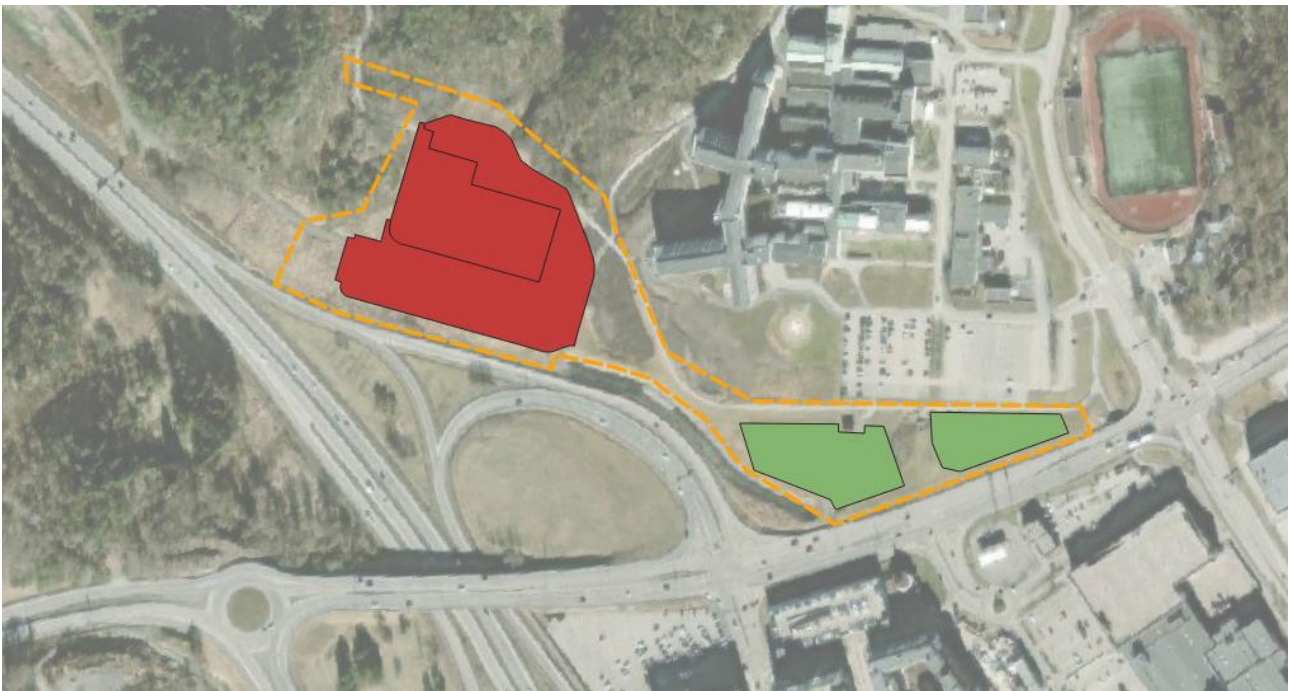


Kungälv kommun

Riskutredning Gärdet 1:1

Riskutredning transport av farligt gods

Uppdragsnr.: 108 74 64 Revision: 1.0 Datum: 2023-10-19



Riskutredning Gärdet 1:1

Riskutredning transport av farligt gods

Uppdragsnr.: 108 74 64 Revision: 1.0

Uppdragsgivare: Kungälv kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Ida Bjärnmark
Konsult: Norconsult Sverige AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Johan Hultman
Handläggare: Robert Kallin

Revision	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
0.8	2023-10-05	Interngranskning	Robert Kallin		
0.9	2023-10-06	Externgranskning	Robert Kallin	Johan Hultman	Johan Hultman
1.0	2023-10-19	Färdig handling	Robert Kallin	Johan Hultman	Johan Hultman

Detta dokument är framtaget av Norconsult som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

Kungälv kommun arbetar med en detaljplan för handel och kontor på fastigheten Gärdet 1:1 i Kungälv tätort. Planområdet är beläget inom 150 meter från E6 som är utpekad transportled för farligt gods. Inom 150 meter ligger även Marstrandsvägen och E6:ans påfartsväg där transporter med farligt gods kan ske till och från verksamheter i området.

I beräkningarna är planområdet uppdelat i två områden. Ett område som planeras för detaljhandel och kontor för Biltema med tillhörande parkering och inlastning. Detta område ligger inom 150 meter från E6 och dess påfartsvägen. Inom det andra området utreds två potentiella exploateringsytor för verksamhet, restaurang eller handel. Detta område ligger inom 150 meter från Marstrandsvägen och E6:ans påfartsväg.

Riskberäkningarna för Biltema-området visar att riskkriteriet för att en individ omkommer på en viss plats (individrisken) ligger inom det område där åtgärder ska vidtas, det så kallade ALARP-området, fram till cirka 110 meter från E6. Detta område bör inte inbjuda till stadigvarande vistelse. Parkering anses inte inbjuda till stadigvarande vistelse och är därför acceptabelt innanför 110 meter från E6. Från E6:ans påfartsväg är individrisken acceptabel inom hela området.

Kriteriet som tar hänsyn till hur många personer som förväntas vara på plats vid en olycka (samarbetsrisken) hamnar inom ALARP-området. Detta medför att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. Både E6 och påfartsvägen är dimensionerande för den totala samhällsrisken och därför borde åtgärder gälla mot båda vägarna. De åtgärder som föreslås för området vid Biltema är följande:

- Ytan inom 110 meter från E6 ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse. Parkering är okej
- Skapa skyddsåtgärder för att motstå och fördröja dimensionerande olyckor antingen genom:
 - Alternativ 1: Fasader inom 150 meter som vetter mot E6 och påfartsväg byggs i minst EI 30 och svårantändligt material på resterande fasader, se Figur 18. Byggnaderna ska även dimensioneras för att fortskridande ras inte inträffar vid en explosion med 2,5 kPa i reflekterat tryck och 737 Pas i reflekterad impulstäthet.
 - Alternativ 2: Skapa en nivåskillnad, antingen genom högre marknivå eller genom vall, på minst 5 meters skillnad mellan väg och planområde/vall.
- Friskluftsintag bör placeras minst 8 meter ovanför leden samt vara vänt bort från E6 och påfartsvägen eller placeras på byggnadens tak.
- Utrymning bör vara möjlig bort från E6 och påfartsvägen.

Gällande det potentiella exploateringsområdet så visar beräkningarna att individrisken från både Marstrandsvägen och E6:ans påfartsväg ligger inom acceptabla risknivåer. Detta innebär att inga riskreducerande åtgärder måste vidtas med hänseende till individrisken. Samhällsrisken ligger i nedre delen av ALARP-området i osäkerhetsanalysen vilket medför att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. Eftersom risknivån ligger i nedre delen av ALARP-området är det rimligt att åtgärderna inte behöver vara lika omfattande som för Biltema-området. Om en restaurang placeras i västra tomten bör fasader som vetter mot Marstrandsvägen och påfartsvägen vara i brandklass EI30. Om restaurangen placeras i östra tomten anses detta vara en tillräcklig åtgärd för att risknivåerna ska vara acceptabla med enbart mindre, mer allmänna skyddsåtgärder. De allmänna skyddsåtgärderna som föreslås i hela området oavsett användningsområde är följande:

- Friskluftsintag bör placeras minst 8 meter ovanför leden samt ej vara vänt mot Marstrandsvägen eller påfartsvägen alternativt placeras på byggnadens tak.
- Utrymning bör vara möjlig bort från Marstrandsvägen och påfartsvägen.

Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Syfte och mål	5
1.2	Avgränsningar	5
2	Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen	6
2.1	Vad är risker?	6
2.2	Riskhantering	7
2.3	Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods	8
3	Risker med transport av farligt gods	11
3.1	Typer av farligt gods	11
3.2	Konsekvenser av en olycka med farligt gods	11
4	Områdesbeskrivning	13
4.1	Området	13
5	Riskidentifiering	16
5.1	E6	16
5.2	Marstrandsvägen	18
5.3	E6 på- och avfart	19
5.4	Drivmedelstation	20
5.5	Biltema	21
6	Risakanalys och riskvärdering	22
6.1	Område Biltema	22
6.2	Potentiellt exploateringsområde	25
7	Diskussion och slutsats	28
7.1	Område Biltema	28
7.2	Potentiellt exploateringsområde	29
7.3	Övriga identifierade riskkällor	31
8	Referenser	32

Bilaga 1 – Riskberäkning för transport av farligt gods på väg

Bilaga 2 – Fasadutformning mot explosionslast

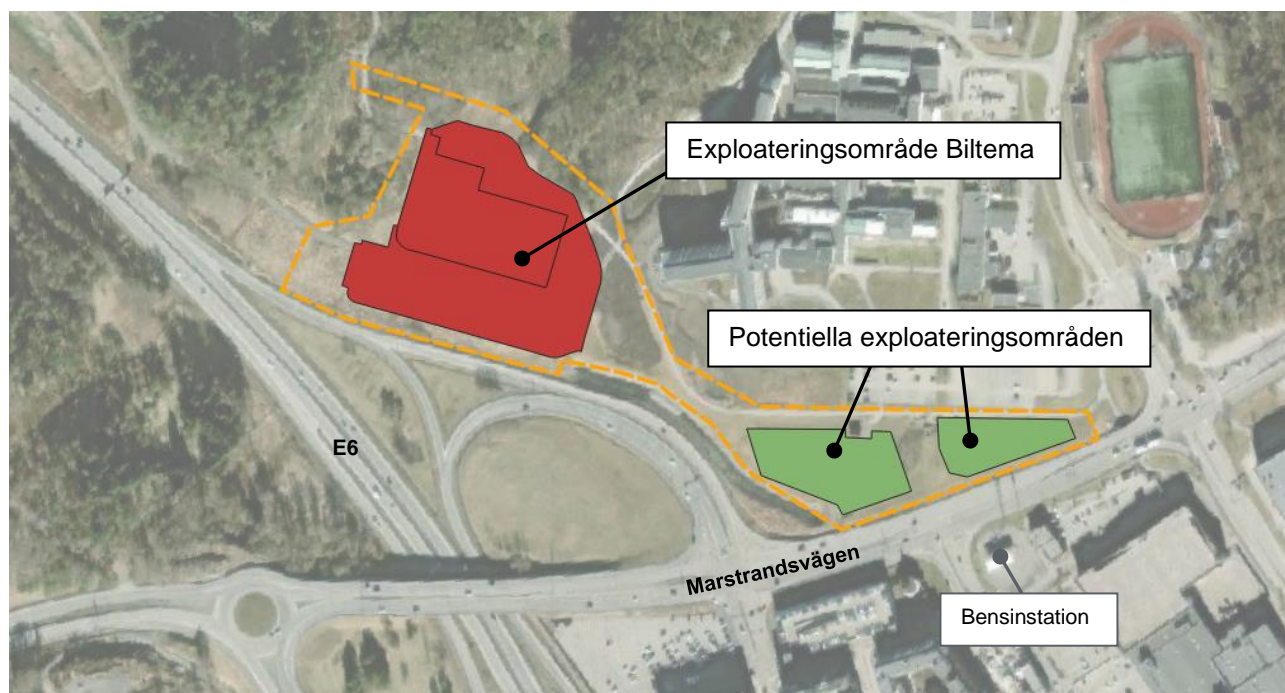
1 Inledning

Kungälv kommun arbetar med en detaljplan för handel och kontor på fastigheten Gärdet 1:1 i Kungälv tätort. Inom området planeras för detaljhandel och kontor för Biltema med tillhörande parkering och inlastning. Längs Marstrandsvägen utreds två potentiella exploateringsytor för verksamhet, restaurang eller handel, se Figur 1.

Planområdet är beläget öster om E6 som är utpekad primär väg för transport av farligt gods. Söder om området finns även Marstrandsvägen, där transport av farligt gods kan förekomma till verksamheter i närområdet. Dessutom gränsar E6:ans påfartsväg till planområdets västra delar.

Övriga riskkällor i området är en drivmedelsstation strax söder om området samt hantering av viss mängd brandfarliga varor för verksamheten inom planområdet.

Enligt länsstyrelsens riskpolicy (2006) ska risker beaktas vid all samhällsplanering som sker inom 150 meter från transportled med farligt gods. I detta fall är avståndet närmare vilket medför att riskbilden behöver utredas för att bedöma lämpligheten för förändrad markanvändning. En kvantitativ riskberäkning har därför genomförts med hjälp av en beräkningsmetod i GIS-miljö och resultatet jämförs med kriterier från rapporten "Värdering av risk" (SRV, 1997). Risknivåerna beräknas för individ- och samhällsrisik och jämförs med kriterier för acceptabla och tolerabla risknivåer.



Figur 1. Karta med planområde för ny planerad bebyggelse (Bakgrundskarta: Esri, 2023).

1.1 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att verka som ett beslutsunderlag för att inom detaljplan- och bygglovsprocessen kunna förhålla sig till olycksrisker kopplade till transporter av farligt gods samt riskfyllda verksamheter. Detta ska genomföras gärna i ett tidigt skede och på ett betryggande sätt enligt Plan- och bygglagen (2010:900).

Målet med riskutredningen är att bedöma den förändrade markanvändningens lämplighet samt bedöma behovet av riskreducerande åtgärder i samband med den nya bebyggelsen. Riskutredningen ska även verka som stöd inom vidare arbete inom bygglovsprocessen.

1.2 Avgränsningar

En olyckshändelse kan få många olika konsekvenser: materiella skador, miljöskador, skadade personer och omkomna personer. Det är svårt att beräkna skador på miljön, hus och personer. I sådana fall måste det även beaktas hur svår skadan är. Det är enklare (rent utredningsmässigt) att räkna på antalet omkomna. Därför uttrycks konsekvensen av en olyckshändelse med farligt gods oftast endast som antalet omkomna. En bakomliggande tanke är att antalet skadade och övriga skador är proportionerligt till antalet omkomna. Även när kriterier för risknivåer vid transport av farligt gods bestäms diskuteras oftast hur många som omkommer. Därför kommer beräkningar i denna riskutredning avgränsas till antalet omkomna vid en olyckshändelse kopplat till transporter av farligt gods.

Riskutredningen kommer även avgränsas till att endast utreda tekniska olyckor kopplade till transporter av farligt gods, samt avgränsas geografiskt till transportlederna förbi den nya bebyggelsen. Resultatet kommer redovisas utifrån prognosår 2045 utifrån Trafikverkets (2023) prognoser och transporter till närliggande verksamheter.

2 Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen

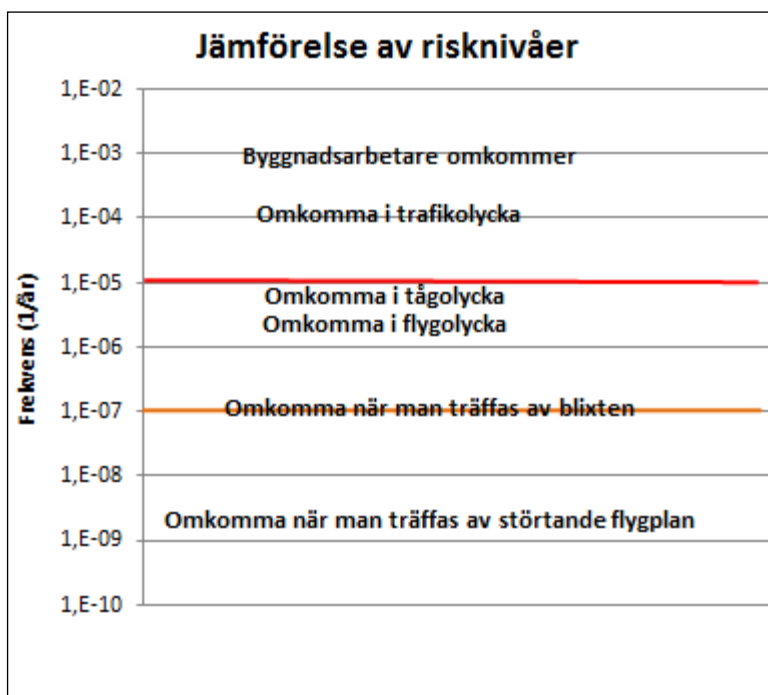
I detta kapitel definieras begreppet risk. Utöver detta beskrivs bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods. I kapitlet beskrivs även processen för riskhantering.

2.1 Vad är risker?

Risker beror på att händelser kan inträffa som har oönskade konsekvenser. Viktiga frågor är: "Hur ofta kan dessa händelser inträffa?" och "Vad är följderna om den händelsen inträffar?". Det handlar om sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Risk definieras därför oftast som sannolikheten för oönskade händelser multiplicerat med konsekvenserna av dessa händelser.

Sannolikheten brukar uttryckas som antal gånger det förväntas att en händelse kommer att inträffa under ett år. Detta kan bli ett väldigt litet tal för händelser som inte förväntas inträffa så ofta. En sannolikhet på 0,001 per år innebär att olyckan förväntas ske en gång på 1000 år. Sannolikheten för olyckor med farligt gods är oftast mycket lägre, *exempelvis 0,000 001 per år eller en gång på 1 000 000 år (matematiskt kan detta uttryckas som 1×10^{-6} per år)*.

Risker finns överallt omkring oss. Några risker och deras sannolikheter anges i Figur 2.



Figur 2. Exempel på vilka risknivåer som finns i samhället. De röda och orangea strecken är kriterier för bedömning av risknivåer och förklaras i avsnitt 2.3.

Vid riskutredning för den fysiska planeringen skiljs det på individrisk och samhällsrisk. Individrisken är risken för en person att omkomma i en olycka när han/hon befinner sig på en specifik plats i närheten av en riskkälla. För individrisken antas att personen befinner sig på denna plats under ett helt år. Risken uttrycks som risken att omkomma i en olycka under det året. Individrisken är ett mått på hur farligt det är på en viss plats och tar inte hänsyn till hur många människor som kommer att befinna sig på platsen. Individrisken är ett lämpligt mått vid riskbedömning för områden där det endast kommer att vistas ett fåtal människor.

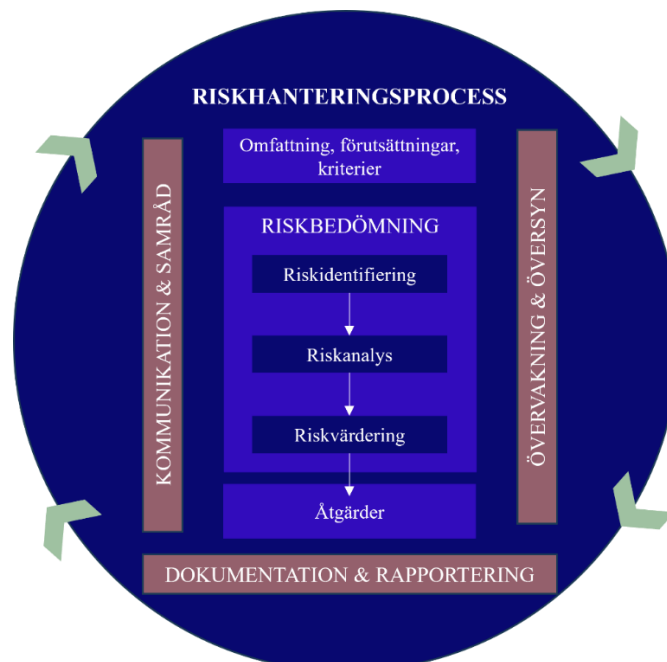
Samhällsrisk är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskkällans farlighet dels på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Detta mått är användbart om planeringen innebär att många människor kommer att befinna sig inom 150 m från en transportled för farligt gods. Samhällsrisk anges som sannolikheten för olyckor där minst ett visst antal personer omkommer.

2.2 Riskhantering

2.2.1 Metodik vid riskhantering i den fysiska planeringen

Krav på hantering av risker i den fysiska planeringen finns i Plan- och bygglagen (2010:900) och miljöbalken (1998:808). Kraven innebär att människors hälsa och säkerhet ska beaktas så tidigt som möjligt i detaljplaneprocessen. Ofta startar detta arbete redan i programsamrådet för detaljplanen för att sedan bli mera detaljerat i plansamrådet. Riskfrågan bör då vara så pass utredd att den kan utgöra ett beslutsunderlag för att avgöra om risken anses tolerabel eller inte. Slutsatserna från riskbedömningen bör föras in i planhandlingarna. Om riskreducerande åtgärder krävs för att nå en tolerabel risknivå ska dessa om möjligt föras in som planbestämmelser på plankartan. Åtgärder som inte omfattas av detaljplanen bör befastas på annat sätt, till exempel genom avtal.

Riskutredningen för den planerade bebyggelsen görs enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000 (SIS, 2018), se Figur 3. Riskhanteringsprocessen delas in i olika steg; riskidentifiering, riskanalys, riskvärdering och riskreducerande åtgärder.



Figur 3. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000 (SIS, 2018).

Riskidentifieringen omfattar en utredning av riskkällor och skyddsvärden i planområdets omgivning. Riskkällor som beaktas i riskidentifieringen utgörs av både transportinfrastruktur och riskfyllda verksamheter. De skyddsvärden för denna riskutredning fokuserar på människors liv och hälsa.

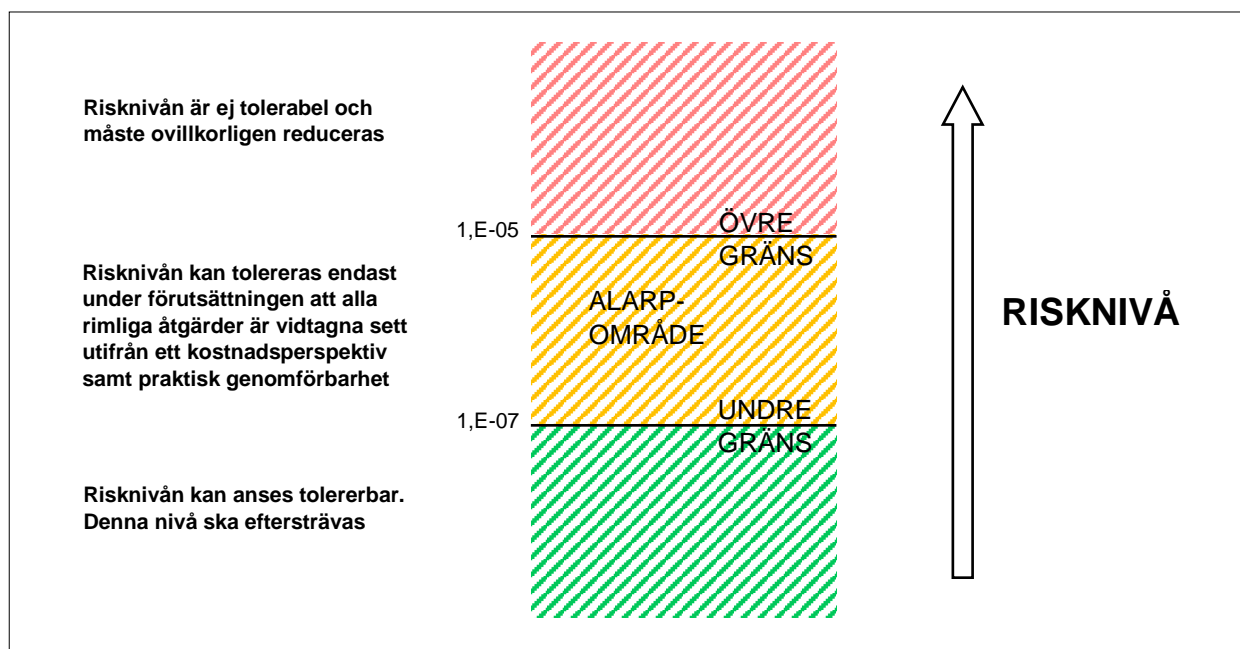
Riskanalysen utgår ifrån nuläget och år 2045 som ett prognosår. För att värdera risker kopplat till transporter av farligt gods på väg och dess påverkan på människa finns kan både individrisk och samhällsrisik användas som riskmått. Definitionen av dessa riskmått presenteras i avsnitt 2.3

Förslag till riskreducerande åtgärder ges redan vid risknivåerna inom ALARP-området, kravet på verifiering av dessa åtgärder aktualiseras normalt inte om risknivåerna underskrider gränsen för det tolerabla.

2.3 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods

2.3.1 Kvantitativa kriterier för individrisk

I många fall – främst när det inte finns kommunala krav - tas kriterier för vad som kan bedömas vara en acceptabel risknivå från rapporten "Värdering av risk" som tagits fram på uppdrag av dåvarande Räddningsverket (Räddningsverket ingår numera i Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) (SRV, 1997). I rapporten används en övre och en undre gräns, se Figur 4. Om den övre gränsen överskrids bedöms att risknivån är så hög att den inte kan tolereras.



Figur 4. Risknivåer och gränserna mellan dem (Rtj Storgöteborg, 2004).

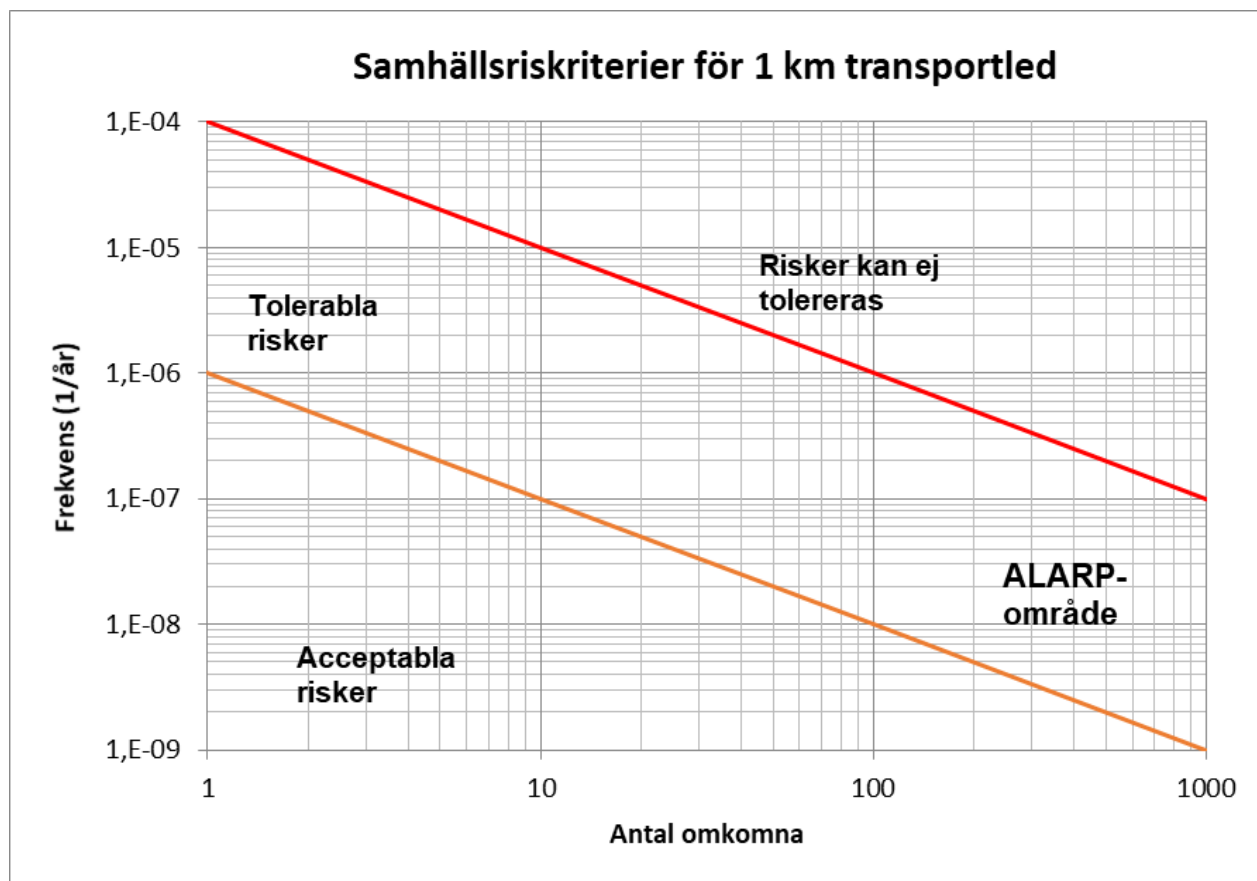
För individrisiken ligger den övre gränsen på 1×10^{-5} per år och den undre på 1×10^{-7} per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala risknivå. Om risknivån ligger under denna gräns så anses den vara acceptabel och inga ytterligare åtgärder krävs.

Den övre gränsen motsvarar högst en tiondel av den totala dödsfallsrisiken för olika grupper i samhället. Om risknivån ligger över denna gräns så ska åtgärder vidtas och effekten av dessa åtgärder ska verifieras (Länsstyrelsen, 2006).

Om risknivån ligger mellan den undre och den övre gränsen, det så kallade ALARP-området så ska alla rimliga åtgärder vidtas för att minska risknivån. Efter detta betraktas risknivån som tolerabel. Beräkningar av effekten på risknivåer krävs normalt inte.

2.3.2 Kvantitativa kriterier för samhällsrisk

Även för samhällsrisk finns det kriterier i ovannämnda rapport. Kriterierna utgår från samhällsrisknivåer för ett område på båda sidor om en sträcka av 1 km längs transportleden för farligt gods, se Figur 5.

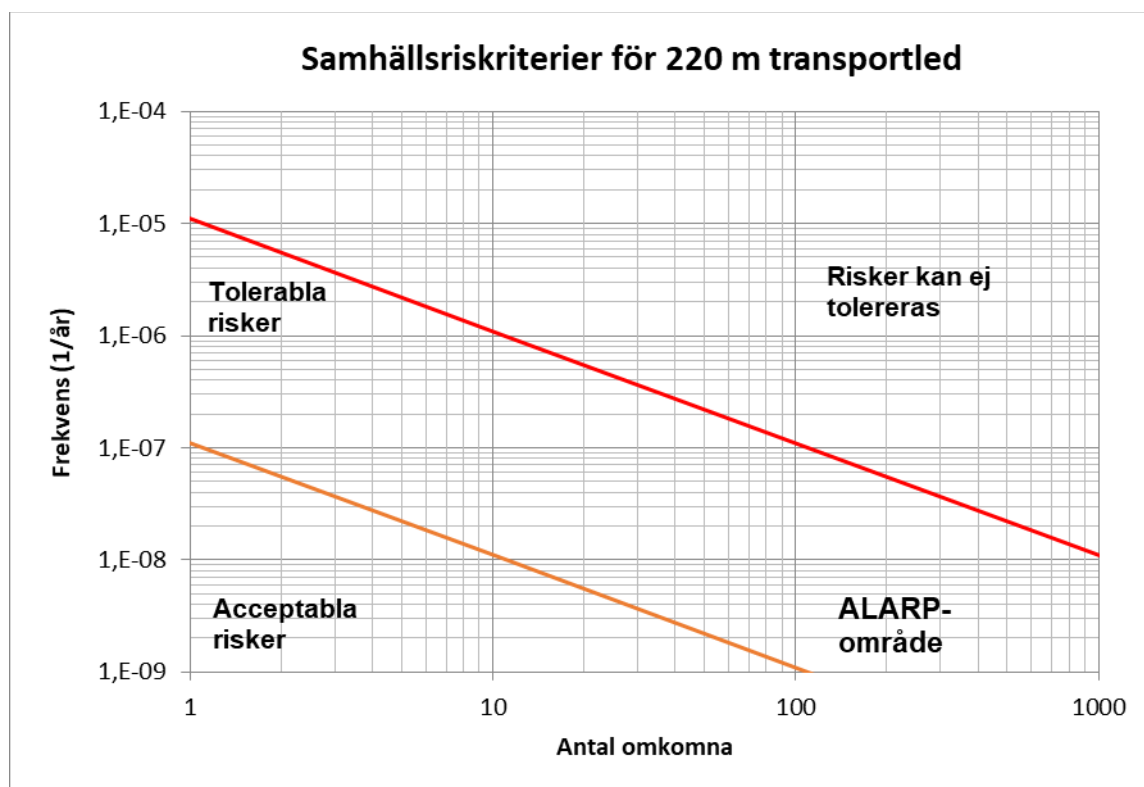


Figur 5. Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

Kriterier i Figur 5 innebär till exempel att en olycka med högst en omkommen accepteras högst en gång på 1 000 000 år (orangea linjen). Olyckor med en omkommen kan inte tolereras oftare än en gång per 10 000 år (röda linjen). Olyckor med mer än 10 omkomna kan accepteras om de är så sällsynta som en gång på 10 000 000 år. Om dessa olyckor förekommer oftare än en gång på 100 000 år så kan detta inte tolereras.

När risknivån ligger i det acceptabla området så krävs inga ytterligare åtgärder. Ligger risknivån i området med tolerabla risker (ALARP-område) så ska rimliga skyddsåtgärder vidtas.

Kriterierna ovan gäller för 1 km område längs transportleden. Kriterier för det aktuella området beräknas utifrån områdets längd längs transportlederna samt att området ligger på en sida av leden. Omräknade kriterier visas i Figur 6. Området genomsnittliga längd utmed transportlederna är cirka 220 meter för område Biltema och cirka 250 meter för potentiellt exploateringsområde.



Figur 6. Riskkriterier omräknade till 220 meter enkelsidig bebyggelse.

2.3.3 ALARP-området

ALARP-området är området där riskerna är lägre än det som inte kan tolereras men högre än det som kan accepteras utan vidare. ALARP är en förkortning av As Low As Reasonably Practicable. På svenska betyder detta att risknivån ska göras så lågt som är praktiskt möjligt när riskerna hamnar i detta område.

Området spänner över en faktor 100 i risknivåer, de lägsta nivåerna inom området är hundra gånger lägre än de högsta nivåerna. Området är så pass stort beroende på den osäkerhet som alltid finns i riskberäkningarna. Ofta anses att osäkerheten i resultaten av en riskberäkning kan vara så högt som en faktor 10, beroende på alla okända faktorer som ingår. Att ha ett brett område där det finns krav på visst hänsynstagande av riskerna säkerställer att inga risknivåer över det tolerabla släpps igenom utan vidare.

Kraven på skyddsåtgärder inom ALARP-området är att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, är vidtagna.

3 Risker med transport av farligt gods

3.1 Typer av farligt gods

Enligt internationella bestämmelser (ADR/RID) delas farligt gods in i nio klasser, se Tabell 1.

Tabell 1. Indelning av farligt gods.

Klass	Innehåll	Exempel
1	Explosiva ämnen	Massexplosiva varor (dvs. sprängämnen), fyrverkerier
2	Komprimerade, kondenserade eller under tryck lösta gaser	Brandfarliga gaser (gasol), giftiga gaser (ammoniak, svaveldioxid) och andra trycksatta gaser (kvävgas, syrgas)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, eldningsolja
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kalciumkarbid
5	Oxiderande ämnen	Väteperoxid, ammoniumnitrat
6	Giftiga ämnen och smittfarliga ämnen	Kvicksilverföreningar och cyanider, bakterier, levande virus och laboratorieprover
7	Radioaktiva ämnen	Radioaktiva preparat för sjukhus
8	Frätande ämnen	Olika syror, lut
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Asbest

3.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods

I detta avsnitt följer en allmän beskrivning av de olika sorters farligt gods som transporteras och potentiella följder av olyckor där farligt gods är inblandat. De förväntade följderna i form av dödsfall avser, om inget annat sägs, personer som vistas utomhus utan skydd.

Konsekvenserna för aktuella klasser beskrivs mer utförligt i *Bilaga 1*.

Klass 1. Explosiva ämnen

En explosion av så kallade massexplosiva ämnen kan ge omkomna upp till cirka 100 meter från explosionen och byggnader kan raseras på flera hundra meters avstånd. Övriga explosiva ämnen kan, i huvudsak genom raserade byggnader, ge effekter på några tiotal meters avstånd.

Klass 2: Brännbara eller giftiga gaser

Utsläpp av brännbar gas i luft kan antändas direkt och orsaka en så kallad jetflamma. Om gasen inte antänds direkt bildas först ett brännbart gasmoln som sedan kan antändas relativt omgående eller driva iväg och antändas över bebyggelsen. Detta resulterar då i en flash brand (Flash Fire) eller gasmolnsexplosion (Vapor Cloud Explosion). I ytterst sällsynta komplicerade olyckor kan gastanken explodera och bilda ett eldklot, så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). Risken att omkomma av en jetflamma är vanligtvis liten på avstånd som överstiger 90 meter. Ett gasmoln som driver iväg med vinden kan hamna nära bebyggelsen och orsaka betydande skador vid antändning. En BLEVE kan ge upphov till omkomna på ett avstånd av 150 meter.

Klass 3: Brandfarliga vätskor

Om en tank med mycket brandfarlig vätska (exempelvis bensin) skadas rinner bensinen ut och en pölbrand kan uppstå. Eldningsolja är så svårantändlig att brandrisken är försumbar. Risken att omkomma är som regel liten på avstånd som överstiger några 10-tals meter. Om ett utsläpp av brandfarliga vätskor kan rinna ner mot bebyggelsen finns risk för att en brand uppstår i det bebyggda området.

Klass 4: Brandfarliga ämnen såsom svavel, fosfor, karbid.

Dessa ämnen är fasta och skadar endast i olycksplatsens direkta omgivning.

Klass 5: Oxiderande ämnen

Olycka med endast dessa ämnen leder normalt ej till personskador, men om ämnena blandas med olja eller bensin kan det uppstå explosionsrisk och explosionerna kan var lika kraftiga som för ämnen i klass 1.

Klass 6: Giftiga ämnen.

Giftiga ämnen ger mestadels enbart effekter vid direktkontakt.

Klass 7: Radioaktiva ämnen

Dessa ämnen transporteras normalt endast i små mängder på väg och järnväg. Risken att omkomma är därför försumbar.

Klass 8: Frätande ämnen såsom saltsyra, svavelsyra.

Risk för skador är normalt störst inom cirka 20 meter eftersom skada uppkommer vid direkt exponering på personen.

Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål

Denna klass omfattar bland annat miljöfarligt avfall dock inga ämnen som är brandfarliga eller explosiva.

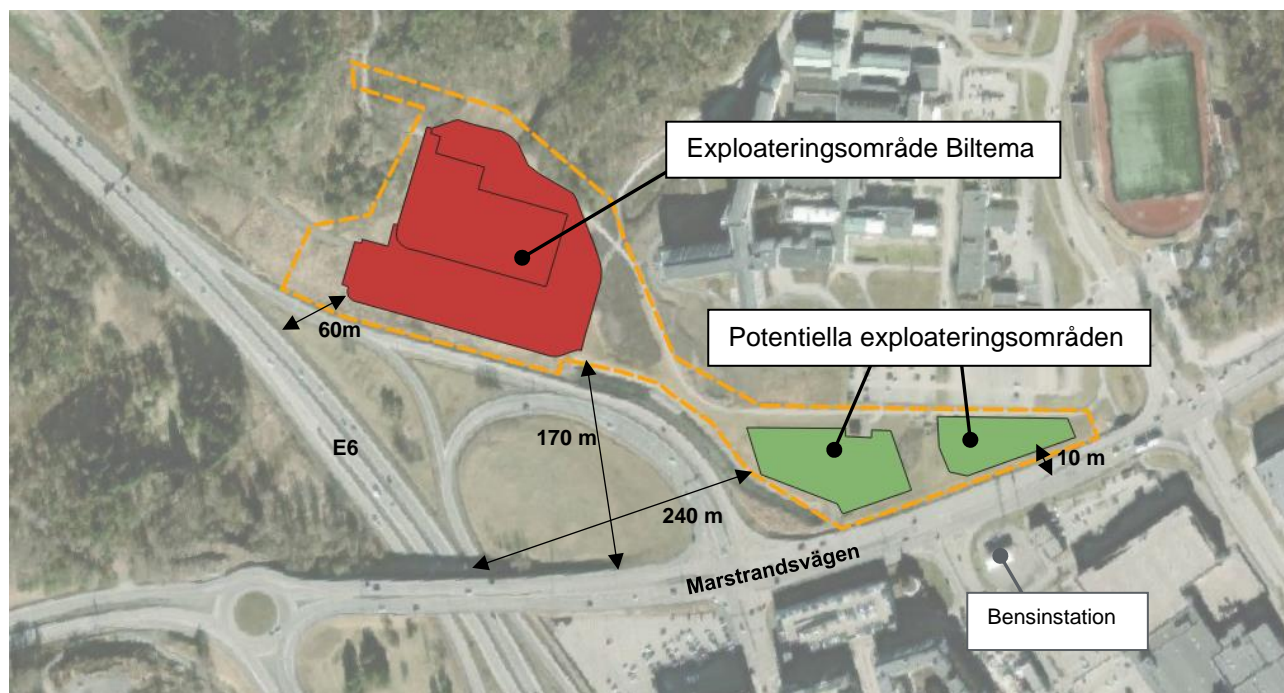
4 Områdesbeskrivning

I följande kapitel beskrivs området, planerad bebyggelse och antalet personer närvarande i området.

4.1 Området

I Figur 7 illustreras planområdet i relation till sin omgivning. I figuren markeras hela planområdet med orange streckad linje och områdena där byggnader planeras med röd respektive gröna ytor. I dagsläget består området främst av en mindre åkermark som inte brukas, i området finns även en mindre kulle där det tidigare legat ett enbostadshus.

Enligt länsstyrelsens riskpolicy (2006) ska risker beaktas vid all samhällsplanering som sker inom 150 meter från transportled med farligt gods. Eftersom området för Biltema ligger inom 150 meter från E6 men bortanför 150 meter från Marstrandsvägen, och vice versa för det potentiella exploateringsområdet, så har planområdet delats in i två delar i riskutredningen. "Område Biltema" inkluderar risker från E6 och dess påfartsväg och "Potentiellt exploateringsområde" inkluderar risker från Marstrandsvägen och E6:ans påfartsväg.



Figur 7 Planområde, markerat med orange streckad linje, med ungefärliga avstånd till vägar där transport av farligt gods kan ske (Bakgrundskarta: ESRI)

4.1.1 Område Biltema

Området för exploatering ligger cirka 60 meter från E6 och cirka 18 meter från E6:ans påfartsväg. På grund av höjdskillnader i terrängen kan exploateringsområdet komma att placeras högre upp än motorväg och påfartsvägen. Enligt förslag till situationsplan ligger E6 ungefär på en plushöjd på 6,5 meter, påfartsvägen cirka 7 meter och exploateringsområdet drygt 10 meter. Nivåskillnaden mellan transportleder och exploatering har beaktats i beräkningen och beskrivs mer detaljerat i kapitel 4.1.1.1

Byggnadskroppen föreslås placeras cirka 120 meter från motorvägen med kundparkering beläget närmast E6. Byggnaden planeras uppföras i två plan med detaljhandel på entréplan och kontor på övre plan. Enligt mejlkonversation med Biltema (2023-09-12) förväntas cirka 1100 kunder per dag samt 50 personal i butik och 150 i kontoret vara närvarande i genomsnitt.

Hänsyn i beräkningar av persontäthet tas till att verksamheten inte är öppet alla dygnets timmar och ett antagande om kundernas besökstid. Öppettider har antagits till 7–20 baserat på öppettider på andra Biltema-butiker i Göteborgsområdet. Butikspersonalen antas vara i området under butikens öppettider. Kontorspersonal antas befinna sig i området under kontorstider 8–17. Kunderna antas vara i butiken i snitt 45 minuter och utomhus vid lastning av bil 10 minuter.

Tabell 2 visar antalet personer som används i riskberäkningarna. För att ta hänsyn till osäkerheter har en osäkerhetsanalys med 25 % fler personer närvarande i området genomförts.

Tabell 2. Antal personer närvarande i område Biltema

	Inne dag	Ute dag	Inne natt	Ute natt
Kunder i snitt	63	14	11	3
Personal i snitt	41	5	8	1
Personal kontor snitt	101	11	0	0
Totalt	205	30	19	4
Totalt osäkerhetsanalys	257	37	24	4

4.1.1.1 Nivåskillnad

Nivåskillnaden på ungefär 3 meter mellan transportleder och exploatering tas i beaktning i beräkningarna genom att brandfarliga och giftiga gaser, som är tyngre än luft, kommer initialt förhindras att spridas in mot byggnaderna. Gaserna kommer istället sprida sig längs vägen. När gasen har nått en viss höjd så börjar den föras över nivåskillnaden av vinden, molnet är då mer utsträckt längs vägen än det skulle varit utan nivåskillnaden. Molnet förs in mot området men är mera utsträckt längs vägen och mindre utsträckt in mot området. För beräkningarna har detta omsatts i följande antaganden:

- Molnets totala yta har antagits vara konstant för att spegla att gasmängden i molnet inte ändrar sig på grund av nivåskillnaden.
- Vid scenarier med kontinuerliga utsläpp har molnets utsträckning i riktning längs leden fördubblats och in mot planområdet har den halverats.
- Vid scenarier med momentana utsläpp har molnets utsträckning i riktning längs leden multiplicerats med 1,5 och in mot planområdet har den delats med 1,5.

Antaganden baseras på beräkningar som genomförts för en liknande situation i ett tidigare projekt (Norconsult, 2010).

Nivåskillnaden ger även visst skydd mot värmestrålning från en pölbrand och bedöms skydda personer inomhus och utomhus vid små utsläpp men inte vid större utsläpp.

4.1.2 Potentiellt exploateringsområde

I planområdets sydöstra delar finns två potentiella exploateringsområden avsedda för verksamhet, restaurang eller handel. På grund av den stora mängden ledningar i marken bedöms endast mindre byggnader om cirka 500 m² vara genomförbara på ytorna. Områdena ligger cirka 10 meter från Marstrandsvägen och 30 meter från E6:ans påfartsväg. Båda områdena ligger på ungefär samma höjdnivå som de omgivande vägarna.

Det är inte fastställt exakt vilken verksamhet som kommer finnas i området utan riskanalysen har utgått från de potentiella användningarna verksamhet, handel och restaurang.

Enligt en tidigare genomförd riskutredning (Norconsult 2016) bedöms antalet personer närvarande i verksamheter och handel vara 11 personer per 1 000 m² dagtid och 2,5 personer per 1 000 m² nattid. Denna persontäthet har använts även i den här riskutredningen.

För markanvändning restaurang/snabbmatsrestaurang används en bedömning i ett tidigare projekt (Norconsult, 2009). I den utredningen anges det att antal sysselsatta dagtid på en snabbmatsrestaurang är cirka 10 personer och antal besökare cirka 6 personer. Enligt den yta som finns i Kungälv vid Gärdet 1:1 är det troligt att maximalt en restaurang kan rymmas. Det innebär att cirka 16 personer bedöms vara på plats i restaurangen i genomsnitt på dagtid. Natttid bedöms det vara cirka 40% av personerna på dagen.

Tabell 3 visar antalet personer som används i riskberäkningarna. För att ta hänsyn till osäkerheter har en osäkerhetanalys med 25 % fler personer närvarande i området genomförts.

Tabell 3. Antal personer närvarande i potentiellt exploateringsområde

	Inne dag	Ute dag	Inne natt	Ute natt
Område för verksamhet/handel	5	0	1	0
Område för restaurang	15	1	6	0

5 Riskidentifiering

I följande kapitel redovisas de riskkällor som kan utgöra risker för den planerade verksamheten. Riskkällorna utgörs av transportinfrastruktur samt verksamheter som hanterar farligt gods.

5.1 E6

E6 passerar väst om planområdet och är utpekad som rekommenderad primär transportled för farligt gods. Transportleden ligger inom 150 meter från "område Biltema", vilket innebär att denna riskutredning tar hänsyn till farligt gods som passerar på E6 (Länsstyrelsen, 2006).

Transportleden ingår i MSB:s (2006) undersökning om transporterade mängder farligt gods från september månad år 2006. Enligt MSB:s uppgifter sker cirka 17 300 transporter med farligt gods under samma år. År 2045 förväntas antalet transporter med farligt gods öka till cirka 33 700 förutsatt en ökning av godstrafiken med 94 % (Trafikverket, 2023).

Nationellt genomsnitt är en annan källa som också brukar användas vid riskanalyser av transport av farligt gods. Uppgifter från nationell statistik anger att cirka 3,9% av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFÄ, 2019). Antalet tunga fordon på E6 har av Trafikverket (2023) uppmätts till 5 700 tunga transporter per dygn. Med stöd av procentandelen 3,9% (TRAFÄ, 2019) och trafikuppräkningsstal 1,53 (Trafikverket, 2023) förväntas antalet transporter av farligt gods enligt nationellt genomsnitt uppgå till cirka 125 000 för hela år 2045. Dessa transporter fördelas till de olika ADR-klasserna enligt nationell statistik, se Tabell 4.

Explosiva ämnen transporteras främst till och från gruvor i norr och därför kan nationellt genomsnitt ge en för hög mängd. ADR-klass 1 har därför valts till samma hundratal som nationellt genomsnitt. Övriga klasser har valts som ett genomsnitt mellan MSB och nationellt genomsnitt.

Tabell 4. Antal förväntade transporter år 2045 med farligt gods på E6 förbi planområdet.

Klass	MSB (uppräknat till 2045)	Nationellt genomsnitt (uppräknat till 2045)	Används i riskberäkningarna (prognosår 2045)
1 Explosiva ämnen	1	340	100
2.1 Brandfarliga gaser	5 200	6 000	5 600
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	1 400	19 000	10 200
2.3 Giftiga gaser	6	40	23
3 Brandfarliga vätskor	22 000	61 000	41 500
4 Brandfarliga fasta ämnen	1 200	3 300	2 250
5 Oxiderande ämnen	20	3 100	1 560
6 Giftiga ämnen m m	110	8 700	4 405
8 Frätande ämnen	3 400	17 000	10 200
9 Övriga farliga ämnen	740	6 200	3 470
Totalt	34 000	125 000	79 000

Av klasserna i Tabell 4 är det ämnen i klasserna 1, 2.1, 2.3, 3 och 5 som kan leda till olyckor med betydande konsekvenser för området och som används i riskberäkningarna. Dessa är därför markerade med fet stil i tabellen.

De angivna klasserna omfattar var för sig ett stort antal olika ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste antalet transporter beräknas för de ämnesgrupperna med de högsta risknivåerna. Detta görs nedan utifrån tillgänglig statistik på området.

I klass 1 är det de massexplosiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplosiva ämnen sätts till 10 % (ØSA, 2004). För klass 2 är det klass 2:1 brandfarliga gaser och klass 2:3 giftiga gaser som utgör de mest betydande riskerna. Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (exempelvis bensin) sätts till 75 % (ØSA, 2004). För klass 5 räknas endast de oxiderande ämnen med som bedöms kunna leda till en massexplosion. De uppskattas stå för högst en tredjedel av den totala mängden. En sammanställning av antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området finns i Tabell 5.

För att ta hänsyn till osäkerheten i antalet transporter har en osäkerhetsanalys genomförts med 25 % fler transporter än vad som anges i Tabell 5.

Tabell 5. Farligt gods på E6 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplosiva ämnen	10
2.1 Brandfarliga gaser	5 600
2.3 Giftiga gaser	23
3. Mycket brandfarliga vätskor	31 125
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	520

5.1.1 Sannolikhet för olyckor

Sannolikheten för olyckor fås från Trafikverkets handbok "Effektsamband för transportsystemet" (Trafikverket, 2022). Risken för olyckor på en statlig väg med en högsta tillåten hastighet på 110 km/h anges till 0,086 olyckor per miljon fordonskilometer och år eller $8,6 \times 10^{-8}$ per fordonskilometer och år.

Andelen singelolyckor på den här typen av väg är cirka 30 % (SRV, 1996), vilket innebär att det vid 70 % av olyckorna är minst två fordon inblandade. Om det bortses från olyckor med fler än 2 fordon inblandade, vilket inte påverkar resultatet nämnvärt, så är risken för att ett fordon blir inblandat i en olycka på en 1 km lång sträcka av vägen lika med $8,6 \times 10^{-8} \times (2-0,30) \times 1,1 = 1,61 \times 10^{-7}$. I denna beräkning tas även hänsyn till att antal standardaxlar är 1,1.

5.2 Marstrandsvägen

Marstrandsvägen är varken utpekad som rekommenderad primär eller sekundär väg för transport av farligt gods men transporter kan fortfarande ske till och från verksamheter längs vägen. Brand och Riskteknik Sverige AB (2022) gjorde en kartläggning av verksamheter som hanterar farligt gods i samband med planläggning av Änggårde 5:1 norr om Kungälv stadskärna (sydost om planområde Gärdet 1:1). För verksamheter som identifierades i rapporten är Marstrandsvägen förbi Gärdet 1:1 den mest troliga infartsvägen. Tabell 6 visar verksamheter och dess bidrag till antalet transport på Marstrandsvägen.

Tabell 6. Verksamheter och dess bidrag till transporter av farligt gods på Marstrandsvägen

Verksamhet	ADR-klass	Transporter per år	Kommentar
Ingo	3	310	
OKQ8	3	210	
Nobina	3	50	
Granngården	3	30	
	2.1	100	
Renta	3	10	
Romelanda motorsågsservice	3	100	
Cirkel K	3	310	Ej angivet i Brand och Risktekniks rapport. Antagit samma som för Ingo
Bilab	3	4	

Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (exempelvis bensin) har satts till 75 % (ØSA, 2004). En sammanställning av antal transporter på Marstrandsvägen i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området finns i Tabell 7. För att ta hänsyn till osäkerheten i antalet transporter har en osäkerhetsanalys genomförts med 25 % fler transporter än vad som anges i Tabell 7.

Tabell 7. Farligt gods på Marstrandsvägen som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Masseexplosiva ämnen	
2.1 Brandfarliga gaser	100
2.3 Giftiga gaser	
3. Mycket brandfarliga vätskor	770
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	

Sannolikheten för olyckor räknas på samma sätt som för E6 men med statistik från kommunal väg med hastighetsbegränsning på 50 km/h. Risken för att ett fordon blir inblandat i en olycka på en 1 km lång sträcka av vägen är då lika med $3,15 \times 10^{-7} \times (2-0,15) * 1,1 = 6,41 \times 10^{-7}$.

5.3 E6 på- och avfart

E6:ans påfartsväg passerar planområdet och ligger inom 150 meter från både området för Biltema och det potentiella exploateringsområdet. Intill påfartens södra halva ligger även avfartsväg för norrgående trafik på E6. Transporter som använder av/påfartsvägen måste antingen köra väst eller öster på Marstrandsvägen alternativt åka till handelsområdet söder om Marstrandsvägen. Inga verksamheter inom handelsområdet är identifierade att hantera farligt gods. Detta medför att transporter med farligt gods på E6:ans på/avfart måste åka vidare på Marstrandsvägen.

Antal farligt gods transport på Marstrandsvägen öster om E6 beskrivs i kapitel 5.2. Sträckan väster om E6 är med i MSB:s kartläggning från 2006. Enligt MSB:s uppgifter sker cirka 1 500 transporter med farligt gods under samma år. År 2045 förväntas antalet transporter med farligt gods öka till cirka 2 900 förutsatt en ökning av godstrafiken med 94 % (Trafikverket, 2023).

Eftersom både transporter från Marstrandsvägen öster och väster om E6 kan använda av/påfarten antas ett genomsnitt på MSB:s kartläggning och antalet transporter på Marstrandsvägen enligt kapitel 5.2, se Tabell 8. Konservativt antas att alla transporter sker på hela E6:ans påfart och vägkanten sätts på påfartens närmsta kant och inte avfartens.

Tabell 8. Antal förväntade transporter år 2045 med farligt gods på E6:ans påfart förbi planområdet.

Klass	MSB på Marstrandsv. väster om E6 (uppräknat till 2045)	Marstrandsvägen öster om E6 enligt kapitel 5.2	Används i riskberäkningarna för E6 påfart (prognosår 2045)
1 Explosiva ämnen	0	0	0
2.1 Brandfarliga gaser	320	100	210
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	0	0	0
2.3 Giftiga gaser	0	0	0
3 Brandfarliga vätskor	2 600	1 000	1 800
4 Brandfarliga fasta ämnen	0	0	0
5 Oxiderande ämnen	0	0	0
6 Giftiga ämnen m m	0	0	0
8 Frätande ämnen	32	0	-
9 Övriga farliga ämnen	2	0	-
Totalt	2 900	1 100	2 010

Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (exempelvis bensin) har satts till 75 % (ØSA, 2004). En sammanställning av antal transporter på Romelandavägen i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området finns i Tabell 9. För att ta hänsyn till osäkerheten i antalet transporter har en osäkerhetsanalys genomförts med 25 % fler transporter än vad som anges i Tabell 9.

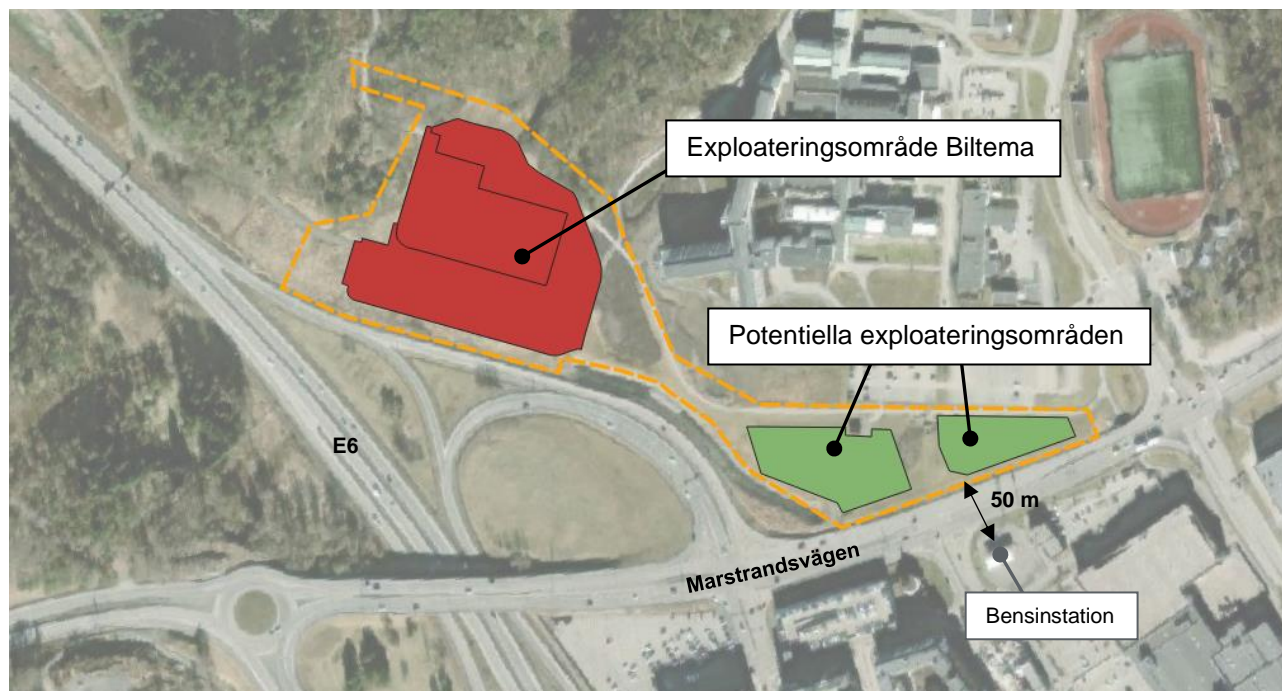
Tabell 9. Farligt gods på E6:ans påfart som medför betydande risker för området

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplösiva ämnen	
2.1 Brandfarliga gaser	210
2.3 Giftiga gaser	
3. Mycket brandfarliga vätskor	1 360
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	

Sannolikheten för olyckor räknas på samma sätt som för E6 men med statistik från statlig väg med hastighetsbegränsning på 80 km/h. Risken för att ett fordon blir inblandat i en olycka på en 1 km lång sträcka av vägen är då lika med $8 \times 10^{-8} \times (2-0,3) \times 1,1 = 1,5 \times 10^{-7}$.

5.4 Drivmedelstation

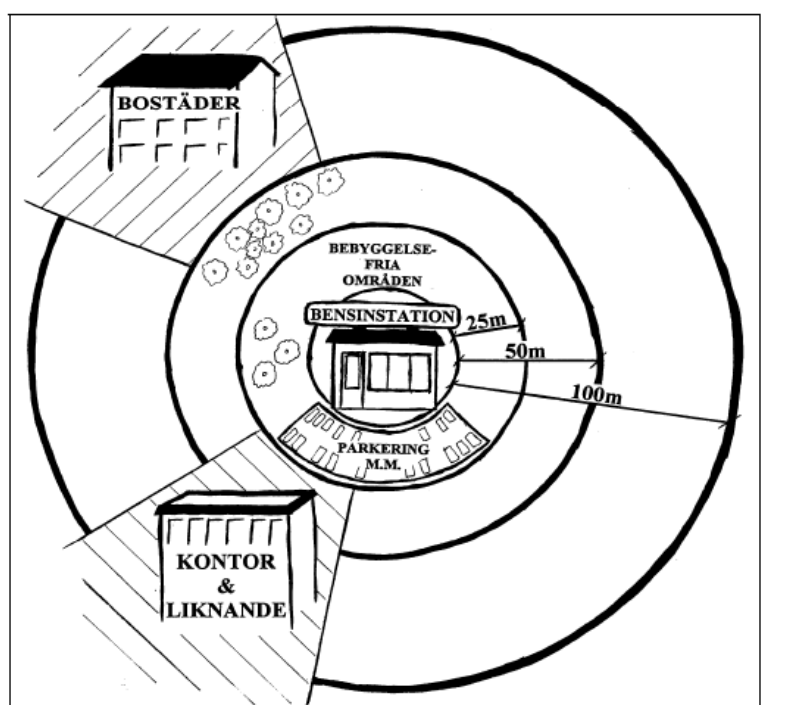
Drygt 50 meter söder om det potentiella exploateringsområdet finns en drivmedelstation, se Figur 8 .



Figur 8. Planområdet med ungefärligt avstånd till närliggande drivmedelstation (Bakgrundkarta: ESRI)

Boverkets handbok "Bättre plats för arbete" (Boverket 1995) anger att ett riktvärde för skyddsavstånd på 100 meter till bostäder ska beaktas från bensinstationer. Avståndet motiveras dels av riskhänsyn, dels av störningar som buller, lukt, ljussken och luftföroreningar.

Länsstyrelsen i Stockholms län har behandlat riskfrågan kring bensinstationer i rapporten: "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer" (Lst AB-län 2000). Där fastslås att risksituationen och olägenheterna för människor och miljö alltid skall analyseras och bedömas inom 100 meter från en bensinstation med medelstor försäljningsvolym. Ett minimumavstånd på 50 meter bör hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (till exempel uteservering eller lekplats). Till kontor och liknande verksamheter skall ett minsta avstånd på 25 meter upprätthållas, se Figur 9.



Figur 9. Rekommenderade skyddsavstånd till bensinstationer (Lst AB-län 2000)

5.5 Biltema

Biltemas verksamhet hanterar viss mängd varor som kan vara brandfarliga eller liknande. Enligt uppgift från Biltema (mejlkonversation 2023-09-12) brukar varuhusen hantera runt 43 m³ brandfarlig vätska i deras varuhus. Det som hanteras klassas som aerosoler, gasol och brandfarlig vätska med varierad flampunkt. Alla brandfarliga varor kommer förvaras i 100 % invallning i kambutik och kemlager. Leverans sker i genomsnitt 1 gång per vecka.

6 Riskanalys och riskvärdering

I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten för individ- och samhällsrisk för transporter av farligt gods på E6 och dess påfart samt Marstrandsvägen. Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys för individ- och samhällsrisken. För individrisken i osäkerhetsanalysen ökas antalet transporter av farligt gods med 25%. För samhällsrisken i osäkerhetsanalysen ökas både antalet transporter av farligt gods samt antalet personer närvarande i området med 25%. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för området redovisas i Kapitel 4 & 5.

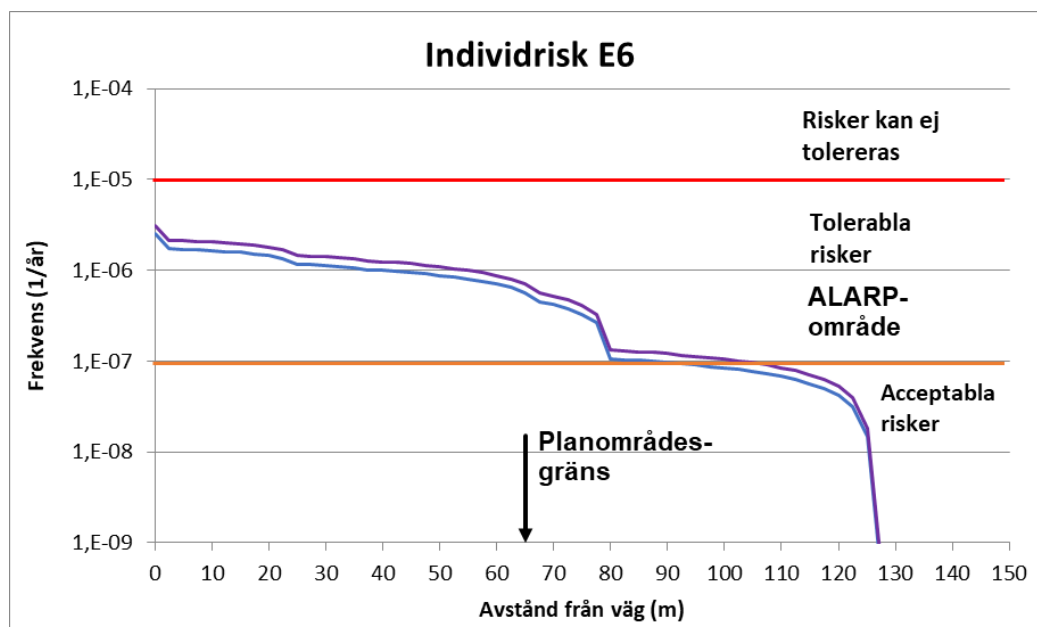
Ingångsvärden för sannolikheter och konsekvenser för de möjliga händelseförlopp när en olycka väl inträffat samt beräkningsmetoderna redovisas i *Bilaga 1*.

6.1 Område Biltema

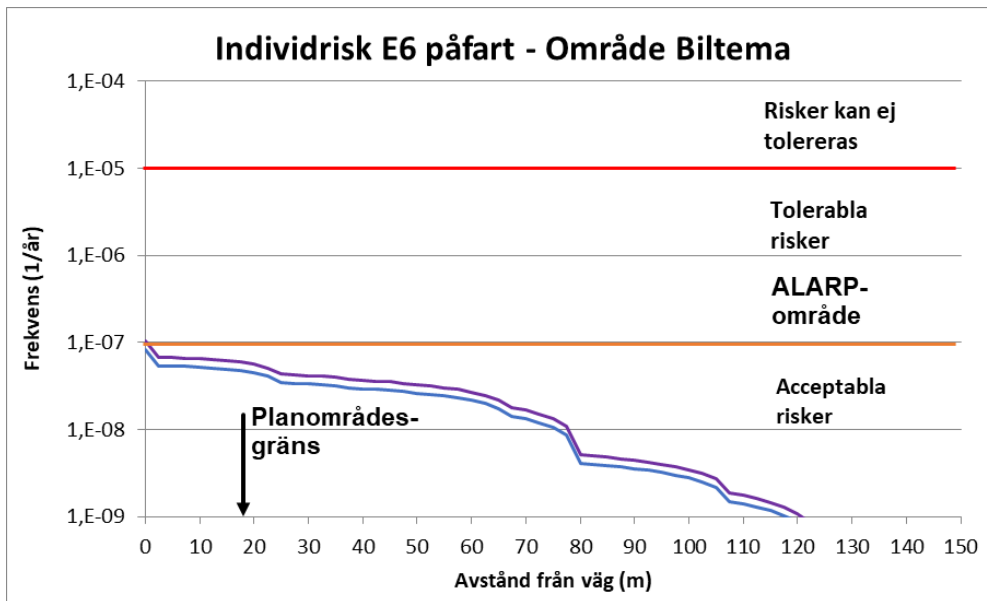
6.1.1 Individrisk

I Figur 10 visas individrisken i området på grund av farligt gods på E6 och i Figur 11 visas individrisken från E6:ans påfart. Ursprungsberäkningen visas med blå linje och osäkerhetsanalysen, med 25 % fler transporter, visas med lila linje.

Enligt beräkningarna är individrisken från påfartsvägen på en acceptabel nivå inom hela området. Individrisken från E6 ligger inom ALARP-området inom cirka 90 meter i ursprungsberäkningen och 110 meter i osäkerhetsanalysen.



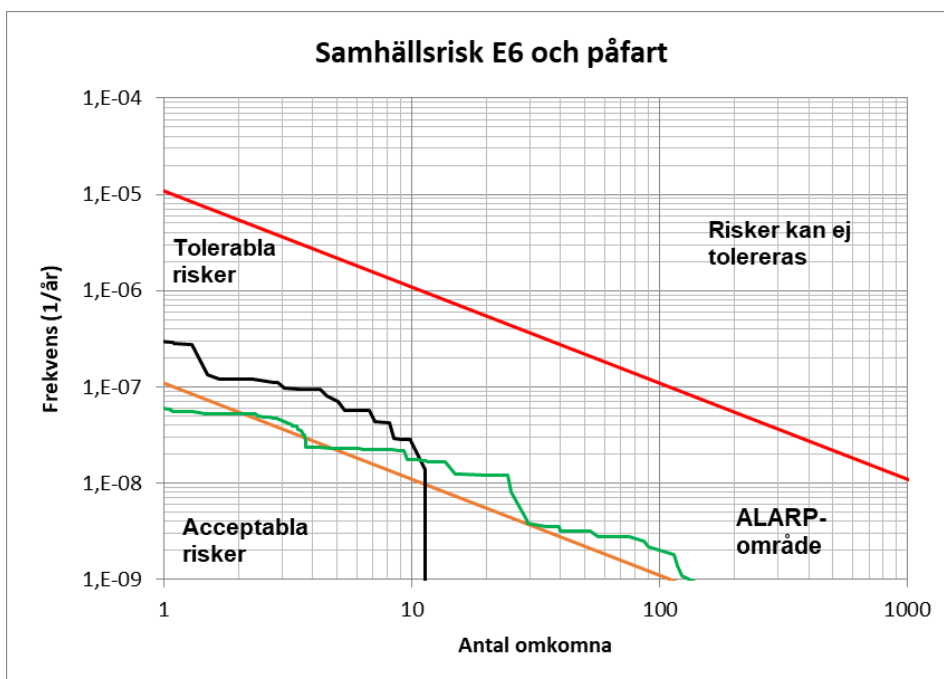
Figur 10. Individrisken vid planområdet längs E6.



Figur 11. Individrisken vid planområdet längs E6:ans påfartsväg.

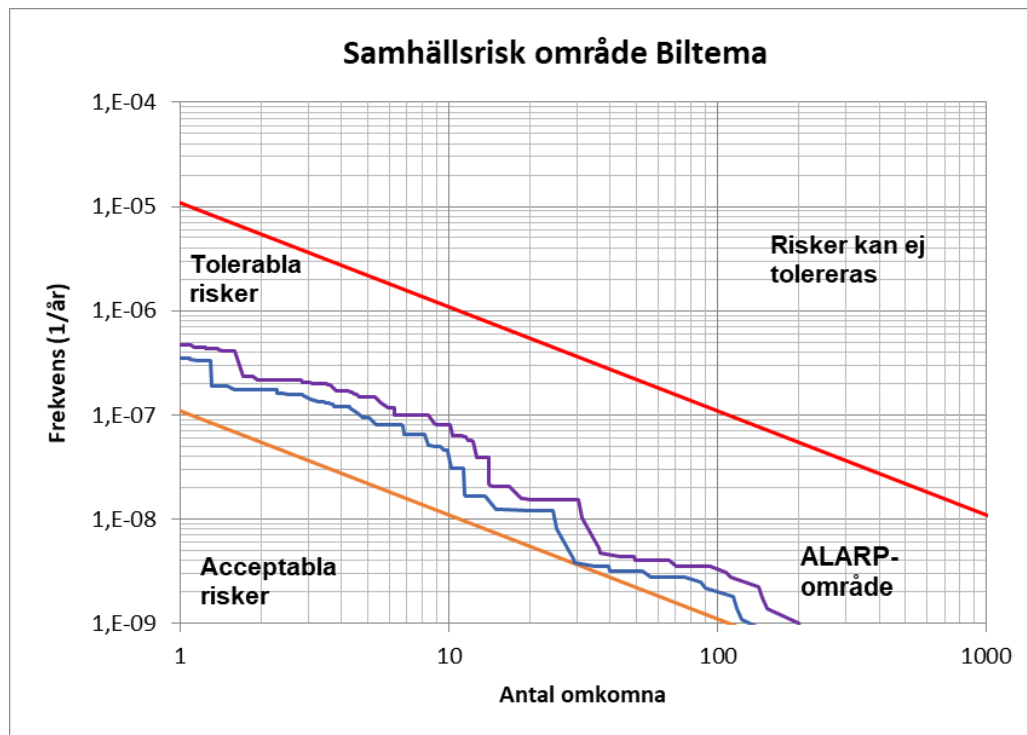
6.1.2 Samhällsrisk

I Figur 12 visas samhällsrisken för exploateringsområdet Biltema från transporter av farligt gods på E6 respektive påfartsvägen. Samhällsrisken från E6 visas med svart linje och påfartsvägen med grön linje. Figuren visar att båda transportlederna är av betydelse för den totala samhällsrisken för området. Riskerna från påfartsvägen har lägre sannolikhet (färre transporter) men fler antal omkomna (närmare området) jämfört med riskerna från E6 med fler transporter men längre ifrån området.



Figur 12. Samhällsrisk vid planområdet från E6 (svart linje) och påfartsväg (grön linje).

I Figur 13 visas den sammanslagna risken för området tillsammans med osäkerhetsanalysen. Ursprungsberäkningen visas med blå linje och osäkerhetsanalysen, med 25 % fler transporter och personer i området, visas med lila linje. Resultatet visar att samhällsrisken ligger i nedre halvan av ALARP-området i både ursprungs och osäkerhetsberäkningarna. Detta medför att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. De dimensionerande olycksscenarioerna är olyckor med brandfarliga gaser, klass 2.1 (BLEVE, molnbrand och gasmolnsexplosion).



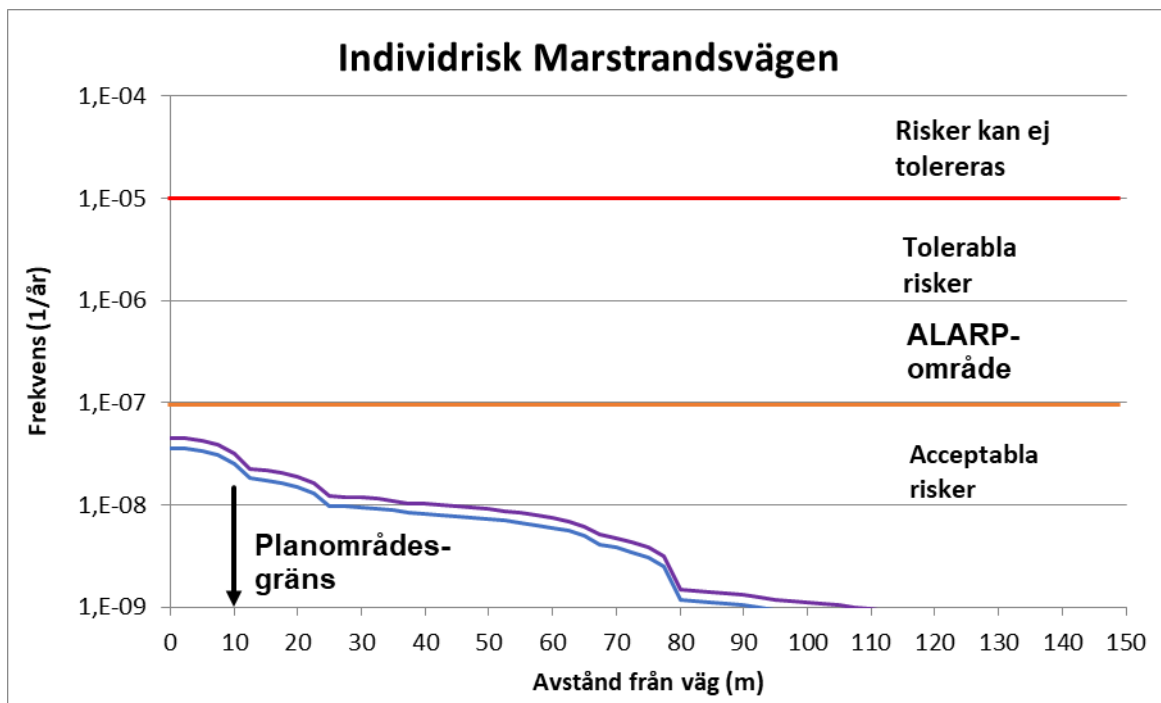
Figur 13. Sammanslagen samhällsrisik för område Biltema. Ursprungsberäkning visas med blå linje och osäkerhetsanalysen med lila linje.

6.2 Potentiellt exploateringsområde

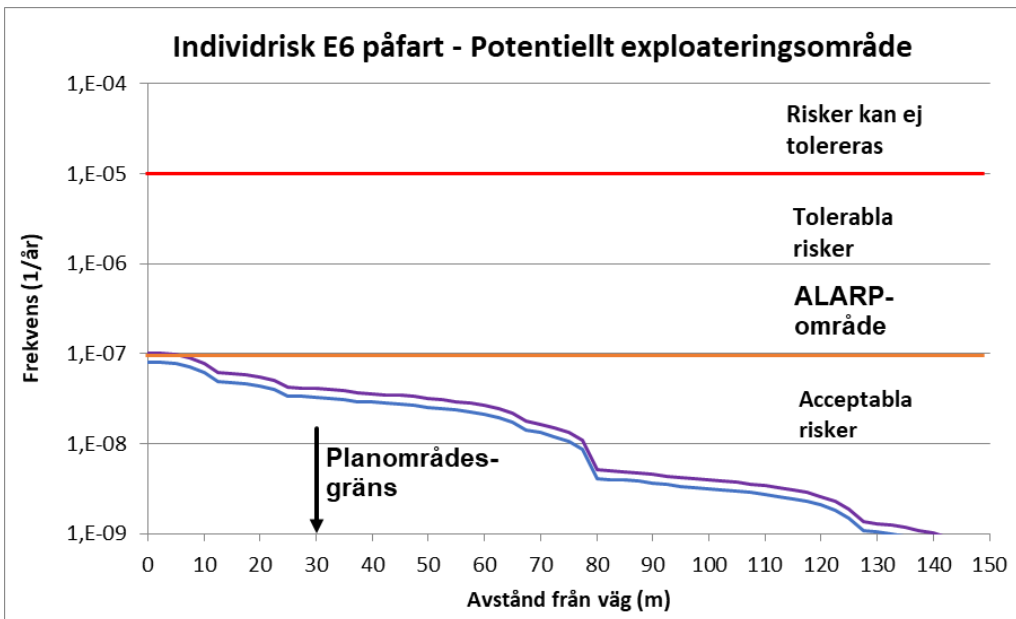
6.2.1 Individrisk

I Figur 14 visas individrisken i området på grund av farligt gods på Marstrandsvägen och i Figur 15 visas individrisken från E6:ans påfart. Ursprungsberäkningen visas med blå linje och osäkerhetsanalysen, med 25 % fler transporter, visas med lila linje.

Enligt beräkningarna är individrisken från både Marstrandsvägen och påfartsvägen på en acceptabel nivå inom hela området både i ursprungs- och i osäkerhetsberäkningen. Att individrisken från påfartsvägen skiljer sig något från vid området Biltema beror på att beräkningarna har tagit hänsyn till att Biltemas område ligger cirka 3 meter högre än vägen medan det potentiella exploateringsområdet ligger på samma nivå.



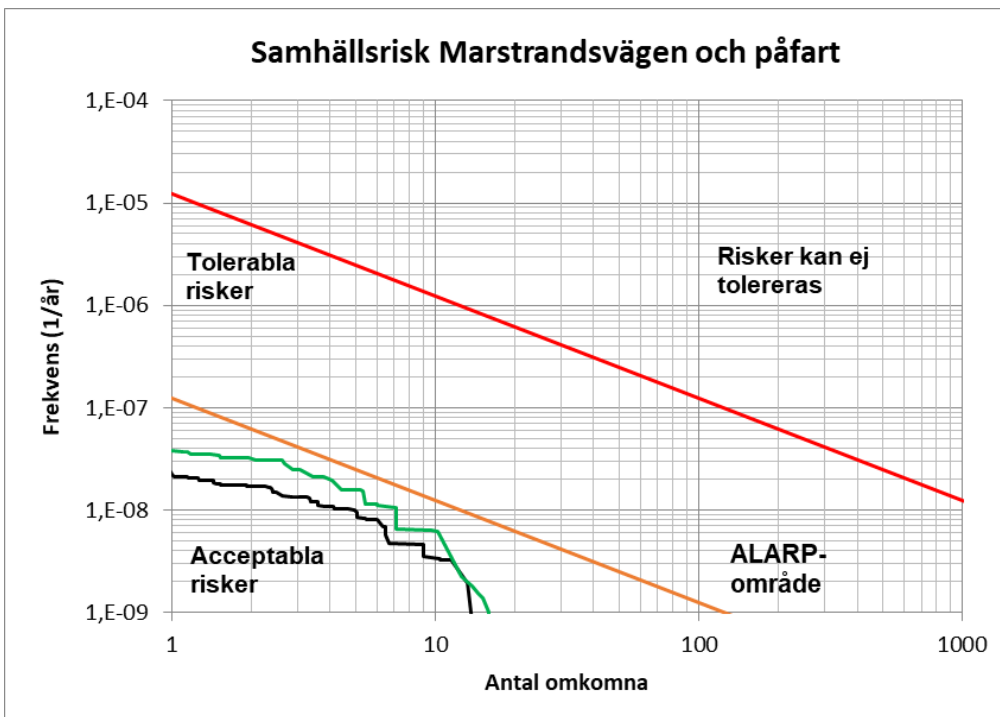
Figur 14. Individrisk vid planområdet längs Marstrandsvägen.



Figur 15. Individrisk vid planområdet längs E6:ans påfartsväg.

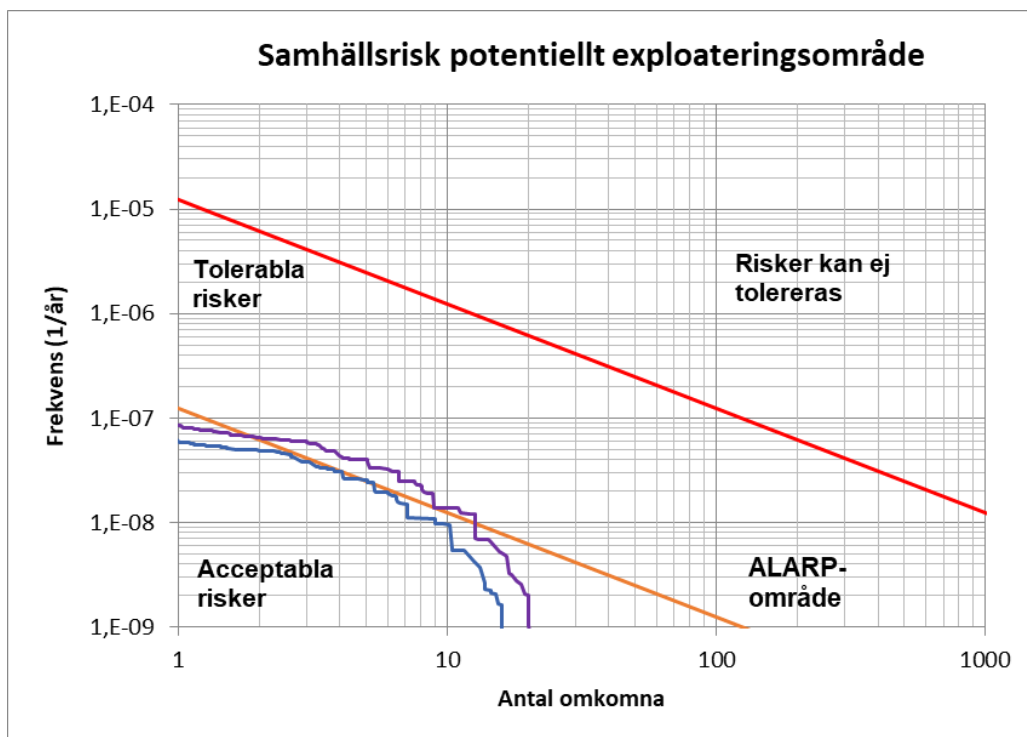
6.2.2 Samhällsrisk

I Figur 16 visas samhällsrisken för det potentiella exploateringsområdet från Marstrandsvägen respektive E6:ans påfart. Samhällsrisken från Marstrandsvägen visas med svart linje och påfartsvägen med grön linje. Figuren visar att påfartsvägen bidrar till lite större risk jämfört med Marstrandsvägen.



Figur 16. Samhällsrisk vid planområdet från Marstrandsvägen (svart linje) och påfartsväg (grön linje).

I Figur 17 visas den sammanslagna risken för det potentiella exploateringsområdet tillsammans med osäkerhetsanalysen. Ursprungsberäkningen visas med blå linje och osäkerhetsanalysen, med 25 % fler transporter och personer i området, visas med lila linje. Resultatet visar att samhällsrisken ligger precis på gränsen till ALARP-området i ursprungsberäkningen och överskrider gränsen i osäkerhetsberäkningen. Detta medför att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. De dimensionerande olycksscenarioerna är även i detta område olyckor med brandfarliga gaser, klass 2.1 (BLEVE, molnbrand, gasmolnsexplosion och jetflamma).



Figur 17. Sammanslagen samhällsrisk för potentiellt exploateringsområde. Ursprungsberäkning visas med blå linje och osäkerhetsanalysen med lila linje.

7 Diskussion och slutsats

7.1 Område Biltema

Riskberäkningarna för individrisken visar att risknivån ligger i ALARP-området inom cirka 110 meter från E6. Detta område bör inte inbjuda till stadigvarande vistelse. Parkering anses inte inbjuda till stadigvarande vistelse och är därför acceptabelt innanför 110 meter från E6.

Samhällsrisken för område Biltema hamnar inom ALARP-området vilket medför att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. Både E6 och påfartsvägen dimensionerande för den totala samhällsrisken och därför borde åtgärder gälla mot båda vägarna.

Åtgärder som föreslås består av att byggnaderna skall utformas så att de kan motstå eller fördröja konsekvenserna som de dimensionerande olyckorna kan leda till. I praktiken innebär detta krav på brandklass EI30 eller svårantändligt material på fasader samt att de ska kunna motstå den påfrestning som en gasexplosion kan leda till. Minsta avståndet mellan transportled och bebyggelse inom planområdet är cirka 70 meter. Enligt tidigare riskutredning är påfrestningen på byggnadsdel på 70 meters avstånd från en gasexplosion 2,5 kPa i reflekterat tryck och 737 Pas i reflekterad impulstäthet (Norconsult, 2018), påfrestningen avtar med avståndet från explosionscentrum enligt *Figur 4 i Bilaga 2*. Dessa angivna explosionslaster gäller för gasexplosioner på öppna ytor vilket anses som det mest troliga scenariot i detta fall. I beräkningarna tas även hänsyn till osäkerheter i skyddseffekterna och att alla explosioner inte kan klassas som öppen yta.

Inom planområdet föreslås brandklass EI30 på fasader inom 150 meter som vetter mot E6 och påfartsvägen samt svårantändligt material på resterande fasader, se *Figur 18* för vilka fasader detta gäller för senaste byggnadsförslag. Vidare föreslås att byggnader ska dimensioneras för att fortskridande ras inte inträffar vid en explosion med 2,5 kPa i reflekterat tryck och 737 Pas i reflekterad impulstäthet.

Beräkningarna baseras på en nivåskillnad mellan bebyggelse och väg på cirka 3 meter. Vid den här nivåskillnaden är det främst riskerna från mindre utsläpp som reduceras. Vid en större nivåskillnad, över 5 meter, ger terrängen bättre skydd även mot större utsläpp, till exempel de dimensionerande olyckorna i klass 2.1. Ett alternativ till fasadåtgärder skulle därför kunna vara att skapa en nivåskillnad på mer än 5 meter mellan väg och planområde, alternativt anlägga en vall och på så sätt skapa nivåskillnaden.

Att anordna ventilationen på byggnaderna på sådant sätt att friskluften tas från ett högt läge och så långt bort från transportleden för farligt gods som möjligt är en effektiv skyddsåtgärd för att inte få in brandfarliga och giftiga gaser i byggnaderna. Friskluftsintaget bör placeras minst 8 meter över riskkällans nivå alternativt på byggnadens tak.

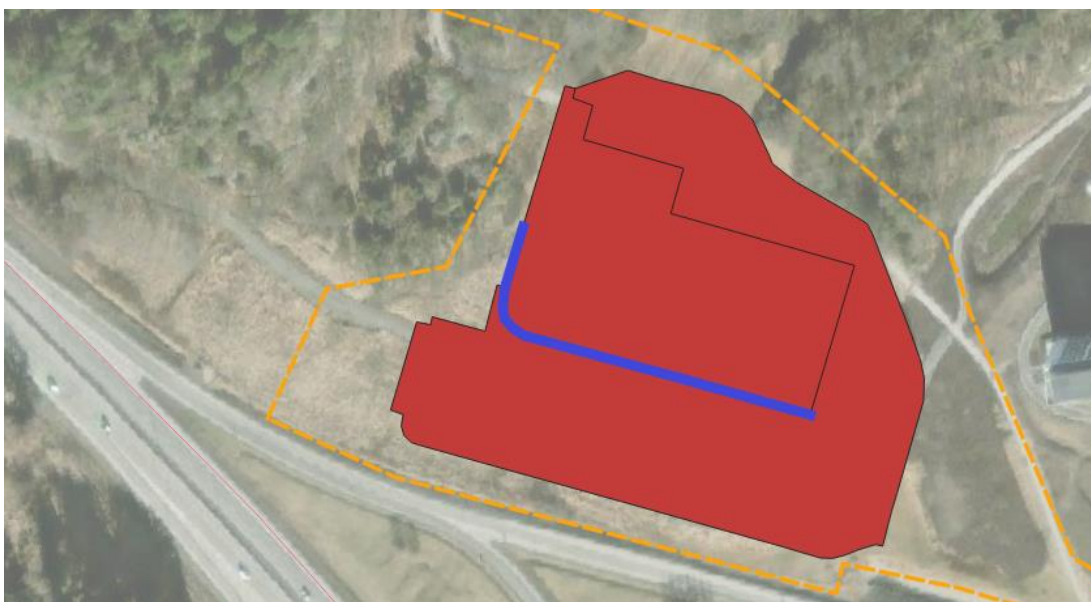
Ytterligare en åtgärd som anses effektiv är att se till att inga byggnader enbart kan utrymmas i riktning mot leden där det transporteras farligt gods. Sker en olycka på transportleden ska ingen tvingas utrymma i riktning mot olyckan.

Sammantaget föreslås följande åtgärder för området vid Biltema:

- Ytan inom 110 meter från E6 ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse. Parkering är okej
- Skapa skyddsåtgärder för att motstå och fördröja dimensionerande olyckor antingen genom:
 - Alternativ 1: Fasader inom 150 meter som vetter mot E6 och påfartsväg byggs i minst EI 30 och svårantändligt material på resterande fasader, se *Figur 18*. Byggnaderna ska även

dimensioneras för att fortskridande ras inte inträffar vid en explosion med 2,5 kPa i reflekterat tryck och 737 Pas i reflekterad impulstäthet.

- Alternativ 2: Skapa en nivåskillnad, antingen genom högre marknivå eller genom vall, på minst 5 meters skillnad mellan väg och planområde/vall.
- Friskluftsintag bör placeras minst 8 meter ovanför leden samt vara vänt bort från E6 och påfartsvägen eller placeras på byggnadens tak.
- Utrymning bör vara möjlig bort från E6 och påfartsvägen.



Figur 18. Blå del av fasad byggs i minst EI 30 enligt alternativ 1 ovan, resterande fasader i svårantändligt material.

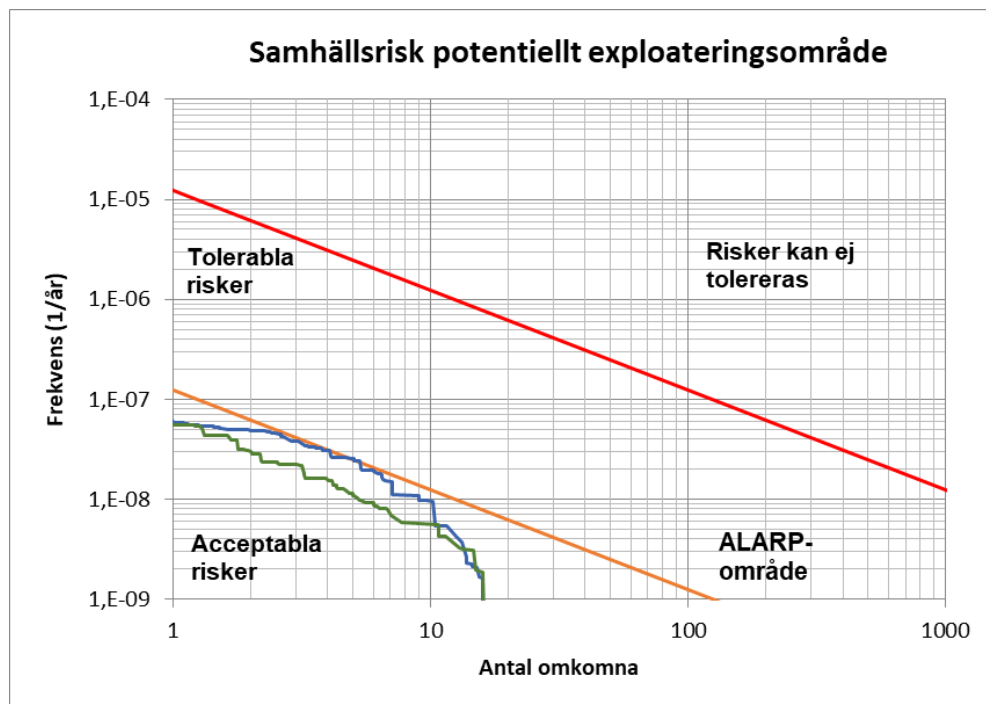
7.2 Potentiellt exploateringsområde

Individrisken från både Marstrandsvägen och E6:ans påfartsväg ligger inom acceptabla risknivåer. Detta innebär att inga riskreducerande åtgärder måste vidtas med hänseende till individrisken.

Samhällsrisken ligger i nedre delen av ALARP-området i osäkerhetsanalysen vilket medför att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. Eftersom risknivån ligger i nedre delen av ALARP-området är det rimligt att åtgärderna inte behöver vara lika omfattande som för Biltema-området.

Eftersom det inte finns något bebyggelseförslag inom området är beräkningarna baserade på att byggnaderna kan hamna vart som helst inom området. Ett konservativt antagande är dessutom att det mest persontäta användningsområdet, restaurang, placeras på den västra tomten nära både påfartsvägen och Marstrandsvägen.

Den mest effektiva åtgärd som kan vidtas är att placera byggnaderna så långt bort som transportleder med farligt gods som möjligt. För planområdet Gärdet 1:1 betyder det att det mest persontäta användningsområdet borde placeras i den östra tomten. Figur 19 visar att om restaurang placeras i östra tomten och verksamhet eller handel i västra så kommer samhällsrisken ner i acceptabla risknivåer. I figuren visas ursprungsberäkningen med blå linje och med restaurang i östra tomten med grön linje.



Figur 19. Samhällsrisik vid potentiellt exploateringsområde. Blå linje visar restaurang på västra tomten, grön linje restaurang på östra tomten.

Åtgärderna som förslås skiljer sig därför åt ifall användningsområdet restaurang placeras i östra eller västra tomten. Om en restaurang placeras i västra tomten bör fasader som vetter mot Marstrandsvägen och påfartsvägen vara i brandklass EI30, se Figur 20. Om restaurangen placeras i östra tomten anses detta vara en tillräcklig åtgärd för att risknivåerna ska vara acceptabla med enbart mindre, mer allmänna skyddsåtgärder. De allmänna skyddsåtgärderna som förslås i hela området oavsett användningsområde är följande:

- Friskluftsintag bör placeras minst 8 meter ovanför leden samt ej vara vänt mot Marstrandsvägen eller påfartsvägen alternativt placeras på byggnadens tak.
- Utrymning bör vara möjlig bort från Marstrandsvägen och påfartsvägen.



Figur 20. Om restaurang placeras i västra tomten bör fasader som är vända mot de blåa sträcken vara i brandklass EI30.

7.3 Övriga identifierade riskkällor

7.3.1 Drivmedelsstation

Enligt Länsstyrelsen i Stockholm ska ett minimumavstånd på 50 meter hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (till exempel uteservering eller lekplats). Till kontor och liknande verksamheter skall ett minsta avstånd på 25 meter upprätthållas. Med tanke på att närmsta avstånd från planområdesgräns till närmaste drivmedelstation är över 50 meter anses risker från de närliggande drivmedelstationerna vara acceptabla inom hela det planerade bebyggelseområdet.

7.3.2 Biltema hantering farligt gods

För riskutredningar för transport av farligt gods burkar bara bulktransporter som kan orsaka större konsekvenser tas med i beräkningarna. Transporterna till och från Biltema bedöms utgöra styckegods och har därför inte tagits med i beräkningarna.

Vad gäller hantering av brandfarliga varor inne i butiken kommer alla brandfarliga varor förvaras i 100 % invallning i kembutik och kemlager. Bedömningen är att Biltemas hantering av ADR-klassade varor inte utgör någon påverkan på resultatet i den här riskutredningen för transporter av farligt gods.

8 Referenser

- Brand och Riskteknik Sverige AB. (2022). *Risicanalys - Ängegårde 5:1, Kungälv*. Brand och Riskteknik Sverige AB.
- Länsstyrelsen. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen*. Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län.
- Miljöbalken. (1998:808).
- MSB. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter*. MSB.
- Norconsult. (2009). *Stora Högamotet Jörlanda-Berg 1:95 mfl, Stenungsunds kommun - Riskutredning avseende tankstation och transport av farligt gods*. Norconsult 2009-06-24.
- Norconsult. (2010). *Gårda 1:15, 2:12 och 3:12. Riskutredning avseende transport av farligt gods*. Norconsult 2010-02-18.
- Norconsult. (2018). *Stenungsunds centrum, dagligvaruhandel - Riskutredning farligt gods*. Norconsult 2018-01-24.
- Plan-och bygglagen. (2010:900).
- Rtj Storgöteborg. (2004). *Riktlinjer för riskbedömningar*. Göteborg: Räddningstjänsten Storgöteborg.
- SIS. (2018). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering – Vägledning*. Stockholm: Utgåva 2, ICS: 03.100.01.
- SRV. (1996). *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*. Räddningsverket.
- SRV. (1997). *Värdering av risk; FoU rapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- TRAFÄ. (2019). *Lastbilstrafik 2000–2018. Årliga rapporter utgivna av TRAFÄ (f.d. SIKÄ) tillsammans med SCB*.
- Trafikverket. (2022). *Effektsamband för transportsystemet – Fyrstegsprincipen Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, 2022-04-01*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2023). *Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2017-2040-2065*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från Trafikverket.
- Trafikverket. (2023). *Vägtrafikflödeskartan*. Hämtat från Trafikverket:
<https://vtf.trafikverket.se/tmg101/AGS/tmg102.aspx?punktnrlista=6230131&laenkrollista=1&typ=Stickprov>
- ØSA. (2004). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*. Øresund Safety Advisers AB.

Bilaga 1 – Beräkning av risker transport av farligt gods på väg

Innehåll

1	Beräkning av sannolikhet för olycka	3
2	Händelseträd	7
2.1	Händelseträd från RBM II	7
2.1.1	Klass 2.1	7
2.1.2	Klass 2.3	8
2.1.3	Klass 3	8
2.2	Klass 1	9
2.3	Klass 5.1	10
3	Konsekvenser av scenario	12
3.1	Klass 1	13
3.1.1	Skador på bebyggelsen	15
3.1.2	Skador utomhus	16
3.2	Klass 5.1	17
3.3	Individrisk	17
	Referenser	18

Riskberäkningsmetoden bygger på den GIS-modell som beskrivs i Kallin (2019). För en fullständig beskrivning av modellen hänvisas till den rapporten. Denna bilaga är en sammanfattning av de mest väsentliga delarna och vad dessa baseras på.

Riskberäkningsmetoden kan delas upp i fyra steg. Steg 1, 2 samt 4 genomförs i excelblad och steg 3 genomförs i GIS-programmet QGIS.

1. Beräkning av sannolikhet för olyckor med olika ämnen
2. Beräkning av sannolikhet av olika scenarier utifrån händelseträd
3. Beräkning av konsekvenserna av dessa scenarier avseende antalet omkomna utomhus och inomhus
4. Sammanräkning av resultaten som individrisk och samhällsrisk

1 Beräkning av sannolikhet för olycka

Sannolikheten för en olycka med transport av farligt gods beräknas utifrån de av Trafikverket angivna sannolikheter för personskadeolyckor per fordonskilometer på en vägsträcka av den aktuella typen (Vägverket 2008). Olycksrisken för enstaka fordon har beräknats ur risken per fordonskilometer för olyckor på vägsträckan med antagandet en viss andel av olyckorna är singelolyckor och resten olyckor har två fordon inblandade. Uppgifterna om hur stor andel av olyckorna är singelolyckor fås från rapporten Farligt gods – Riskbedömning vid transport (SRV 1996).

Antal transporter med de olika klasser farligt gods ger sedan antalet olyckor med transporter av de olika klasser farligt gods per kilometer. Att sannolikheten beräknas per kilometer beror på att vägsträckan som skall användas i sannolikhetsberäkningar varierar beroende på vilket scenario som är aktuellt. Ingångsdata och beräkningsresultaten för sannolikhet för olyckor finns i *figur 1.1, 1.2 och 1.3* för E6, Marstrandsvägen respektive E6:ans påfartsväg.

Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Riskutredning Biltema Kungälv	2023-08-22
Olycksrisk				
Risk för olycka	8,60E-08	1/fordonskm, år		
Andel singelolyckor	0,30			
Olycksrisk fordon	1,61E-07	1/km, år		
Område enl nedan	1	ange siffervärde		
Sannolikhet utströmning > 100 kg				
Område		Kondenserade gaser	Vätskor	
Motorväg	1	0,052	0,101	
Utanför tätort	2	0,034	0,077	
Inom tätort	3	0,006	0,021	
Mellan Motorväg 90 km/h	4	0,043	0,089	
Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och natttid				
Andel transporter dagtid	0,7			
Faktor för osäkerhetsanalys (1,0 i vanliga fall 1,25 vid osäkerhetsanalys)	1			
	antal transporter totalt	risk>100 kg	utsläppsrisk dag/km,år	utsläppsrisk natt/km,år
Klass 1, massexplösiv	10,0	1	1,1E-06	4,8E-07
Klass 2.1	5600,0	0,052	3,3E-05	1,4E-05
Klass 2.3	22,9	0,052	1,3E-07	5,7E-08
Klass 3, bensin	31125,0	0,101	3,5E-04	1,5E-04
Klass 5.1, explosionsrisk	520,0	0,101	5,9E-06	2,5E-06
Bredd på hus första raden [m]	70			
Medelavstånd till område inne [m]	120			
Medelavstånd till område ute [m]	65			
Områdets längd längs leden [m]	220			

Figur 1.1 Ingångsdata för riskberäkning för E6

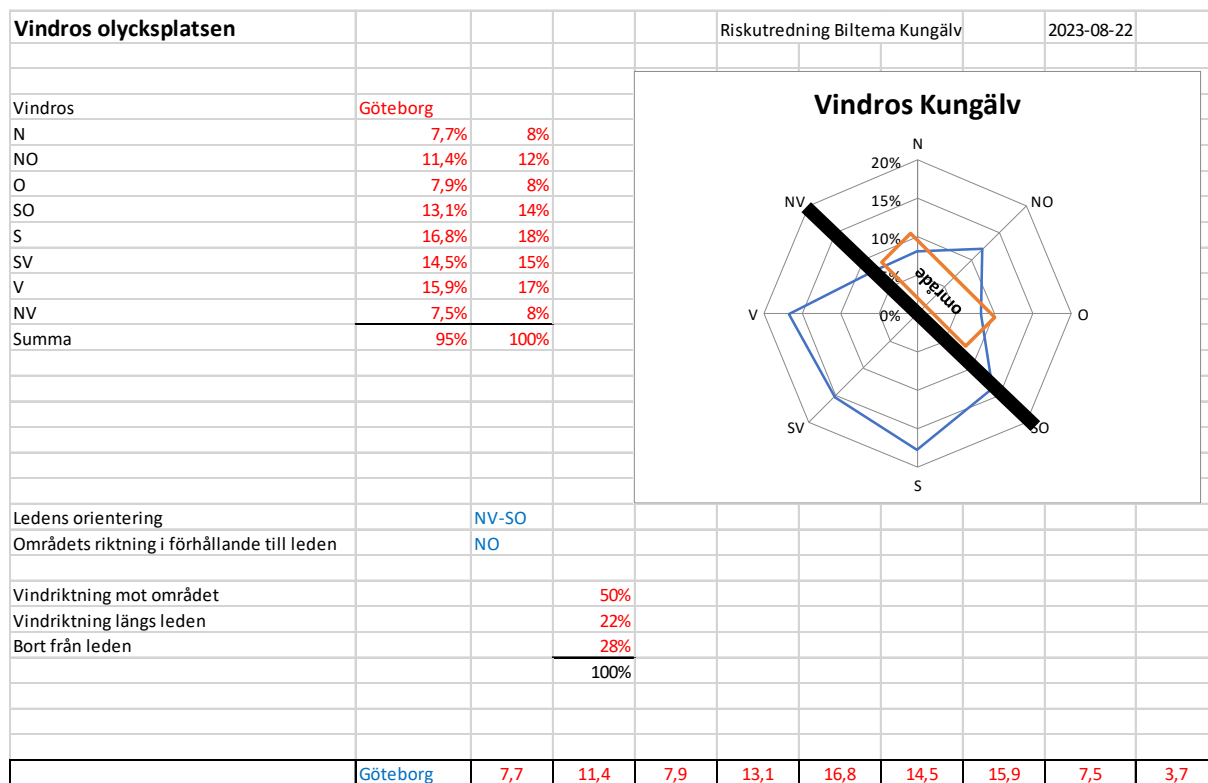
Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Riskutredning Biltema Kungälv		2023-08-22
Olycksrisk					
Risk för olycka	3,15E-07	1/fordonskm, år			
Andel singelolyckor	0,15				
Olycksrisk fordon	6,41E-07	1/km, år			
Område enl nedan	3	ange siffervärde			
Sannolikhet utströmning > 100 kg					
Område		Kondenserade gaser	Vätskor		
Motorväg	1	0,052	0,101		
Utanför tätort	2	0,034	0,077		
Inom tätort	3	0,006	0,021		
Mellan Motorväg 90 km/h	4	0,043	0,089		
Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och nattetid					
Andel transporter dagtid	0,7				
Faktor för osäkerhetsanalys (1,0 i vanliga fall 1,25 vid osäkerhet)	1				
	antal transporter totalt	risk>100 kg	utsläppsrisk dag/km,år	utsläppsrisk natt/km,år	
Klass 1, massexplösiv	0,0	1	0,0E+00	0,0E+00	
Klass 2.1	102,0	0,006	2,7E-07	1,2E-07	
Klass 2.3	0,0	0,006	0,0E+00	0,0E+00	
Klass 3, bensin	766,5	0,021	7,2E-06	3,1E-06	
Klass 5.1, explosionsrisk	0,0	0,021	0,0E+00	0,0E+00	
Bredd på hus första raden [m]	45				
Medelavstånd till område inne [m]	60				
Medelavstånd till område ute [m]	10				
Områdets längd längs leden [m]	250				

Figur 1.2 Ingångsdata för riskberäkning för Marstrandsvägen

Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Riskutredning Biltema Kungälv		2023-08-22
Olycksrisk					
Risk för olycka	8,00E-08	1/fordonskm, år			
Andel singelolyckor	0,30				
Olycksrisk fordon	1,50E-07	1/km, år			
Område enl nedan	4	ange siffervärde			
Sannolikhet utströmning > 100 kg					
Område		Kondenserade gaser	Vätskor		
Motorväg	1	0,052	0,101		
Utanför tätort	2	0,034	0,077		
Inom tätort	3	0,006	0,021		
Mellan Motorväg 90 km/h	4	0,043	0,089		
Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och nattetid					
Andel transporter dagtid	0,7				
Faktor för osäkerhetsanalys (1,0 i vanliga fall 1,25 vid osäkerhet)	1				
	antal transporter totalt	risk>100 kg	utsläppsrisk dag/km,år	utsläppsrisk natt/km,år	
Klass 1, massexplisiv	0,0	1	0,0E+00	0,0E+00	
Klass 2.1	211,0	0,043	9,5E-07	4,1E-07	
Klass 2.3	0,0	0,043	0,0E+00	0,0E+00	
Klass 3, bensin	1358,3	0,089	1,3E-05	5,4E-06	
Klass 5.1, explosionsrisk	0,0	0,089	0,0E+00	0,0E+00	
Bredd på hus första raden [m]	60				
Medelavstånd till område inne [m]	70				
Medelavstånd till område ute [m]	30				
Områdets längd längs leden [m]	220				

Figur 1.3 Ingångsdata för riskberäkning för E6:ans påfartsväg

I figur 2 visas vindrosen som används vid beräkningar av vissa scenarier med gasutsläpp. Beräkningen av andelen av tiden som vinden kan föra gasen mot området respektive längs vägen framgår. Närmaste mätstation där det finns tillgänglig vindstatistik från SMHI (SMHI 2006) har använts i beräkningarna. Figur 2 visar vindrosen för område Biltema, för det potentiella exploateringsområdet har samma vindstation använts men att ledens riktning går i V-O riktning och området ligger norr om leden.



Figur 2. Vindros för planområdet.

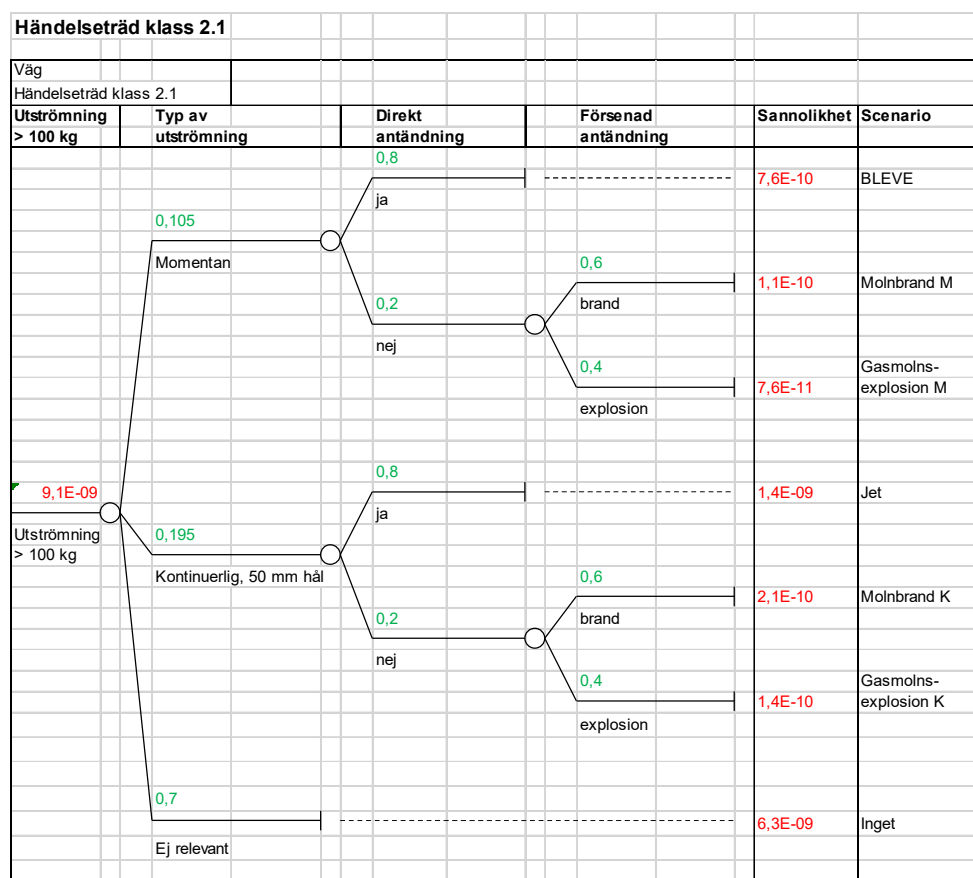
2 Händelseträäd

Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 har kopierats från RBM II och presenteras i *avsnitt 2.1*. Händelseträden för klasserna 1.1 och 5.1 är till viss del baserade på uppgifter från RBM II och beskrivs mer i detalj under deras underkategori. I beräkningsmodellen finns händelseträäd för dag och nattscenarion och det som skiljer dem åt är den initiala olycksfrekvensen som kan ses i *figur 1*.

2.1 Händelseträäd från RBM II

Den initiala olycksfrekvensen för händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 beräknas enligt *avsnitt 1* och resterande delen av händelseträdet baseras på RBM II. RBM II skiljer på om utsläppet sker momentant eller kontinuerligt för de berörda klasserna. Om utsläppet sker momentant släpps hela innehållet av det farliga godset ut på en gång. Om utsläppet däremot sker kontinuerligt släpps innehållet ut över en längre tid och baseras på att ett hål på 5 cm uppkommer i tanken på tankvagnen. För klass 3 skiljer man på utsläppets storlek istället för om utsläppet är momentant eller kontinuerligt. Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 kan ses i *figur 3 – figur 5*.

2.1.1 Klass 2.1



Figur 3. Händelseträäd olycka brandfarlig gas.

2.1.2 Klass 2.3

Händelseträäd klass 2.3			
Väg			
Händelseträäd klass 2.3			
Olycksfrekvens	Utströmning	Sannolikhet	Scenario
3,9E-06	Momentant	0,105	4,1E-07 Momentant utsläpp
	Kontinuerligt 5 cm hål	0,195	7,6E-07 Kontinuerligt utsläpp
	Ej relevant	0,7	2,7E-06 Inget

Figur 4. Händelseträäd för olycka giftiga gaser.

2.1.3 Klass 3

Händelseträäd klass 3.1				
Väg				
Händelseträäd klass 3				
Utströmning > 100 kg	Typ av utströmning	Direkt antändning	Sannolikhet (per km)	Scenario
1,4E-04	Hela innehållet	ja	0,13	2,7E-06 Pölbrand
		nej	0,87	1,8E-05 Ingen
0,60	5,0 m ³	ja	0,13	1,1E-05 Pölbrand
		nej	0,87	7,3E-05 Ingen
0,25	0,5 m ³			3,5E-05 Ingen

Figur 5. Händelseträäd för mycket brandfarliga vätskor i klass 3.

2.2 Klass 1

Sannolikheten för en olycka med massexplosiva sprängämnen framgår av *figur 1*.

Vid en olycka finns olika utfall som här förenklas till följande:

- ingen brand eller explosion,
- explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan,
- brand i fordon som inte leder till explosion,
- brand i fordon som leder till explosion.

Sannolikhet för explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan

Sprängämnen som transporteras antas vara av emulsionstyp som är den typen som huvudsakligen används inom gruvindustrin. Ett antal studier har rapporterats (ERM 2008, FOA 2000) som visar att den hastighet som krävs för att en stöt skall leda till explosion av sprängämnet är jämförbara med typiska hastigheter för kulor från skjutvapen (500 m/s dvs. 1800 km/t). Vid förhöjda temperaturer sänks visserligen denna hastighet men ligger fortfarande vida över vad som förekommer vid en olycka.

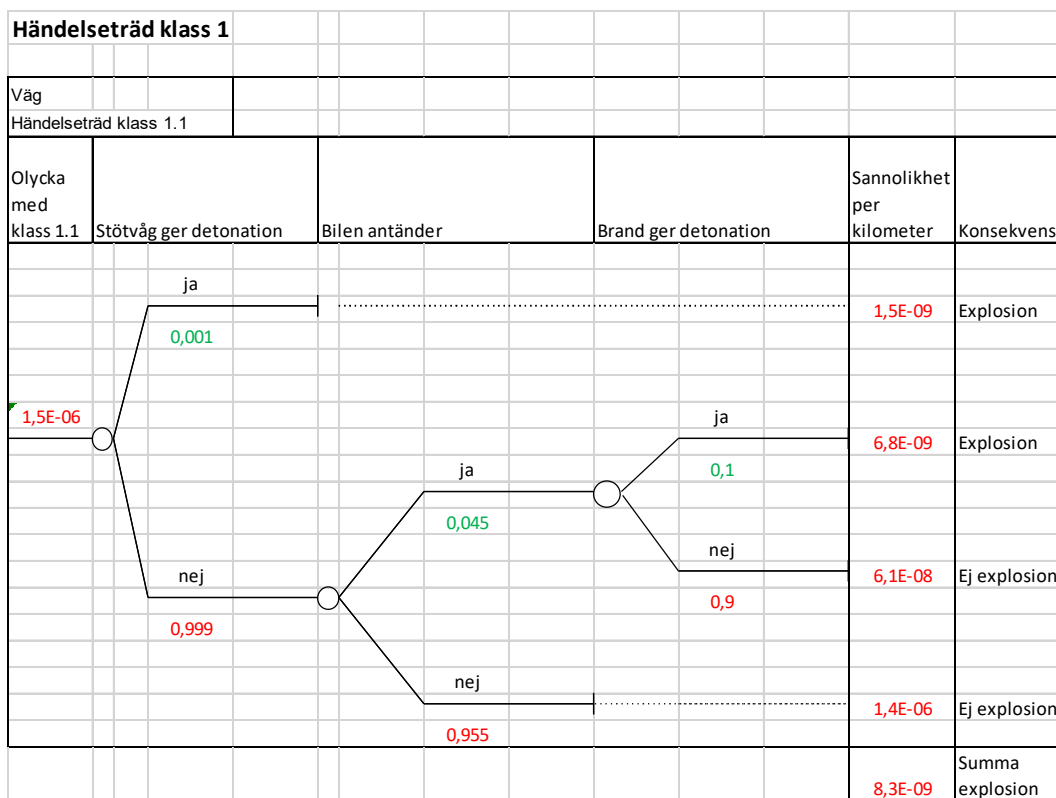
Tidigare studier har visat att den kritiska hastigheten för att en projektil skall leda till en explosion för ett emulsionssprängämne är några tiotals gånger större än för dynamit. En studie med fallvikter på nitroglycerinbaserade sprängämnen har visat att sannolikheten för antändning låg under 0,1 %. I studien simulerades den stöten som skulle orsakas av ett fall på 12 m.

Sammantaget bedöms det att sannolikheten för detonation på grund av stöt vid en olycka med emulsionssprängämnen ligger under 0,1 %. Detta värde kommer att användas vid sannolikhetsberäkningarna.

Sannolikhet för detonation på grund av brand

Sannolikheten för att en olycka leder till en fordonsbrand beräknas utifrån statistik från USA då pålitlig svensk statistik saknas. Enligt statistiken (NFPA 2012, FEMA 2008, USCB 2012) förekom det under perioden 2005–2009 ca 52,7 miljoner trafikolyckor på motorvägar i USA. Av dessa var lastbilar inblandade i ca 3,1 % eller 1,6 miljoner olyckor. Av trafikolyckorna på motorväg under perioden 2005–2009 ledde ca 1,13 miljoner till brand i fordon. Av dessa olyckor med brand i fordon berörde ca 6,4 % eller 72 600 lastbilar. Andelen trafikolyckor med lastbilar som ledde till brand är således $72\,600/1\,600\,000 = 4,5\%$ under 2005–2009 i USA. Denna siffra används som sannolikhet för att lastbil fattar eld vid en olycka.

Sannolikheten att en brand leder till detonation av sprängämnet uppskattas grovt till 10 %. Händelseträdet för hela händelseförloppet vid olycka med sprängämnen visas i *figur 6*.



Figur 6. Händelseträdd för olycka med sprängämnen, klass 1.1.

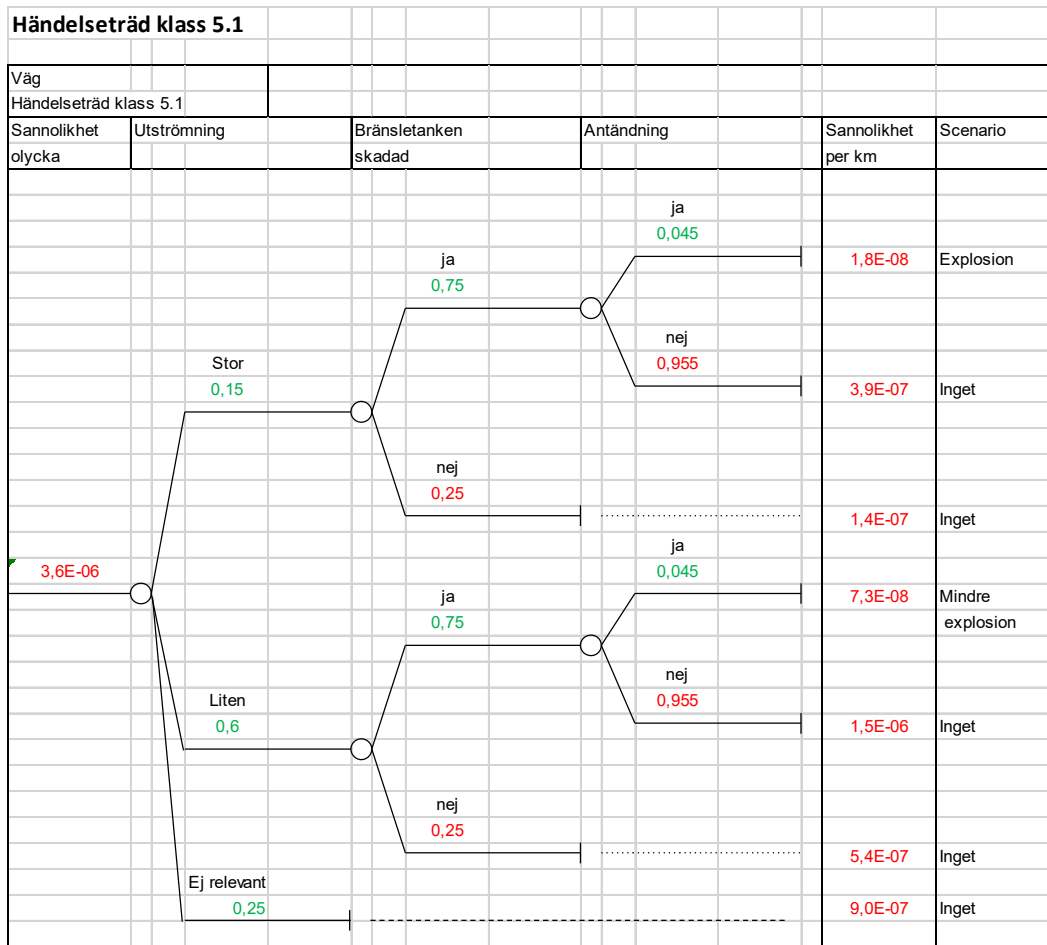
2.3 Klass 5.1

Detta scenario baseras på att transporterna sker som ammoniumnitrat som vid blandning med dieselolja kan leda till en explosion som motsvarar 3 ton TNT vid ett stort utsläpp av ammoniumnitrat och cirka hälften vid ett mindre utsläpp. Detta överskattar explosionens kraft eftersom den blandning som kommer att ske om båda ämnena rinner ut vid en olycka inte räcker för att åstadkomma ett effektivt sprängämne vilket egentligen kräver en ganska exakt blandning av dessa ämnen.

För att en olycka med en transport med oxiderande ämnen skall leda till betydande konsekvenser krävs att det oxiderande ämnet blandas med dieselolja och att blandningen antänds. För att detta skall ske måste flera förutsättningar vara uppfyllda:

1. Ett betydande utsläpp av oxiderande ämnen måste ske.
2. Utsläpp av dieselolja måste ske.
3. Blandningen måste antändas.

Sannolikheten för detta framgår av händelseträdet i *figur 7* nedan. Händelseträdet är baserat på statistik för tunnväggiga tankbilar.



Figur 7. Händelseträd oxiderande ämnen i klass 5.1 som kan orsaka explosion.

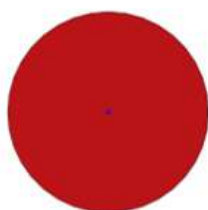
3 Konsekvenser av scenario

Detta steg görs i QGIS där antalet omkomna i var och ett av scenarierna beräknas med ekvationen nedan.

$$N = \text{Överlappande område} \times \text{sannolikhet omkomna} \times \text{befolkningstäthet}$$

Det överlappande området är det område som påverkas av ett effektområde för de olika scenarierna. Sannolikheter för omkomna (P) samt effektområdets form och storlek kan ses i *figur 8*. För klass 2.1, klass 2.2 och klass 3 har sannolikhet för omkomna och effektområdets storlek tagits från den nederländska beräkningsmetoden RBM II. För klass 1.1 och klass 5.1 beskrivs mer i detalj hur sannolikheterna och effektområdets storlek har beräknats i *avsnitt 3.1* respektive *3.2*.

Klass 1 och klass 5



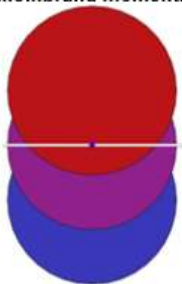
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	130 meter	72 meter	57 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

Jet



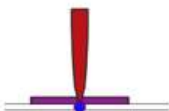
	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (halva längd)	37 meter	40 meter
Minor axis (halva bredd)	20 meter	34 meter
Avstånd centrum	29,5 meter	29,5 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,5

Molnbrand momentan



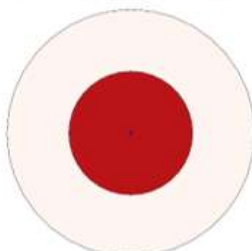
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	93 meter	93 meter	93 meter
Avstånd centrum	60 meter	0	-60 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

Molnbrand kontinuerlig



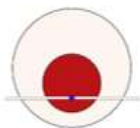
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	50 meter	50 meter
Maximala bredd	8,5 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

Gasexplosion momentan



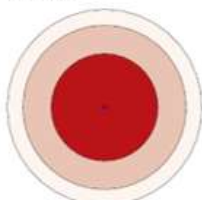
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	126 meter	252 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

Gasexplosion kontinuerlig



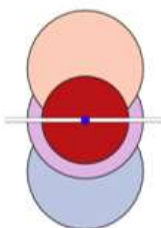
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	33 meter	67 meter
Avstånd centrum	16,5 meter	33,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

BLEVE



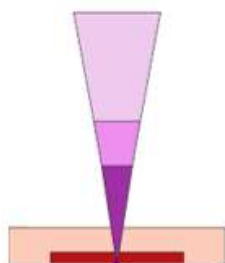
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	80 meter	108 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,3

Giftiga gaser momentan



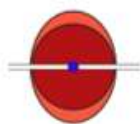
	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	30 meter	40 meter	40 meter	40 meter
Avstånd centrum	0	35 meter	0	-35 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

Giftiga gaser kontinuerligt



	Vind mot (lila yta), effektområde 1	Vind mot (lila yta), effektområde 2	Vind mot (lila yta), effektområde 3	Vind längs (röd yta), effektområde 1	Vind längs (röd yta), effektområde 2
Maximala längd	100 meter	145 meter	255 meter	135 meter	220 meter
Maximala bredd	31 meter	47 meter	88 meter	13 meter	38 meter
P (inne)	0,1	0,06	0,03	0,1	0,03
P (ute)	1	0,6	0,3	1	0,3

Pölbrand



	Pölbrand stor		Pölbrand liten	
	Effektområde 1	Effektområde 2	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (Halva längd)	24 meter	32 meter	11 meter	16 meter
Minor axis (Halva bredd)	23 meter	24 meter	10 meter	12 meter
P (inne)	1	0	1	0
P (ute)	1	0,12	1	0,4

Figur 8. Effektområdenas form och sannolikhet för omkomna. Figuren är ej skalenlig.

3.1 Klass 1

Vid beräkning av explosionslast utgår från en explosion av 16 ton TNT. Mängden sätts till 16 ton då detta är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras i en vägtransport. Att välja TNT görs för att inte underskatta explosionsstyrka, ämnet som transporteras mest är ANFO vars explosionsstyrka ligger på ca 82 % av TNT. För att inte underskatta riskerna väljs dock TNT.

Explosionens övertryck och impuls har beräknats nedan. Både oreflekterade och reflekterade värden har beräknats. De reflekterade värdena är aktuella när explosionen träffar en yta som är riktat vinkelrät mot explosionen. De oreflekterade värdena gäller för ytor som är riktade i samma riktning som explosionen.

Explosionsstyrkan beräknas med hjälp av *figur 9 och 10* som tagits från rapporten Dynamisk lastpåverkan – Referensbok (SRV 2005). För en närmare förklaring av beräkningsmetoden hänvisas till denna rapport.

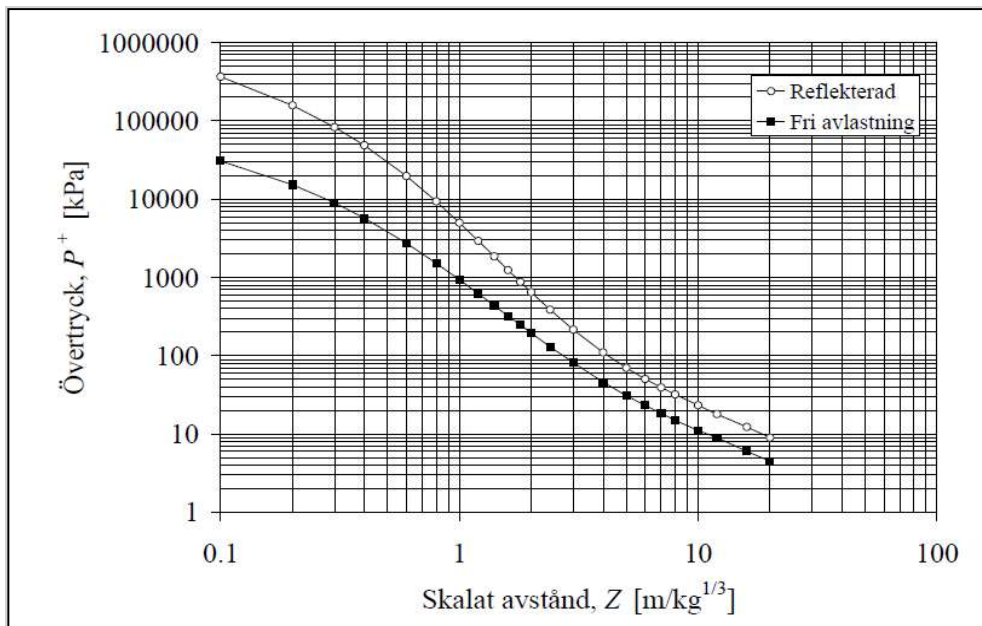
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

$$Z = \frac{R}{M^{1/3}}$$

R = avstånd från explosionscentrum (m)

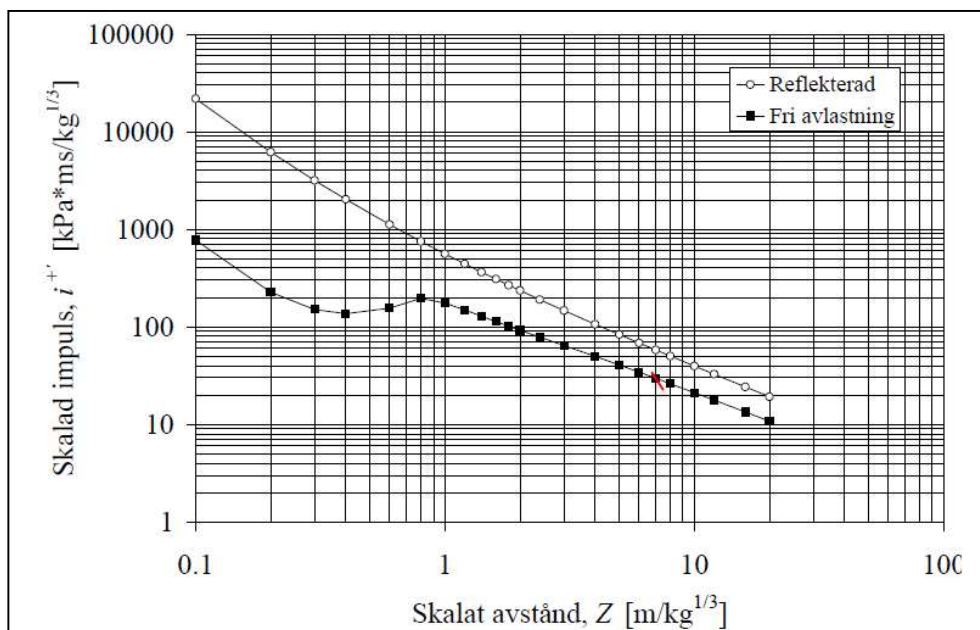
M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

Figur 9 ger övertrycket p_+



Figur 9. Reflekterat och oreflekterat övertryck som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

Figur 10 ger den skalade impulsen delat med kubikroten ur mängden sprängämne: $i_+/M^{1/3}$. Den skalade impulsintensiteten räknas sedan ut genom att multiplicera med $M^{1/3} = 16000^{1/3} = 25,2 \text{ kg}^{1/3}$.



Figur 10. Reflekerat och oreflekerat impulsintensitet som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

Resultaten visas i *tabell 1*.

Tabell 1. Reflekerat och oreflekerat tryck och impultstäthet som funktion av avståndet till explosionscentrum.

Avstånd	Z	p^+	p_r	i^+	i_r
m	m/kg ^{1/3}	kPa	kPa	kPas	kPas
25	1,0	900	5000	4,8	14,0
50	2,0	200	750	2,3	6,3
63	2,5	120	400	1,8	4,3
75	3,0	80	220	1,6	3,3
100	4,0	45	110	1,3	2,6
125	5,0	33	70	1,0	2,0
150	6,0	23	50	0,9	1,8
175	6,9	20	40	0,8	1,5
200	7,9	15	33	0,7	1,3

3.1.1 Skador på bebyggelsen

Enligt amerikanska undersökningar (EAI 1997) rasar hus vid ett övertryck (p^+) på 25-35 kPa medan en vanlig stadsbebyggelse bedöms få allvarliga skador vid ungefär samma övertryck. Detta tryck uppnås enligt *tabell 1* ungefär 125 m från platsen för explosionen.

Sammantaget antas att byggnader närmast vägen får allvarliga skador inom 125 m från explosionen. Bebyggelsen bakom skyddas i stor utsträckning av husen framför och antas inte få lika betydande skador.

Inom området där husen skadas allvarligt antas att husens raszon sträcker sig in mot ungefär halva huset och att det i raszonen omkommer cirka en tredjedel av de personer som vistas där (FOA 1997). Detta innebär att cirka en sjättedel av de boende inom detta område antas omkomma vid en explosion med sprängämnen. Antalet omkomna beräknas utifrån antal i husraden närmast vägen

3.1.2 Skador utomhus

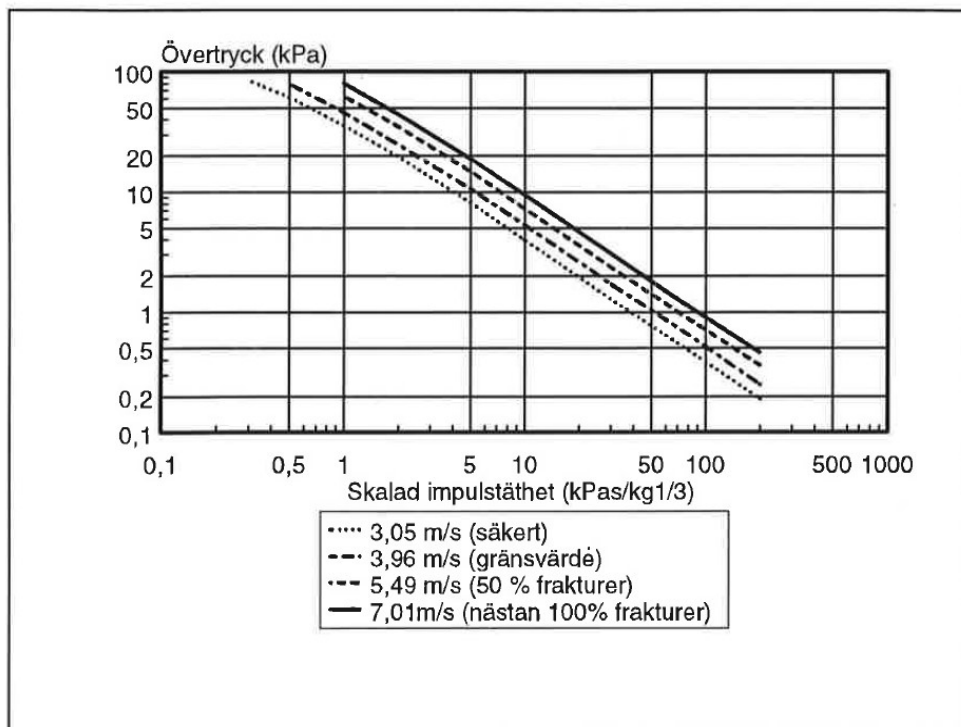
Direkta skador pga. tryck

Människan tål tryck relativt bra. Gränsen för lungskador anges vara ca 70 kPa, döda på grund av lungskador förväntas vid 180 kPa och 50 % omkomna vid 260 kPa. Detta innebär att inga omkomna förväntas pga. lungskador på ett avstånd på mer än 50 m från explosionen (FOA 1997).

Indirekta skador

Indirekta skador kan uppstå genom att någon kastas mot något hårt föremål av tryckvågen eller att personer träffas av nedfallande byggnadsdelar.

Som skademått för skador pga. att någon kastas av tryckvågen tas skallskador. Enligt FOA får en person med kroppsvikt 70 kg skallfraktur på ca 50 m från explosionen, se *figur 11* och *tabell 1*. På 75 m har sannolikheten avtagit till 50 % och minskar till 10 % på ca 90 m.



Figur 11. Kombinationer av övertryck och skalad impulstäthet som ger allvarliga skador vid slag mot huvudet (från FOA 1997).

Personer utomhus kan även omkomma av fallande byggnadsdelar eller splitter och vi antar därför att alla personer som befinner sig kring hus som förväntas rasera omkommer i explosionen.

En gynnsam omständighet som inte beaktats i detta scenario är att det kommer att ta tid innan en brand i ett fordon med sprängämnen sprider sig till lasten och ger upphov till en explosion. Under denna tidsperiod finns möjligheter att evakuera personer från området. Praktiska erfarenheter från olyckor med sprängämnen visar att evakueringen ofta har kunnat genomföras och lett till en reduktion av antalet omkomna. Det här beskrivna scenariot ger därför konservativa värden för det förväntade antalet omkomna.

3.2 Klass 5.1

Två scenarier finns beroende på storleken på utsläppet av det oxiderande ämnet. Storleken på utsläppet av den brandfarliga vätskan är av mindre vikt eftersom en explosiv blandning endast kräver en mindre mängd brandfarlig vätska (ca 1 del brandfarlig vätska på 7 delar oxiderande ämne).

Konsekvenserna av en stor explosion har antagits vara desamma som för en explosion av 3 ton TNT. Konsekvenserna avseende individrisk och samhällsrisk beräknas på samma sätt som i scenariot för klass 1.1.

Konsekvenserna för en mindre explosion har antagits vara hälften av konsekvenserna av en stor explosion.

3.3 Individrisk

Individrisken beräknas med hjälp av följande ekvation:

$$IR(x) = F_{olycka} \times vind \times b(x) \div andel$$

I individrisken beräknas bredden $b(x)$ med bredden som anges i *figur 8*. För effektområden där centrum av ellipserna eller cirkelarna inte är på transportvägen räknades bredden $b(x)$ som maximala bredd fram till centrum.

Eftersom bredden $b(x)$ baseras på distans från transportvägen så beräknas individrisken med 2,5 meters mellanrum.

Referenser

EAI 1997	High explosive assessment model, 5th industrial version in SI units, Engineering Analysis Inc. 1997
ERM 2008	SAFEX-paper Guangzhou-Shenzhen-Hong Kong Express Rail Link: An overview of the explosives aspects cartridged emulsion explosives and accessories through a densely populated area. ERM-Hong Kong Ltd, 2008
FEMA 2008	Highway Vehicle Fires, Topic Fire Report Series Volume 9, Issue 1, FEMA September 2008
FOA 1997	Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, Försvarets Forskningsanstalt, september 1997
FOA 2000	Explosivämneskunskap, Institutionen för energetiska material, Försvarets Forskningsanstalt 2000
Kallin 2019	Risk assessment of transport of dangerous goods with GIS, Chalmers tekniska högskola, 2019. https://hdl.handle.net/20.500.12380/300121 (Hämtad 2019-08-20)
NFPA 2010	National Fire Protection Association, US Vehicle Fire Trends and Patterns, June 2010
SMHI 2006	Vindstatistik för Sverige 1961–2004, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Nr 121 2006
SRV 1996	Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Statens Räddningsverk, Risk- och miljöavdelningen 1996
SRV 2005	Dynamisk lastpåverkan – Referensbok, Statens Räddningsverk, Karlstad, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2005
SRV 2007	Bebyggelsens motståndsförmåga mot extrem dynamisk belastning, delrapport 1 Last av luftstövåg, Statens Räddningsverk, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2007
USCB 2012	United States Census Bureau, Statistical Abstract of the United States: 2012
Vägverket 2008	Effektsamband för vägtransportsystemet. Nybyggnad och förbättring, Effektkatalog Kap 6 Trafiksäkerhet, Vägverket publikation 2008:11

Bilaga 2 - Fasadutformning mot explosionslast

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	1
Bakgrund.....	2
Förutsättningar	2
Explosionslast	3
Referenser.....	6

Objekt Stenungsund centrum PM: Last från gasexplosion	Uppdragsnr. 105 14 62	Datum 2017-12-19
	Sidnr. 2(6)	Sign. MJ

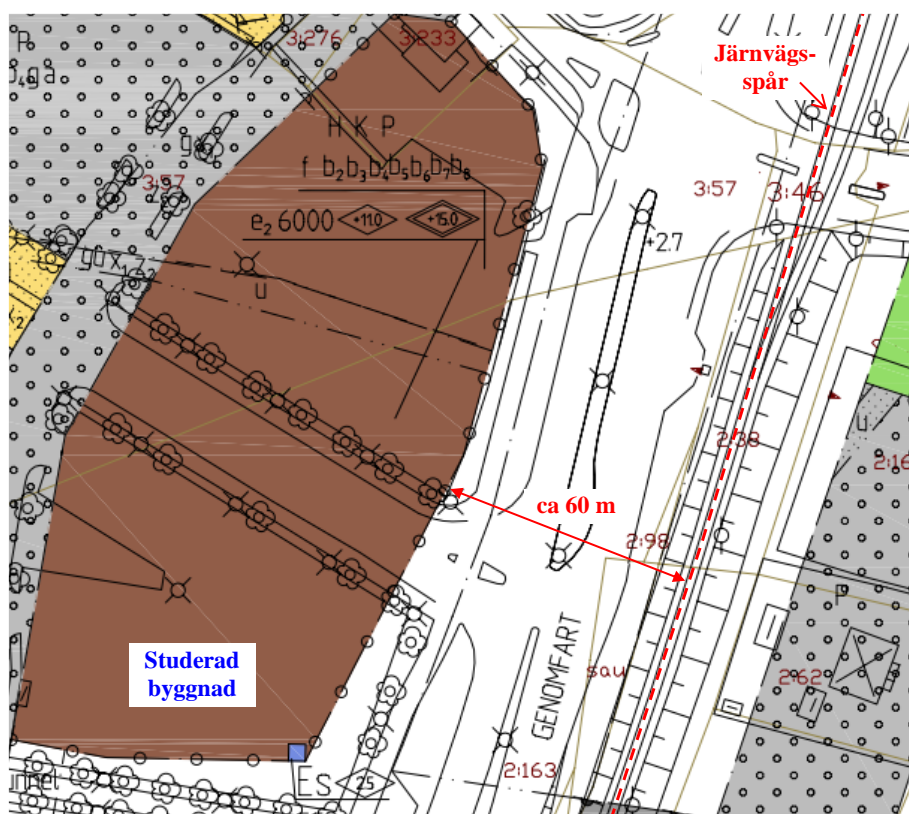
Bakgrund

Järnväg med transport av farligt gods går genom Stenungsund centrum. Vid uppförande av nya byggnader ska därför last från potentiell gasexplosion beaktas. Detta dokument beskriver kortfattat bakgrund och resonemang samt framtagna lastvärden för de explosionslast som bedöms kunna uppstå.

Förutsättningar

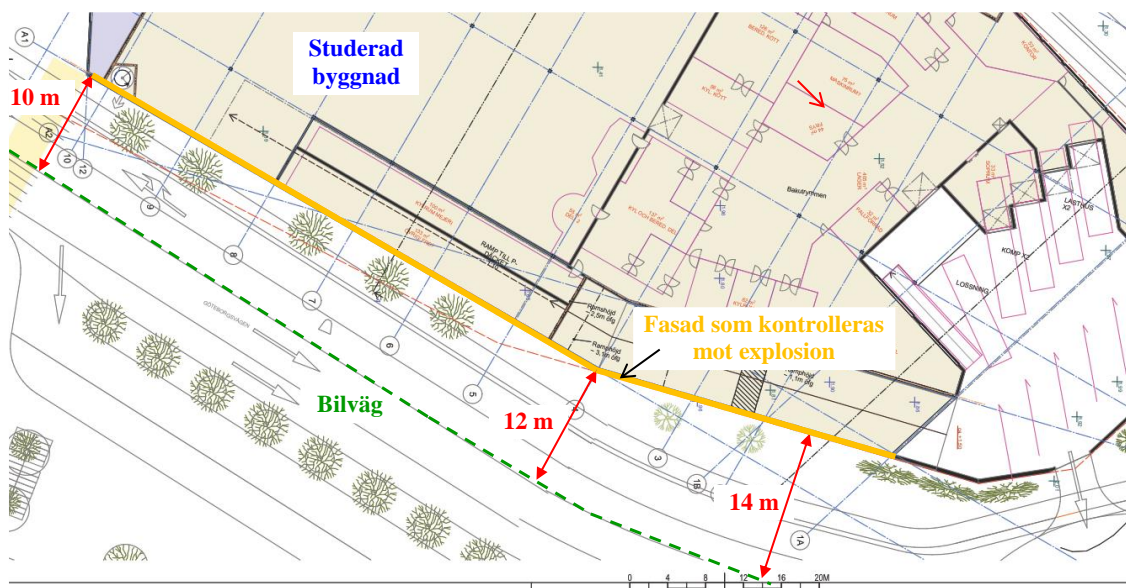
I Figur 1 illustreras järnvägens läge i förhållande till studerad byggnad och av detta framgår att kortaste avståndet mellan järnväg och fasad är omkring 60 m. Området däremellan utgörs till stor del av en bilväg (ej korrekt dragning i Figur 1). I Figur 2 visas bilvägens läge i förhållande till studerad byggnad och av detta framgår att avståndet i markerat område uppgår till omkring 10 - 14 m.

Enligt rådande detaljplan, SBK (2007), ska "fasaden mot järnvägen göras tät (ev fönsterlös) och med ökad tryckstabilitet". Detta tolkas här som att det är fasaden som löper parallellt med järnvägen, markerad med orange i Figur 2, som avses. Baserat på detta görs även tolkningen att det enbart är denna fasad som ska dimensioneras med hänsyn till explosion.



Figur 1 Järnvägens läge i förhållande till studerad byggnad. För korrekt dragning av bilväg, se Figur 2.

Objekt Stenungsund centrum PM: Last från gasexplosion	Uppdragsnr. 105 14 62	Datum 2017-12-19
	Sidnr. 3(6)	Sign. MJ



Figur 2 Bilvägens läge i förhållande till studerad byggnad. Streckad linje markerar ungefärlig placering av vägmitt av båda körriktningarna. Fasad som ska kontrolleras mot explosionslast är markerad.

Explosionslast

I litteraturen finns olika anvisningar om hur last från en gasexplosion kan beräknas. I det här dokumentet utgår från den så kallade TNO Multienergimetoden, van den Berg (1985), för att beräkna resulterande last. Närmare beskrivning av koncept och beräkningsgång finns också i Johansson (2013) och berörs endast övergripande här.

I TNO Multienergimetoden finns det tre parametrar som avgör vilken last som fås från en given gasexplosion:

- Ingående stökiometriskt blandad gasvolym (explosionskällans energiinnehåll)
- Explosionsstyrka (anges med en styrkefaktor, graderad 1-10 där ett högt värde anger en kraftig explosion – 10 motsvarar en detonation)
- Avstånd mellan explosionscentrum och studerad punkt

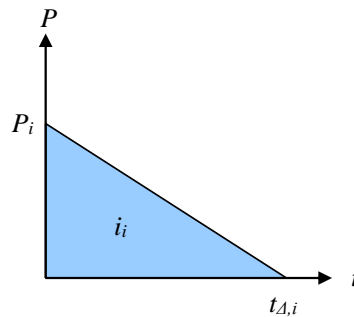
I här utförd lastframtagning har utgått från tre fall enligt nedan:

- **Öppen yta: [V = 8 500 m³, s = 2]**
 - Volymen baseras på ett område som motsvarar en cylinder med diameter 60 m (avstånd mellan järnväg och byggnadsfasad) och höjd 3 m (uppskattad höjd på gasmoln). Styrkefaktorn baseras på en gas som inte har hög reaktivitet samt med antagande om en omgivning utan några direkta blockeringar.
- **Blockerad volym: [V = 100 m³, s = 5]**
 - Volymen baseras på ett blockerat område orsakat av ungefär 10 bilar medan styrkefaktorn baseras på en blockerad volym (gas samlas under bilar).
- **Starkt blockerad volym: [V = 50 m³, s = 7]**
 - Volymen baseras på ett starkt blockerat område orsakat av ungefär 5 bilar medan styrkefaktorn baseras på en starkt blockerad volym (gas samlas under bilar under särskilt ogynnsamma förhållanden).

Objekt Stenungsund centrum PM: Last från gasexplosion	Uppdragsnr. 105 14 62	Datum 2017-12-19
	Sidnr. 4(6)	Sign. MJ

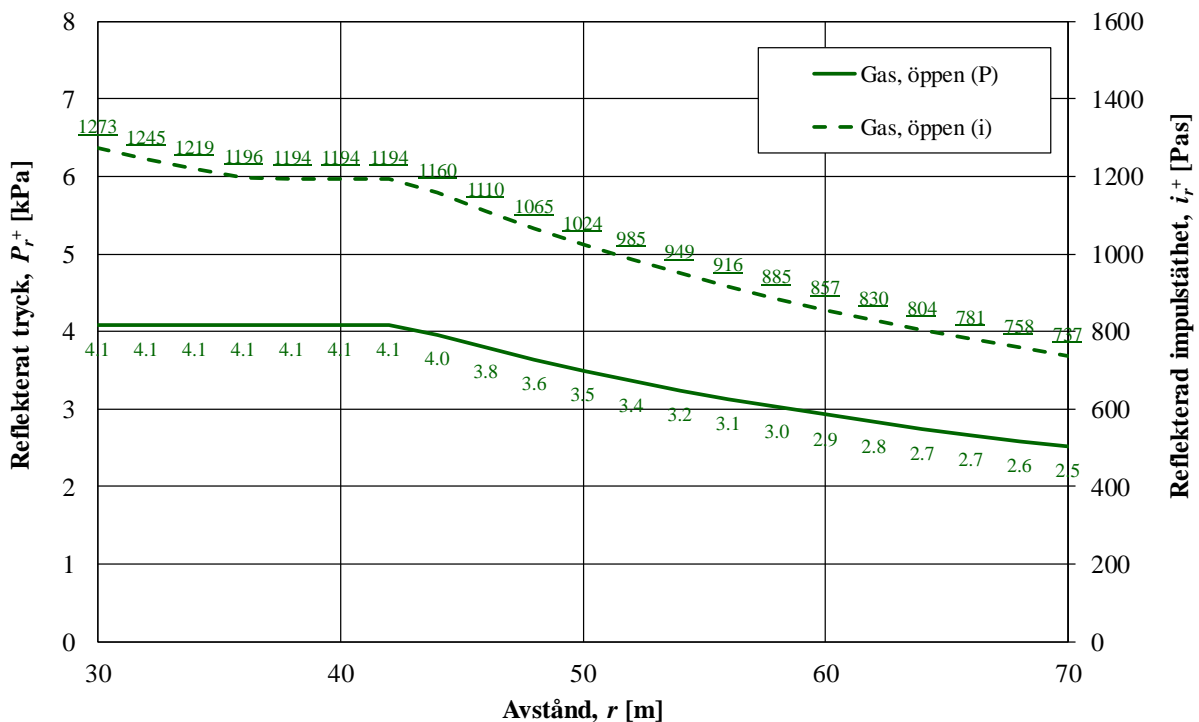
Explosionscentrum antas vara placerad i den aktuella volymens mitt. För en öppen yta fås detta i mitten av den antagna cylindern medan det för en blockerad och starkt blockerad volym hamnar i en linje motsvarande vägmitt hos bilväg, se Figur 2. Detta innebär att $r = 30$ m för en explosion på en öppen yta medan $r = 10 - 14$ m för de båda andra fallen.

Last från en gasexplosion kan förenklat beskrivas som ett triangelformat tryck-tidssamband enligt Figur 3 som kan beskrivas med egenskaperna maximalt övertryck P_i samt impulstäthet i_i . Vid last från en explosion har det betydelse hur den inkommande stötvågen träffar den belastade ytan. Det skiljs här på reflekterad och oreflekterad stötvåg. Reflekterad stötvåg uppstår när stötvågen från en explosion inkommer vinkelrät mot den belastade ytan (t.ex. fasadvägg) medan en oreflekterad stötvåg uppstår när stötvågen kommer in parallellt med belastad yta (t.ex. tak). I detta dokument anges enbart last från reflekterad stötvåg – last från oreflekterad stötvåg kan vid behov konservativt bestämmas genom att halvera lasten från den reflekterade stötvågen.



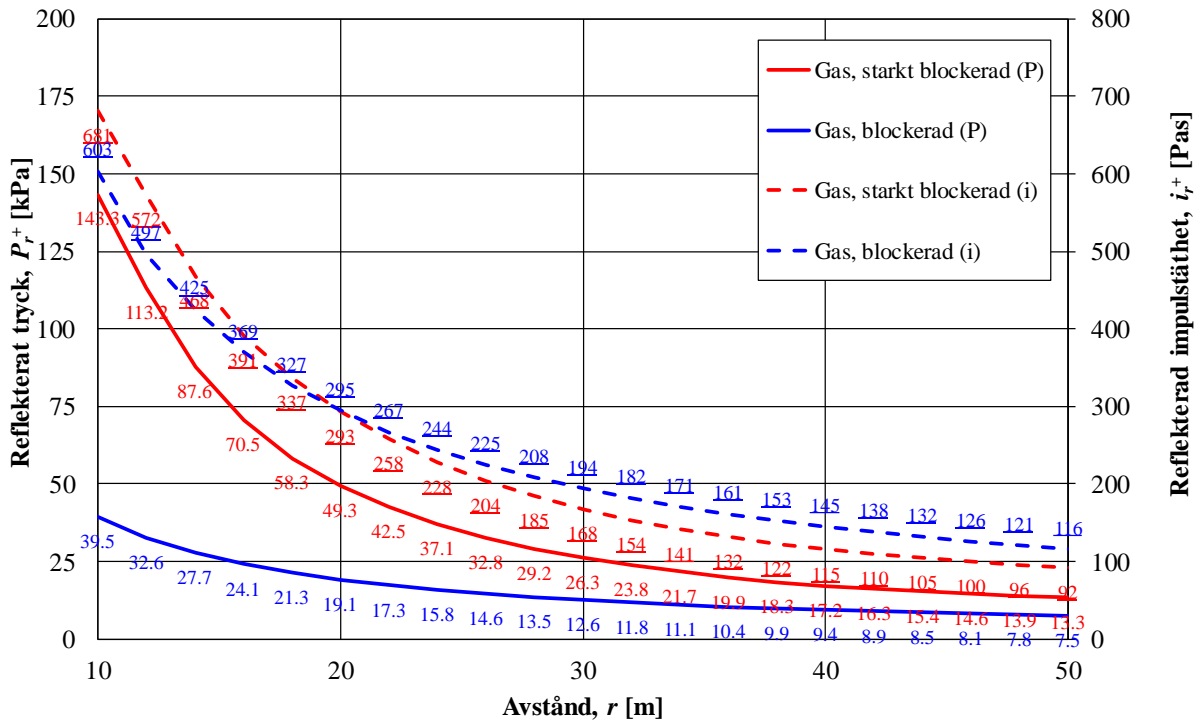
Figur 3 Triangulärt last-tidssamband från gasexplosion.

För här studerade fall återges lasten från en reflekterad stötvåg på varierande avstånd i Figur 4 och Figur 5. Last anges även för större avstånd än minimiavstånden för att möjliggöra lastbestämning på större sammanhängande ytor (t.ex. den totala last som verkar mot hela byggnadsfasaden).



Figur 4 Lastvärden för explosionslast från en gasexplosion på en öppen yta.

Objekt Stenungsund centrum PM: Last från gasexplosion	Uppdragsnr. 105 14 62	Datum 2017-12-19
	Sidnr. 5(6)	Sign. MJ



Figur 5 Lastvärden för explosionslast från blockerad samt starkt blockerad gasexplosion.

Objekt	Uppdragsnr.	Datum
Stenungsund centrum	105 14 62	2017-12-19
PM: Last från gasexplosion	Sidnr.	Sign.
	6(6)	MJ

Referenser

van den Berg A.C. (1985): The multi-energy method – A framework for vapour cloud explosion blast prediction. Journal of Hazardous Materials, 12(1985), sida 1-10.

Johansson M. (2013): Gasexplosion i det fria. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Dokument B02-121, 2013-03-11, Karlstad.

SBK (2007): Detaljplan för Stenungs torg V, Stenungsunds kommun. DP 259, 2007-04-04.

Dokument utgivna av MSB kan laddas ner gratis på www.msb.se/skyddsrum.