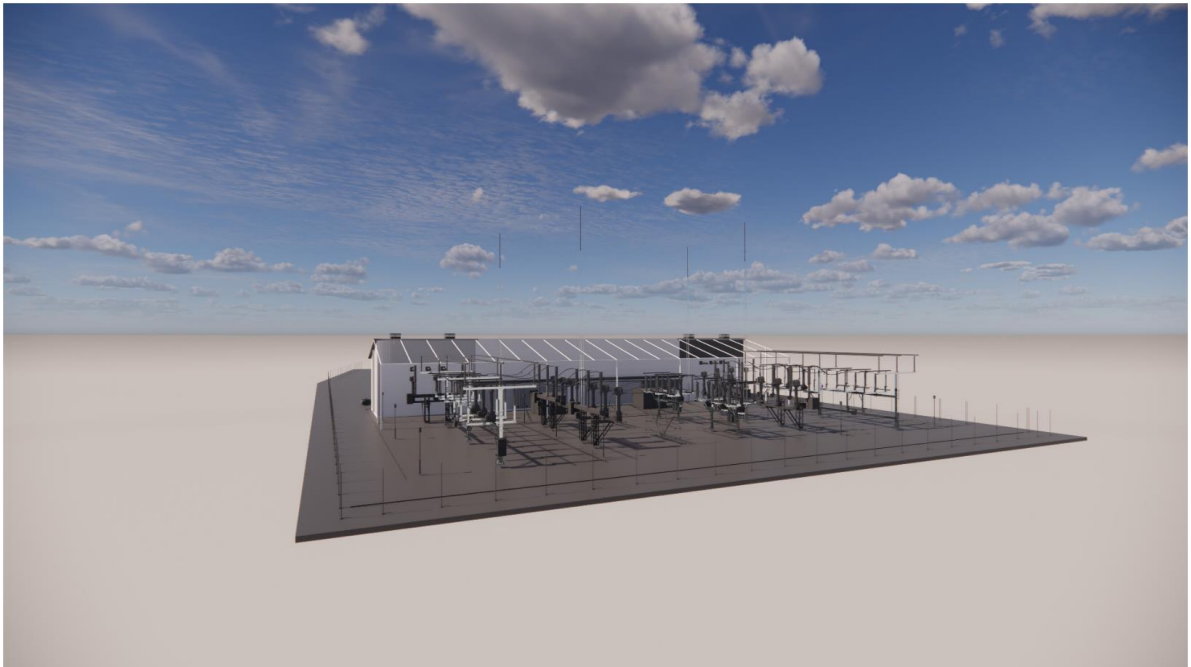


# Riskutredning

## Bellevue Mottagningsstation



**Uppdrag** Riskanalys farligt gods YT301 Bellevue  
**Uppdragsnummer** 30067424  
**Kund** Mälarenergi Elnät AB  
**Datum** 2024-02-14  
**Upprättad av** Max Larsson  
**Kontrollerad av** Markus Glenting  
**Uppdragsansvarig** Sarah Cederlöf

**Dokumentreferens** \\seupps004\projekt\24757\30067424\_riskanalys\_farligt\_gods\_yt301\_bellevue\000\02 projekt\09 handlingar\rapport\240213  
riskutredning bellevue.docx

# Innehållsförteckning

1.	Inledning .....	1
1.1	Syfte och mål.....	1
1.2	Omfattning.....	1
1.3	Avgränsningar .....	2
1.4	Kvalitetsplan .....	2
2.	Verksamhets- och områdesbeskrivning .....	3
2.1	Verksamhetsbeskrivning .....	3
2.2	Områdesbeskrivning.....	3
2.3	Vasagatan och Norrleden.....	5
3.	Riskidentifiering .....	7
3.1	Identifierade riskkällor inom mottagningsstationen .....	7
3.2	Risker i omgivningen som kan påverka mottagningsstationen .....	8
3.3	Möjliga dominoeffekter mellan de olika identifierade riskkällorna .	10
3.4	Sammanställning av identifierade olycksscenarier .....	10
4.	Riskuppskattning och värdering .....	11
4.1	Transformatorbrand och explosion.....	11
4.2	Olyckor med farligt gods.....	11
4.3	Uppskattning av frekvenser .....	12
4.4	Individrisk.....	12
4.5	Samhällsrisk .....	14
4.6	Samlad bedömning av riskuppskattning och riskvärdering .....	14
5.	Slutsats.....	15
6.	Referenser.....	16
	Bilaga A - Metod och arbetsgång .....	18
A.1	Begrepp och definitioner .....	18
A.2	Metod för riskidentifiering .....	20
A.3	Metod för riskuppskattning .....	20
A.4	Metod för riskvärdering.....	21
A.5	Valda riskkriterier .....	22
A.5.1	Individrisk.....	22
A.5.2	Samhällsrisk .....	22
A.6	Hantering av osäkerheter .....	23
A.7	Förutsättningar - Väder och vind .....	24
	Bilaga B – Sannolikhetsbedömningar, risker med transport av farligt gods .....	25
B1.	Olycka med farligt gods på väg .....	25
B2.	Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – ADR-klass 1.	27
B3.	Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1 .....	29
B4.	Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3 .....	32
B5.	Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3 .....	33
B6.	Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5 .....	34
	Bilaga C - Konsekvensbedömningar .....	35
C1.	Skadekriterier .....	35
C2.	Konsekvensavstånd .....	36

Bilaga D - Samhällsrisksunderlag..... 37

# 1. Inledning

Denna riskutredning är upprättad av brand- och riskkonsult Max Larsson och kvalitetssäkrad av brandingenjör Markus Glenting. Riskutredningen är utförd på uppdrag av Mälarenergi Elnät AB.

Mälarenergi Elnät AB planerar att uppföra en ny mottagningsstation i Bellevue, Västerås. Cirka 45 meter väster om mottagningsstationen går Vasagatan och cirka 380 meter norr om mottagningsstationen går Norrleden vilka båda är primärleder för farligt gods.

I denna rapport redogörs riskbilden både för olycksrisker på närliggande väg som kan påverka mottagningsstationen samt olycksrisker vid mottagningsstationen som kan påverka dess omgivning. Riskutredningen utgör beslutsunderlag för detaljplaneprocessen enligt Plan- och bygglagen (2010:900).

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att visa att de krav som ställs på verksamhet från Plan- och bygglagen (2010:900) uppfylls.

Målet är att genom riskutredning presentera en riskbild för det aktuella området baserat på de risker som transporter med farligt gods medför, samt säkerställa att tredje person inte utsätts för en oacceptabel risknivå till följd av den planerade mottagningsstationen.

## 1.2 Omfattning

Denna riskutredning omfattar följande delmoment:

- Områdes- och verksamhetsbeskrivning
- Riskidentifiering
- Riskuppskattning och värdering
- Vid behov förslag på riskreducerande åtgärder

Det resultat som presenteras i riskutredningen gäller endast under de förutsättningar som specificeras i rapporten. Vid ändrade förutsättningar, till exempel om andra riskkällor tillkommer nära området, eller att avstånd ändras kan denna riskutredning behöva revideras.

### 1.3 Avgränsningar

Primärt har riskkällor som direkt, eller indirekt, bedömts kunna innebära dödlig påverkan för tredje person inkluderats i riskanalysen.

De risker som beaktats i denna riskutredning är olyckor på Vasagatan och Norrleden, samt plötsligt inträffade olyckor vid mottagningsstationen. Övriga kort- och långvariga hälsorisker, så som exempelvis buller eller utsläpp av avgaser från närliggande trafikleder, ingår inte i denna riskutredning.

Arbetsmiljörisker omfattas ej av denna riskutredning, utan bör i stället omfattas av verksamhetens systematiska arbete med arbetsmiljön för de som arbetar inom verksamheten.

### 1.4 Kvalitetsplan

SWECO Brand- och Riskteknik är certifierade enligt ISO 9001, där rutiner finns för fortlöpande gransknings- och kontrollarbete. Kvalitetskontroll har för denna dokumentation gjorts i form av egenkontroll och intern kvalitetsgranskning.

## 2. Verksamhets- och områdesbeskrivning

I detta kapitel beskrivs verksamheten för den planerade anläggningen samt det aktuella området med närliggande bebyggelse och geografiska förhållanden.

### 2.1 Verksamhetsbeskrivning

För att elnätet i Västerås ska klara av det effektbehov som krävs för att staden ska kunna fortsätta att växa avser Mälarenergi Elnät AB uppföra en ny mottagningsstation i Bellevue i anslutning till befintliga kraftledningar för regionnätet. Den inkommande spänningen är 130 kV och den utgående 10 kV.

På anläggningens område finns två oljeisolerade transformatorer. Baserat på information från beställare kommer varje transformator att innehålla cirka 8 ton olja (ej klassad som brandfarlig vara). Varje transformator kommer att omges av väggar i brandteknisk klass EI 180 [1].

Personal planeras enbart att vistas på mottagningsstationen i samband med drift och underhållsarbete.

Denna riskutredning utgår från att ingen brandfarlig vara kommer att hanteras inom anläggningen.

### 2.2 Områdesbeskrivning

Anläggningen planeras att uppföras inom fastigheten Västerås 4:88 i Västerås kommun. Området där anläggningen planeras består idag av kolonilotter och skogsmark och ligger cirka 3 km från Västerås centrum.

Västerut från den planerade anläggningen ligger Rocklunda vilket är en av Skandinavien största sammanhållna idrottsanläggningar bestående av ett antal inom- och utomhusarenor anpassade för både sportevenemang och olika mässor och konferenser. Arenorna har en sammanlagd publikkapacitet på över 23 000 personer. Evenemang inom Rocklundaområdet innebär stora temporära ökningarna av personantalet i detaljplanområdets närhet. Detta har tagits hänsyn till i denna riskutredning, för detaljer se *Bilaga D - Samhällsrisksunderlag*.

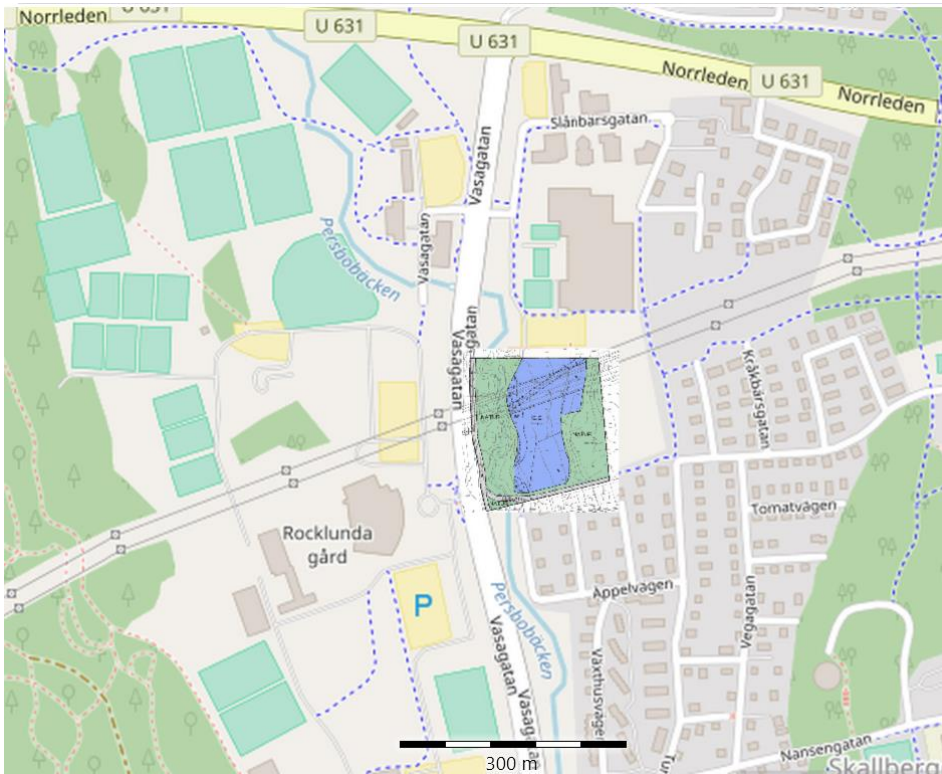
Anläggningen kommer förläggas cirka 45 meter öster om Vasagatan vilken är en primärled för farligt gods.

Norr om anläggningen går Norrleden vilken även denna är en primärled för farligt gods. Norrleden är belägen cirka 380 meter ifrån anläggningens tilltänkta placering. Mellan anläggningen och Norrleden finns industrier, hotell, bostäder, samt en idrottsanläggning (Bellevuestadion).

Öster och söder om anläggningen finns bostadsområden. I öst är avståndet cirka 100 meter och i syd är avståndet cirka 40 meter.

Figur 1 visar placering av anläggningen i förhållande till omgivande byggnader och vägar.

För detaljerade antagande kring befolkningsmängd i närområdet vilka legat till grund för beräkningar av samhällsrisk, se *Bilaga D - Samhällsrisksunderlag*.



Figur 1. Redovisning av bebyggelse i omgivningen relativt blivande anläggningsområde (markerat i mörkblått).

## 2.3 Vasagatan och Norrleden

Den västra delen av mottagningsstationen ligger mellan 40 och 50 meter från Vasagatan och den norra delen av anläggningen ligger ca 380 meter från Norrleden vilka båda i dagsläget är rekommenderade primära vägar för transport av farligt gods. På primära transportleder för farligt gods kan stora mängder farligt gods transporteras och i detta fall utan restriktioner. Vasagatan är av gatutypen huvudgata och hastighetsbegränsningen är satt till 60 km/h och Norrleden är av gatutypen huvudgata och hastighetsbegränsningen är satt till 70 km/h [2].

Årsdygnstrafiken (ÅDT) för Vasagatan uppmätt år 2016 presenteras i Tabell 1 [3] [4]. Årsdygnstrafik för Norrleden finns ej tillgängligt. Detta bedöms inte utgöra ett hinder för riskutredningen då avståndet mellan detaljplaneområdet och Norrleden är tillräckligt stort för att riskerna bedöms kunna värderas kvalitativt utifrån tillgängliga indata, se vidare i avsnitt 3.2.2.

För att ta hänsyn till framtida trafikökning har årsdygnstrafiken räknats upp för att motsvara trafiknivåerna enligt Trafikverkets prognoser för år 2040. För lastbilstrafiken har ett uppräkningsstal på 1,50 använts och för personbilar har ett uppräkningsstal på 1,28 använts [5]. Uppräkningsstalen motsvarar en trafikökningsprognos från 2017-2040, men Sweco Brand och Riskteknik har valt att applicera samma tal på 2016-års data då detta bedöms ha en försumbar inverkan på resultaten.

I en analys 2012 från myndigheten Trafikanalys [6] redovisas att andelen transporter med farligt gods nationellt utgör ca 3–5 % av all tung trafik. I denna riskutredning har det konservativt antagits att 5 % av all tung trafik utgörs av farligt gods. Aktuell och beräknad ÅDT presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Årsdygnstrafik (ÅDT) för Vasagatan fördelad på olika trafikslag.

	Tung trafik	Total trafik	Farligt gods
<b>Antal år 2019</b>	1048	13 233	52
<b>Antal prognos 2040</b>	1572	17 169	79

I Tabell 2 presenteras fördelningen av antalet farligt gods-transporter över de olika ADR-klasserna som ett nationellt medelvärde under perioden 2015–2021. Statistiken är framtagen av Trafikanalys [7]. Den största delen (49,58 %) utgörs av brandfarliga vätskor och den näst största delen (21,66 %) utgörs av farliga gaser. Av gasen antas att 99 % utgörs av brandfarlig gas och 1 % av giftig gas.



Tabell 2. Fördelning av de olika ADR-klasserna baserat på ett medelvärde av det nationella snittet för åren 2015 - 2021.

ADR-klass	Fördelning
1 Explosiva ämnen och föremål	1,32 %
2.1 Brandfarliga gaser	21,44 %
2.3 Giftiga gaser	0,22 %
3 Brandfarliga vätskor	49,58 %
4 Brandfarliga fasta ämnen	0,32 %
5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,49 %
6.1 Giftiga ämnen	6,59 %
6.2 Smittsamma ämnen	1,05 %
7 Radioaktiva ämnen	0,04 %
8 Frätande ämnen	9,65 %
9 Övriga farliga ämnen	3,99 %

## 3. Riskidentifiering

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som beaktas i riskutredningen. Riskidentifieringen har baserats på underlag från verksamheten, områdes- och verksamhetsbeskrivningar, egenskaperna för de beaktade farliga ämnena samt tidigare erfarenheter och riskutredningar.

I detta avsnitt redovisas de identifierade riskkällorna som har beaktats i riskanalysen. Fokus har legat på identifierade olycksrisker som direkt eller indirekt kan leda till dödlig skada på tredje person, orsaka allvarliga skador på miljön eller innebära påverkan på skyddsobjekt i närområdet. Det presenteras både risker inom anläggningen som kan komma att påverka dess omgivning samt risker i omgivningen som kan komma att påverka anläggningen.

### 3.1 Identifierade riskkällor inom mottagningsstationen

#### 3.1.1 Storskalig brand

Brand kan inträffa på flera platser inom anläggningen, men risken för en storskalig brand bedöms störst vid brand i en oljefylld transformator. En sådan brand kan skada personer i dess direkta närhet genom värmestrålning eller giftiga brandgaser. Det finns totalt två transformatorer på anläggningen varav båda är oljefyllda med ca 8 ton icke brandfarlig olja. Båda omges utav brandklassade väggar i brandteknisk klass EI 180 [1]. Det finns en liten, men ej försumbar risk att en transformatorbrand i värsta fall resulterar i en transformatorexplosion där tryckuppbyggnaden skapar ett eldklot av olja samt splitterbildning från transformatorkonstruktionen. Det går inte att utesluta att ett sådant scenario ej påverkar tredje person i omgivningen.

En storskalig brand innebär även omfattande rökbildning som skulle kunna påverka omgivningen. Vid en storskalig brand förväntas personer i närområdet inom relativt kort tid ta sig inomhus och stänga ventilation, dörrar och fönster efter att ett VMA (viktigt meddelande till allmänheten) har utfärdats. Befintliga skyddsavstånd från anläggningen till bostadsområden bedöms som tillräckligt stora och det förväntas finnas rutiner för att hantera brand inom anläggningen. Med aktuella förutsättningar bedöms dödliga koncentrationer av giftiga förbränningsprodukter vid brand inte vara aktuellt för tredje man i närområdet och detta utreds därför inte vidare kvantitativt i riskutredningen.

## 3.2 Risker i omgivningen som kan påverka mottagningsstationen

### 3.2.1 Möjliga olyckor på Vasagatan

Riskidentifiering för transport av farligt gods innebär primärt att kartlägga vilka godsklasser (ADR-klasser) som transporteras förbi planområdet och i vilken omfattning för att kunna identifiera vilka typer av olyckor som kan inträffa.

Antal farligt gods transporter som passerar aktuell fastighet per dygn efter uppräknig till trafiknivåerna år 2040 uppskattas till 79 transporter, för detaljer se avsnitt 2.3.

I Tabell 3 presenteras klassindelningen över farliga ämnen samt dess potentiella konsekvenser vid en olycka. Att döma av tabellen nedan är det främst farligt gods i ADR-klasserna 1, 2.1, 2.3, 3, och 5 som förväntas leda till dödliga konsekvenser för tredje person bortom vägens direkta närområde. Risken förknippad med transport av dessa varor kommer därför att utredas närmare. Detaljerade indata till beräkningarna finns i *Bilaga B – Sannolikhetsbedömningar, risker med transport av farligt gods*. Övriga kategorier transporteras ej på vägen, eller bedöms vid ett utsläpp endast påverka vägens absoluta närområde, varför dessa inte utreds närmre.

Tabell 3. Klassindelning över farliga ämnen samt vad de skulle kunna ge upphov till för konsekvenser.

ADR-klass	Skadehändelse				Exempel på konsekvens av olycka
	Explosion	Brand	Förgiftning	Övrigt	
1	Explosiva ämnen och föremål	X			Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor.
2	Gaser	X	X	X	<i>Brännbara gaser</i> Värmestrålning genom jetflamma, BLEVE, brännbart gasmoln eller gasmolnsexplosion som kan påverka människor och egendom. <i>Giftiga gaser</i> Toxiska effekter som genom giftiga gasmoln kan påverka miljö och människor.
3	Brandfarliga vätskor	X	X	X	Värmestrålning genom pölbrand som kan påverka människor och egendom. Även gasmolnsbränder kan vid vissa väderförhållanden skada människor.
4	Brandfarliga fasta ämnen		X		Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom lokalt med korta konsekvensavstånd.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	X	X		Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom. Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen som exempelvis organiska material (oljor eller drivmedel). Reaktionen mellan ämnena kan leda till brand och/eller explosion med tryck- och värmestrålningsskador som följd.
6	Giftiga ämnen			X	Toxiska effekter på miljö och människa.
7	Radioaktiva ämnen		X	X	Strålskada på miljö, människa och egendom.
8	Frätande ämnen			X	Frätskador på egendom och människor.
9	Övriga farliga ämnen och föremål			X	Konsekvenser är generellt begränsade till vägens närområde.

### 3.2.2 Möjliga olyckor på Norrleden

Transport av farligt gods längs med Norrleden kan ge upphov till samma typ av olyckor som längs med Vasagatan, men då avstånden mellan planområde och väg är betydligt längre, 380 meter, kontra 45 meter, så bedöms konsekvenserna ej påverka riskbilden i tillräcklig omfattning för att inkluderas i denna riskutredning. För att motivera denna bedömning går det att luta sig mot Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen [8] där länsstyrelserna Skåne, Stockholm, och Västra Götaland län har tagit fram ett längst avstånd från transportled vid vilket skyddsåtgärder till följd av farligt gods inte längre kan anses vara befogat. Detta avstånd är 150 meter. Utöver det så påvisar resultaten i *Bilaga C Konsekvensbedömningar* att enbart medel och stort utsläpp av giftig gas har konsekvensavstånd på över 380 meter och riskbidraget från dessa riskkällor är lågt jämfört med den totala riskbilden. Olyckor med farligt gods på Norrleden kommer således inte att utredas vidare kvantitativt.

### 3.3 Möjliga dominoeffekter mellan de olika identifierade riskkällorna

Brand inom mottagningsstationen kan sprida sig till växtligheten utanför anläggningen vilket skulle kunna leda till en skogsbrand som kan skada personer eller närliggande verksamheter. En skogsbrand som uppstår av andra orsaker kan även leda till brand på anläggningen vilket då utgör dominoeffekt.

Storskalig transformatorbrand samt olycka vid transport av farligt gods är de dimensionerande olycksscenarierna som identifierats. Ingen av de presenterade dominoeffekterna bedöms innebära att dimensionerande olycksscenario får större konsekvenser, således blir de separata konsekvenserna för de identifierade riskkällorna dimensionerande för vidare riskanalys.

### 3.4 Sammanställning av identifierade olycksscenarier

Baserat på de identifierade riskkällorna fortsätter beaktandet av följande olycksscenarier i denna riskutredning:

- Utsläpp och antändning av brandfarlig vara i samband med farligt gods olycka på Vasagatan.
- Utsläpp av giftig gas i samband med farligt gods olycka på Vasagatan.
- Transformatorbrand

Risken med transformatorbrand och transformatorexplosion har ej kunnat kvantifieras inom ramen för denna riskutredning. För ett kvalitativt resonemang, se avsnitt 4.1. Övriga punkter ovan som bedöms kunna ge konsekvenser för personal inom anläggningen samt tredje person behandlas i denna rapport vidare med kvantitativa beräkningar.

## 4. Riskuppskattning och värdering

### 4.1 Transformatorbrand och explosion

Standarden SS-EN 61936-1 *Starkströmsanläggningar med nominell spänning överstigande 1 kV AC - Del 1: Allmänna fordringar* ställer krav på att en oljefylld transformator med 8 ton olja placerad utomhus ska placeras minst 10 meter från brännbar byggnadsfasad, se Tabell 4 nedan.

Tabell 4 Riktvärden för avstånd runt transformatorer utomhus. Gällande avstånd för aktuell transformator är markerade i grönt. Tabell hämtad från *Starkströmsanläggning med nominell spänning överstigande 1 kV AC (SS-EN 61936-1)*.

Transformortyp	Vätskevolym l	Avstånd G till	
		Annan transformator eller obrännbar byggnadsdel m	Brännbar byggnadsfasad m
Oljeisolerad transformator (O)	1 000 <...< 2 000	3	7,5
	2 000 ≤ ...< 20 000	5	10
	20 000 ≤...< 45 000	10	20
	≥ 45 000	15	30

För en transformator placerad inomhus innehållandes samma mängd olja finns det minimikrav på att den ska omges utav väggar i brandteknisk klass EI 90. Med utgångspunkt i dessa krav och med förutsättningen att planerade transformatorer ska omges av väggar i brandteknisk klass EI 180 bedömer Sweco Brand- och Riskteknik att riskerna för tredje man kopplade till en transformatorbrand är acceptabla.

Risken för en transformatorexlosion kan inte uteslutas, men sannolikheten för den händelsen bedöms som låg. Det går dock inte att utesluta att ett sådant scenario kan påverka tredje person i omgivningen.

### 4.2 Olyckor med farligt gods

För dimensionerande olycksscenarioer kopplade till olyckor med farligt gods har en kvantitativ riskuppskattning genomförts för att undersöka riskbilden i området med hjälp av beräkningar i mjukvaran RISKCURVES. Risknivån presenteras i form av individrisk och samhällsrisk. Nedan redovisas resultatet av beräkningarna. Relevanta indata, tillvägagångsätt och antaganden som har gjorts vid beräkningar presenteras i *Bilaga A – Bilaga D*.

### 4.3 Uppskattning av frekvenser

För beräkning av individ- och samhällsrisk behöver frekvenser för olyckor analyseras och tas fram. Riskscenariernas frekvenser och möjliga händelseförlopp har bedömts utifrån relevant facklitteratur (främst rapporten *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* [9]), tidigare erfarenheter och riskanalyser samt logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts. Samtliga frekvenser som anges är per år.

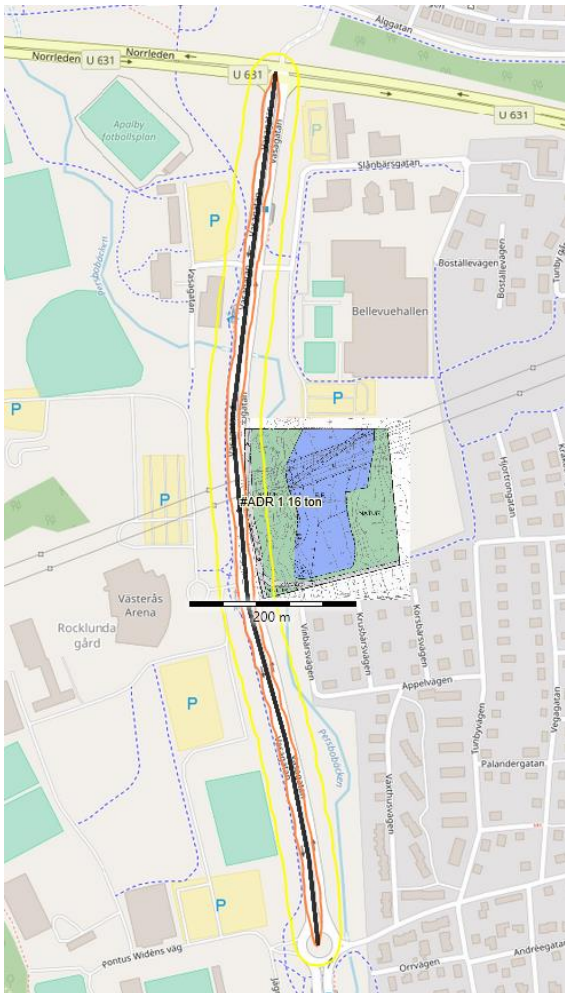
För detaljerad beskrivning av metodiken för riskuppskattning se *Bilaga A – Metod och arbetsgång*. För detaljerade frekvensuppskattningar och antaganden som gjorts se *Bilaga B – Sannolikhetsbedömningar, risker med transport av farligt gods*.

### 4.4 Individrisk

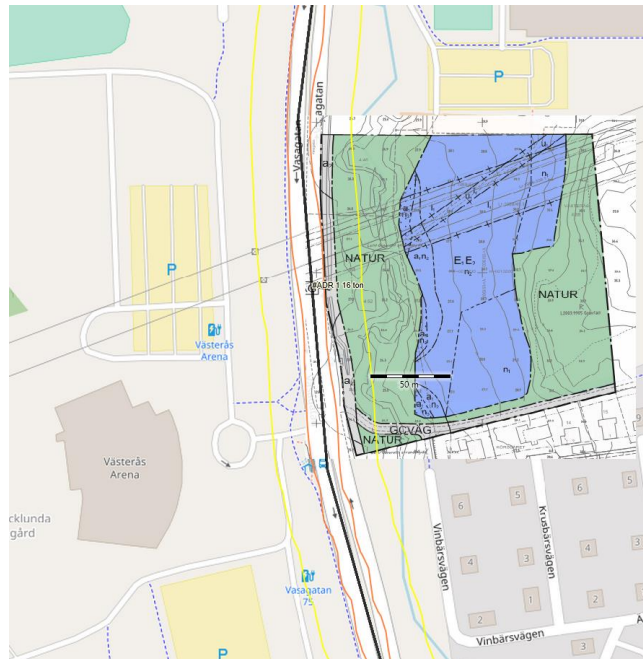
Nedan presenteras den sammanvägda individrisken där risker från Vasagatan beaktas. De gula konturerna utgör nedre gränsen för ALARP området, individrisk  $10^{-7}$ , de orange konturerna motsvarar individrisken  $10^{-6}$  och de röda konturerna motsvarar individrisken  $10^{-5}$  vilket är den övre ALARP-gränsen. Områden utanför den gula konturen befinner sig således nedanför ALARP-området för individrisk. Risknivå över ALARP har ej identifierats och således går det ej att se några röda konturer i Figur 2 och Figur 3 Individriskkonturer för anläggningens närområde. Gul kontur anger individrisken  $10^{-7}$  och, orange kontur anger individrisken  $10^{-6}$ . Skärmlapp från mjukvaran RISKCURVES..

#### 4.4.1 Sammanvägd individrisk

Figur 2 illustrerar individriskkonturerna som har beräknats för området runt fastigheten och baseras på risker från olyckor på Vasagatan.



Figur 2 Individriskkonturer för anläggningens närområde. Gul kontur anger individrisken  $10^{-7}$  och, orange kontur anger individrisken  $10^{-6}$ . Skärmlapp från mjukvaran RISKCURVES.



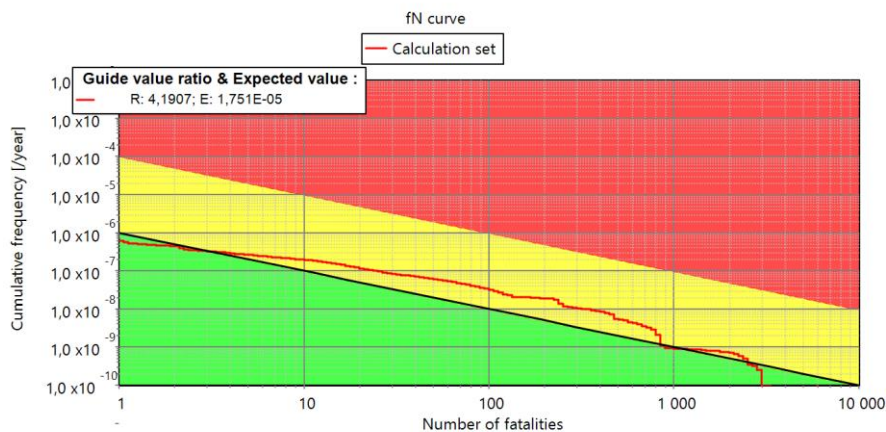
Figur 3 Individriskkonturer för anläggningens närområde. Gul kontur anger individrisken  $10^{-7}$  och, orange kontur anger individrisken  $10^{-6}$ . Skärmlapp från mjukvaran RISKCURVES.

Individriskkonturerna visar att individrisken är under ALARP (frekvens mindre än  $10^{-7}$ ) inom mottagningsstationen på grund av risker från Vasagatan.



## 4.5 Samhällsrisk

Samhällsrisk för fastighetens närområde redovisas i form av en FN-kurva, se figur nedan. Den rätta svarta linjen i figuren är den undre gränsen i ALARP-området. Av figuren framgår att samhällsrisk befinner sig inom ALARP. Beräkningar visar att den största delen av riskbidraget kommer från olyckor med brandfarlig gas.



Figur 4. FN-kurva som visar samhällsrisk i anläggningens närområde. Grönt område är under ALARP, gult inom ALARP, och rött över ALARP. Skärmbild från mjukvaran RISKCURVES.

## 4.6 Samlad bedömning av riskuppskattning och riskvärdering

Individrisken är under ALARP-området, medan samhällsrisk är inom ALARP-området. Värt att beakta är att samhällsrisk kopplat till farligt gods enbart beror på befintlig utformning av området och att situationen i det avseendet relativt sett förbättras av den planförändring som är föreslagen då förändringen från kolonilott till mottagningsstation innebär ett minskat personantal i planområdet vilket resulterar i en minskad samhällsrisk kopplat till farligt gods.

Dock så är samhällsrisknivån fortfarande inom ALARP-området och risknivån ska reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart.

Det går heller inte att utesluta risken med en transformatorexplosion helt, men det finns flertalet förebyggande och begränsande barriärer för att minska sannolikheten och konsekvensen, exempelvis detektionssystem, släcksystem, brandteknisk avskiljning, och tryckavlastning. Givet att mottagningsstationen projekteras och utförs efter gällande regelverk och standarder samt att risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart så bedöms risken som tillräckligt låg för att den tilltänkta placeringen ska kunna bedömas som acceptabel.

## 5. Slutsats

Riskutredningen visar att risknivåerna för tredje person är acceptabla, men risken befinner sig inom ALARP-området för samhällsrisk på grund av att riskbidraget från farligt gods led påverkar befintlig bebyggelse. Givet att mottagningsstationen projekteras och utförs efter gällande regelverk och standarder samt att risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart så bedöms risknivåerna för den planerade anläggningen som acceptabla.

## 6. Referenser

- [1] J. Hedmark, Interviewee, *Projektledare, Mälarenergi Elnät AB, Telefonsamtal*. [Intervju]. 08 02 2024.
- [2] Trafikverket, "Vägflödeskartan," 12 02 2024. [Online]. Available: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>.
- [3] Västerås Stad, "Trafikrapport Norrleden-Nansengatan," Västerås Stad, Västerås, 2016.
- [4] Västerås Stad, "Trafikrapport Nansengatan-Norrleden," Västerås Stad, Västerås, 2016.
- [5] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal," 2023.
- [6] Trafikanalys, "Godstransporter i Sverige Rapport 2012:7," Trafikanalys, Stockholm, 2012.
- [7] Trafikanalys, "Lastbilstrafik," [Online]. Available: <https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>. [Använd 12 02 2024].
- [8] Länsstyrelsen i Skåne Län, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen," Länsstyrelsen i Skåne Län, 2007.
- [9] R. Hedenström och T. Lange, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [10] VROM, "Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment "Purple bok" (CPR 18E)," 2005.
- [11] Gexcon, "EFFECTS version 12.0.1," 2022.
- [12] Gexcon, "RISKCURVES version 12.0.1," 2022.
- [13] Gexcon, "What are the Coloured Books?," 19 01 2022. [Online]. Available: <https://www.gexcon.com/blog/what-are-the-coloured-books/>. [Använd 12 06 2023].
- [14] VROM, "Yellow book- Methods for the calculation of Physical Effects (CPR 14E), Third edition Second revised," 2005.
- [15] Committee for the Prevention of Disasters, Methods for the determination of possible damage - 'Green book\*, Voorburg: The Director-General of Labour, 1989.
- [16] G. Davidsson, L. Mett och M. Lindgren, "Värdering av risk: FoU rapport," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [17] Intresseföreningen för processäkerhet (IPS), "Handledning om riskkriterier," Intresseföreningen för processäkerhet (IPS), 2012.
- [18] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=airtemperatureInstant,stations=core,stationid=93220>. [Använd 12 02 2024].
- [19] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska->

observationer/#param=wind,stations=core,stationid=93220. [Använd 12 02 2024].

- [20] H. Linderstad och H. Ander, "Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn - Transporter av farligt gods," Stadsbyggnadskontoret, Göteborg, 1997.
- [21] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail p. 234," 1993.
- [22] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4)," Banverket, 1994.
- [23] G. Nilsson, "Vägtransporter med farligt gods. Farligt gods i vägtrafikolyckor (VTI rapport 3 387:3)," Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI), 1994.
- [24] K. Hedström, "ADR-S 2015," 2015.
- [25] SCB, "Vanligast för barn att bo i småhus," 18 04 2023. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/>.
- [26] SCB, "Befolkningstäthet i Sverige," 2022. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/befolkningstathet-i-sverige/>. [Använd 12 06 2023].

## Bilaga A - Metod och arbetsgång

Nedan redovisas begrepp och definitioner av begrepp som används i denna rapport samt en beskrivning av den metod som använts för respektive delmoment.

### A.1 Begrepp och definitioner

I en riskutredning används vanligen ett flertal olika begrepp för att beskriva olika olyckshändelser och delar av utredningen. Nedan förtydligas de begrepp som använts i denna riskutredning.

*Risk* definieras som en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka eller skadehändelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att olyckan inträffar och konsekvensen beskriver hur omfattande skador som uppstår, exempelvis i form av antal omkomna.

*Riskutredning* avser både genomförande av *riskanalys* och *riskvärdering*.

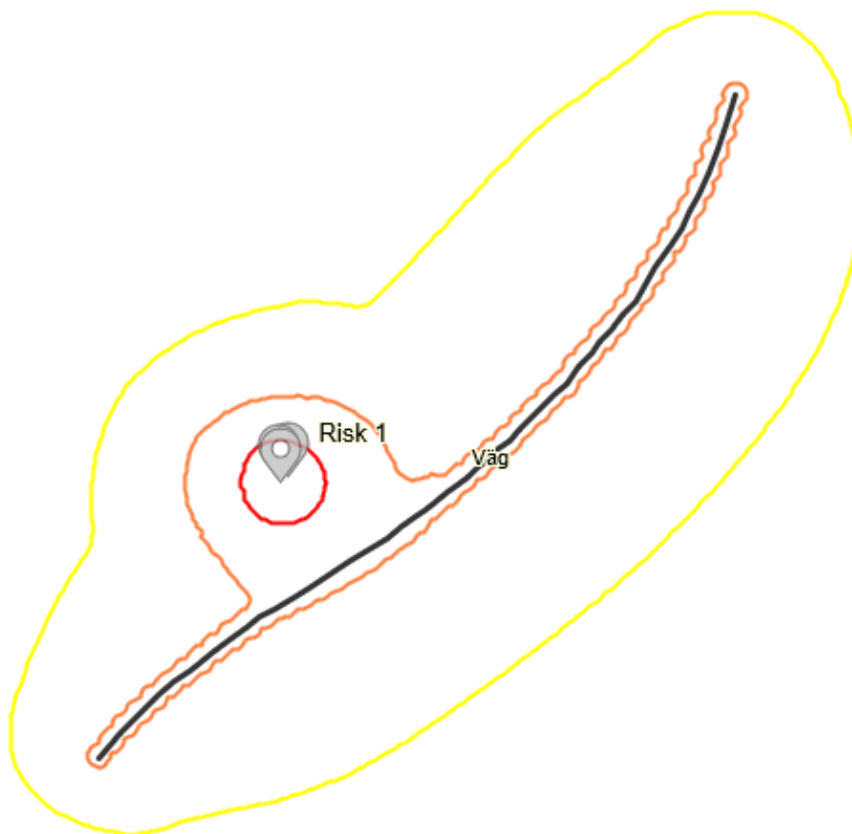
*Riskanalysen* är den del av riskutredningen där tänkbara olycksscenarier och oönskade händelser identifieras. Sannolikhet och konsekvens för de identifierade scenarierna bestäms i en riskuppskattning för att sedan kunna värdera huruvida risken är acceptabel eller ej.

Allmänheten benämns i denna riskutredning som *Tredje person*. Tredje person är den som bor, arbetar eller av annan anledning befinner sig i närheten av risken och kan utsättas för den utan att vara medveten eller förberedd på risken.

I denna riskutredning har en kvantitativ riskanalys genomförts, vilket innebär att sannolikhet för och konsekvens av varje identifierad olyckshändelse/skadehändelse beskrivs med absoluta värden. Sannolikhet och konsekvens har sedan sammanvägts och risken illustreras med riskmåttan individrisk och samhällsrisk.

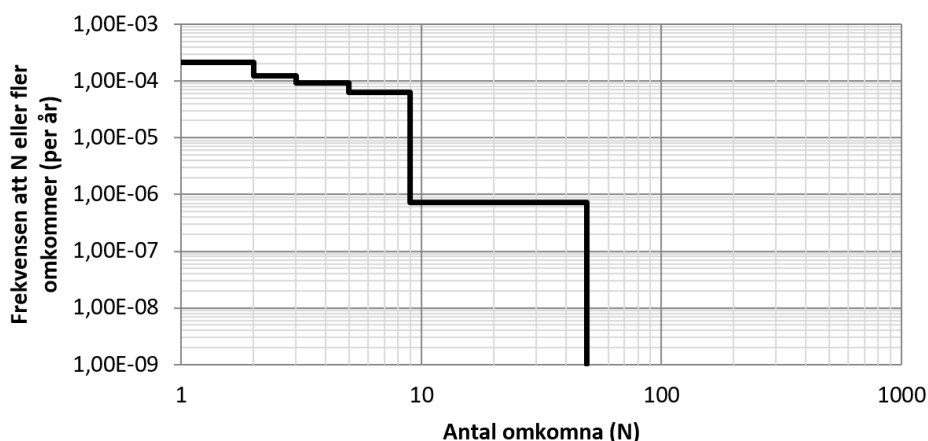
*Riskvärdering* avser den fas i riskutredningen där uppskattade risker bedöms acceptabla eller ej. I denna del av utredningen kan det även bli aktuellt att föreslå och verifiera riskreducerande åtgärder eller kvalitativt beskriva vilka effekter sådana åtgärder medför ur riskhänseende.

*Individrisk* är ett riskmått som beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en riskkälla. Riskmålet tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan och förutsätter att en person står på samma plats dygnet runt under ett års tid. Måttet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått då man utifrån måttet kan avgöra om enskilda individer utsätts för en oacceptabelt hög risknivå. Individrisker kommer i denna riskutredning presenteras i form av en individriskkontur som beskriver risken på olika avstånd från riskkällan, se exempel i Figur 5.



Figur 5. Exempel på individriskkonturer. Gul kontur anger individrisker  $10^{-7}$ , orange kontur anger individrisker  $10^{-6}$  och röd kontur anger individrisker  $10^{-5}$ . Riskbidraget i exemplet utgörs av en industrialanläggning och en transportled för farligt gods.

*Samhällsrisk* är ett riskmått som beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika befolkningstätheten samt dygnsvariationer i befolkningstätheten. Samhällsrisk presenteras i ett F/N-diagram. I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer till följd av en olycka i anslutning till riskkällan. Se ett exempel på F/N-diagram i Figur 6.



Figur 6. Exempel på en samhällsriskkurva redovisad i ett F/N-diagram. Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln anger antalet individer som omkommer.

## A.2 Metod för riskidentifiering

Riskidentifieringen har baserats på statistik, relevant facklitteratur, platsspecifika utredningar för området/närområdet, tidigare erfarenheter och riskanalyser. Utifrån detta underlag har sedan dimensionerande olycksscenarier arbetats fram och möjliga dominoeffekter identifierats.

Framför allt riskkällor som direkt, eller indirekt, har bedömts kunna innebära dödlig påverkan för tredje person eller allvarliga miljökonsekvenser är relevanta. Detta ligger i linje med metodik för kvantitativ riskanalys som beskrivs i *Purple Book* [10].

## A.3 Metod för riskuppskattning

Riskuppskattningen är en del av riskanalysen och syftar till att bestämma storleken på riskerna. Riskernas storlek är beroende av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka/händelse. Riskscenariernas frekvenser och möjliga händelseförlopp har bedömts utifrån relevant facklitteratur (främst rapporten *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* [9]), tidigare erfarenheter och riskanalyser samt logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts.

Mjukvarorna EFFECTS [11] och RISKCURVES [12], framtagna av Gexcon har använts för att kvantitativt beräkna storleken på risken genom att beräkna individrisken och samhällsrisk i anläggningens närområde. *Coloured Books* utgör basen för mjukvarorna och består av fyra böcker: *Yellow Book*, *Green*

*Book, Purple Book* och *Red Book*. De flesta modeller i mjukvaran utgår från *Coloured Books*, men modellerna har vidareutvecklats efter att *Coloured Books* senast uppdaterades, år 2005, för att ta hänsyn till den senaste forskningen och vetenskapliga data [13].

*Yellow Book* [14] beskriver möjliga riskscenarier och fysikaliska fenomen vid ett utsläpp av farliga ämnen och *Green Book* [15] beskriver metoder för att bedöma hur sådana fenomen kan påverka människor i omgivningen. Mjukvarorna använder främst dessa två böcker för att modellera utsläppsscenario och deras konsekvenser. *Purple Book* [10] beskriver hur man ska genomföra en kvantitativ riskanalys med riskmåten individrisk och samhällsrisk och presenterar generiska felfrekvenser för komponenter som används vid hantering av farliga ämnen. Denna bok används således av mjukvaran för att beräkna risknivåer [13].

## A.4 Metod för riskvärdering

Följande vägledande principer för värdering av risk presenteras i *Värdering av risk* [16]:

- ***Rimlighetsprincipen***: En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- ***Proportionalitetsprincipen***: De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.
- ***Fördelningsprincipen***: Riskerna bör vara skäligen fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.
- ***Principen om undvikande av katastrofer***: Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

Räddningsverket föreslår i rapporten *Värdering av risk* [16] även acceptanskriterier lämpade för värdering av risker presenterade med riskmåten individrisk och samhällsrisk.

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). Risker som överstiger ALARP-området är för stora och åtgärder måste vidtas för att reducera risknivån. För risker inom ALARP-området ska risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. Risker understigande ALARP-området bedöms som acceptabla, men där risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ändå ska reduceras.

Det finns även andra rapporter som presenterar acceptanskriterier. I rapporten *Handledning om riskkriterier* [17] presenteras det ytterligare acceptanskriterier



vilka är olika för personer runt om anläggningen och personer som arbetar på anläggningen.

## A.5 Valda riskkriterier

I denna riskutredning har riskerna värderats mot kriterier som presenteras i *Värdering av risk* [16]. Således har acceptanskriterierna för individrisk respektive samhällsrisk enligt ovan nämnd publikation, även kända som DNV-kriterierna, valts att användas.

### A.5.1 Individrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av individrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området är  $10^{-5}$  per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området är  $10^{-7}$  per år oberoende avstånd från riskkällan.

### A.5.2 Samhällsrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området är  $10^{-4}$  per år för  $N = 1$ , med en lutning på FN-kurvan på -1.
- Undre gräns för ALARP-området är  $10^{-6}$  per år för  $N = 1$ , med en lutning på FN-kurvan på -1.

FN-kurvan utgår ifrån en logaritmisk skala.

## A.6 Hantering av osäkerheter

Risikanalyser av den typ som redovisas i denna rapport är generellt behäftade med stora osäkerheter. Dessa osäkerheter tillskrivs främst indata, underlagsmaterial, beräkningsmodeller, expertbedömningar och statistiska underlag.

Generellt har osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter förelegat. Anledningen till detta är att säkerställa att risken inte underskattas eftersom konsekvensen av en underskattad risk medför större sannolikhet att människor omkommer medan en något överskattad risk medför att kostnaden för åtgärder riskerar att bli högre.

Nedan presenteras några av de konservativa bedömningar avseende sannolikheter samt konsekvenser som gjorts i rapporten.

### Exempel på konservativa antaganden vid sannolikhets- och konsekvensbedömning för olycka vid transport av farligt gods

- Beräkningarna för brandfarlig gas vid läckage från transportled har utförts för kondenserad gas, vilket har bedömts vara konservativt eftersom de förväntade konsekvenserna är högre för kondenserade gaser jämfört med komprimerade gaser.
- Utbredningen av en jetflamma antas alltid vara vinkelrät (90°) från transportleden och längs med markplanet. Detta innebär att området som utsätts för jetflamman alltid är det största möjliga.
- Utsläpp av giftig gas har antagits ske med svaveldioxid vilket utgör en mycket giftig gas. Att samtliga transporter med giftig gas utgörs av denna gas har bedömts vara ett konservativt antagande.
- Det antas att samtliga brandfarliga vätskor som transporteras på vägen utgörs av n-heptan, som har både högre förbränningshastighet och energivärde jämfört med exempelvis bensin. En stor del av den transporterade mängden av brandfarliga vätskor i Sverige utgörs av betydligt mindre brandfarliga vätskor så som exempelvis diesel och andra oljor. Detta har därför bedömts vara ett konservativt antagande.
- En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 1 % av alla olycksfall med brandfarlig gas.
- Genom att konservativt anta att den inkommande solstrålningen alltid är låg dagtid och molntäcket alltid är litet nattetid erhålls stabilare väderklasser vilket är ogynnsamt då stabilare väder innebär att ett utsläppt gasmoln sprider sig längre ifrån utsläppspunkten.
- Vid beräkningar av samhällsrisk har konservativa antaganden använts för att uppskatta personantal i närområdet.

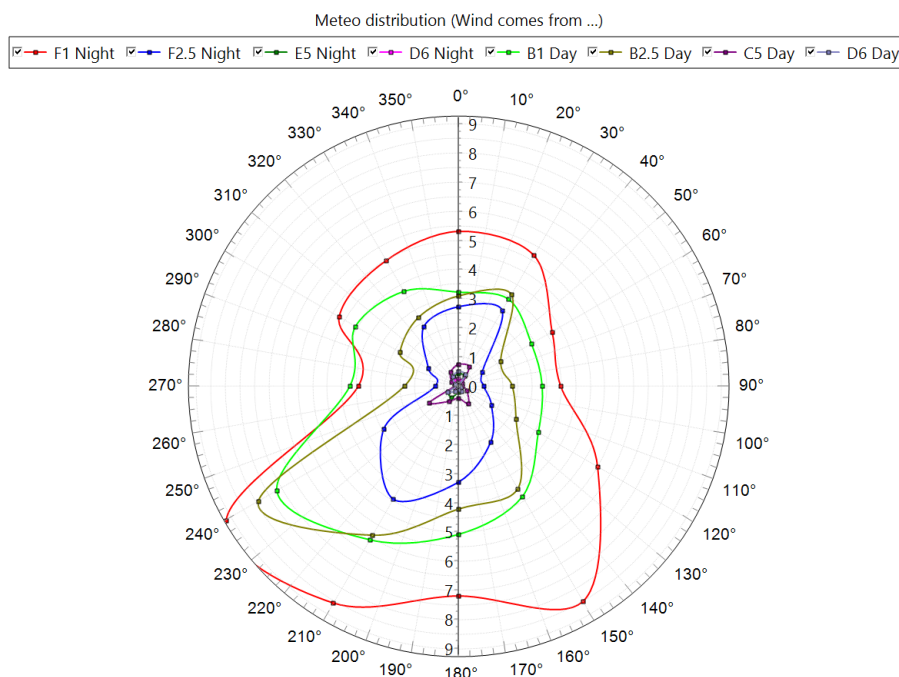
För samtliga beräkningsantaganden se *Bilaga B – Sannolikhetsbedömningar, risker med transport av farligt gods*. För fullständiga antaganden för populationer i området, se *Bilaga D – Samhällsrisksunderlag*.

## A.7 Förutsättningar - Väder och vind

För beräkningarna har omgivningens temperatur antagits vara 6 °C [18].

Vinddata har inhämtats från närmaste aktiva SMHI-vädermätstation [19]. Utifrån denna vinddata har en fördelning av väderklasser innehållandes stabilitetsklass samt vindhastighet tagits fram och ansatts i *RISKCURVES*. Stabilitetsklass bestäms av vindhastighet samt inkommande solstrålning (dagtid) respektive molntäcke (nattetid). Genom att konservativt anta att den inkommande solstrålningen alltid är låg dagtid och molntäcket alltid är litet nattetid erhålls stabilare väderklasser vilket är ogynnsamt då stabilare väder innebär att ett utsläppt gasmoln sprider sig längre ifrån utsläppspunkten.

Nedan presenteras en vindros med vindriktning och vindhastighet för området. Vinddata och temperaturdata är hämtade från SMHI:s närmaste aktiva meteorologiska stationer, Enköping år 2007-2023, respektive Västerås 1900-2023.



Figur 7. Vindros över området. Vindkonturen visar varifrån vinden blåser för varje väderklass. Vindrosen visar att det generellt blåser från söder.

## Bilaga B – Sannolikhetsbedömningar, risker med transport av farligt gods

För att kunna uppskatta risknivån för transporter av farligt gods på väg måste en bedömning av sannolikhet för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods göras.

För transport med farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) [9]. Med hjälp av denna modell uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods.

### B1. Olycka med farligt gods på väg

Olyckor på den aktuella vägsträckan med omedelbara dödliga konsekvenser på tredje person har enbart bedömts kunna uppstå ifall en eventuell olycka på den aktuella vägsträckan involverar en transport med farligt gods.

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka [9].

*Ekvation 1. Beräkning av sannolikhet för farligt godsolycka.*

$$P_{olycka} = N * W_{ADR} Q * 10 - 6 * s * 365 * ((Y * X) + (1 - Y)(2X - X^2)) * I_{FG}$$

där

$P_{olycka}$  = Frekvensen för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods

$N$  = ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)

$W_{ADR}$  = Andel för den specifika klassen farligt gods

$Q$  = Olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)

$s$  = Sträcka där olycka kan påverka planområdet (km)

$X$  = Andelen fordon skyltade med farligt gods

$Y$  = Andelen singelolyckor

$365$  = Antal dagar på ett år

$I_{FG}$  = Index för farligt gods olycka

I Tabell 5 presenteras indata i ovanstående ekvation för Vasagatan. Vägen bedöms utgöras av vägtyp "flerfältsväg" med hastighetsbegränsning 70 km/h.

Tabell 5. Indata för sannolikhetsfördelningar för E18.

Indata	Värde	Kommentar
N	17 169	Årsdygnsmedeltrafik, uppskalad till 2040 års nivåer [2].
$W_{ADR}$	-	Andel för respektive farligt godsclass, se Tabell 6.
Q	0,60	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av vägtyp flerfältsväg.
s	1,00	Har ansatts till 1,00 eftersom vi är intresserade av olycka per kilometer och år.
X	0,0046	Andelen tung Trafik av ÅDT utgör ca 9,2 % [2], andelen tung trafik som är skyltad med farligt gods utgör konservativt ca 5 % [6].
Y	0,3	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av vägtyp flerfältsväg.
$I_{FG}$	0,13	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av vägtyp flerfältsväg.

I Tabell 6 presenteras fördelningen av antalet farligt gods-transporter över de olika ADR-klasserna som ett nationellt medelvärde under perioden 2015–2021. Statistiken är framtagen av Trafikanalys [7]. Den största delen (49,58 %) utgörs av brandfarliga vätskor och den näst största delen (21,66 %) utgörs av farliga gaser. Av gasen antas att 99 % utgörs av brandfarlig gas och 1 % av giftig gas.

Tabell 6. Fördelning av de olika ADR-klasserna baserat på ett medelvärde av det nationella snittet för åren 2015 - 2021.

ADR-klass	Fördelning
1	Explosiva ämnen och föremål 1,32 %
2.1	Brandfarliga gaser 21,44 %
2.3	Giftiga gaser 0,22 %
3	Brandfarliga vätskor 49,58 %
4	Brandfarliga fasta ämnen 0,32 %
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider 2,49 %
6.1	Giftiga ämnen 6,59 %
6.2	Smittsamma ämnen 1,05 %
7	Radioaktiva ämnen 0,04 %
8	Frätande ämnen 9,65 %
9	Övriga farliga ämnen 3,99 %

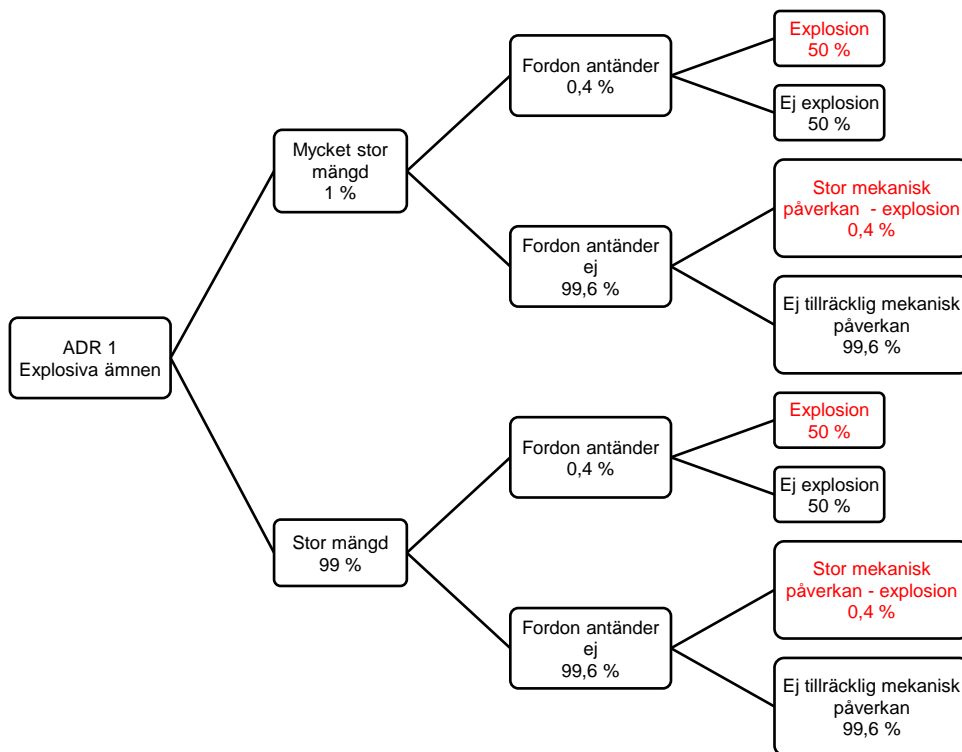
Med ekvation 1 och indata som presenteras ovan har den totala frekvensen för en farligt gods olycka på den aktuella vägen beräknats till  $3,67 \cdot 10^{-3}$  per km och år, vilket motsvarar cirka en olycka på 350 år.

## B2. Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – ADR-klass 1

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader. Generellt klarar människor en tryckvåg mycket bättre än en byggnad eller konstruktion. Människor kan dock skadas allvarligt av nedfallande eller kollapsande byggnadsdelar.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd (10-110 meter) [20]. Massexplosiva varor är explosivämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning undersöks endast transporter med massexplosiva varor då endast dessa bedöms kunna leda till permanenta eller dödliga skador.

Händelseträdet i Figur 8 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med explosiva varor på väg.



Figur 8. Händelseträ för ADR-klass 1 - Explosiva varor för scenarier vid vägtrafikolycka.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster då strikta samlastningsregler gäller för explosivämnen. I denna utredning bedöms 1 % av alla transporter på väg med explosivämnen vara lastade med maximalt tillåten last (16 ton) och alla övriga transporter vara lastade med max 1000 kg.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand i fordonet uppstå och sprida sig till explosivämnet. Alternativt måste de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara tillräckligt stora och därigenom utlösa en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten, för vägtrafikolycka bedöms den vara cirka 0,4 %. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal bränder av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert då denna typ av statistik inte funnits tillgänglig under riskutredningen. Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändigt brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosivämnen att brinna upp i stället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna bedöms konservativt till 50 %.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Vidare är moderna lastbilar konstruerade med deformationszoner, vilka tar upp energi vid kollision och minskar påfrestningarna på lasten. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. En konservativ bedömning är att det är lika sannolikt med tillräckligt stor mekanisk påverkan vid en trafikolycka som det är att det uppstår en brand vid en trafikolycka med tung trafik, alltså 0,4 % för en vägtrafikolycka.

### B3. Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan, om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara lättantändligt då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckage antänder. I denna riskutredning undersöks endast strålningspåverkan och de toxiska effekterna.

Skulle ett läckage uppstå är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. I denna riskutredning bedöms utsläppscenarier i Tabell 7 nedan vara representativa.

Tabell 7. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av brandfarlig gas [9].

Farligt godsolycka på väg		
Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,60
Medelstort utsläpp	30	0,20
Stort utsläpp	110	0,20

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller sker det en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder erhålls stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 8 följer de antändningsscenarier som har beräknats.

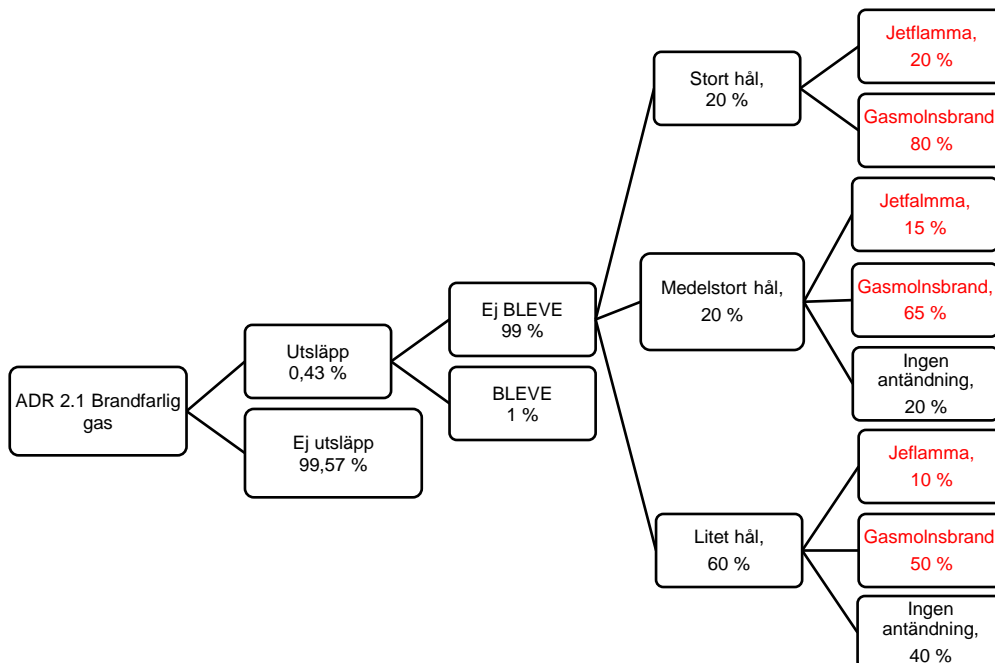


Tabell 8. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas [21] för väg.

Utsläpp Väg	Direkt antändning	Ingen antändning	Fördröjd antändning
Litet utsläpp	0,1	0,4	0,5
Medelstort utsläpp	0,15	0,2	0,65
Stort utsläpp	0,2	0	0,8

Konservativt antas att all brandfarlig gas som transporteras är kondenserad gas och att en BLEVE bedöms inträffa i 1 % av alla olycksfall.

Händelseträdet i Figur 9 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig gas.



Figur 9. Händelseträd för ADR-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Jetflamman kan skada människor och egendom genom värmestrålning från flamman.

Det andra scenariot har låg sannolikhet, men kan inträffa om två tryckkärl transporteras med samma fordon och tryckkärlens säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för upphettning. Tryckkärl förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot och tryckpåverkan som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärl. Denna händelse förväntas endast ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärl.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om gasmolnet inte antänder direkt efter att utsläpp inträffat. Då kan ett gasmoln driva i väg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför ha låg sannolikhet och gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion hanteras därför i denna riskutredning under samma scenario.

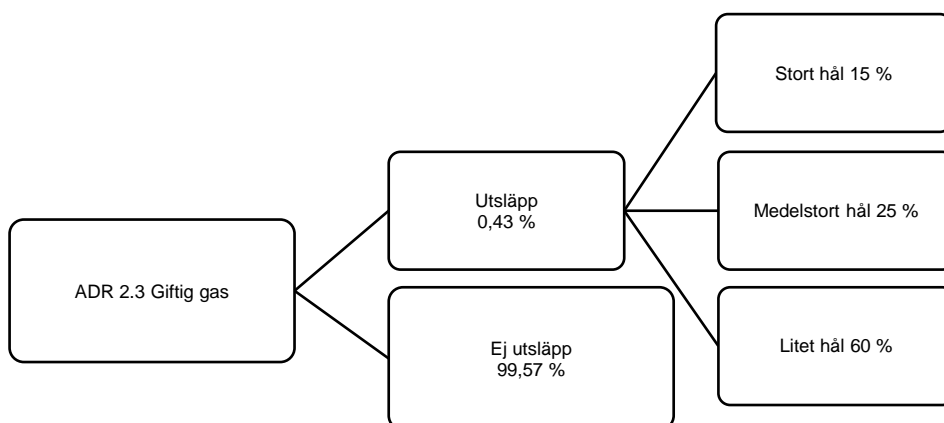
Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för gasmolnet, och även vindhastigheten påverkar spridningen.

## B4. Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3

Farlig godsclass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

De vanligaste giftiga gaserna med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 40 ton gas. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska och topografiska förhållanden.

Händelseträdet i Figur 10 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med giftig gas.



Figur 10. Händelseträd för ADR-klass 2.3 – Giftiga gaser.

För väg representeras utsläppets storlek i denna riskutredning av ett litet hål (3 mm), medelstort hål (9 mm) och stort hål (31 mm) [9]. Givet en farligt godsolycka (trafikolycka och punktering av tryckkärl) med giftig gas bedöms sannolikheten för litet, medelstort och stort utsläpp vara: 0,6; 0,25; 0,15 [22].

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, och även vindhastigheten påverkar spridningen.

## B5. Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, n-heptan.

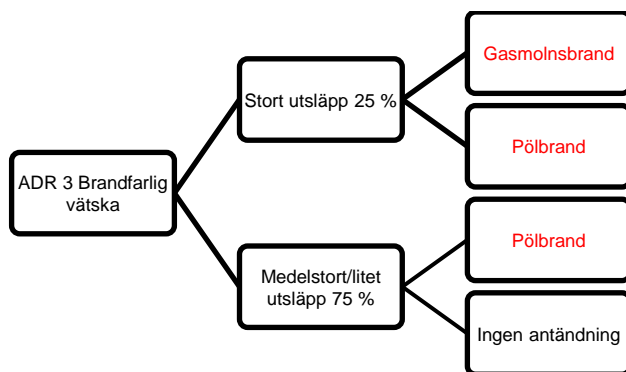
Nedan i Tabell 9 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska.

Tabell 9. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka.

Utsläppbeskrivning	Sannolikhet
Litet kontinuerligt utsläpp	0,75
Stort utsläpp, allt antas släppas ut momentant	0,25

Sannolikhet för antändning av vätskepöl vid vägtrafikolyckor antas vara 3 % vid ett utsläpp [23]. För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50 %.

Händelseträdet i Figur 11 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska.



Figur 11. Händelseträd för ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Dödliga skador bedöms osannolikt på ett avstånd om mer än 50 m från en pölbrand, men kan ske längre från branden vid olyckliga omständigheter. Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätska är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen.

## B6. Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5

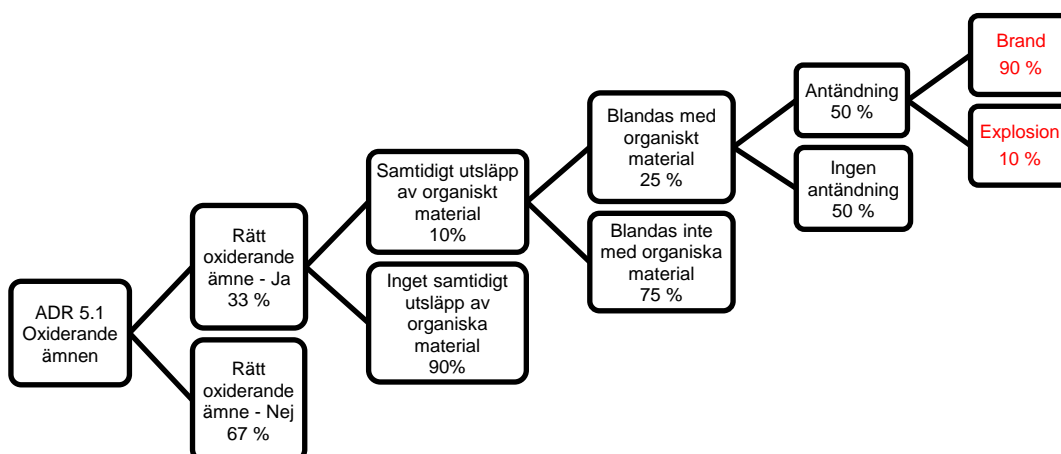
Ett utsläpp av ämnen i ADR-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår.

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid [24]. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten. Ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. En stor del av de oxiderande ämnen som dock transporteras bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

Det antas att klass 5 ämnen transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage antas därför som för klass 3 ämnen, brandfarliga vätskor.

Vid en trafikolycka på väg med oxiderande ämnen antas det samtidigt ske ett utsläpp av organiskt material i 10 % av fallen. Sannolikheten att det oxiderande ämnet sedan kommer i kontakt med det organiska materialet antas till 25 %. Sannolikheten för att blandningen därefter ska antända bedöms vara 50 %. Ofta blandas en stabilisator in i det oxiderande ämnet vilken minskar reaktionsbenägenheten, därför bedöms det sannolikare att det uppstår en brand (90 %) än en explosion (10 %).

Händelseträdet i Figur 12 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med oxiderande ämnen.



Figur 12. Händelsetråd för ADR-klass 5.1 – Oxiderande ämnen.

## Bilaga C - Konsekvensbedömningar

I följande avsnitt beskrivs skadekriterier för konsekvensbedömningar och de beräknade konsekvensavstånden.

### C1. Skadekriterier

Nedan presenteras skadekriterier för strålning, övertryck samt toxicitet.

#### C1.1 Strålning

För samtliga antändningsfenomen som ger en flamma (gasmolnsbrand, jetflamma och eldklot) ansätts 100 % dödlighet inom flammans utbredning, vilket bedöms vara ett konservativt antagande. För momentana flammor som uppkommer vid gasmolnsbrand och eldklot, har det antagits att personer inte omkommer utanför flammans utbredningsområde.

För scenarier där värmestrålning kan pågå under en längre tid (jetflamma och pölbrand) beräknas dödligheten genom en sårbarhetsmodell i *Green Book* [15] som baseras på en probitfunktion, se ekvationen nedan där  $q$  är infallande strålning och  $t$  är tiden för exponering.

*Ekvation 2. Dödlighet till följd av värmestrålning.*

$$Pr = -36,38 + 2,56 \times \ln(q^{4/3} \times t)$$

#### C1.2 Övertryck

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som till exempel splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion, där speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i byggnader kan drabbas värre än personer som befinner sig utomhus.

Byggnader skyddar dåligt mot explosioner och därför antas dödligheten för personer som befinner sig inomhus vara hög. För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) antas dödligheten för personer som vistas inomhus konservativt vara 100 % om byggnaden kollapsar, vilket bedöms ske vid 30 kPa infallande tryck. Vid 10 kPa är det 2,5 % dödlighet då det kan uppstå viss skada på byggnader samt glassplitter.

#### C1.3 Toxicitet

Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen beräknas i mjukvaran genom ämnesspecifika toxiska probitvärden som hämtas från kemikalie-databasen DIPPR. Varje toxiskt ämne har sina egna probitvärden ( $a$ ,  $b$  och  $n$ ) som anger dödligheten vid olika koncentrationer ( $C$ ) och tidsintervall ( $t$ ).

*Ekvation 3. Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen.*

$$Pr = a + b \times \ln(C^n \times t)$$

Dödligheten inomhus antas vara 10 % av dödligheten utomhus då endast en del av de toxiska gaserna kan ta sig in genom ventilation eller öppna fönster. Vid långvarig exponering kan koncentrationen inomhus öka till samma

koncentrationer som utomhus, dock bedöms personer stänga fönster och ventilation efter att VMA utfärdas och därför bedöms 10 % dödlighet inomhus vara ett konservativt antagande.

Personer bedöms inom 30 minuter från att de utsätts för toxiska gaser kunna sätta sig själv i säkerhet genom att gå in och stänga fönster och ventilation. Enligt en förenkling i programvaran bedöms således den maximala tiden som en person utsätts för toxiska gaser vara 30 minuter.

## C2. Konsekvensavstånd

Mjukvaran *RISKCURVES* simulerar konsekvensavstånd baserat på ämnets egenskaper, utsläppsscenario, omgivningens förutsättningar samt vindförhållanden. I detta avsnitt ges en överblick över vilka utsläppsscenarioer som ger korta respektive långa konsekvensavstånd.

### C2.1 Transport av farligt gods på väg

Vid simulering i mjukvaran erhålls för de olika riskfenomenen konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods på väg. I Tabell 10 redovisas det maximala konsekvensavståndet för de olika ADR-klasserna som utretts i denna utredning samt vilket riskfenomen som lett till respektive konsekvensavstånd.

Tabell 10. Maximala konsekvensavstånd vid farligt godsolycka på väg.

ADR-klass	Riskfenomen	Maximalt konsekvensavstånd från Vasagatan
1 Explosiva ämnen och föremål	Explosion (10 kPa tryck)	199 meter
2.1 Brandfarliga gaser	BLEVE (10 kW/m <sup>2</sup> strålning)	381 meter
2.3 Giftiga gaser	Koncentration för 1 % dödlighet	2043 meter
3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand (10 kW/m <sup>2</sup> strålning)	45 meter
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Explosion (10 kPa tryck)	114 meter

## Bilaga D - Samhällsrisksunderlag

Vid beräkning av samhällsrisk utgör befolkningsmängden i omgivningen en viktig parameter. Personer i omgivningen har antagits vistas inomhus 75 % av tiden under dagen och 95 % av tiden under natten.

Boende på fastigheter i närområdet har inkluderats, där har det antagits befinna sig i genomsnitt 2,6 personer per hushåll nattetid och hälften så många personer dagtid. Enligt Statistiska Centralbyrån bor i genomsnitt 2,2 personer i Sverige per hushåll och 2,6 personer per småhus, vilket är den typ av hushåll som det i genomsnitt bor flest i [25]. Det är då konservativt att ansätta att alla hushåll i beräkningarna representeras av småhus.

I hotell och verksamhetsområdet norr om anläggningen har det antagits att det i genomsnitt vistas 500 personer dagtid och 250 personer nattetid.

För arenor inom Rocklundaområdet har maximal publikkapacitet antagits 26 dagar om året. Övriga dagar antas det att 10 % av den totala publikkapaciteten upp till maximalt 300 personer vistas i arenan. Under natten har det antagits att max 10 personer fortfarande vistas i dessa byggnader.

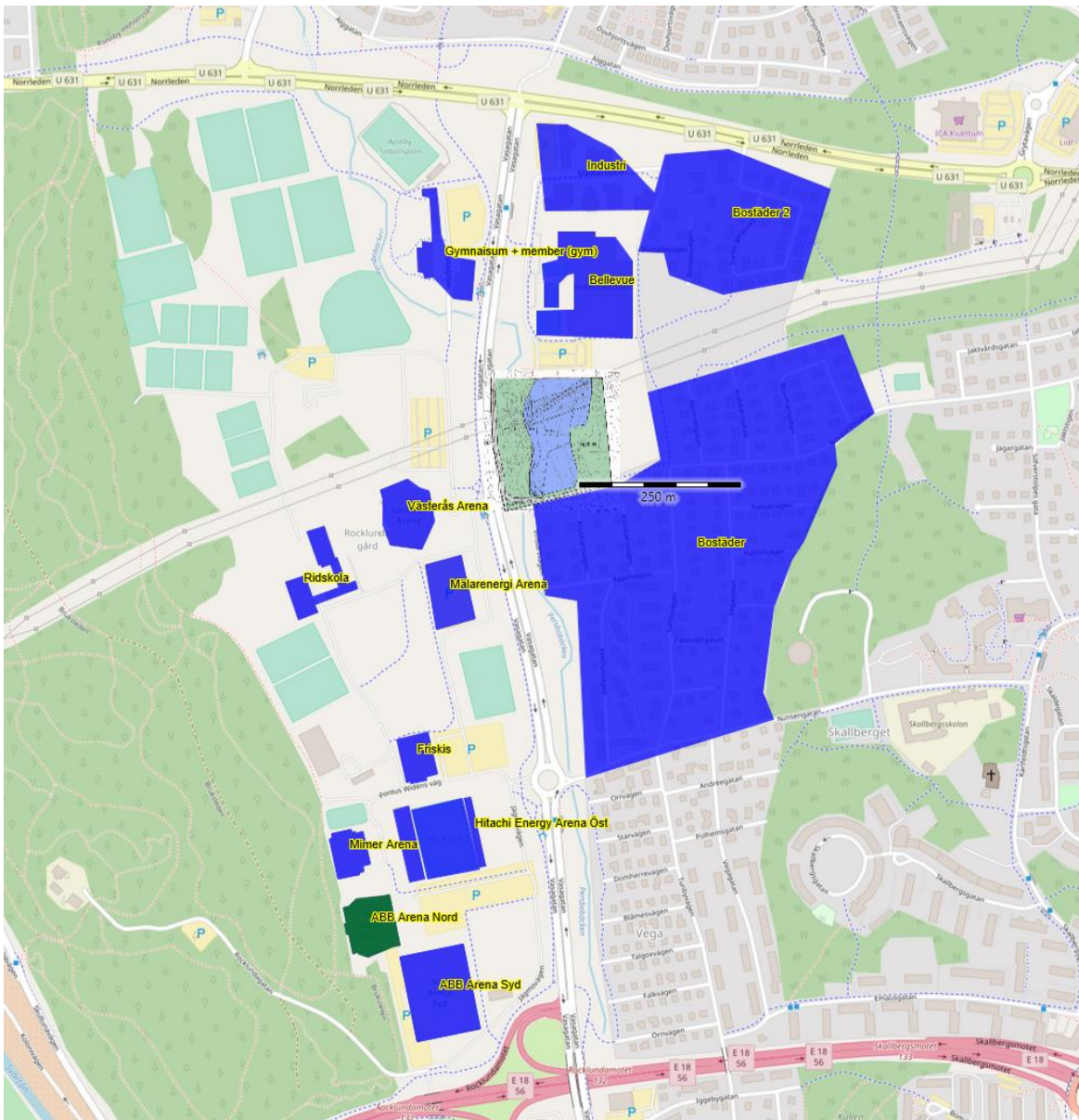
För övriga verksamheter kring mottagningsstationen har det konservativt antagits att antalet personer som vistas i lokalerna är 1,5 gånger antalet parkeringsplatser för aktuell lokal. Under natten har det antagits att max 10 personer fortfarande vistas i dessa byggnader.

En översikt över populationer som inkluderats i beräkningar av samhällsrisk presenteras i Tabell 11 och Figur 13 nedan (skärmsklipp från mjukvaran *RISKCURVES*).

Tabell 11 Personantal i respektive population som har ansatts i beräkningar.

Population	Antal personer nattetid	Antal personer dagtid
Personer i skog och på vägar	6,43 personer/km <sup>2</sup>	12,85 personer/km <sup>2</sup>
Boende i närområdet	2,6 personer/hushåll	1,3 personer/hushåll
Verksamheter, köpcentrum & industrier	Max 10 personer	1,5 person/parkeringsplats
Hotellområde	250 personer	500 personer
Arenor	Max 10 personer	Maximal publikkapacitet 26 dagar om året och övriga dagar 10 % av maximal publikkapacitet upp till och med 300 personer.





Figur 13. Översikt över populationer som inkluderats vid beräkningar av samhällsrisk.