

Risikanalys kv. Primus m m Lilla Essingen, Stockholm



April 2014

Stockholm • Karlstad • Falun • Gävle • Örebro • Malmö

Brandskyddslaget AB
Box 9196
Långholmsgatan 27, 10 tr
102 73 Stockholm

Telefon/Fax
08-588 188 00
08-588 188 62

Internet
www.bandskyddslaget.se
info@bandskyddslaget.se

Organisationsnummer
556634-0278
Innehar F-skattebevis

PROJEKTNUMMER 103 594	PROJEKTNAMN KV. PRIMUS M M, LILLA ESSINGEN
PROJEKTLEDARE Erik Hall Midholm	PROJEKTANSVARIG Martin Olander
UPPDRAGSGIVARE Vasakronan AB Box 30074 104 25 Stockholm	REFERENS UPPDRAGSGIVARE Mats Enander Telefon: 08-782 03 37 E-mail: mats.enander@vasakronan.se
DOKUMENTTYP Analys av olycksrisker	
ÖVRIGT Analys av olycksrisker förknippade med kringliggande riskkällor vid ny bebyggelse inom området kv. Primus på Lilla Essingen, Stockholm.	
UPPRÄTTAT AV Erik Hall Midholm (granskningshandling) Rosie Kvål (version 1.0) Erik Hall Midholm (version 2.0-)	INTERNKONTROLL Rosie Kvål (granskningshandling) Erik Hall Midholm (version 1.0) Rosie Kvål (version 2.0-)

2014-04-15	Risikanalys, ver 4	RKl
2014-02-25	Risikanalys, ver 3	RKl
2013-06-26	Risikanalys, ver 2	RKl
2013-04-12	Risikanalys, ver 1	EMm
2011-11-03	Risikanalys – granskningshandling	RKl
DATUM	STATUS	INTERNKONTROLL

SAMMANFATTNING

På Lilla Essingen i Stockholm planerar Stockholms stad att uppföra ny bostadsbebyggelse inom det s.k. Primusområdet öster om Essingeleden. Enligt planförslaget planeras ca 580 nya bostadslägenheter samt en förskola och parkeringsgarage i området. Den nya bebyggelsen ersätter befintlig kontorsbebyggelse.

Närheten till Essingeleden, som utgör primär transportled för farligt gods, ställer krav på att olycksrisker förknippade med vägen undersöks vid ny bebyggelse. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län ska riskerna från transportleder för farligt gods analyseras vid ny bebyggelse inom 150 meter.

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. Analysen syftar dessutom till att studera huruvida planförslaget innebär några eventuella riskkällor som behöver beaktas med avseende på människor i anslutning till det aktuella området.

Utifrån underlag när det gäller transporterade och hanterade ämnen och mängder av farligt gods vid identifierade riskobjekt har ett antal olycksscenarier identifierats. Dessa har värderats översiktligt i en inledande analys. Resultatet visar att det huvudsakligen är följande olyckshändelser som förknippas med trafiken på Essingeleden som kan medföra allvarliga konsekvenser inom planområdet och som därför studeras vidare i en detaljerad analys:

- Olycka med transport av explosiva ämnen
- Läckage och antändning av brännbara gaser
- Läckage av giftig gas
- Läckage och antändning av brännbara vätskor
- Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider

Olycksriskerna förknippade med farligt godstransporter på Essingeleden har studerats detaljerat genom beräkning av riskmåttet individrisk och samhällsrisk. Syftet med beräkningarna har varit att kunna precisera behov och omfattning av åtgärder vid planerad bebyggelse. Risknivån har värderats utifrån det förslag på riskkriterier som Räddningsverket (numera Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, MSB) har tagit fram.

Resultatet av den detaljerade riskanalysen visar att farligt godstransporterna på Essingeleden medför en relativt hög risknivå inom planområdet. I beräkningarna har transporter av LNG på Essingeleden samt maxvärden utifrån tidigare genomförda kartläggningar inkluderats. Detta kan innebära en överskattning av antalet transporter, särskilt när det gäller farligt godsklass 2.1. Risknivån innebär att riskreducerande åtgärder behöver beaktas vid ny bebyggelse. Risknivån är dock sådan att behovet av åtgärder ska värderas ur ett kostnads-/nyttoperspektiv.

Utifrån den detaljerade riskanalysen konstateras att följande åtgärder behöver vidtas vid ny bebyggelse inom det aktuella planområdet (förslag till krav i detaljplan):

- Obebyggda områden inom 20 meter från Essingeleden ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 75 meter från Essingeleden ska bostadshus samt byggnader med svårutrymda verksamheter (t.ex. förskola) utan framförliggande bebyggelse utföras med:
 - Stommar och bärande konstruktioner dimensionerade för att förhindra fortskridande ras. Dimensionerande kraft ska motsvara en explosion om 1 ton massexplodivt ämne som inträffar på Essingeleden mitt för byggnaden.
 - Friskluftsintag placerade bort från Essingeleden mot skyddad sida
 - Fasader mot Essingeleden i obrännbart material
 - Utrymningsvägar placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Essingeleden

Eftersom osäkerheten är stor när det gäller antalet transporter med farligt gods både idag och i framtiden har en känslighetsanalys gjorts där antalet transporter har varierats, både ökats och minskats. Påverkan på risknivån visade sig dock vara relativt begränsad.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte.....	6
1.3	Omfattning	6
1.4	Underlag	6
1.5	Revideringar	7
1.6	Metod.....	7
1.7	Förutsättningar.....	8
2	ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET	10
2.1	Områdesbeskrivning	10
3	RISKINVENTERING	12
3.1	Allmänt.....	12
3.2	Essingeleden	12
4	INLEDANDE RISKANALYS	15
4.1	Identifiering av olycksrisker	15
4.2	Uppskattning av riskernas omfattning	15
4.3	Sammanställning	18
5	FÖRDJUPAD RISKANALYS.....	19
5.2	Sammanställning av risk.....	19
5.3	Värdering av risk.....	21
6	HANTERING AV OSÄKERHETER.....	23
7	ÅTGÄRDER	27
7.1	Allmänt.....	27
7.2	Diskussion kring rimlighet	27
7.3	Diskussion kring åtgärder	27
8	SLUTSATS.....	32
9	REFERENSER	33
BILAGA A	FREKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA B	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	
BILAGA C	RISKBERÄKNINGAR	
BILAGA D	METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Det finns planer på att exploatera nordvästra delen av Lilla Essingen i Stockholm. Idag består området av kontors- och industribyggnader. Enligt den nya detaljplanen ersätts befintlig bebyggelse med ny flerbostadsbebyggelse samt en förskola och parkeringsgarage. Sammanlagt planeras ca 580 nya bostadslägenheter i området. Delar av grönområden och parkytor kommer att bevaras. Dessutom kommer den befintliga båtuppläggningsplatsen i områdets norra del att behållas, medan båtuppläggningsplatsen i områdets sydöstra del kommer att avvecklas.

Området angränsar till Essingeleden, vilken utgör primär transport för farligt gods. Detta ställer krav på att olycksrisker förknippade med vägen undersöks vid ny bebyggelse. Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppdrag av Vasakronan att analysera möjliga risker. Detta har skett i flera steg, bland annat togs en inledande analys fram 2009 /1/. Förändringar jämfört med den tidigare analysen är främst att parkeringsgarage, ny placering av båtuppläggningsplats samt sjöhus inte finns med i det nuvarande planförslaget. Tidigare fanns dessutom planer på att bevara delar av kontorsbebyggelsen, men enligt ovan har denna nu utgått.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag. I riskanalysen kommer de risker som människor inom planområdet kan utsättas för att utvärderas. Även planerade verksamheters risker mot omgivningen kommer att utvärderas. Vid behov föreslås hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

1.3 Omfattning

Riskanalysen omfattar hela planområdet, d.v.s. både befintlig och planerad ny bebyggelse.

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

Analysen beaktar även olycksrisker förknippade med själva planområdet och dess påverkan på säkerheten inom det studerade området samt omgivningen.

1.4 Underlag

Underlag till denna riskanalys utgör programhandling för planområdet (med tillhörande bilagor) /2/ samt uppdaterad situationsplan över kv. Primus framtagna av Sweco Infrastructure AB (Samrådsförslag våren 2014), se figur 2.2.

1.5 Revideringar

Denna handling utgör en revidering av tidigare version. Ändringarna avser följande:

Version 1.0:

- Omarbetat planförslag utan parkeringsgarage
- Frekvensberäkningarna har reviderats utifrån nya trafikflöden på Essingeleden
- Den fördjupade riskanalysen har reviderats med hänsyn till förändrade trafikflöden på Essingeleden.
- Efter önskemål från Länsstyrelsen i Stockholms län har den fördjupade riskanalysen utökats med känslighetsanalys av förändrade antaganden avseende transportmängder av farlig gods.

Version 2.0:

- Omarbetat planförslag utan ny placering för båtuppläggningsplats under Gamla Essinge Broväg i områdets södra del. Analys av olycksrisker förknippade med båtuppläggningsplatsen utgår.

Version 3.0:

- Omarbetat planförslag där all befintlig kontors- och industribebyggelse utgår och ersätts med nya flerbostadshus. Konsekvens- och riskberäkningarna har reviderats utifrån de nya förutsättningarna gällande personantal och beläggning inom området vid planerad bebyggelse.
- Känslighetsanalysen har utökats med analys av förändrade antaganden avseende personantal och beläggning inom området vid planerad bebyggelse.

Version 4.0:

- Riskanalysen har uppdaterats med en ny version av situationsplanen för området, se figur 2.2 samt figur B.2 i bilaga B. Ändringarna i layouten är dock mycket begränsade och har inte föranlett uppdaterade riskberäkningar.

Revideringar i förhållande till föregående version markeras i marginalen. I denna utgåva markeras revideringarna från version 2.0 och version 3.0.

1.6 Metod

Inledningsvis görs en inventering och identifiering av möjliga olycksrisker både inom och utanför planområdet. En bedömning görs sedan av identifierade händelsers möjliga påverkan mot omgivningen. För de risker som bedöms kunna medföra konsekvenser för människor och byggnader utom och inom planområdet görs en detaljerad analys där frekvens och konsekvens beräknas för identifierade olyckor. Utifrån detta beräknas risknivån för området i form av individrisk och samhällsrisk. Vid behov föreslås säkerhetshöjande åtgärder.

För att hantera osäkerheter i underlaget görs en känslighetsanalys där indata varierar på olika sätt.

En mer utförlig beskrivning av den riskanalysmetod som används i denna analys redovisas i bilaga D.

1.7 Förutsättningar

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms Län ska möjliga risker studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla /3/. Vidare redovisas i Rapport 2000:01 "Riskhänsyn vid ny bebyggelse" /4/ rekommenderade skyddsavstånd mellan riskobjekt och olika typer av bebyggelse. I tabell 1.1 redovisas de skyddsavstånd som är aktuella i detta fall. För att undvika risker förknippade med olyckor med petroleumprodukter och urspårning rekommenderas dessutom att 25 meter närmast järnväg eller väg med transport av farligt gods lämnas byggnadsfritt.

Rekommenderade skyddsavstånd omfattar markområden som ej är skymda av topografi eller annan bebyggelse. Dessa parametrar kan påverka, både öka och minska, behovet av skyddsavstånd.

Tabell 1.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till olika riskkällor.

Typ av bebyggelse	Avstånd
Tät kontorsbebyggelse	40 m
Sammanhållen bostadsbebyggelse	75 m
Personintensiv verksamhet	75 m

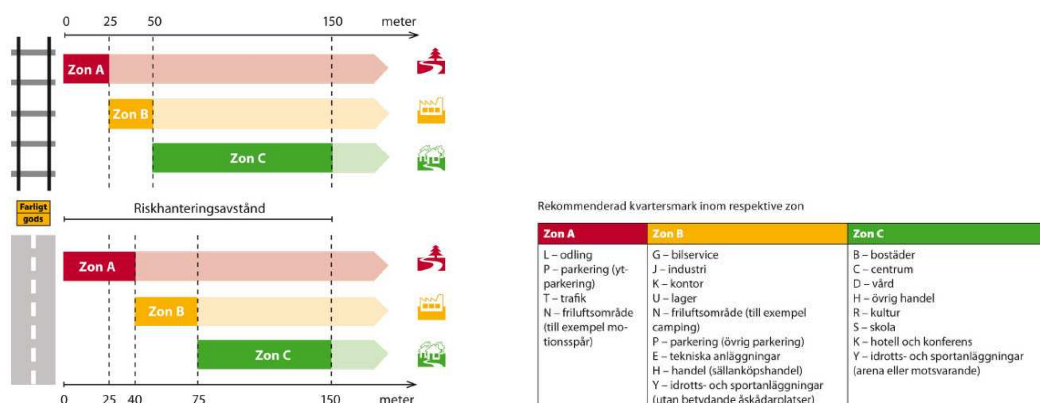
De angivna skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

En ny rapport från Länsstyrelsen har varit på remiss under hösten 2012 /5/. I denna redovisar Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och olika verksamheter. I figur 1.1 redovisas förslaget på skyddsavstånd som redovisas i den nya rapporten. *Observera att dessa eventuellt kan komma att ändras till följd av bland annat inkomna remissynpunkter och vidare bearbetning av rapporten.*

I rapporten tydliggör även Länsstyrelsen sin syn på skyddsavståndet 25 meter från transportled för farligt gods.

"Länsstyrelsen anser att det, i princip oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsåtgärder, bör finnas ett skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och kvartersmark i zon B eller C.

Att upprätthålla skyddsavståndet på 25 meter anses vara särskilt viktigt för kvartersmark i zon C. "



Figur 1.1. Sammanfattning av Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark, remissutgåva 2012.

I bilaga D redovisas en mer utförlig redogörelse för lagstiftning, riktlinjer och riskhänsyn vid fysisk planering.

1.7.1 Principer för riskvärdering

Generellt vid bedömning av huruvida en risk kan accepteras eller ej bör hänsyn tas till vissa faktorer. Exempelvis bör riskkällans nytta vägas in, likaså vilken som är den exponerade gruppen samt huruvida risk för katastrofer föreligger. De principer som vanligen anges är:

- **Principen om undvikande av katastrofer.** Katastrofer ska undvikas.
- **Fördelningsprincipen.** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- **Rimlighetsprincipen.** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas.
- **Proportionalitetsprincipen.** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter och tjänster, etc.) som verksamheten medför.

Dessa principer indikerar att hänsyn bör tas till kostnader för säkerhetshöjande åtgärder, att en riskkällas nytta skall vägas in samt att olika värderingar kan göras beroende på om den exponerade gruppen har en personlig nytta av riskkällan eller ej. Vidare skall risker ej accepteras om de på ett enkelt tekniskt och icke kostsamt sätt kan undvikas.

2 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET

2.1 Områdesbeskrivning

Kv. Primus ligger på Lilla Essingen i Stockholm. Området är beläget nordväst om Essingeleden, som sträcker sig längs hela området. I väster angränsar området till Mälaren. I figur 2.1 visas ett översiktsfoto över Lilla Essingen med det aktuella planområdet i förgrunden.



Figur 2.1. Lilla Essingen i Stockholm sett från väster. Planområdet kv. Primus omfattar i stort sett hela området väster om Essingeleden.

Bebyggelsen inom det aktuella planområdet utgörs idag av kontorsbyggnader samt tre båtklubbar med båtuppläggningsplatser.

På motstående sida (öster) om Essingeleden utfördes under början av 2000-talet nya bostadshus inom kv. Lux m.m. som föranleddes av ny detaljplan. På grund av närheten till Essingeleden har byggnaden närmast vägen i området kv. Lux m.m. (längst till höger i figur 2.1) utförts som en skärmbyggnad med byggnadstekniska åtgärder som syftar till att reducera konsekvenserna av en brand eller explosion vid olycka med farligt gods, dels för den aktuella byggnaden och dels för bakomliggande bebyggelse /6/. För övriga områden av Lilla Essingen gäller detaljplaner som sträcker sig tillbaka till 1930-talet.

2.2 Kort beskrivning av planerad exploatering

Syftet med den nya detaljplanen är att uppföra nya flerbostadshus inom den västra delen av Lilla Essingen. Enligt den nya detaljplanen ersätts befintlig bebyggelse med ny bostadsbebyggelse samt en förskola och parkeringsgarage. Sammanlagt planeras ca 580 nya bostadslägenheter i området.

Utöver bostadshusen planeras även ny parkmiljö samt ett nytt promenadstråk utmed vattnet som gör det möjligt att gå runt hela ön.

Den nya bostadsbebyggelsen innebär att den befintliga båtuppläggningsplatsen i områdets sydöstra del kommer att avvecklas. Någon ny uppläggningsplats planeras ej inom planområdet.

I figur 2.2 redovisas en situationsplan över Lilla Essingen där den nya bebyggelsen samt parkmark är markerade.



Figur 2.2 Situationsplan kv. Primus m.m., Lilla Essingen i Stockholm med planerad ny bebyggelse samt exploaterad markerad (Sweco Infrastructure AB, Samrådsförslag våren 2014).

3 RISKINVENTERING

3.1 Allmänt

Nedan redovisas de riskkällor som har identifierats i anslutning till planområdet kv. Primus m.m. Enligt tidigare beaktas enbart riskkällor som bedöms kunna innebära akuta olycksrisker med konsekvenser för människors liv.

I anslutning till Kv. Primus går ingen spårbunden trafik som och det ligger heller inte någon bensinstation eller industri i närområdet som kan påverka planområdets riskbild. Inte heller innebär studerat planförslag att bebyggelsen går ut över vattenytan, vilket innebär att det inte föreligger något behov av att studera risken för påsegling.

3.2 Essingeleden

Essingeleden utgör del av E4/E20 som går genom hela Sverige, från söder till norr. Essingeleden utgör den mest trafikerade delen med över 130 000 fordon per dygn /7/. Andelen tung trafik utgör ca 9-10 % av det totala trafikflödet.

Hur den framtida situationen ser ut är svårt att bedöma eftersom transportstrukturen kan komma att förändras i och med nya trafiklösningar. Det är dock inte troligt att trafiken på vägen kommer att minska inom en överskådlig framtid.

I höjd med Lilla Essingen är vägen utförd som motorväg med fyra filer i varje riktning. De båda körriktningarna är åtskilda av en barriär. Den skyltade hastigheten förbi aktuellt område är 70 km/tim.

Essingeleden är belägen på ett avstånd av 50 m till närmaste planerad bebyggelse i aktuellt planområde, vilket är den huvudsakliga anledningen till att riskanalys måste upprättas för aktuellt planområde. Det finns både påfartsramp till och avfartsramp från Essingeleden i höjd med aktuellt planområde, men båda dessa går dock öster om Essingeleden. Mellan Essingeleden och planområdet går Gamla Essinge Broväg, som utgör en lokal bro mellan Essingeöarna. Trafikmängden på Gamla Essinge Broväg är relativt begränsat.

3.2.1 Transport av 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 klasserna delas i sin tur in i underklasser, s.k. riskgrupper. I tabell 3.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Essingeleden utgör en s.k. primär transportled för farligt gods, vilket innebär att Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar att farligt gods transporteras denna väg, även genomfartstransporter /8/. Det finns inga restriktioner för olika farligt godsklasser. Teoretiskt sett kan därför transporter av i stort sett samtliga farligt godsklasser passera förbi det aktuella området.

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (tidigare Räddningsverket) har gjort försök att kartlägga transporter av farligt gods i Sverige. Under bl.a. sista kvartalet 1998 samt under september månad 2006 samlades statistik beträffande farligt godstransporter in. Resultaten från dessa studier har sammanställts i två separata

rapporter /9/ och /10/. I rapporterna sammanställs bl.a. flödet av farligt gods på svenska vägar. Informationen är inte heltäckande, men ger ändå en indikation på hur situationen ser ut samt hur den har förändrats de senaste åren.

I projektet med intunnling av Norra Stationsområde har fördelningen av antalet vägtransporter med farligt gods studerats mer i detalj /11/. Denna studie har främst fokuserat på antalet transporter med explosivämnen (klass 1).

I tabell 3.1 redovisas den uppskattade mängden av respektive farligt godsklass på Essingeleden utifrån MSB:s två senaste undersökningar och den kompletterande kartläggningen som gjorts i Norra stationsprojektet. Underlaget redovisas som intervall mellan min- och maxvärdena från de olika undersökningarna, där statistiken har räknats om till årsbasis för att förenkla jämförelse. Utifrån en uppskattad medelmängd per transport för respektive farligt godsklass har även antalet transporter beräknats. I bilaga A redovisas respektive mätning.

Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR med uppskattade godsmängder respektive antal transporter på Essingeleden.

Klass	Ämne	Beskrivning	Mängd (ton/år)	Uppskattat antal transporter (per år)
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.	0 – 2 000	0 – 2 810
2	Gaser	2.1 Brandfarliga gaser (gasol, biogas) 2.2 Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve mm) 2.3 Giftiga gaser (ammoniak, svaveldioxid)	20 000 – 180 300	800 – 7 210
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier.	200 000 – 1 188 000	5 400 – 32 110
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.	800 – 17 520	30 – 700
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.	25 – 10 000	1 – 400
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.	40 – 13 680	2 – 545
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.	0 – 590	0 – 120
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.	0 – 139 200	0 – 3 090
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	0 – 138 000	0 – 5 520
Totalt			220 865 – 1 689 290	6 240 – 52 505

Sedan genomförda mätningar har bland annat transporter med naturgas börjat köras på Essingeleden från depån i Nynäshamn till ett bunkringsfartyg i Frihamnen som sedan januari 2013 används för att tanka Viking Lines fartyg Grace /12/. Transporterna med LNG omfattar tre per dygn, dvs. nästan 1 100 transporter per år. Dessa har inkluderats i kommande beräkningar.

3.2.2 Framtid

Allmänt

Hur den framtida situationen kommer att se ut på Essingeleden är svårt att bedöma eftersom transportstrukturen kan komma att förändras i och med nya trafiklösningar. Detta beror bl.a. på beslutet om att bygga *Förbifart Stockholm* väster om Stockholm. När denna led är färdigställd är det troligt att Essingeleden blir avlastad, framförallt gällande den tunga genomfartstrafiken. Enligt en trafikprognos kommer trafikflödet på Essingeleden vara som högst år 2023 året innan *Förbifart Stockholm* tas i drift. Då beräknas trafikflödet vara 160 000 fordon per dygn på aktuell del av Essingeleden /13/. År 2030 beräknas trafikflödet ha återgått till dagens flöde, dvs. 130 000 fordon/dygn.

Transporter av farligt gods

Med stor sannolikhet kommer *Förbifart Stockholm* att utgöra rekommenderad transportled för farligt gods. En av orsakerna bakom beslutet om *Förbifart Stockholm* är bl.a. just att farligt godstransporter inte behöver passera genom Stockholm. Dock kommer Essingeleden troligtvis att kvarstå som primär transportled för farligt gods även i framtiden. Motsvarande trafikprognos som för det sammanlagda trafikflödet på de olika vägarna har dock ännu inte utförts för transporter av farligt gods, vilket innebär att det är svårt att uppskatta den framtida situationen på Essingeleden.

Trafikanalys (tidigare SIKa) sammanställer bl.a. statistik över transporter av farligt gods. Statistiken pekar på att antalet farligt godstransporter inte följer den allmänna trafikökningen på Sveriges vägar. Snarare verkar trenden vara att transportarbetet med farligt gods minskar /14/. I förhållande till den totala trafiken beror förändringar i mängden farligt gods på väg (även genomfartsleder) mycket av t.ex. tillkommande verksamheter eller andra faktorer som kan innebära en relativt stor förändring (t.ex. *Förbifart Stockholm*).

Det pågår projekt som syftar till att minska mängden farligt gods på vägarna. Bland annat byggs kombiterminaler både norr och söder om Stockholm som syftar till att minska den långväga godstrafiken på väg genom att istället köra på järnväg för att sedan lasta om godset till lastbilar för lokala transporter¹. Genom bra planering kan detta innebära att genomfartstransporterna med farligt gods genom Stockholm minskar om det går att samordna så att transporter till verksamheter i söderort utgår från den södra kombiterminalen och vice versa.

¹ Denna strategi kan även medföra att antalet godståg genom Stockholm minskar.

4 INLEDANDE RISKANALYS

4.1 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är olycksscenarier som innebär en olycka med inblandning av farligt gods på Essingeleden som är relevanta att beakta för aktuellt projekt. I den inledande analysen kommer följande olycksrisker att studeras:

Scenario 1. Olycka med farligt gods på Essingeleden

4.2 Uppskattning av riskernas omfattning

Uppskattningen görs huvudsakligen i form av en bedömning av skadeområden för respektive olycksrisk.

4.2.1 Olycka med farligt gods på Essingeleden

I tabell 4.1 görs en kortfattad 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	Ämne	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, gasmolnsexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Inert och oxiderande gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Icke brännbar, giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3	Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40-50 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.
6	Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna är 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	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Avståndet från den nya bebyggelsen inom planområdet till Essingeledens närmaste vägkant är ca 50 meter. Utifrån beskrivningen i tabell 4.1 bedöms det vara ämnen ur klass 1, 2, 3 och 5 som är relevanta att beakta vid bedömning av risknivå för området. Konsekvensen av de övriga klasserna är begränsade till det absoluta närområdet, vilket innebär att en olycka på Essingeleden ej påverkar risknivå i planområdet. Nedan redovisas en närmare beskrivning av olycksrisker förknippade med de fyra aktuella klasserna.

Scenario 1.1 – Explosion med explosivämne (klass 1)

Explosivämne kan utgöras av bland annat ammunition, minor, fyrverkerier, bältessträckare etc. Ämnen ur undergrupp 1 är sådana som kan innebära en massdetonation vilket innebär att hela lasten detonerar. En detonation kan uppstå genom att fordonet kolliderar eller genom brand i lasten. Normalt detonerar inte hela lasten vid en olycka.

Vid en explosion skapas ett tryck som brer ut sig sfäriskt. Människor tål tryck relativt bra. Trumhinnor och lungor kan påverkas vid höga tryck. Människor skadas främst av omkringflygande saker eller av att de trillar omkull av tryckvågen. Vid större explosioner kan dock dödliga tryck uppnås inom ca 50 meter.

Byggnader klarar tryck sämre och kan rasa på upp till hundra meter vid en explosion. Fönster kan gå sönder på upp till en kilometers avstånd från detonationen. Människor i byggnader kan skadas av att byggnaden rasar eller genom att de träffas av vasst glassplitter som far in i byggnaden.

Sannolikheten för att en explosion ska inträffa är mycket låg, främst eftersom det sällan förekommer transporter med sådana produkter som kan leda till massexlosion. Sker en liten explosion drabbas enbart det absoluta närområdet, enstaka fönster kan gå sönder på lite längre avstånd.

Med hänsyn till de omfattande konsekvenserna som en större explosion kan innebära för personer inom den nya bebyggelsen bedöms dock risknivån vara så omfattande att olycksrisken behöver studeras vidare i en detaljerad analys för att avgöra behovet av riskreducerande åtgärder.

Scenario 1.2 – Utsläpp och antändning av brännbara gaser (klass 2.1)

Antalet gastransporter på Essingeleden kan vara relativt stort. Brännbara gaser transporteras normalt trycksatta (och tryckkondenserade) i tankbilar eller i färdiga flaskpaket. Detta medför att behållarna normalt har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. vätsketransporter vilket i sin tur ger en begränsad sannolikhet för läckage även vid stor påverkan som vid exempelvis en trafikolycka. Då gasen kan spridas bort från olycksplatsen ökar dock sannolikheten för att utsläppet kommer i kontakt med en tändkälla och antänds.

Ett litet utsläpp bedöms enbart medföra mycket lokala skador och kan orsakas av läckage genom exempelvis en ventil. En större olycka kan innebära konsekvenser på upp till flera hundra meter i värsta fall.

Huvudsakligen är det människor utomhus som kan skadas till följd av hög värmestrålning. Om gasen expanderar snabbt så att explosion uppstår kan även byggnader påverkas och på så sätt skada människor inuti byggnaden. En brand i ett gasmoln bedöms ofta vara så kortvarig att byggnader inte hinner antändas. Människor inomhus kan dock påverkas till följd av gas- eller brandspridning in i byggnader.

Med hänsyn till skadeområdena för stora gasutsläpp samt BLEVE samt det relativt stora antalet transporter av brännbara gaser på Essingeleden bedöms risknivån kunna vara så omfattande att riskreducerande åtgärder behöver vidtas. Detta behöver dock verifieras i en detaljerad riskanalys.

Scenario 1.3 – Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)

Även giftiga gaser, exempelvis klorgas och ammoniak, transporteras både i tankbilar och gasflaskor. Större transporter av klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i Sverige, går normalt på järnväg medan mindre transportmängder kan ske på väg. Transporter av ammoniak och svaveldioxid sker dock både i större tankbilar och i flaskpaket.

Giftig gas behöver inte antändas för att bli farlig. Den är farlig så snart den läcker ut. Beroende på vind och topografi kan gasen spridas långa sträckor och fortfarande ha dödliga koncentrationer. Vid större utsläpp kan människor både utomhus och inomhus skadas eller omkomma på upp till flera hundra meters avstånd från utsläppet.

Andelen gastransporter som rymmer giftig gas bedöms vara mycket begränsad på Essingeleden. De konsekvenser som ett större utsläpp skulle kunna innebära för den nya bebyggelsen innebär dock att även denna olycksrisk bör beaktas i en detaljerad analys för att avgöra behovet av riskreducerande åtgärder.

Scenario 1.4 – Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Brandfarliga vätskor utgör majoriteten av det totala antalet transporter av farligt gods på Sveriges vägar, så även på Essingeleden. Den begränsade sträckan som planområdet angränsar mot Essingeleden innebär dock att sannolikheten för ett utsläpp och antändning av brandfarlig vätska är låg.

Ett stort utsläpp av exempelvis bensin kan, om det antänds, innebära att hög värmestrålning drabbar omgivningen och kan orsaka brännskador på oskyddade människor eller antända byggnader. Allvarliga konsekvenser kan uppkomma inom maximalt 40-50 meter från olycksplatsen. Detta innebär att det enbart är en olycka i Essingeledens södergående körfält som skulle kunna påverka bebyggelse i planområdet. Avståndet mellan vägbana och närmaste nya byggnad innebär att sannolikheten för påverkan på bebyggelse och personer inomhus bedöms bli relativt låg, eftersom avståndet är 50 m. Med avseende på föreslagen ny bebyggelse bedöms det inte nödvändigt att studera denna olycksrisk i en detaljerad analys.

Däremot kan det vara aktuellt att ta hänsyn till eventuell ny etablering inom obebyggda områden mellan hus och väg. Detta är främst aktuellt om det planeras ytor som bedöms kunna uppmuntra till stadigvarande vistelse, som t.ex. uteserveringar, lekplatser m.m.

Scenario 1.5 – Olycka där ämne av klass 5 blandar sig med brännbart ämne och orsakar explosion

Vissa oxiderande ämnen och organiska peroxider ur klass 5 kan, om de blandas med brännbart material bilda en blandning som kan självantända. Blandningen kan till och med innebära ett explosionsartat brandförlopp som motsvarar explosion med massexplösiva ämnen. Ett scenario som kan inträffa vid utsläpp till följd av trafikolycka är att ämnet blandas med exempelvis bensin eller motorolja från det egna fordonet. Ett större utsläpp kan då bilda en explosiv blandning som motsvarar ca 3 ton trotyl.

Det begränsade avståndet mellan väg och bebyggelse kan innebära stora konsekvenser med avseende på personskador. Konsekvensområdet är dock så begränsat att det främst är vid olycka i södergående körfält som ny bebyggelse riskerar att påverkas.

Det är enbart en mycket begränsad andel av ämnena ur klass 5 som kan leda till denna typ av kraftiga brand- och explosionsförlopp, nämligen i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt de mätningar av mängder farligt gods som Räddningsverket utförde under september 2006 transporterades inga organiska peroxider (klass 5.2) på Essingeleden förbi det aktuella planområdet. Dessutom anges det i regelverket ADR-S /15/ att det inte är tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på svenska vägar. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Detta innebär att andelen av de oxiderande ämnena på Essingeleden som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas vara mycket begränsad.

Med hänsyn till konsekvenserna som en explosion kan innebära för personer inom den nya bebyggelsen bedöms dock risknivån vara så omfattande att olycksrisken behöver studeras vidare i en detaljerad analys för att avgöra behovet av riskreducerande åtgärder.

4.3 Sammanställning

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

- **Scenario 1.1** – explosion med explosiva ämnen (klass 1)
- **Scenario 1.2** – utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- **Scenario 1.3** – utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- **Scenario 1.4** – utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
- **Scenario 1.5** – olycka där ämne av klass 5 blandar sig med brännbart ämne och orsakar explosion

Genom att närmare kvantifiera frekvens och konsekvens för ovanstående risker erhålls en tydligare bild över risknivån i det aktuella området. En kvantifiering av risknivån medger att resultaten lättare kan jämföras med riktlinjer för riskacceptans (se avsnitt 5).

5 FÖRDJUPAD RISKANALYS

5.1 Allmänt

Nedan presenteras resultatet av de beräkningar som genomförts avseende risk för olycksscenarier förknippade med transporter av farligt gods på Essingeleden. I bilaga A och B redovisas frekvens- och konsekvensberäkningar som har genomförts för de olycksscenarier som enligt den inledande analysen bedöms kunna påverka risknivån för planområdet. I avsnitt 5.2 presenteras resultaten av de riskberäkningar som har utförts. Riskberäkningar redovisas i sin helhet i bilaga C.

Frekvensberäkningarna är utförda i enlighet med den metod som anges i *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* /16/. Som underlag till beräkningarna används underlag från MSB (se avsnitt 3.2.1). Beräkningarna baseras på ett maxvärde av studerade mätningar (se Bilaga A).

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

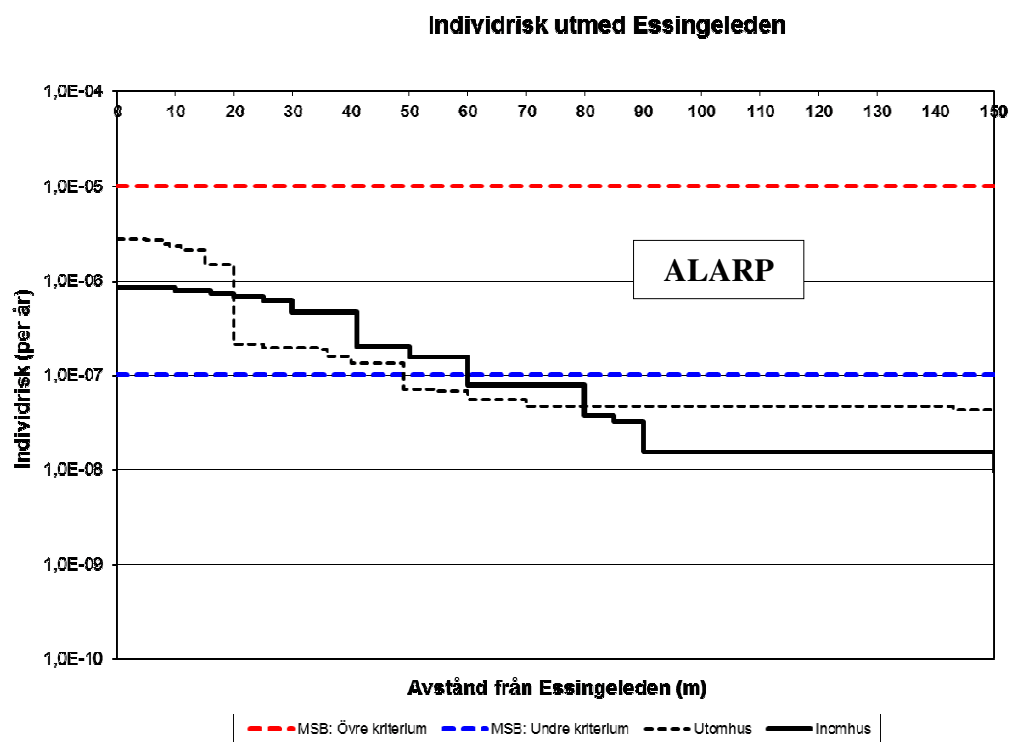
I frekvensberäkningarna har transporter med LNG på Essingeleden inkluderats, vilket innebär en fördubbling av antalet transporter med klass 2.1 jämfört med tidigare.

5.2 Sammanställning av risk

5.2.1 Individrisk

Underlag för beräkning av individrisk redovisas i bilaga C. Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning. Ett konservativt antagande är att en olycka inträffar inom planområdet. När det gäller skadeområden för de olika olycksscenarierna så understiger områdena för flera scenarier (t.ex. brand) den aktuella vägsträcka som studeras (400 meter av Essingeleden). Detta innebär att även om olyckan sker mitt för planområdet behöver den inte drabba hela området. För skadescenarier med stora skadeområden (exempelvis en större explosion) kan fallet vara det motsatta, d.v.s. att personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför planområdet. För vissa av scenarierna med utsläpp och antändning av gasol förväntas inte heller skadeområdet bli cirkulärt vilket i sin tur innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För att ta hänsyn till detta har frekvenserna reducerats, alternativt ökats, beroende på skadeområdets utbredning och spridningsvinkel.

I figur 5.1 redovisas de individriskprofiler som visar påverkan på individrisken förknippad med olyckor med farligt gods på Essingeleden utomhus och inomhus. Riskprofilerna redovisar individrisken som en funktion av avståndet till vägkanten, d.v.s. frekvensen att en person som befinner sig på ett visst avstånd från riskkällan förolyckas. I avsnitt 5.3.1 värderas de olika riskprofilerna utifrån gällande riskkriterier.

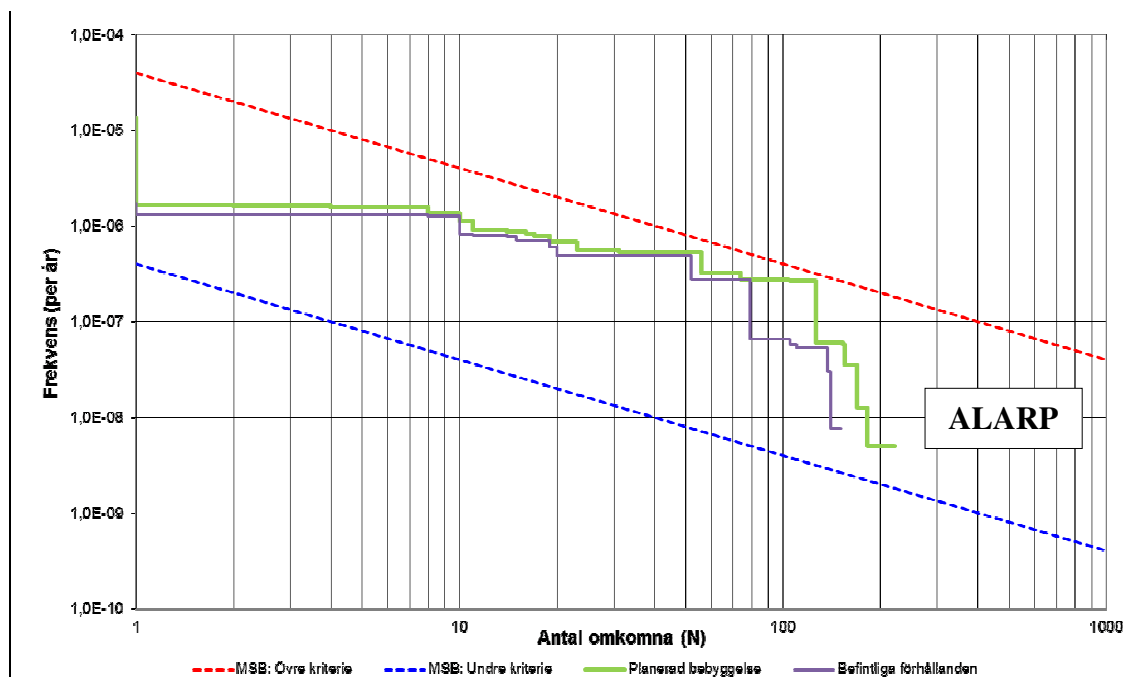


Figur 5.1. Individriskprofiler för person utomhus respektive inomhus inom planområdet kv. Primus m m som funktion av avståndet till **Essingeleden** (mätt från närmaste vägkant). (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala).

5.2.2 Samhällsrisk

För beräkning av samhällsrisk har ett antal antagande varit nödvändiga. Främsta gäller det antalet personer inom möjligt skadeavstånd från Essingeleden. Antaganden redovisas i bilaga B och bilaga C. En olycka har antagits ske mitt för planområdet, mitt på Essingeleden. Olycksscenarioer som innebär cirkulära skadeområden (ex. explosion) omfattar även ett uppskattat antal omkomna utanför planområdet. Olycksscenarioer med icke cirkulära skadeområden (t.ex. jetflamma och gasmoln) har antagits vara riktade mot planområdet.

I figur 5.2 redovisas samhällsrisk inom det studerade området med avseende på olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på Essingeleden. Samhällsrisk redovisas i form av s.k. F/N-kurva som redovisar förväntad frekvens för N eller fler omkomna. Samhällsrisk har beräknats både med avseende på den planerade förändringen av planområdet kv. Primus samt utifrån befintliga förhållanden inom planområdet. I avsnitt 5.3.2 värderas de olika riskprofilerna utifrån gällande riskkriterier.



Figur 5.2. Samhällsrisik för olycka på Essingeleden, förutsatt planerad bebyggelse inom planområdet kv. Primus m.m. respektive med befintliga förhållanden.
(Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.3 Värdering av risk

I bilaga D redovisas ett mer utförligt resonemang avseende värdering av risk, bl.a. de acceptanskriterier som kommer att användas för värdering av risk i detta projekt. De acceptanskriterier som används kommer från Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps publikation *Värdering av risk* [17]. Kriterierna redovisas dessutom i figur 5.1 och 5.2 ovan.

I riskvärderingen nedan jämförs risknivån med det övre respektive undre kriteriet. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla. Området mellan kriterierna benämns ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls.

5.3.1 Individrisk

Enligt figur 5.1 hamnar individrisknivån förknippad med transporter av farligt gods både utomhus och inomhus inom ALARP cirka 40-60 meter från **Essingeleden**. Inom cirka 20 meter från vägen hamnar risknivån utomhus i den övre halvan av ALARP.

Enligt figur 2.2 är avståndet mellan Essingeleden och närmaste ny byggnad 50 meter. Detta innebär att bebyggelse sker inom ett område där individrisknivån är så stor att riskreducerande åtgärder behöver beaktas vid ny bebyggelse. Risknivån innebär dock att hänsyn ska tas till hur åtgärdernas kostnad står i proportion till dess riskreducerande effekt. Det ska beaktas att risknivån inomhus ligger inom den nedre halvan av ALARP.

5.3.2 Samhällsrisk

Utifrån beräknad samhällsrisk (se figur 5.2) dras slutsatsen att samhällsrisknivån inom området är hög, men inte oacceptabel. Detta beror på den täta bebyggelsen samt den omfattande trafiken på Essingeleden. Skillnaden i risknivå mellan dagens bebyggelse inom planområdet samt med den planerade bebyggelsen är relativt begränsad.

Skillnaden mellan de båda exploateringarna är främst att med nuvarande utformning begränsas personbelastningen inom området huvudsakligen till dygnets ljusa timmar medan den planerade bebyggelsen med bostadsbebyggelse innebär att personer vistas i området dygnet runt.

Olyckor med explosivämnen och brännbara gaser bidrar i störst grad till att höja risknivån avseende samhällsrisk. Detta beror på den relativt höga frekvensen tillsammans med ett relativt stort antal förväntat omkomna vid sådana olyckor.

Observera att samhällsrisk är ett mycket grovt mått på risknivån då ett stort antal antaganden måste göras för att kunna beräkna antalet omkomna.

Eftersom risknivån ligger inom ALARP ska riskreducerande åtgärder beaktas vid planering. Omfattning av åtgärder redovisas i avsnitt 7.

6 HANTERING AV OSÄKERHETER

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bland annat 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:

- *Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi området* – En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i antalet transporter av farligt gods på aktuella vägar. Osäkerheten är stor både vad gäller antal och transporterade ämnen och mängder. För Essingeleden används statistik som bygger på kartläggningar från begränsade perioder. Räddningsverkets kartläggningar redovisar mängden farligt gods i ett spann för respektive klass, där det rör sig om mycket stora intervall. Frekvensberäkningarna har utförts för den maximala transportmängden för respektive klass utifrån Räddningsverkets kartläggningar från 1998 och 2006.

Att förutsätta maximala mängder av respektive klass enligt de två kartläggningarna bedöms vara ett mycket konservativt tillvägagångssätt. Det bör observeras att det antagna transportantalet i analysen motsvarar ca 10 % av det totala antalet transporter med farligt gods på svenska vägar år 2008 /14/.

Enligt avsnitt 3.2.2 pågår flera olika projekt som bl.a. syftar till att minska mängden farligt gods på vägarna genom Stockholm. Med hänsyn till detta bedöms sannolikheten vara mycket låg några omfattande ökningar av antalet farligt godstransporter på Essingeleden.

Antalet transporter med klass 2.1 – brännbara gaser, har kompletterats med de transporter med LNG som numera körs på Essingeleden. Eftersom maxvärden från MSB:s kartläggning används kan det innebära en överskattning av dessa transporter.

- *Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder.*
- *Val av olycksscenarier* – De scenarier som behandlas behöver inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. T.ex. så görs ett mycket konservativt antagande avseende vilka giftiga gaser samt mängder som transporteras. På samma sätt antas en olycka inträffa där den gör som mest skada och när det är som mest människor i byggnaderna.
- *Persontäthet* – Ett antal antaganden om byggnadsytor, persontäthet i olika verksamheter m.m. har varit nödvändiga för beräkning av samhällsrisk. Osäkerheterna i dessa antaganden är stora då faktiska förhållanden inte är kända, bl.a. avseende befintliga förutsättningar inom det aktuella planområdet samt kringliggande områden.

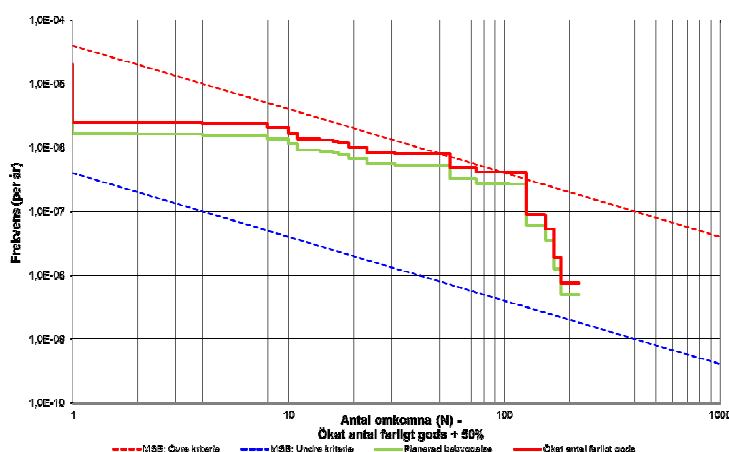
- *Skadeområden* – Skadeområden beräknas med hjälp av erkända metoder och indata. Det är dock osäkert hur topografi, framförliggande bebyggelse etc. dämpar konsekvenser av respektive olycka. Ett antal antaganden har gjorts avseende detta vid beräkning av samhällsrisk.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden bedöms innebära att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

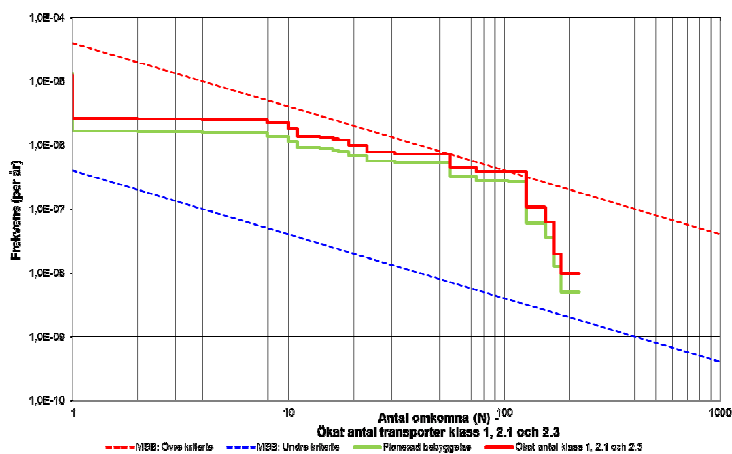
6.1 Käslighetsanalys

Eftersom det råder stora osäkerheter när det gäller antalet transporter med farligt gods på Essingeleden har en käslighetsanalys gjorts där antalet transporter med farligt gods varierats med syfte att studera påverkan på risknivån. Antalet transporter har varierats på följande sätt:

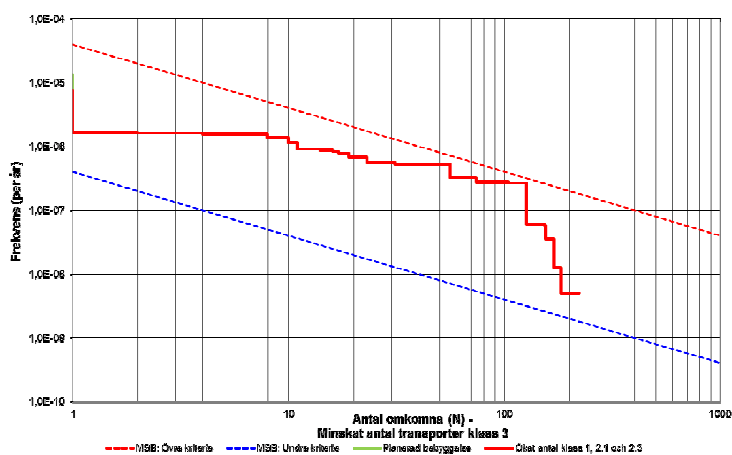
- Ökad andel farligt godstransporter med 50 %. Samma fördelning mellan klasserna enligt tidigare. Resultatet redovisas i figur 6.1.
- Oförändrat totalt antal farligt godstransporter, men en omfördelning mellan klasserna, med ökning av klass 1 (från ca 5 % → 10 %), klass 2.1 (från ca 4 % → 10 %) samt klass 2.3 (från ca 0,02 % → 5 %) och minskning av klass 2.2 (från ca 12 % → 5 %) samt klass 3 (från ca 60 % → 50 %). Resultatet redovisas i figur 6.2.
- En minskad andel transporter med klass 3. Ett halverat antal har antagits. Resultatet redovisas i figur 6.3.
- En högre persontäthet inom planområdet och kringliggande områden som antas utifrån ett högre totalt personantal. Dessutom studeras hur antagandet att maximal personbeläggning inom området dygnet och året runt påverkar samhällsrisken. Resultatet redovisas i figur 6.4.



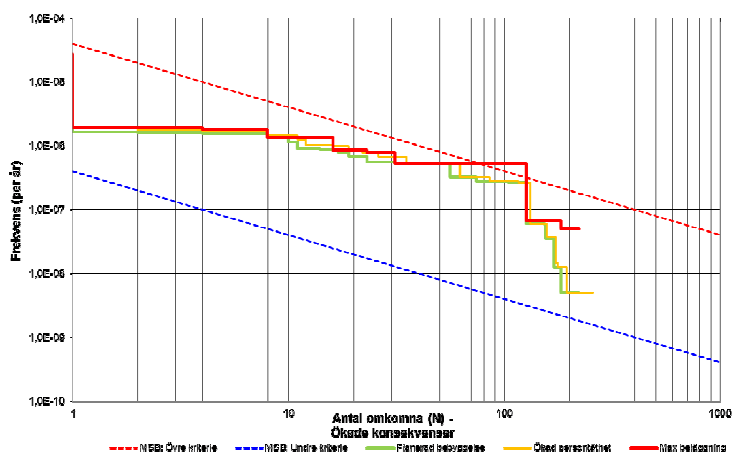
Figur 6.1. Risknivån med en ökad andel transporter med farligt gods jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.



Figur 6.2. Risknivå med en ökad andel transporter med ämnen ur klass 1, klass 2.1 och 2.3 jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.



Figur 6.3. Risknivå med en minskad andel transporter med klass 3 jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.



Figur 6.4. Risknivå med en ökad persontäthet inomhus respektive konsekvenser oberoende av tid på dygnet eller året jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.

Genomförd känslighetsanalys visar att risknivån påverkas i relativt liten utsträckning även om det innebär att risknivån till viss del då hamnar ovanför den övre kriteriegränsen. Att antalet transporter med farligt gods skulle öka med 50 % bedöms inte vara en trolig lösning inom en överskådlig framtid. Med Förbifart Stockholm tagen i drift bedöms det troligt att antalet tunga transporter kommer att minska.

Något som har påverkat risknivån har varit de transporter med LNG som numera förekommer på Essingeleden.

7 ÅTGÄRDER

7.1 Allmänt

Enligt den detaljerade riskanalysen avseende transporter av farligt gods på Essingeleden bedöms risknivån för det aktuella planområdet medföra att riskreducerande åtgärder behöver beaktas vid ny bebyggelse. Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då risknivån innebär att åtgärder som syftar till att reducera risker förknippade med transporter av farligt gods enbart ska vidtas i den mån som de bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nytto-perspektiv. Åtgärdernas kostnader ska med andra ord ställas i jämförelse med deras riskreducerande effekt.

För att säkerställa att de åtgärder som, enligt den fortsatta diskussionen, erfordras för att erhålla en acceptabel risknivå inom planområdet krävs att dessa anges i detaljplanen. Det finns dock gränser för vad som kan regleras med detaljplan, vilket regleras enligt **Plan- och bygglagen (2010:900)**. I avsnitt 7.4 redovisas förslag på hur erforderliga åtgärder säkerställs. Detta kommer att utgå från den rapport som Boverket och MSB har upprättat: *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplan /18/*.

7.2 Diskussion kring rimlighet

Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror dels på i vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt /17/ bör risker inom de övre delarna av ALARP enbart tolereras om det bedöms vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas. I bilaga D beskrivs resonemang och bedömningar av dessa förhållanden mer utförligt.

7.3 Diskussion kring åtgärder

7.3.1 Placering av verksamheter

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. I centrala områden där det är ont om mark och där ett exploateringsbehov finns kan detta dock vara svårt.

Den föreslagna situationsplanen innebär att majoriteten av bebyggelsen inom planområdet uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd till transportleder för farligt gods (75 meter till bostäder, se tabell 1.1). Dessutom bör det observeras att de närmaste bostadshusen kommer att fungera som en skyddande barriär som reducerar risknivån för bakomliggande bebyggelse.

För de delar av bebyggelsen som uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd anses det inte finnas något behov av ytterligare säkerhetshöjande åtgärder. Med hänsyn till de framförliggande byggnadernas avskärmande effekt bedöms detta även gälla för byggnader som delvis ligger närmare Essingeleden men som skyddas av framförliggande byggnader.

Det är endast fyra byggnader som hamnar på ett avstånd från Essingeleden som understiger Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd. En byggnad planeras ca 50 meter och övriga tre byggnader hamnar ca 60 meter från Essingeledens närmaste väggkant. Byggnaderna föreslås inrymma bostäder. Med hänsyn till den beräknade individrisknivån samt byggnadernas påverkan på samhällsriskerna inom planområdet görs bedömningen att kompletterande byggnadstekniska åtgärder behöver vidtas för dessa byggnader.

Även för obebyggda områden i närheten av Essingeleden behöver hänsyn dock tas till den förhöjda risknivån. Detta innebär att ytorna inom ca 20 meter från Essingeleden (där individrisknivån hamnar inom den övre halvan av ALARP) inte bör utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Detta innebär att området inte ska innehålla faciliteter som medför att personer kommer att befinna sig i området under en längre tid, som t.ex. uteserveringar, lekplatser eller parkbänkar. Däremot kan utrymmena innehålla exempelvis parkeringsplatser.

7.3.2 Byggnadstekniska åtgärder

Nedan delas åtgärdsförslagen in med avseende på vilken eller vilka olycksrisker som de syftar till att reducera.

Åtgärder som skyddar mot explosion

För att kunna minska konsekvenserna av en explosion med stora mängder explosivämnen så krävs mycket omfattande och kostsamma åtgärder på byggnadens stomme och fasad. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på stommens seghet och deformationsförmåga samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen. Åtgärden innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Enligt beräkningarna så har olycksrisker förknippade med transporter av explosiva ämnen en begränsad påverkan på individrisknivån medan den bedöms utgöra en mer betydande risk avseende samhällsriskerna. Med hänsyn till rimligheten i att vidta åtgärder i förhållande till var inom ALARP som risknivån bedöms hamna samt de planerade verksamheterna inom planområdet så rekommenderar Brandskyddslaget att det vidtas åtgärder som skyddar mot explosion för de s.k. skärmhusen. Detta kan jämföras med plankrav för planområdet på motstående sida om Essingeleden, kv. Lux m.m. /6/ respektive planområdet Brovaktan /19/ på Kungsholmen. Inom båda dessa fastigheter har bebyggelsen närmast Essingeleden dimensionerats för att motverka fortskridande ras vid en explosion motsvarande ca 2 ton massexplosiva ämnen. Utformningen av skyddet skiljer sig dock något. För kv. Lux m.m. anges dessutom en begränsning av hur stor andel av fasadarean mot Essingeleden som tillåts utgöra oskyddade fönster.

Brandskyddslaget anser att hänsyn bör tas till sannolikheten för det dimensionerande skadescenariot. Utifrån riskberäkningarna kan det konstateras att det aktuella avståndet innebär ett tillräckligt skydd mot ca 85 % av de transporter med explosivämnen som förekommer på Essingeleden (d.v.s. transporter med < 500 kg explosivämnen). Enligt den kartläggning av transporter av explosivämnen som har upprättats i projektet med intunling av Norra Stationsområdet /11/ så utgör transporter med 2 ton eller mer massexplosiva ämnen ca 5 % av det totala antalet transporter av explosivämnen. Med hänsyn till det bidrag som transporter av explosivämnen innebär på risknivån inom planområdet borde det vara tillräckligt att dimensionera byggnadens stomme så att

fortskridande ras förhindras vid ett infallande tryck motsvarande en explosion om 1 ton massexplosivt ämne på Essingeleden (d.v.s. på ett avstånd om 50-60 meter från husfasad). Med hänsyn till den riskreducerande effekten bedöms det dock inte vara rimligt att ställa några restriktioner på utformning av fönster.

Det föreslås att ovanstående åtgärder anges som krav i detaljplan, se vidare avsnitt 7.4.

Åtgärder som skyddar mot spridning av gas

För att kunna reducera konsekvenserna av ett större gasutsläpp så krävs relativt stora skyddsavstånd mellan bebyggelse och riskkälla, alternativt restriktioner på bebyggelse och områdesutformning som reducerar persontätheten, främst utomhus. Beroende på gastyp går det att reducera konsekvenserna inomhus antingen genom att vidta ventilationstekniska åtgärder för att förhindra spridning av brännbara och giftiga gaser samt genom att vidta byggnadstekniska åtgärder som förhindrar brandspridning vid ett brandscenario med brännbar gas (se nedan).

Ventilationstekniska åtgärder bedöms normalt innebära relativt låga kostnader och kan t.ex. innebära möjliggörandet av central avstängning för tilluften eller att placera friskluftsintag mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på vägen. Det är dock osäkert hur stor riskreducerande effekt som dessa åtgärder innebär. Det första förslaget innebär bl.a. krav på organisationen inom verksamheten, vilket inte går att kontrollera i planbestämmelser /18/.

Med hänsyn till kostnaden samt att åtgärderna ej bedöms ha någon omfattande inverkan på bebyggelsen rekommenderas att åtgärder vidtas som begränsar spridning av gaser in i byggnaden. Utav de två åtgärderna föreslås att krav på placering av friskluftsintag anges som krav i detaljplan, se vidare avsnitt 7.4.

Åtgärder som skyddar mot brandspridning

Skillnaden mellan olika brandscenarier och t.ex. en explosion är att det finns något större möjlighet att uppmärksamma en brand och sedan ha möjlighet att sätta sig i säkerhet innan kritiska förhållanden uppnås där man befinner sig. Utomhus så förutsätter detta en möjlighet att förflytta sig bort från olycksplatsen och inomhus så ska det vara möjligt att utrymma byggnaden bort från olyckan innan branden sprider sig in i byggnaden (se vidare avsnitt 7.3.3).

Enligt avsnitt 5.3.1 har olycksrisker förknippade med brandfarliga vätskor en relativt stor påverkan på individrisknivån inom planområdet, men detta gäller främst avseende oskyddade personer som befinner sig utomhus i nära anslutning till Essingeleden. Avståndet mellan Essingeleden och byggnader innebär däremot ett tillräckligt skydd mot brandspridning till byggnaden även vid en större pölbrand på Essingeleden. Detta innebär ett tillräckligt skydd mot ca 60 % av alla farligt godstransporter. Med avseende på risken förknippad med transporter av brandfarliga vätskor bedöms det därför inte finnas något behov av byggnadstekniska åtgärder till följd av att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd underskrids.

Olycksrisker förknippade med brännbara gaser har en begränsad påverkan på risknivån avseende individrisk. En olycka med brännbar gas bidrar dock till att höja samhällsrisknivån. Detta beror på den relativt höga frekvensen i förhållande till antalet personer som kan omkomma. Med hänsyn till risken förknippad med transporter av brännbara gaser så anser Brandskyddslaget att det kan vara rimligt att vidta vissa åtgärder för att reducera risken för brandspridning vid ny bebyggelse inom planområdet.

Detta kan jämföras med plankrav för planområdet på motstående sida om Essingeleden, kv. Lux m.m. /6/. Inom denna fastighet anges att fasad mot Essingeleden ska utföras i huvudsakligen obrännbart material. Dessutom anges en begränsning av hur stor andel av fasadarean mot Essingeleden som tillåts utgöra oskyddade fönster.

Med hänsyn till det bidrag som transporter av brännbara gaser innebär på risknivån inom planområdet föreslås att fasad som vetter mot Essingeleden utförs i obrännbart material för att reducera sannolikheten för brandspridning. Med hänsyn till den riskreducerande effekten bedöms det dock inte vara rimligt att ställa några restriktioner på utformning av fönster.

Det föreslås att ovanstående åtgärd anges som krav i detaljplan, se vidare avsnitt 7.4.

7.3.3 Planlösning, användningssätt m.m.

Utrymningsstrategin för nya byggnader nära Essingeleden behöver utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på vägen.

Ovanstående innebär att nya byggnader, som ligger närmare Essingeleden än Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd, och som vetter direkt mot Essingeleden ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från vägen. Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in. Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se vidare 6.4.

Det bör observeras att om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart en utrymningsväg, som utgörs av trapphus som vetter mot vägen ska fasader mot vägen utformas så att strålningsnivån på utrymmande inte överstiger 3 kW/m^2 vid ett brandscenario med brännbara gaser eller brandfarliga vätskor på vägen. Detta rör sig dock om detaljprojektering som inte bör anges som krav i detaljplanen utan kan istället härledas till övriga lagkrav enligt Plan- och bygglagen avseende säker utrymning.

7.4 Sammanställning av åtgärder – Förslag till planbestämmelser

Utifrån avsnitt 7.1-7.3 har det identifierats ett flertal olika åtgärder som behöver vidtas för att säkerställa en acceptabel risknivå inom det aktuella planområdet. Enligt avsnitt 7.1 är det inte möjligt att ange samtliga åtgärder i detaljplanen. Nedan redovisas dock de åtgärder som föreslås föras in som planbestämmelser.

Med hänsyn till olyckshändelser på Essingeleden (E4/E20) ska:

- Obebyggda områden inom 20 meter från Essingeleden ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 75 meter från Essingeleden ska bostadshus samt byggnader med svårutrymda verksamheter (t.ex. förskola) utan framförliggande bebyggelse utföras med:
 - Stommar och bärande konstruktioner dimensionerade för att förhindra fortskridande ras. Dimensionerande kraft ska motsvara en explosion om 1 ton massexplosivt ämne som inträffar på Essingeleden mitt för byggnaden.
 - Friskluftsintag placerade bort från Essingeleden mot skyddad sida
 - Fasader mot Essingeleden i obrännbart material
 - Utrymningsvägar placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Essingeleden

7.5 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas i avsnitt 7.4 bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå.
- Förhindra byggnadskollaps för bostadshus närmast Essingeleden som saknar framförliggande bebyggelse
- Förhindra brandspridning in i byggnader närmast Essingeleden till dess att de hunnit utrymmas.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Essingeleden.

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

7.6 Åtgärder som planbestämmelser

Föreslagna åtgärder utgör endast ett förslag och det är upp till kommunen/projektet 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.

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. Ett exempel på funktion är att skärmhusen ska utföras så att fortskridande ras förhindras vid olycka med explosivämnen på Essingeleden. Exakt hur byggnadens stomme ska utformas bör inte formuleras som planbestämmelse eftersom man då "låser fast sig" vid en viss byggnadsteknik eller ett visst material. Kunskap om detta kan förändras med tiden och billigare och bättre alternativ kan bli aktuella och innebära ett likvärdigt skydd.

8 SLUTSATS

Det aktuella planområdet ligger i ett relativt utsatt läge med hänsyn till i huvudsak olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på Essingeleden som utgör primär transportled för farligt gods.

På Essingeleden förekommer transporter av ämnen ur samtliga farligt godsklasser. I dagsläget bedöms en klar majoritet av transporterna rymma brandfarliga vätskor (klass 3), ca 60 %.

Den planerade bebyggelsen inom planområdet innebär att risknivån förknippad med transporter av farligt gods på Essingeleden är förhöjd och på en sådan nivå att risk-reducerande åtgärder ska beaktas vid ny bebyggelse. Behovet av åtgärder behöver dock diskuteras ur ett kostnads-/nyttoperspektiv. Med avseende på olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på Essingeleden ska följande åtgärder vidtas vid ny bebyggelse inom det aktuella planområdet (förslag till krav i detaljplan):

- Obebyggda områden inom 20 meter från Essingeleden ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 75 meter från Essingeleden ska bostadshus samt byggnader med svårutrymda verksamheter (t.ex. förskola) utan framförliggande bebyggelse utföras med:
 - Stommar och bärande konstruktioner dimensionerade för att förhindra fortskridande ras. Dimensionerande kraft ska motsvara en explosion om 1 ton massexplosivt ämne som inträffar på Essingeleden mitt för byggnaden.
 - Friskluftsintag placerade bort från Essingeleden mot skyddad sida
 - Fasader mot Essingeleden i obrännbart material
 - Utrymningsvägar placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Essingeleden

9 REFERENSER

- /1/ Inledande riskanalys kv. Primus, Lilla Essingen (Bilaga 2 till översiktlig MKB), Brandskyddslaget AB, 2009-12-17 (version 3)
- /2/ Program för kv. Primus 1 mm inom stadsdelen Lilla Essingen (Dnr. 2006-05021-54), Stockholms stad, januari 2010
- /3/ Riskhantering i Detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, september 2006
- /4/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- /5/ Riskhänsyn vid planläggning av bebyggelse, människors säkerhet intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, remiss september 2012
- /6/ Dp 1999-04226-54 – Detaljplan för kv. Lux m.m. inom stadsdelen Lilla Essingen i Stockholm, Stockholms stadsbyggnadskontor, Laga kraft 2001-09-13
- /7/ Årsmedeltdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Vägverkets hemsida – www.vagverket.se, 2011-10-01
- /8/ 01FS 2011:22 – Länsstyrelsens i Stockholms län sammanställning över vägar och vissa lokala trafikföreskrifter inom Stockholms län; (dnr 2581-4653-2011), mars 2011
- /9/ Kartläggning av vägtransporter med farligt gods i Sverige under fjärde kvartalet 1998, Statens räddningsverk 1998, (www.msb.se)
- /10/ Kartläggning av farligt godstransporter september 2006, Statens Räddningsverket, 2007 (www.msb.se)
- /11/ E4/E20 Tomtebodan – Haga Södra (Gemensamt) – Riskbedömning detaljplan för Vasastaden 1:16 m.m. och Arbetsplan E 4/E 20 Tomtebodan – Haga Södra, Vägverket & Exploateringskontoret, 2009-10-05 (Samrådshandling)
- /12/ Full gas för grönare hav med LNG, www.stockholmshamnar.se, publicerad: 2013-01-11, besökt: 2013-04-10
- /13/ Information från Stockholms stad, 2013-03-19
- /14/ Lastbilstrafik 2008, helår (2009:12), Statens institut för kommunikationsanalys, SIKA, 2009
- /15/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006
- /16/ Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg, Räddningsverket 1996
- /17/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997
- /18/ Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – vägledningsrapport, Räddningsverket/Boverket 2006
- /19/ Dp 2005-08954-54 – Detaljplan för Brovakten, område vid kv. Glädjen mm i stadsdelen Stadshagen i Stockholm, Stockholms stadsbyggnadskontor, Laga kraft 2009-04-08

**Risikanalys kv. Primus m m
Lilla Essingen, Stockholm**

BILAGA A

FREKVENSBERÄKNINGAR

A.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet kv. Primus, Lilla Essingen. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande transportleden för farligt gods, Essingeleden:

- Scenario 1. Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Scenario 2. Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - 2.1. Utsläpp med direkt antändning (jetflamma)
 - 2.2. Utsläpp med fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
 - 2.3. Långvarig brandpåverkan på oskyddad gastank (BLEVE)
- Scenario 3. Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Scenario 4. Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Scenario 5. Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

A.2 INDATA

A.2.1 Allmänt – Essingeleden

Planområdet angränsar mot Essingeleden längs ca 400 meter. På den aktuella sträckan har vägen motorvägsstandard med fyra filer i vardera riktningen. Den skyltade hastigheten på vägen är 70 km/h. Vägen är utförd med avakningsskydd (broräcke) längs hela aktuella sträckan som den angränsar mot exploateringsområdet. På- och avfartsramperna som ansluter Essingeleden med Lilla Essingen går öster om Essingeleden.

A.2.2 Trafik

Enligt prognoser så kommer trafikflödet vara som mest 160 000 fordon per dygn år 2023, året innan Förbifart Stockholm invigs. Enligt Vägverket är årsmedeldygnstrafiken på den aktuella vägsträckan i nuläget ca 130 000 fordon per dygn summerat i båda körriktningar /1/. Andelen tung trafik utgör ca 9-10 % av det totala trafikflödet. I beräkningarna används trafikflödet år 2023 som underlag.

/1/ Årsmedeldygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Vägverkets hemsida – www.vagverket.se, 2011-10-01

A.2.2.1 Transport av farligt gods

Essingeleden utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods. Information om mängder av respektive farligt godsklass har erhållits från Räddningsverket (numera Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) och omfattar tidsintervall oktober-december år 1998 /2/ respektive september år 2006 /3/, se tabell A.1 (transportmängderna har omräknats till årsbasis).

Tabell A.1. Uppmätta mängder farligt gods per år på Essingeleden utifrån kartläggningar från 1998 och 2006.

Klass	Transporterad mängd (nettoton) per år					
	1996			2006		
1	800	-	2000	0	-	840
2	20000	-	60000	0	-	74700 *
3	200000	-	440000	990000	-	1188000
4	40	-	400	3600	-	8280
5	2000	-	10000	0	-	5880
6	40	-	800	4080	-	5160
7	0	-	0	0	-	0
8	4000	-	20000	0	-	139200
9	800	-	4000	0	-	138000
Totalt	227680	-	537200	997680	-	1560060

* I 2006 års kartläggning redovisas är klass 2 indelad i underklasserna enligt följande:

- 2.1 Brandfarliga gaser: 0-21 600 ton/år (0-864 transporter/år);
- 2.2 Icke brandfarliga, icke giftiga gaser: 0-52 800 ton/år (0-2 112 transporter/år);
- 2.3 Giftiga gaser: 0-300 ton/år (0-12 transporter per år)

I projektet med intunnling av Norra Stationsområdet cirka tre kilometer norr om planområdet har fördelningen av antalet vägtransporter med farligt gods studerats mer i detalj /4/. I denna studie anges att det förekommer ca 165 farligt transporter per dygn (ca 60 000 per år) på Essingeleden, med en fördelning enligt följande:

-
- /2/ Kartläggning av vägtransporter med farligt gods i Sverige – oktober-december 1996, Räddningsverket, 1998, finns att hämta på www.msb.se
- /3/ Kartläggning av vägtransporter med farligt gods – september 2006, Räddningsverket, 2007, finns att hämta på www.msb.se
- /4/ E4/E20 Tomtebodavägen – Haga Södra (Gemensamt) – Riskbedömning detaljplan för Vasastaden 1:16 m.m. och Arbetsplan E 4/E 20 Tomtebodavägen – Haga Södra, Vägverket & Exploateringskontoret, 2009-10-05 (Samrådshandling)

- Klass 1. Explosiva ämnen: 2,92 %
- Klass 2.1. Brännbara gaser: 1,12 %
- Klass 2.3. Giftiga gaser: 0,02 %
- Klass 3. Brandfarliga vätskor: 69,93 %
- Klass 5. Oxiderande ämnen: 0,74 %
- Övriga klasser: 25,28 %
(klass 2.2, 4, 6, 7, 8, 9)

I /5/ redovisas dessutom en fördjupad utredning avseende antalet transporter och fördelningen mellan olika transportmängder gällande explosivämnen (klass 1). Utredningen utgår från underlag från bl.a. MSB och Polisen samt transportörer i Stockholm (se vidare avsnitt A.3.3.1).

Sedan januari 2013 körs transporter med LNG från Nynäshamn till Frihamnen. Totalt rör det sig om ca tre transporter med LNG varje dag, dvs. ca 1 095 transporter per år. Det innebär mer än en fördubbling jämfört med underlaget från MSB. Dessa transporter kommer därför att inkluderas i beräkningarna.

Utifrån ovanstående underlag har det gjorts en uppskattning av antalet transporter på Essingeleden förbi kv. Primus. Utgångspunkten för uppskattningen har varit de maximala transportmängderna av respektive klass enligt tabell A.1 där mängderna har räknats om till ett transportantal utifrån en uppskattad genomsnittsmängd per transport. För klass 1 har genomsnittsmängden uppskattats utifrån de uppgifter som redovisas i riskanalysen för Norra stationsområdet (se vidare avsnitt A.3.3.1).

Tabell A.2. Uppskattat antal transporter med farligt gods per år på Essingeleden.

Klass	Kategori	Uppskattat antal transporter	Andel
1	Explosiva ämnen	2808	5,2%
2.1	Brännbara gaser	864+1095	3,7%
2.2	Icke brännbara, icke giftiga gaser	6336	11,8%
2.3	Giftiga gaser	12	0,02%
3	Brandfarliga vätskor	32108	59,9%
4	Brandfarliga fasta ämnen etc.	701	1,3%
5	Oxiderande ämnen / organiska peroxider	400	0,7%
6	Giftiga ämnen	547	1,0%
7	Radioaktiva ämnen	118	0,2%
8	Frätande ämnen	3093	5,8%
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	5520	10,3%
Totalt		53607	

/5/ E4/E20 Tomtebodavägen – Haga Södra (Gemensamt) – Riskbedömning detaljplan för Vasastaden 1:16 m.m. och Arbetsplan E 4/E 20 Tomtebodavägen – Haga Södra, Vägverket & Exploateringskontoret, 2009-10-05 (Samrådshandling)

A.3 BERÄKNINGAR TRAFIKOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på den aktuella vägen utmed den sträcka där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Räddningsverkets rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /6/.

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

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

A.3.1 Trafikolycka

Enligt ovan har Essingeleden på den aktuella vägsträckan motorvägsstandard och en hastighetsbegränsning på 70 km/h, vilket ger en olyckskvot på 0,6 trafikolyckor per 10⁶ fordonskilometer /6/. Olycksfrekvensen beräknas för en sammanlagd sträcka av 500 meter.

Utifrån ovanstående indata beräknas antalet förväntade fordonsolyckor till:

$$O_{\text{Es sin geleden}} = 0,6 \times (365 \times 160000 \times 0,4) \times 10^{-6} = 14 \text{ fordonsolyckor per år.}$$

A.3.2 Trafikolycka med farligt gods

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

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

där

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

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 30 % för aktuell vägsträcka /6/)

I tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för trafikolycka med farligt gods för respektive vägavsnitt. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass (se tabell A.2). Enligt tidigare kommer dock de

/6/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

fortsatta beräkningarna att avgränsas till olyckor förknippade med transporter av ämnen ur klass 1, 2, 3 och 5.

*Tabell A.3. Sammanställning frekvensberäkningar trafikolycka med farligt gods **Essingeleden**. Procentsats i raden totalt utgör andelen transporter skyltade med farligt gods (X) i förhållande till det totala trafikflödet. Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godstransporter.*

Scenario	Trafikolycka med farligt gods [per år]	
Totalt	0,09%	2,2E-02
klass 1	5,2%	1,1E-03
Klass 2	15,5%	3,4E-03
klass 3	59,9%	1,3E-02
klass 4	1,3%	2,9E-04
klass 5	0,7%	1,6E-04
klass 6	1,0%	2,2E-04
klass 7	0,2%	4,8E-05
klass 8	5,8%	1,3E-03
klass 9	10,3%	2,3E-03

A.3.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål (klass 1) delas upp i sex olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Ämnen inom riskgrupp 1.1 utgörs av ämnen och föremål med risk för massexplosion, vilket innebär en explosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara olyckor med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

Enligt uppgifter som har tagits fram inom projektet med intunnling av Norra Stationsområdet utgör ca 80-90 % av transporter med explosivämnen ämnen ur klass 1.1. Antalet transporter med övriga klasser (1.2-1.6) är begränsade /7/. I de fortsatta beräkningarna antas det grovt att samtliga transporter rymmer ämnen ur klass 1.1.

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 /8/. Hur stor andel av transporter som faktiskt rymmer så mycket är dock oklart.

/7/ E4/E20 Tomtebodavägen – Haga Södra (Gemensamt) – Riskbedömning detaljplan för Vasastaden 1:16 m.m. och Arbetsplan E 4/E 20 Tomtebodavägen – Haga Södra, Vägverket & Exploateringskontoret, 2009-10-05 (Samrådshandling)

/8/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006

I /9/ genomfördes en kartläggning av explosivämnestransporter. Kartläggningen beaktar uppgifter från bl.a. Räddningsverket (numera MSB), Polisen samt transportörer i Stockholms län. I /7/ redovisas uppgifter från Räddningsverket som anger att enbart 0,5 % av transporterna med klass 1.1 i Stockholmsregionen utgör s.k. transitttransporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet. Utifrån det underlag som erhöles gjordes en fördelning mellan olika transportmängder enligt nedan, vilket även kommer att användas i denna utredning:

- < 60 kg/transport: 49,5 %
- 60-500 kg /transport: 34,7 %
- 500-1 000 kg/transport: 9,9 %
- 1 000-5 000 kg/transport: 5,0 %
- 16 000 kg/transport: 1,0 %

En detonation kan uppstå antingen till följd av att starka påkänningarna på lasten till följd av själva trafikolyckan eller till följd av en brand som sprids till lasten. Ämnen ur riskgrupp 1.1 får enbart transporteras i fordon som uppfyller krav för s.k. EX/II- eller EX/III-fordon, vilket innebär krav på utförandet av elektronik, bromsar och förebyggande åtgärder mot brandrisker. Detta syftar till att reducera sannolikheten för trafikolycka som kan leda till stora påkänningar eller brandspridning till lasten vid t.ex. en motorbrand. Det finns även regler för förpackning etc., vilket innebär att sannolikheten för att en trafikolycka ska leda till omfattande skador på det transporterade godset p.g.a. påkänningar bedöms vara mycket låg.

Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas utifrån statistik över fordonsbränder vid polisrapporterade vägtrafikolyckor /10/ samt totalt antal inrapporterade trafikolyckor med personskada för motsvarande tidsperiod /11/. Utifrån detta uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 %. Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon (se ovan) innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexplosion) till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten uppskattas grovt till 10 %.

Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexplosion) till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas vara mycket låg. Det finns idag ingen känd forskning kring hur stor kraft som behövs för att initiera detonation av det fraktade godset vid en trafikolycka. Med hänsyn till kraven på transportfordon för explosivämnen som bl.a. avser utformning som innebär att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner så bedöms

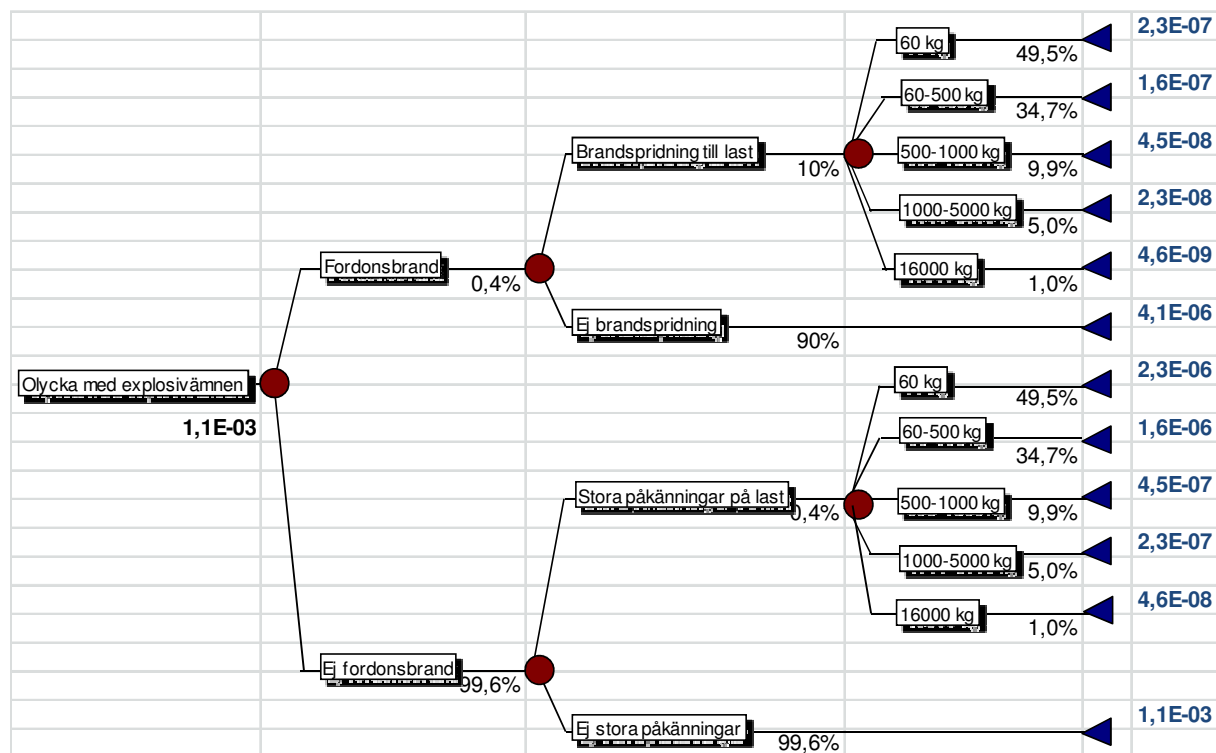
/9/ E4/E20 Tomtebodavägen – Haga Södra (Gemensamt) – Riskbedömning detaljplan för Vasastaden 1:16 m.m. och Arbetsplan E 4/E 20 Tomtebodavägen – Haga Södra, Vägverket & Exploateringskontoret, 2009-10-05 (Samrådshandling)

/10/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/11/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

sannolikheten för att en trafikolycka innebär så omfattande krafter på lasten att det leder till detonation inte vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en trafikolycka, d.v.s. 0,4 %.

Figur A.1 visar ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa.



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

A.3.2.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper (uppskattad intern fördelning på Essingeleden utifrån tabell A.2)

- Klass 2.1. brännbara gaser (23,6 %)
- Klass 2.2. icke giftiga och icke brännbara gaser (76,2 %)
- Klass 2.3. giftiga icke brännbara gaser (0,1 %)

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.

Det antas grovt att samtliga gastransporter på den aktuella vägsträckan utgörs av tankbilar. Motorvägsstandard och hastighetsbegränsning på 70 km/h innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 13 % (Index för

farligt godsolyckor) /12/. De tankar som gaser transporteras i är dock i regel under tryck och tankarna har större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /12/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $13 \% \cdot 1/30 = 0,4 \%$.

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

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

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för antändning (direkt och fördröjd). Fördelningen mellan olika utsläppsstorlekar samt efterföljande sannolikheten för antändning anges i tabell A.4 /12/.

Tabell A.4. Sannolikhet för olika utsläppsstorlekar och sannolikhet för antändning vid transport i tankbil.

Utsläppsstorlek	Sannolikhet	Antändning		
		Direkt	Fördröjd	Ingen
Litet (0,09 kg/s)	62,5 %	10 %	50 %	40 %
Medelstort (0,9 kg/s)	20,8 %	15 %	65 %	20 %
Stort (17,8 kg/s)	16,7 %	20 %	80 %	0 %

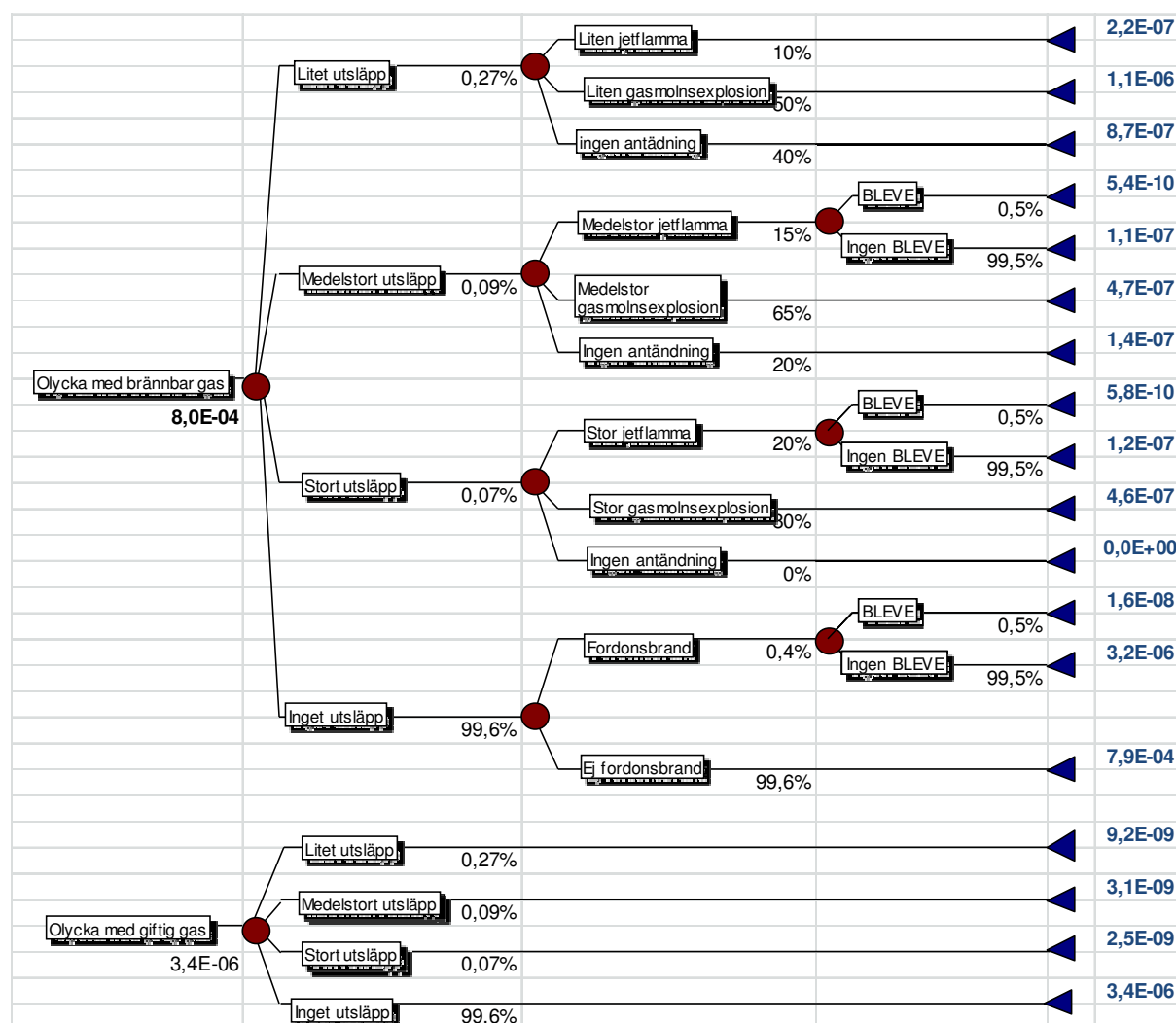
En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under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

Vid gasmolnsexplosion samt utsläpp av **giftig gas** kan vindriktning och vindstyrkan påverka konsekvensområdets storlek. I konsekvensberäkningarna som redovisas i bilaga B kommer dock dessa att studeras konservativt, d.v.s. värsta tänkbara vindstyrka, varför denna faktor ej beaktas i frekvensberäkningarna.

För **giftiga gaser** används den fördelning mellan olika utsläppsstorlekar som redovisas i tabell A.4.

/12/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

I figur A.2 redovisas händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara respektive giftiga gaser.



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av brännbara gaser (klass 2.1) resp. giftiga gaser (klass 2.3).

A.3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

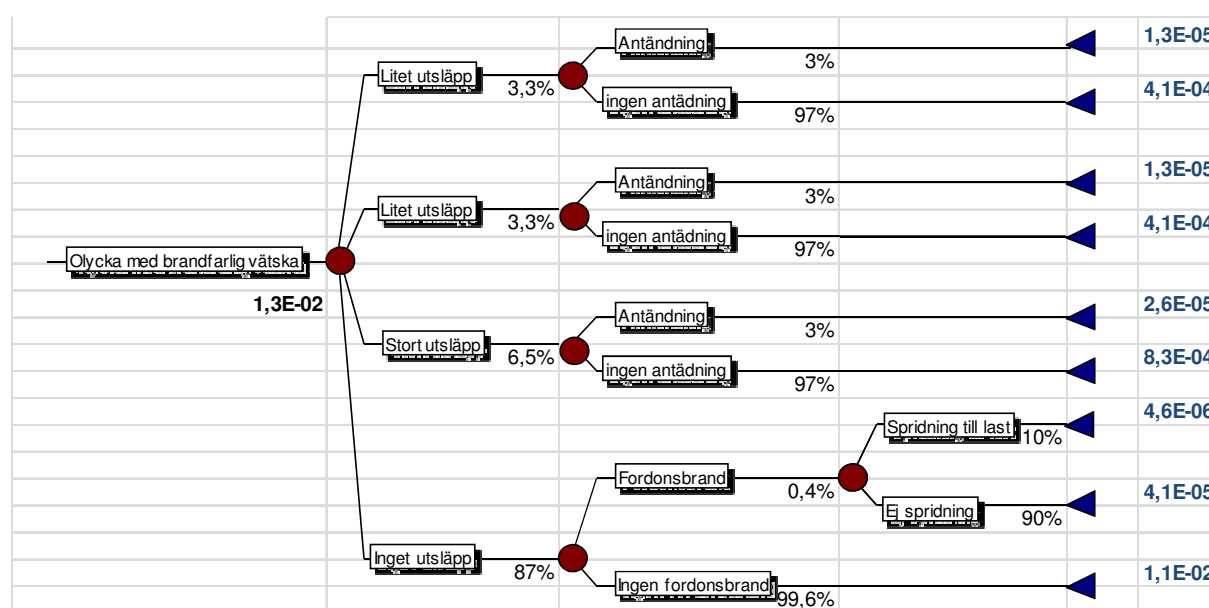
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras på Essingeleden uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskor med en flampunkt som understiger 21°C, och som därmed kan antändas direkt med relativt begränsad energitillförsel (t.ex. cigarett eller gnistbildning).

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

respektive 50 % /13/. Sannolikheten för att bensin och liknande vätskor (klass 1-vätskor) antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka kunna antas vara ca 3 % /13/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt A.3.2 uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR /14/ anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara 10 %.

I figur A.3 redovisas händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarliga vätskor.



Figur A.3. Händelsesträd olycka med transport av brandfarliga vätskor (klass 3).

A.3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända och enbart en begränsad andel kan leda till explosionsartade brandförlopp vid blandning med brännbart material.

De ämnen inom klass 5 som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ammoniumnitrater, ej stabiliserade väteperoxider, vattenlösningar av väteperoxider med över

/13/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

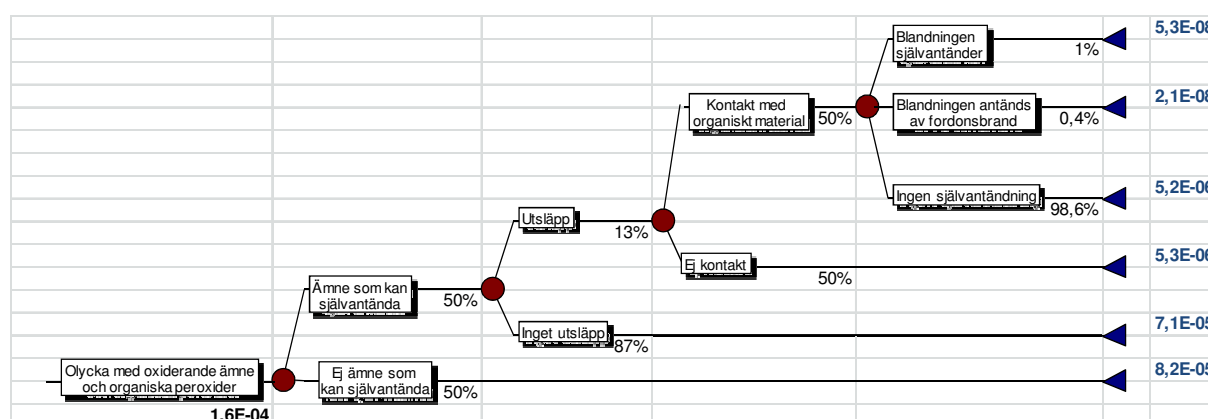
/14/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006

60 % väteperoxid samt organiska peroxider. T.ex. vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Enligt ADR är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg /15/. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekvivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Utifrån detta så bedöms andelen av transporter av ämnen ur klass 5 på den aktuella vägsträckan som rymmer ämnen som kan självantända explosionsartat vid utsläpp vara mycket begränsad. Det antas grovt att 50 % av det totala antalet transporter med ämnen ur klass 5.1 och 5.2 utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 13 %. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %.

Figur A.4 redovisar händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.



Figur A.4. Händelseträd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

/15/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006

**Risikanalys kv. Primus m m
Lilla Essingen, Stockholm**

BILAGA B

KONSEKVENSBERÄKNINGAR

B.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet kv. Primus, Lilla Essingen. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande transportleden för farligt gods, Essingeleden:

- Scenario 1. Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Scenario 2. Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - 2.1. Utsläpp med direkt antändning (jetflamma)
 - 2.2. Utsläpp med fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
 - 2.3. Långvarig brandpåverkan på oskyddad gastank (BLEVE)
- Scenario 3. Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Scenario 4. Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Scenario 5. Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

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

I riskanalysen används riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk*. För att kunna sammanställa individrisken krävs konsekvensberäkningar som redovisar det avstånd från riskkällan inom vilket personer kan omkomma till följd av respektive olycksrisk. För att kunna sammanställa samhällsrisknivån krävs beräkningar/bedömningar av antalet omkomna till följd av respektive olycksrisk.

B.1.1 Förutsättningar

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna. Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde med planerad bebyggelsestruktur samt omgivande bebyggelse. Området som studeras utgör ca 150 meters radie från Essingeleden, mitt för aktuella planområde. Figur B.1 utgör en översiktsskild över hela Lilla Essingen med befintliga förhållanden. Figur B.2 visar planerad exploatering inom planområdet kv. Primus.

Samhällsrisken kommer att beräknas både för dagens situation, med befintlig kontors- och industribebyggelse, samt med den planerade exploateringen inom aktuellt planområde. En olycka antas ske mitt på Essingeleden, på så sätt kan olyckor både i södergående och norrgående köriktning få samma skadeområden.



Figur B.1. Översiktspild Lilla Essingen utmed Essingeleden – befintliga förhållanden. Planområdet kv. Primus utgör området nordväst om Essingeleden. Bilden visar ungefär 150 meter på både sidor om Essingeleden.



Figur B.2. Översiktsbild kv. Primus m.m., Lilla Essingen efter planerad exploatering.

Som underlag till de fortsatta beräkningarna har antagande om antal personer inom området samt en uppskattning av byggnadsytor och ytor utomhus varit nödvändiga. Beskrivningen utgår delvis från programhandling /1/ med kompletteringar enligt uppdaterat planförslag (Sweco Infrastructure AB, Samrådsförslag våren 2014), se figur B.2.

Befintliga förhållanden:

I dagsläget innefattar det aktuella planområdet drygt 33 500 m² BTA ovan mark, varav ca 24 000 m² uthyrningsbar kontorsarea. Inom området arbetar ca 900 personer, där majoriteten antas arbeta inom kontorsverksamheter. Utifrån den befintliga bebyggelsen och antalet personer som arbetar inom området bedöms den genomsnittliga persontätheten inom kontorsbebyggelsen vara 1 personer per ca 20-30 m² uthyrningsbar kontorsyta.

Planerad bebyggelse:

Den planerade exploateringen innebär att befintlig kontors- och verksamhetsbebyggelse ersätts med ny bostadsbebyggelse. Totalt planeras ca 580 nya bostadslägenheter inom planområdet. Personantalet uppskattas grovt till 2-3 boende per lägenhet, d.v.s. totalt ca 1 500 personer.

Inom planområdet planeras dessutom en förskola med 4-6 avdelningar. Respektive avdelning antas omfatta ca 20 elever och 10 lärare, d.v.s. sammanlagt 120-180 personer.

Planområdet kommer dessutom att bestå av två parkområden, Östra respektive Västra Primusparken (se figur B.1). Den totala parkytan blir ca 10 900 m². Utnyttjandet av parkområdena är väldigt säsongsbetonat. Under sommarhalvåret antas den genomsnittliga persontätheten inom obebyggda ytor som kan förväntas innebära stadigvarande vistelse kunna vara ca 1 person per ca 50 m². Under vinterhalvåret är persontätheten däremot betydligt lägre och uppskattas grovt till ca 1 personer per ca 400 m² (ca en tiondel av persontätheten inomhus).

Inom ca 50 meter från Essingeleden planeras ingen ny bebyggelse. Detta gäller generellt både öster och väster om Essingeleden med undantag för den befintliga båtuppläggningsplatsen inom den norra delen av planområdet. Under begränsade tidsperioder under vår och höst kan det nämligen vistas personer inom båtuppläggningsplatsen som är där mer än tillfälligt. Under dessa perioder uppskattas persontätheten inom detta område motsvara övriga obebyggda ytor (se ovan).

Kringliggande bebyggelse:

Den befintliga bebyggelsestrukturen öster om Essingeleden bedöms vara relativt likartad från den som planeras väster om vägen. Avståndet till Essingeleden är ungefär densamma och byggnadshöjden är relativt likartad. Med hänsyn till detta antas personantalet inom ett lika stort område öster om Essingeleden motsvara personantalet inom det aktuella planområdet.

/1/ Program för kv. Primus 1 mm inom stadsdelen Lilla Essingen (Dnr. 2006-05021-54), Stockholms stad, januari 2010

Sammanställning:

För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom respektive skadeområde så görs grova uppskattningar av persontätheten inom aktuella områden. I tabell B.1 och B.2 redovisas de uppskattade persontätheterna inom de studerade områdena utifrån befintliga förhållanden respektive efter exploatering. Persontätheten bedöms variera under dygnet med hänsyn till olika verksamheter. Inom bostadsbebyggelse antas grovt ”beläggningen” vara ca 20-50 % under dagtid och 100 % nattetid. Inom kontor samt förskola och verksamheter antas beläggningen vara 100 % dagtid och 0 % nattetid. Detsamma gäller för områden utomhus.

Tabell B.1. Uppskattade personantal respektive persontäthet utmed Essingeleden som funktion av avståndet från vägen – **Planerad bebyggelse.**

		Planområdet kv. Primus – Programförslag		Kringliggande bebyggelse (Kv. Lux m.fl.)	
		DAG	NATT	DAG	NATT
Uppskattat personantal	Bostad	< 50 m: 0 50-150 m: 750	< 50 m: 0 50-150 m: 1500	< 50 m: 0 50-150 m: 750	< 50 m: 0 50-150 m: 1500
	Kontor	< 50 m: 0 50-150 m: 0	0-150 m: 0	0-150 m: 0	0-150 m: 0
	Övrigt (förskola mm)	< 50 m: 0 50-150 m: 200	0-150 m: 0	< 50 m: 0 50-150 m: 200	0-150 m: 0
	Utomhus	< 50 m: 0-80 50-150 m: 30-250	0-150 m: 0	< 50 m: 0-20 50-150 m: 0-30	0-150 m: 0
Persontäthet (pers/m²)	Inomhus	< 50: 0 50-150: 0,024	< 50: 0 50-150: 0,038	< 50: 0 50-150: 0,024	< 50: 0 50-150: 0,038
	Utomhus	< 50: 0-0,004 50-150: 0,001-0,006	0-150 m: 0	< 50: 0-0,001 50-150: 0-0,0015	0-150 m: 0

Tabell B.2. Uppskattade personantal respektive persontäthet utmed Essingeleden som funktion av avståndet från vägen – **Befintliga förhållanden.**

		Planområdet kv. Primus – Programförslag		Kringliggande bebyggelse (Kv. Lux m.fl.)	
		DAG	NATT	DAG	NATT
Uppskattat personantal	Bostad	50-150 m: 0	50-150 m: 0	< 50 m: 0 50-150 m: 750	< 50 m: 0 50-150 m: 1500
	Kontor	< 50 m: 0 50-150 m: 900	0-150 m: 0	0-150 m: 0	0-150 m: 0
	Övrigt (förskola mm)	50-150 m: 0	50-150 m: 0	< 50 m: 0 50-150 m: 200	0-150 m: 0
	Utomhus	< 100 m: 0 100-150 m: 30-180	0-150 m: 0	< 50 m: 0-20 50-150 m: 0-30	0-150 m: 0
Persontäthet (pers/m²)	Inomhus	< 50 m: 0 50-150 m: 0,023	0-150 m: 0	< 50: 0 50-150: 0,024	< 50: 0 50-150: 0,038
	Utomhus	< 100 m: 0 100-150 m: 0,002-0,009	0-150 m: 0	< 50: 0-0,001 50-150: 0-0,0015	0-150 m: 0

Vid konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna antas respektive skadescenario ske mitt på Essingeleden. På så sätt kan olyckor både i södergående och norrgående körriktning få samma skadeområden. Det innebär även att skadeområdet omfattar vägbanan till viss del, vilket påverkar antalet omkomna positivt för olyckor med små skadeområden (dvs. ej ett konservativt antagande, vilket normalt görs). Påverkan på risknivån bedöms dock vara begränsad till följd av detta antagande. I de fall skadeområdet inte är cirkulärt antas skadeområdet breda ut sig över det aktuella planområdet, d.v.s. västerut.

B.2 KLASS 1. EXPLOSIVA ÄMNEN

I bilaga A redovisas fem olika explosionsscenarier utifrån en uppskattning av mängden explosivämne per transport. Det antas grovt att hela lasten exploderar vid detonation.

I konsekvensberäkningarna kommer följande scenarier att studeras:

- 60 kg
- 500 kg (transporter med 60-500 kg/transport)
- 1 000 kg (transporter med 500-1 000 kg/transport)
- 5 000 kg (transporter med 1 000-5 000 kg/transport)
- 16 000 kg (maximalt tillåten transportmängd enligt ADR-S)

B.2.1 Bedömningskriterier

Vid en explosion i det fria kan personer omkomma antingen direkt av explosionens tryckuppbyggnad eller p.g.a. att de befinner sig i en byggnad som rasar.

Människor 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 /2/:

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

Byggnader klarar tryck sämre än oskyddade människor och kan vid en omfattande explosion raseras inom ett mycket stort område till följd av att de bärande konstruktionerna slås ut. 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 /2/:

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

I tabell B.3 anges karaktäristiska tryck (P_C) respektive impulstäthet (I_C) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /2/.

/2/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

Tabell B.3. Karakteristiska tryck (PC) respektive impuls (IC) 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 tvärvägg 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

B.2.2 Skadeavstånd/-område

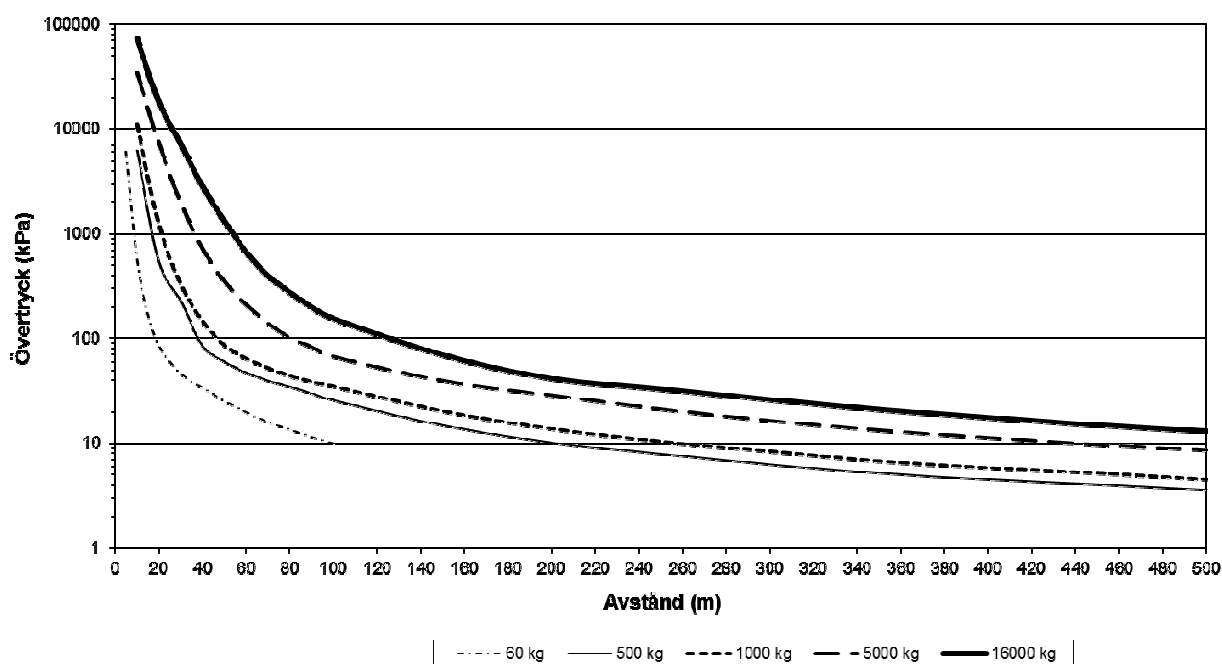
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för respektive explosionsscenario. I figur B.3-B.4 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Beräkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner* /3/. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av $1,8 \cdot X$ kg i fri luft.

Först beräknas det s.k. infallande trycket respektive impulstätheten, vilket kan uppmätas vid strykande infall av trycket över en yta, d.v.s. om ytan som trycket faller in mot ligger i linje med tryckvågen. Då den nya bebyggelsen planeras längs med vägen faller dock trycket in vinkelrätt mot byggnaderna, vilket innebär högre tryck och impulstäthet p.g.a. det reflekterande trycket. Hur mycket högre tryck och impulstäthet blir beror av den infallande vinkeln samt den beräknade trycknivån (P_+). Vid större avstånd är kvoten mellan reflekterat och infallande tryck störst vid ett vinkelrätt tryckinfall (90°). I figur B.3 och B.4 visas infallande tryck respektive impulstäthet vid vinkelrätt infall (90°).

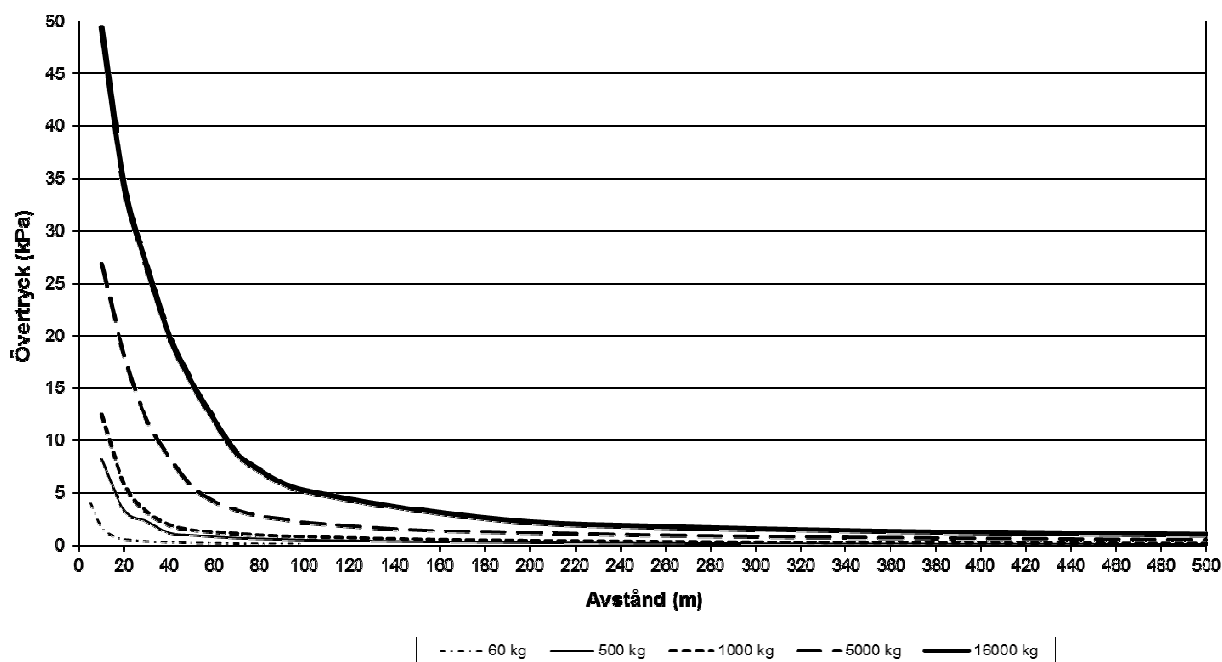
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel (figur B.4) /3/:

$$\text{Ekvation B.1.} \quad t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$

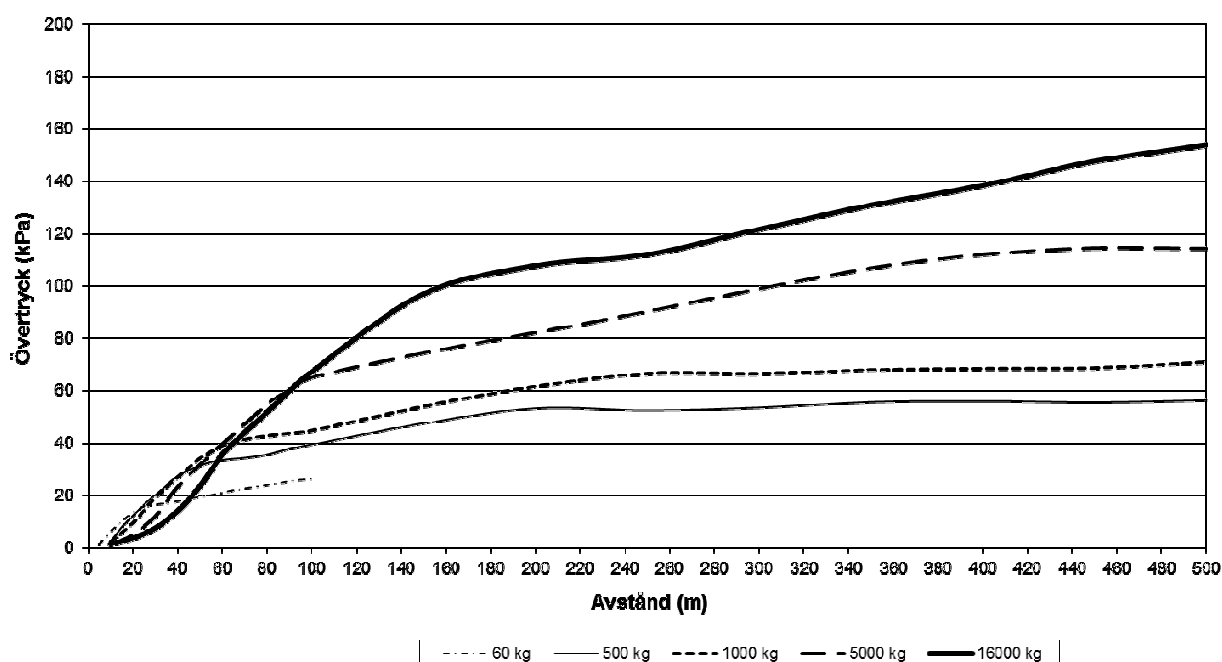
/3/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur B.3. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.4. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.5. Varaktighet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark.

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Bedömningen görs utifrån ekvationen som redovisas ovan. Byggnadsdelarna har delats upp på bärande byggnadsdelar och icke bärande lätta respektive medeltunga byggnadsdelar. De infallande tryck som redovisas i figur B.2 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.3 och B.4.

I tabell B.4 redovisas uppskattade konsekvensavstånd för respektive explosionsscenario.

Tabell B.4. Avstånd inom vilka byggnader uppskattas rasa, helt eller delvis, vid en explosion på Essingeleden.

Konsekvens	Skadeavstånd				
	60 kg	500 kg	1000 kg	5000 kg	16000 kg
Oskyddad byggnad utan framförliggande bebyggelse					
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	5-10 m	10-20 m	20-30 m	40-50 m	70-80 m
Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	20-25 m	70-80 m	150-200 m	300-350 m	> 500 m
Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	10-15 m	40-50 m	60-70 m	150-200 m	300-350

Tabell B.4. Forts.

Konsekvens	Skadeavstånd				
	60 kg	500 kg	1000 kg	5000 kg	16000 kg
Byggnad som helt, eller delvis är skyddad av framförliggande bebyggelse					
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	< 5 m	< 10 m	10-20 m	20-30 m	40-50 m
Ikke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	5-10 m	20-30 m	30-40 m	80-90 m	150-200 m
Ikke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	< 5 m	10-20 m	20-30 m	50-60 m	100-150 m
Oskyddade personer utomhus	< 10 m	20 m	25 m	40 m	60 m

B.2.3 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse (se tabell B.5) respektive befintliga förhållanden (se tabell B.6). Enligt tidigare görs konsekvensberäkningarna utifrån antagandet att respektive skadescenario inträffar mitt på Essingeleden, d.v.s. skadeområdet blir lika stort väster och öster om vägen. För de drabbade ytorna som redovisas har avdrag gjorts utifrån avstånd mellan Essingeleden och bebyggelse respektive utrymmen utomhus för stadigvarande vistelse.

Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- **I kollapsade delar** av bebyggelse (d.v.s. där hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner) förväntas 80 % omkomma. **I resterade delar** (d.v.s. där endast icke bärande konstruktioner rasad) förväntas 15 % omkomma (oberoende av explosionslasten)
- **Utomhus** bedöms andelen omkomna vara beroende av explosionslasten:
 - 60 kg: 5-10 %
 - 500 kg: 10% omkomna
 - 1 000 kg: 25% omkomna
 - 5 000 kg: 50 % omkomna
 - 16 000 kg: 80% omkomna

Tabell B.5. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 1 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Planerad bebyggelse**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
60 kg	R=10	0	10%	0	0	10	0	80%	0	0
						25	0	15%	0	0
500 kg	R=20	460	10%	0	0	20	0	80%	0	0
						60	0	15%	0	0
1 000 kg	R=25	915	25%	<1	0	30	0	80%	0	0
						80	2820	15%	10	16
5 000 kg	R=40	3100	50%	0-4	0	50	0	80%	0	0
						90	5365	15%	20	31
16 000 kg	R=60	7890	80%	0-16	0	80	2820	80%	54	86
						150	23685	15%	85	135

Tabell B.6. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 1 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Befintliga förhållanden.**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
60 kg	R=10	0	10%	0	0	10	0	80%	0	0
						25	0	15%	0	0
500 kg	R=20	460	10%	0	0	20	0	80%	0	0
						60	0	15%	0	0
1 000 kg	R=25	915	25%	0	0	30	0	80%	0	0
						80	2820	15%	10	8
5 000 kg	R=40	3100	50%	0-1	0	50	0	80%	0	0
						90	5365	15%	19	15
16 000 kg	R=60	7890	80%	0-3	0	80	2820	80%	53	43
						150	23685	15%	84	68

B.3 KLASS 2.1. BRÄNNBARA GASER

För brännbara gaser kommer tre olika scenarier att studeras, som beror på typen av antändning:

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

B.3.1 Indata

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma.

Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil (ca 25 ton gas). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I beräkningarna har följande indata angetts i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

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

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

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- 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.

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

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

B.3.2 Skadeavstånd/-områden

I tabell B.7 redovisas de avstånd, inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Tabell B.7. Beräknade skadeområden vid olika skadescenarier med utsläpp och antändning av brännbar gas vid transport i tankbil.

Skadescenario	Skadeområde utomhus		Tid
	2:a gradens	3:e gradens	
Litet jetflamma (0,09 kg/s)	4,8 x 6 m	3,8 x 4 m	Ca 70 h
Litet gasmolnsexplosion (0,09 kg/s)	~ 5 x 0 m	~ 5 x 0 m	+ 46 s
Medelstor jetflamma (0,9 kg/s)	13 x 14 m	12 x 10 m	Ca 7 h
Medelstor gasmolnsexplosion (0,9 kg/s)	70 x 50 m	70 x 50 m	+ 46 s
Stor jetflamma (17,8 kg/s)	56 x 60 m	49 x 44 m	Ca 20 min
Stor gasmolnsexplosion (17,8 kg/s)	185 x 215 m	175 x 215 m	+ 46 s
BLEVE	Radie 221 m	Radie 143 m	11 s

B.3.3 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse (se tabell B.8) respektive befintliga förhållanden (se tabell B.9). Enligt tidigare görs konsekvensberäkningarna utifrån antagandet att respektive skadescenario inträffar mitt på Essingeleden, d.v.s. skadeområdet blir lika stort väster och öster om vägen. För skadescenarier som inte har cirkelformade skadeområden förutsätts skadeområdet vara riktat mot planområdet. För de drabbade ytorna som redovisas har avdrag gjorts utifrån avstånd mellan Essingeleden och bebyggelse respektive utrymmen utomhus för stadigvarande vistelse.

Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- För personer **inomhus** bedöms sannolikheten att omkomma vara relativt låg, ca 5-10 % inom skadeområde.
- För personer **utomhus** bedöms ca 15 % inom skadeområdet för 2:a gradens brännskada få dödliga skador /5/. Inom skadeområdet för 3:e gradens brännskada omkommer motsvarande ca 50 %.

/5/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

Tabell B.8. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 2.1 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Planerad bebyggelse**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
Liten jetflamma	5 x 5	0	50%	0	0	5 x 5	0	10%	0	0
Liten gasmolnexplosion	5 x 1	0	50%	0	0	5 x 1	0	10%	0	0
Medelstor jetflamma	15 x 15	20	50%	0	0	15 x 15	0	10%	0	0
Medelstor gasmolnexplosion	70 x 50	3000	50%	0-7	0	70 x 50	500	10%	1	2
Stor jetflamma	50 x 45	1715	50%	0-4	0	55 x 60	0	10%	0	0
	55 x 60	1045	15%							
Stor gasmolnexplosion	175 x 215	35475	50%	10-80	0	185 x 215	26875	10%	46	74
	185 x 215	2150	15%							
BLEVE	R = 145	50595	50%	8-85	0	R = 220	91320	10%	96	153
	R = 220	35050	15%							

Tabell B.9. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 2.1 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Befintliga förhållanden**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
Liten jetflamma	5 x 5	0	50%	0	0	5 x 5	0	10%	0	0
Liten gasmolnexplosion	5 x 1	0	50%	0	0	5 x 1	0	10%	0	0
Medelstor jetflamma	15 x 15	0	50%	0	0	15 x 15	0	10%	0	0
Medelstor gasmolnexplosion	70 x 50	0	50%	0	0	70 x 50	500	10%	2	0
Stor jetflamma	50 x 45	0	50%	0	0	55 x 60	0	10%	0	0
	55 x 60	0	15%							
Stor gasmolnexplosion	175 x 215	13975	50%	8-35	0	185 x 215	26875	10%	45	0
	185 x 215	2150	15%							
BLEVE	R = 145	29320	50%	10-87	0	R = 220	91320	10%	95	76

B.4 KLASS 2.3. GIFTIG GAS

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av tryckkondenserad ammoniak, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägarna i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Beräkningar har även utförts för svaveldioxid som förväntas bli allt vanligare vid farligt godstransporter på väg. Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus).

B.4.1 Indata

Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca 24 ton ammoniak respektive svaveldioxid. Följande indata har angetts i **Spridning i Luft** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

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

I programmet **Spridning i Luft** finns utsläppsscenarier fördefinierade, vilket innebär att utsläppsflödet för ammoniak och för svaveldioxid skiljer sig något från varandra för motsvarande scenario:

	Ammoniak	Svaveldioxid
• Litet utsläpp (packningsläckage):	0,34 kg/s	0,27 kg/s
• Medelstort utsläpp (brott på rör):	10 kg/s	4,6 kg/s
• Stort utsläpp (stor punktering):	85 kg/s	67 kg/s

Gasernas spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. 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 att ventilationsintagen är placerade ca 3 meter över vägen.

B.4.2 Skadeavstånd/-områden

I tabell B.10 redovisas de erhållna skadeområdena vid utsläppssimulering för ammoniak respektive svaveldioxid som erhålls efter 30 minuter från utsläppets start.

Tabell B.10. Skadedrabbat område för olika scenarier vid farligt godsolycka med icke brännbar, men giftig gas i lasten. Procentsatserna avser andel som omkommer inom respektive skadeområde.

Scenario	Andel omkomna	Skadeavstånd (L*Bmax) [m]	
		Utomhus	Inomhus
Tankbil(ammoniak)			
Litet utsläpp	100 %	-	-
	50 %	10 x 4	-
	5 %	15 x 10	-
Medelstort utsläpp	100 %	30 x 20	-
	50 %	60 x 30	20 x 10
	5 %	90 x 50	35 x 20
Stort utsläpp	100 %	100 x 50	-
	50 %	170 x 100	15 x 10
	5 %	225 x 130	70 x 30
Tankbil (svaveldioxid)			
Litet utsläpp	100 %	5 x 2	-
	50 %	10 x 6	-
	5 %	20 x 10	-
Medelstort utsläpp	100 %	35 x 20	-
	50 %	50 x 30	15 x 5
	5 %	70 x 40	25 x 10
Stort utsläpp	100 %	160 x 100	10 x 10
	50 %	225 x 130	55 x 25
	5 %	275 x 150	100 x 40

B.4.3 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse (se tabell B.11) respektive befintliga förhållanden (se tabell B.12). Enligt tidigare görs konsekvensberäkningarna utifrån antagandet att respektive skadescenario inträffar mitt på Essingeleden, d.v.s. skadeområdet blir lika stort väster och öster om vägen. För skadescenarier som inte har cirkelformade skadeområden förutsätts skadeområdet vara riktat mot planområdet. För de drabbade ytorna som redovisas har avdrag gjorts utifrån avstånd mellan Essingeleden och bebyggelse respektive utrymmen utomhus för stadigvarande vistelse.

Konsekvenserna har beräknats utifrån de förutsättningar som redovisas i tabell B.10 avseende andel omkomna inom respektive skadeområden.

Tabell B.11. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 2.3 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Planerad bebyggelse**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
Litett gasutsläpp	5 x 5	0	100%	0	0	-	-	-	0	0
	10 x 5	0	50%							
	20 x 5	100	5%							
Medelstort gasutsläpp	30 x 20	400	100%	0-5	0	20 x 10	0	50%	0	0
	60 x 30	1100	50%			35 x 20	0	5%		
	90 x 5	2900	5%							
Stort gasutsläpp	160 x 100	15000	100%	14-100	0	10 x 10	0	100%	5	8
	225 x 130	12950	50%			55 x 25	0	50%		
	275 x 150	26800	5%			100 x 40	4000	5%		

Tabell B.12. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 2.3 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Befintliga förhållanden**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
Litett gasutsläpp	5 x 5	0	100%	0	0	-	-	-	0	0
	10 x 5	0	50%							
	20 x 5	0	5%							
Medelstort gasutsläpp	30 x 20	0	100%	0	0	20 x 10	0	50%	0	0
	60 x 30	0	50%			35 x 20	0	5%		
	90 x 5	0	5%							
Stort gasutsläpp	160 x 100	5000	100%	12-54	0	10 x 10	0	100%	2	0
	225 x 130	9950	50%			55 x 25	0	50%		
	275 x 150	14800	5%			100 x 40	1600	5 %		

B.5 KLASS 3. BRANDFARLIG VÄTSKA

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin.

Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand Motsvarar "Stor pölbrand" utan hänsyn tagen till pölradie.

B.5.1 Bedömningskriterier

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

I /6/ och /7/ anges exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt /6/ uppskattas det att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma. Utifrån dessa nivåer redovisas i tabell B.13 en uppskattad andel omkomma beroende på strålningsnivå för oskyddade personer som befinner sig utomhus. Hänsyn tas då även till den relativt höga sannolikheten för att personer som befinner sig utomhus försöker sätta sig i säkerheten om de upptäcker en större brand.

Tabell B.13. Avstånd inom vilken strålningsnivån överstiger X kW/m² vid pölbrand. Utomhus

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

Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden.

/6/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, andra reviderade och utökade upplagan, Försvarets Forskningsanstalt, september 1997

/7/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

Den kritiska strålningsnivån kan variera något beroende på byggnadsmaterial, men med hänsyn till risken för spridning via fönster och andra öppningar antas strålningsnivån för brandspridning vara 15 kW/m^2 . Sannolikheten för att omkomma bedöms dock vara relativt låg och uppskattas till ca 5-10 % inom skadeområdet där strålningen överstiger 15 kW/m^2 .

B.5.2 Beräkningsmetodik

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Beräkningarna av den värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs utifrån beräkning av följande faktorer:

- brandeffekt
- flamhöjd
- utfallande värmestrålning
- synfaktor
- infallande strålning på olika avstånd från branden

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd används för att beräkna den så kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen.

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

Kommentar: Ovanstående förhållande avser den genomsnittliga brandeffekten. Den maximala brandeffekten beräknas utifrån följande ekvation /8/:

$$\dot{Q} = \chi \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta H_c \cdot A_f \quad \text{där}$$

\dot{Q} = utvecklad effekt (kW);

χ = förbränningseffektivitet (i de flesta fall ca 0,7)

\dot{m}'' = förbränningshastighet per ytenhet ($\text{kg/m}^2\text{s}$)

ΔH_c = förbränningsvärme (MJ/kg)

A_f = brinnande yta (m^2)

För exempelvis bensin ger denna ekvation en maximal brandeffekt som motsvarar ca 1,7 MW per kvadratmeter pölarea. Det ska dock beaktas att den maximala effekten endast uppnås

/8/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

under en begränsad tid. Eftersom strålningsberäkningarna avser ett längre brandförlopp bedöms denna ekvation ge ett mycket konservativt ingångsvärde, vilket har medfört det aktuella antagandet.

Flamhöjd (H_F) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /9/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_F = D / 10$.

Utfallande strålning (I_0) – Den utfallande strålningen (kW/m^2) 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 /11/:

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

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

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /12/:

$$\text{Ekvation B.2.} \quad F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

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

$$\text{Ekvation B.3.} \quad F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0)

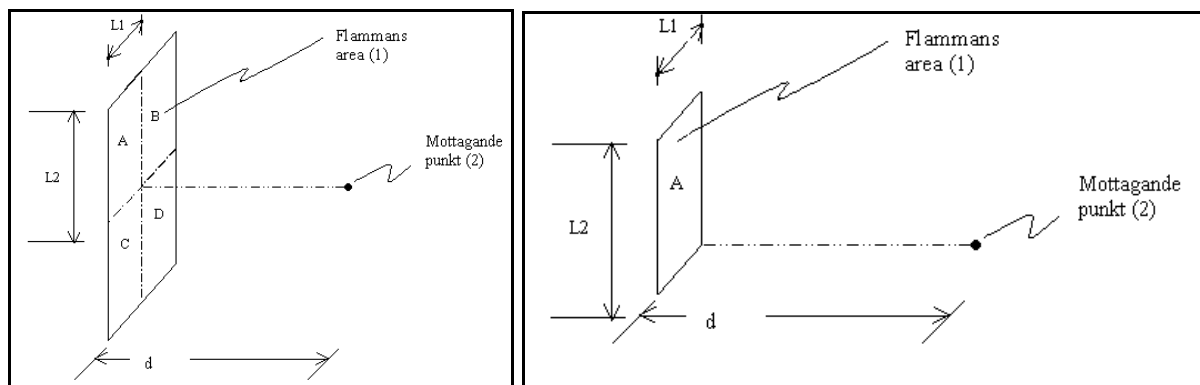
$A_1 = L_1 \cdot L_2$ enligt figur B.6.

/9/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/10/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/11/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/12/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999



Figur B.6. Synfaktor.

Ekvation B.7 kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /13/:

Ekvation B.4.
$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$X = \frac{L_1}{d}$ och $Y = \frac{L_2}{d}$ enligt figur B.6.

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

B.5.3 Skadeavstånd/-områden

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.14).

Tabell B.14. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flammhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_0 (kW/m ²)
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i tabell B.15. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd.

/13/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

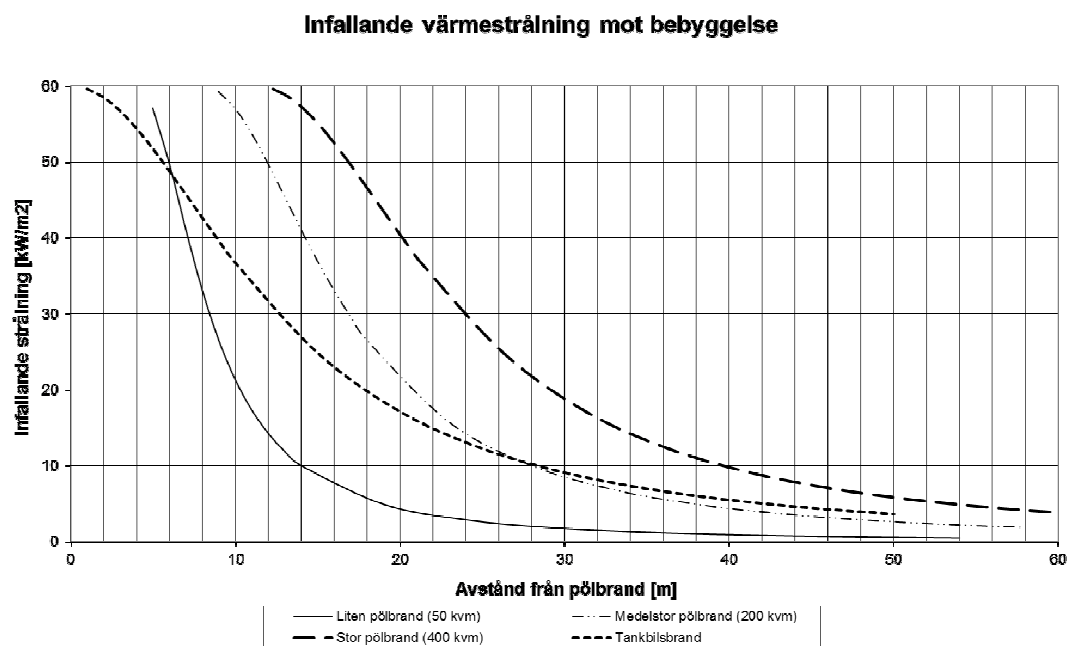
I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m^2 för samtliga brandscenarier.

Kommentar: Detta är ett mycket konservativt antagande i förhållande till de beräknade strålningsnivåerna enligt tabell B.14. Det konservativa värdet beaktar bl.a. det antagande som genomförs i beräkningen av brandeffekt enligt avsnitt B.5.2, vilket i sin tur påverkar flammans storlek, synfaktor och därmed även den infallande strålningen.

Tabell B.15. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd (m)	50 m ²		100 m ²		200 m ²		400 m ² / tankbilsbrand	
	$F_{1,2}$	q''_r	$F_{1,2}$	q''_r	$F_{1,2}$	q''_r	$F_{1,2}$	q''_r
5	0,44	26,6	0,61	36,73	0,76	45,5	0,86	51,7
10	0,17	10,0	0,29	17,14	0,44	26,6	0,61	36,7
15	0,08	4,9	0,15	9,10	0,26	15,8	0,41	24,9
20	0,05	2,9	0,09	5,50	0,17	10,0	0,29	17,1
25	0,03	1,9	0,06	3,64	0,11	6,9	0,20	12,3
30	0,02	1,3	0,04	2,58	0,08	4,9	0,15	9,1
35	0,02	1,0	0,03	1,92	0,06	3,7	0,12	7,0
40	0,01	0,7	0,02	1,48	0,05	2,9	0,09	5,5
45	0,01	0,6	0,02	1,18	0,04	2,3	0,07	4,4
50	0,01	0,5	0,02	0,96	0,03	1,9	0,06	3,6

I figur B.7 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från pölbranden. I figuren beaktas även pölens radie, vilket ej beaktas i de avstånd som anges i tabell B.14 som utgår från flammans kant.



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

Utifrån ovanstående beräkningar och de kriterier som anges i avsnitt B.2.4.1 redovisas skadeområdena för respektive brandscenario i tabell B.16 nedan.

Tabell B.16. Sammanställning av skadeområden för kritiska strålningsnivåer vid pölbrand.

Strålningsnivå	Avstånd från brand					Konsekvens
	50 kvm	100 kvm	200 kvm	400 kvm	Tankbil	
10 kW/m ²	ca 15 m	20 m	28-30 m	ca 40 m	28-30 m	1 % antas omkomna utomhus
60 kW/m ²	1-2 m	6-8 m	8-10 m	ca 12 m	< 10 m	50 % antas omkomma utomhus
80 kW/m ²	< 1 m	< 1 m	1-2 m	1-2 m	1-2 m	100 % antas omkomma utomhus
15 kW/m ²	ca 12 m	ca 17 m	ca 25 m	ca 35 m	22-24 m	10 % antas omkomma inomhus

B.5.4 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse (se tabell B.17) respektive befintliga förhållanden (se tabell B.18). Enligt tidigare görs konsekvensberäkningarna utifrån antagandet att respektive skadescenario inträffar mitt på Essingeleden, d.v.s. skadeområdet blir lika stort väster och öster om vägen. För de drabbade ytorna som redovisas har avdrag gjorts utifrån avstånd mellan Essingeleden och bebyggelse respektive utrymmen utomhus för stadigvarande vistelse.

Konsekvenserna har beräknats utifrån de förutsättningar som redovisas i tabell B.17 avseende andel omkomna inom respektive skadeområden.

Tabell B.17. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 3 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – Planerad bebyggelse

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
Liten pölbrand	R = 1	0	100%	0	0	R = 15	0	10%	0	0
	R = 2	0	50%							
	R = 15	460	1%							
Medelstor pölbrand	R = 1	10	100%	0	0	R = 30	0	10%	0	0
	R = 8	100	50%							
	R = 20	1300	1%							
Stor pölbrand	R = 2	15	100%	0-1	0	R = 40	0	10%	0	0
	R = 12	210	50%							
	R = 40	2500	1%							
Tankbilsbrand	R = 2	0	100%	0	0	R = 30	0	10%	0	0
	R = 10	0	50%							
	R = 30	1400	1%							

Tabell B.18. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 3 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Befintliga förhållanden**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
Liten pölbrand	R = 1	0	100%	0	0	R = 15	0	10%	0	0
	R = 2	0	50%							
	R = 15	460	1%							
Medelstor pölbrand	R = 1	10	100%	0	0	R = 30	0	10%	0	0
	R = 8	100	50%							
	R = 20	1300	1%							
Stor pölbrand	R = 2	15	100%	0	0	R = 40	0	10%	0	0
	R = 12	210	50%							
	R = 40	2500	1%							
Tankbilsbrand	R = 2	0	100%	0	0	R = 30	0	10%	0	0
	R = 10	0	50%							
	R = 30	1400	1%							

B.6 KLASS 5. OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

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

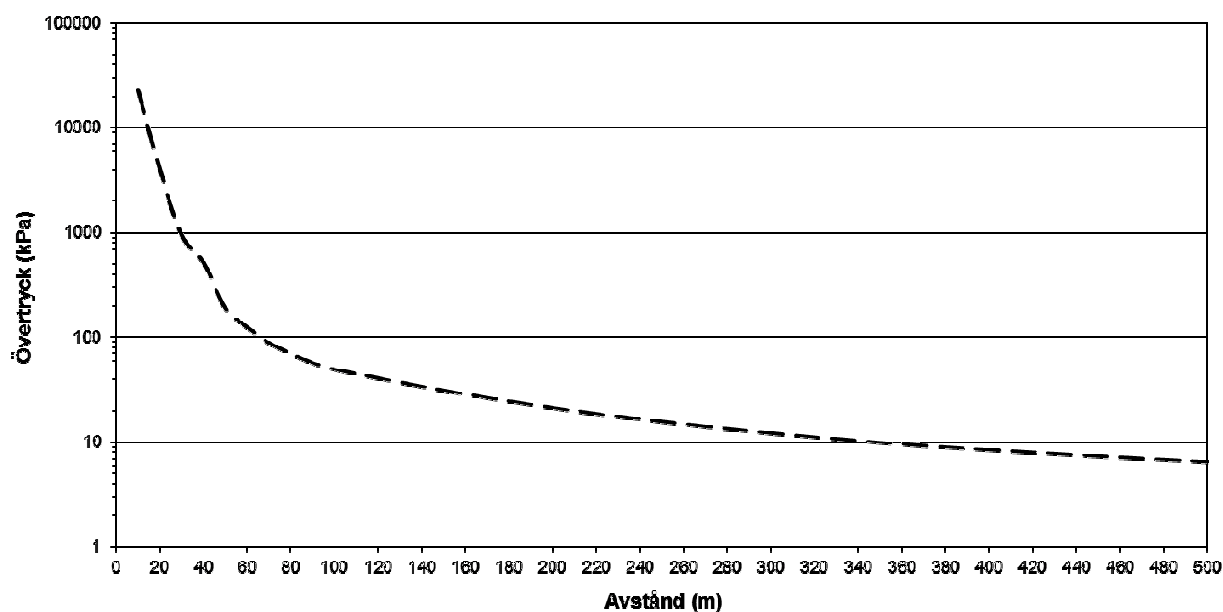
Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Denna blandning kan motsvara ca 3 ton trotyl /14/.

Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario utgår från de skadekriterier och den beräkningsmetodik som används för olyckor förknippade med klass 1 (se avsnitt B.2.1).

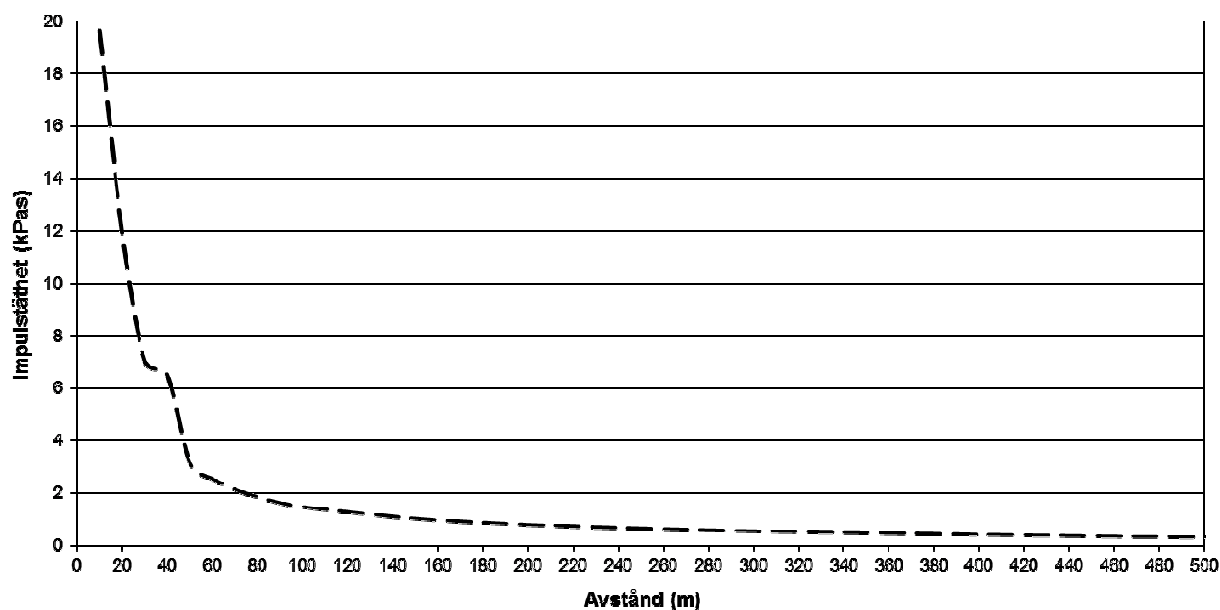
B.6.1 Skadeavstånd/-område

I figur B.8 och B.9 visas infallande tryck respektive impulstäthet vid vinkelrätt infall (90°). I figur B.10 visas explosionens varaktighet som funktion av avståndet.

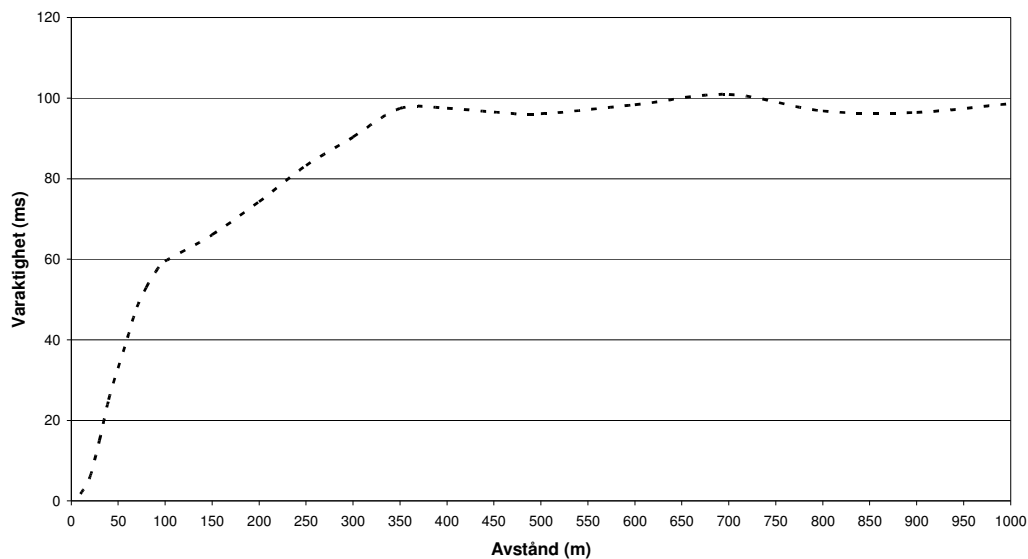
/14/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1996



Figur B.8. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 3 ton explosiv blandning (motsvarande dimensionerande skadescenario vid explosionsartad självantändning med ämnen ur klass 5) på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.9. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 3 ton explosiv blandning på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.10. Varaktighet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 3 ton explosiv blandning på eller nära mark.

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. I tabell B.19 redovisas uppskattade konsekvensavstånd för det studerade explosionsscenarioet.

Tabell B.19. Avstånd inom vilka byggnader uppskattas rasa, helt eller delvis, vid ett explosionsartat brandförlopp med oxiderande ämnen på Essingeleden.

Konsekvens	Skadeavstånd
Oskyddad byggnad utan framförliggande bebyggelse	
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	40-50 m
Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	200-250 m
Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	100-150 m
Byggnad som helt, eller delvis är skyddad av framförliggande bebyggelse	
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	10-20 m
Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	50-60 m
Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	40-50 m
Oskyddade personer utomhus	35 m

B.6.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse (se tabell B.20) respektive befintliga förhållanden (se tabell B.21). Konsekvensberäkningarna görs enligt motsvarande förutsättningar som för explosivämnen (se avsnitt B.2.2).

Tabell B.20. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 5 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Planerad bebyggelse**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
3000 kg	R=35	2235	50%	0-3	0	50	0	80%	0	0
						85	4015	15%	14	23

Tabell B.21. Konsekvenser i form av antal omkomna till följd av olycka vid transport av klass 5 på Essingeleden i anslutning till kv. Primus – **Befintliga förhållanden.**

Scenario	Utomhus					Inomhus				
	Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna		Skade-avstånd (m)	Drabbad yta (m ²)	Andel omkomna (%)	Antal omkomna	
				Dag	Natt				Dag	Natt
3000 kg	R=35	2235	50%	0-1	0	50	0	80%	0	0
						85	4015	15%	14	12

**Risikanalys kv. Primus m m
Lilla Essingen, Stockholm**

BILAGA C

RISKBERÄKNINGAR

C.1 BERÄKNING AV INDIVIDRISK

För ny bebyggelse inom planområdet kv. Primus m m på Lilla Essingen redovisas risken genom att beräkna den platsspecifika individrisken. 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.

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

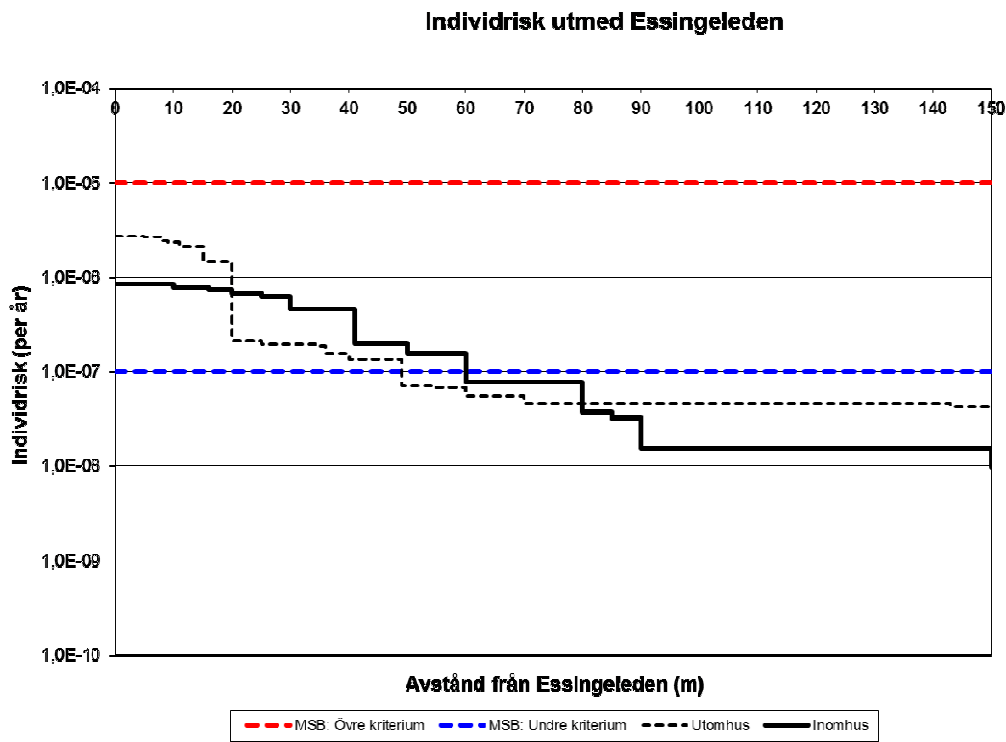
1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till de vägsträckor som studeras. 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 av respektive väg. För skadescenarier med stort skadeområde är fallet 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 alternativt ökas frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Frekvensen har beräknats för en sträcka på 400 m för Essingeleden. 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 dessutom inte skadeområdet 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.

I figur C.1 redovisas den avståndsberoende individrisken utomhus respektive inomhus för planområdet kv. Primus i förhållande till Essingeleden. Avståndet utgår från närmaste väggkant. Individrisken har beräknats för prognostiserade trafiksiffror för år 2023.

Underlaget som använts för beräkning av individriskprofilerna redovisas i tabell C.1 och C.2. Den reducerade frekvensen som redovisas utgör frekvensen för respektive skadescenario enligt bilaga A multiplicerat med sannolikheten för ovanstående faktorer (d.v.s. sannolikheten att omkomma, andelen av sträckan respektive andelen av ett cirkulärt område). De redovisade skadeavstånden utgår från att planerad ny bebyggelse utförs, vilket innebär att det bl.a. för olycka med explosivämnen tas hänsyn till byggnadernas skadereducerande effekt.



Figur C.1. Individriskprofiler för person utomhus respektive inomhus inom planområdet kv. Primus som funktion av avståndet till Essingeleden (mätt från närmaste väggkant).
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

Tabell C.1. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet kv. Primus med avseende på Essingeleden. **Utomhus**

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens (per år)
Klass 1					
Explosion 60 kg	10	10%	5,0%	100,0%	1,2E-08
Explosion 60-500 kg	20	10%	10,0%	100,0%	1,7E-08
Explosion 500-1000 kg	25	25%	12,5%	100,0%	1,6E-08
Explosion 1000-5000 kg	40	50%	20,0%	100,0%	2,5E-08
Explosion 16000 kg	60	80%	30,0%	100,0%	1,2E-08
Klass 2.1					
Liten jetflamma	5	50%	2,5%	19,1%	5,2E-10
Liten gasmolnsexplosion	5	50%	2,5%	1,6%	2,2E-10
Medelstor jetflamma	13	50%	6,5%	17,1%	6,0E-10
Medelstor gasmolnsexplosion	70	50%	35,0%	11,4%	9,3E-09
Stor jetflamma	56	50%	28,0%	17,1%	2,8E-09
Stor gasmolnsexplosion	185	50%	92,5%	18,5%	4,0E-08
BLEVE	143	50%	71,5%	100,0%	6,1E-09
	220	15%	110,0%	100,0%	2,8E-09

Forts. tabell C.1.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens (per år)
Klass 2.3					
Litet läckage giftig gas	5	100%	2,5%	12,7%	2,9E-11
	10	50%	5,0%	6,4%	1,5E-11
	20	5%	10,0%	8,0%	3,7E-12
Medelstort läckage giftig gas	30	100%	15,0%	10,6%	4,9E-11
	60	50%	30,0%	8,0%	3,6E-11
	90	5%	45,0%	8,8%	6,1E-12
Stort läckage giftig gas	160	100%	80,0%	5,0%	9,8E-11
	225	50%	112,5%	7,1%	9,8E-11
	275	5%	137,5%	7,5%	1,3E-11
Klass 3					
Liten pölbrand	5	100%	2,5%	100,0%	3,2E-07
	8	50%	4,0%	100,0%	2,6E-07
	20	1%	10,0%	100,0%	1,3E-08
Medelstor pölbrand	11	100%	5,5%	100,0%	7,0E-07
	15	50%	7,5%	100,0%	4,8E-07
	36	1%	18,0%	100,0%	2,3E-08
Stor pölbrand	15	100%	7,5%	100,0%	1,9E-06
	20	50%	10,0%	100,0%	1,3E-06
	49	1%	24,5%	100,0%	6,3E-08
Fordonsbrand - tankbil	4	100%	2,0%	100,0%	9,1E-08
	9	50%	4,5%	100,0%	1,0E-07
	36	1%	18,0%	100,0%	8,2E-09
Klass 5					
Explosion oxiderande ämnen	35	50%	17,5%	100,0%	6,5E-09

Tabell C.2. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet kv. Primus med avseende på Essingeleden. **Inomhus**

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens (per år)
Klass 1					
Explosion 60 kg	10	80%	5,0%	100,0%	9,9E-08
	25	15%	12,5%	100,0%	4,7E-08
Explosion 60-500 kg	20	80%	10,0%	100,0%	1,4E-07
	60	15%	30,0%	100,0%	7,8E-08
Explosion 500-1000 kg	30	80%	15,0%	100,0%	6,0E-08
	80	15%	40,0%	100,0%	3,0E-08
Explosion 1000-5000 kg	50	80%	25,0%	100,0%	5,0E-08
	90	15%	45,0%	100,0%	1,7E-08
Explosion 16000 kg	80	80%	40,0%	100,0%	1,6E-08
	150	15%	75,0%	100,0%	5,6E-09

Forts. tabell C.2.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens (per år)
Klass 2.1					
Liten jetflamma	5	10%	2,5%	19,1%	1,0E-10
Liten gasmolnexplosion	5	10%	2,5%	44,6%	1,2E-09
Medelstor jetflamma	13	10%	6,5%	61,2%	4,3E-10
Medelstor gasmolnexplosion	70	10%	35,0%	0,1%	1,9E-11
Stor jetflamma	56	10%	28,0%	14,2%	4,6E-10
Stor gasmolnexplosion	185	10%	92,5%	18,5%	7,9E-09
BLEVE	220	10%	110,0%	100,0%	1,9E-09
Klass 2.3					
Litet läckage giftig gas	-	-	-	-	-
Medelstort läckage giftig gas	15	50%	7,5%	10,6%	1,2E-11
	25	5%	12,5%	12,7%	2,4E-12
Stort läckage giftig gas	10	100%	5,0%	31,8%	3,9E-11
	55	50%	27,5%	14,5%	4,9E-11
	100	5%	50,0%	12,7%	7,8E-12
Klass 3					
Liten pölbrand	16	10%	4,0%	100,0%	5,1E-08
Medelstor pölbrand	30	10%	7,5%	100,0%	9,6E-08
Stor pölbrand	41	10%	10,3%	100,0%	2,6E-07
Fordonsbrand - tankbil	30	10%	7,5%	100,0%	3,4E-08
Klass 5					
Explosion oxiderande ämnen	50	80%	25,0%	100,0%	1,5E-08
	85	15%	42,5%	100,0%	4,7E-09

C.2 BERÄKNING AV SAMHÄLLSRISK

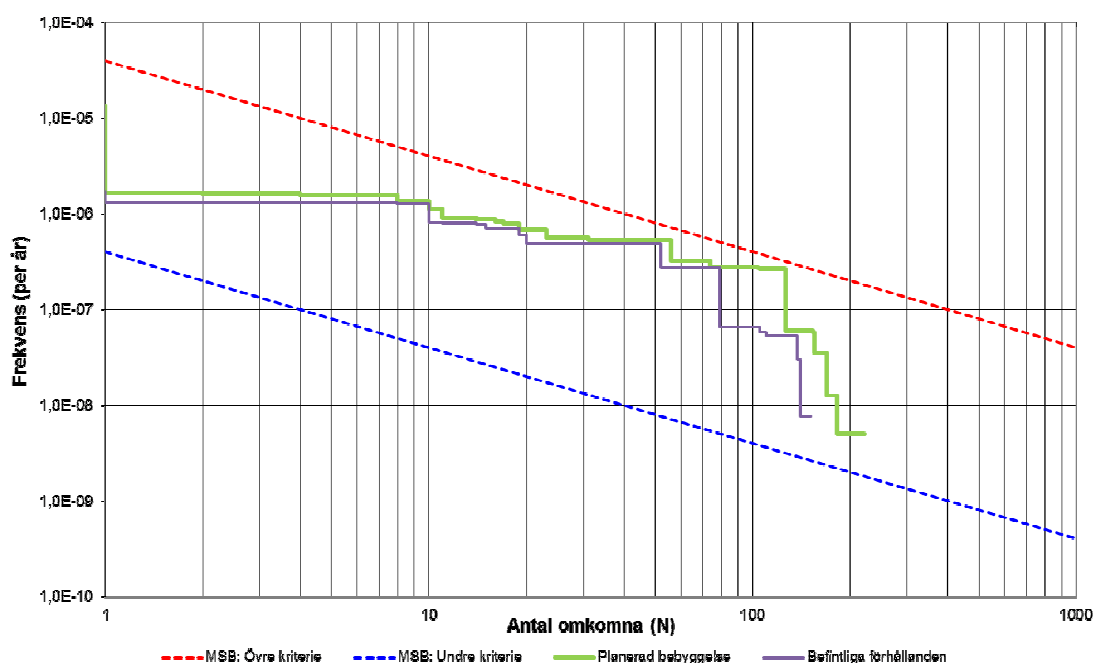
Samhällsriskens omfattar den påverkan som en riskkälla medför för hela sin omgivning. Således inkluderas även områden utanför aktuellt planområde. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvensen plottas mot konsekvens i ett logaritmerat diagram. Frekvensen uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvensen i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

De angivna riskkriterierna gäller för en 1 000 meter lång sträcka av järnväg alternativt väg. Den studerade sträckan är 400 meter, vilket ungefär motsvarar Essingeledens sträckning på Lilla Essingen. Hänsyn till detta kan tas antingen genom att räkna om de beräknade frekvenserna alternativt omvandla kriterierna så att de enbart gäller den aktuella sträckan. Valet av metod påverkar inte resultatet. I denna analys kommer kriterierna att omvandlas så att de motsvarar den aktuella sträckan som planområdet angränsar mot Essingeleden. Eftersom de kringliggande områdena norr och söder om det studerade området är "obebyggda" (Mälaren) så bedöms de beräknade konsekvenserna som utgör underlag för risksammanvägningen endast gälla vid olycka utmed den studerade sträckan.

Även avseende samhällsrisk är det ett par faktorer som behöver beaktas, nämligen:

1. Främst gäller det antalet personer inom möjligt skadeavstånd från Essingeleden. Persontätheten varierar även över dygnet. Dessa antaganden redovisas i Bilaga B.
2. En olycka har antagits ske mitt för planområdet, mitt på Essingeleden. Olycksscenarier som innebär cirkulära skadeområden (ex. explosion) omfattar även ett uppskattat antal omkomna utanför planområdet. Olycksscenarier med icke cirkulära skadeområden (ex. jetflamma) har antagits vara riktade mot planområdet.
3. 90 % av transporterna bedöms ske dagtid, övriga 10 % bedöms ske nattetid.

I figur C.2 redovisas beräknad samhällsrisk i förhållande till Essingeleden. Beräkningar av samhällsrisk har genomförts med den planerade förändringen av planområdet kv. Primus m m respektive med befintliga förhållanden inom planområdet. Underlaget som använts för beräkning av samhällsrisk redovisas i tabell C.3 och C.4.



Figur C.2. Samhällsrisk för olycka på Essingeleden, förutsatt planerad bebyggelse inom planområdet kv. Primus respektive befintliga förhållanden.
(Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

Tabell C.3. Underlag till beräkning av samhällsrisk med *planerad bebyggelse* inom planområdet kv. Primus.

Scenario	Antal omkomna	Andel av år	Andel av dygn	Reducerad frekvens (per år)
Klass 1				
Explosion 60 kg				
Dag	0	100,0%	90%	2,2E-06
Natt	0	100,0%	10%	2,5E-07
Explosion 60-500 kg				
Dag	0	100,0%	90%	1,6E-06
Natt	0	100,0%	10%	1,7E-07
Explosion 500-1000 kg				
Dag - Sommar	11	50,0%	90%	2,2E-07
Dag - Vinter	10	50,0%	90%	2,2E-07
Natt	16	100,0%	10%	5,0E-08
Explosion 1000-5000 kg				
Dag - Sommar	23	50,0%	90%	1,1E-07
Dag - Vinter	19	50,0%	90%	1,1E-07
Natt	31	100,0%	10%	2,5E-08
Explosion 16000 kg				
Dag - Sommar	155	50,0%	90%	2,3E-08
Dag - Vinter	169	50,0%	90%	2,3E-08
Natt	221	100,0%	10%	5,0E-09
Klass 2.1				
Liten jetflamma				
Dag	0	100,0%	90%	2,0E-07
Natt	0	100,0%	10%	2,2E-08
Liten gasmolnsexplosion				
Dag	0	100,0%	90%	9,8E-07
Natt	0	100,0%	10%	1,1E-07
Medelstor jetflamma				
Dag	0	100,0%	90%	9,7E-08
Natt	0	100,0%	10%	1,1E-08
Medelstor gasmolnsexplosion				
Dag - Sommar	8	50,0%	90%	2,1E-07
Dag - Vinter	1	50,0%	90%	2,1E-07
Natt	2	100,0%	10%	4,7E-08
Stor jetflamma				
Dag - Sommar	4	50,0%	90%	5,2E-08
Dag - Vinter	0	50,0%	90%	5,2E-08
Natt	0	100,0%	10%	1,2E-08
Stor gasmolnsexplosion				
Dag - Sommar	126	50,0%	90%	2,1E-07
Dag - Vinter	56	50,0%	90%	2,1E-07
Natt	74	100,0%	10%	4,6E-08
BLEVE				
Dag - Sommar	182	50,0%	90%	7,7E-09
Dag - Vinter	104	50,0%	90%	7,7E-09
Natt	153	100,0%	10%	1,7E-09

Forts. tabell C.3.

Scenario	Antal omkomna	Andel av år	Andel av dygn	Reducerad frekvens (per år)
Klass 2.3				
Litet läckage giftig gas				
Dag	0	100,0%	90%	8,3E-09
Natt	0	100,0%	10%	9,2E-10
Medelstort läckage giftig gas				
Dag – Sommar	4	50,0%	90%	1,4E-09
Dag – Vinter	0	50,0%	90%	1,4E-09
Natt	0	100,0%	10%	3,1E-10
Stort läckage giftig gas				
Dag – Sommar	105	50,0%	90%	1,1E-09
Dag – Vinter	18	50,0%	90%	1,1E-09
Natt	8	100,0%	10%	2,5E-10
Klass 3				
Liten pölbrand				
Dag	0	100,0%	90%	1,1E-05
Natt	0	100,0%	10%	1,3E-06
Medelstor pölbrand				
Dag	0	100,0%	90%	1,1E-05
Natt	0	100,0%	10%	1,3E-06
Stor pölbrand				
Dag – Sommar	1	50,0%	90%	1,1E-05
Dag – Vinter	0	50,0%	90%	1,1E-05
Natt	0	100,0%	10%	2,6E-06
Fordonsbrand - tankbil				
Dag	0	100,0%	90%	4,1E-06
Natt	0	100,0%	10%	4,6E-07
Klass 5				
Explosion oxiderande ämnen				
Dag – Sommar	17	50,0%	90%	3,3E-08
Dag – Vinter	14	50,0%	90%	3,3E-08
Natt	23	100,0%	10%	7,4E-09

Tabell C.4. Underlag till beräkning av samhällsrisk med *befintliga förhållanden* inom planområdet kv. Primus.

Scenario	Antal omkomna	Andel av år	Andel av dygn	Reducerad frekvens (per år)
Klass 1				
Explosion 60 kg				
Dag	0	100,0%	90%	2,2E-06
Natt	0	100,0%	10%	2,5E-07
Explosion 60-500 kg				
Dag	0	100,0%	90%	1,6E-06
Natt	0	100,0%	10%	1,7E-07
Explosion 500-1000 kg				
Dag - Sommar	10	50,0%	90%	2,2E-07
Dag - Vinter	10	50,0%	90%	2,2E-07
Natt	8	100,0%	10%	5,0E-08
Explosion 1000-5000 kg				
Dag - Sommar	20	50,0%	90%	1,1E-07
Dag - Vinter	19	50,0%	90%	1,1E-07
Natt	15	100,0%	10%	2,5E-08
Explosion 16000 kg				
Dag - Sommar	140	50,0%	90%	2,3E-08
Dag - Vinter	137	50,0%	90%	2,3E-08
Natt	110	100,0%	10%	5,0E-09
Klass 2.1				
Liten jetflamma				
Dag	0	100,0%	90%	2,0E-07
Natt	0	100,0%	10%	2,2E-08
Liten gasmolnsexplosion				
Dag	0	100,0%	90%	9,8E-07
Natt	0	100,0%	10%	1,1E-07
Medelstor jetflamma				
Dag	0	100,0%	90%	9,7E-08
Natt	0	100,0%	10%	1,1E-08
Medelstor gasmolnsexplosion				
Dag - Sommar	1	50,0%	90%	2,1E-07
Dag - Vinter	1	50,0%	90%	2,1E-07
Natt	0	100,0%	10%	4,7E-08
Stor jetflamma				
Dag - Sommar	0	50,0%	90%	5,2E-08
Dag - Vinter	0	50,0%	90%	5,2E-08
Natt	0	100,0%	10%	1,2E-08
Stor gasmolnsexplosion				
Dag - Sommar	79	50,0%	90%	2,1E-07
Dag - Vinter	52	50,0%	90%	2,1E-07
Natt	0	100,0%	10%	4,6E-08
BLEVE				
Dag - Sommar	151	50,0%	90%	7,7E-09
Dag - Vinter	105	50,0%	90%	7,7E-09
Natt	76	100,0%	10%	1,7E-09

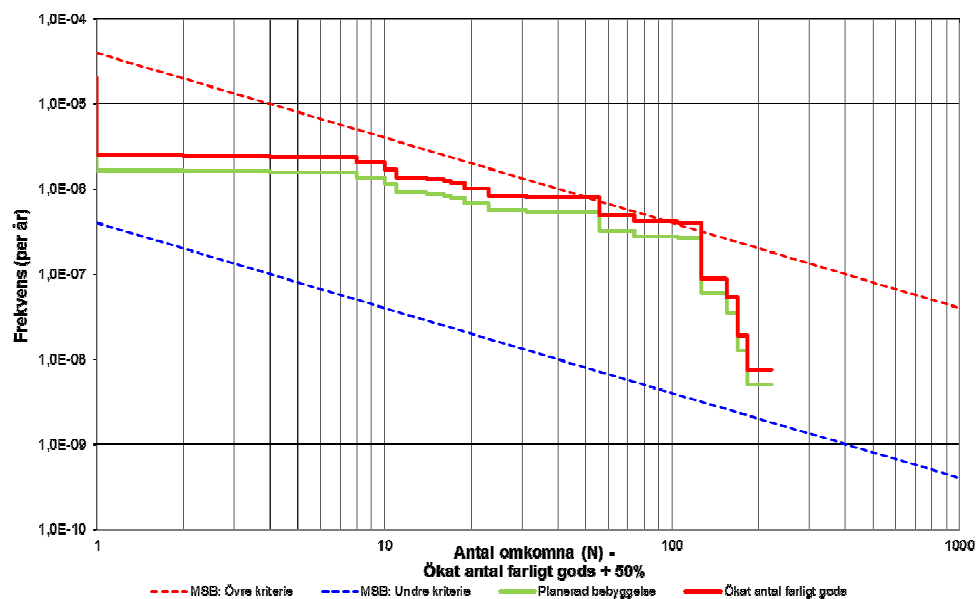
Forts. tabell C.4.

Scenario	Antal omkomna	Andel av år	Andel av dygn	Reducerad frekvens (per år)
Klass 2.3				
Litet läckage giftig gas				
Dag	0	100,0%	90%	8,3E-09
Natt	0	100,0%	10%	9,2E-10
Medelstort läckage giftig gas				
Dag – Sommar	0	50,0%	90%	1,4E-09
Dag – Vinter	0	50,0%	90%	1,4E-09
Natt	0	100,0%	10%	3,1E-10
Stort läckage giftig gas				
Dag – Sommar	56	50,0%	90%	1,1E-09
Dag – Vinter	14	50,0%	90%	1,1E-09
Natt	0	100,0%	10%	2,5E-10
Klass 3				
Liten pölbrand				
Dag	0	100,0%	90%	1,1E-05
Natt	0	100,0%	10%	1,3E-06
Medelstor pölbrand				
Dag	0	100,0%	90%	1,1E-05
Natt	0	100,0%	10%	1,3E-06
Stor pölbrand				
Dag – Sommar	0	50,0%	90%	1,1E-05
Dag – Vinter	0	50,0%	90%	1,1E-05
Natt	0	100,0%	10%	2,6E-06
Fordonsbrand - tankbil				
Dag	0	100,0%	90%	4,1E-06
Natt	0	100,0%	10%	4,6E-07
Klass 5				
Explosion oxiderande ämnen				
Dag – Sommar	15	50,0%	90%	3,3E-08
Dag – Vinter	14	50,0%	90%	3,3E-08
Natt	11	100,0%	10%	7,4E-09

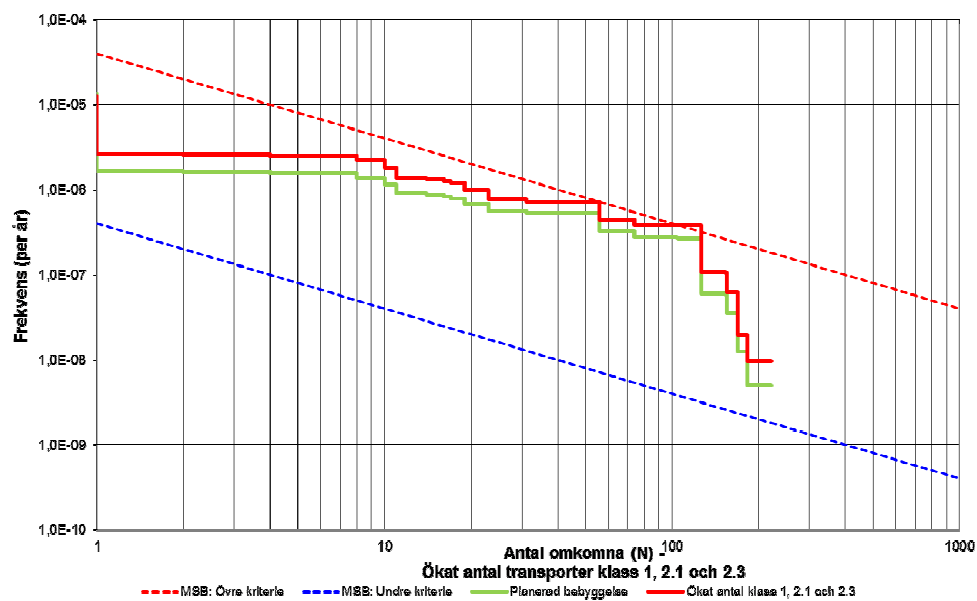
C.2.1 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har genomförts för hur förändringar i förutsättningarna påverkar risknivån. Känslighetsanalysen omfattar endast beräkning av samhällsrisk och omfattar förändringar avseende trafiksituationen (antalet transporter med farligt gods) på Essingeleden samt förväntat personantal inom planområdet. De fall som har studerats är:

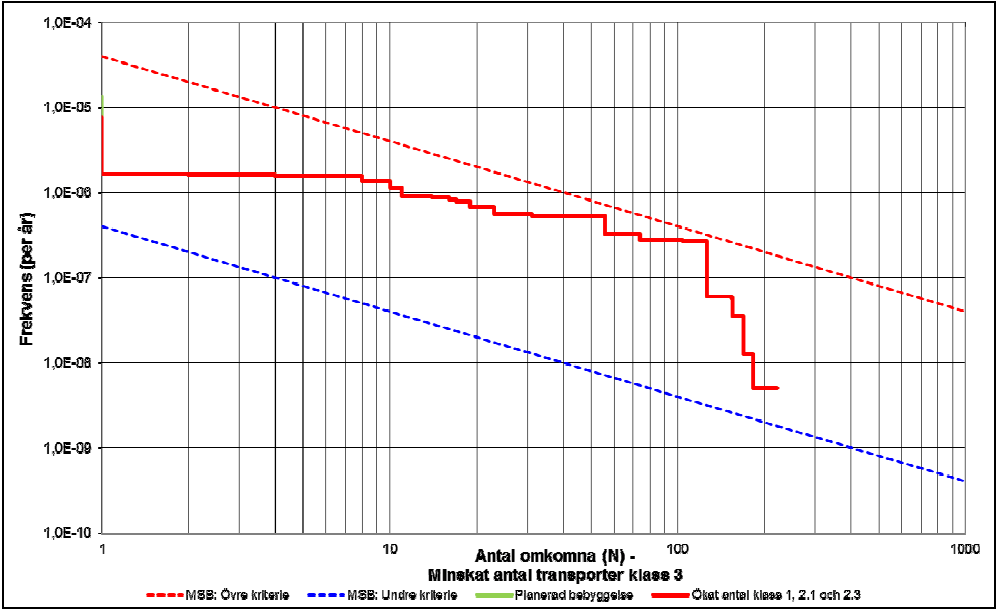
- Ökad antal farligt godstransporter med 50 %. Samma fördelning mellan klasserna enligt tidigare. Resultatet redovisas i figur C.3.
- Oförändrat totalt antal farligt godstransporter men omfördelning mellan klasserna:
 klass 1 från ca 5 % → 10 %
 klass 2.1 från ca 4 % → 10 %
 klass 2.2 från ca 12 % → 5 %
 klass 2.3 från ca 0,02 % → 5 %
 klass 3 från ca 60 % → 50 %
 klass 4-9 oförändrat.
 Resultatet redovisas i figur C.4.
- En minskad andel transporter med klass 3. Ett halverat antal har antagits. Resultatet redovisas i figur C.5.
- En högre persontäthet inom planområdet och kringliggande områden som antas utifrån ett högre totalt personantal. Dessutom förutsätts maximal personbeläggning inom området dygnet och året runt. Resultatet redovisas i figur C.6.



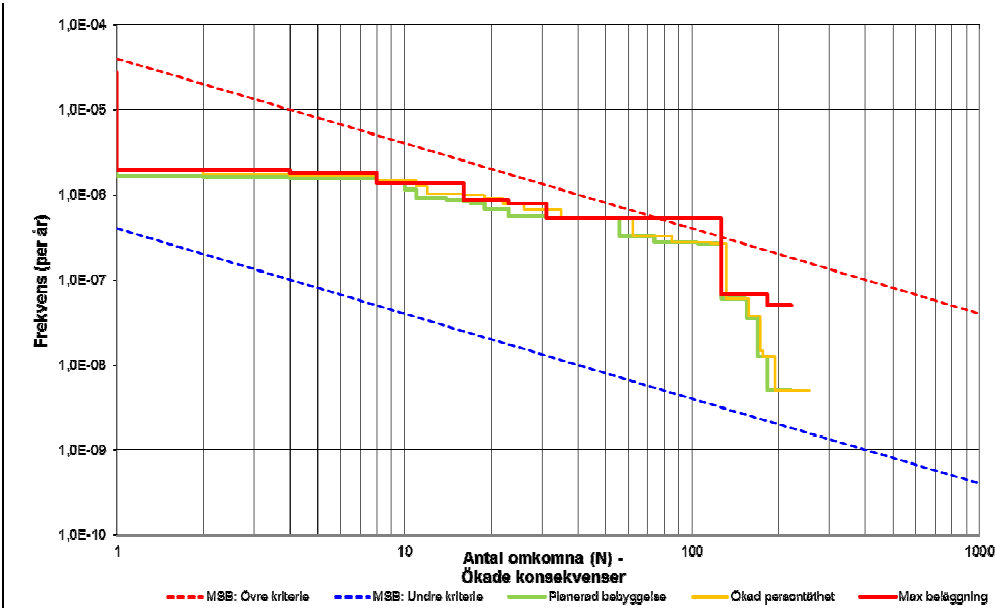
Figur C.3. Risknivå med en ökad andel transporter med farligt gods jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.



Figur C.4. Risknivå med en ökad andel transporter med ämnen ur klass 1, klass 2.1 och 2.3 jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.



Figur C.5. Risknivå med en minskad andel transporter med klass 3 jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.



Figur C.6. Risknivån med en ökad personstäthet inomhus respektive konsekvenser oberoende av tid på dygnet eller året jämfört med "normal" riskkurva för planerad bebyggelse.

**Risikanalys kv. Primus m m
Lilla Essingen, Stockholm**

BILAGA D

METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

D.1 INLEDNING

I denna bilaga beskrivs och redovisas de metoder som har använts samt de förutsättningar som finns för arbetet med riskanalysen. Informationen i denna bilaga är av allmän karaktär och redovisas med syfte att tydliggöra de metoder som har använts under analysarbetet samt redogöra för de förutsättningar som gäller.

I huvudrapporten refereras det till vissa stycken i denna bilaga. Det kan då vara bra att läsa igenom dessa för att få en tydligare bild av bakgrunden till dessa resonemang.

D.2 FÖRUTSÄTTNINGAR

D.2.1 Lagstiftning och riktlinjer

D.2.1.1 Riskhänsyn vid fysisk planering

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 anger i Rapport 2000:01 "Riskhänsyn vid ny bebyggelse" /1/ att om bebyggelse planeras inom ett avstånd mindre än 100 meter från väg för transport av farligt gods eller järnväg så skall en riskanalys utgöra ett av beslutsunderlagen i planärendet. Vidare rekommenderas olika skyddsavstånd vilka redovisas i Tabell D.1. För att undvika risker förknippade med urspårning och olyckor med petroleumprodukter rekommenderas dessutom att 25 meter närmast järnväg och väg med transport av farligt gods lämnas byggnadsfritt.

I rapporten konstateras även att risksituationen i vissa fall kan behöva utredas även utanför 100 m.

Rekommenderade skyddsavstånd omfattar markområden som ej är skymda av topografi eller annan bebyggelse. Dessa parametrar kan påverka, både öka och minska, behovet av skyddsavstånd.

/1/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01

Tabell D.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till infrastruktur med transporter av farligt gods samt bensinstationer.

Riskkälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Vägar med transporter av farligt gods	Tät kontorsbebyggelse	40 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	75 m
	Personintensiv verksamhet	75 m
Järnvägar	Tät kontorsbebyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiv verksamhet	50 m
Bensinstationer	Tät kontorsbebyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiv verksamhet	50 m

De angivna skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län har tillsammans arbetat fram en riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods /2/. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från en transportled för farligt gods, jämfört med tidigare 100 meter.

En ny rapport från Länsstyrelsen är på remiss under hösten 2012 /3/. I denna redovisar Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och olika verksamheter. I figur D.1 redovisas förslaget på skyddsavstånd som redovisas i den nya rapporten. Observera att dessa eventuellt kan komma att ändras till följd av bland annat inkomna remissynpunkter och vidare bearbetning av rapporten.

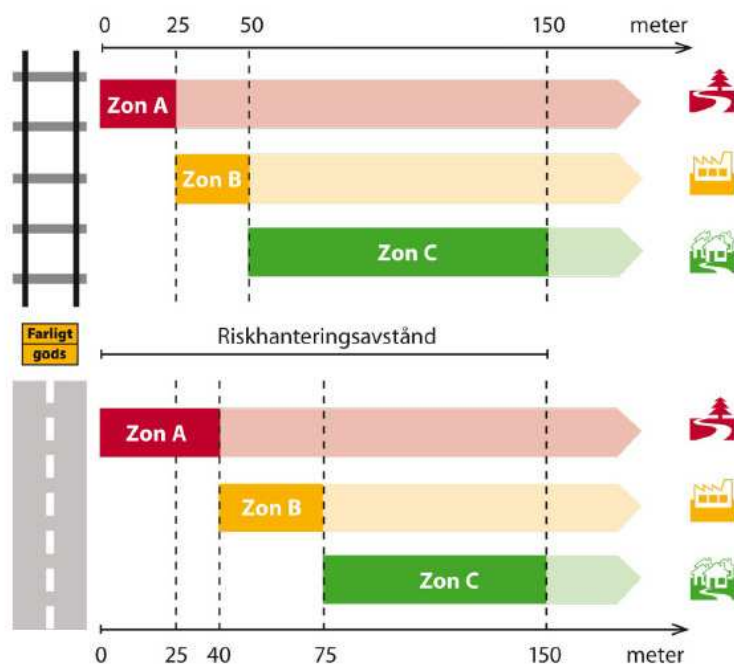
I rapporten tydliggör även Länsstyrelsen sin syn på skyddsavståndet 25 meter från transportled för farligt gods.

”Länsstyrelsen anser att det, i princip oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsåtgärder, bör finnas ett skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och kvartersmark i zon B eller C.

Att upprätthålla skyddsavståndet på 25 meter anses vara särskilt viktigt för kvartersmark i zon C. ”

/2/ Riskhantering i Detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, September 2006

/3/ Riskhänsyn vid planläggning av bebyggelse, människors säkerhet intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, remiss september 2012



Rekommenderad kvartersmark inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
L – odling P – parkering (yt-parkering) T – trafik N – friluftsområde (till exempel motionsspår)	G – bilservice J – industri K – kontor U – lager N – friluftsområde (till exempel camping) P – parkering (övrig parkering) E – tekniska anläggningar H – handel (sällanköpshandel) Y – idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplatser)	B – bostäder C – centrum D – vård H – övrig handel R – kultur S – skola K – hotell och konferens Y – idrotts- och sportanläggningar (arena eller motsvarande)

Figur D.1. Sammanfattning av Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark, remissutgåva 2012.

D.2.1.2 Övrig lagstiftning

Förutom ovanstående lagar och riktlinjer förekommer ytterligare ett antal lagar och föreskrifter avseende risk och säkerhet som kan vara relevanta i planändan. Dessa berör i första hand hantering och rutiner för olika typer av riskkällor som kan vara värda att beakta. Exempelvis så ger Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ut föreskrifter för hantering av olika brandfarliga och explosiva ämnen.

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

D.2.2 Värdering av risk

D.2.2.1 Principer för riskvärdering

Generellt vid bedömning av huruvida en risk kan accepteras eller ej bör hänsyn tas till vissa faktorer. Exempelvis bör riskkällans nytta vägas in, likaså vilken som är den exponerade gruppen samt huruvida risk för katastrofer föreligger. De principer som vanligen anges är:

- **Principen om undvikande av katastrofer.** Katastrofer ska undvikas.
- **Fördelningsprincipen.** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- **Rimlighetsprincipen.** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas.
- **Proportionalitetsprincipen.** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter och tjänster, etc.) som verksamheten medför.

Dessa principer indikerar att hänsyn bör tas till kostnader för säkerhetshöjande åtgärder, att en riskkällans nytta skall vägas in samt att olika värderingar kan göras beroende på om den exponerade gruppen har en personlig nytta av riskkällan eller ej. Vidare skall risker ej accepteras om de på ett enkelt tekniskt och icke kostsamt sätt kan undvikas.

D.2.2.2 Acceptanskriterier i Stockholms län

Enligt tidigare används de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk* /4/ för värdering av risk i Stockholms län. I tabell D.2 redovisas dessa kriterier.

Tabell D.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk
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 avseende samhällsrisk gäller för en väg-/järnvägssträcka av 1 km vilket i princip innebär att om de studerade området omfattar en kortare sträcka ska även den tillåtna risknivån reduceras. Exempelvis för ett område på 100 meter ska då endast en tiondel av samhällsrisken tillåtas. Samhällsrisken är då att betrakta som en form av grupprisk.

/4/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

D.3 METOD

D.3.1 Riskinventering

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskkällorna beskrivs och förekommande hantering/transport av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör sedan grunden för den fortsatta analysen.

D.3.2 Inledande analys

Utifrån genomförd inventering görs en uppställning av möjliga händelser som kan påverka människor inom det studerade området. För identifierade olyckshändelser 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.

D.3.3 Detaljerad analys

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en mer detaljerad analys. I den detaljerade analysen kvantifieras risken genom beräkningar av frekvens och konsekvens för respektive scenario. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

D.3.4 Känslighetsanalys

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 varierar på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

D.3.5 Presentation av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas vanligen i form av samhällsrisk eller individrisk, se nedan.

D.3.5.1 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.

D.3.5.2 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 frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

D.3.6 Acceptabel risk

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps publikation *Värdering av risk* /4/ ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som används i denna analys.

Kriterierna omfattar både individrisk och samhällsrisk och anges i form av en övre och en undre gräns. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla. Området mellan kriterierna benämns ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls.

D.3.7 Åtgärder

I de fall där det, utifrån använda acceptanskriterier (se D.2.D.2.2), visar sig att risknivån är oacceptabelt hög anges förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder. Förslag till åtgärder ges även i de fall där risknivån befinner sig i gråzonen mellan acceptabla och oacceptabla risker, det s.k. ALARP-området. I vilken utsträckning åtgärder vidtas i detta fall beror till stor del på kostnadseffektiviteten i föreslagna lösningar samt planerad verksamhet då nivån för vad som bedöms som tolerabel risk varierar något beroende på verksamhet. Den undre av kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) på den totala risknivån ska vara låg. Detta gäller normalt för t.ex. bostäder och svårutrymda lokaler (sjukhus, samlingslokaler och skolor etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för exempelvis kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Detta beror huvudsakligen på att personer är vakna i dessa verksamheter, samt att dessa verksamheter är befolkade dagtid.

D.3.7.1 Diskussion kring rimlighet

För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder bör man beakta begreppet tolerabel risk. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, vilket beror på att bedömningen av huruvida risknivån är acceptabel eller inte varierar något mellan olika verksamheter.

Den undre av de angivna kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) på den totala risknivån ska vara låg. Detta gäller exempelvis för bostäder, hotell och svårutrymda lokaler (sjukhus, skolor och personintensiva lokaler etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Orsaken till detta är främst att dessa typer av verksamheter innebär att personer normalt är vakna, samt att verksamheterna huvudsakligen är befolkade dagtid. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, accepteras normalt en risknivå som överstiger angivna riskkriterier.

Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Risker inom övre delarna av ALARP bör enbart tolereras om det bedöms

vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas.