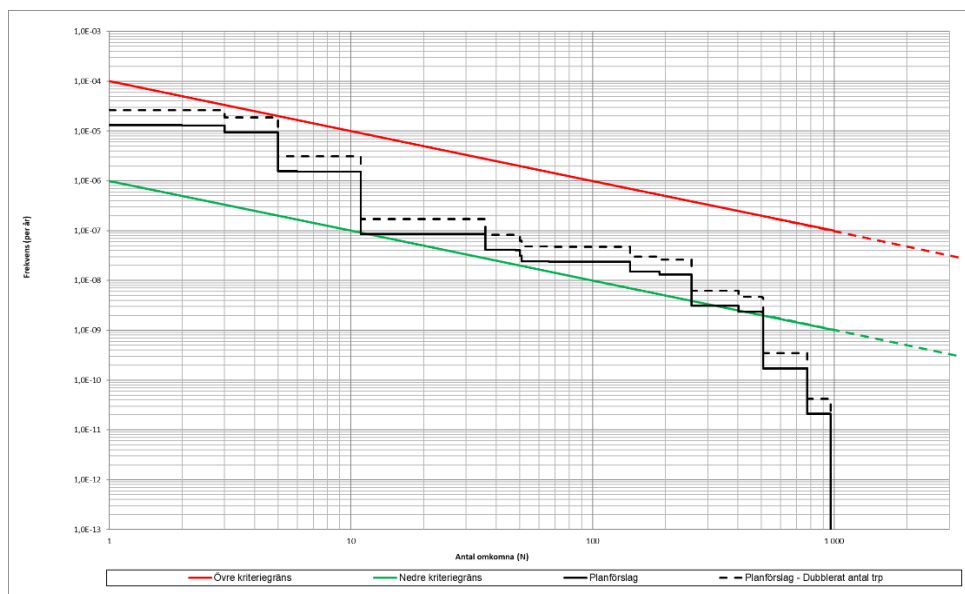
En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på angränsande riskkällor. Känslighetsanalysen beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass enligt följande:

- Det uppskattade antalet farligt godstransporter på Bergshamraleden antas öka respektive minska med en faktor 2 i förhållande till de transportmängder som utgjort underlag (beräkningarna utgår från prognosår 2040). Det innebär att andelen farligt gods antas utgöra 1,8 % istället för 0,9 %.

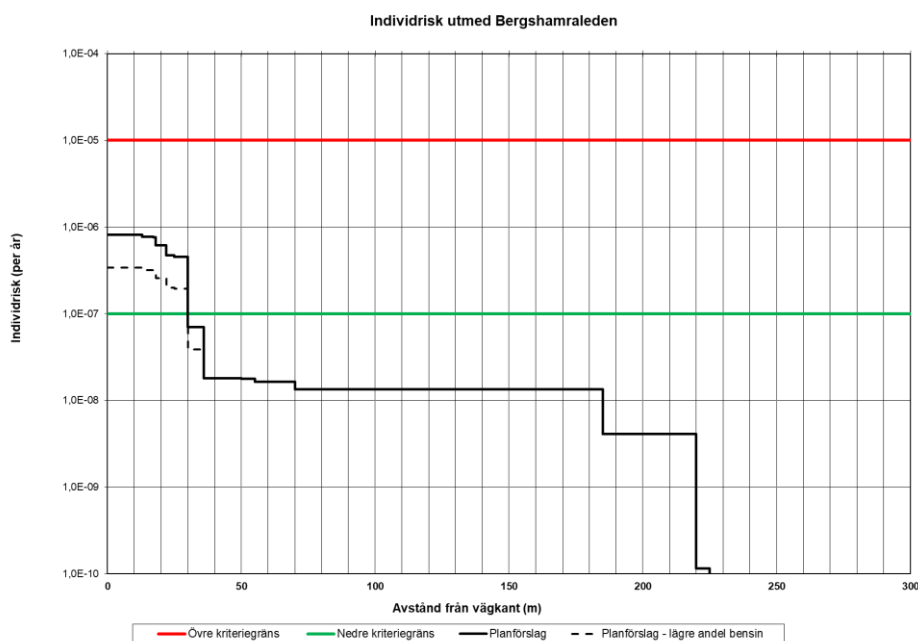
Förändrad andel brännbar vätska med låg flampunkt
Istället för att anta att alla transporter med brännbara vätskor utgörs av bensen eller liknande med låg flampunkt så görs ett mer realistiskt antagande enligt följande:

- Andelen brännbar vätska med låg flampunkt antas utgöra 40 % av samtliga transporter med brännbara vätskor.

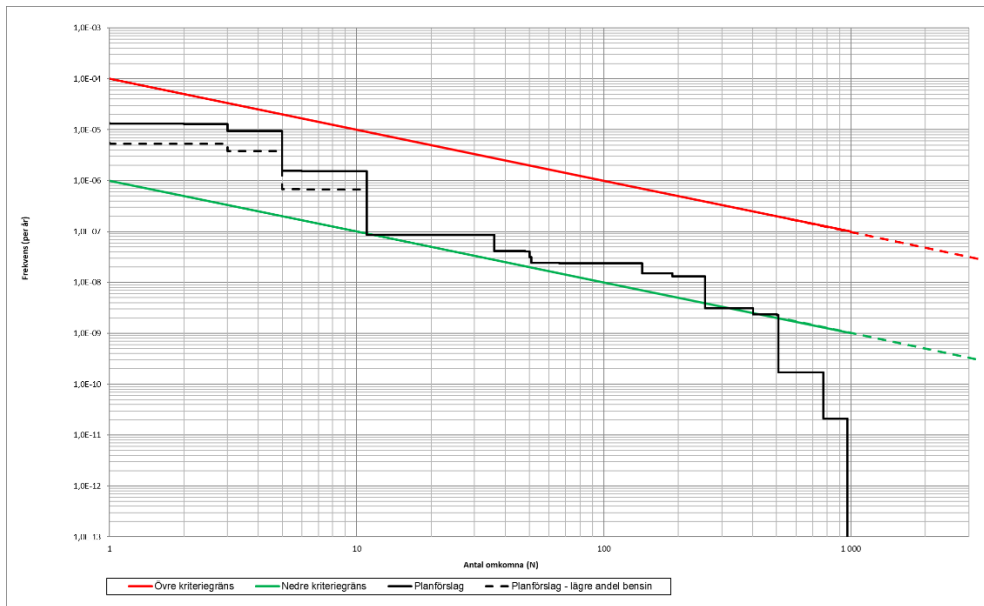
Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisik och redovisas i figur 5.5-5.7.



Figur 5.5. Samhällsrisik förutsatt ett **dubblerat antal transporter med farligt gods**.



Figur 5.6. Individrisk med en antagen **andel brännbara vätskor med låg flampunkt på 40 %**.



Figur 5.7. Samhällsrisk med en antagen **andel brännbara vätskor med låg flampunkt på 40 %**.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

Enligt den fördjupade riskanalysen bedöms samhällsrisknivån för det studerade planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering.

Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då acceptansnivån är beroende av markanvändning samt avstånd till den aktuella riskkällan.

Befintlig bebyggelse inom planområdet kommer vara kvar och endast förändras invändigt. Ingen ny bebyggelse kommer uppföras. Det innebär att möjligheterna att vidta åtgärder är begränsade jämfört med om bebyggelsen skulle rivas och nya byggnader uppföras. Exempelvis kan inte ett ökat skyddsavstånd tillämpas. Vissa byggnadstekniska åtgärder kan också vara svåra eller till och med omöjliga att genomföra. Detta har beaktats och värderats vid förslag på åtgärder.

6.2 Allmänna åtgärder

6.2.1 Placering av verksamheter

Riktlinjer

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 figur 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas.

Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavstånden underskrids samt vilka olycksrisker som behöver beaktas. Syftet med åtgärderna är att reducera det "nettotillskott" av oönskade händelser som avsteget medför i förhållande till om riktlinjerna skulle följas, se vidare avsnitt 6.3.

Även obebyggda ytor i närheten av en riskkälla behöver utformas med hänsyn tagen till riskpåverkan.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Den aktuella bebyggelsen kommer inte förändras avseende fotavtryck, volymer, material etc. Bebyggelsen ligger nära Bergshamraleden. Bebyggelsens placering innebär att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd frångås. I och med att detaljplanen inte innebär planering av någon ny bebyggelse är ytterligare skyddsavstånd svårt att tillämpa. Om ny bebyggelse någon gång i framtiden uppförs inom ramen för detaljplanen rekommenderas att bebyggelsen placeras på minst 25 meters avstånd från Bergshamraleden med hänsyn till Länsstyrelsens rekommendation om 25 meter bebyggelsefritt utmed transportleder för farligt gods.

Den nya detaljplanen bör utgå från nu gällande lagstiftning och riktlinjer även för befintlig bebyggelse. Baserat på detta konstateras att befintlig bebyggelse innebär avsteg från de av Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånden. Eftersom den nya detaljplanen medger bebyggelse som inte uppfyller Länsstyrelsens skyddsavstånd på 40 meter till kontor och verksamheter samt 75 meter till vård rekommenderas att kompletterande byggnadstekniska åtgärder regleras i ny detaljplan.¹

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.5.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en förhöjd risknivå inom de aktuella områdena. För att acceptera avstegen samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder.

6.3.1 Utrymning

Riktlinjer

Utrymningsstrategin för bebyggelse i anslutning till en riskkälla kan behöva beakta möjliga externa olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar behöver dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på angränsande farligt godsled.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Ovanstående innebär att utrymning från samtliga ytor inomhus med stadigvarande vistelse bör vara möjlig mot en trygg sida, det vill säga en sida som inte vetter mot Bergshamraleden. Både hus A och B har idag entréer mot Barks väg vilket utgör en trygg sida i förhållande till Bergshamraleden. Kravet på att ha tillgång till en trygg utrymningsväg anses vara uppfyllt.

6.3.2 Skydd mot brandspridning

Riktlinjer

För att minska sannolikheten att en brand (olycka med brännbar gas, brandfarlig vätska m.m.) sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförhållande bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

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 och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och

¹ Observera att planbestämmelser enligt en ny detaljplan inte gäller retroaktivt för befintlig bebyggelse. Det är först när en bygglovspliktig åtgärd ska utföras som detaljplanens nya krav blir gällande. Detaljplanens bestämmelser gäller alltså på samma sätt vid nybyggnad som vid förändring av befintlig bebyggelse och nya planbestämmelser aktualiseras först i samband med att bygglov söks. Under förutsättning att man inte utför ändringar som föranleder nytt bygglov inom befintliga byggnader så bör formuleringen av planbestämmelser inte innebära några krav på kompletterande åtgärder.

sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Aktuella byggnader är utförda i tegel vilket innebär ett bra motstånd mot extern brandpåverkan. Fönstren utgörs av normala fönster.

Enligt den fördjupade riskbedömningen konstateras att olycka med brännbara vätskor har stor påverkan på risknivån. Det innebär att åtgärder för att minska påverkan bör vidtas. Befintliga fasader innebär att vidare brandspridning via fasaden in i byggnaden förhindras innan människor har hunnit sätta sig i säkerhet. En brand kan dock spridas in via fönster som idag utgörs av vanliga fönsterglas. Att byta ut samtliga fönsterglas till brandklassat glas innebär en stor kostnad. För att på sikt ändå uppnå en bättre säkerhet rekommenderas att åtgärder för att förhindra vidare brandspridning in i byggnaden via fönster och fasader skrivs in i plankartan, se vidare avsnitt 6.4. I samband med bygglovsärenden kontrolleras att kraven uppfylls.

I de delar där vård planeras bör befintliga fönster mot Bergshamraleden bytas till brandglas eftersom verksamheten omfattar människor som kan behöva assistans för att utrymma vilket innebär att utrymning kan förväntas ta längre tid. Verksamheten innebär också en förändring jämfört med nu gällande detaljplan.

Det är tillåtet att utföra aktuella fönster öppningsbara. Bedömningen utgår från en sammanvägning av risknivån samt att sannolikheten uppskattas vara låg för att fönster är öppna under längre tid. Det ska observeras att krav på brandklassade fönster enligt BBR generellt innebär att fönstren endast får vara öppningsbara med verktyg, nyckel eller liknande för att möjliggöra underhåll och rengöring. Det är därför väsentligt att det framgår i detaljplan eller i planbeskrivning att aktuella fönster tillåts vara öppningsbara även utan verktyg, nyckel eller liknande. Om detta inte framgår finns risk för att det i byggprocessen uppstår problem om krav på brandklassade fönster formuleras utifrån krav i BBR.

6.3.3 Skydd mot spridning av gaser

Riktlinjer

Beroende på gastyp går det att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta ventilationstekniska åtgärder för att begränsa risken för spridning av brandgaser samt brännbara och giftiga gaser in i byggnader. De åtgärder som ofta föreslås innebär att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på den närliggande riskkällan, t.ex. bort från riskkällan alternativt på tak. Om ventilationssystemet utförs mekaniskt så kan det dessutom utformas så att det på ett enkelt sätt kan stängas av, genom exempelvis central nödavgängning.

För olycka med brännbara gaser går det enligt ovan att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta byggnadstekniska åtgärder som förhindrar brandspridning.

Andra möjliga åtgärder för att försvåra inläckage av hälsofarlig gas i byggnaderna kan vara att inte göra fönster mot vägen öppningsbara samt att placera gasdetektorer i fasaden mot vägen. Gasdetektorer som placeras i fasaden kan kopplas till ventilationen så att den stängs av vid detektion av gas. Problemet är vilka gaser som ska detekteras. Vissa gaser är tunga och vissa lätta, placeringen av gasdetektorer är därför inte självklar. Gasdetektorer kräver regelbundet underhåll, vilket innebär ytterligare en funktion som ska ingå i byggnadernas drift- och underhållsarbete. Effekten på risknivån av att placera gasdetektorer i fasad är mycket begränsad. Detta i kombination med den kostnad och de osäkerheter i utförande som åtgärden medför innebär att den inte bedöms vara lämplig eller rimlig att genomföra. Fönster som görs icke öppningsbara bedöms ge en mycket begränsad påverkan på risknivån och rekommenderas inte som åtgärd i det aktuella fallet.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Det är komplicerat att bygga om ventilationssystem i befintliga byggnader. Friskluftsintag är idag huvudsakligen placerade på byggnadernas tak, vilket anses vara tillräckligt för att minska risken för spridning av brandfarliga eller giftiga gaser in i byggnaderna. Befintligt utförande har beaktats i riskberäkningarna och bidraget till risknivån avseende spridning av gaser är lågt. Ytterligare åtgärder bedöms inte nödvändiga.

För att inte åtgärden ska förbises vid en eventuell framtida ombyggnad bör kravet på placering av luftintag säkerställas i detaljplanen, se vidare avsnitt 6.4.

6.3.4 Skydd mot explosion

Riktlinjer

För explosioner där konsekvenserna kan bli stora 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.

Bedömning utifrån studerat förslag

Ovanstående åtgärdsförslag innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Enligt riskanalysen har olycksrisker med explosiva ämnen samt oxiderande ämnen och organiska peroxider på Bergshamraleden en mycket begränsad påverkan på risknivån inom det studerade området. Frekvenserna för en massexplosion och explosionsartade brandförlopp är extremt låga, vilket dels beror på mycket begränsade transportmängder, dels de hårda regler som gäller för transporter av dessa ämnen.

Den riskreducerande effekten av åtgärder som skyddar mot explosioner bedöms vara mycket begränsad. Dessutom bedöms nettotillskottet som de aktuella avstegen från rekommenderade skyddsavstånd innebär vara begränsat eftersom skyddsavstånden i sig har en relativt liten reducerande effekt på större explosionsscenarioer.

Olyckor som BLEVE och gasmolnexplosion kan också leda till tryckpåverkan. Dessa olyckors bidrag till risknivån är dock så låg att det inte bedöms vara motiverat att vidta åtgärder för att ytterligare lindra effekterna av dessa olyckor.

Med hänsyn till det begränsade riskbidraget bedöms det inte vara rimligt att ställa krav på åtgärder som skyddar mot explosion vid ny detaljplan.

6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

För att hantera identifierade risker rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas:

Avstånden gäller från närmaste väggkant på Bergshamraleden och avser oskyddade markområden.

- Ny bebyggelse för kontor, vård eller mindre handelslokaler ska placeras så att avstånden till närmaste väggkant på Bergshamraleden är minst 25 meter.
- Ytor mellan bebyggelse och Bergshamraleden, inom 25 meter från vägen, bör utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Busshållplats anses inte vara stadigvarande vistelse.

För ny bebyggelse eller vid bygglovspliktiga åtgärder gäller följande:

- Inom 40 meter från Bergshamraleden ska byggnadsdelar som vetter direkt mot Bergshamraleden utan framförliggande bebyggelse utföras med följande åtgärder:
 - Från samtliga utrymmen för stadigvarande vistelse ska det finnas åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från vägen.
 - Friskluftsintag till utrymmen för stadigvarande vistelse ska placeras mot en trygg sida, d.v.s. bort från vägen alternativt på byggnadernas tak.
 - Fasader som vetter direkt mot vägen ska utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.
 - Fönster i fasader som vetter direkt mot vägen ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster tillåts vara öppningsbara.
 - Fönster i vårdlokaler ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.
 - Vårdverksamhet ska inte omfatta sovande människor nattetid.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen att ta beslut om åtgärder. 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.

Åtgärderna inte gäller retroaktivt för befintlig bebyggelse utan kraven ställs först i samband med bygglovspliktig förändring i bebyggelsen.

6.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

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

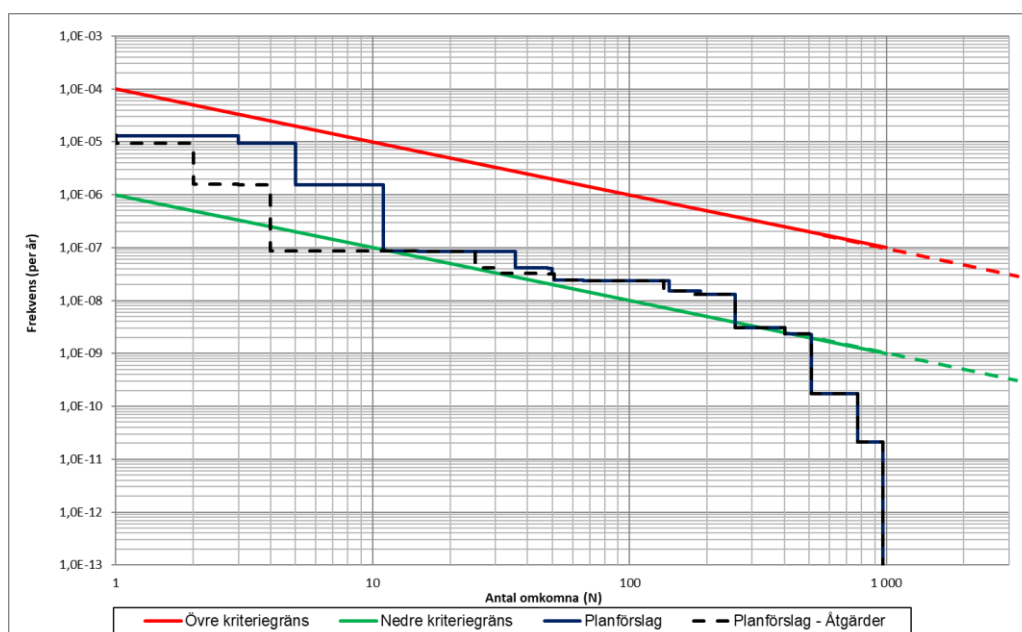
- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.

- 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 utvändig brand genom skyddsavstånd och brandskyddstekniska åtgärder.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från riskkällan.

Om ej redan vidtagna/befintliga åtgärder införs för samtlig befintlig bebyggelse innebär det:

- Brandglas i fasader mot Bergshamraleden – reduktion av antalet omkomna inomhus med 30 % (vilket totalt blir 80 % med redan tidigare bedömd effekt av befintlig fasad) (gäller olyckor med klass 2.1 och 3)

I figur 6.1 redovisas effekten på risknivån om samtliga åtgärder implementeras även vid befintlig verksamhet.



Figur 6.1. Samhällsrisk med vidtagna åtgärder enligt ovan.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt. Det bedöms dock enligt tidigare inte vara rimligt att vidta åtgärder i delar där befintlig verksamhet kvarstår och ingen bygglovspliktig förändring planeras.

7. Slutsats

Beräknade risknivåer visar att risk för påverkan på den aktuella bebyggelsen inte kan uteslutas i samband med olycka med farligt gods på Bergshamraleden. Risknivån är framförallt hög för få antal omkomna (> 10-12 personer) och på korta avstånd (> 30 m) och är inte oacceptabel i någon del. Störst påverkan på risknivån har olyckor med brännbara vätskor.

Genomförd känslighetsanalys visar att en betydande ökning av antalet transporter med farligt gods på Bergshamraleden inte medför en oacceptabel risknivå. Analysen visar också att ett mer realistiskt antagande kring transporterade ämnen inom klass 3 medför en lägre risknivå än det konservativa angreppssätt som är vanligt i riskanalyser.

Befintlig bebyggelse är i delar utförd på ett sådant sätt att möjlig riskpåverkan reduceras. Det korta avståndet till Bergshamraleden föranleder dock behov av åtgärder. Eftersom ingen förändring i bebyggelsen ska göras är flera åtgärder (exempelvis avseende ventilation) svåra och komplicerade att genomföra. Bedömningen är därför att det inte är rimligt att ställa krav på åtgärder i de delar där verksamheten inte ändras. Åtgärder rekommenderas (se avsnitt 6.4) däremot att vidtas i samband med bygglovspliktiga förändringar. På så sätt kan säkerheten i området öka med tiden trots att bebyggelsen inte förändras i någon betydande omfattning.

Utifrån studerade förutsättningar bedöms risknivån i området kunna tolereras med de förslag på åtgärder som redovisas.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

9. Referenser

- [1] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2016.
- [2] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Rapport 2000:01," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2000.
- [3] MSB, "ADR-S – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:4," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad, 2022.
- [4] Trafikverket, "Vägtrafikflödeskartan," 2018. [Online]. Available: [https://vtf.trafikverket.se/Se Trafikinformation](https://vtf.trafikverket.se/Se_Trafikinformation). [Använd 31 08 2023].
- [5] Trafikverket, "Prognos för persontrafiken 2040 - Trafikverkets Basprognoser 2020-06-15," 2020.
- [6] Trafikverket, "Prognos för godstransporter 2040 – Trafikverkets Basprognoser 2020, 2020-06-15," 2020.
- [7] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2014-2040-2060, daterad 2018-04-01," 2018.
- [8] Statens Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter september 2006," 2007.
- [9] Trafikanalys, "Statistikrapporter: Lastbilstrafik 2018 (Rapportnr: 2019:13), Lastbilstrafik 2019 (Rapportnr: 2020:14), Lastbilstrafik 2020 (Rapportnr: 2021:14), Lastbilstrafik 2021 (Rapportnr: 2022:16); Lastbilstrafik 2022 (Rapportnr: 2023:15)".
- [10] Statens Räddningsverk, Det Norske Veritas, "Värdering av risk," 1997.

Bilaga A - Frekvensberäkningar**Uppdragsnamn**

Bladet 3

Uppdragsgivare

Solnaberg Bladet 3 PropCo AB

Uppdragsnummer

509261

Datum

2023-10-31

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2023-10-31

Internkontroll

EMM 2023-09-28

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom studerade områden.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med omgivande riskobjekt:

- Olycka vid transport av farligt gods
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)

Frekvensberäkningarna har utförts utifrån trafiksiffror för prognosår 2040.

2. Indata

2.1 Allmänt Bergshamraleden

Studerat planområde angränsar till E18/Bergshamraleden längs en sträcka på cirka 200 meter. På den aktuella sträckan utgörs vägen idag av två filer i vardera riktningen.

Tillåten maxhastighet på Bergshamraleden är 70 km/h.

2.2 Trafik

Utifrån dagens trafik och Trafikverkets basprognos för 2040 kan trafiken på Bergshamraleden förväntas till 54 900 fordon per dygn varav ca 8 % tung trafik (se utökat resonemang i huvudrapporten).

2.3 Transport av farligt gods

Bergshamraleden utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods. I huvudrapporten redovisas ett resonemang och uppskattning av antalet transporter med farligt gods på vägen som gjorts utifrån nationell statistik från Trafikanalys /1/.

I tabell A.1 redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

/1/ Trafikanalys, "Statistikrapporter: Lastbilstrafik 2018 (Rapportnr: 2019:13), Lastbilstrafik 2019 (Rapportnr: 2020:14), Lastbilstrafik 2020 (Rapportnr: 2021:14), Lastbilstrafik 2021 (Rapportnr: 2022:16); Lastbilstrafik 2022 (Rapportnr: 2023:15)".

Tabell A. 1. Uppskattat antal transporter av farligt gods per år på Bergshamraleden 2040.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter
1. Explosiva ämnen och föremål	0,6%	92
2. Gaser	18,6%	2 878
3. Brandfarliga vätskor	46,9%	7 240
4. Brandfarliga fasta ämnen	4,8%	747
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,9%	598
6. Giftiga ämnen	4,6%	705
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0
8. Frätande ämnen	15,9%	2 452
9. Övriga farliga ämnen och föremål	4,7%	728
Totalt	100%	15 440

3. Beräkningar trafikolycka

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på Bergshamraleden i höjd med 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 Vägverkets (numera Trafikverket) rapport "Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka" /2/.

Först beräknas den totala förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad utifrån följande ekvation (vilket utgår från ekvationen som redovisas i /2/):

$$O_{FaGo} = N \times L \times Q \times F \times 365 \times 10^{-6}$$

där

O_{fago} = Olycksfrekvens för trafikolycka med farligt godstransport inblandad per år

N = Antal transporter skyltade med farligt gods per dygn

L = Aktuell vägsträcka (1 km)

Q = Olyckskvot (antal trafikolyckor per 10^6 fordonskm)

F = Antal fordon inblandade per olycka

Beräkningarna kommer att utgå från indata som redovisas i avsnitt 3.1.

3.1 Indata

Enligt tidigare gränsar planområdet till Bergshamraleden utmed en cirka 260 meter lång sträcka. Olycksfrekvenserna kommer dock att beräknas för en 1 km lång vägsträcka.

I tabell A.2 redovisas indata som använts i frekvensberäkningarna.

/2/ Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka. Vägverket publikation 2005:55, datum 2005-05

Tabell A.2. Förutsättningar för Bergshamraleden – Indata till frekvensberäkningar.

Faktor	Beskrivning	Kommentar
Vägsträcka (km):	1	
Bebyggelsemiljö:	Tätort (stad)	
Hastighetsbegränsning (km/h):	70	
Gatu-/Vägartyp:	Trafikled	
Årsmedeldygnstrafik (per dygn):	Idag: 39 307 2040: 54 893	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Andel tung trafik (%):	Idag: 7,9 % 2040: 8,4 %	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Farligt godsled:	Primär	
Antagen andel farligt godstransporter av tung trafik (%):	0,9%	
Antal farligt godstransporter (per dygn):	Idag: 28 2040: 42	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Andel farligt godstransporter av totalt antal fordon (%):	Idag: 0,07 % 2040: 0,08 %	
Q = Olyckskvot (trafikolycka per 10 ⁶ fkm):	0,8	Hämta från beräkningsmatris Vanlig väg/motorled 70 km/h: 0,8 trafikolyckor per 10 ⁶ fkm.
F = Antal fordon per olycka:	1,8	Indata hämtas från bilaga 1 i /2/: <i>F = 1,8 i tätort</i> <i>F = 1,5 på landsbygd</i>
Sannolikhet för medelstort eller stort utsläpp givet olycka – tunnväggig tank:	0,07	Indata hämtas från Tabell A i /2/ och härleds till aktuell gatu/vägartyp och hastighetsgräns.
Sannolikhet för medelstort eller stort utsläpp givet olycka – tjockväggig vagn	0,0015	Indata hämtas från Tabell A i /2/ och härleds till aktuell gatu/vägartyp och hastighetsgräns.

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.

I en fördjupad analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /10/ redovisas en sammanställning av orsaker till fordonsbränder och olyckskvoter för fordonsbrand p.g.a. trafikolycka utifrån en kartläggning av olika utredningar.

Kartläggningen visar på att ca 1,5-2 % av bränder i fordon sker på grund av trafikolycka (uppgifter hämtade från Räddningsverkets sammanställningar av svensk statistik över räddningsinsatser).

Vidare kan det utläsas att ur kartläggningen att antal bränder av betydelse för lastbilar med farligt gods (uppgifter hämtade från Räddningsverkets rapport "Räddningsinsatser i vägtunnlar") är 0,2 bränder per 10 miljoner fordonskm. Olyckskvoten för bränder där farligt gods varit involverat är 0,03 bränder per 10 miljoner fordonskm, d.v.s. ca 15 % av fallen.

Enligt tabell A.2 är olyckskvoten för trafikolycka för aktuella vägsträckor 0,8 olyckor per miljon fordonskm på Bergshamraleden.

Utifrån ovanstående värden så uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt gods till:

$$\frac{2,0 \% \times 0,2 \times 10^{-7}}{0,8 \times 10^{-6}} = 0,0005 = 0,05 \%$$

3.2 Resultat frekvensberäkningar

3.2.1 Trafikolycka

Frekvensen för trafikolycka på aktuell vägsträcka beräknas utifrån schablon-olyckskvoter enligt /2/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning (se tabell A.2).

Beräkning av antal förväntade fordonsolyckor görs enligt ekvationen ovan, vilket kan användas både för total trafik och för t.ex. tung trafik eller enstaka farligt godsklasser.

Frekvensen för trafikolycka beräknas utifrån trafiksiffror på aktuella vägsträckor utifrån trafiksiffror för prognosår 2040 (se tabell A.2). Frekvensen beräknas för total trafik på en **1 km vägsträcka**:

O (Antal förväntade olyckor)	<u>Bergshamraleden</u>
- O_{totalt}	28,9 per år
- $O_{\text{tung trafik}}$	2,4 per år
- O_{fago}	$2,2 \times 10^{-2}$ per år

3.2.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport redovisas ovan.

Vid vidare frekvensberäkningar 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 i en olycka är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas därmed vara densamma som andelen av respektive klass enligt tabell A.1.

I tabell A.3 redovisas den beräknade frekvensen för trafikolycka med farligt gods för prognosår 2040.

Tabell A.3. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass för prognosår 2040.

Scenario	Olycka med farligt godstransport [per år]	
	Andel	Frekvens
Klass 1	0,6%	1,3E-04
Klass 2	18,6%	4,1E-03
klass 3	46,9%	1,0E-02
klass 4	4,8%	1,1E-03
Klass 5	3,9%	8,6E-04
Klass 6	4,6%	1,0E-03
Klass 7	0,0%	0,0E+00
klass 8	15,9%	3,5E-03
klass 9	4,7%	1,0E-03
Totalt		2,2E-02

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 /3/. 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. I de fortsatta beräkningarna antas det att riskgrupp 1.1 utgör 100 % av alla vägtransporter med explosiva ämnen.

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 /3/.

Hur stor andel av transporter med explosivämnen som rymmer stora mängder är oklart. Det saknas underlag för en tydlig bedömning av fördelningen mellan olika transportmängder med explosivämnen. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från ett mycket grovt antagande att 1 % av alla godsfordon med explosivämnen rymmer upp till 16 ton medan övriga är lastade med maximalt 1 ton.

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1 kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten.

I Bilaga 102 till Trafikverkets "TRVINFRA-00233 – Krav med Rådtext" /4/ redovisas ingångsvärden som kan användas för frekvensberäkning av bl.a. massexplosion i vägtransport med RID-klass 1.

/3/ ADR-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:3, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2022

/4/ TRVINFRA-00233 Krav med rådtext Tunnelbyggande version 1.0, Trafikverket 2021-01-11

Olyckskvoten utgår från de mängder explosivämnen som transporteras på väg inom EU under perioden 1995-2010 utan att det har dokumenterats någon stor explosion i olyckor med klass 1-transporter. Mellan 1995 och 2010 har det inom EU transporterats i genomsnitt 400 miljoner tonkm klass 1 per år, vilket motsvarar ca 6×10^9 tonkm ($15 \text{ år} \times 400 \times 10^6 \text{ tonkm/år}$) utan stor explosion. Detta innebär att sannolikheten för att en olycka ska inträffa kan sägas underskrida $1 / 6 \times 10^9 = 1,67 \times 10^{-10}$ per tonkm. Olyckskvoten avrundas i /4/ till 2×10^{-10} per tonkm.

Prognostiserade antal farligt godstransporter och andel explosivämnen på aktuella farligt godsleder år 2040 enligt tabell A.1 samt antagna fördelningar mellan mängder per transport enligt ovan skulle innebära följande totala transportmängd ADR-klass 1:

$$92 \text{ farligt godstransport klass 1} \times (1 \text{ ton} \times 99\% + 16 \text{ ton} \times 1\%) = 105,6 \text{ ton per år}$$

För en studerad sträcka på 1,0 km ger detta följande transportarbete ADR-klass 1:

$$105,6 \text{ ton per år} \times 1,0 \text{ km} = 105,6 \text{ tonkm per år}$$

Den sammanlagda olycksfrekvensen för stor massexlosion ($> 100 \text{ kg}$) blir då:

$$105,6 \text{ tonkm/år} \times 2 \times 10^{-10} \text{ olyckor/tonkm} = 2,1 \times 10^{-8} \text{ per år}$$

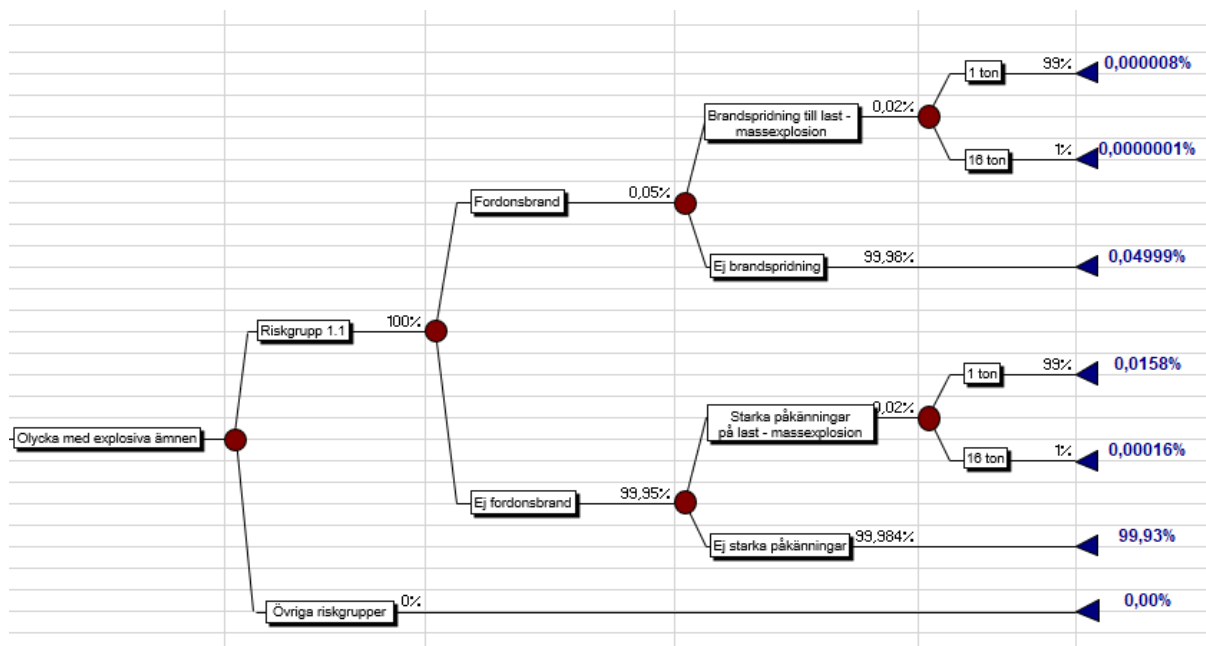
Enligt tabell A.3 är frekvensen för trafikolycka med klass 1 på den studerade sträckan (1 km) $1,3 \times 10^{-4}$ per år.

Sannolikheten för en stor massexlosion givet trafikolycka med transport av ADR-klass 1.1 beräknas då utifrån förutsättningarna till:

$$\frac{2,1 \times 10^{-8}}{1,3 \times 10^{-4}} = 0,00016 = 0,016 \%$$

Det antas att sannolikheten för stor massexlosion är jämnt fördelad över de två orsakerna stora påkänningar vid trafikolycka respektive fordonsbrand som sprids till lasten. Det som skiljer dessa händelseförlopp är tidsintervallet. En massexlosion p.g.a. starka påkänningar uppskattas ske momentant eller mycket kort efter själva händelsen. En massexlosion p.g.a. fordonsbrand antas däremot vara fördröjd eftersom det kommer att krävas en omfattande brand för att påverka lasten så den exploderar. Tidsintervallet innebär att konsekvenserna av olycksscenarioet bedöms kunna variera.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexlosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.



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

Tabell A.4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen för prognosår 2040.

Scenario	Frekvens (per år)
Olycka med explosivämne (klass 1)	1,3E-04
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
1 ton	2,1E-08
- P.g.a. starka påkänningar	2,1E-08
- P.g.a. tågbrand	1,0E-11
16 ton	2,1E-10
- P.g.a. starka påkänningar	2,1E-10
- P.g.a. tågbrand	1,1E-13

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).

Studerad statistik från Trafikanalys /1/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /5/. Kartläggningen visar att transporter med ämne ur klass 2 utgjordes av 29 % brännbara gaser (2.1), 71 % inerta gaser (2.2) samt 0 % giftiga gaser. Som underlag till beräkningarna antas dock giftiga gaser utgöra 0,2 %.

/5/ Statens Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter september 2006," 2007.

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av trafikolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för utsläpp är då mycket låg. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tjockväggig behållare är 0,15 %, se tabell A.2 /2/.

I MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /8/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan:

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

Givet ovanstående fördelning så blir den totala sannolikheten för utsläpp från tjockväggig tank givet olycka:

- $0,0015 / (0,208+0,167) = 0,0040$

Skadeområdet vid litet utsläpp (oavsett antändning) begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

- Medelstort läckage: $20,8 \% / (20,8\%+16,7\%) = 55,5 \%$
- Stort läckage: $16,7 \% / (20,8\%+16,7\%) = 44,5 \%$

För **brännbara gaser** i bulktransport kan följande scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- Omedelbar antändning av läckande gas (jetflamma/pölbrand)
- Fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck (gasmolnexplosion/gasmolnsbrand)
- Tank utsätts för en utbredd brand under en längre tid (*BLEVE = Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*)

Sannolikheten för en stor gasmolnexplosion eller BLEVE är mycket låg. I Bilaga 102 till "TRVINFRA-00233 – Krav med Råd tunnelbyggnad" /4/ redovisas ingångsvärden som kan användas för frekvensberäkning av stor gasmolnexplosion eller BLEVE i vägtransport med ADR-klass 2. Den sammanlagda olyckskvoten för en stor gasmolnsantändning eller BLEVE på väg anges till 10^{-11} per tonkm.

Olyckskvoten utgår från de mängder gaser som transporteras på järnväg inom EU under perioden 1978-2012 med två dokumenterade olyckor. Under dessa 35 år uppskattas det ha transporterats ca 336 000 miljoner tonkm gas inom EU (35 år x 12% x 80 000 miljoner tonkm/år). Under perioden 1978-2012 har två allvarliga olyckor med klass 2 transporter inträffat inom EU: i Los Alfaques, Spanien 1978 samt i Palermo, Sicilien 1996. Detta innebär att sannolikheten för att en olycka ska inträffa kan sägas underskrida $2 / 336\ 000 \times 10^6 = 5,95 \times 10^{-12}$ per tonkm. Olyckskvoten avrundas i /4/ till 10^{-11} per tonkm.

En tankbil med gas uppskattas rymma i genomsnitt ca 20 ton gas.

Prognostiserade antal farligt godstransporter och andelen gas på aktuella farligt godsleder år 2040 enligt tabell A.1 skulle innebära följande totala transportarbete ADR-klass 2:

$$2\,878 \text{ farligt godstransport klass 2} \times 20 \text{ ton} \times 1 \text{ km} = 57\,561 \text{ tonkm per år}$$

Den sammanlagda olycksfrekvensen för stor gasmolnsexplosion eller BLEVE blir då:

$$57\,561 \text{ tonkm/år} \times 10^{-11} \text{ olyckor/tonkm} = 5,76 \times 10^{-7} \text{ per år}$$

Enligt tabell A.3 är frekvensen för trafikolycka med klass 2 på den studerade sträckan (1 km) $4,1 \times 10^{-3}$ per år. Brännbar gas antas omfatta 29 % av alla gastransporter, se ovan. Frekvensen för olycka med undergrupp 2.1 blir då:

$$29 \% \times 4,1 \times 10^{-3} = 1,2 \times 10^{-3} \text{ per år}$$

Sannolikheten för en stor gasmolnsexplosion eller BLEVE givet trafikolycka med transport av klass 2.1 beräknas då utifrån förutsättningarna:

$$\frac{5,7 \times 10^{-7}}{1,2 \times 10^{-3}} = 0,00048 = 0,048 \%$$

Med hänsyn till det begränsade statistiska underlaget som olyckskvoten enligt /4/ utgår från så går det inte att utläsa hur fördelningen mellan stor gasmolnsexplosion och BLEVE kan förväntas se ut givet en olycka med klass 2.1.

Fördelningen mellan antändningstyper och följdscenarier enligt ovan är beroende av utsläppsstorleken. Fördelningen varierar mellan olika riskkällor. För utsläpp vid trafikolycka används följande fördelningar som utgör en sammanvägning av olika riskkällor som redovisas i /6/:

- ingen antändning: 31 %
- omedelbar antändning: 19 %
- fördröjd antändning: 50 %
- BLEVE: 1 %

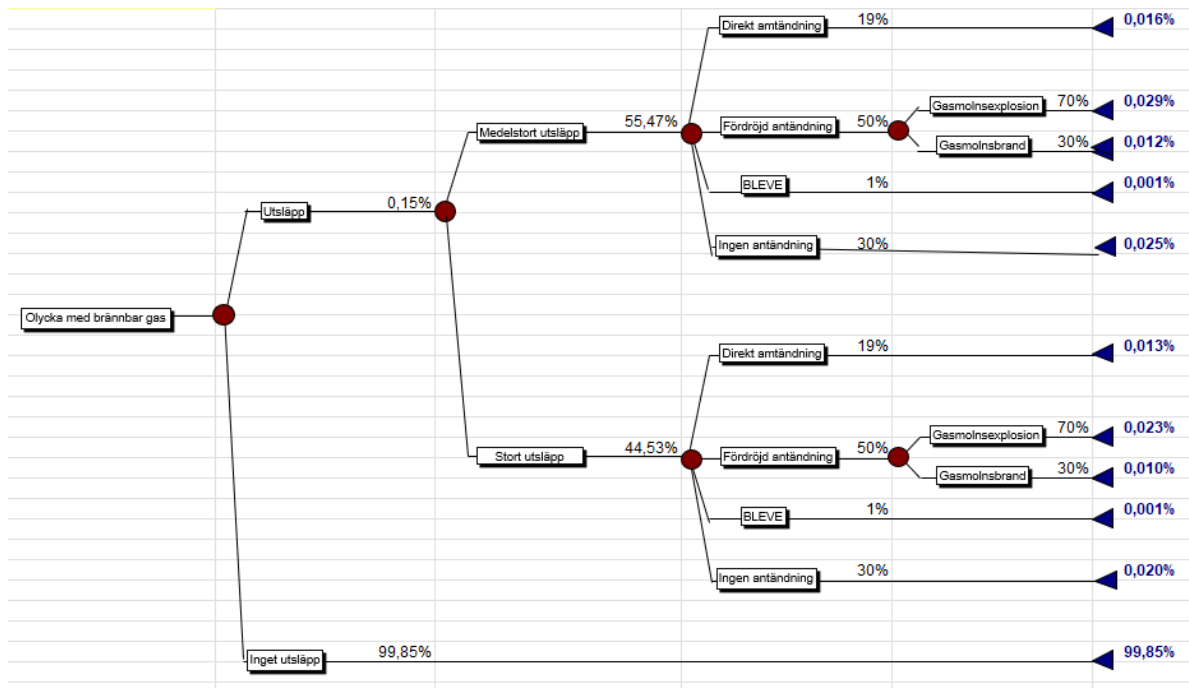
Med ovanstående fördelning mellan antändningstyper samt sannolikhet för utsläpp och fördelning mellan utsläppsstorlekar så summeras sannolikheten för stor gasmolnsexplosion och BLEVE givet trafikolycka med transport av klass 2.1 till $0,023 \% + 0,001 \% = 0,024 \%$. Detta ligger lägre än den summerade sannolikheten för dessa skadescenarier enligt beräkningsgången som redovisas ovan med en olyckskvot utifrån internationell olycksstatistik. Med hänsyn till de konservativa förutsättningarna som används för beräkning av olyckskvot i TRVINFRA-00233 så bedöms denna fördelning ändå vara rimlig att utgå ifrån i de fortsatta beräkningarna.

Enligt VROM – *Guideline for Quantitative Risk Assessment*, "Purple book" /7/ kan vidare fördelningen mellan gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion givet en fördröjd antändning ansättas till 30 respektive 70 %.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.

/6/ Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods – Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås stad, Wuz risk consultancy AB, daterad 2016-12-19

/7/ Guideline for Quantitative Risk Assessment, "Purple book". Ministerie van Verkeer en Waterstaat (VROM), Nederländerna, 2005



Figur A.2. Händelse-träd över olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbar gas för prognosår 2040.

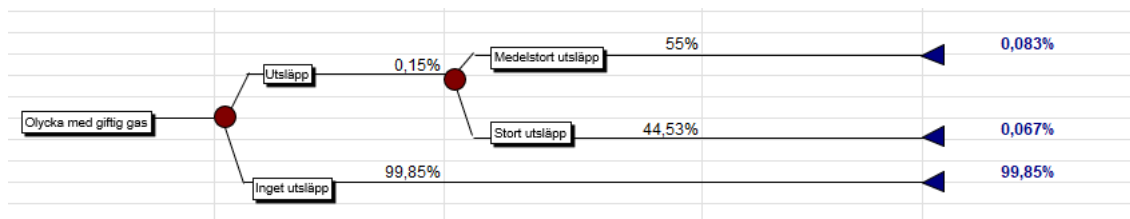
Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med gas (klass 2)	4,1E-03
Olycka med brännbar gas	1,2E-03
Medelstor jetflamma	1,9E-07
Medelstor gasmolnsexplosion	3,5E-07
Medelstor gasmolnsbrand	1,5E-07
Stor jetflamma	1,5E-07
Stor gasmolnsexplosion	2,8E-07
Stor gasmolnsbrand	1,2E-07
BLEVE	1,8E-08

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek:

- medelstort läckage
- stort läckage

Skadeområdet vid litet utsläpp begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Sannolikhet för utsläpp och fördelning mellan utsläppsstorlek motsvarar förutsättningarna som redovisas ovan. Figur A.3 redovisar ett händelse-träd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.6.



Figur A.3. Händelse-träd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av giftig gas för prognosår 2040.

Scenario	Frekvens (per år)
Olycka med gas	4,1E-03
<i>Olycka med giftig gas</i>	8,3E-06
Medelstort utsläpp giftig gas	6,9E-09
Stort utsläpp giftig gas	5,5E-09

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 det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Brandfarliga vätskor transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 7 %, se tabell A.2 /2/.

I "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /8/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan för tankbilar med släp:

- Litet läckage: 25 %
- Medelstort läckage: 25 %
- Stort läckage: 50 %

Skadeområdet vid ett litet utsläpp begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

- Medelstort läckage: $25 \% / (25 \% + 50 \%) = 33,3 \%$
- Stort läckage: $50 / (25 \% + 50 \%) = 66,7 \%$

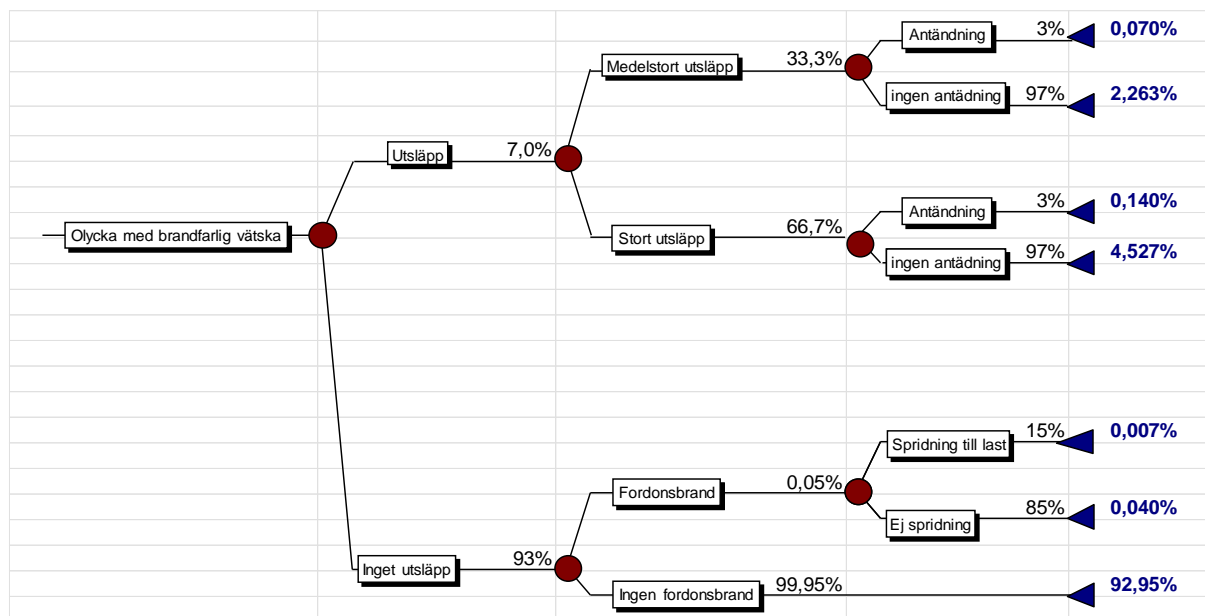
Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /8, 9/ oberoende av utsläppsstorleken.

/8/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

/9/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt 3.1.1 uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport till 0,05 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat ca 15 % (se avsnitt 3.1.1).

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarliga vätskor. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.7.



Figur A.4. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.7. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska för prognosår 2040.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1,0E-02
Medelstor pölbrand	7,3E-06
Stor pölbrand	1,5E-05
Tankbilsbrand	7,3E-07

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Enligt regelverket ADR-S /3/ 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 kolekivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Andelen av de organiska peroxiderna som bedöms kunna självantända explosionsartat vid brand eller vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

En stor del av den transporterade mängden klass 5 – varor som är förknippade med explosionspotential efter förorening – är ammoniumnitrat som utgör ett fast oxiderande ämne (nyttjas vid framställning av sprängämne/emulsionsmatris samt konstgödsel).

I de allmänna råden till Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 1995:6) om hantering av ammoniumnitrat tydliggörs följande:

Ammoniumnitrat kan under vissa omständigheter detonera men ett brandförlopp tillsammans med brännbara material ligger närmare till hands. Där man med någorlunda säkerhet kunnat fastställa detonationsorsak har förorening, temperaturökning och inneslutning samverkat. Nämnade faktorer har inte var för sig, vid försök, kunnat åstadkomma detonation.

I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att 100 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på den aktuella vägsträckan utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid brand eller vid förorening med brännbart material.

Händelseträdsanalysen för olycka med klass 5 kommer att följa den metodik som redovisas i den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /10/.

I avsnitt 3.1.1 anges att sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport är 0,05 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat ca 15 % (se avsnitt 3.1.1).

Oxiderande ämnen transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 7 %, se tabell A.2 /2/. Sannolikheten för utsläpp bedöms dock vara högre givet att kollisionen lett till brand i fordon, varför sannolikheten för utsläpp av klass 5 och/eller brandspridning till lasten ansätts till 15 % baserat på andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där det farliga godset varit involverat.

För att en stor mängd explosiv blandning ska uppstå krävs dock blandning med relativt omfattande mängd brännbart material, vilket exempelvis kan uppstå p.g.a. utsläpp av diesel. Det finns inga tillgänglig data för hur ofta bränsletankar går sönder vid en trafikolycka. Sannolikheten för ett betydande utsläpp diesel p.g.a. trafikolyckan uppskattas utifrån sannolikheten för utsläpp från tunnväggig behållare till 7 % utifrån ovanstående uppgifter.

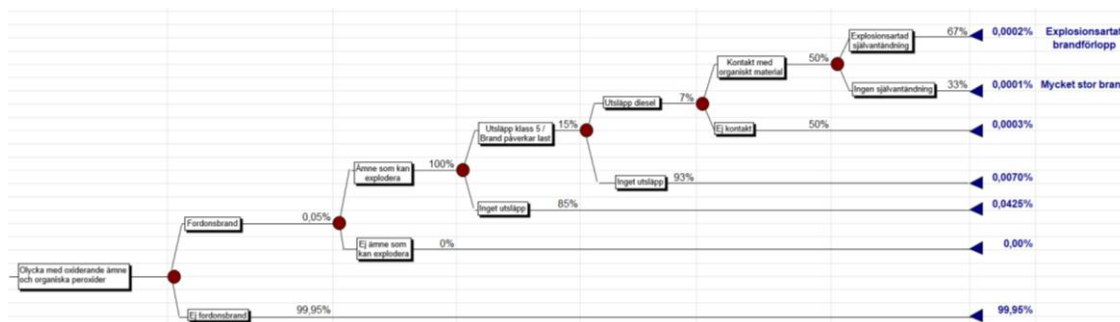
Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska förorenas med brännbart material så att det bildas en omfattande blandning antas konservativt till 50 % givet att det skett utsläpp av diesel.

Förbränningen antas kunna leda till explosionsartade brandförlopp alternativt till en kraftig brand där det utläckta godset fungerar brandunderstödjande. Sannolikheten för att förbränningen leder till explosionsartat brandförlopp uppskattas till högst 2/3 och i övriga fall antas det utläckta godset fungera brandunderstödjande så att brandförloppet motsvarar en mycket stor brand.

Skadeområdet vid en fordonsbrand begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. En olycka med klass 5 som leder till en mycket stor brand omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Figur A.5 redovisar ett händelseträd 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.

/10/ FOI Memo 2774 – Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI, 2009-04-20



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

Tabell A.8. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider för prognosår 2040.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	8,6E-04
Explosionsartad brandförlopp vid självantändning	1,5E-09
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande stor lastbilsbrand)	7,5E-10

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Bladet 3

Uppdragsgivare

Solnaberg Bladet 3 PropCo AB

Uppdragsnummer

509261

Datum

2023-10-31

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2023-10-31

Internkontroll

EMM 2023-09-28

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för bebyggelse inom det studerade planområdet.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker:

- Olycka vid transport av farligt gods
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)

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 (avsnitt 2) respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk (avsnitt 3).

2. Beräkning av skadeavstånd/-områden

2.1 Olycka med farligt gods

Eftersom samtliga riskkällor omfattar motsvarande olycksrisker med farligt gods (dock med något varierande skadescenarier) så samlas konsekvensberäkningarna för olycka med farligt gods i ett gemensamt avsnitt.

2.1.1 Klass 1. Explosiva ämnen

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 kringliggande områden utmed respektive riskkälla.

Konsekvensberäkningarna omfattar två explosionsscenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

- 1 000 kg (inkluderar ca 99 % av transportererna)
- 16 000 kg (max transport på väg, uppskattas till 1 % av transportererna)

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i MSB:s rapport *Luftstötståg /1/*. 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:

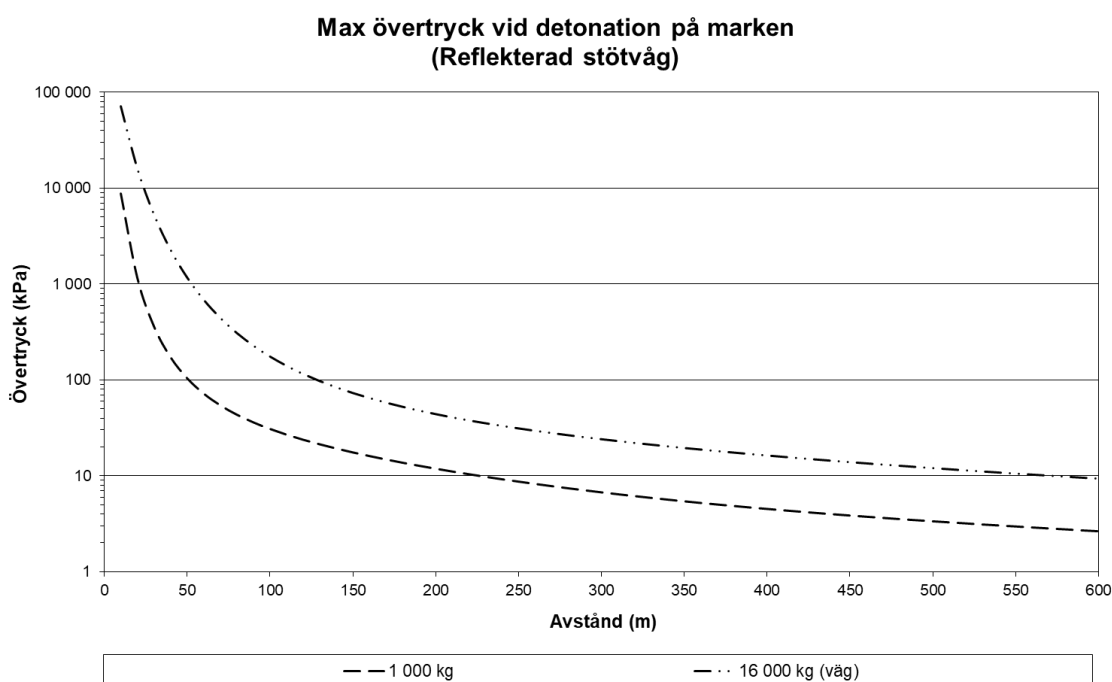
$$I_c/I_+ + P_c/P_+ \geq 1$$

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I Figur B.1 och B.2 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·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:

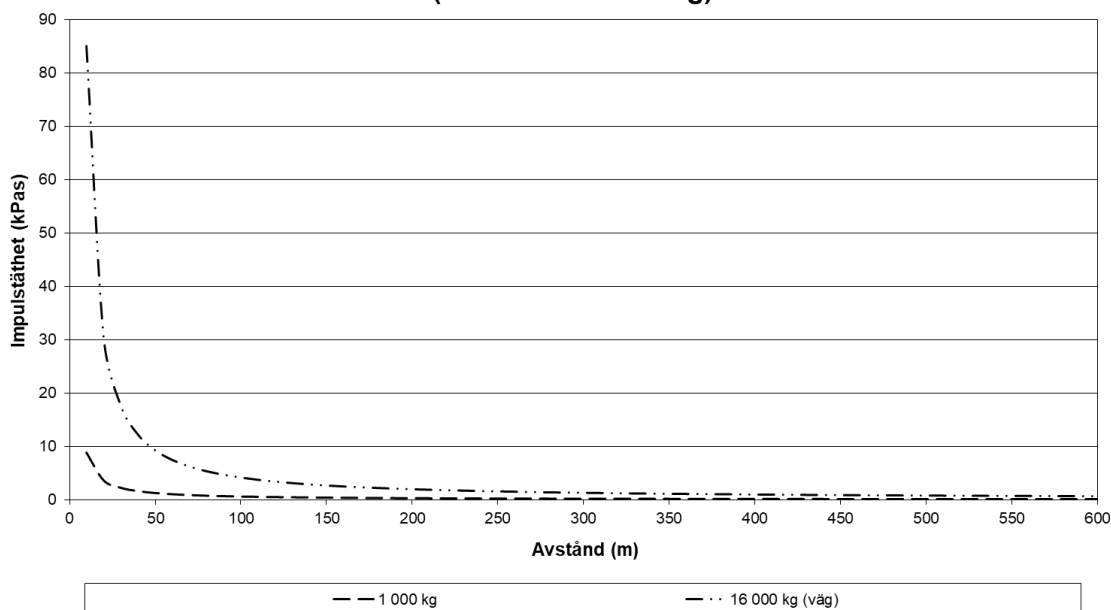
$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$



Figur B.1. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

/1/ Luftstötståg, Morgan Johansson (Reinertsen Sverige AB), MSB, senast reviderad 2012

**Impulstäthet vid detonation på marken
(Reflekerad stötvåg)**



Figur B.2. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

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 ovan. I tabell B.1 anges karaktäristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärlighet /2/.

Tabell B.1. 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

/2/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)

De infallande tryck som redovisas i figur B.1 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 upp till ca 50 % i förhållande till vad som anges i figur B.2 respektive figur B.3. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. På den södra sidan av Bergshamraleden är bebyggelsen inom planområdet tät och ovanstående reduktion av påverkan för bakomliggande bebyggelse är rimlig. På den norra sidan av Bergshamraleden är bebyggelsen närmast vägen inte lika tät. Däremot ligger området på en höjd och bebyggelsen ligger 8-9 meter högre än vägen. Tillsammans med höjdskillnaden bedöms det rimligt att anta ovanstående reduktion även för skyddad bebyggelse norr om Bergshamraleden.

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 100 % 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 /3/:

- | | | | |
|----------------|---------|----------------|---------|
| • 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 ovan uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- | | |
|--------------|-------|
| • 1 000 kg: | 25 % |
| • 16 000 kg: | 100 % |

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.2 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Beräkning/bedömning av skadeavstånden avseende skyddad bebyggelse utgår från det aktuella planområdet inklusive omgivning med hänsyn till avstånd mellan riskkälla och närmaste bebyggelse. För skadescenarier där skadeavståndet för oskyddad bebyggelse understiger avståndet mellan riskkälla och bebyggelse görs exempelvis ingen reduktion av skadeavstånden för skyddad bebyggelse.

/3/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

Tabell B.2. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
1 000 kg massexplosion (inkluderar ca 99 % av transporter)	100 % <u>inomhus</u>	30	30
	15 % <u>inomhus</u>	80	40
	25 % <u>utomhus</u>	25	25
16 000 kg massexplosion (max vikt vägtransport, 1 % av transporter)	100 % <u>inomhus</u>	70	50
	15 % <u>inomhus</u>	350	175
	50 % <u>utomhus</u>	50	40

2.1.2 Klass 2.1 Brännbara Gaser

Metodik

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

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasolinexplosion*: 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 utifrån följande förutsättningar:

- Tankbil med total mängd ca 25 ton tryckkondenserad gas

Nedan redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

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

Enligt händelseträd i bilaga A så delas skadescenarierna jetflamma (direkt antändning) respektive gasmolnexplosion (fördröjd antändning) vid olycka på medelstort respektive stort utsläpp.

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion simulerats för följande utsläppsstorlekar /4/:

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

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion 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 gasmolnexplosion 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.

BLEVE simuleras utifrån förutsättningen att hela tanken inkluderas i explosionen, d.v.s. 25 ton brännbar gas.

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, desto högre sannolikhet för skada.

Utomhus: I tabell B.3 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /3/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. I riskberäkningarna uppskattas det grovt att ca 50-100 % av de människor som vistas inom belyst skadeområde enligt tabell B.3 riskerar att omkomma.

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. För jetflamma uppskattas det 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-3:e gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden omkommer.

För gasmolnexplosion och BLEVE bedöms sannolikheten för brandspridning vara låg med hänsyn till kortvariga brandförlopp. Konsekvenser inomhus kan dock uppstå p.g.a. tryckpåverkan. Utifrån detta uppskattas grovt att 5 % av personer som befinner sig inomhus inom belyst skadezon enligt tabell B.3 förväntas omkomma.

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.

Beräkningarna i **Gasol** utgår från fri spridning av gas och tar ingen hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera jetflammans längd, spridningen av gasmoln respektive BLEVE m.m. vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

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

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. Planerad bebyggelse enligt avsnitt 3 bedöms reducera skadeavståndet (längden) för respektive scenario med åtminstone 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. I tabellen redovisas därför även skadeavstånden vid framförhållande skyddande bebyggelse. För skadescenarier med mindre skadeavstånd än avståndet till planerad bebyggelse görs ingen reducering.

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
Medelstor jetflamma 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	15	15	15	15
Medelstor gasmolnsexplosion 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	50	70	50	50
Stor jetflamma 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	60	55	60	40
Stor gasmolnsexplosion 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	215	185	215	100
BLEVE 25 ton gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	440	220	440	150

2.1.3 Klass 2.3 Giftiga Gaser

Metodik

För olycksscenario utsläpp av giftig gas beräknas storleken på det område där koncentrationen av den giftiga gasen antas var dödlig (inomhus och utomhus) med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2**.

Simuleringarna utförs för tryckkondenserad ammoniak, vilket är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägar i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca 24 ton ammoniak.

Nedan redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

- Kemikalie: Ammoniak
- Emballage: Tankbil (24 ton)
- Bebyggelse: Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
- Lagringstemperatur: 15°C
- Väder: 15°C, vår, dag och klart

Enligt händelsetråd i bilaga A så delas utsläpp med giftig gas vid olycka i medelstort respektive stort utsläpp.

Följande utsläppsstorlekar simulerats, vilka är fördefinierade i **Spridning i Luft 1.2**:

- Medelstort utsläpp (brott på rör): 10 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 85 kg/s

Gasernas spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft 1.2** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas konservativt att ventilationsintagen för samtlig bebyggelse är placerade högst 3 meter över marken.

Bedömningskriterier

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning.

Resultat

I tabell B.4 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Enligt metodbeskrivningen ovan utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framföriggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Föreslagen bebyggelsestruktur med en förtätning av bebyggelsen i direkt anslutning till riskkällorna bedöms ha en avskärmade effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive scenario, med upp till ca 25-50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. Detta kommer att beaktas vid beräkning av antal omkomna.

Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp 10 kg/s ammoniak	100%	0	0	20	30
	50%	10	20	30	60
	5%	20	35	50	90
Stort utsläpp 85 kg/s ammoniak	100%	10	10	100	160
	50%	25	55	130	225
	5%	40	100	150	275

2.1.4 Klass 3. Brandfarliga vätskor

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 vilket bedöms vara mycket konservativt då en stor mängd av transporter med klass 3 innehåller ämnen med lägre flampunkt (exempelvis diesel och eldningsolja). Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning.

Enligt händelsetråd i bilaga A så delas utsläpp med brandfarlig vätska vid olycka upp i medelstort respektive stort utsläpp.

Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Scenariot tankbilsbrand kommer att studeras utifrån motsvarande metodik, men i detta fall tas ingen hänsyn till pölens utbredning.

Följande brandscenarier har beräknats:

- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand Max brandeffekt ca 300 MW /5/

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 /6/.

Flamhöjd (H_F) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /7/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_f = D /6/$.

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammen, 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 /8/: $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se Figur 3.3). 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 flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /9/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

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

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \theta_1 \cos \theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt Figur B.3.

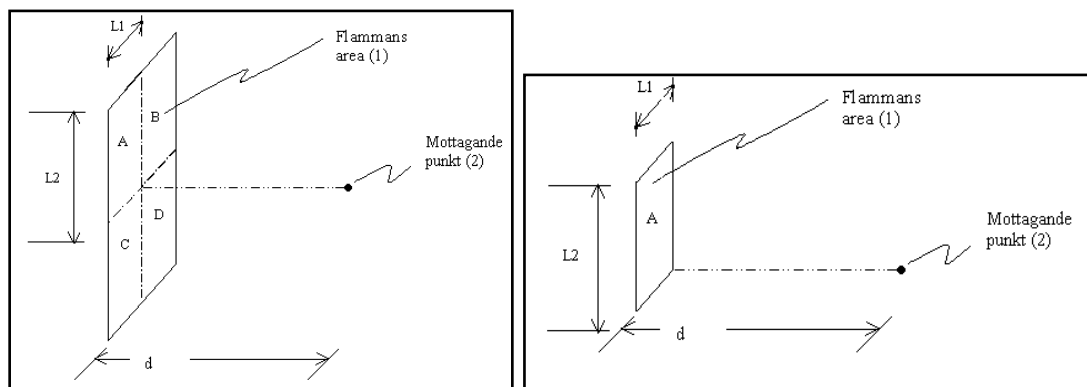
/5/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/6/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/7/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/8/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/9/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999



Figur B.3. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /10/:

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

$$X = \frac{L_1}{d} \text{ och } Y = \frac{L_2}{d} \text{ enligt Figur B.3.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m^2) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

Aktuellt planområde ligger högre än Bergshamraleden. Detta inverkar positivt på den infallande strålningen mot planområdet vid en pölbrand, dvs. strålningen blir något lägre. Beräkningarna utgår dock konservativt från att strålningen fritt kan spridas mot planområdet. Pölen kan dock inte komma närmare planområdet än vägkant.

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

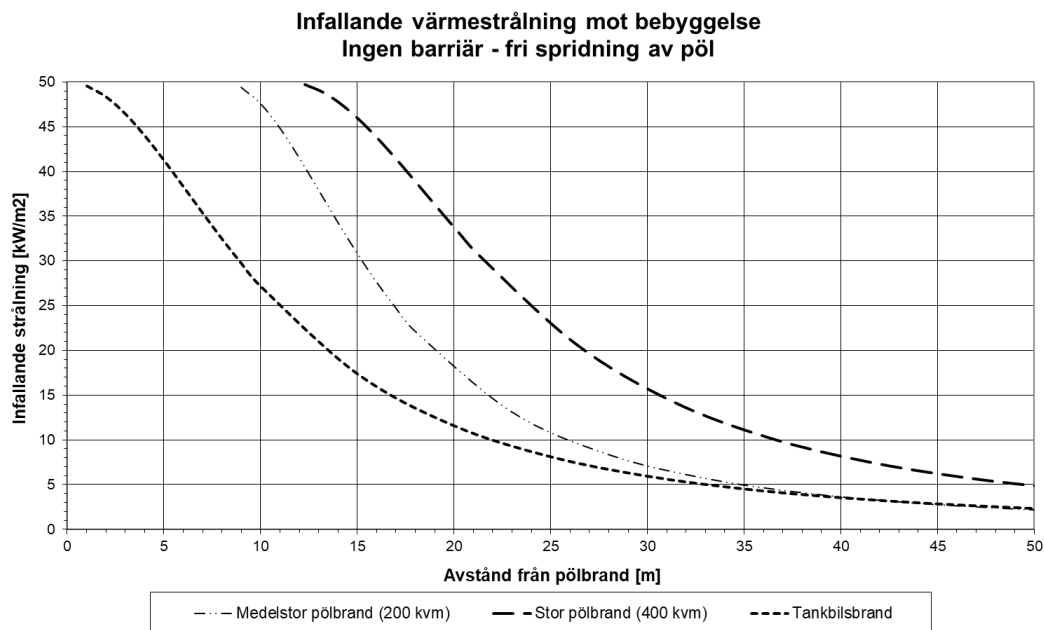
Tabell B.5. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m^2)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flamhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_0 (kW/m^2)
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7
Tankbilsbrand	300	300 000	19,5	19,5	40,0

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.4. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I diagrammen beaktas även pölarnas radie (ej för tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området.

Enligt tabell B.6 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m^2 för samtliga brandscenarier.

/10/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992



Figur B.4. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand respektive tankbilsbrand.

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, desto högre sannolikhet för skada.

I tabell B.6 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning.

Tabell B.6. Effekter av olika strålningsnivåer /6, 11/.

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	20
Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner	
med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20

/11/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m ⁻²]
Antändning av obehandlat trä	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /12/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt spridd brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring tågbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som 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. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån tabell B.6. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

- 10 kW/m²: < 5 % sannolikhet att omkomma
- 15-20 kW/m²: 50 % sannolikhet att omkomma
- > 40 kW/m²: 100 % sannolikhet att omkomma

Resultat

I tabell B.7 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario.

Tabell B.7. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Medelstor pölbrand 200 m ²	5% inomhus	22
	100% utomhus	13
	50% utomhus	22
	5% utomhus	25
Stor pölbrand 400 m ²	5% inomhus	30
	100% utomhus	18
	50% utomhus	30
	5% utomhus	36
Tankbilsbrand 300 MW	5% inomhus	17
	100% utomhus	7
	50% utomhus	17
	5% utomhus	22

/12/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

2.1.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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.

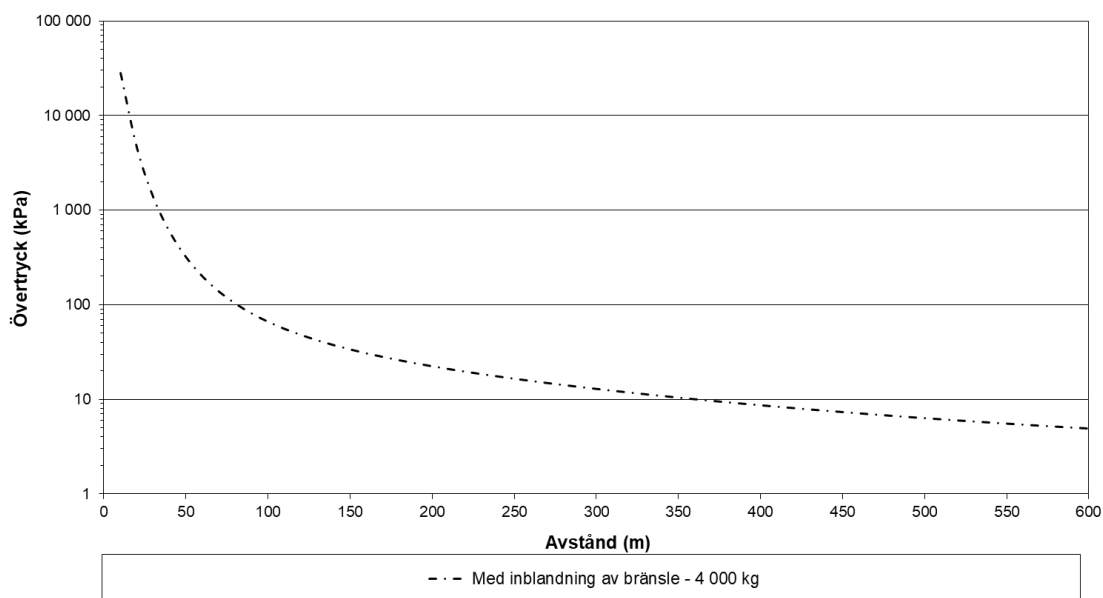
Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Enligt den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunningen av Norra stationsområdet i Stockholm /13/ kan en optimal blandning motsvara en massexplosion på upp till ca 4 ton trotyl.

Konsekvensberäkningarna för dessa skadescenarier följer den metodik som redovisas i avsnitt 2.1.1.

För de olycksscenarioer där explosion inte inträffar kan klass 5-ämnet ändå vara brandunderstödjande och innebära ett mycket kraftigt brandförlopp. Ett brandunderstödjande brandförlopp vid olycka med klass 5 antas motsvara en tankbilsbrand med brandfarlig vätska, se avsnitt 2.1.4.

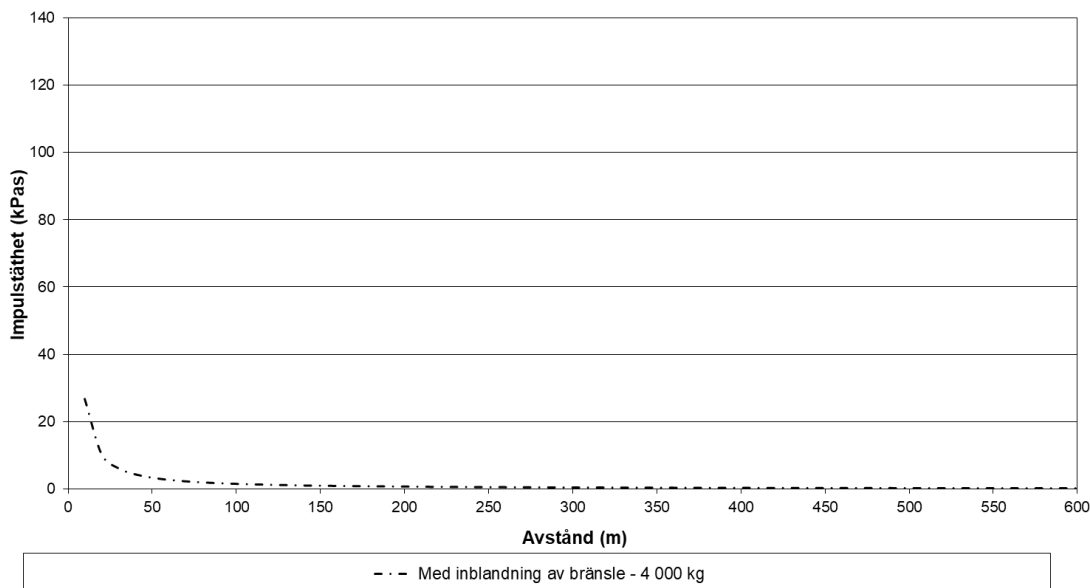
I figur B.5 och B.6 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·X kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

Max övertryck vid explosionsartat brandförlopp klass 5 på marken (Reflekterad stötvåg)



Figur B.5. Max övertryck som funktion av avståndet från explosionsartat brandförlopp med klass 5 på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

Impulstäthet vid explosionsartat brandförlopp klass 5 på marken (Reflekerad stötvåg)



Figur B.6. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosionsartat brandförlopp med klass 5 på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

Konsekvensberäkningarna för brandunderstödjande brandförlopp följer den metodik som redovisas i avsnitt 2.1.4. Aktuellt scenario med brandunderstödjande brandförlopp antas motsvara en tankbilsbrand med brandfarlig vätska (se figur B.4 och figur B.6).

Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.1.

Resultat

I tabell B.8 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5.

Tabell B.8. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Explosionsartat brandförlopp med blandning av bränsle (motsvarande 4 000 kg ekvivalent trotyl)	100 % inomhus	50	30
	15 % inomhus	200	80
	100 % utomhus	50	40
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande tankbilsbrand med klass 3)	5% inomhus	17	17
	100% utomhus	7	7
	50% utomhus	17	17
	5% utomhus	22	22

3. Beräkning av antal omkomna

3.1 Företsättningar

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir för respektive skadescenario kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

- Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för det aktuella planförslaget med aktuell (befintlig) bebyggelse inom planområdet men med anpassning utifrån ny tillåten markanvändning (vård).
- Figur B.7 visar det aktuella planområdet som studeras i denna utredning samt dess närmaste omgivning. Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka av Bergshamraleden. Konsekvensberäkningarna kommer dock att avgränsas till att studera respektive olycksscenario där de förväntas innebära så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet. Detta innebär att olyckan förutsätts avståndet till Bergsrespektive riskkälla är som kortast, se markering i figur B.7.
- Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (ca 300 meter radie kring riskkällan med hänsyn till skyddad bebyggelse).



Figur B.7. Översiktsbild över studerat planområde och dess omgivning (ungefärlig gräns för planområdet är rödmarkerad). Röd stjärna visar antagen placering av olycka på Bergshamraleden. Vit cirkel visar ungefärligt maximalt påverkansområde för studerade olycksscenarioer, ca 300 meter.

3.1.1 Planförslag

Planförslaget innebär ingen ny bebyggelse inom planområdet utan endast ändring av användning i de båda byggnadskropparna (Hus A och B).

Bebyggelsen består av två byggnadskroppar i 6-7 våningar. Den totala byggnadsvolymen är ca 13 000 kvadratmeter inklusive källare. Huvudsaklig användning är idag kontor men vårdlokaler (dagvård) planeras i byggnaderna.

Avståndet mellan Bergshamraleden och aktuella byggnader är ca 10-11.

Byggnaderna ligger något högre än Bergshamraleden, ca 1-2 meter högre än vägbanan.



Figur B.8. Byggnader inom aktuellt planområde.

3.1.2 Kringliggande bebyggelse

Enligt avsnitt 3.1 studeras ett område med ca 300 meters radie kring Bergshamraleden, vilket motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier, se markering i figur B.7.

Kringliggande bebyggelse utgörs huvudsakligen av bostadsområden med flerbostadshus och radhus både norr och söder om planområdet. Andelen grönyta är relativt hög. Öster om planområdet finns två kontorsbyggnader, hus C (IF-huset) och D samt en livsmedelsbutik vid Bergshamras södra tunnelbaneuppgång .

Avståndet mellan Bergshamraleden och omgivande bostadsbebyggelse är som minst 40 meter norr om Bergshamraleden och 50 meter söder om Bergshamraleden (med undantag av en villa 30 meter från vägen som används som kontor där möjligen någon enstaka person bor). Kontorsbyggnaderna ligger på ett avstånd av 0 (hus C) respektive 15 (hus D) meter.

3.1.3 Sammanställning förväntat personantal

Som underlag till konsekvensberäkningarna görs en bedömning av hur stort antal personer som kan förväntas vistas inom det studerade området. Både befintlig och ny bebyggelse inom planområdet samt inom kringliggande bebyggelse bedöms kunna innebära att antalet personer kan variera relativt kraftigt mellan olika tidpunkter på dygnet. Detta gäller framförallt inom handelsverksamheten inom planområdet där användningen kommer att innebära mycket begränsad personbelastning nattetid.

Personantalet inom området uppskattas grovt utifrån följande förutsättningar:

- Enligt BBR /14/ ska dimensioneringen av utrymningsvägar för lokaler och verksamheter utgå från en genomsnittlig persontäthet på 0,5 personer per m² nettoarea. Motsvarande värde för kontor är 0,1 personer per m² nettoarea. Vid beräkning av totalt personantal inom en byggnad utifrån BTA behöver avdrag dock göras för allmänna utrymmen och utrymmen utan stadigvarande vistelse (t.ex. lager, förråd, teknikutrymmen, korridorer och trapphus m.m.). Erfarenheter från flera projekt involverande kontorsverksamhet visar att en persontäthet på 1 person per 20 kvm byggnadsarea är relevant att utgå från.
- Vårdverksamhet förutsätts ha motsvarande persontäthet som kontor eftersom den planerade vården kommer ske i kontorsliknande lokaler. För denna typ av verksamhet förutsätts dock en högre närvaro dagtid jämfört med kontor (70 % jämfört med 50 %).
- För bostäder finns inget värde på dimensionerande persontäthet. Det antas grovt 1 person per 30 m² BTA.

Det skulle kunna identifieras ett otal olika förutsättningar som i sin tur påverkar antalet personer som kan omkomma vid de studerade olycksriskerna kopplat till tid på dygnet och personbelastning av respektive bebyggelse. Enligt avsnitt 3.1 beräknas konsekvenserna för respektive olycksscenario där de bedöms innebära så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet.

Beräkningarna avgränsas vidare till tre scenarier, nämligen:

- **Dagtid (kl 08-22)** – Ca 50 % beläggning inom handel och kontor o dyl., 70 % inom vård samt 100 % inom bostadshus m.m. inom planområde och i omgivningen. Ca 10 % antas vistas utomhus.
- **Nattetid (kl 22-08)** – I huvudsak endast personer inom bostadsbebyggelse. 100 % beläggning inom bostadshus och 0 % inom övrig bebyggelse (handel, kontor och vård). Ca 5 % antas vistas utomhus.
- **"Fullsatt område"** – Full beläggning inom all bebyggelse (handel och kontor o dyl. samt bostäder). Bedöms kunna förekomma under begränsade perioder i samband med större helger. Ca 20 % antas vistas utomhus.

I tabell B.9 redovisas en sammanställning av förutsatta personantal inom det studerade området, uppdelat på planområde respektive kringliggande bebyggelse.

För att underlätta i beräkningarna har hus C som egentligen ligger direkt ovanför Bergshamraleden förutsatts ligga utmed Bergshamraleden på ett avstånd av 5 meter från Bergshamraleden och tänkt olycksplats. Ingen hänsyn har tagits till höjdskillnaden. Olycksplatsen är vald så att konsekvenserna blir så stora som möjligt (se figur B.7). Till vald olycksplats är det 15 meter mellan väggkant och byggnad inom planområdet. Det innebär att samtliga olyckor har antagits ske 5 meter från Hus C och 15 meter från byggnad inom planområdet samt i nivå med bebyggelsen. Det bedöms vara ett mycket konservativt angreppssätt för samtliga olyckor förutom för explosion. När det gäller större explosioner som kommer att påverka överdäckningens bärlighet kan en större konsekvens förväntas om explosionen antas ske under byggnaden än intill den. För övriga olyckor innebär överdäckningen och höjdskillnaden en dämpande effekt som således inte tas någon hänsyn till.

Tabell B.9. Uppskattning av personantal inom planområde och kringliggande bebyggelse (inom 300 meters radie, se figur B.7). Hus C inkluderas i områden "norr om" Bergshamraleden.

Område	Uppskattat personantal		
	Normaldygn - dag	Normaldygn - natt	Fullsatt område
Planområde			
<i>Inomhus</i>	313	0	527
<i>Utomhus</i>	17	2	17
Planområde – Nollalternativ			
<i>Inomhus</i>	263	0	527
<i>Utomhus</i>	17	2	17
Kringliggande områden söder om Bergshamraleden			
<i>Inomhus</i>	1296	2050	2592
<i>Utomhus</i>	300	30	300
Kringliggande områden norr om Bergshamraleden			
<i>Inomhus</i>	2047	3220	4095
<i>Utomhus</i>	380	38	380

3.1.4 Befintligt utförande

Byggnader inom planområdet kommer bevaras i sitt nuvarande utförande. Utförandet innebär i delar att en del åtgärder som normalt föreslås för ny bebyggelse och som syftar till att minska riskpåverkan redan är implementerade. Befintligt utförande och den riskreducerande effekten redovisas i tabell B.10. Vid beräkning av konsekvenser har dessa förutsättningar beaktats.

Tabell B.10. Riskreducerande effekt av befintligt utförande.

Befintligt utförande	Effekt	Reduktion inomhus	Reduktion utomhus	Kommentar
Tegelfasad	Minskad sannolikhet för brandspridning in i byggnad vid olycka med pölbrand och brännbara gaser.	50 %	0 %	
Placering av luftintag på tak	Minskar sannolikheten för inläckage av brännbara eller giftiga gaser samt brandgaser.	50 %	0 %	Ett luftintag till hus A är placerat mot Bergshamraleden, ej på tak. Skyddet uppskattas gälla för 2/3 av personerna inomhus eftersom inte samtliga luftintag är placerade på tak och delar av hus A försörjs via luftintag i marknivå mot Bergshamraleden.
Möjlighet att utrymma mot en trygg sida	Minskad sannolikhet för människor inomhus att omkomma till följd av olycka med farligt gods på vägen.	5 %	0 %	Möjlighet finns för både hus A och B.
Ingen ytor för stadigvarande vistelse utmed vägen	Minskad sannolikhet för människor inomhus att omkomma till följd av olycka med farligt gods på vägen.	0 %	30/10 % ¹	Mellan byggnader och Bergshamraleden finns inga ytor för vistelse annat än en busshållplats.

¹För skadescenarier med mycket stora skadeavstånd utomhus d.v.s. stor gasmolnsexplosion, BLEVE och stort utsläpp giftig gas uppskattas denna åtgärd ha en begränsad reducerande effekt, högst 10 %.

3.2 Resultat

I nedanstående tabeller redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 3.1) inom det studerade området.

Beräkningen av antalet omkomna utgår från en beräkning av hur stor andel som skadeområdet för respektive skadescenario utgör av det totala studerade området. Denna andel multipliceras sedan med det dimensionerande personantalet, samt sannolikheten att omkomma, för att på så sätt få ut förväntat antal omkomna. Beräkningarna delas upp i konsekvenser inom planområdet respektive inom kringliggande områden. Skadeområdena har beräknats med hänsyn tagen till minsta avstånd mellan riskkälla och bebyggelse samt obebyggda ytor där personer förväntas kunna vistas.

Enligt avsnitt 3.1 så utförs konsekvensberäkningarna utifrån förutsättningen där de innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet

Tabell B.11. Beräknade konsekvenser – antal omkomna vid olycka på *Bergshamraleden*.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna					
	Planförslag			Nollalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
3. Olycka vid transport av farligt gods						
Klass 1.1 Masseexplosiva ämnen						
1 000 kg masseexplosion						
<i>Normaldygn - dag</i>	255	1	257	208	1	209
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	507	1	509	416	1	417
16 000 kg masseexplosion						
<i>Normaldygn - dag</i>	488	15	503	475	15	491
<i>Normaldygn - natt</i>	123	2	125	123	2	125
<i>Fullsatt område</i>	951	15	966	951	15	966
Klass 2.1 Brännbar gas						
Medelstor jetflamma						
<i>Normaldygn - dag</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	0	0	0	0	0	0
Medelstor gasmolnsexplosion						
<i>Normaldygn - dag</i>	2	1	3	1	1	3
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	3	1	4	3	1	4
Stor jetflamma						
<i>Normaldygn - dag</i>	2	2	4	2	2	4
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	4	2	6	4	2	6
Stor gasmolnsexplosion						
<i>Normaldygn - dag</i>	16	20	36	15	20	35
<i>Normaldygn - natt</i>	0	2	2	0	2	2
<i>Fullsatt område</i>	30	20	50	30	20	50
BLEVE						
<i>Normaldygn - dag</i>	49	95	144	55	98	152
<i>Normaldygn - natt</i>	42	10	52	42	10	52
<i>Fullsatt område</i>	95	95	191	110	98	207
Klass 2.3 Giftig gas						
Medelstor utsläpp						
<i>Normaldygn - dag</i>	1	3	4	1	3	4
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	1	3	5	1	3	5
Stort utsläpp						
<i>Normaldygn - dag</i>	21	27	48	19	27	47
<i>Normaldygn - natt</i>	4	3	7	4	3	7
<i>Fullsatt område</i>	39	27	66	39	27	66

Skadesscenario	Uppskattat antal omkomna					
	Planförslag			Nollalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
Klass 3 Brandfarlig vätska						
Medelstor pölbrand						
<i>Normaldygn - dag</i>	3	0	3	2	0	2
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	5	0	5	3	0	3
Stor pölbrand						
<i>Normaldygn - dag</i>	5	0	5	4	0	4
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	10	0	11	8	0	8
Tankbilsbrand						
<i>Normaldygn - dag</i>	1	0	1	1	0	1
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	3	0	3	1	0	1
Klass 5 Oxiderande ämnen						
Explosionsartad brandförlopp med blandning (motsvarande 4000 kg massexplosion)						
<i>Normaldygn - dag</i>	391	15	406	383	15	398
<i>Normaldygn - natt</i>	20	2	22	20	2	22
<i>Fullsatt område</i>	766	15	781	766	15	781
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande mycket stor brand i godståg)						
<i>Normaldygn - dag</i>	1	0	1	1	0	1
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	3	0	3	1	0	1