

RAPPORT
UTREDNING GRANSKNING – RISK
VIBY 19:3, NR 2001



2021-10-13

UPPDRAG 304363, revidering av 278791, Kvalitetsprogram Brunna, Viby 19:3

Titel på rapport: Utredning Granskning – Risk. Viby 19:3, NR 2001

Datum: 2021-10-13

**MEDVERKANDE
VERSION A 2018-04-05**

Beställare: Genova Property Group AB

Kontaktperson: Anna Molén

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Magnus Cederlund

Kvalitetsgranskare: Magnus Cederlund

Handläggare: Susanne Stenlund
Max Gunnarsson
Niklas Smedberg

**MEDVERKANDE
VERSION B 2020-06-01**

Beställare Upplands-Bro kommun

Kontaktperson: Nassim Pourshah Badinzadeh

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Magnus Cederlund

Kvalitetsgranskare: Magnus Cederlund

Handläggare: Max Gunnarsson
Susanne Stenlund

REVIDERINGAR

Revideringsdatum 2021-10-13

Version/skede: Detaljplan (granskning)

Konsult: Tyréns AB

Revideringsdatum 2021-03-12

Version/skede: Detaljplan (granskning)

Konsult: Tyréns AB

Revideringsdatum 2020-06-01

Version/skede: Detaljplan (samråd)

Konsult: Tyréns AB

Revideringsdatum 2018-04-05

Version/skede: Kvalitetsprogram

Konsult: Tyréns AB

SAMMANFATTNING

Tyréns har tagit fram en utredning av vilka riskkällor som kan påverka fastigheten Viby 19:3 i Upplands-Bro kommun. Uppdraget har innefattat att utföra en riskidentifiering av kringliggande riskkällor, beräkna individ- och samhällsrisk, samt redovisa eventuella skyddsåtgärder.

Då planerad bebyggelse ligger närmare en transportled för farligt gods än 150 meter rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att en riskanalys ska genomföras för att avgöra om planerad bebyggelse är lämplig utifrån ett olycksperspektiv [1]. Denna rapport syftar till att bedöma lämpligheten ur detta perspektiv.

En revidering av rapporten har utförts i mars respektive oktober 2021. I revideringen har samrådsyttranden från Länsstyrelsen i Stockholm, EON och kommunens Bygg- och miljönämnd hanterats. Revideringen har utförts med avseende på bland annat följande:

- framtida förändringar i transportmönster på Effektvägen och verksamheter inom Brunna industriområde,
- reviderat planförslag: ingen förskola planeras längre i närheten av Effektvägen,
- tydliggörande av lämpliga skyddsåtgärder mot farligt gods-olyckor på Effektvägen,
- samtal med EON kring deras fjärrvärmeverk och därefter en bedömning av vilken olycksrisk som verksamheten är förknippad med.

Riskutredningen har visat att det på Effektvägen, Granhammarsvägen och Energivägen transporteras farligt gods och att risken förknippad med dessa transporter bidrar till planområdets individ- och samhällsrisk. Det största riskbidraget utgörs av olyckor som leder till utsläpp av brandfarliga gaser (ADR-klass 2) och brandfarliga vätskor (ADR-klass 3). Intill planområdet finns det även en drivmedelstation (St1) som bidrar till planområdets risknivå.

För att risknivåerna inom planområdet ska bli acceptabelt låga har ett antal skyddsåtgärder föreslagits. Om dessa införs i detaljplanen visar riskutredningen att planerad bebyggelse är lämpad för ändamålet med hänsyn till risken för dessa olyckor. Skyddsåtgärderna sammanfattas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Rekommenderade skyddsåtgärder inom planområdet.

Riskkälla	Skyddsåtgärder
Effektvägen	Avståndet 0 - 15 meter från närmaste vägkant ska vara bebyggelsefritt. För byggnader mellan 15 - 30 meter från närmaste vägkant ska: <ul style="list-style-type: none"> • fasader utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30 • fönster utföras i lägst brandteknisk klass EW30 • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen
Granhammarsvägen	Inget krav på bebyggelsefritt skyddsavstånd intill närmaste vägkant. Mellan 0-30 meter från närmaste vägkant ska: <ul style="list-style-type: none"> • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen
Energivägen (från Effektvägen till och med drivmedelstationen St1)	Inget krav på bebyggelsefritt skyddsavstånd intill närmaste vägkant. Mellan 0-30 meter från närmaste vägkant ska: <ul style="list-style-type: none"> • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	6
1.1	MÅL OCH SYFTE	6
1.2	OMFATTNING	6
1.3	METOD	6
2	RIKTLINJER.....	7
2.1	RISKPOLICY FÖR MARKANVÄNDNING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS	7
2.1.1	VÄGAR SOM INTE ÄR REKOMMENDERADE TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS7	
2.1.2	BYGGNADSFRI TT AVSTÅND	8
2.2	VÄRDERING AV RISKER.....	9
2.3	RISKVÄRDERINGSKRITERIER.....	9
2.4	OM TRANSPORTER MED FARLIGT GODS	10
3	OMRÅDESBESKRIVNING OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	11
3.1	TRAFIKPROGNOSE R ÅR 2040	12
3.2	TRANSPORTER MED FARLIGT GODS	12
4	RISKANALYS.....	13
4.1	RISKIDENTIFIERING	13
4.1.1	FARLIGT GODS PÅ EFFEKTVÄGEN	14
4.1.2	FARLIGT GODS PÅ ENERGIVÄGEN	16
4.1.3	FARLIGT GODS PÅ GRANHAMMAR SVÄGEN.....	16
4.1.4	SAMMANSTÄLLNING.....	16
4.2	BERÄKNING AV RISKER	17
4.2.1	INDIVIDRISK	17
4.2.2	SAMHÄLLSRISK	18
4.2.3	OSÄKERHETER	19
4.2.4	KÄNSLIGHETSANALYS.....	20
5	RISKVÄRDERING	23
5.1	INDIVIDRISK INTILL EFFEKTVÄGEN.....	23
5.2	INDIVIDRISK INTILL GRANHAMMAR SVÄGEN.....	23
5.3	INDIVIDRISK INTILL ENERGIVÄGEN.....	24
5.4	SAMHÄLLSRISK	25
6	SLUTSATS.....	26
	REFERENSER	27
	BILAGA 1 – BERÄKNINGAR: TRANSPORT AV FARLIGT GODS.....	28

ADR-KLASS 2 - GASER	29
ADR-KLASS 3 - BRANDFARLIGA VÄTSKOR	30
BILAGA 2 - BERÄKNINGAR: DRIVMEDELSSTATION	31
SCENARIER OCH DIMENSIONERANDE GRÄNSVÄRDEN	31
DIMENSIONERANDE SCENARIER	31
DIMENSIONERANDE GRÄNSVÄRDEN.....	31
SANNOLIKHET FÖR LÄCKAGE OCH ANTÄNDNING	32
KONSEKVENSAVSTÅND.....	33
STRÅLNINGSBERÄKNINGAR FÖR PÖLBRAND.....	33
UTSTRÄCKNING GASMOLN	36
KÄNSLIGHETS- OCH OSÄKERHETSANALYS	36

1 INLEDNING

Tyréns har tagit fram en utredning av vilka riskkällor som kan påverka fastigheten Viby 19:3 i Upplands-Bro kommun. Uppdraget har innefattat att utföra en riskidentifiering av kringliggande riskkällor, beräkna individ- och samhällsrisk, samt redovisa eventuella skyddsåtgärder.

Då planerad bebyggelse ligger närmare en transportled för farligt gods än 150 meter rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att en riskanalys ska genomföras för att avgöra om planerad bebyggelse är lämplig utifrån ett olycksperspektiv [1]. Denna rapport syftar till att bedöma lämpligheten ur detta perspektiv.

En revidering av rapporten har utförts i mars respektive oktober 2021. I revideringen har samrådsyttranden från Länsstyrelsen i Stockholm, EON och kommunens Bygg- och miljönämnd hanterats. Revideringen har utförts med avseende på bland annat följande:

- framtida förändringar i transportmönster på Effektvägen och verksamheter inom Brunna industriområde,
- reviderat planförslag: ingen förskola planeras längre i närheten av Effektvägen,
- tydliggörande av lämpliga skyddsåtgärder mot farligt gods-olyckor på Effektvägen,
- samtal med EON kring deras fjärrvärmeverk och därefter en bedömning av vilken olycksrisk som verksamheten är förknippad med.

1.1 MÅL OCH SYFTE

Denna rapport syftar till att bedöma planerad bebyggelses lämplighet utifrån ett olycksperspektiv.

Målet med utredningen är att utgöra ett planeringsunderlag i det fortsatta planarbetet.

1.2 OMFATTNING

Riskutredningen omfattar olycksrisker som kan påverka planområdet men omfattar inte risker med buller, vibrationer, elektromagnetisk strålning, översvämning, ras, skred, luft- eller markföroreningar.

1.3 METOD

Riskutredningen innefattar följande steg:

- Riskidentifiering. Risker (olycksrisker) som kan påverka planområdet identifieras, sammanställs, bedöms och jämförs med gällande riktlinjer.
- Vid behov analyseras och värderas identifierade risker närmare.
- Vid behov ges även förslag på lämpliga skyddsåtgärder som reducerar risker till en acceptabel nivå.

2 RIKTLINJER

2.1 RISKPOLICY FÖR MARKANVÄNDNING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS

Länsstyrelserna i storstadsregionerna (Stockholm, Skåne och Västra Götaland) har gemensamt tagit fram *Riskhantering i detaljplaneprocessen - riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods* [2]. Riskhanteringspolicyn rekommenderar att riskhanteringsprocessen beaktas inom 150 meter avstånd från en farligt gods-led.

Länsstyrelsen i Stockholm har även gett ut riktlinjer i faktabladet *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* [1] samt häftet *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* [3]. I faktabladet redovisas följande:

Vägar med transporter av farligt gods

- 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast transportleden.
- Tät kontorsbebyggelse närmare än 40 meter från vägkant bör undvikas.
- Inom 30 meter ställs krav på riskreducerande åtgärder/skyddsåtgärder. Typen av åtgärd varierar beroende på markanvändning.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiva verksamheter (centrumanvändning i form av mindre galleria eller dylikt) närmare än 75 meter från vägkant bör undvikas.
- Intill sekundära transportleder för farligt gods anser Länsstyrelsen att det i de flesta fall krävs ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter för bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K). I vissa fall kan ett skyddsavstånd på 15 - 20 meter vara tillräckligt, detta kan vara tillämpligt vid få transporter eller då de olyckor som kan inträffa har korta konsekvensavstånd.

Järnväg

- 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast järnvägen, mätt från spårets mitt.
- Tät kontorsbebyggelse inom 30 meter från järnvägen bör undvikas.
- Inom 30 meter ställs krav på riskreducerande åtgärder/skyddsåtgärder. Typen av åtgärd varierar beroende på markanvändning.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiva verksamheter (centrumanvändning i form av mindre galleria eller dylikt) närmare än 50 meter från järnvägen bör undvikas.

Drivmedelsstationer

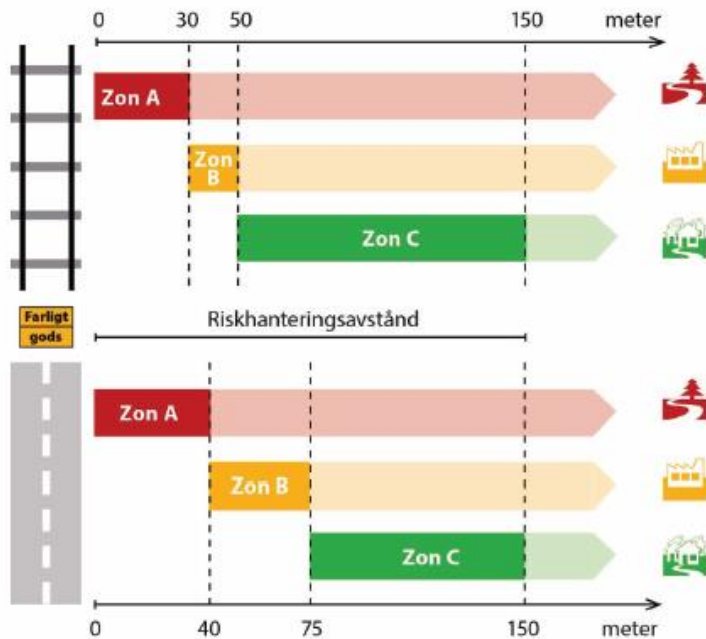
- Ett minimiavstånd på 25 meter bör hållas från drivmedelsstation till kontor och liknande.
- Ett minimiavstånd på 50 meter bör hållas till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser där oskyddade människor uppehåller sig.
- I nyplaneringsfallet bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från drivmedelstationen till bostäder, daghem, åldershem och sjukhus.

2.1.1 VÄGAR SOM INTE ÄR REKOMMENDERADE TRANSPORTLEDER FÖR FARLIGT GODS

Farligt gods får även transporteras på vägar som inte utgör rekommenderade transportleder. Riskerna ska således beaktas om det är sannolikt att farligt gods kommer transporteras i närheten av det aktuella planområdet – oavsett om transportleden är rekommenderad eller inte. I en del fall kan det räcka att översiktligt beskriva vad som transporteras och hur ofta transporterna passerar planområdet [1].

2.1.2 BYGGNADSFRI TT AVSTÅND

Länsstyrelsens policy är att i första hand nyttja skyddsavstånd som säkerhetsåtgärd, se Figur 1, samt att inte bebygga närmare än 25 meter från led för farligt gods. Frångås de rekommenderade skyddsavstånden behöver det på ett tillfredsställande sätt redovisas om andra skyddsåtgärder behövs. Generellt ska detaljeringsnivån på riskanalysen öka ju närmare leden för farligt gods som bebyggelsen hamnar.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad)	E – tekniska anläggningar	B – bostäder
L – odling och djurhållning	G – drivmedelsförsörjning (bemannad)	C – centrum
P – parkering (ytparkering)	J – industri	D – vård
T – trafik	K – kontor	H – detaljhandel
	N – friluftsliv och camping	O – tillfällig vistelse
	P – parkering (övrig parkering)	R – besöksanläggningar
	Z – verksamheter	S – skola

Figur 1. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning [1].

Beskrivning av zoner

Länsstyrelsen i Stockholm klassificerar markanvändning kopplat till tre olika zoner (verksamhetstyper), där zon A har minst krav och zon C högst krav på skyddsavstånd, se Figur 1. För området närmast riskkällan brukar vanligtvis vara bebyggelsefritt skyddsavstånd där verksamheter i zon A rekommenderas. Inom detta område ska det ej uppmanas till stadigvarande vistelse, utan ytan lämpar sig bäst till exempelvis ytparkering.

Zon B är verksamheter med måttlig persontäthet alternativt tid per dygn som personer vistas inom fastigheten. Till zon B hör exempelvis kontor, parkeringsgarage, industri för att nämna några.

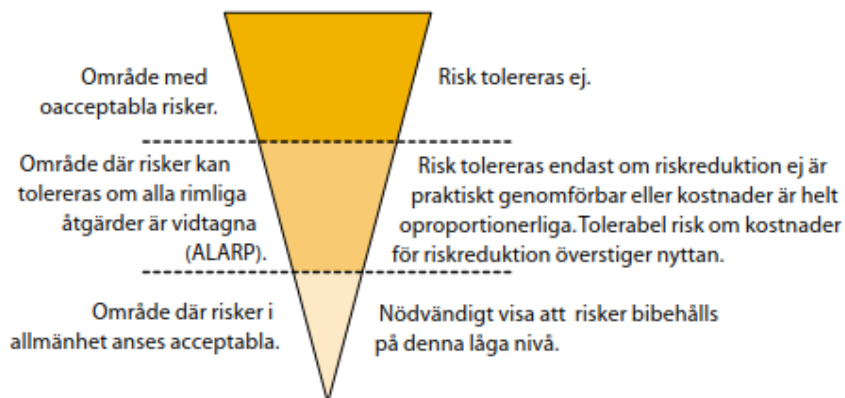
Zon C har högst krav på skyddsavstånd, och det är främst verksamheter där personer exempelvis sover (bostäder, hotell), platser där personer har dålig lokalkännedom (detaljhandel, centrum) eller övriga känsliga verksamheter som vårdinrättningar samt skolor.

2.2 VÄRDERING AV RISKER

Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

- **Rimlighetsprincipen:** Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
- **Proportionalitetsprincipen:** En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Om risker realiserats bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Risker kan kategoriskt placeras i tre fack. De kan anses vara tolerabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla. Figur 2 beskriver principen för riskvärdering [4].



Figur 2 Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier [5].

2.3 RISKVÄRDERINGSKRITERIER

I Sverige finns i dagsläget inget nationellt beslut om vilka riskvärderingskriterier som ska användas. Länsstyrelsen i Stockholm har föreslagit att de riskvärderingskriterier som tagits fram av DNV [4] kan användas [1].

Riskvärderingskriterierna omfattar två olika värderingsmått, individrisk och samhällsrisk. Individrisk är ett mått på risken för en person som befinner sig på en specifik plats, till exempel på ett visst avstånd från en transportled. Samhällsrisk är ett mått på risken för en population. Samhällsrisk inkluderar risker för alla personer som utsätts för en risk även om den bara sker vid enstaka tillfällen längs en 1 km lång sträcka.

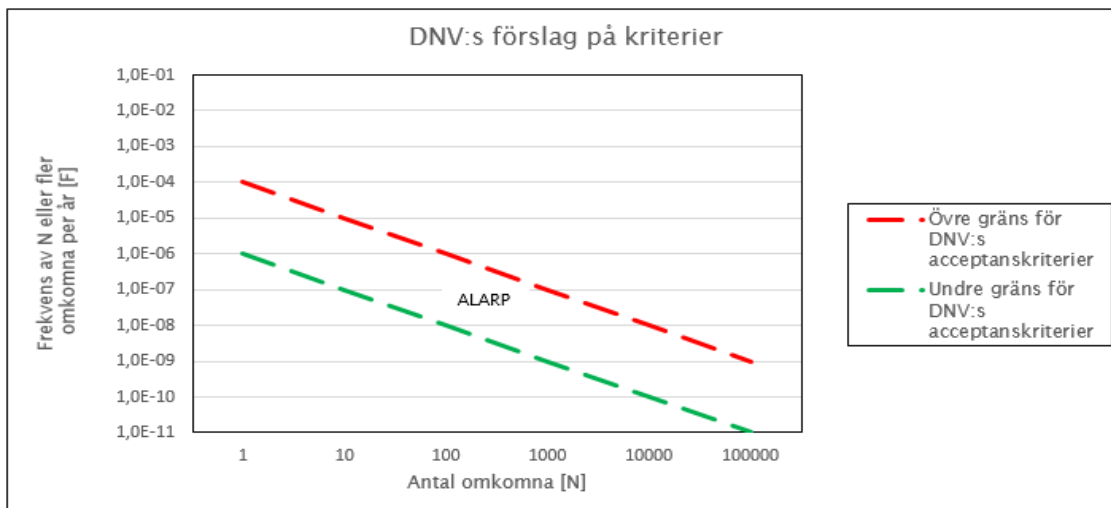
För individrisk föreslås följande kriterier av DNV:

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

För samhällsrisk föreslås följande kriterier av DNV:

- Övre gräns där riskerna under vissa förutsättningar anses som acceptabla:
 $F=1 \times 10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N -kurva -1 .
- Övre gräns där risker anses vara acceptabla:
 $F=1 \times 10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N -kurva -1 .

Toleranskriterierna för samhällsrisk som DNV har föreslagit för Sverige visas i Figur 3.



Figur 3. Av DNV föreslagna samhällsriskkriterier [4].

Området mellan den övre och undre gränsen kallas för *ALARP*-området. *ALARP* står för *As Low As Reasonably Practicable* och innebär att riskerna kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna. I analysen används de toleranskriterier för individrisk och samhällsrisk som DNV har föreslagit.

2.4 OM TRANSPORTER MED FARLIGT GODS

Gods som klassificeras som farligt gods delas in i nio olika klasser, ADR-/RID-klasser, utifrån godsets egenskaper. Transporter med farligt gods kan innehålla en mängd olika ämnen vars fysikaliska och kemiska egenskaper varierar. Gemensamt är riskerna kopplade till ämnens inneboende egenskaper, som kan komma att påverka omgivningen vid en olycka under transporten.

För transporter av farligt gods på väg respektive järnväg finns det särskilda regelverk, ADR-S [6] respektive RID-S [7]. Föreskrifterna reglerar bland annat förpackning, märkning och etikettering, vilka mängder som tillåts samt vilken utbildning involverade aktörer behöver.

Brandfarliga fasta ämnen, ADR-/RID-klass 4, samt övriga ämnen, ADR-/RID-klass 9, utgör normalt ingen fara för omgivningen eftersom konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider, ADR-/RID-klass 5, kan i vissa fall orsaka en betydande skada medan radioaktiva ämnen, ADR-/RID-klass 7, påverkar främst personer som kommer i kontakt med ämnet.

När det gäller konsekvenser för olyckor med farligt gods är det framförallt fyra olika händelser samt kombinationer av dessa som utgör de främsta riskkällorna:

- Explosion (både från explosivämnen och från snabba brandförlopp i brännbara gasblandningar)
- Brand
- Utsläpp av giftig gas
- Utsläpp av frätande vätska

3 OMRÅDESBESKRIVNING OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

Planområdet är ca 14 hektar stort och är beläget centralt i Brunna, cirka 2,5 kilometer från centrala Kungsängen i Upplands-Bro kommun. Planområdet avgränsas av Granhammarsvägen i öster, Effektivvägen i söder, Energivägen i väster och ett verksamhetsområde i norr. Planområdet ligger nära trafikplats Brunna och väg E18. Söder om planområdet gränsar planområdet mot ett logistikområde. I väster och norr mot ett område med blandade verksamheter, från bilhandel och församlingshem, till finmekanik, kretsloppscentral och uthyrning av trädgårdsmaskiner och möbler [8].

Syftet med detaljplanen är att i centrala Brunna möjliggöra utvecklingen av en blandad bebyggelse med cirka 850 bostäder i varierade bostadstyper och storlekar. Det planeras för en grundskola (cirka 600 elever) och förskola (upp till åtta avdelningar), samt centrumfunktioner, bland annat en livsmedelsbutik [8].



Figur 4 Strukturplansskiss över Viby 19:3 i Upplands-Bro [8].

3.1 TRAFIKPROGNOSE ÅR 2040

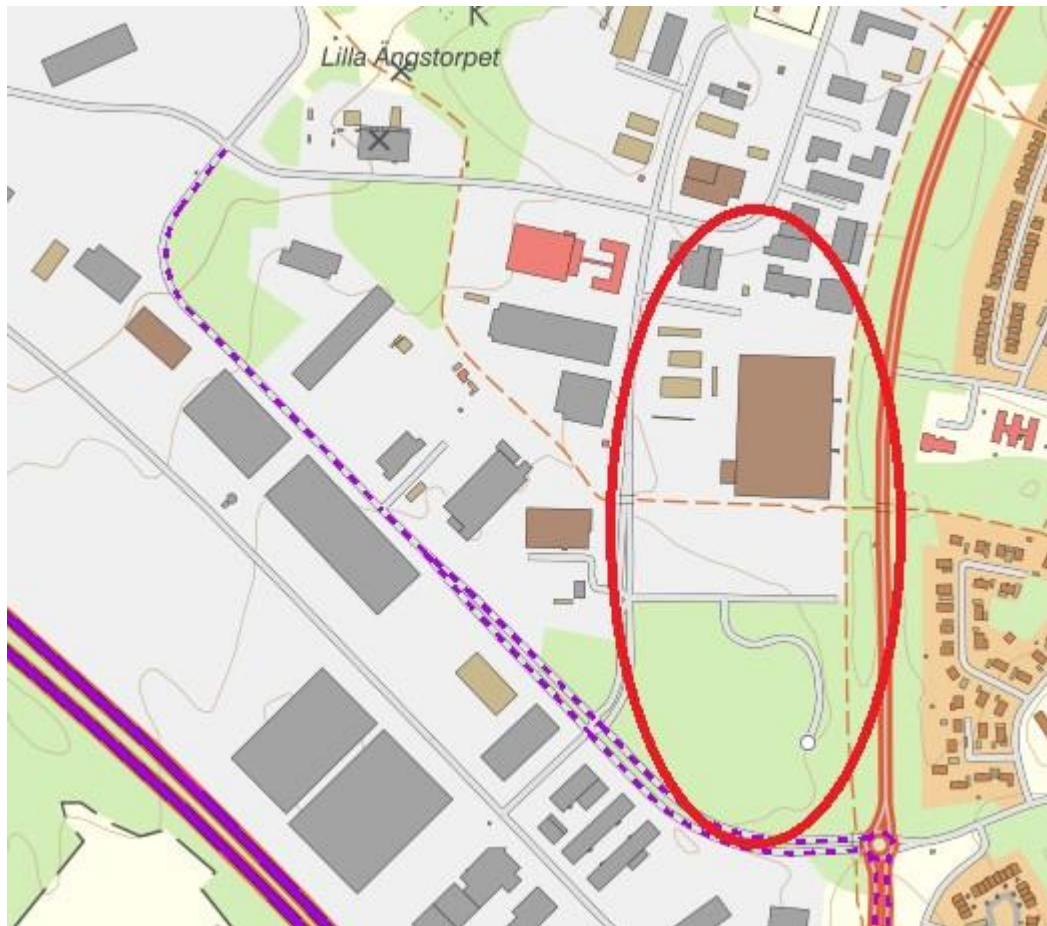
Trafikprognoser för år 2040 har tagits fram för Effektvägen, Granhammarsvägen och Energivägen [9]. Dessa redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. ÅDT (=årsmedeldygnstrafik) för samtliga fordon och tunga fordon [9].

Väg	ADT samtliga fordon	Varav tunga fordon
Effektvägen	12 200	2 340
Granhammarsvägen	10 500	790
Energivägen	3 500	240

3.2 TRANSPORTER MED FARLIGT GODS

Transporter med farligt gods inom Brunna sker främst på vägarna E18 och Effektvägen. E18 är en primär transportled för farligt gods medan Effektvägen är sekundär transportled för farligt gods [10]. Transporter av farligt gods förekommer även på Granhammarsvägen (är sekundär transportled, men ej sträckan förbi planområdet) samt Energivägen. I Figur 5 visas en karta med rekommenderade transportleder för farligt gods.



Figur 5. Rekommenderade transportleder för farligt gods i planområdets närhet (planområdet markerat i rött). Lila kontinuerliga linjer utgör primära transportleder och lila streckade linjer sekundära leder. [11]

Rekommendationen från Länsstyrelsen i Stockholm är att även vägar som ej klassas som transportleder för farligt gods ska beaktas om det antas att farligt gods transporteras där (se avsnitt 3.1).

4 RISKANALYS

4.1 RISKIDENTIFIERING

Inledningsvis har en identifiering utförts av riskkällor samt verksamheter som kan generera transporter av farligt gods i och omkring Brunna. De olika riskkällorna har sedan utvärderats baserat på riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholm, redovisade i avsnitt 3.1.

Efter plansamrådet för den aktuella detaljplanen har Tyréns/kommunen tagit fram en utförlig inventering av verksamheter inom Brunna. Riskidentifieringen i denna utredning har därför kompletterats utifrån kännedom om ytterligare verksamheter som kan utgöra riskkällor och som kan generera transporter av farligt gods. I Tabell 3 redovisas resultatet av riskidentifieringen.

Tabell 3. Riskidentifiering i planområdets omgivning.

Riskkällor	Riskhanterings-avstånd enligt riktlinjer	Aktuellt avstånd till planerad bebyggelse	Bedömning	Fortsatt utredning
E18	150	350	Primärled, mycket omfattande transporter av farligt gods.	Nej, avståndet överskrider riktlinjerna.
Effektvägen	150	-	Sekundärled förbi planområdet.	Ja, transporter med farligt gods på vägen.
Granhammarsvägen	-	-	Ej utpekad som transportled för farligt gods förbi planområdet men sådana transporter förväntas förekomma.	Ja, transporter med farligt gods på vägen.
Energivägen	-	-	Transporter med farligt gods förekommer i begränsad omfattning.	Ja, transporter med farligt gods på vägen.
Fresenius Kabi	-	500	Bedöms inte utgöra en risk för planområdet men genererar transporter med farligt gods.	Ja, transporter med farligt gods till verksamheten.
Air Liquide	-	300	Bedöms inte utgöra en risk för planområdet men genererar transporter med farligt gods.	Ja, transporter med farligt gods till verksamheten.
St1 drivmedelsstation	100	42	Bedöms utgöra en risk för planområdet och genererar transporter med farligt gods.	Ja, drivmedelsstationen samt transporter med farligt gods till den.
SÅIFA drivmedelsstation	100	700	Bedöms inte utgöra en risk för planområdet men genererar transporter med farligt gods.	Ja, transporter med farligt gods till drivmedelsstationen.
Livgardet - Militäranläggning	-	>1 km	Bedöms inte utgöra en risk för planområdet men genererar transporter med farligt gods.	Ja, transporter med farligt gods till verksamheten.

EON Värmeverk (Viby 19:20)	-	150	Fjärrvärmeverk. Tar emot cirka fem transporter med bioolja per vecka (under vinterhalvåret). Biooljan är inte klassad som brandfarlig vara till följd av dess höga flampunkt. Verksamheten hanterar inga brandfarliga varor och bedöms inte utgöra en olycksrisk för planområdet.	Nej, kan dock ge upphov till buller, lukt och damning vilket bör utredas separat.
Asfalt Kungsängen AB/Svenska Väg AB	-	>200 meter	Själva verksamheten bedöms inte utgöra en risk för planområdet. Verksamheten tar dock emot transporter av diesel, eldningsolja, bitumen och en mindre mängd kemikalier per år [12]. Eldningsolja och diesel men inte bitumen klassas som brandfarliga varor.	Ja, transporter med eldningsolja och diesel till verksamheten.

De riskkällor som kommer att utredas vidare i rapporten är transporter av farligt gods på Effektivägen, Granhammarsvägen och Energivägen. De flesta av dessa transporter bedöms ske till de riskkällor/verksamheter som har identifierats i Tabell 3.

Drivmedelstationen St1 ligger i närheten av planområdet och kommer därför att utredas vidare.

4.1.1 FARLIGT GODS PÅ EFFEKTVÄGEN

Effektivägen är som tidigare nämnts utpekad som en sekundär transportled för farligt gods. Utifrån genomförd riskidentifiering bedöms det på vägen transporteras farligt gods till verksamheterna Fresenius Kabi, Air Liquide, St1 drivmedelsstation, SÅIFA drivmedelsstation och Svenska Väg AB.

Fresenius Kabi

På Fresenius Kabi i Brunna finns företagets råvarutillverkning av bland annat äggfosfolipider som används som emulgator i näringslösningar. Vid fabriken i Brunna arbetar 200 personer med tillverkning, kvalitetsarbete, teknisk support och service. Här finns även Fresenius Kabis centrallager. Inom anläggningen hanteras stora mängder brandfarliga lösningsmedel (ADR-klass 3). Hanteringen av brandfarliga lösningsmedel medför att anläggningen klassificeras som farlig verksamhet och som en Sevesoanläggning.

Fresenius Kabi samverkar kontinuerligt med Brandkåren Attunda. Detta sker bland annat genom gemensamma övningar. Brandkåren kontrollerar också genom sin tillsyn att verksamheten lever upp till de krav som ställs [13].

Enligt tidigare riskanalys från Brandkåren Attunda är konsekvensområdet kopplat till Fresenius Kabis anläggning 300 meter. Konsekvensområdet är kopplat till brandfarlig vätska som bedömts vara den dominerande faran [14].

Transport av ADR-klass 3 till Fresenius Kabi sker främst med tankbil, vanligtvis cirka 3 transporter per vecka. Vissa mindre mängder av övriga ADR-klasser (5.2, 6.1, 8 och 9) sker, men detta är i styckegods och små mängder och inkluderas därmed ej i riskberäkningarna då de antas vara försumbara [15].

Avståndet till Fresenius Kabi från detaljplaneområdet överstiger 500 meter. Eventuella olycksscenarioer på Fresenius Kabi bedöms därmed inte bidra till risknivån för detaljplaneområdet. Farligt gods som transporteras till och från Fresenius Kabi på Effektivägen kommer inkluderas i riskanalysen.

Air Liquide

Air Liquide AB levererar gaser till områden som industri, kemi, elektronik, livsmedel, miljövård och sjukvård. På området hanteras större mängder gaser, både brandfarliga och giftiga (ADR-klasser 2.1, 2.2 och 2.3). Leveranser till och från Air Liquide sker från Effektivägen med 4 - 5 transporter dagligen [16].

Air Liquides egna riskanalys visar att bränder och explosioner som inträffar inne på fabriksområdet med stor sannolikhet inte ger upphov till konsekvenser på större avstånd än 300 meter [17]. Detaljplaneområdet ligger cirka 300 meter ifrån Air Liquides närmaste anläggningsdel (fasad) och antas därmed ej påverkas nämnvärt av ett olycksscenarioer inne på Air Liquides område. Farligt gods som transporteras till och från Air Liquide på Effektivägen kommer inkluderas i riskanalysen.

St1 drivmedelsstation och SÅIFA drivmedelsstation

Informationen angående vilka drivmedel som hanteras på respektive station har hämtats från respektive företags hemsida. I Tabell 4 redovisas drivmedelsstationerna i närhet till det planerade området.

Tabell 4. Sammanställning av närliggande drivmedelsstationer.

Drivmedelsstation	Aktuellt avstånd till planerad bebyggelse	Drivmedel som hanteras	Leveranser med farligt gods
St1	Ca 42 meter till tomtgräns	Bensin, E85 och diesel	1 gång per vecka
SÅIFA	Ca 700 meter	Diesel	3 gånger per vecka

Den intilliggande drivmedelsstationen, St1 Kungsängen, ligger på andra sidan av Energivägen från detaljplaneområdet på ett avstånd om drygt 40 meter. Avståndet är mätt till närmsta belägna del av stationen, vilket är centralpåfyllningen där tankbilar ställer upp för lossning till cisterner. Stationen är en automatstation, vilket innebär att det är en obemannad station utan tillhörande försäljning av gasol. Drivmedel som tillhandahålls på stationen är bensin, diesel och E85 men ingen fordonsgas. I genomsnitt tar stationen emot en (1) leverans med drivmedel per vecka och dessa transporter går via Effektivägen och Energivägen [18].

Drivmedelsstationen SÅIFA ligger cirka 700 meter från planområdet. Stationens utgör således ingen risk för planområdet. Stationen tillhandahåller diesel till tunga fordon och tar emot cirka 3 leveranser per vecka. Dessa transporter går via Effektivägen [19].

Svenska Väg AB

Till verksamheten Asphalt Kungsängen AB/Svenska Väg AB går transporter med eldningsolja och diesel. Dessa transporter kommer från E18 och kör därefter via Effektivägen och Energivägen fram till verksamheten. Verksamheten tar emot mellan 6 och 11 transporter med eldningsolja och diesel och endast mindre mängder kemikalier per år [12].

4.1.2 FARLIGT GODS PÅ ENERGIVÄGEN

På Energivägen går samma transporter med farligt gods till drivmedelsstationen St1 och till Svenska Väg AB som på Effektivägen. Dessa har behandlats i föregående avsnitt.

4.1.3 FARLIGT GODS PÅ GRANHAMMARSVÄGEN

På Granhammarsvägen går transporter till Livgardet. Vägen är dock inte utpekad som transportled för farligt gods förbi planområdet.

Livgardet

Försvarmakten transporterar framförallt brandfarlig vätska (drivmedel) och explosiva varor (ammunition) på Granhammarsvägen [20]. Uppgifter om transportererna är till viss del konfidentiella när det gäller exempelvis explosiva varor och ammunition. I beräkningarna har transportererna till Livgardet inkluderats men enbart med de civila transportererna som har delgivits av Försvarmakten samt att en del explosiva varor har uppskattats.

Tabell 5. Transporter med farligt gods via Granhammarsvägen till och från Livgardet/Försvarmakten

Ämnen (ADR-klass)	Mängd/fordon	Antal transporter/år
Gasol (2)	8 ton	8
Bioolja (3)	40 ton	25
Drivmedel, bensin och diesel (3)	37 ton	11
Drivmedel, bensin och diesel (3)	0,8 ton	10
Oljeslam/spillolja (3)	8 ton	8
Lysrör (antar 9)	280 kg	1

Uppgifter avseende eventuella transporter av ammunition respektive "frimängder" har dock ej redovisats. Enligt tabellen ovan körs det en transport med farligt gods var fjärde dag. Det antas därför vara konservativt att räkna med att Livgardet kör en transport av farligt gods varannan dag på Granhammarsvägen [21]. Av dessa har det antagits att 60 procent är ADR-klass 3 (bensin, diesel och liknande), 20 procent ADR-klass 1 (ammunition, sprängämnen och liknande uppgifter saknas) samt 20 procent ADR-klass 2.

4.1.4 SAMMANSTÄLLNING

I Tabell 6 sammanställs antalet transporter med farligt gods per år för Effektivägen, Granhammarsvägen och Energivägen.

Tabell 6. Antal transporter med farligt gods per år på Effektivägen, Granhammarsvägen och Energivägen, samt den procentuella andelen.

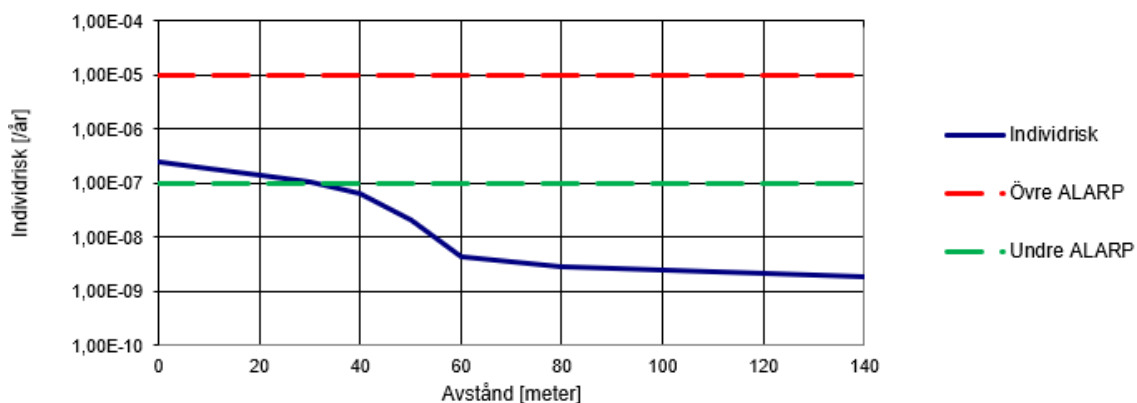
ADR-klass	Ämne	Effektivägen Transporter per år (andel i procent)	Granhammarsvägen Transporter per år (andel i procent)	Energivägen Transporter per år (andel i procent)
1	Explosiva ämnen och föremål	0 (0 %)	46,4 (20 %)	0 (0 %)
2	Gaser	1 642,5 (82 %)	46,4 (20 %)	0 (0 %)
3	Brandfarliga vätskor	372,5 (18 %)	139,2 (60 %)	60,5 (100 %)

4.2 BERÄKNING AV RISKER

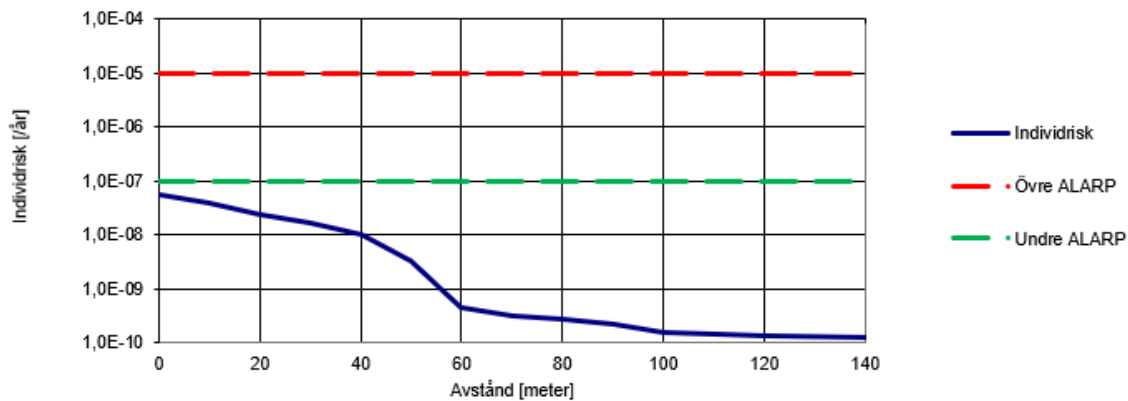
I detta avsnitt beräknas risknivåerna intill de riskkällor som i föregående avsnitt har bedömts bidra till planområdets risknivå. Detaljerat beräkningsunderlag, justeringar och antaganden redogörs för i Bilaga 1.

4.2.1 INDIVIDRISK

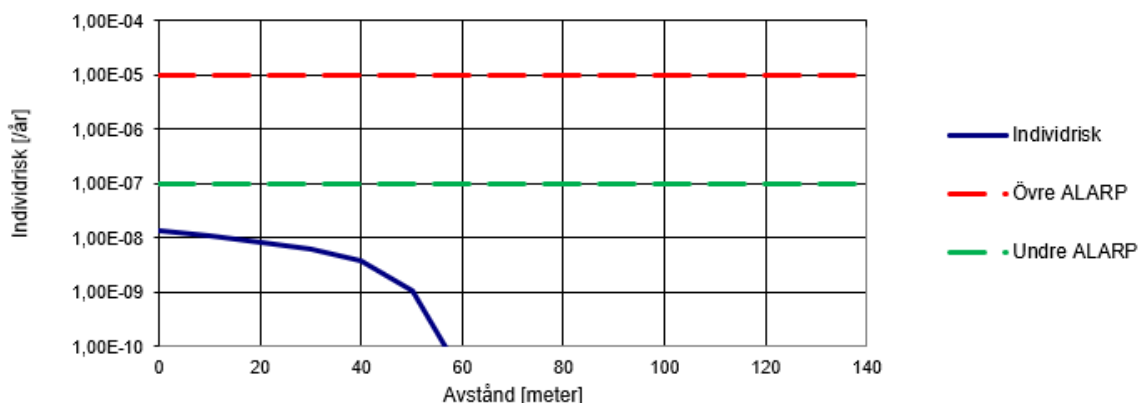
Sannolikheten för att en olycka med farligt gods ska inträffa har beräknats enligt *VTI-modellen*, se Bilaga 1. Individrisken har beräknats intill Effektvägen (Figur 6), Granhammarsvägen (Figur 7) och Energivägen (Figur 8) samt intill Energivägen i höjd med drivmedelsstationen St1 (Figur 9).



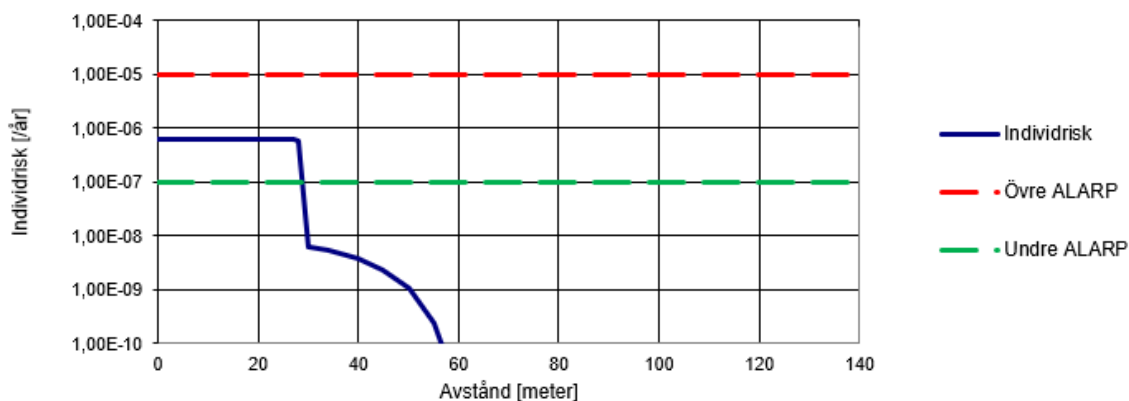
Figur 6. Individrisk intill Effektvägen år 2040. Mätt från närmaste väggkant.



Figur 7. Individrisk intill Granhammarsvägen år 2040. Mätt från närmaste väggkant.



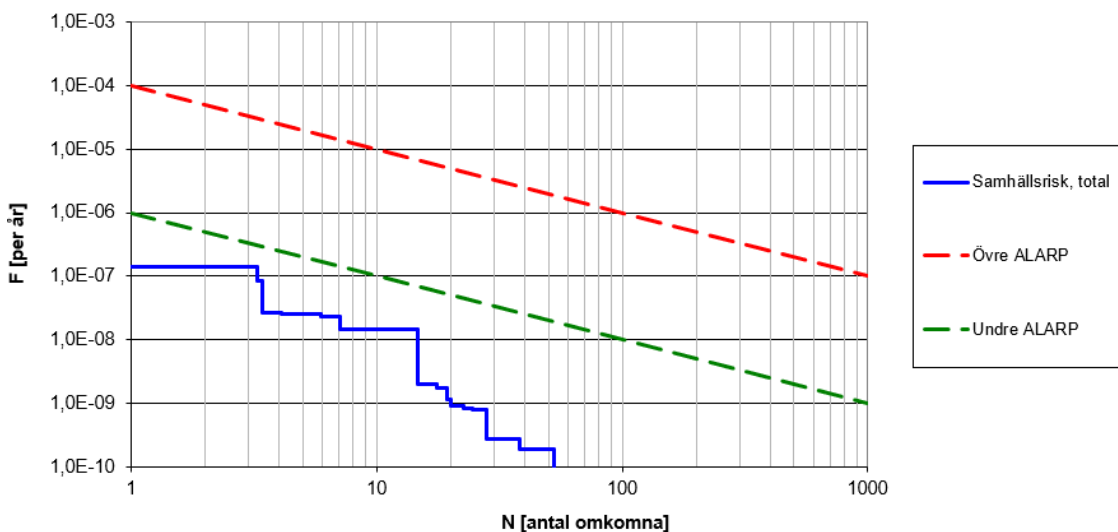
Figur 8. Individrisk intill Energivägen år 2040. Mätt från närmaste väggkant.



Figur 9. Individrisk intill Energivägen i höjd med drivmedelsstationen St1 år 2040. Mätt från närmaste väggkant på Energivägen.

4.2.2 SAMHÄLLSRISK

Samhällsrisk har beräknats enligt praxis för en 1 km lång vägsträcka. Eftersom flera vägar angränsar till planområdet har samhällsrisk intill respektive väg beräknats och därefter adderats till en total samhällsrisk som redovisas i Figur 10.



Figur 10. Samhällsrisk för planområdet med omgivning år 2040.

4.2.3 OSÄKERHETER

Individ- och samhällsrisikberäkningar på längre sikt medför ett flertal osäkerheter och nedan redovisas osäkerheterna som har störst påverkan på beräkningsresultatet.

Antalet transporter med farligt gods

Effektvägen utgör en sekundärled för transporter av farligt gods och antalet transporter av farligt gods kommer att vara beroende av verksamheterna i närområdet och hur dessa utvecklas i framtiden. En prognos för hur transportbehovet gällande transporter av farligt gods ser ut i framtiden, exempelvis om 20 år, medför troligtvis betydande osäkerheter. För att beakta detta har en känslighetsanalys genomförts, se kapitel 4.2.4, där ett ökat antal transporter av farligt gods har analyserats. För att ta höjd för osäkerheter kring antalet transporter med farligt gods och hur dessa påverkar individrisknivån har antalet transporter ökat med 25, 50 respektive 100 procent.

Påverkan till följd av en förändrad ADR-fördelningen

Utöver antalet transporter av farligt gods påverkas även individrisknivån av ADR-fördelningen. För sekundärleder är det relevant att undersöka vilka målpunkter som genererar transporter av farligt gods, men kemikaliebehovet kan förändras till följd av ändrade processer inom verksamheterna. För att beakta detta har en känslighetsanalys genomförts, se kapitel 4.2.4, där en alternativ ADR-fördelning tillämpats. Som jämförelse har en genomsnittlig ADR-fördelning som efterspeglar transporter av farligt gods på nationell nivå valts.

Eventuella förändringar på sikt

Det är troligt att mer miljövänliga bränslen kommer att bli aktuella på drivmedelsstationen. Idag finns på stationen enbart vätskeformiga bränslen; bensin, E85 och diesel. Förnybara varianter av dessa såsom HVO, biodiesel (RME), biometanol och bioetanol (ED95) har egenskaper som begränsat skiljer sig från det som hanteras idag. De i riskanalysen identifierade riskerna och riskavstånden bedöms applicerbara även för dessa nya ämnen. Det kan även bli aktuellt med gasformiga drivmedel framöver, till exempel biogas (CBG), naturgas (CNG), flytande fordonsgas (LNG/LBG), dimetyleter (DME) och vätgas. Gasformiga drivmedel kräver i viss mån längre skyddsavstånd när en station ska byggas i ett detaljplanlagt område jämfört med vätskeformiga drivmedel. Detta beror framför allt på att de vätskeformiga drivmedel som är aktuella på en bensinstation generellt hanteras i markförlagda cisterner medan gasformiga drivmedel ofta hanteras i behållare placerade ovan mark. I viss mån fokuseras även hanteringen av vätskeformiga drivmedel kring pölbrand medan gasmoln egentligen inte berörs. Vad gäller gasformiga drivmedel blir det dock viktigare att ta hänsyn till just gasmoln. De längsta avstånden som nämns är i dagens lagstiftning 100 meter (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) och då gäller det avståndet till utgången från svårutrymda lokaler¹. Det finns dock byggnadstekniska åtgärder som kan vidtas utan enorma kostnader för att halvera dessa avstånd. Drivmedelsstationens fastighet bör därmed således medge övergång/tillägg av de flesta av de tänkbara förnybara drivmedlen. Riskutredning måste genomföras av verksamhetsutövaren inför sådan förändring och i denna ska hänsyn till erforderlig säkerhet till omgivande bebyggelse tas.

Beräkningsmodellen

Beräkningsmodellen för att räkna fram individrisken utomhus på olika avstånd, liksom andra modeller, är en förenkling av verkligheten. Beräkningsmodellen är uppbyggd av underliggande modeller kring olycksfrekvenser och konsekvenser från skadehändelser.

¹ Svårutrymd lokal är till exempel skola, sjukhus, daghem eller annan lokal avsedd att inrymma publik (till exempel biograf, teater).

Genom att basera resultatet på beräkningar med 10 000 stycken iterationer, körningar av modellen, fångas dock bredden i utfallen upp och därmed erhålls ett resultat som efterliknar verkligheten i största möjlig utsträckning.

4.2.4 KÄNSLIGHETSANALYS

För att utreda hur osäkerheterna kring transporter av farligt gods på Effektivägen påverkar individrisknivåerna har en känslighetsanalys genomförts där ett ökat antal transporter av farligt gods respektive en alternativ ADR-fördelning studerats.

Antalet transporter av farligt gods på Effektivägen

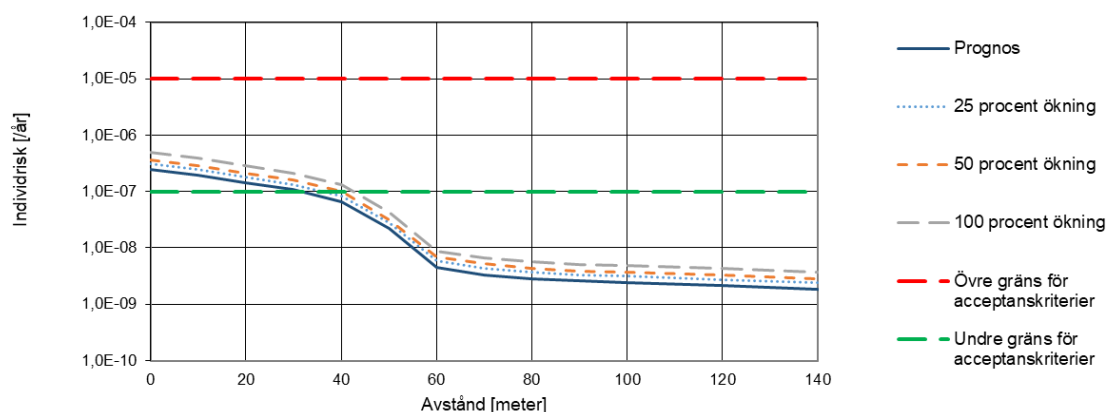
I syfte att redovisa hur ett förändrat antal transporter av farligt gods på Effektivägen påverkar individrisknivån har ett ökat antal transporter av farligt gods studerats. Den ökning av antal transporter av farligt gods som har valts är 25, 50 respektive 100 %.

I Tabell 7 redovisas olika beräkningsscenarier och antalet transporter av farligt gods respektive förväntat antal olyckor med farligt gods för respektive beräkningsscenario.

Tabell 7 Redovisning av beräkningsscenarier och antalet transporter av farligt gods respektive förväntat antal olyckor med farligt gods för respektive scenario.

Beräkningsscenarier	Antal transporter med farligt gods [per år]	Förväntat antalet olyckor med farligt gods [per år]
Prognos	2015	$3,58 \times 10^{-3}$
Ökning med 25 %	2519	$4,47 \times 10^{-3}$
Ökning med 50 %	3023	$5,36 \times 10^{-3}$
Ökning med 100 %	4030	$7,15 \times 10^{-3}$

I Figur 11 redovisas hur individrisknivåerna påverkas av ett ökat antal transporter med farligt gods.



Figur 11 Redovisning av hur ett ökat antal transporter med farligt gods påverkar individrisknivåerna. För beräkningarna har antalet transporter ökat med 25, 50 respektive 100 procent.

Utifrån antalet transporter av farligt gods för Effektivägen är individrisken inom ALARP upp till 30 meter från närmaste väggkant och under ALARP på större avstånd, men vid ett ökat antal transporter med farligt gods blir det en förskjutning av individrisknivån, se Figur 11. Vid en ökning med 50 % kommer individrisken att ligga inom ALARP upp till ca 40 meter från närmaste väggkant. För en fördubbling av antalet transporter, vilket bedöms osannolikt, blir avståndet strax över 40 meter.

Föreslagna skyddsåtgärder för Effektivägen, se Tabell 9 bedöms som tillräckliga, även vid ett ökat antal transporter av farligt gods då individrisken ligger i nedre regionen av ALARP-området.

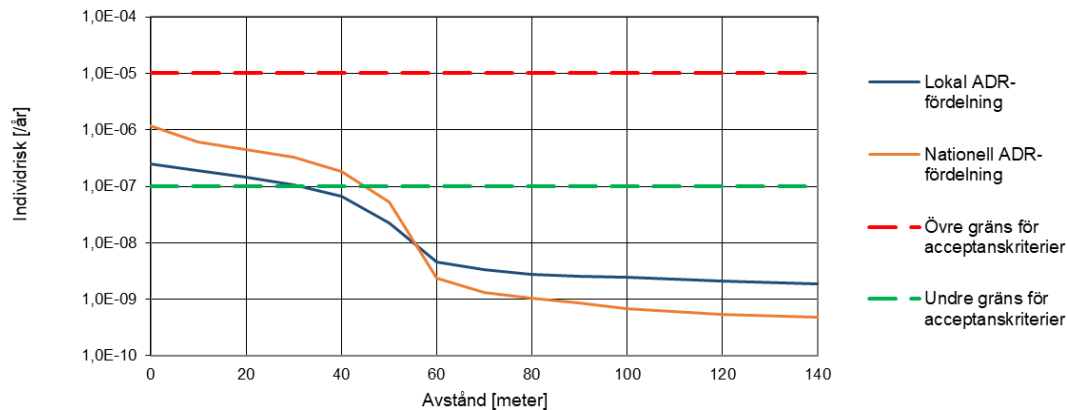
Förändring av ADR-fördelning

En förändring av ADR-fördelningen medför också en påverkan på individrisknivån då konsekvenserna vid en farligt gods-olycka påverkas av vad som transporteras. Till följd av Air Liquides verksamhet utgör ADR-klass 2, gaser, en betydande andel av transportererna. Som jämförelse har en genomsnittlig ADR-fördelning med hänsyn till antalet transporter i Sverige, se Tabell 8, använts för att beräkna individrisknivån.

Tabell 8 Jämförelse mellan den lokala ADR-fördelningen och en genomsnittlig ADR-fördelning för transportererna av farligt gods i Sverige.

ADR-klass	Lokal fördelning [%]	Genomsnittlig procentuell fördelning av farligt gods under perioden 2012 - 2020 utifrån antalet transporter [%] [22]
1	0	2
2	82	21
3	18	51
4	0	3
5	0	3
6	0	5
7	0	0
8	0	11
9	0	4
Summa	100	100

I Figur 11 redovisas hur individrisknivån påverkas av två olika ADR-fördelningar, en lokal ADR-fördelning utifrån verksamheterna i närområdet och en genomsnittlig ADR-fördelning för transporter av farligt gods i Sverige.



Figur 12 Redovisning av hur olika ADR-fördelningar påverkar individrisknivåerna.

Utifrån jämförelsen mellan den lokala ADR-fördelningen baserad på verksamheterna i närområdet och en genomsnittlig ADR-fördelning för transporter av farligt gods i Sverige, se Figur 12, blir det tydligt att en högre andel klass 3, brandfarliga vätskor, medför en större påverkan på avstånd upp till ca 50 meter medan en hög andel klass 2, gaser, påverkar individrisknivån på längre avstånd.

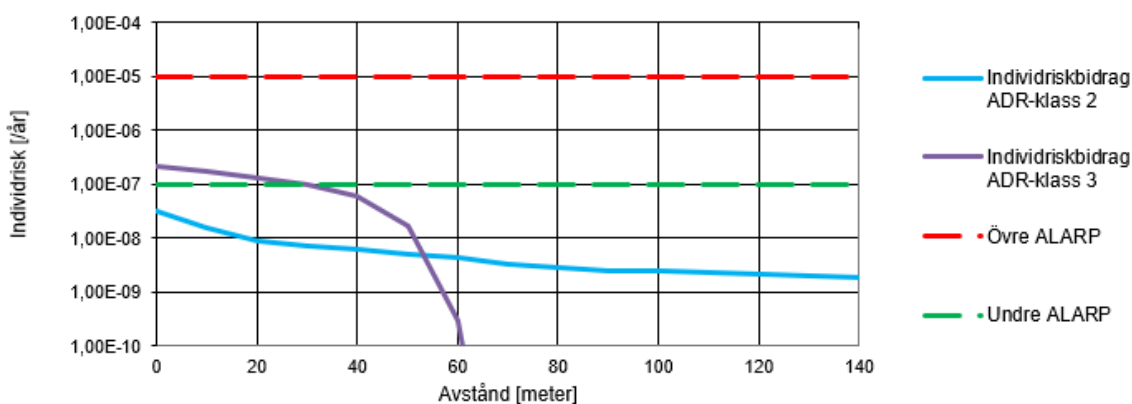
Föreslagna skyddsåtgärder för Effektivägen, se Tabell 9 bedöms som tillräckliga, även vid en förändring av ADR-fördelningen då åtgärderna skyddar mot olyckor med brandfarliga vätskor.

5 RISKVÄRDERING

Genomförd riskanalys visar att beräknade individrisker hamnar inom eller under *ALARP* och att samhällsriskerna för planområdet med omgivning hamnar under *ALARP*. I detta avsnitt värderas beräknade risknivåer närmare och vid behov föreslås lämpliga skyddsåtgärder.

5.1 INDIVIDRISK INTILL EFFEKTVÄGEN

Intill Effektivägen är individrisken inom *ALARP* upp till 30 meter från närmaste väggkant och under *ALARP* på större avstånd. Detta innebär att samtliga rimliga skyddsåtgärder bör vidtas för bebyggelse inom 30 meter från väggkant. För att identifiera vilka åtgärder som är lämpliga att vidta redovisas i Figur 13 individrisksbidragen från samtliga farligt gods-olyckor som kan inträffa på Effektivägen.



Figur 13. Individrisksbidraget från olyckor med ADR-klass 2 (gaser) och ADR-klass 3 (brandfarliga vätskor) på Effektivägen.

Av Figur 13 framgår att det är olyckor med ADR-klass 3 (brandfarliga vätskor) som medför att individrisken hamnar inom *ALARP* och att det därför erfordras åtgärder som skyddar bebyggelsen mot sådana olyckor. Följande skyddsåtgärder bedöms lämpliga att vidta längs med Effektivägen:

Tabell 9. Rekommenderade skyddsåtgärder intill Effektivägen.

Risikälla	Skyddsåtgärder
Effektivägen	<p>Avståndet 0 - 15 meter från närmaste väggkant ska vara bebyggelsefritt.</p> <p>För byggnader mellan 15 - 30 meter från närmaste väggkant ska:</p> <ul style="list-style-type: none"> fasader utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30 fönster utföras i lägst brandteknisk klass EW30 friskluftsintag placeras på tak minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen

5.2 INDIVIDRISK INTILL GRANHAMMARSVÄGEN

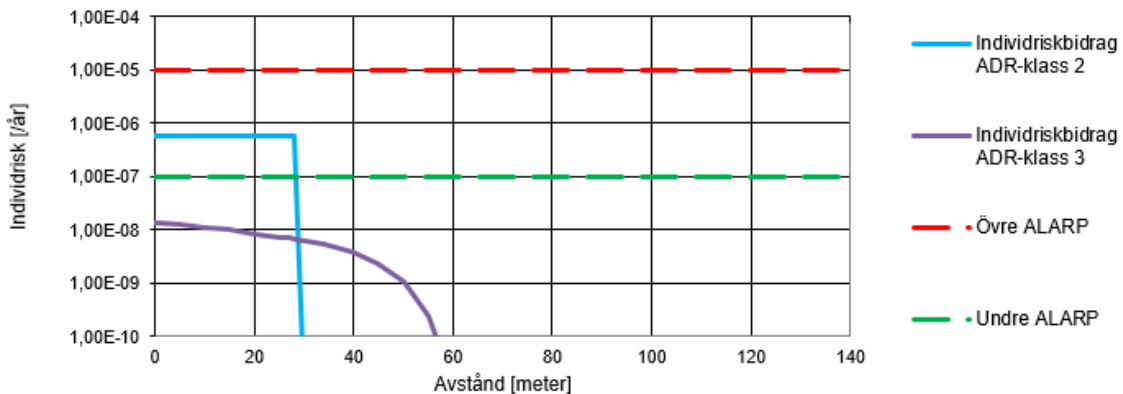
Beräknad individrisk intill Granhammarsvägen, förbi planområdet, är acceptabelt låg (under *ALARP*). Sett till rimlighetsprincipen (avsnitt 2.2) bedöms det dock vara lämpligt att vidta följande skyddsåtgärder för bebyggelsen längs med Granhammarsvägen:

Tabell 10. Rekommenderade skyddsåtgärder intill Granhammarsvägen.

Riskkälla	Skyddsåtgärder
Granhammarsvägen	<p>Inget krav på bebyggelsefritt skyddsavstånd intill närmaste väggkant.</p> <p>Mellan 0–30 meter från närmaste väggkant ska:</p> <ul style="list-style-type: none"> • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen

5.3 INDIVIDRISK INTILL ENERGIVÄGEN

Beräknad individrisk intill Energivägen är acceptabelt låg (under ALARP) längs med större delen av vägen men inom ALARP förbi drivmedelsstationen St1. Förbi drivmedelsstationen är individrisken inom ALARP upp till 30 meter från närmaste väggkant och under ALARP på större avstånd. För att identifiera vilka skyddsåtgärder som är lämpliga att vidta redovisas i Figur 14 individriskbidragen från samtliga olyckshändelser som har bedömts kunna inträffa inom drivmedelsstationen St1 och på EHVÄGEN.



Figur 14. Individriskbidragen från olyckshändelser på drivmedelsstationen St1 och Energivägen. Mätt från närmaste väggkant på Energivägen.

Av Figur 14 framgår att det är olyckor med ADR-klass 2 (brandfarliga gaser) som medför att individrisken hamnar inom ALARP och att det därför erfordras åtgärder som skyddar bebyggelsen mot sådana olyckor. Specifikt är det spridning av gasmoln från drivmedelsstationen med efterföljande antändning som kan komma att påverka området. De brännbara gaserna rör sig företrädesvis utmed marken och när gasmolnet rört sig längre sträckor från källan är det särskilt i marknivå som antändbara koncentrationer förekommer (se Bilaga 2). För att undvika att brännbara gaser kommer in i byggnader bör friskluftsintag därför placeras högt.

Följande skyddsåtgärder bedöms vara lämpliga att vidta för bebyggelsen längs med Energivägen:

Tabell 11. Rekommenderade skyddsåtgärder intill Energivägen.

Riskkälla	Skyddsåtgärder
Energivägen	<p>Inget krav på bebyggelsefritt skyddsavstånd intill närmaste väggkant.</p> <p>Mellan 0–30 meter från närmaste väggkant ska:</p> <ul style="list-style-type: none"> • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen

5.4 SAMHÄLLSRISK

Den beräknade totala samhällsrisk för planområdet med omgivning är acceptabelt låg (under *ALARP*). De skyddsåtgärder som har föreslagits i avsnitt 5.1, 5.2 och 5.3 kommer att reducera samhällsrisk ytterligare. Reduktionens storlek kvantifieras dock inte närmare i denna utredning. Inga ytterligare skyddsåtgärder anses erfordras.

6 SLUTSATS

Riskutredningen har visat att det på Effektvägen, Granhammarsvägen och Energivägen transporteras farligt gods och att risken förknippad med dessa transporter bidrar till planområdets individ- och samhällsrisk. Det största riskbidraget utgörs av olyckor som leder till utsläpp av brandfarliga gaser (ADR-klass 2) och brandfarliga vätskor (ADR-klass 3). Intill planområdet finns det även en drivmedelstation (St1) som bidrar till planområdets risknivå. Under förutsättning att de skyddsåtgärder som har föreslagits i avsnitt 5 införs i detaljplanen har riskutredningen visat att planerad bebyggelse är lämpad för ändamålet med hänsyn till risken för dessa olyckor. Skyddsåtgärderna sammanfattas i Tabell 12 nedan.

Tabell 12. Rekommenderade skyddsåtgärder inom planområdet.

Riskkälla	Skyddsåtgärder
Effektvägen	<p>Avståndet 0 - 15 meter från närmaste väggkant ska vara bebyggelsefritt.</p> <p>För byggnader mellan 15 - 30 meter från närmaste väggkant ska:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fasader utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30 • fönster utföras i lägst brandteknisk klass EW30 • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen
Granhammarsvägen	<p>Inget krav på bebyggelsefritt skyddsavstånd intill närmaste väggkant.</p> <p>Mellan 0-30 meter från närmaste väggkant ska:</p> <ul style="list-style-type: none"> • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen
Energivägen (från Effektvägen till och med drivmedelsstationen St1)	<p>Inget krav på bebyggelsefritt skyddsavstånd intill närmaste väggkant.</p> <p>Mellan 0-30 meter från närmaste väggkant ska:</p> <ul style="list-style-type: none"> • friskluftsintag placeras på tak • minst en utgång mynna på en sida som inte vetter mot vägen

REFERENSER

- [1] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Faktablad 2016:4," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2016.
- [2] Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen - riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, Stockholm, 2006.
- [3] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse, intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, rapport 2000:01," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2000.
- [4] Räddningsverket, Värdering av risk, Karlstad: Räddningsverket, 1997.
- [5] Räddningsverket, "Handbok i riskanalys," Räddningsverket, Karlstad, 2003.
- [6] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "MSBFS 2016:8. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad, 2016a.
- [7] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," 2015.
- [8] Upplands-Bro, "Detaljplan för Viby (Viby 19:3), nr 2001. SAMRÅDSHANDLING. 2020-07-03 rev. 2020-09-04 KS 15/0583 Kungsängen (Brunna). Uppdaterad strukturplanskiss 20210215," 2021.
- [9] AFRY/Upplands-Bro kommun, "Mail med ÄDT-beräkningar i GIS-lager (2021-02-11)," 2021.
- [10] Trafikverket, "Nationell vägdatabas," 20 september 2017. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.
- [11] Länsstyrelserna, "Länsstyrelsens WebbGIS," 18 september 2017. [Online]. Available: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>.
- [12] Svenska Väg AB, "Samtal med kontaktperson på Svenska Väg AB, 2021-02-19," 2021.
- [13] "Fresenius-Kabi," 28 03 2018. [Online]. Available: <https://www.fresenius-kabi.com/se/om-oss/produktion-brunna>.
- [14] Brandkåren Attunda, "Brandkåren Attunda Riskanalys 2014," 2015.
- [15] M. Östberg, Interviewee, *Health, Safety, Environment & Security Manager - Fresenius-Kabi*. [Intervju]. 28 03 2018.
- [16] M. Narse, Interviewee, *Air Liquide*. [Intervju]. 02 11 2012.
- [17] ÖSA, "Riskanalys Air Liquide, Kungsängen, slutrapport. 2015-10-17," 2015.
- [18] St1, "Mail från Distriktschef – St1, 5 december 2020," 2020.
- [19] Preem, "Samtal med Logistik i Stockholm, Preem, den 19 februari 2021," 2021.
- [20] B.-M. Hedlund, Interviewee, *Livgardet telefonintervju*. [Intervju]. November 2012.
- [21] Tyréns, "Riskhänsyn i detaljplan handelsplats Brunna 2013-05-06," 2013.
- [22] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2020, Statistik 2020:14," Trafikanalys, 2021.
- [23] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [24] Øresund Safety Advisers AB, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, Bilaga A - Riskanalys," Länsstyrelsen i Skåne län, Malmö, 2004.
- [25] Räddningsverket, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006," Räddningsverket, Karlstad, 2006.
- [26] Boverket, "Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd," 2013.
- [27] Gexcon, "Modelling of consequences of several releases of gaseous, liquefied and liquid flammable substances," 2013-11-27.
- [28] B. Ale och P. Uijt de Haag, "PGS 3 Guideline for quantitative risk assessment, "Purple book"," 2005.
- [29] S. Mannan, *Lees' Loss Prevention in the Process Industries*, 2004.
- [30] FOA, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, Stockholm: Försvarets Forskningsanstalt, 1998.
- [31] SMHI, "Vindkomfortstudie för Täby Park, Stockholm, Rapport nr 2016-65," 2016-12-05.

BILAGA 1 – BERÄKNINGAR: TRANSPORT AV FARLIGT GODS

SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR

För att beräkna sannolikheten för farligt gods-olyckor intill planområdet används den så kallade *VTI-modellen* som är en olycksmodell som Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) tog fram i mitten av 1990-talet för att kunna analysera riskerna förknippade med transporter av farligt gods på väg och järnväg i Sverige [23].

I Tabell 13, Tabell 14 respektive Tabell 15 redovisas indata till beräkningarna av sannolikheten för farligt gods-olyckor på Effektvägen, Granhammarsvägen och Energivägen.

Tabell 13. Indata för beräkning av förväntat antal farligt gods-olyckor per år på Effektvägen.

Parameter	Värde
Hastighet	60 km/h
ÅDT [fordon per dygn]	12 200
Andel transporter skyltade med farligt gods [procent]	0,045
Olyckskvoten (antal olyckor per miljon fordonskilometer)	1
Andel singelolyckor	0,225
Index för farligt gods-olycka	0,075
Förväntade antalet olyckor med farligt gods [per år]	$3,58 \times 10^{-3}$

Tabell 14. Indata för beräkning av förväntat antal farligt gods-olyckor per år på Granhammarsvägen.

Parameter	Värde
Hastighet	60 km/h
ÅDT [fordon per dygn]	10 500
Andel transporter skyltade med farligt gods [procent]	0,006
Olyckskvoten (antal olyckor per miljon fordonskilometer)	1
Andel singelolyckor	0,225
Index för farligt gods-olycka	0,075
Förväntade antalet olyckor med farligt gods [per år]	$4,12 \times 10^{-4}$

Tabell 15. Indata för beräkning av förväntat antal farligt gods-olyckor per år på Energivägen.

Parameter	Värde
Hastighet	40 km/h
ÅDT [fordon per dygn]	3 500
Andel transporter skyltade med farligt gods [procent]	0,005
Olyckskvoten (antal olyckor per miljon fordonskilometer)	1,35
Andel singelolyckor	0,1
Index för farligt gods-olycka	0,02
Förväntade antalet olyckor med farligt gods [per år]	$1,55 \times 10^{-4}$

KONSEKVENSBERÄKNINGAR

Beräkningar och antaganden är i huvudsak de som redovisas i Øresund Safety Advisers rapport Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (avseende transport av farligt gods på väg och järnväg), Bilaga A, Riskanalys som togs fram på uppdrag av Länsstyrelsen i Skåne [24].

Följande justeringar av antaganden har utförts:

- Justering av sannolikheten för farligt gods olycka för individrisk

Då frekvensen för en olycka med farligt gods beror på hur stort konsekvensområdet för de enskilda klasserna blir, justeras frekvensen.

Frekvensen för en olycka beräknas för en specifik sträcka förbi programområdet. Denna justeras sedan för respektive klass baserat på konsekvensavståndet.

Olycksfrekvensen förändras utifrån följande formel:

$$\text{Frekvens för scenario} = \text{frekvensen för olycka vid } x \text{ meter} \frac{\text{dimensionerade avstånd} \times 2}{x \text{ meter}}$$

I beräkningarna beaktas inga höjdskillnader mellan vägarna och planområdet då planområdet till stor del ligger i höjd med vägarna. Det finns dock diken mellan planområdet och Granhammarsvägen respektive Effektvägen som bedöms kunna förhindra vätskor som klassificeras som farligt gods att rinna in mot planområdet. Vid beaktande av dike i beräkningarna förväntas en lägre risknivå, men flexibiliteten minskar också då diken blir svåra att ta bort om slutsatserna från riskanalysen är baserade på att dike finns. För att vara konservativa så kvantifieras ej den riskreducerande effekten av dike i beräkningarna.

ADR-KLASS 2 - GASER

En olycka med gaser kan leda till ett utsläpp av brännbar och/eller giftig gas. Då det gäller giftiga ämnen så kan dessa sugas in via ventilationssystemet. Brandfarliga gaser kan exempelvis spridas till närområdet till följd av en olycka och därefter antändas till följd av en extern källa, vilket orsakar en brand.

Tryckkondenserade gaser är lagrade under tryck i vätskeform. Vid utströmning kommer en del av vätskan att förångas och övergå i gasform. Utströmningen ger upphov till ett gasmoln som driver i väg med vinden. Vid utströmning av brandfarlig gas används ofta termerna UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

UVCE inträffar om ett gasmoln antänds på ett större avstånd från utsläppskällan och BLEVE är ett resultat av att en värmepåverkad kokande vätska (tryckkondenserad gas) släpps ut momentant från en bristande tank och exploderar med stor kraft.

Nedan följer några exempel på möjliga riskreducerande åtgärder:

- Säkerställ att skyddsavstånd existerar mellan fastigheten och vägen.
- Utrymmet mellan byggnaderna och vägen ska hållas fri från ytor där personer inbjuds att vistas mer än tillfälligt. Rekommenderad markanvändning är exempelvis ytparkering.
- Placera friskluftsintagen till byggnaden på taket eller bort från vägen.
- Säkerställ att det finns utrymningsvägar/utgångar som mynnar bort från vägen. Denna åtgärd innebär inte att sådana utrymningsvägar behöver utformas enligt BBR avsnitt 5. Detta innebär inte att dörrar inte får finnas mot vägen, utan enbart att det ska finnas andra vägar ut.

Ett skyddsavstånd mellan fastigheten och riskkällan medför en lägre sannolikhet för att fastigheten ska påverkas av konsekvenserna från exempelvis en gasolycka. Att placera friskluftsintag till byggnader på tak eller bort från riskkällan kan medföra att mängden gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet minskar, vilket därmed minskar sannolikheten för exempelvis en explosion i byggnaden vid utsläpp av brandfarlig gas utomhus [25].

ADR-KLASS 3 - BRANDFARLIGA VÄTSKOR

Vätskor som strömmar ut breder ut sig på marken och bildar vätskepölar. Beroende av vätskans flyktighet kommer avdunstningen att gå olika fort. Antänds en vätskepöl uppstår en pölbrand. För vissa ämnen kan det bildas ett gasmoln till följd av ett utsläpp, vilket till stor del beror på ämnets flyktighet. Möjliga åtgärder för att hantera konsekvenserna från dessa är detsamma som för ADR-klass 2, se föregående avsnitt.

Strålningen från en pölbrand kan skada människor i omgivningen. Även byggnader i närheten av branden kan antändas och börja brinna. Strålningsnivån på byggnaden från en eventuell pölbrand beror bland annat av hur ett utsläpp med brandfarlig vätska kommer att sprida ut sig i det aktuella området där olyckan sker. Vanliga konsekvensavstånd är att en pölbrand kan få påverkan inom 25 - 30 meter från vägen, men så långa avstånd som upp till 50 meter från vägen är möjligt om pölen kan rinna i riktning mot bebyggelsen.

BILAGA 2 – BERÄKNINGAR: DRIVMEDELSSTATION

För lokalisering av tät bostadsbebyggelse i närheten av en drivmedelsstation anser Länsstyrelsen i Stockholm att ett avstånd om 100 meter bör vara en ambition [3]. De första 50 meterna hänförs till olycksrisker medan avståndet mellan 50 och 100 meter beaktar luft, lukt, buller och ljusstörningar. Det finns dock inga klara riktvärden vad gäller de senare störningarna, utan dessa är sedan tidigare enbart en uppskattning. Utformning av byggnaderna och omgivningen kan i stor utsträckning påverka samtliga störningar. De olyckshändelser på drivmedelsstationen som bedöms påverka planområdet är därför framför allt relaterade till brand och explosion.

De utsläpp som sker på drivmedelsstationer vid tankning till fordon, exempelvis genom slangbrott, är små (under 100 liter på grund av säkerhetsåtgärder) och kommer inte att påverka planområdet. Dessa utreds av den anledningen inte vidare i denna riskutredning. Störst risk för olycka bedöms istället föreligga under lossningstillfället när tankbilen är uppställd på lossningsplatsen [3]. Läckage kan exempelvis ske genom att en slang lossnar eller går sönder. Detta kan leda till att en bränslepöl uppkommer, som kan antändas eller förångas och ge upphov till gasmoln med brännbara gaser. Även transportererna av drivmedel till stationen medför en risk för påverkan på planområdet då transportererna sker på Energivägen. Utifrån detta kommer både lossning och transport att utredas vidare.

SCENARIER OCH DIMENSIONERANDE GRÄNSVÄRDEN

Enligt St1 sker det i genomsnitt 1 lossning per vecka till den aktuella drivmedelsstationen [18].

DIMENSIONERANDE SCENARIER

Tre olika storlekar på läckage har antagits. Ett litet utsläpp (läckande slang) som ger upphov till en 50 m² pöl, ett medelstort utsläpp som ger upphov till en 100 m² pöl och ett stort utsläpp som ger upphov till en 200 m² pöl.

Vid direkt antändning förväntas en pölbrand. Då antändning inte sker direkt förväntas förångning av bränslet, vilket kan ge upphov till gasmoln med en koncentration inom brännbarhetsområdet. Antändning av ett sådant gasmoln kan resultera i explosion eller flash fire.

DIMENSIONERANDE GRÄNSVÄRDEN

Vid en pölbrand finns det en risk för direkt brandspridning (brandspridning genom konvektion) till byggnader/föremål beroende på att de mer eller mindre involveras i brandförloppet. Den huvudsakliga orsaken till skador på människor är emellertid den strålning som branden medför. När det gäller brandspridning till andra byggnader anges i Boverkets allmänna råd [26] att den infallande strålningen ska understiga 15 kW/m².

Den kritiska strålningsintensiteten för en människa, q_x , kan beräknas med hjälp av följande probitfunktion:

$$Pr = a + b \ln(t \cdot q_x^{4/3})$$

där

- Pr = Probitfunktionen. Antar värdet 5 då 50 procent av en population påverkas
 a, b = Konstanter beroende av vilken skadenivå som avses (se tabell nedan)
 t = Exponeringstid [s]
 q_x = Kritisk strålningsintensitet [W/m²]

Tabell 16. Indata till probitfunktion för beräkning av kritisk strålningsintensitet.

Skadenivå	a	b
2: a gradens brännskada	-43.14	3.02
Dödsfall	-36.38	2.56

Genom att använda probitfunktionen ovan kan den strålningsnivå som ger ett visst utfall för en given exponeringstid beräknas.

I beräkningarna har en exponeringstid på 30 sekunder använts. Under denna tid förväntas en normal människa hinna sätta sig i säkerhet bakom närliggande byggnader eller andra objekt. Kritiska strålningsnivåer för olika skadenivåer och 30 sekunders exponering redovisas nedan.

- 2: a gradens brännskada uppkommer då strålningsnivån överstiger 12 kW/m².
- Dödsfall inträffar vid en strålningsnivå över 14,5 kW/m².

Det avstånd inom vilket personer förväntas omkomma direkt antas till 12 kW/m² då individrisk inte tar hänsyn till att personer kan förflytta sig.

Pölar som inte direkt antänds, utan istället förångas, har bedömts kunna ge upphov till gasmoln med en koncentration inom brännbarhetsområdet. Vid antändning av ett sådant gasmoln kan en flash fire (explosionsartad brand) eller explosion ske. I MSB:s handbok anges att utbredningen av ett drivmedelsspill med rimliga åtgärder bör begränsas för att minska andelen brännbara ångor som kan antändas, i övrigt ges inga vidare direktiv gällande gasmoln. Gexcon har på uppdrag av MSB gjort en utredning kring strålningspåverkan från bränder i bensinpölar på en drivmedelsstation liksom hur långt ett gasmoln kan röra sig [27]. Vad gäller gasmoln kommer de fram till att utifrån att det inte finns större inbyggnationer är det mest sannolika en flash fire och inte en explosion. En sådan brand innebär höga strålningsnivåer under mycket kort tid men ingen större tryckpåverkan. Det är svårt att veta hur stort påverkansområdet blir vid antändning men det utgörs rimligtvis inte av hela den sträcka ett gasmoln kan röra sig utan enbart delar av den. Personer som befinner sig i skydd bakom eller inne i en byggnad kommer inte påverkas nämnvärt.

Den aktuella drivmedelsstationen är relativt öppen liksom detaljplaneområdet. Utifrån detta görs antagandet att påverkan enbart sker inom gasmolnets utbredning och ingen beräkning av strålningsnivåer eller dylikt genomförs.

SANNOLIKHET FÖR LÄCKAGE OCH ANTÄNDNING

Sannolikheten för ett läckage bedöms vara som störst under lossning och antalet lossningstillfällen har uppskattats till 52 per år. Frekvens för läckage har hämtats från "Purple book" (tabell 3.19). [28]. Lossning till markförlagda cisterner på en drivmedelsstation sker i stort sett med självfall och frekvensen för ett utsläpp för sådan lossning är erfarenhetsmässigt betydligt lägre än vid lossning med hjälp av pump. För att använda konservativa värden och då tillräckligt omfattande statistik saknas justeras dock inte frekvensen utifrån detta.

Tabell 17. Frekvens för läckage vid lossning till cisterner.

Typ av läckage	Frekvens/år	Frekvens/år *52 tillfällen
G2 Stort utsläpp	5×10 ⁻⁷	0,000026
L1 Mellanstort utsläpp (slang går av)	4×10 ⁻⁶	0,000208
L2 Litet utsläpp (slang läcker)	4×10 ⁻⁵	0,00208

Vid en lossning kan tankbilschauffören ingripa för att begränsa storleken på ett utsläpp med hjälp av nödstopp, invallning etc.

Det uppskattas att tankbilschauffören kan ingripa i merparten av tillfällena, men att denne i 10 procent av fallen inte hinner eller kan avbryta en påfyllning vilket då leder till ett utsläpp. Detta baseras på en tillförlitlighetskorrrelation för maskinoperatörer där sannolikheten för en operatör inte hinner agera korrekt inom en viss tid efter att ett larm har utlösts [29]. Antagandet görs att om ett läckage inte hanteras inom 10 sekunder leder detta till ett utsläpp av sådan storlek att planområdet kan komma att påverkas.

Tabell 18. Tillförlitlighetskorrrelation för maskinoperatörers oförmåga att agera korrekt inom en viss tid efter att larm utlösts.

t	1 sekund	10 sekunder	60 sekunder	5 minuter	10 minuter	>10 minuter	
q	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶

Sannolikheten för antändning av drivmedelspöl är låg. Vid liknande utredningar antas ofta tre procent. Dock anges en sannolikhet om 10 procent (Purple Book, tabell 4.6) tillsammans med läckagefrekvenserna och detta kommer att användas i denna bedömning. [29]

Detta ger således att 90 procent av utsläppen inte antänds. Sannolikheten för antändning av gasmoln anges till 40 procent (Purple Book, tabell 4.A.1) [29]. Ett utsläpp av diesel ger inte upphov till explosiv atmosfär om dess temperatur understiger 60°C. Utifrån att dieseln temperatur inte överstiger detta görs en minskning av andelen icke direkt antända drivmedelspölar som ger upphov till gasmoln.

Ungefär hälften av de bilar som sålts de senaste åren utgörs av dieslbilar. Eftersom diesel har ett högre energiinnehåll och då el- respektive gasbilar inte tankas på stationen kan dock inte hälften av antalet tankningar bedömas utgöras av diesel. Istället antas att 2/3 av lossningarna på stationen utgörs av bensen och E85 och därmed 2/3 av pölarna ger upphov till gasmoln med brännbara ångor. Sammantaget ger detta i Tabell 19 sammanställda frekvenser för pölbrand respektive antändning av gasmoln. Händelsesträd för de olika scenarierna återfinns sist i bilagan.

Tabell 19. Frekvens för pölbrand respektive antändning av gasmoln.

Typ av läckage	Pölbrand	Antändning gasmoln
G2 Stort utsläpp	2,5×10 ⁻⁷	0,6×10 ⁻⁶
L1 Mellanstort utsläpp (slang går av)	2×10 ⁻⁶	0,48×10 ⁻⁵
L2 Litet utsläpp (slang läcker)	2×10 ⁻⁵	0,48×10 ⁻⁴

KONSEKVENSAVSTÅND

STRÅLNINGSBERÄKNINGAR FÖR PÖLBRAND

Strålningsberäkningar har genomförts för de tre olika stora pölbränderna. Metodiken för strålningsberäkningar utgår från FOA-handboken [30].

I många avseende medför en brand vid etanolutsläpp mindre konsekvens än brand vid bensenutsläpp. På grund av ett lägre energiinnehåll och lägre flamhöjd kommer avgiven strålning mot skyddsobjekt bli mindre vid etanolbrand. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut genomförde på uppdrag av SPBI (tidigare SPI) tester där bensen och etanol E85 jämfördes. Då små spill undersöktes konstaterades att bensen utstrålar mer än etanol. Vid större spill (200 m²) var strålningsvärmens istället högre från etanol än bensen. Värt att notera är att dessa tester inte gjordes för E85 utan för en blandning av etanol och aceton. Då etanolen i E85 istället är uppblandad av bensen kan dessa resultat inte användas fullt ut. Utifrån detta anses det rimligt att de, utifrån spill av bensen, beräknade skyddsavstånden (sett till strålningspåverkan) även är tillämpliga för E85 vid spill av storleksordningen 200 m² även om viss försiktighet ska iakttas. I beräkningarna kommer en del generella indata att användas och dessa redovisas i Tabell 20.

Tabell 20. Egenskaper hos bensin.

Storhet	Värde
Tyngdacceleration (g)	9,81 (m/s ²)
Förbränningseffektivitet bensin (χ_c)	0,7
Densitet bensin (ρ_b)	740 (kg/m ³)
Densitet vatten (ρ_w)	1 000 (kg/m ³)
Förbränningshastighet per ytenhet (\dot{m}'') för bensin	0,055 (kg/m ² s)
Energivärde (h_c) för bensin	43,7 (MJ/kg)
Densitet luft (ρ_a)	1,2 (kg/m ³)
Emittansen (ϵ) för bensin	0,7

Flamhöjden beräknas enligt: $h_f = \left(D \cdot 42 \left[\frac{\dot{m}''}{\rho_{air} \sqrt{g \cdot D}} \right]^{0,61} \right)$ (m) där

\dot{m}'' förbränningshastighet per ytenhet [kg/(s·m²)]
 D brandens diameter (m)

Strålningen behandlas som en punktkälla, där strålningen antas utgå från en punkt och spridas i en halvfär till omgivningen. Den alstrade strålningen beror på strålningens andel av energin som frigörs vid förbränningen. Riskavstånd till följd av strålningen kan då beräknas genom:

$$R_{s,50} = \sqrt{\frac{\chi_r \dot{Q}}{4\pi q_x''}}$$

där

$R_{s,50}$ = Riskavståndet vid vilket dödligheten är 50 procent [meter].
 χ_r = Strålningsandel vid brand
 \dot{Q} = Brandeffekt [kW]
 q_x'' = Kritisk strålningsintensitet per ytenhet [kW/m²]; från skademodell

Den aktuella brandens effekt, \dot{Q} , beräknas enligt följande formel.

$$\dot{Q} = \chi_c \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta h_c \cdot A_p$$

där

χ_c = Förbränningseffektivitet
 Δh_c = Effektivt förbränningsvärme [MJ/kg]
 A_p = Pölens area [m²]

I händelse av att fordon involveras i branden kan effekten bli något större. Den maximala brandeffekten kan enligt Särdaqvist (1993) skattas till 2 MW för personbilar, och 10 MW för stora fordon (exempelvis bussar). Brandeffekten från pölbränderna förväntas ha större påverkan än effekten från fordon. Emellertid är det ganska säkert att de minsta pölarna ger ett sämre resultat vid brand i fordon.

Riskavståndet räknas då från flammornas front (pölens kant). Strålningen från flamman, $\dot{q}_{f,r}''$, beräknas enligt följande:

$$\dot{q}_f'' = E \cdot (F_1 + F_2 + F_3)$$

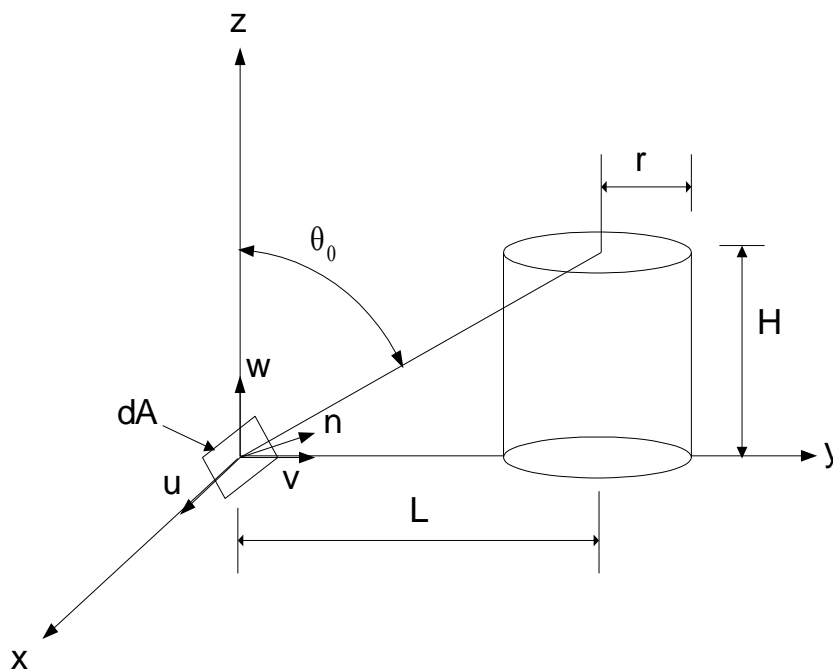
där E är utgående strålning från flammans yta och F₁, F₂ och F₃ är så kallade synfaktorer vilka beror av avstånd och vinkel mellan flamma och exponerad yta/person. Synfaktorerna beräknas enligt följande formler.

$$F_1 = \frac{u}{4\pi} \left(\frac{r}{L} \right)^2 (\pi - 2\theta_0 + \sin 2\theta_0)$$

$$F_2 = \frac{v}{2\pi} \left(\frac{r}{L} \right) (\pi - 2\theta_0 + \sin 2\theta_0)$$

$$F_3 = \frac{w}{\pi} \left(\frac{r}{L} \right) \cos^2 \theta_0$$

Parametrarna definieras i figuren nedan. Alla vinklar är i enheten radianer och alla längder i meter.



Infallande strålning beräknas med följande synfaktorformel:

$$F_{d1-2} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \left[\frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} \right] + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \left[\frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right] \right\}$$

X = a/c

Y = b/c

a är sida 1 på yta

b är sida 2 på yta

c är avstånd mellan yta och punkt

Tabell 21. Avstånd från pölbrand till dess att 12 kW/m² respektive 15 kW/m² understigs för olika pölstorlekar.

Storlek på utsläpp	Pölstorlek	Avstånd från pölens kant till:	
		12 kW/m ²	15 kW/m ²
Stort utsläpp	200 m ²	29	25,5
Mellanstort utsläpp	100 m ²	20	18
Litet utsläpp	50 m ²	14,5	12,5

Avståndet till var strålningen understiger 12 kW/m² respektive 15 kW/m² har beräknats, det senare för att visa på hur det i MSB:s handbok angivna skyddsavståndet 25 meter kan härledas. Som framgår av avstånden i tabellen ligger detaljplanområdet på ett större avstånd från lossningsplatsen än det längsta konsekvensavståndet givet en olyckshändelse.

UTSTRÄCKNING GASMOLN

Bedömningen av gasmolnets utsträckning har baserats på Gexcons beräkningar och den beräknade gränsen när den undre brännbarhetsgränsen, LFL - Lower flammability limit, uppnås. I beräkningarna motsvarar det lägre utflödet en mindre pöl och det högre utflödet en större pöl. För att få en uppskattning för en mellanstor pöl har avstånden för den större pölen halverats. Värt att notera är att Gexcon i sin rapport anger att gasmolnets höjd, inom LFL, inte når högre än någon meter över marknivån. Som dimensionerande vindhastighet har 3 m/s valts, vilket är strax under medelvind som uppmätts vid Bromma [31].

I Tabell 22 respektive Tabell 23 redovisas de av Gexcon beräknade utsträckningarna av gasmoln vid utsläpp på drivmedelsstation utan direkta hinder. LFL = Lower flammability limit, vilket innebär undre brännbarhetsgränsen som måste uppnås för att antändning ska kunna ske.

Tabell 22. Avståndet för det lägre massflödet, 40 liter/minut.

Vindhastighet [m/s]	Undre brännbarhetsgränsen - LFL [Meter]	½ LFL [Meter]
1	26	59
3	3	50
5	0	14
10	0	0

Tabell 23. Avståndet för det högre massflödet, 940 liter per minut.

Vindhastighet [m/s]	Undre brännbarhetsgränsen - LFL [Meter]	½ LFL [Meter]
1	90	>140
3	71	100
5	63	90
10	20	75

Detta medför att det endast är ett större utsläpp som skulle kunna påverka detaljplaneområdet.

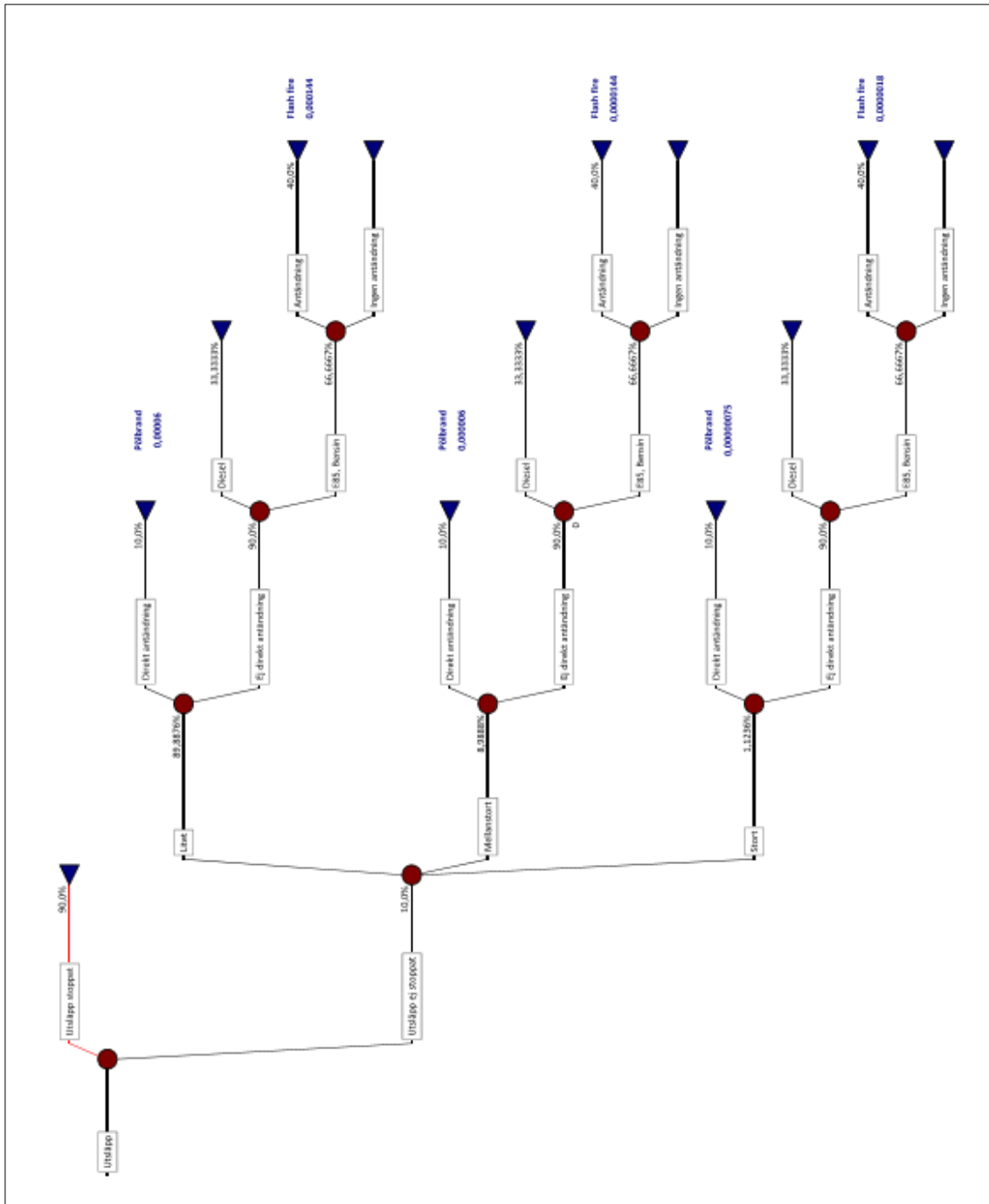
KÄNSLIGHETS- OCH OSÄKERHETSANALYS

Vid bedömning av riskerna för en drivmedelsstation brukar hänsyn enbart tas till strålningen från en pölbrand. En mycket stor osäkerhet föreligger när det gäller ett gasmolns utbredning och antändning. Olika hinder kan medföra utspädning eller ansamling av gaser, vilket påverkar resultaten på samma sätt som pölstorlek och väderförhållanden.

För att visa på riskerna har hänsyn till gasmoln ändå tagits med i riskutredningen som därmed är mer konservativ än vad som vanligtvis är fallet.

Det finns ett flertal osäkerheter i beräkningarna, särskilt kopplade till sannolikheterna för de olika händelseförloppen. Konservativa värden har dock antagits och det verkliga antalet olyckor bör vara färre än de beräknade. Ett flertal utsläpp sker årligen på drivmedelsstationer men de begränsas i storlek, dels av säkerhetsåtgärder, dels av de spillzoner med brunnar som finns anordnade. Detta innebär både att mängden utsläppt drivmedel är mindre än uppskattat och att pölarnas storlek begränsas mer än vad som tagits hänsyn till i beräkningarna.

Vindhastigheten vid uppskattningen av ett gasmolns utbredning valdes till 3 m/s. Hastigheten understiger stundtals detta vilket innebär att ett gasmolns utspridning kan bli längre än vad som använts vid uppskattning av konsekvensavståndet i rapporten. Det ska dock noteras att det i stort sett fortfarande enbart är det större utsläppet som bedöms påverka detaljplaneområdet, gasmolnet från mellanstort utsläpp uppskattas påverka cirka 3 meter in på detaljplaneområdet. För det stora utsläppet är därmed slutsatserna detsamma som tidigare. I beräkningarna som bedömningen av individrisken utgår ifrån har liten turbulens använts. Ju fler hinder det är i vägen för ett gasmoln desto större blir utspädningen då turbulensen i luften ökar. Hög turbulensen medför att gaskoncentrationen blir lägre men volymen på gasmolnet blir större. Liten turbulens gör att gasmolnet håller ihop, med högre koncentration som följd, vilket medför att riskavståndet blir längre men med mindre utbredning. Det är förknippat med stora osäkerheter att räkna på utbredningen av ett gasmoln och det är oklart exakt var hinder ska placeras och hur de ska vara utformade för att ge tillräcklig effekt på utbredningen. Vidare utgörs utrymmet mellan drivmedelsstationen och planområdet av väg (plan yta).



Figur 15. Händelsetråd över de olika tänkbara utfallen vid starthändelse utsläpp.