

RI-RA-01

Risikanalyis - Drivmedelstation

Karlsäng och Ängarna, Nora

För granskning

2023-11-23

Projektinformation

Verksamhetsnamn:	St1 Nora	
Fastighetsbeteckning:	Karlsång och Ångarna	
Ort:	Nora	
Uppdragsnummer:	230235	
Uppdragsgivare:	Ensucon AB	
Kontaktperson:	Gustav Johansson	
Dokumentbeteckning:	RI-RA-01	
Dokumenttitel:	Riskanalys - Drivmedelstation	
Status:	För granskning	
Senaste utgåva:	2023-11-23	
Uppdragsansvarig:	Eric Månsson	
	eric@brandochrisk.se	
	070-563 11 22	
Handläggare:	Robin Imskog	
	robin@solvos.se	
	073-930 14 40	
Granskare:	Eric Månsson	

Utgåva och revideringar

Utgåva	Datum	Revidering	Handläggare	Kontrollerad av
1	2023-11-23	Första utgåva	Robin Imskog	Eric Månsson

Sammanfattning

Analysen baseras på platsspecifika trafikmängder längst Storgatan samt leveransstatistik från drivmedelstationen (St1) och har visat att risknivån inom planområdet Karlsäng och Ängarna generellt är acceptabel, främst till följd av den relativt låga trafikflödet samt pölbränders relativt begränsade skadeområde.

Riskbidrag från transporter längst med Storgatan har visat sig understiga acceptanskriterier redan vid vägkanten medan riskbidrag från drivmedelstationen visats understiga acceptanskriterier efter ca. 24 m, mätt från stationens risk-zoner (pumpar, avluftning och lossningsplats). Detta är dessutom i linje med de säkerhetsavstånd som MSB i sina riktlinjer rekommenderar för drivmedelstationer.

Då beräknat säkerhetsavstånd faller inom drivmedelstationens eget markområde krävs inga ytterligare säkerhetshöjande åtgärder under förutsättning att resultaten i denna riskanalys syftar att ersätta rekommendationerna om 100 m säkerhetsavstånd i Länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer avseende drivmedelstationer.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
1.3	Omfattning	4
1.4	Avgränsningar	4
1.5	Underlag	4
1.6	Riktlinjer	4
2	Förutsättningar och indata	9
2.1	Områdesbeskrivning	9
2.2	Persontäthet	10
2.3	Trafik och olycksfrekvens	11
2.4	Transportklasser	11
2.5	Godstransporter.....	12
2.6	Vind och väder	12
2.7	Scenarios sannolikhet	14
2.8	Skadekriterier.....	15
2.9	Övrig indata	15
3	Metodik	15
3.1	Riskbedömning	15
3.2	Olycksfrekvens vid transport	16
3.3	Olycksfrekvens vid drivmedelstation.....	17
3.4	Olycksscenarier	17
3.5	Avståndskoefficient	18
3.6	Deterministisk analys	18
4	Resultat	19
4.1	Olycksfrekvens	19
4.2	Individrisk	20
4.3	Samhällsrisk.....	21
4.4	Deterministisk analys	22
4.5	Riskreducerande åtgärder.....	22

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Brand och Riskteknik AB har av Ensucan AB fått i uppdrag att ta fram en riskanalys för planområdet Karlsäng och Ängarna för att undersöka riskbilden i anslutning drivmedelstationen St1 samt tillhörande transporter av farligt gods längst Storgatan.

Analysen baseras på platsspecifika trafikmängder längst Storgatan samt leveransstatistik från verksamheten. Då vägen ej utgör rekommenderad väg för transport av farligt gods begränsas dock de olika typer av farligt gods till brandfarlig vätska som levereras till drivmedelstationen. Analysen har visat att risknivån inom området generellt är acceptabel, främst till följd av den begränsade mängd transporter som sker på Storgatan samt säkerhetsavstånd i anslutning till drivmedelstationen.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är säkerställa lämplig markanvändning enligt Plan- och bygglagens (2010:900) med avseende på risk för personskada.

1.3 Omfattning

Lämplig markanvändning säkerställs genom att:

- Fastställa den individrisk som personer inom Karlsäng och Ängarna i anslutning till drivmedelstation samt Storgatan förväntas utsättas för.
- Fastställa samhällsrisk som förtätning av Karlsäng och Ängarna i anslutning till drivmedelstation samt Storgatan medför.
- Värdera dessa riskparametrar utifrån planerad bebyggelse.
- Tillhandahålla eventuella förslag på riskreducerande åtgärder

Denna information tillhandahålls som beslutsunderlag för genomförande och antagande av ny detaljplan för området.

1.4 Avgränsningar

Denna analys avgränsas till:

- Del av området (Karlsäng och Ängarna) så som beskrivs i avsnitt 2.1.
- Transporter av ADR-klass 3 farligt god (brandfarlig vätska) längst Storgatan i anslutning till det aktuella området.
- Individ- och samhällsrisk med avseende på risker som kan ge allvarliga konsekvenser avseende människoliv.

1.5 Underlag

Denna rapport har baserat på följande underlag:

- Samtal och email med St1, mellan 2023-10-12 och 2023-10-27.
- Trafikdata från Trafikverkets verktyg NVDB *på webb* [1].
- Karta - Planprogrammets initiala avgränsning

1.6 Riktlinjer

Beaktade riktlinjer kan delas upp i två typer; *schablonsavstånd* och *riskanalyser*.

Schablonsavstånd är deterministiskt framtagna och tar generellt inte hänsyn till sannolikheten för en olycka eller den specifika anläggningens förutsättningar. Riktlinjer av denna typ som beaktats i denna rapport utgörs av Länsstyrelsen i Stockholms dokument *Riskhänsyn vid ny*

bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer [2] samt MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* [3].

Riskanalyser å andra sidan är i större omfattning platsspecifika och utgår från individrisk och samhällsrisk för att fastställa huruvida risknivån inom Karlsång och Ängarna är acceptabel.

I Sverige finns dock inget nationellt beslut om vad som utgör acceptabel risk. Praxis är dock att acceptanskriterier i form av *individrisk* och *samhällsrisk* tillämpas för att fastställa huruvida risknivån inom ett område är acceptabel. Nivån för vad som anses acceptabel risk kan dock variera beroende på den typ av bebyggelse som planeras.

Denna riskanalys utgår dels från de nationella riktlinjer som redovisats i *Värdering Av Risk* [4], av Det Norske Veritas (DNV) och dels de regionala riktlinjer som anges i *RIKTSAM* [5] och den vägledning som dessa dokument tillhandahåller.

Individrisk: Ett mått på den konstanta risken en person utsätts för vid en specifik plats, till exempel på ett visst avstånd från en transportled. Individrisk är oberoende av hur många personer som påverkas.

Samhällsrisk: Ett mått på risken för en population. Samhällsrisk utgörs av summan av alla risker och personer inom ett område och presenteras ofta kumulativt som risken att X personer utsätts för viss händelse (ex. död).

1.6.1 Länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer avseende drivmedelstationer

Länsstyrelsen i Stockholms dokument *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* rekommenderar följande vid exploatering i anslutning till bensinstationer:

- Inom 100 meter från en drivmedelsstation med medelstor försäljningsvolym ska alltid risksituationen och olägenheterna för människor och miljö analyseras och bedömas.
- Ur både risk-, miljö- och hälsoskyddssynpunkt bör ett minimiavstånd på 50 meter alltid hållas från drivmedelsstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (exempelvis uteservering, lekplats m.m.).
- I nyplaneringsfallet (ny bebyggelse eller ny drivmedelsstation) bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från drivmedelsstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.
- Personintensiva verksamheter bör inte lokaliseras närmare än 50 meter från en drivmedelsstation om de ska inrymma människor som kan ha svårt att snabbt genomföra en utrymning. Vid ny bebyggelse som rymmer svårutrymbara lokaler ska ett avstånd på minst 100 meter hållas.
- Om försäljning av metangas sker eller kan komma att ske i framtiden krävs oftast ett längre skyddsavstånd än för bensin.
- Byggnad bör med hänsyn till brand- och explosionsrisk (oberoende av försäljningsvolym för fordonsbränsle) inte uppföras inom ett avstånd av 25 meter från:
 - Tankfordonets lossningsplats.
 - Avluftningsanordningar från bensincistern.
 - Tankställe där fordon tankas (pump).

1.6.2 MSB:s riktlinjer avseende drivmedelstationer

I MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* rekommenderas olika säkerhetsavstånd beroende på bebyggelsetyp och hanterade ämnen. Nedanstående riktvärden för avstånd utgår från cistern under jord med brandfarlig vätska, klass 1 (tillhörande ADR-klass 3, se Avsnitt 2.4).

Objekt	Påfyllningsanslutning till cistern [m]	Mätarskåp [m]	Pejlförskruvning [m]	Cisternavlutningens mynning [m]
Plats där människor vanligen vistas ¹	25	18	6	12
Stor brandbelastning, gnistbildande verksamhet, öppen eld	25	18	6	12
Stationsbyggnad	12	6	3	6
Utrymningsväg från stationsbyggnad ²	18	9	6	12
Byggnad där människor vanligen inte vistas ³ eller byggnad med låg brandbelastning	9	3	3	3
Förråd med lösa behållare med brandfarlig vara	12	3	3	6
Cistern ovan mark för brandfarlig vätska	3	3	-	-
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6

1. Bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats

2. Gäller för minst en utrymningsväg. Nödutgång bör inte mynna mot pumpområdet.

3. Fristående garage, förråd etc.

1.6.3 Nationella riktlinjer - DNV

I rapporten *Värdering Av Risk* framtagen av Det Norske Veritas (DNV) [4] ges förslag på acceptabel risk.

För individrisk föreslås följande kriterier:

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

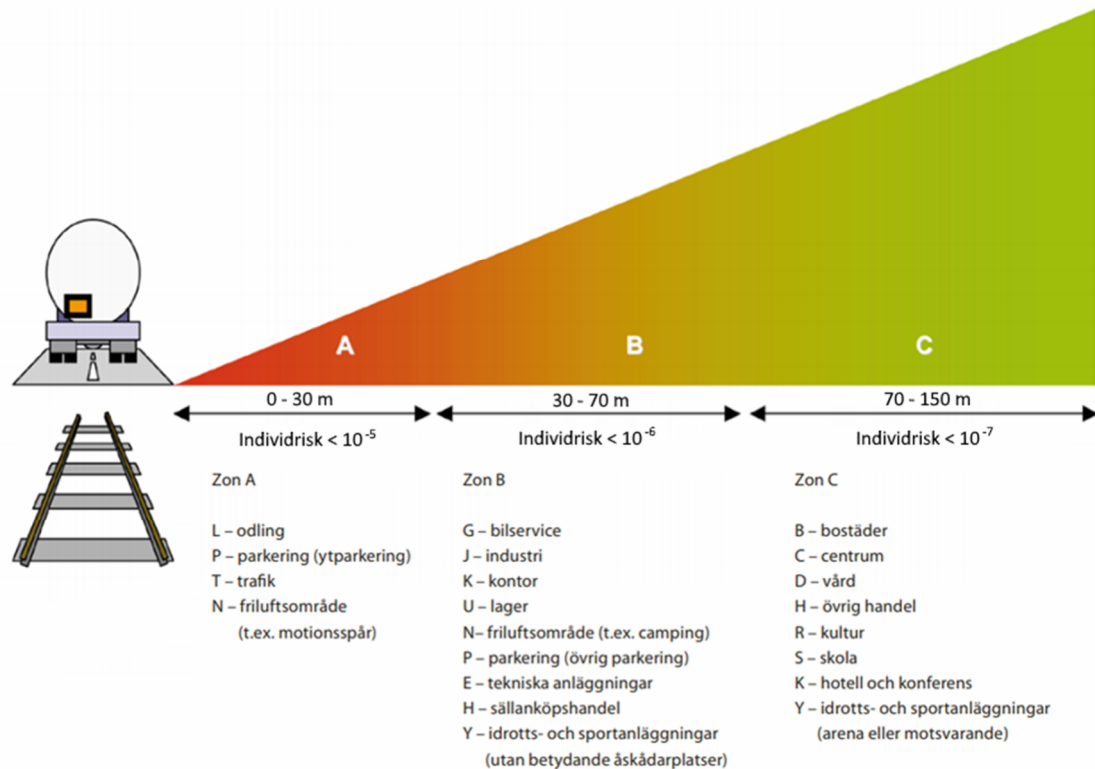
För samhällsrisk föreslås följande kriterier:

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

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 riskåtgärder har vidtagits.

1.6.4 Regionala riktlinjer - RIKTSAM

RIKTSAM [5] ger vägledning enligt Figur 1.1 där olika verksamhetstyper knyts både till ett schablonsavstånd och en acceptabel individrisk.



Figur 1.1: Enligt RIKTSAM förslag på bebyggelse och säkerhetsavstånd till farligt godsled samt acceptabel risknivå

I Figur 1.1 så sammanfaller ALARP-området (se avsnitt 3.1) för individrisk med de säkerhetsavstånd och begränsningar i bebyggelse som förespråkas av RIKTSAM. Känsligare bebyggelse (Zon C) hamnar under den nedre gränsen på 10^{-7} och mindre känslig bebyggelse (Zon A och Zon B) accepteras inom ALARP-området.

RIKTSAM poängterar att dessa schablons-avstånd kan frångås under förutsättning att en riskanalys baserad på robust modell med konservativa antaganden kan visa att individrisken inte överstiger nivån associerad med aktuell bebyggelsetyp.

I RIKTSAM anges följande vägledning för olika verksamheter:

Vid planering av följande markanvändning:

- H – Handel (sällanköpshandel)
- J – Industri
- G – Bilservice
- U – Lager (utan betydande handel)
- E – Teknisk anläggning (övriga anläggningar)
- P – Parkering (övrig parkering)

vid ett kortare skyddsavstånd än 30 meter från transportleden, bör situationen kunna bedömas tolerabel om följande kombinationer av kriterier uppfylls:

- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att individrisken understiger 10^{-5} per år.
- Den deterministiska analysen kan påvisa att riskerna med hårda konstruktioner eller motsvarande, som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon, kan undvikas.

Vid planering av följande markanvändning:

- B – Bostäder (småhusbebyggelse)
- H – Handel (övrig handel)

- K – Kontor (i ett plan, dock ej hotell)
- U – Lager (även med betydande handel)
- Y – Idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats)
- C – Centrum
- N – Friluftsområde
- R – Kultur

Vid ett kortare skyddsavstånd än 70 meter från transportleden, bör situationen kunna bedömas tolerabel om följande kombinationer av kriterier uppfylls:

- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att individrisken understiger 10^{-6} per år.
- Den deterministiska analysen kan påvisa att det "nettotillskott" av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder.

Vid planering av följande markanvändning:

- B – Bostäder (flerbostadshus i flera plan)
- K – Kontor (hotell)
- D – Vård
- S – Skola
- Y – Idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarplats)

vid ett kortare skyddsavstånd än 150 meter från transportleden, bör situationen kunna bedömas tolerabel om följande kombinationer av kriterier uppfylls:

- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att individrisken understiger 10^{-7} per år.
- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa samhällsrisk understiger 10^{-5} per år där $N=1$ och 10^{-7} per år där $N=100$.
- Den deterministiska analysen kan påvisa att tillskottet av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder.

1.6.5 Applicering av riktlinjer på denna analys

Individ- och samhällsrisk beräknas kring drivmedelstation enligt samma principer som för transport av farligt gods. *DNV* [4] och *RIKTSAM* [5] utgör därmed utgångspunkten för acceptanskriterier både avseende transport av farligt gods samt kring drivmedelsstation. Då det aktuella planområdet innefattar flera olika verksamhetstyper utgår analysen från den mest känsliga verksamheten i form av flerbostadshus och skola.

1.6.5.1 Individrisk

Med avseende individrisk sammanfaller acceptanskriteriet för både *DNV* [4] och *RIKTSAM* [5] då båda förespråkar ett ALARP-område mellan 10^{-5} och 10^{-7} .

I denna rapport kommer därmed ett generellt ALARP-område mellan 10^{-5} och 10^{-7} att användas med avseende på individrisk.

1.6.5.2 Samhällsrisk

Med avseende på samhällsrisk skiljer sig de båda rapporterna något åt då *DNV* förespråkar ett ALARP-område med en övre och undre gräns medan *RIKTSAM* endast anger en acceptabel gräns. Denna gräns utgör av medelvärdet av den övre och undre gräns som förespråkas i *DNV*.

För att tillhandahålla ett så nyanserat beslutsunderlag som möjligt kommer båda acceptanskriterier att presenteras:

- Samhällsrisk understiger 10^{-5} per år där $N=1$ och 10^{-7} per år där $N=100$.
- Ett ALARP-område med:
 - Övre gräns om $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N-kurva -1.
 - Nedre gräns om $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N-kurva -1

2 Förutsättningar och indata

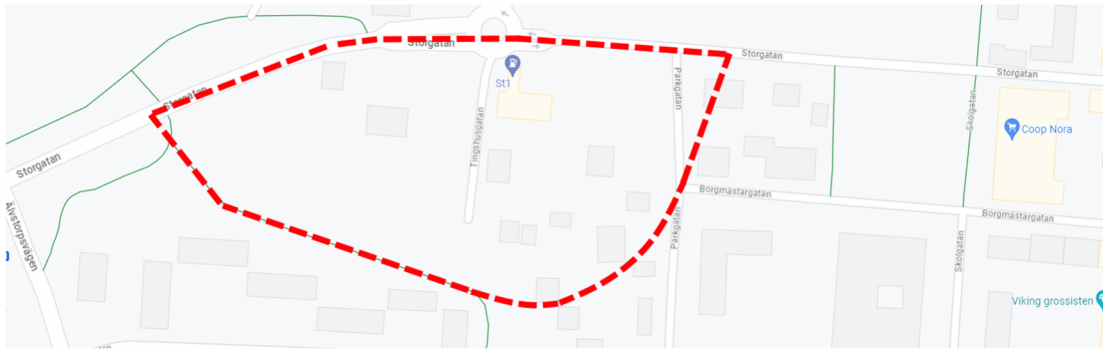
2.1 Områdesbeskrivning

I Figur 2.1 visas hela aktuella planområdet som ska förtätas och byggas om till mer stadsnära verksamhet. Planområdet Karlsång och Ängarna är ca 0,6 km² stort och ligger till större del söder om Nora stadskärna i vad som idag till största del utgörs av industriområde. Drivmedelstationen med tillhörande transportled (Storgatan) ligger i områdets norra del.



Figur 2.1: Hela det aktuella planområdet med avstånd om 100 m kring drivmedelstation markerat

Då den aktuella drivmedelstationen samt transporter på Storgatan, endast riskerar att påverka områdets inom cirka 100 m begränsas dock denna analys till ett ca. 0,02 km² stort område enligt Figur 2.2. Enligt uppgifter från St1 så kommer alla transporter upp längst Storgatan från Riksväg 244. Efter leverans vänder transporten om och kör tillbaka samma väg.



Figur 2.2 Avgränsad del av planområdet närmast drivmedelstation samt transportled längst Storgatan

Den avgränsade delen utgörs primärt ca. 10 småhus, parkering och grönområde.

Beräkningar i denna analys utgår primärt från att en olycka sker vid lossningsplatsen närmast Storgatan alternativt någon av pumparna där fordon tankas. I Figur 2.3 redovisas drivmedelstationen med kritiska zoner markerade i rött.



Figur 2.3 Aktuell drivmedelstation med kritiska zoner (pumpar, avluftning och lossningsplats) markerade i rött

2.2 Persontäthet

I dagsläget är persontätheten inom aktuell del av planområdet att beakta som mycket låg till följd markanvändning som primärt utgörs av småhus och parkering. Då planarbetet syftar att medföra en förtätning inom området baseras dock persontätheten på statistik från SCB för skånska städer vilket medför upp till 5 000 personer/km² [6]. En sådan förtätning skulle medföra upp till 100 personer inom det 0,02 km² stora avgränsade området; ett antagande som bedöms som konservativt då möjligheterna för förtätning kring småhus förväntas vara begränsad.

Då området till större del utgörs av bostäder antas 50 % av personerna befinna sig inom området under dagtid. Natttid antas 100 % av personerna befinna sig inom området.

Under dagtid antas 10 % av befolkningen vistas utomhus och 90 % inomhus. Natttid antas 1 % av befolkningen vistas utomhus och 99 % inomhus [5].

Följande persontäthet kommer att användas vid beräkning av samhällsrisk:

- Dagtid: 50 personer
 - 5 personer utomhus
 - 45 personer inomhus
- Nattid: 100 personer
 - 1 personer utomhus
 - 99 personer inomhus

Enligt RIKTSAM [5] kan 80 % av transportarbetet på väg förväntas ske under dagtid och 20 % under nattid.

2.3 Trafik och olycksfrekvens

Underlag för den aktuella transportleden, Storgatan, har samlats in med hjälp av Trafikverkets verktyg *NVDB på webb* [1] i kombination med Tabell 2.2 i *Farligt gods - Riskbedömning vid transport* [7] som återskapats i Bilaga A.

Andelen av den tunga trafiken som antas transportera farligt gods har ansatts till 1 %. Detta baseras på att 2,5 % normalt appliceras på rekommenderade transportleder för farligt gods [8]. Då Storgatan inte utgör rekommenderad transportled för farligt gods transporter och farligt gods transporter enligt uppgifter endast utgörs av leveranser till aktuell drivmedelstation (6-7 transporter i månaden) bedöms 1 % utgöra ett konservativt antagande.

I Tabell 2.1 presenterar den trafikdata som använts för att beräkna olycksfrekvensen för farligt gods längst en standardsträcka på 1 km längst det aktuella planområdet samt den förväntade frekvensen av farligt godsolyckor. Se Bilaga A för detaljer.

Tabell 2.1: Indata och resultat vid beräkning av olycksfrekvens för farligt gods

Parameter	Storgatan
$\dot{A}DT_{Total}$	6 110
$\dot{A}DT_{Tung\ trafik}$	416
$\dot{A}DT_{FG}$	4,16
Bebyggelse	Tätort
Hastighet	30 km/h
Gatu/Vägartyp	Gata/Väg
OK	2
SO_{Andel}	0,05
$Index_{FG}$	0,01
TA	2,23
$Olyckor_{Totalt}$	4,46

2.4 Transportklasser

Farligt godstransporter på väg regleras under ADR medan transporter på räls regleras under RID och delas i båda fall in i klasserna 1-9 baserat på dess egenskaper. I Tabell 2.2 redovisas de olika klasserna tillsammans med tillhörande skyltning.

Då aktuella godsleder endast utgörs av vägtrafik utgörs transporten av ADR-klassat gods.

Tabell 2.2: Farligt gods klasser och tillhörande skyltning

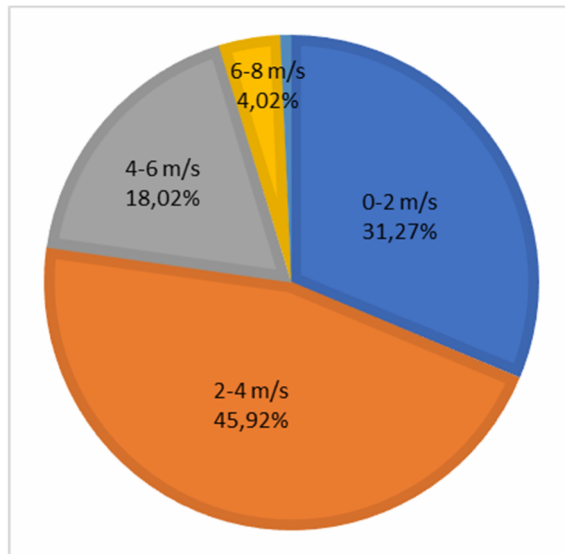
Klass 1 Explosiva ämnen och föremål 	Klass 2 2.1 – Brandfarliga gaser 2.2 – Giftiga gaser 2.3 – Ej Brandfarliga, ej giftiga gaser 	Klass 3 Brandfarliga vätskor 
Klass 4 4.1 - Brandfarliga fasta ämnen 4.2 - Självantändande ämnen 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarliga gaser vid kontakt med vatten 	Klass 5 5.1 – Oxiderande ämnen 5.2 – Organiska peroxider 	Klass 6 6.1 – Giftiga ämnen 6.2 – Smittförande ämnen 
Klass 7 Radioaktiva ämnen 	Klass 8 Frätande ämnen 	Klass 9 Övriga farliga ämnen 

2.5 Godstransporter

Då Storgatan ej utgör rekommenderad för transport av farligt gods transporter av farligt gods längst den aktuella vägen begränsas till leveranser till av Klass 3 vätskor till aktuell drivmedelstation. Enligt uppgifter från drivmedelstationen är Storgatan dessutom olämplig för stora transporter då rondellerna längst vägen är för små för lastbilar med släp ska kunna passera.

2.6 Vind och väder

Beräkningar för spridning av brandfarlig och giftig gas har baserats på vind- och väderdata hämtats från SMHI tjänst för meteorologiska observationer [9] och basers på strax under 152 000 mätningar mellan 1995-08-01 och 2023-10-01. I Figur 2.4 har denna data sammanställts.

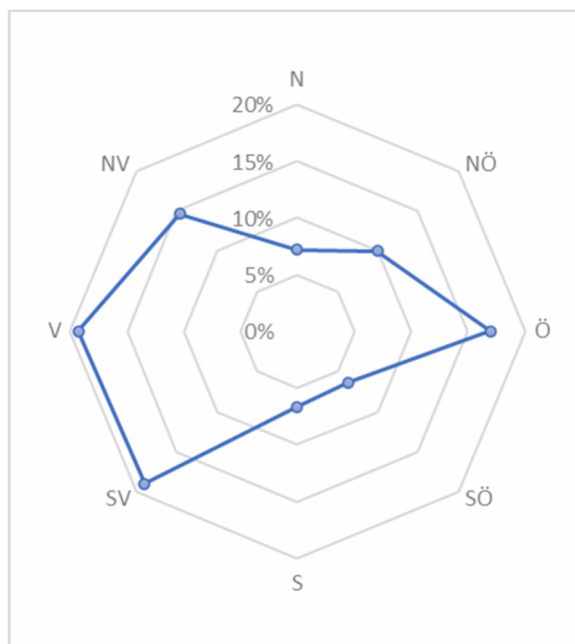


Figur 2.4: Fördelning, vindhastighet, medelvärden under 10 minuter

Stabilitetsklass **F** har antagits råda för vindhastigheter mellan 0-2 m/s stabilitetsklass **D** i övriga fall. Detta baseras på att Klass **D** är ofta förekommande och representerar genomsnittliga förhållanden och Klass **F** utgör ett "värsta tänkbara fall". På så vis utgör "värsta tänkbara"-scenariot hela 31,3 % av beräknade läckor vilket anses konservativt. Sammanställning av scenarier redovisas i Tabell 2.3.

Tabell 2.3: Fördelning av hålstorlek vid beräkning av källstyrka, gasol och svaveldioxid

Sannolikhet	Stabilitetsklass	Vindhastighet
31,3 %	F	2 m/s
45,9 %	D	4 m/s
18 %	D	6 m/s
4,8 %	D	8 m/s



Figur 2.5: Vindros för det aktuella området (Kilsbergen-Suttarboda)

I Figur 2.5 redovisas sannolikheten för vindriktningar kring det aktuella området. Då Storgatan går Nord, Nordväst om det aktuella området har summan av sannolikheten för vindriktningarna (kommer ifrån) Nord, Nordost och Nordväst inkluderats vid beräkning av sannolikheten för spridning av gaser. För vindriktningarna Öster och Väster som löper längst med Storgatan har halva sannolikheten inkluderats.

Den totala sannolikheten att vinden är riktad mot det aktuella området har ansatts till 0,499.

2.7 Scenarios sannolikhet

För att beräkna den risk som drivmedelstationen samt tillhörande transporter av de olika klasserna medför måste sannolikheter ansättas de olika scenarierna. Sannolikheter baseras främst på studier och statistik men i vissa fall måste ingenjörsmässiga antaganden och uppskattningar göras. Då antaganden med avseende på sannolikheter gjorts har dessa antaganden jämförts med vad som anses praxis och/eller bransch-standard.

Samtliga scenarier baseras beräkningar på data för bensen då detta utgör en vanligt förekommande brandfarlig vätska och ämne med hög kemiskt bunden energi.

Bensen är en flyktig vätska, vilket innebär att bensinångor kommer att utvecklas från den vätskepöl som uppstår vid utsläpp. Enligt *Farligt gods* [7] späds bensinångorna utomhus dock relativt snabbt ut till ofarligare koncentrationer. Scenario med brandfarliga gaser kommer därför ej att studeras vidare. Inte heller sekundära risker så som exempelvis att en brand även kan medföra giftig rök beaktas i denna analys.

Samtliga scenarier där utsläpp av brandfarlig vätska leder till antändning har i analysen behandlats som pöl-bränder i olika storlekar.

2.7.1 Transport av brandfarlig vätska

Enligt *Farligt gods* [7] kan sannolikheten för antändning av bensen vid transport med tankbil med släp sättas till 3 %.

Sannolikhet och utsläppsmängd för respektive hålstorlek ansätts enligt Avsnitt 2.9.

2.7.2 Olycka vid drivmedelstation

Sannolikheten för en olycka vid drivmedelstationen bedöms vara störst vid påfyllning av de underjordiska tankarna som håller drivmedel till pumpstationen (lossning).

Enligt uppgifter från St1 sker leveranser av aktuell drivmedelstation ca. 6-7 gånger i månaden. Detta medför uppskattningsvis totalt 168 lossningstillfällen per år då varje leveranstillfälle förväntas medföra 2 relevanta lossningstillfällen (E85 och 95). Lossning av diesel förväntas ej kunna leda till pölbrand då diesel har flampunkt på ca. 60°C .

Enligt tabell 3.19 i *"Purple book"* [10] kan sannolikheten för läckage vid lossning med pump till markförlagd cistern ansättas sannolikheter enligt Tabell 2.4.

Tabell 2.4 Sannolikhet för olika stora läckage vid lossning till tank enligt tabell 3.19 i *"Purple book"* [10]

Typ av läckage	Frekvens per år och lossning
Litet (L2)	$4 \cdot 10^{-5}$
Medel (L1)	$4 \cdot 10^{-6}$
Stort (G2)	$5 \cdot 10^{-7}$

Lossning till markförlagda cisterner på en drivmedelsstation sker i stort sett med självfall och frekvensen för ett utsläpp för sådan lossning förväntas därmed vara lägre än vid lossning med hjälp av pump varav denna sannolikhet bedöms som konservativ. Siffran stämmer dessutom väl överens med svensk statistik där 20 utsläpp större än 100 liter noterats vid 416 000 lossningar [11].

Under tankbilslossning kan förarens agerande minimera utsläppens omfattning genom användning av exempelvis nödstopp och inneslutning. Föraren kan med 90 % säkerhet av ett utsläpp förväntas ingripa inom 10 sekunder [12] vilket bedöms vara tillräckligt för att förhindra ett allvarligt utsläpp.

Enligt tabell 4.6 i "Purple book" [10] kan även sannolikheten för antändning vid ett läckage ansättas till 10 %. Siffran är ca. dubbel så stor som många andar källor men väljs då sannolikheten för läckage är hämtad från denna källa.

2.8 Skadekriterier

Skadekriterium avseende infallande strålning vid pölbrand ansätts till 15 kW/m² vilket utgör strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) [13].

2.9 Övrig indata

Hålstorlekar och tillhörande utsläppsmängder vid farligt-godsolycka presenteras i Tabell 2.5. All transport sker enligt uppgifter från St1 med lastbil utan släp till följd av att Storgatan inte är anpassad för transporter med släp.

Tabell 2.5: Fördelning av hålstorlekar förutsatt att läckage sker vid transport

Tanktyp	Håltyp	Sannolikhet	Utsläppsmängd
Tunnväggig utan släp	Lit	50 %	180 kg
			0,3 m ³
	Medel	25 %	1 980 kg
			3 m ³
	Stort	25 %	26 300 kg
			38 m ³

Ämnesspecifika konstanter presenteras i Tabell 2.6.

Tabell 2.6: Ämnesspecifika konstanter

Konstant	Symbol	Bensin
Massavbrinning	$\dot{m}''_{\infty}$	0,055 kg/m ² s
Förbränningskonstanter	$k\beta$	2,1 m ⁻¹
Förbränningsvärme	Δh_c	43,7 kJ/kg
Strålningsandel	χ_e	0,14

*Fuktig luft

3 Metodik

3.1 Riskbedömning

Riskenivån inom området kvantifieras med avseende på individrisk och samhällsrisk uttryckt i sannolikheten för en oönskad händelse och de negativa konsekvenserna i form av dödsfall. Vid beräkningar antas att samtliga personer inom skadeområdet omkommer och samtliga personer utanför skadeområdet överlever.

Riskenivåerna delas in i tre olika kategorier:

- Acceptabel risk
- ALARP (As Low As Reasonably Practicle) område
- Oacceptabel risk

ALARP-området används för att indikera att även om riskenivån inte är klassad som oacceptabel ska riskreducerande åtgärder vidtagas förutsatt att kostnaden står i proportion till erhållen riskreduktion.

3.1.1 Individrisk

Individrisk uttrycks som frekvens per år och beräknas på olika avstånd från vägkanten genom:

$$Risk_{Individ} = \sum Olyckor_{FG} \cdot P_{Klass} \cdot P_{Scen} \cdot K_{Avstånd}$$

Där:

$Olyckor_{FG}$	Olycksfrekvensen för farligt gods längst en 1 km sträcka beräknat enligt avsnitt 3.2
P_{Klass}	Sannolikheten att olycka innefattar transport med en viss typ av farligt gods enligt 2.3.
P_{Scen}	Sannolikheten att en olycka med en viss typ av farligt gods medför olycksscenario enligt 2.6, 2.7 och 2.9.
$K_{Avstånd}$	Avståndskoefficient enligt 3.5.1

ALARP-området för individrisk ligger mellan 10^{-5} och 10^{-7} [5].

3.1.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk uttrycks med hjälp av en kumulativ FN-kurva där sannolikheten för varje scenario $Risk_{Samhäll,F}$ beräknas enligt:

$$Risk_{Samhäll,F} = Olyckor_{FG} \cdot P_{Klass} \cdot P_{Scen}$$

Där:

$Olyckor_{FG}$	Olycksfrekvensen för farligt gods längst en 1 km sträcka beräknat enligt 3.2
P_{Klass}	Sannolikheten att olycka innefattar transport med en viss typ av farligt gods enligt 2.3.
P_{Scen}	Sannolikheten att en olycka med en viss typ av farligt gods medför olycksscenario enligt 2.6, 2.7 och 2.9.

Antalet omkomna $Risk_{Samhäll,N}$ för varje scenario beräknas enligt:

$$Risk_{Samhäll,N} = A_{SO} \cdot PT \cdot K_{Avstånd}$$

Där:

A_{SO}	Skadeområde	[m ²]
PT	Persontätheten inom området	[p/m ²]
$K_{Avstånd}$	Avståndskoefficient enligt 3.5.2	[-]

ALARP-området för samhällsrisk börjar mellan 10^{-4} och 10^{-6} för en person och minskar sedan med antalet omkomna med ett k-värde om -1 [5].

3.2 Olycksfrekvens vid transport

Olycksfrekvensen (olycka med farligt gods som leder till läckage) beräknas enligt den metodik som beskrivs i *Farligt gods* [7].

Det totala trafikarbetet (TA) för en standardsträcka på 1 km beräknas enligt:

$$TA = \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot 10^{-6}$$

Där:

$\dot{A}DT_{Total}$ Genomsnittligt antal fordon per dygn

Värden för *Olyckskvot (OK)*, *Andel singel olyckor (SO_{Andel})* och *Farligt gods index ($Index_{FG}$)* hämtas från Tabell 2.2 i *Farligt gods* [7]. Denna tabell återges i Bilaga A med interpolerade värden för hastigheterna 40 km/h, 60 km/h, 80 km/h och 100 km/h¹.

Det förväntade antalet olyckor ($Olyckor_{Total}$) längst en 1 km sträcka beräknas enligt:

$$Olyckor_{Total} = \dot{A}DT_{Total} \cdot OK$$

Där:

$\dot{A}DT_{Total}$ Genomsnittligt antal fordon per dygn

Slutligen beräknas det förväntade antalet farligt godsolyckor ($Olyckor_{FG}$) längst 1 km sträckan enligt:

$$Olyckor_{FG} = Olyckor_{Total} \left[\left(SO_{Andel} \cdot \frac{\dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} \right) + (1 - SO_{Andel}) \left(\frac{2 \cdot \dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} - \frac{\dot{A}DT_{FG}^2}{\dot{A}DT_{Total}^2} \right) \right] \cdot Index_{FG}$$

Där:

$\dot{A}DT_{FG}$ Genomsnittligt antal farligt godsfordon per dygn

3.3 Olycksfrekvens vid drivmedelstation

Olycksfrekvensen (att stort läckage sker) vid drivmedelstationen ($Olyckor_{DS}$) beräknas enligt:

$$Olyckor_{DS} = N \cdot L \cdot I$$

Där:

N Antalet lossningstillfällen under ett års tid [-]

L Sannolikheten för läckage vid lossning [-]

I Sannolikheten att förare ej ingriper i tid [-]

3.4 Olycksscenarier

Olycksscenario baseras ämnets (brandfarlig vätska) primära riskfaktor. Sekundära risker så som exempelvis att en brand även kan medföra giftig rök ej beaktat därmed ej.

Använda ekvationer redovisas Bilaga B.

3.4.1 Pölbrand

Skadeområdet från en pölbrand beräknas enligt den metodik som beskrivs i kapitel 7 i *FOA-handboken* [13] där hela läckaget antas sprida ut sig på marken innan antändning sker. Pölbrandens area begränsas av mängden bränsle som läcker ut.

Baserat på pölens area approximeras branden till en cylinder där höjd och strålning beräknas enligt de ekvationer som redovisas i avsnitt B.1 i Bilaga B. Cylindern placeras med ytterkant som

¹ Interpolerade värden har tagits fram i Excel med exponentiell mjuk metod (FORECAST)

tangerar vägkant vid transporter samt med centrum vid lossningsplats vid olycka inom drivmedelstation.

Enligt Enligt *Guideline for quantitative risk assessment* [14] kan personer inomhus generellt anses skyddas från dödlig strålning. Om strålningsnivåer överstiger 35 kW/m² kan dock byggnaden antas börja brinna och samtliga personer inomhus antas omkomma. Vid beräkning av samhällsrisk antas därmed andelen personer som omkommer inomhus beskrivas av kvoten av hela skadearean och den skadearea där strålningen överstiger 35 kW/m².

3.5 Avståndskoefficient

3.5.1 Individrisk

Risken för olycka vid transport baseras på en standardsträcka på 1 km. Vid beräkning av individrisk måste denna anpassas efter skaderadien för varje scenario. Exempelvis medför en olycka med en skaderadie på 50 m som sker 400 m bort från området inga konsekvenser inom området. Baserat på Pytagoras sats och avståndet från vägen så beräknas avståndskoefficienten ($K_{Avstånd}$) att påverkas av en olycka enligt sambandet:

$$K_{Avstånd} = \frac{2\sqrt{r^2 - x^2}}{1000}$$

Där:

r Skaderadien enligt för scenariot [m]

x Avståndet från vägkanten [m]

Vid beräkning av olycka vid drivmedelstation tas ingen hänsyn till varierande avstånd på samma sätt. I dessa fall är $K_{Avstånd} = 1$.

3.5.2 Samhällsrisk

Vid beräkning av samhällsrisk behöver avståndskoefficienten inte behandlas i samma detalj då beräkning av risken att en olycka påverkar en viss punkt inom området inte krävs. I stället räcker det att fastställa huruvida olyckan påverkar området som helhet ej inte. Under förutsättning att beräknat skadeområde inte överstiger det aktuella områdets area kan vi ansätta avståndskoefficienten ($K_{Avstånd}$) till kvoten mellan transportledens sträcka längst området ($S_{Område}$) och standardsträckan på 1 km ($S_{Standard}$) enligt:

$$K_{Avstånd} = \frac{S_{Område}}{S_{Standard}}$$

Då skadeområdets area överstiger det aktuella områdets area ansätts avståndskoefficienten för samhällsrisken till 1. Detta för att begränsa det maximala antalet omkomna personer till antalet personer inom området.

3.6 Deterministisk analys

För känsligare bebyggelse som planeras inom säkerhetsavståndet om 70 m från transportled ska enligt RIKTSAM, utöver den probabilistiska risikanalys som beskrivits ovan, även en deterministisk analys genomföras.

I RIKSTAM står det:

Vid deterministiska beräkningar räknar man på vilka konsekvenser de tänkbara scenarierna medför. Eftersom man vid risikanalys kan ha ett stort antal tänkbara scenarier att konsekvensberäkna, brukar man försöka att välja det värsta tänkbara scenariot eller det rimligaste scenariot.

I en strikt deterministisk riskanalys tas ingen hänsyn till ett scenarios sannolikhet utan fokuserar endast på konsekvenserna förutsatt att en olycka sker. Att detta synsätt medför viss problematik understryks i RIKTSAM som bland annat nämner:

Svårigheten med en deterministisk ansats är att identifiera den mest relevanta händelsekedjan, som sedan skall utgöra grunden för någon form av dimensionering. Ingen hänsyn tas till hur stor sannolikheten för den oönskade händelsen är. [...]

Vid samhällsplanering är det dock svårt att fastställa rent deterministiska riskkriterier då man, för att ta hänsyn till alla riskscenarier, skulle behöva allt för omfattande skyddszoner.

Fördelarna med deterministiska kriterier är de är lätta att tolka och tillämpa. [...] Samtidigt är just detta, att de urskiljningslöst förhindrar viss typ av bebyggelse inom vissa zoner, en av de deterministiska kriteriernas stora svagheter. Samhällsplaneringen görs i så fall utan hänsyn till varken sannolikheten för en händelse eller eventuella åtgärder som kan sänka risknivån.

Om man utgår från värsta tänkbara scenario tas heller ingen hänsyn till exempelvis vilka mängder farligt gods som i själva verket transporteras utan endast hur mycket som kan transporteras, vilket kan ge en ofördelaktig situation ur samhällssynpunkt. Deterministiska kriterier gör heller ingen skillnad på om det rör sig om individ- eller samhällsrisk, utan skyddszonerna är desamma oavsett hur många personer som förväntas befinna sig inom dem.

Ofta är det samhällsekonomiskt svårt att motivera deterministiska kriterier mot bakgrund av att de så urskiljningslöst förhindrar visst utnyttjande av områden.

Med detta i åtanke utgör den deterministiska analysen främst av diskussion där resultatet i den probabilistiska riskanalysen utgör grunden för att identifiera rimliga scenarier. Se Avsnitt 4.2. Även de säkerhetsavstånd som presenterats i Avsnitt 1.6 ligger till grund för denna diskussion.

4 Resultat

4.1 Olycksfrekvens

Nedan redovisas olycksfrekvensen för bensinspill vid drivmedelstation samt vid transport. Notera skillnader i att olycksfrekvens vid drivmedelstation inkluderar sannolikhet för olika spillstorlekar medan olycksfrekvens vid transport endast beräknar sannolikhet att olycka faktiskt sker. Ingen av olycksfrekvenserna beaktas huruvida antändning faktiskt sker.

4.1.1 Drivmedelstation

Baserat på den indata som redovisas i Avsnitt 2.7.2 samt beräkningar enligt Avsnitt 3.3 erhålls olycksfrekvens vid drivmedelstationen (**Olyckor_{DS}**) enligt Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Olycksfrekvens vid drivmedelstationen

Typ av läckage	Frekvens per år
Litet (L2)	$6,7 \cdot 10^{-5}$
Medel (L1)	$6,7 \cdot 10^{-6}$
Stort (G2)	$8,4 \cdot 10^{-7}$

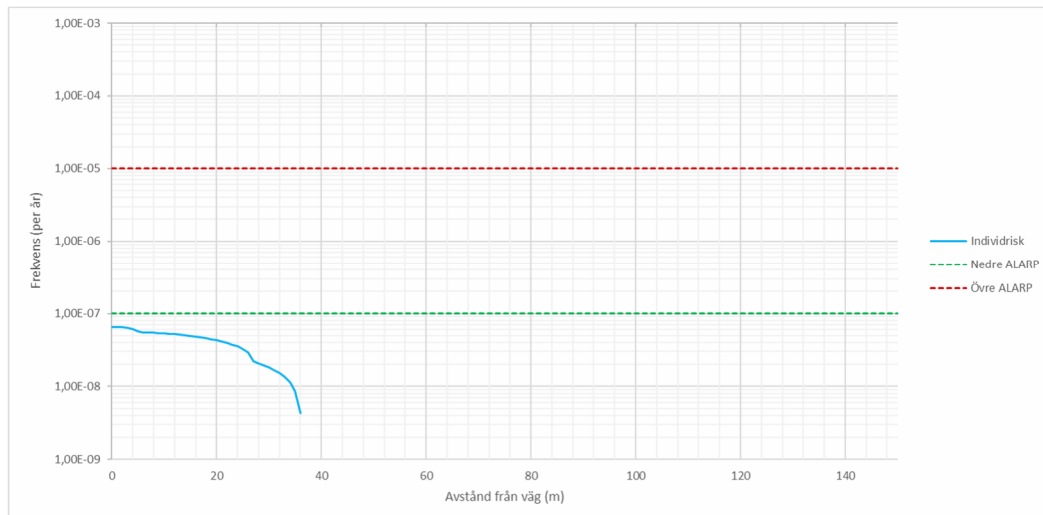
4.1.2 Transport på väg

Baserat på den indata som redovisas i avsnitt 2.3 och beräkningar enligt Avsnitt 3.2 erhålls olycksfrekvens (**Olyckor_{FG}**) för Storgatan på $5,92 \cdot 10^{-5}$.

4.2 Individrisk

4.2.1 Transport på väg

I Figur 4.1 redovisas den individrisken som en funktion av avståndet från Storgatan baserat på godsstatistik från 2018.

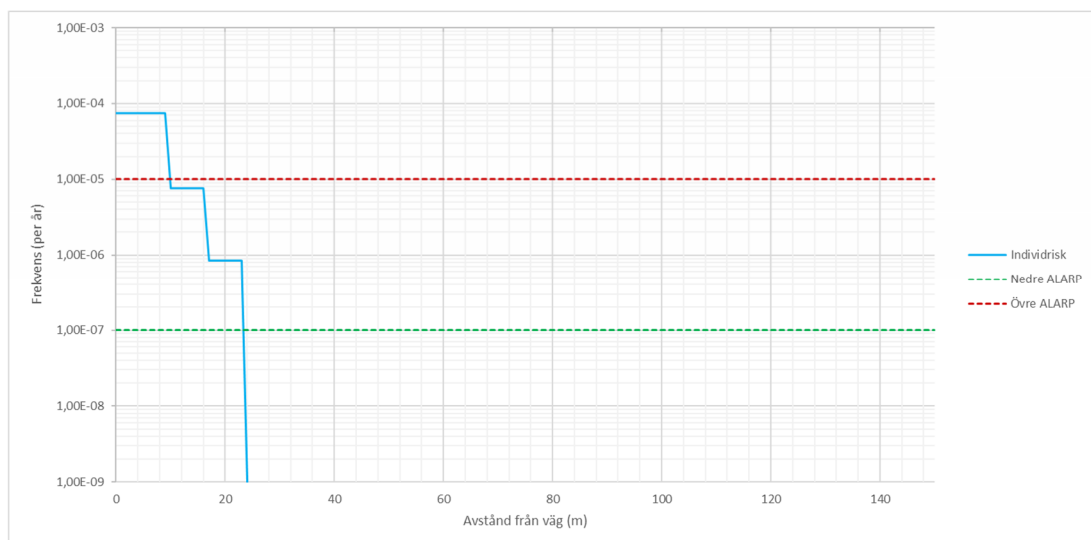


Figur 4.1: Beräknad individrisk vid transport av farligt gods som en funktion av avståndet från Storgatan

Som framgår av Figur 4.1 så understiger individrisken redan vid vägkanten den nedre ALARP-gränsen.

4.2.2 Drivmedelstation

I Figur 4.2 redovisas den individrisken som en funktion av avståndet från drivmedelstationen.



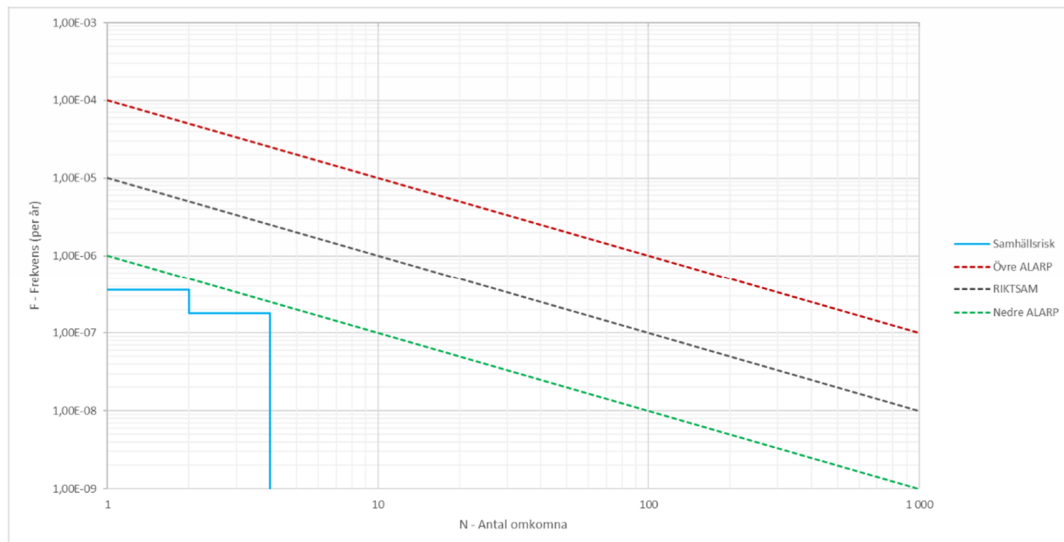
Figur 4.2 Beräknad individrisk som en funktion av avståndet från drivmedelstationen

Som framgår av Figur 4.2 så överstiger individrisken övre ALARP inom ca. 11 m och understiger ALARP-området först efter ca. 24 m från drivmedelstationen.

4.3 Samhällsrisk

4.3.1 Transport på väg

I Figur 4.3 redovisas den kumulativa samhällsriskin inom området baserat på godsstatistik från 2018. I resultaten nedan har ett 10 m säkerhetsavstånd inkluderats från vägkant för att reflektera befintliga förhållanden.



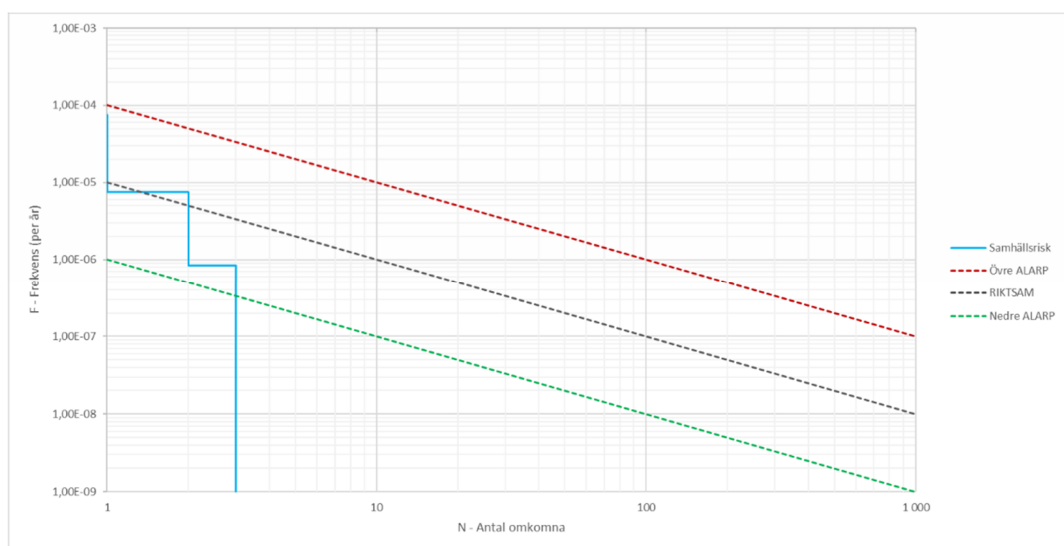
Figur 4.3: Beräknad samhällsrisk vid transport av farligt gods presenterad som FN-kurva

Som framgår av Figur 4.3 så understiger samhällsriskin den nedre ALARP-gränsen.

Det ska poängteras att samhällsriskin är starkt beroende av persontätheten och huruvida personer kan förväntas vistas utomhus (oskyddade) eller ej. Analysen har antagit en relativt hög persontäthet men skulle en ännu högre persontäthet ansättas skulle nedre ALARP-gränsen snart överskridas.

4.3.2 Drivmedelstation

I Figur 4.4 redovisas den kumulativa samhällsriskin inom området kring drivmedelstationen.



Figur 4.4 Beräknad samhällsrisk kring drivmedelstationen presenterad som FN-kurva

Som framgår av Figur 4.4 så inkräktar även samhällsriskin från drivmedelstationen på ALARP-området.

4.4 Deterministisk analys

Den deterministiska analysen baseras endast på ett scenario där en stor pölbrand uppstår vilket medför ett skadeavstånd om 24 m för personer som vistas utomhus samt ett skadeavstånd om 15 m för antändning av byggnader. Då dessa skadeområden faller inom de schablonsavstånd som presenteras i Avsnitt 1.6.1 och Avsnitt 1.6.2 behandlas dessa endast i diskussionen i Kapitel 5.

4.5 Riskreducerande åtgärder

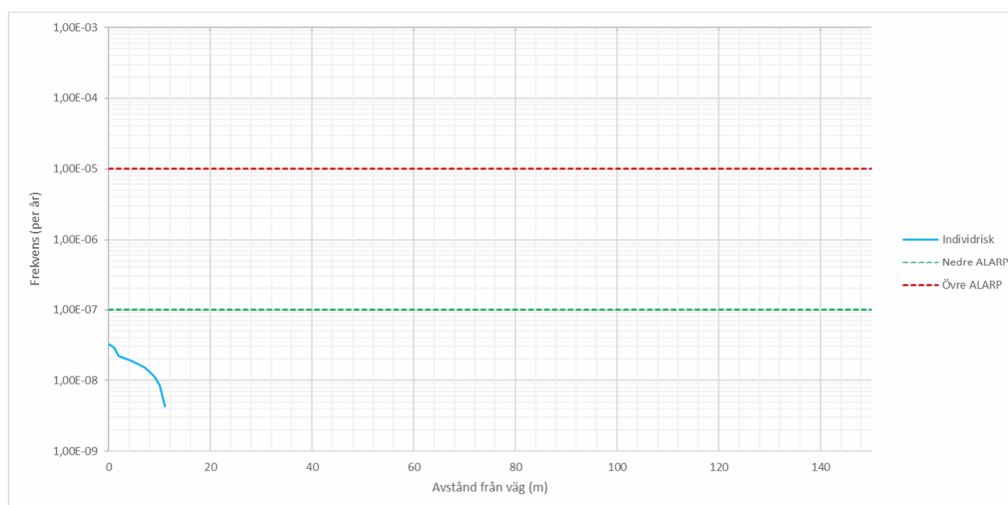
Som framgår av Avsnitt 4.2 och Avsnitt 4.3 så är riskbidraget från Storgatan redan så pass lågt att inga vidare åtgärder krävs. Riskbidraget från drivmedelstationen är å andra sidan signifikant i direkt anslutning riskkällan. Dock har beräknad riskbild ej beaktat det faktum att drivmedelstationens markyta indirekt kan beaktas som ett skyddsavstånd till intilliggande byggnader. Då kortaste avstånd från kritiska zoner (pumpar, avluftning och lossningsplats) till närliggande tomtgränser uppgår till cirka 25 m ansätts detta som skyddsavstånd.

4.5.1 Effekt av riskreducerande åtgärder

För att kvantifiera effekten av de föreslagna åtgärderna i Avsnitt 4.5 har den totala individ- och samhällsrisk (både från transport samt drivmedelstationen) beräknats igen med ett skyddsavstånd om 25 m.

4.5.1.1 Individrisk

I Figur 4.5 redovisas individrisken erhållen efter vidtagna åtgärder.

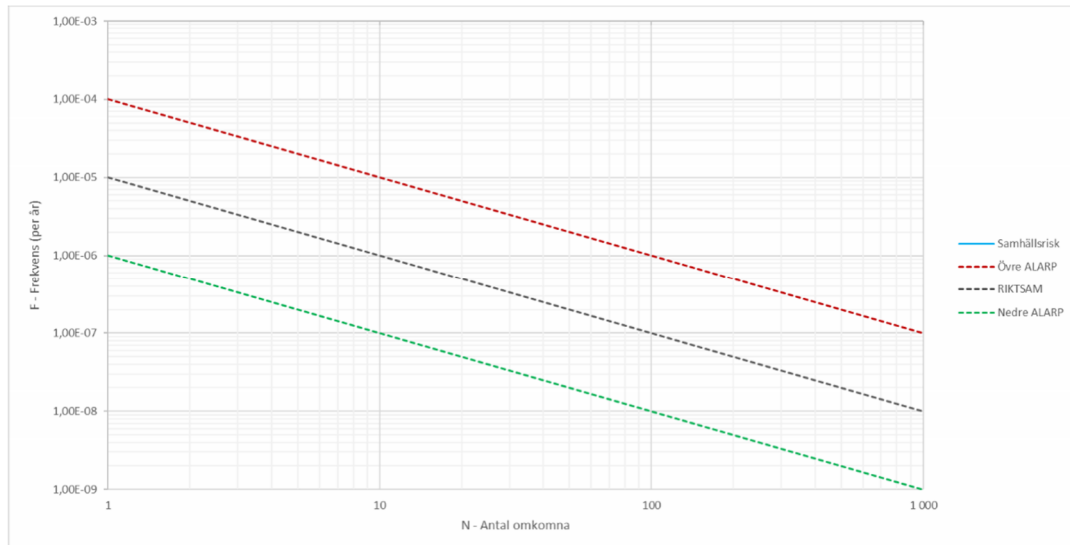


Figur 4.5: Beräknad individrisk som en funktion av avståndet från det aktuella områdets kant efter vidtagna åtgärder.

Som tydligt framgår i Figur 4.5 medför föreslaget skyddsavstånd en signifikant reducering i individrisk.

4.5.1.2 Samhällsrisk

I Figur 4.6 redovisas samhällsrisk efter vidtagna åtgärder.



Figur 4.6: Beräknad samhällsrisk inom det aktuella områdets efter vidtagna åtgärder.

Som framgår i Figur 4.6 medför föreslaget skyddsavstånd om 25 m att samhällsriskerna helt elimineras, ett förväntat resultat som då konsekvensområdet i Figur 4.2 understiger 25 m.

5 Diskussion

Resultaten i Avsnitt 4.2 och 4.3, innan riskreducerande åtgärder vidtas, visar på att drivmedelstationen medför en beaktningsvärd risk. Riskbilden är dock kraftigt begränsad till stationens närområde och bortom det fysiska skyddsavståndet om 25 m så är riskbilden acceptabel.

Resultaten i Avsnitt 4.2 och 4.3, visar på att riskbidraget som Storgatan samt den aktuella drivmedelstationen medför generellt är litet, främst till följd av det begränsade antalet transporter som passerar området men också till följd av det fysiska avståndet som uppstår då lossningsplats ligger inom drivmedelstationens bortre del med avseende på den planerade bebyggelsen.

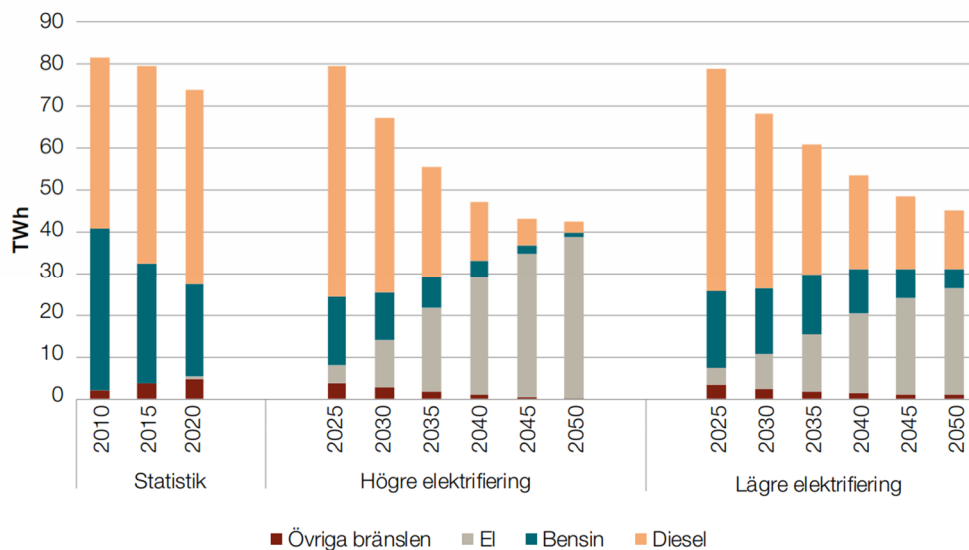
Brandfarlig vätska har, då jämfört med exempelvis giftig eller brandfarlig gas, generellt ett relativt kort skadeavstånd som dessutom är relativt okänsligt för väder. Detta leder till att osäkerheterna i analysen är att beakta som små.

Majoriteten valda sannolikheter är direkt hämtade från *RIKTSAM* [5], *Farligt gods* [7] och *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [15]. Även om osäkerheter alltid finns med avseende på huruvida valda sannolikheter representerar verkligheten kan det med hög säkerhet sägas att valda sannolikheter är hämtade från normgivande och allmänt vedertagna källor. Sannolikheter hämtade från dessa dokumentet bedöms därmed ej kräva ytterligare känslighetsanalys.

Då samhällsriskerna redovisar förväntat antal omkomna personer är denna kraftigt beroende av antalet personer som vistas inom området. Fler människor medför potentiellt fler dödsfall. I analysen har en persontätet motsvarande tätort valts trots att drivmedelstationens närområde till större del utgörs av villa-område med begränsade möjligheter till förtätning.

Något som konservativt ej beaktats i analysen är den framtida förväntade reduktionen i transport av brandfarlig vätska. Trots att generella transporter av farligt gods på Sveriges vägar förväntas öka i framtiden så förväntas transport av Klass 3 vätska minska till följd av att en allt större andel fordon drivs på el.

Statens energimyndighet har publicerat en prognos för framtida energiförbrukning [16] där även deras konservativa prognos medför en halvering av diesel och bensin inom vägtrafiken till 2040. Se Figur 4.7.



Figur 4.7: Energianvändning 2010–2020 samt 2020–2050 inom vägtrafiken uppdelad på olika bränslen vid scenarierna Högre elektrifiering och Lägre elektrifiering

Då majoriteten av det beräknade riskbidraget är direkt kopplat till Klass 3 vätskor där bensin och diesel utgör majoriteten av transporterna förväntas denna reduktion direkt påverka den framtida riskbilden.

Då skadeområdet för det största utsläppet samt individrisken mer eller mindre sammanfaller med de deterministiska avstånden i Avsnitt 1.6.2 bedöms ingen vidare deterministisk analys med avseende på dessa schablonsavstånd krävas.

De schablonsavstånd som förespråkas i Avsnitt 1.6.2 är onekligen avsevärt längre än det beräknade konsekvensområdet. Normalt brukar schablonsavstånd frångås när en risikanalys kan visa på acceptabel riskbild. Det är dock beslutfattarna i planprocessen som måste ta ställning till ifall avsteg från dessa riktlinjer ska tas i det enskilda fallet.

6 Slutsats

Det kan konstateras att den begränsade trafiken längst Storgatan medför en låg riskbild längst den aktuella transportleden medan drivmedelstationen medför en relativt hög riskbild inom stationens direkta närhet. Dock avtar denna risk snabbt och utanför stationens tomtgräns är riskbilden att beakta som acceptabel utan vidare åtgärder.

Referenser

- [1] Trafikverket, "NVDB på webb," 2019. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.
- [2] Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01 Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Räddnings- och säkerhetsavdelningen.
- [3] MSB, "Kartläggning av farligt godstransporter," 2006.
- [4] Det Norske Veritas, "Värdering av risk," Statens räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [5] C.-A. Stenberg, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, Länsstyrelsen i Skåne län, 2007.
- [6] Karin Hedeklint, "Statistiska tätorter 2018 - Antal, befolkning och arealer," SCB, 2019.
- [7] Räddningsverket, "Farligt Gods - Riskbedömning vid transport," Statens räddningsverk, Karlstad, 1996.
- [8] Göran Nilsson, "Vägransporter med farligt gods - Farligt gods i vägtrafikolyckor," Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [9] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer>.
- [10] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail," Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 1993.
- [11] L. Ljung, *L. Ljung intervjuad av ÅF*, Svenska Petroleuminstitutet (SPI).
- [12] Mannan, S, Lees' Loss Prevention in the Process Industries - Hazard identification, assessment, and control, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.
- [13] Forsvarsverkets Forskningsanstalt, "Vårdautsläpp av brandgfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Statens Räddningsverk, Styrelsen för Svensk Brandforskning, Arbetsmiljöfonden, 1998.
- [14] Directorate-General for Social Affairs and Employment, "Guidelines for quantitative risk assessment: Purple Book (CPR 18E)," Committee for Prevention of Disasters by Hazardous Materials, Nederländerna, 2005.
- [15] Fréden S., "Rapport 2001:5 - Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Miljösektionen, 2021.
- [16] Statens energimyndighet, "Scenarier över Sveriges energisystem 2023 - Med fokus på elektrifieringen 2050," Bromma, 2023.

[17] B. Karlsson och J. G. Quintiere, Enclosure Fire Dynamics, 1999.

Bilaga A Tabeller

Tabell för fastställande av Olyckskvot (OK), Andel singel olyckor (SO_{Andel}) och Farligt gods index ($Index_{FG}$)

Bebyggelse	OK	SO_{Andel}	$Index_{FG}$	Hastighet	OK	SO_{Andel}	$Index_{FG}$	Gatu/ Vägtyp	OK	SO_{Andel}	$Index_{FG}$
Tätort	1,20	0,15	0,05	30 km/h	1,50	0,05	0,01	Område	1,0	0,10	0,01
								Gata/Väg	2,0	0,05	0,01
				*40 km/h	1,33	0,11	0,035	Område	1,0	0,13	0,02
								Gata/Väg	1,65	0,10	0,03
				50 km/h	1,20	0,15	0,03	Område	1,0	0,15	0,03
								Gata/Väg	1,2	0,15	0,03
								Trafikled	1,5	0,10	0,02
				*60 km/h	0,98	0,23	0,088	Gata/Väg	0,97	0,20	0,08
								Trafikled	1,15	0,17	0,06
				70 km/h	0,80	0,30	0,12	Gata/Väg	0,65	0,25	0,11
								Trafikled	0,80	0,25	0,11
								Ringled	0,90	0,25	0,11
								Flerfältsväg	0,60	0,30	0,13
								Motorväg	0,60	0,30	0,13
								Grusväg	0,70	0,35	0,18
Landsbygd	0,40	0,45	0,30	70 km/h	0,70	0,30	0,15	Tvåfältsväg	0,80	0,30	0,15
								Flerfältsväg	0,60	0,30	0,15
								Grusväg	0,70	0,37	0,21
				*80 km/h	0,59	0,36	0,21	Flerfältsväg	0,52	0,35	0,20
								Grusväg	0,70	0,40	0,25
								<5 m bred	0,45	0,45	0,28
				90 km/h	0,40	0,45	0,28	5 - 5,9 m	0,42	0,45	0,28
								6 - 11 m	0,40	0,45	0,28
								11 - 13 m	0,35	0,45	0,28
								ML	0,37	0,40	0,25
								Flerfältsväg	0,40	0,35	0,22
								Motorväg	0,32	0,50	0,34
				*100 km/h	0,37	0,49	0,34	11 - 13 m	0,32	0,47	0,31
								ML	0,32	0,45	0,29
								Flerfältsväg	0,35	0,44	0,29
								Motorväg	0,29	0,55	0,38
				110 km/h	0,28	0,55	0,40	<8 m Norrland	0,21	0,60	0,41
								11 - 13 m	0,30	0,50	0,34
								ML	0,28	0,50	0,34
								Flerfältsväg	0,28	0,50	0,34
								Motorväg	0,26	0,60	0,42

* Interpolerat värde framtaget i Excel med exponentiell mjuk metod (FORECAST)

Bilaga B Ekvationer

B.1 Pölbrand

Pölbrandens area (A [m^2]) beräknas enligt ekvation 7:6 och 7:7 i FOA-handboken [13]:

$$A = \frac{V_{\text{utsläpp}}}{\delta}$$

Där:

$V_{\text{utsläpp}}$	Utsläppets volym	$[\text{m}^3]$
δ	0,01	$[\text{m}]$

Pölbrandens massavbränning ($\dot{m}''_{\text{pöl}}$ [$(\text{kg/s})/\text{m}^2$]) beräknas enligt ekvation 3.6 i Enclosure Fire Dynamics [17]:

$$\dot{m}''_{\text{pöl}} = \dot{m}''_{\infty} \cdot (1 - e^{-k\beta D_{\text{pöl}}})$$

Där:

$\dot{m}''_{\infty}$	Ämnets massavbränning för oändligt stor pölbrand	$[(\text{kg/s})/\text{m}^2]$
$k\beta$	Ämnesspecifika tabellvärde	$[\text{m}^{-1}]$

Pölbrandens effekt ($\dot{Q}$ [kW]) beräknas enligt:

$$\dot{Q} = \dot{m}''_{\text{pöl}} \cdot A \cdot \Delta h_c$$

Där:

Δh_c	Förbränningsvärme	$[\text{kJ/kg}]$
--------------	-------------------	------------------

Risikavståndet ($R_{s,50}$ [m]) inom vilket risken för dödlighet är 50 % beräknas enligt ekvation i avsnitt 6.1.7 av RIKTSAM Bilaga A [5]:

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

Där:

χ_r	Strålningsandel	$[-]$
$\dot{Q}$	Brandeffekt	$[\text{kW}]$
$\dot{q}''_x$	Kritisk strålningsintensitet	$[\text{kW}/\text{m}^2]$