prevecon

NACKA KOMMUN

MENSÄTTRAVÄGEN, ORMINGE C
NACKA KOMMUN

RISKBEDÖMNING
TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Datum: 2017-04-10
Reviderad: 2018-05-18

Uppdragsansvarig: Dan Cornelius - Civilingenjör/brandingenjör
Handläggare: Adam Lindström - Civilingenjör/brandingenjör

Åsboholmsgatan 6
504 51 Borås

Kungsgatan 48B
411 15 Göteborg

Västerlånggatan 27
111 29 Stockholm

Kålgårdsbergsgatan 10
451 30 Uddevalla

Bäckgatan 10C
432 44 Varberg

Telefon vxl: 010-703 70 00

www.prevecon.se

Projektinformation

Uppdragsnummer:	20160523-01
Uppdragsnamn:	Mensättravägen, Orminge C
Kommun:	Nacka kommun
Uppdragsgivare:	Nacka kommun
Uppdragsgivarens ref:	Tove Mark

Organisation - Prevecon Brand & Riskkonsult AB

Uppdragsansvarig/ Internkontroll:	……. Dan Cornelius - Civilingenjör/brandingenjör Telefon: 010-703 70 16
Handläggare:	…….. Adam Lindström - Civilingenjör/brandingenjör Telefon: 010-703 70 32

Dokumenthistorik

Version	Datum	Anmärkning	Handläggare	Internkontroll
1	2018-05-18	Reviderat analysen med hänsyn till antalet gasoltransporter.	AL	DC
0	2017-04-10		AL	DC

SAMMANFATTNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Nacka kommun utfört en riskbedömning i samband med upprustning av Orminge C. Ny bebyggelse planeras längs med Mensättravägen vilken är klassad som sekundär transportled för farligt gods. Oljeavfall, spillolja, etc. och gasol transporteras på vägen till verksamheter inom Kummelbergets industriområde. Totalt förväntas 0,8 transporter per dag av farligt gods ske på vägen år 2030. Syftet med denna handling är att ge förslag på lämpliga planbestämmelser med hänsyn till transporten av farligt gods på Mensättravägen.

Analysen redovisar risknivåer från Mensättravägen i form av platsspecifik individrisk och samhällsrisk. Risken har jämförts och värderats utifrån acceptanskriterier. Både individrisken och samhällsrisken hamnar under det undre acceptanskriteriet, vilket innebär att risknivån kan anses vara acceptabel utan att riskreducerande åtgärder vidtas. Även när indata varieras i känslighetsanalysen till mycket konservativa värden för området hamnar risknivåerna mer eller mindre under det undre acceptanskriteriet, bortsett från samhällsrisken som hamnar precis över detta kriterium i en liten del av F/N-diagrammet. Det bör dock poängteras att persontätheten i känslighetsanalysen är mycket konservativt satt. Att samhällsrisken ej förändras mer med sådan hög persontäthet visar på robusthet i beräknade riskmått och att risknivån kan förväntas ligga under det undre acceptanskriteriet.

I denna riskbedömning har hänsyn ej tagits till Panncentralen vid Orminge C. Risker förknippade med Panncentralen utreds av Nacka kommun parallellt med denna handling.

Vid bebyggelse nära bensinstationen (om sådan bebyggelse sker innan bensinstationen omlokaliseras) ska hänsyn tas till skyddsavstånd. Enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskap ska skyddsavståndet vara minst 25 meter medan Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar 50-100 meter.

Med hänsyn till den framräknade individ- och samhällsrisken i denna handling bedöms riskbilden längs med Mensättravägen vara acceptabel utan att åtgärder vidtas. Hänsyn tas dock till Länsstyrelsen i Stockholms Län senaste skrift om riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, vilket innebär att följande riskreducerande åtgärder föreslås utmed Mensättravägen:

0-15 meter från Mensättravägen

- Bebyggelsefritt område.
- Ytan utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Icke stadigvarande vistelse accepteras (ytparkering, gång- och cykelväg, etc.). Uteserveringar eller liknande är att betrakta som stadigvarande vistelse.
- Väg förses med kantsten.

15-25 meter från Mensättravägen

- Byggnader utformas så att det är möjligt att utrymma bort från Mensättravägen.

INNEHÅLL

Sammanfattning 3

1 Inledning 6

1.1 Uppdragsbeskrivning 6
1.2 Syfte 6
1.3 Bakgrund till uppdraget 6
1.4 Avgränsningar 9
1.5 Målgrupp 9
1.6 Begrepp och definitioner 9

2 Lagar och riktlinjer 11

2.1 Jämförelse med studerat område 14

3 Transport av farlig gods 15

3.1 Allmänt om konsekvenser till följd av vådautsläpp 15
3.1.1 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål 16
3.1.2 Klass 2 – Gaser 16
3.1.3 Klass 3 – Brandfarliga vätskor 17
3.1.4 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider 17

4 Arbetsmetod 18

4.1 Övergripande om metod för riskhanteringsprocessen 18
4.2 Arbetsmetod för denna analys 19
4.3 Val av acceptanskriterier 20

5 Förutsättningar 23

5.1 Områdesbeskrivning 23
5.2 Trafikinformation 24
5.2.1 Trafikflöde av farligt gods 25
5.3 Väderförhållanden 26
5.4 Persontäthet 27

6 Riskidentifiering 28

6.1 Dimensionerande olyckshändelser 28

7 Bedömning av sannolikheter och frekvenser 30

7.1 Nuläge med trafik från ny bebyggelse 30
7.2 År 2030 30

8 Konsekvensberäkningar 32

9 Riskmått 34

9.1 Individrisk 34
9.1.1 Nuläge med trafik från ny bebyggelse 34
9.1.2 År 2030 35

9.2 Samhällsrisk 35
9.2.1 Nuläge med trafik från ny bebyggelse 36
9.2.2 År 2030 36

10 Känslighetsanalys 37

11 Riskvärdering 39

12 Rekommenderade riskreducerande åtgärder 40

13 Värdering av osäkerheter 41

14 Slutsatser 43

15 Referenser 44

Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar 46

Bilaga B – Konsekvensberäkningar 50

Bilaga C – Beräkning av individrisk 53

Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk 55

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAGSBESKRIVNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har på uppdrag av Nacka kommun utfört en riskbedömning avseende transport av farligt gods i samband med ny detaljplan för ny bebyggelse längs med Mensättravägen, Orminge C.

Riskbedömningen och de riskreducerande åtgärderna kan med fördel nyttjas för pågående och kommande detaljplanearbeten inom området.

1.2 SYFTE

Riskbedömningen har utförts för att redovisa och värdera risker avseende transport av farligt gods på Mensättravägen. I riskbedömningen klargörs minsta möjliga avstånd från Mensättravägen till ny bebyggelse och riskreducerande åtgärder tas fram för att uppnå ett acceptabelt utförande av ny bebyggelse. Syftet med denna handling är att ge förslag på lämpliga planbestämmelser med hänsyn till transporten av farligt gods på Mensättravägen samt utreda minsta möjliga avstånd från Mensättravägen till ny bebyggelse.

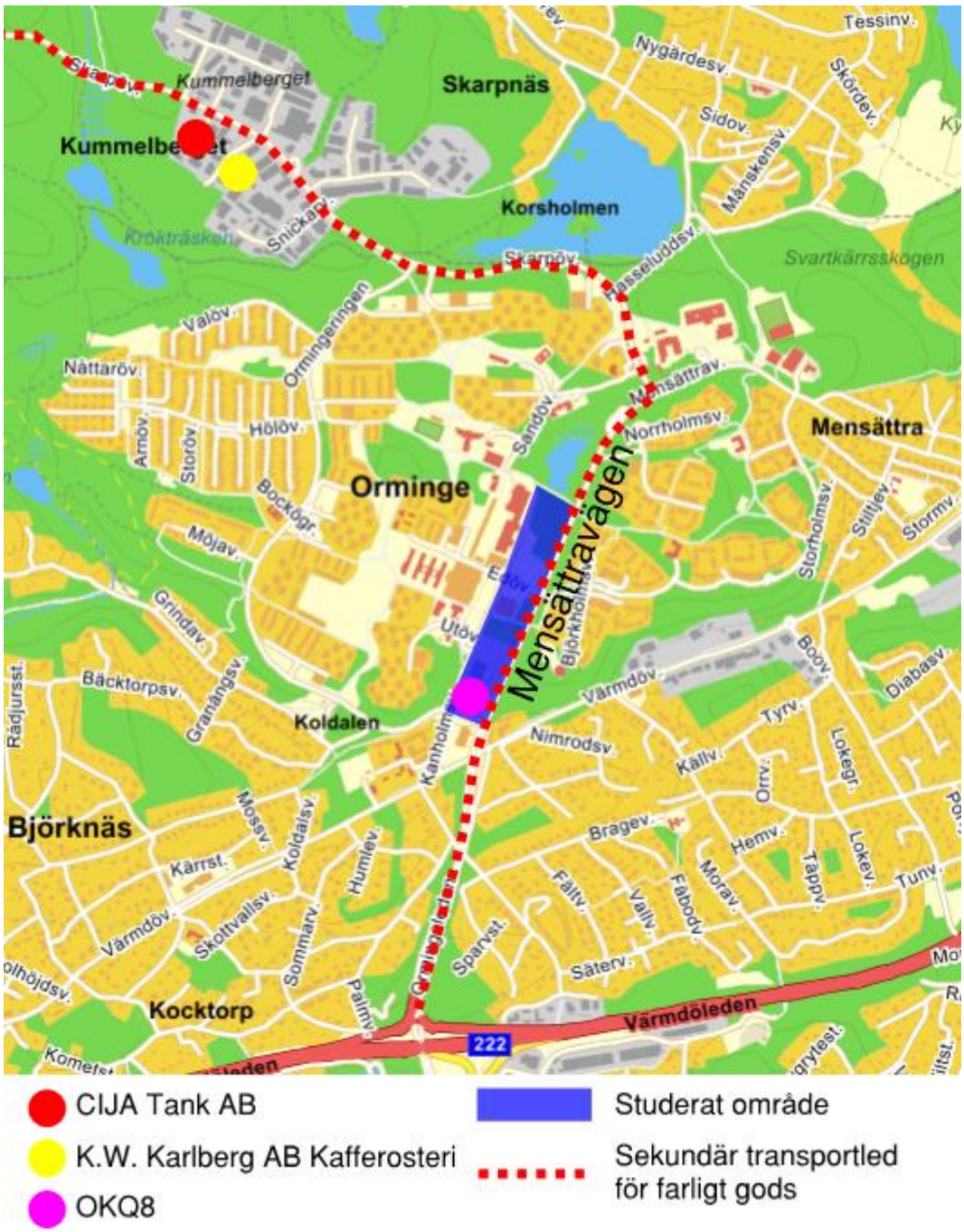
1.3 BAKGRUND TILL UPPDRAGET

Orminge C ska rustas upp och utvecklas i samband med att kommundelen Boo växer. Idag domineras centrumet av parkeringsytor, gatumark och bebyggelse med slutna fasader men ska omvandlas till ett attraktivt stadsdelscentrum för boende, besökare och företag [1]. Detaljplanerna inom området kommer möjliggöra nybyggnad av cirka 1100-1400 bostäder i Orminge C. För att möjliggöra detta vill Nacka kommun uppföra ny bebyggelse (främst flerbostadshus eventuellt med lokaler i markplan samt lokaler för handel/verksamheter) längs med Mensättravägen, vilken är klassad som sekundär transportled för farligt gods.

Sedan tidigare har en inledande riskbedömning tagits fram för transport av farlig gods på Mensättravägen [2]. Denna riskbedömning ska således utgöra utvecklad riskutredning för de kvarter som angränsar till Mensättravägen. Enligt uppdragsbeskrivning från Nacka kommun ska följande fastigheter omfattas av riskbedömningen:

- Orminge 1:59
- Orminge 54:1
- Orminge 54:2
- Orminge 53:9
- Del av Orminge 60:1
- Orminge 52:1
- Del av Orminge 46:1
- Del av Mensättra 1:1

Uppdragets geografiska omfattning (studerat område) redovisas i figur 1 tillsammans med sträckning av sekundär transportled för farligt gods samt verksamheter som hanterar farligt gods i betydande mängder.

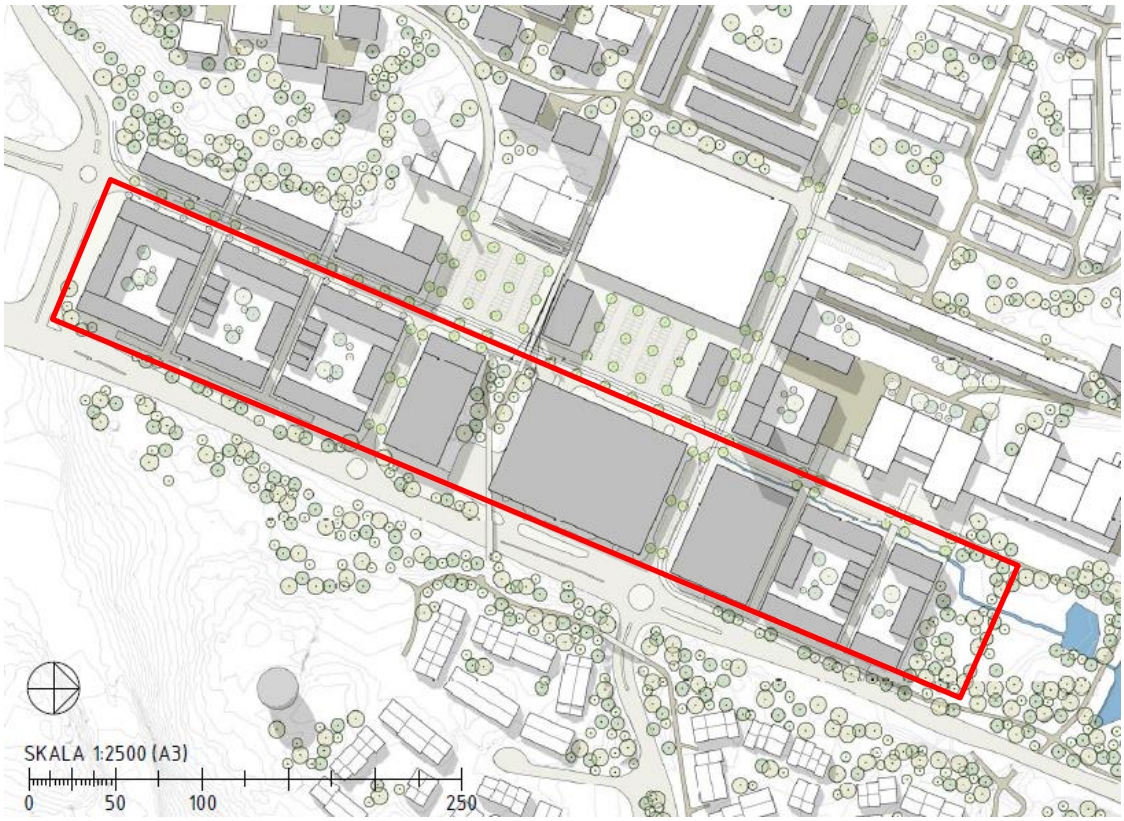


Figur 1. Studerat område och väsentliga verksamheter för riskbedömningen *(ursprungsbild från eniro.se)*.

Studerat område kommer att byggas om i etapper med början längst norrut i markerat området i figur 1 (närmast Sarvträsk). Med största sannolikhet kommer OKQ8 att flyttas i anslutning till Värmdöleden. I den förstudie som har gjorts antas transporter till bensinstationen kunna ske längs med Mensättravägen förbi studerat område (nya lokalisering av bensinstationen var då ej bestämd).

Någon sådan transport kommer dock ej att vara aktuell eftersom bensinstationen ej omlokaliseras på ett sådant sätt att sådan transport förväntas ske längs med studerat område. Transport av farligt gods som i dagsläget sker till bensinstationen hanteras dock i riskbedömningen. Detta eftersom bensinstationen kommer att ligga kvar på befintlig lokalisering under ombyggnationens inledande etapper.

I figur 2 nedan återges ett förslag på kvartersbebyggelsen inom uppdragsområdet. Observera att detta är en tidig skiss där husutformning, vägar, etc. kommer att detaljstuderas och justeras.



Figur 2. Tidig skiss på föreslagna kvarter (White 2014-02-04).

Nacka kommun önskar att riskanalysen utförs med uppskattade trafikflöden för år 2030 på Mensättravägen. I denna rapport kommer dock även riskbilden med nu gällande trafikflöde att redovisas för jämförelse.

1.4 AVGRÄNSNINGAR

Uppdraget avser enbart att studera de risker som innefattar farligt godsolyckor genererade av transporter på Mensättravägen. Risker i samband med Orminge panncentral (inklusive transporter av farlig gods till panncentralen) och bensinstationen hanteras ej, dock hanteras transporter till bensinstationen. Transporter av farligt gods till bensinstationen hanteras på sådant sätt att avstånd från befintlig transportväg till studerat område utreds och jämförs med beräknade riskavstånd.

Endast konsekvenser där människor omkommer hanteras i riskanalysen. Övriga risker som kan påverka personers hälsa, exempelvis buller, vibrationer etc. har exkluderats. Därtill omfattas ej olyckshändelser där långvarig exponering krävs för att ge upphov till negativa konsekvenser.

1.5 MÅLGRUPP

Målgruppen för denna rapport är företrädelsevis beställaren, Nacka kommun. Rapporten är framtagen under förutsättning att läsaren besitter vissa grundkunskaper om riskbedömning.

1.6 BEGREPP OCH DEFINITIONER

I detta avsnitt beskrivs begrepp och definitioner. Begrepp som berör de olika arbetsmomenten i denna rapport, t.ex. riskanalys och riskbedömning, hanteras i avsnitt 4.

Risk
Risk kan definieras som en sammanvägning av sannolikheten för att en händelse ska inträffa samt de negativa konsekvenser händelsen kan leda till [3].

Individrisk
Individrisk är ett riskmått där sannolikheten för att en viss individ omkommer under en tidsperiod, ofta ett år, beskrivs. Individrisk kan uttryckas som platsspecifik risk eller individspecifik risk.

Platsspecifik risk innebär risken att omkomma för en hypotetisk person som antas befinna sig kontinuerligt på en specifik plats (i denna riskanalys antas personen befinna sig utomhus). Individspecifik risk tar hänsyn till att individen i fråga inte befinner sig på samma plats hela tiden [3]. I denna rapport är det den platsspecifika risken som beräknas.

Samhällsrisk
Samhällsrisk är ett riskmått som inkluderar risker för alla personer som utsätts för en risk, och är i hög grad beroende av populationstätheten. Syftet med samhällsrisk är att beskriva hur riskbilden ser ut inom ett större område d.v.s. beskriver hur sannolikt det är med olyckor där konsekvensen blir att många omkommer [3]. Samhällsrisk anges i frekvens (antal händelser per år) och konsekvens (antal omkomna). Samhällsrisk kan uttryckas med hjälp av FN-diagram.

Acceptanskriterier
Acceptanskriterier används för att bedöma om risken är acceptabel eller ej. Det finns både kvalitativa och kvantitativa kriterier för både individrisk och samhällsrisk [3]. I riskbedömningar används dock allt som oftast kvantitativa kriterier för att kunna jämföra risknivåer och åtgärdsförslag.

Farligt godsolycka
Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö eller egendom.

Med farligt godsolycka innebär att det skadliga ämnet har kommit ut till omgivning. En tankbil som har kört av vägen och vält är därmed ingen farligt godsolycka om inte det farliga godset har kommit ut till omgivningen.

Riskavstånd
Avstånd från riskkällan till område där människor ej bedöms påverkas av risken.

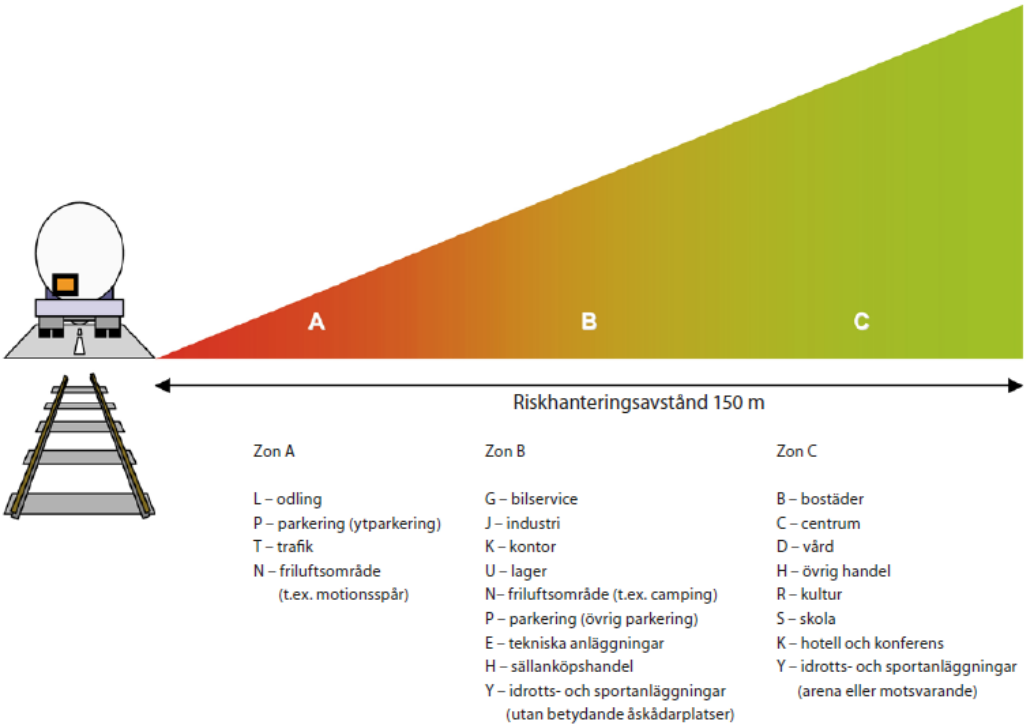
2 LAGAR OCH RIKTLINJER

Nedan beskrivs övergripande de lagar och riktlinjer som normalt tillämpas vid riskhantering vid farligt gods vid planärenden.

Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) med tillhörande förordning reglerar de krav som ställs vid planläggning av mark och vatten och om byggande. Plan- och bygglagen (PBL) ställer inga direkta krav på att en riskbedömning ska genomföras, dock ställs krav på att en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människor i dagens samhälle och för kommande generationer ska främjas, vilket i praktiken medför att en riskbedömning måste göras vid planläggning. Även miljöbalken (SFS 1998:808) berör en hållbar utveckling för människors hälsa.

Utöver lagar ger landets Länsstyrelser ut riktlinjer för att mer detaljerat beskriva hur och när riskanalyser och riskbedömningar bör genomföras. Vanligtvis används de rekommendationer som Länsstyrelserna i Stockholms län, Skåne län och Västra Götalands län har upprättat. Avsteg från rekommendationerna gällande skyddsavstånd kan allt som oftast göras med en utförlig riskanalys som grund. Det bör dock poängteras att Länsstyrelsen i Stockholms län nyligen har givit ut nya riktlinjer, se längre ner i detta avsnitt, där länsstyrelsen ger indikationer på vilka skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder som minst är nödvändiga oberoende av rådande risknivå.

Riskpolicy i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län
Policyn grundar sig på plan- och bygglagen (SFS 2010:900) samt miljöbalken (SFS 1998:808) och berör hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas för detaljplaner i närheten av transportleder för farligt gods. Inom 150 meters avstånd från transportleder för farligt gods bör riskhanteringsprocessen beaktas [4]. Därtill har Länsstyrelserna tagit fram förslag på markanvändning inom detta avstånd, se figur 3.

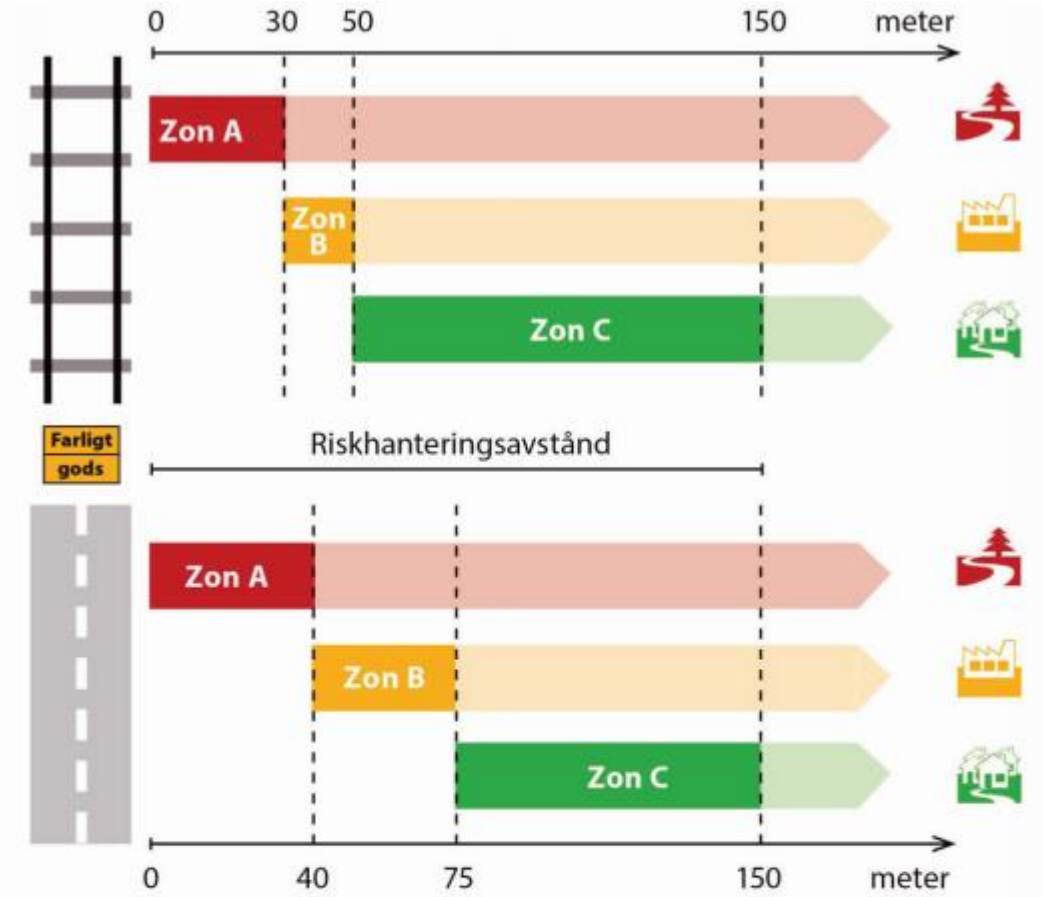


Figur 3. Zonindelning enligt Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands läns **[4]**.

Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholm län har gett ut riktlinjer för riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer [5]. Riktlinjerna anger rekommenderade skyddsavstånd mellan riskkällor och olika typer av bebyggelse. Skyddsavstånden skiljer sig endast marginellt från de riktlinjer som Skåne län [6] och Västra Götalands län [7] har gett ut.

Länsstyrelsen i Stockholm har även gett ut riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [8]. Riktlinjerna tydliggör hur Länsstyrelsen i Stockholms län bedömer risker vid granskning av detalj- och översiktsplaner och är en uppdatering gällande skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder. Rekommenderad markanvändning och skyddsavstånd återges i figur 4. Rekommendationen med drivmedelsförsörjning i zon A gäller dock ej vid järnvägar.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 4. Rekommendera markanvändning och skyddsavstånden enligt Länsstyrelsen i Stockholms län **[8]**.

Länsstyrelsen anser att skyddsavstånd är att föredra framför andra riskreducerande åtgärder och vid korta avstånd läggs större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka med farligt gods än sannolikheten att en sådan olycka inträffar.

Intill primära leder för farlig gods rekommenderar Länsstyrelsen att ett bebyggelsefritt område på minst 25 meter från vägen upprättas. Inom 30 meter anges ett antal riskreducerande åtgärder för olika verksamheter:

För markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K) gäller att:

- glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.

För markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K), drivmedelsförsörjning (G), Industri (J) och verksamheter (Z) gäller att:

- fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI 30.
- friskluftsintag ska riktas bort från vägen.
- det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.

För sekundära transportleder anger Länsstyrelsen att det är svårare att ge en generell vägledning eftersom riskbilden kan variera mellan olika vägar med hänsyn till vilka konsekvenser och sannolikheter som kan förväntas. Markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K) ska för de flesta sekundära leder uppföras med 25 meter till vägen. Det kan dock vara möjligt att bygga närmare en sekundär led men sannolikt ej mindre än 15-20 meter.

Länsstyrelsen anger dessutom att riskutredningar ska utreda eventuellt behov av riskreducerande åtgärder utöver de krav som länsstyrelsen anger.

Övriga lagar och riktlinjer
Förutom ovanstående lagar, riktlinjer och rekommendationer förekommer ett antal lagar och föreskrifter som kan vara relevanta för markanvändning och planärenden med hänsyn till människors säkerhet och hälsa. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ger till exempel ut föreskrifter angående hantering och förvaring av brandfarliga varor.

2.1 JÄMFÖRELSE MED STUDERAT OMRÅDE

Nacka kommun vill med denna riskbedömning undersöka vilken riskbild som den sekundära transportvägen för farlig gods (Mensättravägen) ger upphov till och om det är möjligt att bygga närmare än de avstånd som Länsstyrelsen i Stockholm anger enligt föregående avsnitt.

3 TRANSPORT AV FARLIG GODS

Farligt gods delas in i nio olika klasser beroende på vilka egenskaper ämnet har. De olika klasserna och exempel på ämnen redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Indelning av farligt gods i olika klasser.

Klass	Ämne	Exempel
1	Explosiva ämnen och föremål.	Sprängämnen, tändmedel, ammunition.
2	Brännbara gaser och giftiga gaser.	Gasol, vätgas, klor, ammoniak.
3	Brandfarliga vätskor.	Bensin, dieselolja, eldningsolja.
4	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, fasta okänsliggjorda explosiva ämnen, självantändande ämnen och Ämnen som utvecklar brandfarliga gaser vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid, fosfor.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider.	Natriumklorat, väteperoxid.
6	Giftiga ämnen och smittförande ämnen.	Arsenik, bly, kvicksilver, cyanid.
7	Radioaktiva ämnen.	
8	Frätande ämnen.	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid.
9	Övriga farliga ämnen och föremål.	Asbest, gödningsämnen.

3.1 ALLMÄNT OM KONSEKVENSER TILL FÖLJD AV VÅDAUTSLÄPP

Vid en farligt godsolycka är det främst ämnen i klass 1, 2 och 3 som kan medföra negativa konsekvenser för människor i det aktuella området. Brandfarliga fasta ämnen (klass 4) liksom frätande ämnen (klass 8) kan medföra negativa konsekvenser på människor, men då endast i omedelbar närhet till utsläppet eller i direkt kontakt med ämnet. För giftiga ämnen (klass 6) uppstår risk för skada endast om man får direktkontakt med ämnet eller får det i sig. Vådautsläpp av oxiderande ämnen samt organiska peroxider (klass 5) medför normalt sett inte allvarliga konsekvenser för människor men kan om de blandas med t.ex. fordonets drivmedel leda till liknande konsekvenser som för klass 1.

Radioaktiva ämnen (klass 7) behandlas normalt sett inte i riskanalyser eftersom akut skada vanligtvis inte uppkommer. Övriga farliga ämnen och föremål (klass 9) är en mycket bred grupp av ämnen där konsekvenserna beror av situation och ämne.

Enligt ovanstående resonemang redovisas nedan vilka konsekvenser för människor som olyckor med farligt gods i klass 1, 2, 3 och 5 kan ledan till.

3.1.1 KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL

För explosiva varor är det främst undergruppen 1.1, massexplosiva varor, som kan orsaka skador på människor. En olycka med 15-25 ton massexplosiva ämnen kan orsaka så höga tryck att byggnader skadas/raseras på flera hundra meters avstånd. Människor tål höga tryck bättre än byggnader, dock kan en raserad byggnad i sin tur orsaka skador på människor. Cirka 60 meter från olycksplatsen kan människor dö som en direkt följd av tryckökningen.

Massexplosiva varor transporteras i relativt liten omfattning och då ofta som styckegods, vilket innebär endast små mängder i taget. På grund av de små transportvolymerna och relativt få transporter är riskbidraget från explosiva varor litet.

3.1.2 KLASS 2 – GASER

För att transportera och förvara gas med så liten volym som möjligt kan gasen trycksättas så att den övergår i vätskefas. En behållare fylls till cirka 80 % vilket innebär att behållaren till viss del även innehåller gasformigt ämne. Transporter med trycksatta gaser transporteras i tjockväggiga tankar. Om behållaren skadas så att den går sönder och ämnet börjar läcka ut, blir konsekvenserna betydligt värre om ämnet kommer ut i vätskefasen än i gasfasen. Konsekvenserna skiljer sig även åt om det är en brännbar eller giftig gas.

Brännbara gaser
Brandfarliga gaser är till exempel gasol, acetylen, vätgas och metan. Vid läckage av gasol kan följande händelser inträffa:

- Jetflamma uppstår om gasen antänds direkt. Flamman ger upphov till värmestrålning som kan skada människor. Är utsläppet gasformigt blir skadorna begränsade till den närmsta omgivningen. Sker utsläppet i vätskefasen blir flamman betydligt större och ett större område påverkas av värmestrålningen. I analysen antas läckaget uppstå nära vätskeytan i tanken, vilket innebär att utsläppet både innehåller vätska och gas.

- Om utsläppet inte antänds direkt kan gasolen bilda ett brännbart gasmoln som kan antändas i ett senare skede. Gasmolnets storlek beror på läckagestorlek och vindhastigheten samt om utsläppet sker i gasfas, nära vätskeytan eller i vätskefas. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan i tanken, vilket innebär att utsläppet både innehåller vätska och gas. I analysen antas att utsläppet sker nära vätskeytan.

- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). En BLEVE kan uppstå om en behållare med gasol utsätts för brand. Trycket inne i behållaren blir högt på grund av värmen och till slut sprängs behållaren och gasolen bildar ett aerosolmoln (gasmoln som även innehåller vätska) i den omgivande luften. Om detta aerosolmoln antänds sker en snabb och kraftig förbränning som kan få mycket allvarliga konsekvenser. En BLEVE drabbar främst dem som vistas utomhus och inte hinner eller tänker på att fly undan. Från det att en farligt godsolycka sker till dess att en BLEVE kan uppstå dröjer ofta så länge att berörda områden hinner evakueras. Risken för att en BLEVE ska inträffa är mycket liten, och gäller främst transporter på järnväg då flera behållare transporteras på samma gång.

- Om det inte förekommer några tändkällor eller om gasen i gasmolnet inte ligger inom brännbarhetsområdet, kan ett gasmoln uppstå utan antändning. Detta scenario antas inte medföra några konsekvenser för människor.

Giftiga gaser
Det kan vara svårt att i förväg uppskatta hur omfattande konsekvenser ett utsläpp med giftig gas kan få då gasens utbredning styrs av många omgivande faktorer, exempelvis väder, vind och topografi. Klor är en av de mest giftiga gaserna, och då klor är en tung gas sprids den längs marken, vilket särskilt drabbar människor som befinner sig utomhus. Ett klorutsläpp kan orsaka dödsfall flera hundra meter från utsläppskällan. Personer som vistas inomhus klarar sig i regel förutsatt att fönster och ventilation är stängda.

Ammoniak och svaveldioxid är två andra giftiga gaser. Användningen av klor förväntas minska då klor dels är mycket giftigt för människor, dels mycket skadligt för miljön. Ammoniak ersätter klor i allt fler processer.

3.1.3 KLASS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR

Vid ett utsläpp av en brandfarlig vätska bildas det en pöl som kan antändas. Värmestrålningen från pölbranden kan orsaka konsekvenser på människor som befinner sig i närhet av branden. Värmestrålningen beror på pölens area. För att förebygga personskador till följd av pölbrand bör hinder finnas som hindrar pölen att breda ut sig och rinna i riktning mot bebyggelse.

3.1.4 KLASS 5 – OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

Ett utsläpp av oxiderande ämnen leder normalt ej till risk för personskador. För flertalet ämnen (undantaget vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid) ger dock ett utsläpp som blandas med brännbara ämnen och antänds mycket kraftiga explosioner.

Där brandcellsskiljande vägg ansluter mot ett brännbart yttertak (t.ex. råspont) ska anslutningen utföras på sådant sätt så att den brandcellsskiljande förmågan upprätthålls.

4 ARBETSMETOD

Mot den uppdragsbeskrivning som redovisas i avsnitt 1.3 ges i detta avsnitt övergripande information om riskhanteringsprocessen som följs av arbetsmetoden för denna rapport. Arbetsmetoden tas även fram utifrån de lagar och riktlinjer som anges i avsnitt 2 och för att undersöka om det är möjligt med kortare avstånd till sekundär transportled för farligt gods än vad Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar.

4.1 ÖVERGRIPANDE OM METOD FÖR RISKHANTERINGSPROCESSEN

Riskhantering är en kontinuerlig process där återkoppling sker mellan processens ingående delar. Från det att risker identifieras ska beslut om eventuella riskreducerande åtgärder fattas. Processen är i mångt och mycket ett iterativt tillvägagångssätt för att rimliga åtgärder ska vidtas. Processen och delas in i tre delar enligt figur 5.

Figur 5. Riskhanteringsprocessen tre delar **[4]**.

Den första delen består av en **riskanalys** där analysens omfattning och syfte beskrivs. Utifrån det kan en riskinventering göras där risker för det aktuella området identifieras. När risker har identifierats beräknas risken genom att sannolikhet/frekvens och konsekvens sammanvägs. Därefter tar del två vid. **Riskvärdering** innebär att den beräknade risken i riskanalysen jämförs med acceptanskriterier för att avgöra om risken är acceptabel eller ej. Om risken ej är acceptabel tas förslag på riskreducerande åtgärder fram. Tillsammans utgör riskanalys och riskvärdering en **riskbedömning** som utgör beslutsunderlag till den tredje delen av riskhanteringsprocessen; **riskreduktion/kontroll**. Denna del omfattar beslutsfattande, genomförande av eventuella åtgärder samt kontroll och återkoppling gentemot riskanalysens syfte [4].

4.2 ARBETSMETOD FÖR DENNA ANALYS

Utifrån det som beskrivits i avsnitt 4.1 består denna riskbedömning av följande arbetsmoment:

Förutsättningar
För att utföra en kvantitativ riskanalys krävs följande information:

- Områdesorientering, exempelvis topografi, byggnader, natur, geografisk placering, etc.
- Inventering av trafikflöden samt transporterade mängder farligt gods. Om inventering ej ger tillräckligt underlag kompletteras transportstatistiken med riksvärden.
- Information om mottagare/avsändare av farligt gods. Detta kan innebära att fördelningen av transporterade ämnen skiljer sig från den nationella statistiken över transportmängder på olika vägsträckor.
- Statistik över väderdata, exempelvis vindriktningar, vindhastigheter och temperaturer.
- Prognos för framtida trafikering och transportmängder.

Riskidentifiering
En riskinventering genomförs där oönskade händelser som kan påverka personer i aktuellt område identifieras. Identifieringen mynnar ut i val av dimensionerande olycksscenarier med hänsyn till transport av farlig gods.

Bedömning av sannolikheter och frekvenser
Beräkning av sannolikheter och frekvenser för de dimensionerande olycksscenarierna som medför negativ påverkan på personer i området. Olycksfrekvenser för vägtrafik är hämtas bland annat från rapporter utgivna av Väg- och transportforskningsinstitutet [9] sam Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) [10].

Bedömning av konsekvenser
För respektive dimensionerande olycksscenarier utförs konsekvensberäkningar med handberäkningar samt med hjälp av datorprogrammen Gasol, utvecklat vid Lunds Universitet för Räddningsverket, och BfK – Beräkningsmodell för Kemikalieexponering, utvecklat vid försvarets forskningsinstitut. Konsekvensberäkningarna renderar i riskavstånd.

Riskberäkningar
Sannolikheter och frekvenser vägs samman med konsekvensberäkningarna och ger ett riskmått (t.ex. individrisk och samhällsrisk). I denna analys beräknas både individrisk och samhällsrisk från Mensättravägen.

Känslighetsanalys
I känslighetsanalysen varieras indata för att ta reda på hur robust resultatet är i förhållande till förändrade förutsättningar, t.ex. kan mängden transporterat gods regleras för framtida ökning/minskning, vilket då leder till en annorlunda risknivå än då grundindatan används.

Riskvärdering
De framräknade riskmåtten inom området jämförs mot kriterier för att översätta numeriska värden till värdebedömningar, de så kallade acceptanskriterierna, för att bedöma om risken inom området är acceptabel eller ej.

Riskreducerande åtgärder
För att minska riskens storlek kan riskreducerande åtgärder vidtas. Här ges vid behöv förslag på åtgärder som bör vidtas för att öka säkerheten för de personer som befinner sig inom området.

Värdering av osäkerheter
Vid framtagandet av riskanalyser är det oundvikligt att all information inte är platsspecifik, att konsekvenser är svåra att uppskatta (skillnad mellan att skadas eller omkomma som exempel), d.v.s. antaganden måste göras. I detta avsnitt värderas därmed de osäkerheter som uppstår då antaganden görs samt begränsningar i beräkningar.

4.3 VAL AV ACCEPTANSKRITERIER

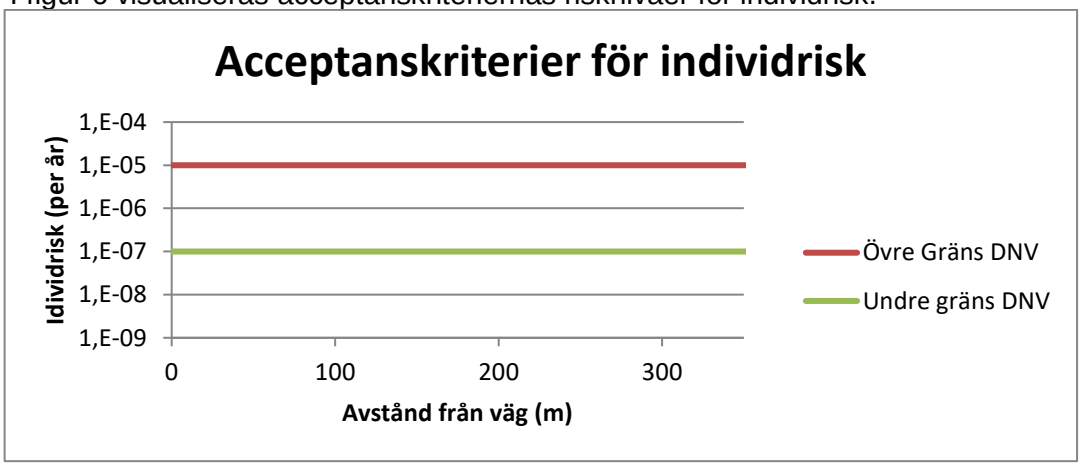
Acceptanskriterier används för att kontrollera om den beräknade risken är acceptabel eller ej. I Sverige finns det inga uttalande acceptanskriterier som bör tillämpas vid riskanalyser. Däremot finns det ett antal praxis. Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) har tagit fram fyra övergripande principer för att bedöma risker [3]:

- **Rimlighetsprincipen:** Risken som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska alltid åtgärdas.
- **Proportionalitetsprincipen:** De totala risker som en verksamhet medför bör vara proportionerliga med exempelvis de produkter och tjänster som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga resurser än i form av katastrofer.

I flera länder översätts acceptanskriterier till ett numeriskt värde; en övre nivå där riskerna ej kan anses vara acceptabla och en undre nivå där riskerna kan anses vara acceptabla. I Sverige finns inga fastställda numeriska värden men vanligen används de kriterier som tagits fram av DNV (Det Norske Veritas) [3]. För individrisken gäller följande för beräkning längs med en vägsträcka om 1 km:

- Risknivåer högre än 1 x 10^{-5} per år accepteras normalt ej.
- Risknivåer under 1 x 10^{-7} per år anses så låga att ytterligare riskreducerande åtgärder inte behöver värderas.
- Vid risknivåer mellan dessa gränser ska riskreducerande åtgärder värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv. Rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. Detta område kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practible).

I figur 6 visualiseras acceptanskriteriernas risknivåer för individrisk.



Figur 6. Visualisering av acceptanskriterier för individrisk.

Acceptanskriterierna i figur 6 kan tillämpas vid följande förutsättningar:

- Vid beräkning av risknivå antas att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.
- Kriterier tillämpas för allmänheten.
- Kriteriet avser summan av industriella risker som den mest exponerade individen är utsatt för.
- Vid tillämpning av kriteriet kan särskild hänsyn behöva tas till individers vistelsetid, förhållandet beträffande utrymning och eventuell ökad känslighet hos utsatta grupper. Dessa värderingar bör med tanke på osäkerheter göras från en konservativ utgångspunkt.

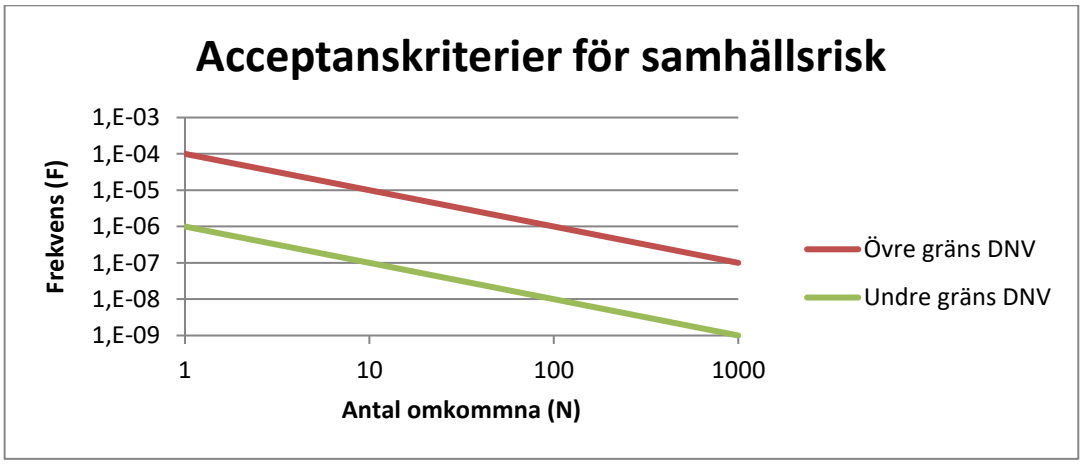
Acceptanskriterier finns även för samhällsrisk. Vanligen används, även för samhällsrisk, de kriterier som tagits fram av DNV (Det Norske Veritas) [3] och samhällsrisken presenteras i en FN-kurva, se figur 7.

- Övre gräns enligt DNV:
  F=1 x 10^{-4} per år för N=1. Det innebär att frekvensen för att en person ska omkomma är 1 x 10^{-4} per år, det vill säga ett dödsfall på 10000 år.

- Undre gräns enligt DNV:
  F=1 x 10^{-6} per år för N=1. Det innebär att frekvensen för att en person ska omkomma är 1 x 10^{-6} per år, det vill säga ett dödsfall på 1000000 år.

- Lutning på FN-kurvan ska vara -1.

- Vid risknivåer mellan övre och undre gränsen ska riskreducerande åtgärder värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv. Rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. Detta område kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practible).



Figur 7. Visualisering av acceptanskriterier för samhällsrisk.

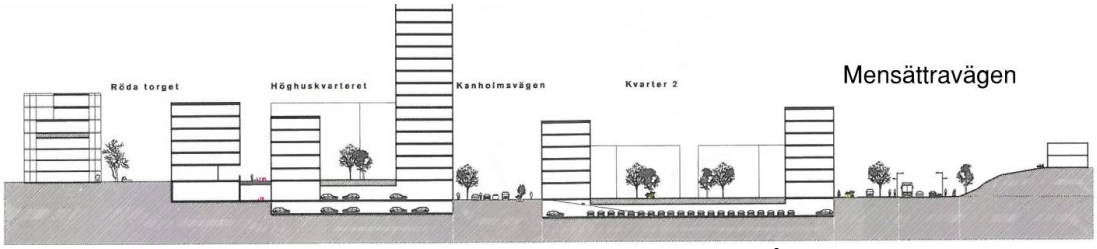
5 FÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 OMRÅDESBESKRIVNING

I dagsläget varierar marknivån inom aktuellt område jämfört med Mensättravägen. På några sträckor är marknivån i samma nivå som vägen och på några är marknivån lägre. Öster om Mensättravägen ligger befintlig bebyggelse högre upp, se figur 8 (korsning mellan Mensättravägen och Edövägen.

Figur 8. Befintlig marknivå längs med Mensättravägen *(google.se/maps).*

Den nya bebyggelsen (främst flerbostadshus eventuellt med lokaler i markplan samt lokaler för handel/verksamheter) längs med Mensättravägen kommer att uppföras i ungefär samma nivå som Mensättravägen, se figur 9. Rondeller kommer att upprättas och på delsträckor uppförs ett extra körfält för svängande trafik in mot Orminge C. Mensättravägen kommer dessutom att förses med kantsten och en låg gabian mot ny bebyggelse.



Figur 9. Skiss med ny bebyggelse längs med Mensättravägen i nivå med vägen.

OKQ8 och Toyota kommer tillsvidare att ligga kvar på befintlig lokalisering. De transporter av farlig gods som sker till OKQ8 svänger av innan aktuellt område. Avstånd från påfyllning för drivmedel och gasolskåp till Toyotas fastighetsgräns samt parkering (som ingår i de etapper som först kommer att bebyggas) framgår av figur 10.

Figur 10. Avstånd från påfyllning av drivmedel och gasol till Toyota (blå markering) samt parkering (röd markering).

5.2 TRAFIKINFORMATION

Ramböll AB har på uppdrag av Nacka kommun tagit fram en trafikutredning [11] där trafikmängden på Mensättravägen har kartlagts. Antal fordon per dygn uppgår i dagsläget till som mest 13000 fordon. Med den nya bebyggelsen ökas antalet fordon per dygn till 14349 fordon. År 2030 uppskattas antalet fordon per dygn uppgå till 16229 fordon. Hastigheten på Mensättravägen är 50 km/h och kommer även att vara så år 2030.

5.2.1 TRAFIKFLÖDE AV FARLIGT GODS

K.W. Karlberg AB Kafferosteri använder gasol vid rostningsprocessen. Gasolen förvaras i en cistern som rymmer 13,1 m^3 men den fylls aldrig helt. Förra året (2016) var cisternen som mest fylld till 53 % efter en påfyllnad (dock ej tom cistern vid påfyllningen). Varje påfyllnad sker med tankbil ungefär var sjätte månad[1].

CIJA tank AB transporterar olika typer av oljeavfall (spilloljer, eldningsolja och lösningsmedelsavfall). Inom sin fastighet har CIJA tank AB tillstånd att förvara och hantera drygt 100 ton av sådana oljeavfall. Mindre hantering av farligt styckegods hanteras också men denna verksamhet planeras att läggas ner. Cirka 2 fordon per vecka transporterar brandfarliga vätskor (som behöver tas i beaktning vid denna riskbedömning) längs med Mensättravägen[2]. CIJA tank AB har dessutom en tank (30 m^3) för drivmedel. Leverans av drivmedel sker ungefär två gånger i månaden.

OKQ8 får leveranser av bensin och diesel 2-3 gånger per vecka (20000 liter bensin och 18000 liter diesel) och etanol en gång per vecka (4000 liter). Till bensinstationen levereras även gasolflaskor två gånger per vecka på sommarhalvåret (200-300 kg) och en gång per vecka på vinterhalvåret (betydligt mindre mängd än på sommarhalvåret)[3]. Transporterna av farligt gods till OKQ8 svänger dock av innan aktuellt område. Att en större olycka ska inträffa från det att transporterna har svängt av och till avlastning av godset är ej sannolik med hänsyn till det korta avståndet och framförallt den låga hastigheten som kan förväntas. Pölbränder ger dessutom sällan upphov till riskavstånd längre än 40 meter (40 meter gäller för stora utsläpp vilka ej är att förvänta för aktuell vägsträcka från Mensättravägen till OKQ8). Det innebär att både Toyota och ny bebyggelse (befintlig parkering) uppfyller detta avstånd. Gasol kan däremot ge upphov till längre riskavstånd men med hänsyn till att gasolen hanteras i flaskor (ej i en tank/cistern), den begränsande mängden och den låga sannolikheten för en större olycka så bedöms transporter av gasol till OKQ8 ej påverkar aktuellt områdes riskbild i nämnvärd utsträckning.

Trafikflödet av farligt gods förbi aktuellt område har även stämts av med räddningstjänsten i Nacka kommun som även påpekade att styckegods av farligt gods transporteras i mindre utsträckning till vissa verksamheter [4]. Dessa transporter kan dock ske på vilken väg som helst (ej behov av sekundär transportväg) och ger upphov till små riskavstånd. Transporterna kan således bortses ifrån i denna riskbedömning.

[1] Mailkorrespondens med Ola Westholm, K.W. Karlberg AB, 2017-03-15.
[2] Telefonsamtal med Robert Jansson, CIJA tank AB, 2017-03-23.
[3] Mailkorrespondens med Peter, OKQ8 Saltsjö-Boo Orminge, 2017-03-16.
[4] Telefonsamtal med Stefan Wesley, Södertörns brandförsvarsförbund, 2017-03-20.

Längs med Mensättravägen, förbi aktuellt område, kan således följande transporter av farligt gods förväntas i dagsläget (hänsyn har tagits till att transporter ej nödvändigtvis är tomma efter leverans).

- Gasol Kafferosteri: 4 transporter per år vilket ger 0,011 transporter per dygn.
- Oljeavfall CIJA: 4 transporter per vecka vilket ger 0,57 transporter per dygn.
- Drivmedel CIJA: 4 transporter per månad vilket ger 0,13 transporter per dygn.

Det ger att totalt 0,711 transporter av farligt gods är att förvänta per dygn i dagsläget vilket även är att förvänta med ny bebyggelse (14349 fordon per dygn enligt avsnitt 5.2). Till år 2030 ökar det totala antalet fordon med 13 procent. Det förutsätts då konservativt att antalet transporter av farligt gods även ökar med 13 procent till 0,80 transporter per dygn. I dagsläget finns dock inget utrymme för den industri som finns i området att expandera och kan således troligen ej ge upphov till mer transporter än vad som sker i dagsläget. 13 procent väljs trots detta för att ta hänsyn till framtida förändringar.

Av den totala transporten av farligt gods utgörs således 1,5 procent av brännbara gaser (gasol) och 98,5 procent av brännbara vätskor (oljeavfall och drivmedel). Bensin, som är mer brandfarligt än till exempel diesel och eldningsolja, representerar de brandfarliga vätskorna i denna riskanalys.

5.3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN

Vind och väderförhållanden har en stor betydelse framförallt vid spridning av gaser. I denna riskanalys ansätts konservativt att vinden alltid ligger på mot det aktuella området som studerats.

Enligt Helmersson [9] är det brukligt att vikta ihop vädertyperna neutral och stabil då de ger olika spridningsförhållanden och konsekvenser. Följande väderdata har antagits enligt Helmersson:

- Neutralt väder, vindhastighet 5 m/s 80 % av tiden.
- Stabilt väder, vindhastighet 2 m/s 20 % av tiden.

Enligt statistik från Statens meteorologiska institut var genomsnittlig vindhastighet 3,6 m/s i Stockholm mellan åren 2007 och 2017 [12], vilket stämmer bra överens med Helmerssons värden. Att vindhastigheterna överensstämmer får ses som en tillfällighet men påvisar att Helmerssons antagande är tillämpbara. Det ska dock observeras att vindhastigheten vid enstaka tillfällen kan överskrida ansatt vindhastighet. Att dimensionera riskreducerande åtgärder efter sådana omständigheter ger dock inte ett kostnadseffektivt tillvägagångssätt.

5.4 PERSONTÄTHET

Persontätheten är avgörande för att beräkna hur många personer som utsätts för en eventuell olycka och fastställa samhällsrisken. Persontätheten måste således uppskattas utifrån ny bebyggelse samt för år 2030.

Nacka kommun har sammanställt befolkningsmängden per nyckelkodsområde. Aktuellt område bedöms omfattas av befolkningsstatistik för Orminge, Ornövägen och Mensättra. År 2015 var den sammanlagda befolkningsmängden 5675 personer för de tre områdena. Dessutom har Nacka kommun sammanställts prognoser för befolkningsökning per delområden. Mellan år 2015 och 2020 kommer befolkningen att öka från 31042 till 36240 personer i Boo delområde, vilket ger en ökning med 17 procent [13]. Med hänsyn till ökningen kommer ca 6640 personer bo inom aktuellt område år 2020. Arean på området har uppskattats till 2,1 kvadratkilometer enligt kartbilder, vilket ger en persontäthet på 3162 personer per kvadratkilometer. Att år 2020 studeras beror på att hänsyn tas till den befolkningsökning som den nya bebyggelsen medför. Detta scenario kallas fortsättningsvis för nuläge.

Inga prognoser har gjorts för år 2030 men cirka 1400 nya lägenheter kommer att byggas inom Orminge C med i genomsnitt ungefär 2-3 personer i varje lägenheter[5]. Det innebär att befolkningen kommer att öka med cirka 3500 personer inom Orminge C jämfört med nuläge. Cirka hälften av de 6640 personer som kommer att bo inom aktuellt område år 2020 bor inom Orminge C. Det innebär att 6820 personer (6640/2 +3500) kommer att bo inom Orminge C år 2030. För Ornövägen och Mensättra antas det förenklat att befolkningsökningen mellan år 2020 och 2030 kommer att öka med 200 personer (mellan år 2005 och år 2015 ökade befolkningsmängden med 200 personer [13]), vilket ger 3520 personer (6640/2+200) år 2030. Den totala befolkningsmängden år 2030 inom Orminge C, Ornövägen och Mensättravägen uppskattas således till 10340 personer, vilket innebär en persontäthet på ungefär 4900 personer per kvadratkilometer.

Observera att ovanstående bedömningar är grova uppskattningar. Stockholm stad har i dagsläget en persontäthet på cirka 5000 personer per kvadratkilometer vilket påvisar att den persontäthet som är satt för aktuellt område är konservativ. Den beräknade samhällsrisken i denna handling kommer således täcka in höga persontätheter för aktuellt område i framtiden.

[5] Mailkorrespondens med Tove Mark, Nacka kommun, 2017-03-29.

6 RISKIDENTIFIERING

En farligt godsolycka på Mensättravägen kan inträffa genom antingen kollision eller singelolycka. Transporter med brännbar gas representeras av gasol och transporter med brännbar vätska representeras av bensin enligt avsnitt 5.2.1.

6.1 DIMENSIONERANDE OLYCKSHÄNDELSER

Brandfarlig gas (klass 2.1) - Gasol

Gasol transporteras i tankbilar utan släp. En tankbil rymmer cirka 25 ton tryckkondenserad gasol. I dagsläget sker dock transport till kafferosteriet med en betydligt mindre tankbil, bland annat på grund av att en större tankbil ej får plats i området. Kafferosteriets tank/cistern rymmer dock mer än vad tankbilen tömmer. För att ta hänsyn till framtida förändringar ansätts därmed en större tankbil för olyckshändelser med gasol.

Sluthändelserna som kan påverka aktuellt område vid en olycka redovisas i tabell 2. Händelseträd för farligt godsolycka med gasol redovisas i bilaga A.

Tabell 2. Dimensionerande olyckshändelse med brandfarlig gas.

Scenario	Händelse
G1	Stort momentant utsläpp, explosion.
G2	Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, neutral skiktning, brand.
G3	Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, stabil skiktning, brand.
G4	Stort kontinuerligt utsläpp, jetflamma uppstår.
G5	Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G6	Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
G7	Medelstort utsläpp, jetflamma uppstår.
G8	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G9	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
G10	Litet utsläpp, jetflamma uppstår.
G11	Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G12	Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.

Brandfarlig vätska (klass 3) - Bensin

Vid transport av brandfarliga vätskor antas i denna analys det vara bensin i samtliga scenarier då detta är ett konservativt antagande då bensin har lägre flampunkt och avger högre strålningsvärme jämfört med till exempel diesel.

Sluthändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas i tabell 3. Händelseträd för farligt godsolycka med bensin redovisas i bilaga A.

Tabell 3. Dimensionerande olyckshändelse med brännbar vätska.

Scenario	Händelse
B1	Mycket stort utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 400 m²
B2	Stort kontinuerligt utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 200 m².
B3	Medelstort kontinuerligt utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 100 m².
B4	Litet kontinuerligt utsläpp. Pölbrandens area 50 m².

7 BEDÖMNING AV SANNOLIKHETER OCH FREKVENSER

Frekvensen för en olycka med farligt gods på Mensättravägen beräknas enligt metod från Räddningsverket [10]. Beräkningarna redovisas i bilaga A. Frekvensen för en olycka med farligt gods beräknas del för nuläget med ny bebyggelse samt för år 2030.

7.1 NULÄGE MED TRAFIK FRÅN NY BEBYGGELSE

Med 14349 fordon per dygn och 0,711 fordon med farlig gods per dygn blir förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka 1,73 x 10^{-5}. Det motsvarar ett förväntat antal år mellan olyckor med farligt gods på 57859 år.

Frekvensen för en olycka med farligt gods för respektive studerad klass, se tabell 4, beräknas genom att ta frekvensen för det totala antalet farligt godsolyckor multiplicerat med andelen av det totala antalet transporter av farligt gods för respektive studerat ämne. Andelen återges i avsnitt 5.2.1.

Tabell 4. Beräknad frekvens för respektive studerad klass av farligt gods.

Klass	Frekvens (olycka per år)
2	2,66 x 10^{-7} (gasol).
3	1,70 x 10^{-5} (bensin).

Tabell 4 utgör således frekvensen för att en olika med transport av gasol eller bensin ska inträffa. När en sådan olycka har inträffat kan de olika dimensionerande olyckshändelserna i avsnitt 6.1 tänkas ske. Frekvensen multipliceras då med sannolikheten för respektive sluthändelse (olyckshändelse). Sannolikheten för respektive identifierat scenario i avsnitt 6.1 bestäms genom händelseträdsanalys som redovisas i bilaga A.

7.2 ÅR 2030

Med 16229 fordon per dygn och 0,80 fordon med farligt gods per dygn blir förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka 1,94 x 10^{-5}. Det motsvarar ett förväntat antal år mellan olyckor med farligt gods på 51422 år.

Frekvensen för en olycka med farligt gods för respektive studerad klass, se tabell 5, beräknas genom att ta frekvensen för det totala antalet farligt godsolyckor multiplicerat med andelen av det totala antalet transporter av farligt gods för respektive studerat ämne. Andelen återges i avsnitt 5.2.1.

Tabell 5. Beräknad frekvens för respektive studerad klass av farligt gods år 2030.

Klass	Frekvens (olycka per år)
2	2,99 x 10^{-7} (gasol).
3	1,91 x 10^{-5} (bensin).

Tabell 5 utgör således frekvensen för att en olika med transport av gasol eller bensin ska inträffa. När en sådan olycka har inträffat kan de olika dimensionerande olyckshändelserna i avsnitt 6.1 tänkas ske. Frekvensen multipliceras då med sannolikheten för respektive sluthändelse (olyckshändelse). Sannolikheten för respektive identifierat scenario i avsnitt 6.1 bestäms genom händelseträdsanalys som redovisas i bilaga A. Sannolikheten för att en sluthändelse ska inträffa år 2030 antas vara densamma som nuläget med ny bebyggelse.

8 KONSEKVENSBERÄKNINGAR

Gasol

Scenario G1, G2 och G3 har beräknats enligt Helmersson [9]. Resterande scenarier har beräknats med programvaran Gasol, se bilaga B för indata och slutresultat. Riskavstånden anger, för jetflammor och brinnande gasmoln, avståndet till 3:e gradens brännskada. För övriga fall är riskavståndet det avstånd där strålningen är 5 kW/m^2. Inom riskavståndet antas samtliga omkomma som befinner sig utomhus. Inomhus antas alla överleva då byggnader ger skydd mot strålning. Utanför riskavståndet överlever samtliga. I tabell 6 sammanställs resultatet för gasololycka på väg.

Tabell 6. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brännbar gas (gasol).

Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
G1	131	360
G2	59	360
G3	40	360
G4	128	30
G5	23	30
G6	28	30
G7	73	25
G8	20	30
G9	22	30
G10	37	20
G11	19	30
G12	19	30

Bensin

Beräkningar har utförts med metoder i FOA-handboken [14]. Riskavståndet är det avstånd där personer antas omkomma direkt. Kritisk strålningsnivå antas vara 15 kW/m^2 då detta, enligt Boverket [15], är den strålningsnivå (mot byggnader) som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad. Denna strålningsnivå orsakar dessutom outhärdlig smärta efter mycket kort exponering. Inom riskavståndet antas samtliga omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga. Riskavstånden beräknas från pölens centrum. I tabell 7 sammanställs resultatet för bensinolycka.

Tabell 7. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brännbar vätska (bensin).

Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
B1	36	360
B2	25	360
B3	17	360
B4	11	360

9 RISKMÅTT

I detta avsnitt redovisas individrisken följt av samhällsrisken. För beräkningssteg hänvisas till bilaga C och D.

I denna riskbedömning har hänsyn ej tagits till Panncentralen vid Orminge C. Den förstudie som har gjorts anges ett skyddsavstånd på cirka 50 meter från panncentralen [2]. Skyddsavståndet slutar därmed ungefär 120 meter från Mensättravägen. Konsekvensberäkningarna i denna riskbedömning medför att riskavståndet för två olycksscenarier med gasol på Mensättravägen sträcker sig inom Panncentralens skyddsavstånd (cirka 131 och 128 meter från Mensättravägen). Med hänsyn till den låga frekvensen för en sådan gasololycka kommer individrisken endast att påverkas marginellt inom panncentralens skyddsavstånd. Därmed bedöms den framräknade individ- och samhällsrisken från Mensättravägen gälla längs med Mensättravägen utan att behöva addera riskbidrag från panncentralen.

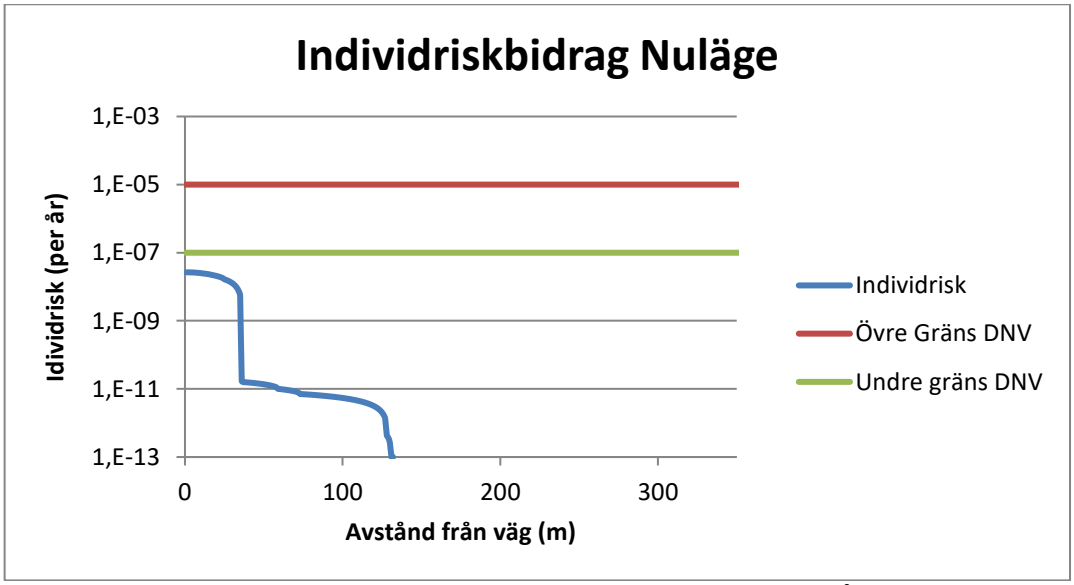
Senare genomförd riskutredning för panncentralen visar dessutom på kortare skyddsavstånd än 50 meter [16].

9.1 INDIVIDRISK

Individrisken beräknas för nuläge med ny bebyggelse samt år 2030. Beräkningarna av individriskerna återfinns i bilaga C.

9.1.1 NULÄGE MED TRAFIK FRÅN NY BEBYGGELSE

Individrisken för Mensättravägen som riskkälla beräknas som en funktion av avståndet från vägen, se figur 11.

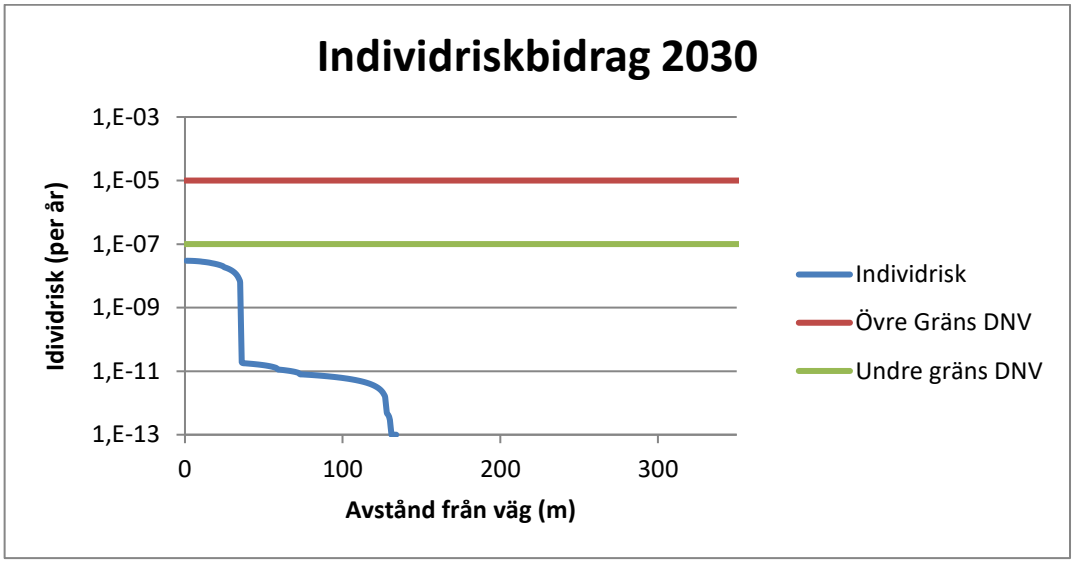


Figur 11. Individrisk längs med Mensättravägen för nuläge med trafik från ny bebyggelse.

Individrisken ligger således under det undre acceptanskriteriet vilket påvisar att inga åtgärder krävs enligt riskberäkningarna. Att individrisken sjunker kraftigt efter 36 meter beror på att riskavståndet för pölbränder med bensin har beräknats till 36 meter, vilket påvisar att pölbränder med bensin utgör den största andelen av riskbidraget nära vägen.

9.1.2 ÅR 2030

Individrisken för Mensättravägen som riskkälla beräknas som en funktion av avståndet från vägen, se figur 12. För år 2030 har således hänsyn tagit till prognos för ny trafikmängd samt bedömd transport av farligt gods enligt avsnitt 5.2.



Figur 12. Individrisk längs med Mensättravägen år 2030.

Med hänsyn till ökat antal fordon och transporter av farligt gods år 2030 så påverkas endast individrisken marginellt jämfört med nuläge med ny bebyggelse.

9.2 SAMHÄLLSRISK

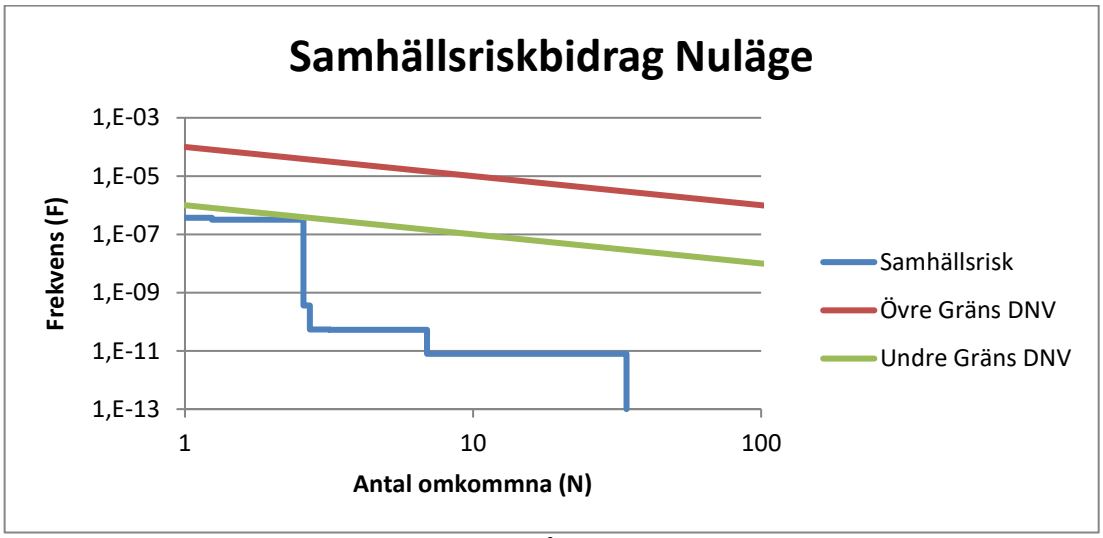
Samhällsrisken beräknas för nuläge trafik från ny bebyggelse samt år 2030. Beräkningarna av individriskerna återfinns i bilaga D.

Av persontätheten i avsnitt 5.4 bedöms 20 procent befinna sig utomhus och resten inomhus. Samtliga som befinner sig utomhus antas omkomna medan personer som befinner sig inomhus antas överleva med hänsyn till konsekvenserna (värmestrålning) för brännbara vätskor (bensin) och brännbara gaser (gasol).

Persontätheten förutsätts konservativt gälla direkt vid vägkanten. I verkligheten kommer dock visst fritt område att finnas mot ny bebyggelse.

9.2.1 NULÄGE MED TRAFIK FRÅN NY BEBYGGELSE

Samhällsrisken redovisas i ett F/N-diagram med logaritmiskt skala, se figur 13.

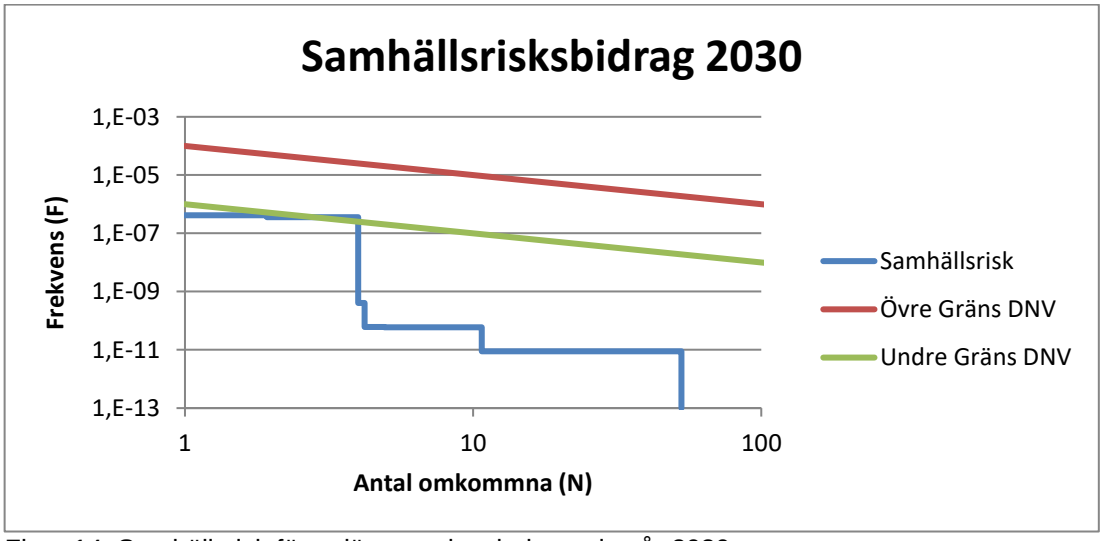


Figur 13. Samhällsrisk för nuläge med trafik från ny bebyggelse.

Samhällsrisken ligger således under det undre acceptanskriteriet vilket påvisar att inga åtgärder krävs enligt riskberäkningarna.

9.2.2 ÅR 2030

Samhällsrisken redovisas i ett F/N-diagram med logaritmiskt skala, se figur 14. För år 2030 har således hänsyn tagits till prognos för ny trafikmängd samt bedömd transport av farligt gods enligt avsnitt 5.2 samt uppskattad persontäthet.



Figur 14. Samhällsrisk för nuläge med ny bebyggelse år 2030.

Med hänsyn till ökat antal fordon och transporter av farligt gods år 2030 så påverkas endast samhällsrisken marginellt jämfört med nuläge med ny bebyggelse.

10 KÄNSLIGHETSANALYS

För att visa på robusthet i beräkningarna varieras indata för att undersöka effekten på slutresultatet.

Variabler som kan varieras i en känslighetsanalys är till exempel olika sannolikheter för farligt godsolycka, hålstorlekar, väder samt transporterade mängder farligt gods på farligt godsleden.

Hålstorleken har stor betydelse för resultatet. I analysen har tre storlekar på gasoltankar använts:

- Litet (diameter 4 cm).
- Medelstort (diameter 8 cm)
- Stort (diameter 14 cm).

För gasol finns har även ett momentant utsläppsscenario studerats. Gasol transporteras i tjockväggiga tankar vilket innebär att sannolikheten för ett haveri är mycket litet. Hålstorlekarna på tjockväggiga tankar är ofta mindre än för tunnväggiga tankar, och de hålstorlekar som har använts i analysen bedöms vara konservativa för tjockväggiga tankar.

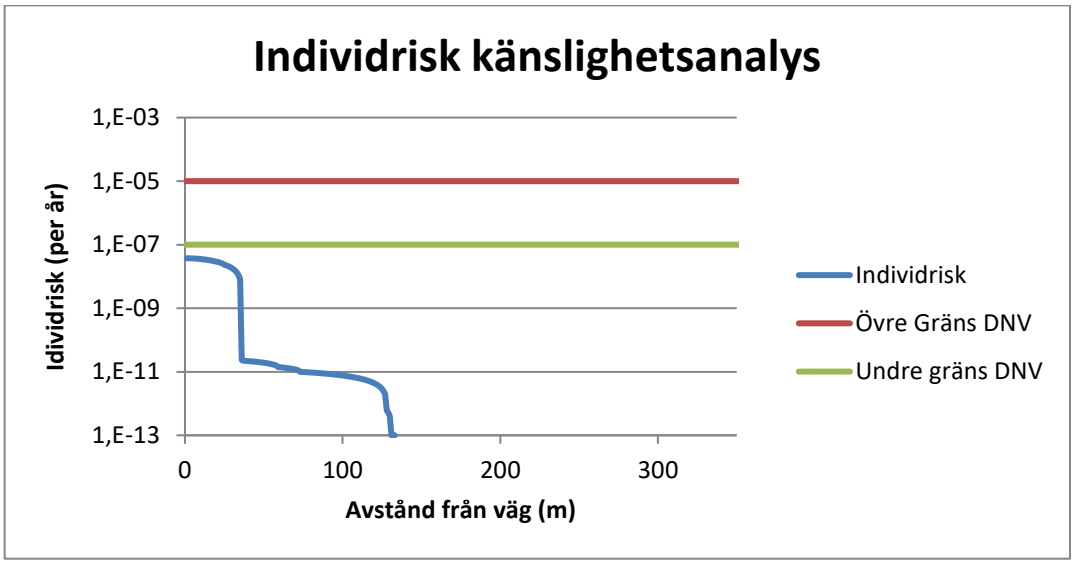
För bensinutsläpp har fyra olika pölstorlekar antagits (50, 100, 200 samt 400 m^2). För haveri, där innehållet i tanken kommer ut momentant har en pölstorlek på 400 m^2 antagits. Även dessa pölstorlekar antas vara konservativa då det i analysen inte har tagits hänsyn till eventuella hinder och underlag som kan hindra pölens utbredning. Av denna anledning analyseras ej hål- och pölstorlekar vidare i känslighetsanalysen.

Väderförhållanden anses inte behöva analyseras vidare i känslighetsanalysen då det i beräkningarna ansatts att det ständigt blåser mot det studerade området.

De sannolikheter som har angetts i händelseträden för farligt godsolycka (se bilagor) är de sannolikheter som är vedertagna och konservativt antagna att använda när det gäller transporter av farligt gods på väg i Sverige. Därmed bedöms ingen känslighetsanalys av dessa värden vara nödvändig.

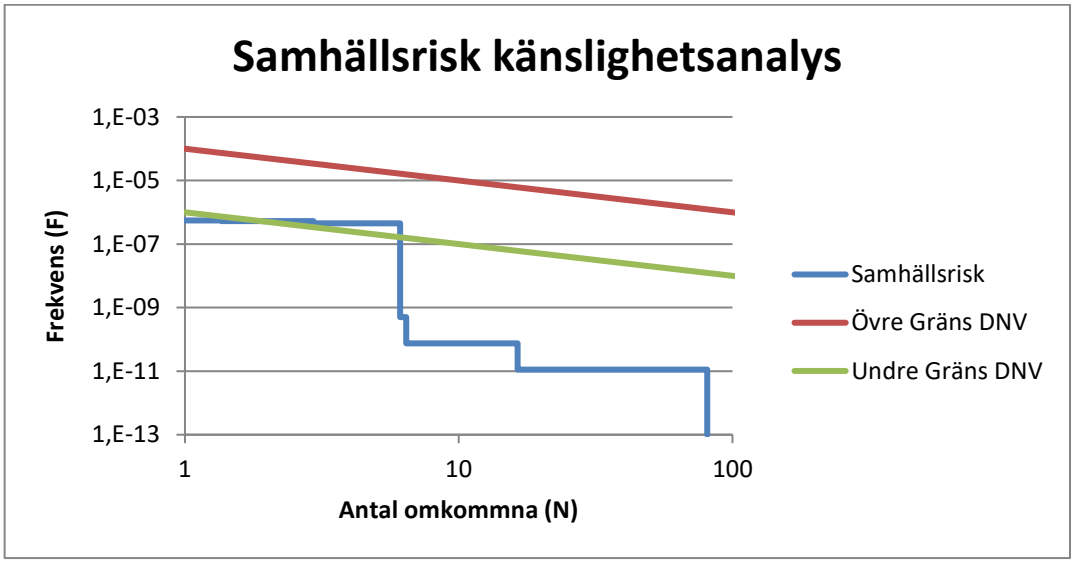
I känslighetsanalysen studeras ökad mängd farligt godstransporter samt ökad persontäthet. Individrisken och samhällsrisken beräknas på samma sätt som tidigare.

Om att antalet transporter av farligt gods ökas till 1 transport om dagen år 2030, persontätheten antas till 5000 personer per kvadratkilometer (motsvarar ungefär Stockholm stad i dagsläget) samt att 30 procent antas vistas utomhus så fås risknivåerna enligt figur 15 och 16. Andelsförhållandet mellan transporterad brännbar vätska och gas antas vara densamma som tidigare.



Figur 15. Individrisk längs med Mensättravägen med varierad indata.

Med varierad indata ökar individrisken (vilket är att förvänta då betydlig mer farligt godstransporter har antagits i känslighetsanalysen) men individrisken ligger fortfarande under det undre acceptanskriteriet.



Figur 16. Samhällsrisk med varierad indata.

Samhällrisken hamnar precis inom ALARP-området (vilket innebär att riskreducerande åtgärder ska värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv).

11 RISKVÄRDERING

Enligt beräknade riskmått i avsnitt 9 hamnar den beräknade risknivån från Mensättravägen under det undre acceptanskriteriet. Det låga antalet transporter av farligt gods är en stor bidragande orsak till detta. Dessutom sker flest transport med brännbar vätska, vilka har ett begränsat riskavstånd. Utanför detta riskavstånd kvarstår endast gasololyckor vars frekvens mer eller mindre är obetydlig i sammanhanget. Observera även att persontätheten för aktuellt område år 2030 bedöms vara väldigt konservativ. Ändå hamnar samhällsrisken generellt under det undre acceptanskriteriet.

Även när indata varieras i känslighetsanalysen till mycket konservativa värden för området hamnar risknivån mer eller mindre under det undre acceptanskriteriet, bortsett från samhällsrisken som hamnar precis över detta kriterium i en liten del av F/N-diagrammet. Det bör dock poängteras att persontätheten i känslighetsanalysen är mycket konservativt satt. Att samhällsrisken inte blir högre än beräknat med sådan hög persontäthet visar på robusthet i beräknade riskmått och att risknivåerna kan förväntas ligga under det undre acceptanskriteriet.

Det finns inget som tyder på att mängden av transporterat farligt gods längs med Mensättravägen kommer att öka. I dagsläget är det snarare så att mängden kommer att minska i framtiden. Det bör även nämnas att gasolen till kafferosteriet alltid levereras efter kl.19 med hänsyn till restriktioner på andra transportvägar[6]. Andelen personer som befinner sig utomhus och kan påverkas av en gasololycka på Mensättravägen är således konservativt beräknat i denna handling.

Med hänsyn till de beräknade risknivåerna i denna handling bedöms riskbilden längs med Mensättravägen vara acceptabel utan vidare åtgärder. Hänsyn tas dock till Länsstyrelsen i Stockholms Län senaste skrift om riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [8]. Riskreducerande åtgärder föreslås därmed i avsnitt 12.

Vid bebyggelse nära bensinstationen (om sådan bebyggelse sker innan bensinstationen omlokaliseras) ska hänsyn tas till skyddsavstånd. Enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskap ska skyddsavståndet vara minst 25 meter [17] medan Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar 50-100 meter [18].

[6] Mailkorrespondens med Ola Westholm, K.W. Karlberg AB, 2017-03-15.

12 REKOMMENDERADE RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Länsstyrelsen i Stockholms Län anser att det, för de flesta sekundära transportleder, behöver finnas ett bebyggelsefritt område på minst 25 meter, men att det i en del fall kan vara möjligt att bygga 15-20 meter från vägen. Detta gäller i de fall där det går få transporter och/eller där olyckor med farligt gods endas kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd [8].

Prevecon bedömer, med hänsyn till ovanstående stycke och de risknivåer som beräknats i denna handling, att ett bebyggelsefritt område ska upprätthållas 15 meter från Mensättravägen. Avståndet beräknas från det körfält där transporter av farligt gods förväntas ske, d.v.s. hänsyn behöver ej tas till extra körfält för svängande trafik in mot Orminge C. Visserligen finns det risk att pölar med bensin rinner mot det extra körfältet men med hänsyn till de låga risknivåerna samt att det extra körfältet endast finns på delsträckor bedöms avstånd till det körfält där transporter av farligt gods sker kunna nyttjas. Vägkanten ska dock förses med kantsten. Observera att 15 meter även gäller från körfält i rondeller. Transport av farligt gods kan ske i båda riktningarna längs med Mensättravägen.

Inom 15 meter från Mensättravägen accepteras ytparkering (för bilar, cyklar eller motsvarande), gång- och cykelväg samt annan utformning som ej ger upphov till stadigvarande vistelse. Uteserveringar, lekplatser och dylikt är således ej acceptabelt.

Mellan 15-25 meter ska byggnader utformas så att det är möjligt att utrymma bort från Mensättravägen, t.ex. får trapphus och butiker inom detta avstånd ej enbart mynna mot Mensättravägen.

Inga krav ställs på placering av friskluftsintag (med hänsyn till farligt godsolycka) då inga giftiga gaser transporteras på Mensättravägen.

Sammanfattningsvis föreslås följande riskreducerande åtgärder:

0-15 meter från Mensättravägen

- Bebyggelsefritt område.
- Icke stadigvarande vistelse accepteras (ytparkering, gång- och cykelväg, etc.). Uteserveringar eller liknande är att betrakta som stadigvarande vistelse.
- Väg förses med kantsten.

15-25 meter från Mensättravägen

- Byggnader utformas så att det är möjligt att utrymma bort från Mensättravägen.

13 VÄRDERING AV OSÄKERHETER

I riskanalysprocessen vävs olika osäkerheter in vilka måste hanteras korrekt för att riskanalysen ska kunna vara praktiskt användbar och ge en korrekt riskbild. I denna riskanalys har en del antagande gjorts och huvuddelen av dessa antagande har varit konservativa för att inte underskatta risken i planområdet. Detta avsnitt belyser de osäkerheter som finns i denna riskanalys.

Trafikinformation
Trafikintensiteten för Mensättravägen grundar sig på den utredning som Ramböll har genomfört. Individrisken och samhällsrisken är beräknad med trafikintensitet för nuläget med ny bebyggelse och för år 2030 och täcker således in osäkerheter över tiden.

Transporter med farligt gods på transportlederna
Antalet transporter med farligt gods på Mensättravägen är diskuterade med verksamheter i området samt med räddningstjänsten. Antalet transporter har även ökats i känslighetsanalysen för att ta hänsyn till framtida förändringar.

Representativa ämnen
Bensin representerar brännbara vätskor. Bensin är mer brandfarligt än till exempel diesel och eldningsolja. Den spillolja som CIJA tank AB hanterar kan vara kontaminerad med både bensin och diesel och det är då konservativt att anta alla brännbara vätskor representeras av bensin.

Händelseförlopp vid gasolutsläpp – fördröjd antändning
Vid gasutsläpp och fördröjd antändning kan olika händelseförlopp inträffa. I analysen antas ett gasmoln bildas som driver iväg med vinden och antänds en bit bort från utsläppsplatsen. Detta scenario kan vara svårt att beräkna främst av den anledning att det är svårt att förutsäga var molnet kommer att antändas. Luftinblandning och tändkällor är viktiga parametrar som är svåra att förutsäga.

Väderdata såsom stabilitetsklass, temperatur, vindriktning och vindhastighet.
I beräkningarna har konservativa antaganden avseende väderdata antagits, till exempel har ingen reducering gjorts för vindriktning, alltså har det ansatts att vinden blåser mot aktuellt område.

Sannolikheter för farligt godsolycka och för olika scenarier som kan inträffa till följd av farligt godsolycka.
Det inträffar få farligt godsolyckor i Sverige vilket innebär att statistiken kan vara missvisande. Lokala förutsättningar kan dessutom öka/minska frekvensen för både olycka och olika sluthändelser. Sannolikheterna för olika händelseförlopp vid en farligt godsolycka är hämtade från Helmersson [9]. Frekvensen för olycka med farligt godsfordon inblandat är beräknad enligt modell från Räddningsverket [10]. Statistiken i dessa källor är generella för Sverige och lokala förutsättningar är inte inkluderade.

Hålstorlekar/haveri
Hålstorleken har dimensionerats efter statistik från olyckor med tunnväggiga tankar. Hål i tjockväggiga tankar blir generellt sett mindre än i tunnväggiga tankar men trots det har samma hålstorlekar som vanligtvis används för konsekvensberäkning vid tunnväggiga tankar använts. Hålstorleken är därmed konservativ, vilket är medvetet på grund av att hålstorleken har stor betydelse för konsekvenserna av ett utsläpp. Haveri kan inträffa för tunnväggiga tankar, dock är det mycket sällsynt att en tjockväggig tank havererar. Haveri för gasol (som transporteras i tjockväggiga tankar) är trots det inkluderad i analysen.

Konsekvensberäkningar
Handberäkningar enligt Fischer m.fl. [14] samt datorprogrammen Gasol och BfK har använts för konsekvensberäkningarna. Samtliga metoder är beprövade och verifierade.

Individrisken är beräknad utomhus, vilket gör att en individ är mer mottaglig för både värmestrålning än om individen befinner sig inomhus.

Riskavstånd
En förenkling har gjorts i rapporten då riskavstånd beräknats för varje sluthändelse. Förenklingen ligger i antagandet att befinner man sig inom riskavståndet är sannolikheten 1 att man dör. Utanför riskavståndet är sannolikheten 0. Detta är givetvis en förenkling.

För pölbränder är det strålningen som avgör riskavståndet. För bensinbränder har antagits att sannolikheten att omkomma vid pölbrand är om man vistas inom det område där strålningen är 15 kW/m^2 eller högre. För gasol har 5 kW/m^2 använts, vilket är konservativt. Anledningen till att ett mer konservativt värde har använts för gasolbrand än för bensinbrand är att händelseförloppet för en gasolbrand är mer osäkert. För jetflammor och brinnande gasmoln har dock avståndet till 3:e gradens brännskada använts. Tredje gradens brännskada har jämställts med att personer omkommer.

Hänsyn till svårt och lindrigt skadade personer
I riskanalysen har endast dödsfall inkluderats av flera anledningar. Dels gäller valda acceptanskriterier för omkomna personer, dels är det svårt att förutse grad av skada som kan uppkomma till följd av en olycka på olika avstånd då det beror på många faktorer, exempelvis ålder, fysisk hälsa, vilka kläder personen har på sig etc. Det finns heller inga kriterier för värdering av skadade.

14 SLUTSATSER

Individrisken och samhällsrisken från Mensättravägen hamnar generellt under det undre acceptanskriteriet, vilket innebär att risken ligger på en tolerabel nivå utan att riskreducerande åtgärder vidtas. Länsstyrelsen i Stockholms Län har dock gett ut riktlinjer hur närområdet till transportleder för farligt gods bör utformas. Dessa riktlinjer har således tagits i beaktning vid förslag på riskreducerande åtgärder trotts att de beräknade risknivåerna ej når upp till det undre acceptanskriteriet. Prevecon bedömer därmed att föreslagen bebyggelse inom aktuellt område är möjlig med hänsyn till de åtgärder som föreslagits i avsnitt 12.

Det är alltid nödvändigt att avgränsa arbetet och då tillgänglig indata inte alltid är så detaljerad som är önskvärt (t.ex. persontäthet), krävs vissa förenklingar i riskbedömningen. Förenklingar medför alltid en viss grad av osäkerheter i resultatet. Där bedömningar har gjorts eller där tillgången på tillräckligt detaljerad indata varit bristfällig har konservativa värden använts för att risken inte ska underskattas.

För att studera hur resultatet av riskanalysen påverkas om transporterade mängder farligt gods ökar i framtiden har en känslighetsanalys utförts där denna parameter har ökats. Känslighetsanalysen visar att risken förändras till det sämre vid ökad trafikintensitet och ökat antal transporter med farligt gods men att den generellt ändå hamnar under det undre acceptanskriteriet, d.v.s. riskbilden är fortfarande låg.

15 REFERENSER

[1] Nacka kommun, ”Detaljplanprogram för Orminge centrum,” 2015.

[2] Structor, ”Olycksrisker - reviderat planprogram för Orminge centrum,” 2015.

[3] Davidsson, G. m.fl., ”Värdering av risk, rapport P21-182/97,” Räddningsverket, Karlstad, 1997.

[4] Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands lön, ”Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvänding intill transportleder för farligt gods,” 2006.

[5] Länsstyrelsen i Stockholms län, ”Riskhänsyn vid ny bebygglese intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer,” 2000.

[6] Länsstyrelsen i Skåne län, ”Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods,” 2007.

[7] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, ”Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods - antagandehandling. Huvudhandling samt bilagor 1-5,” 1997.

[8] Länsstyrelsen i Stockholms län, ”Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, fakta 2016:4,” 2016.

[9] Helmersson, L., ”Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. Rapport 387:4,” Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping, 1994.

[10] Räddningsverket, ”Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg,” Räddningsverket, Karlstad, 1996.

[11] Ramböll, ”Trafikutredning Orminge,” 2017.

[12] Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI, April 2017. [Online]. Available: http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/?parameter=3#.

[13] Nacka kommun, April 2017. [Online]. Available: http://www.nacka.se/kommun--politik/ekonomi-och-statistik/statistik/.

[14] Fischer, S. m.fl., ”Vådautsläpp av brandfarliga gaser och vätskor. 3:e rev. upplagan,” Försvarets forskningsanstalt, Tuma/Umeå, 1998.

[15] ”Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd - BFS 2011:27 med ändringar t.o.m. BFS 2013:12 (BBRAD 3),” Boverket, juni 2013.

[16] ÅF, ”Utvecklad riskutredning Panncentral, projekt Knutpunkten och Hantverkshuset, Orminge C, Nacka kommun,” 2017-05-03.

[17] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, ”Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstation,” 2015.

[18] Länsstyrelsen i Stockholms lön, ”Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinsationer,” 2000.

[19] B. Karlsson och J. Quintiere, ”Enclosure fire dynamics,” CRC Press, Florida USA, 199.

Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar

A.1 – Beräkning av frekvens för farligt godsolycka på väg

Vid beräkningen av frekvensen av farligt godsolyckor används en sträcka av en kilometer.

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år beräknas enligt formeln nedan:

O((Y*X)+(1-Y)(2X-X2))

O = Antal förväntade olyckor
Y = Andel singelolyckor på aktuell vägdel
X = Andel transporter med farligt gods

I tabell A.1.1 nedan redovisas indata och beräkningen av förväntat antal farligt godsolyckor på väg med dagens trafikförutsättningar som grund.

Tabell A.1.1. Beräkning av farligt godsolycka på väg för nuläge med ny bebyggelse.

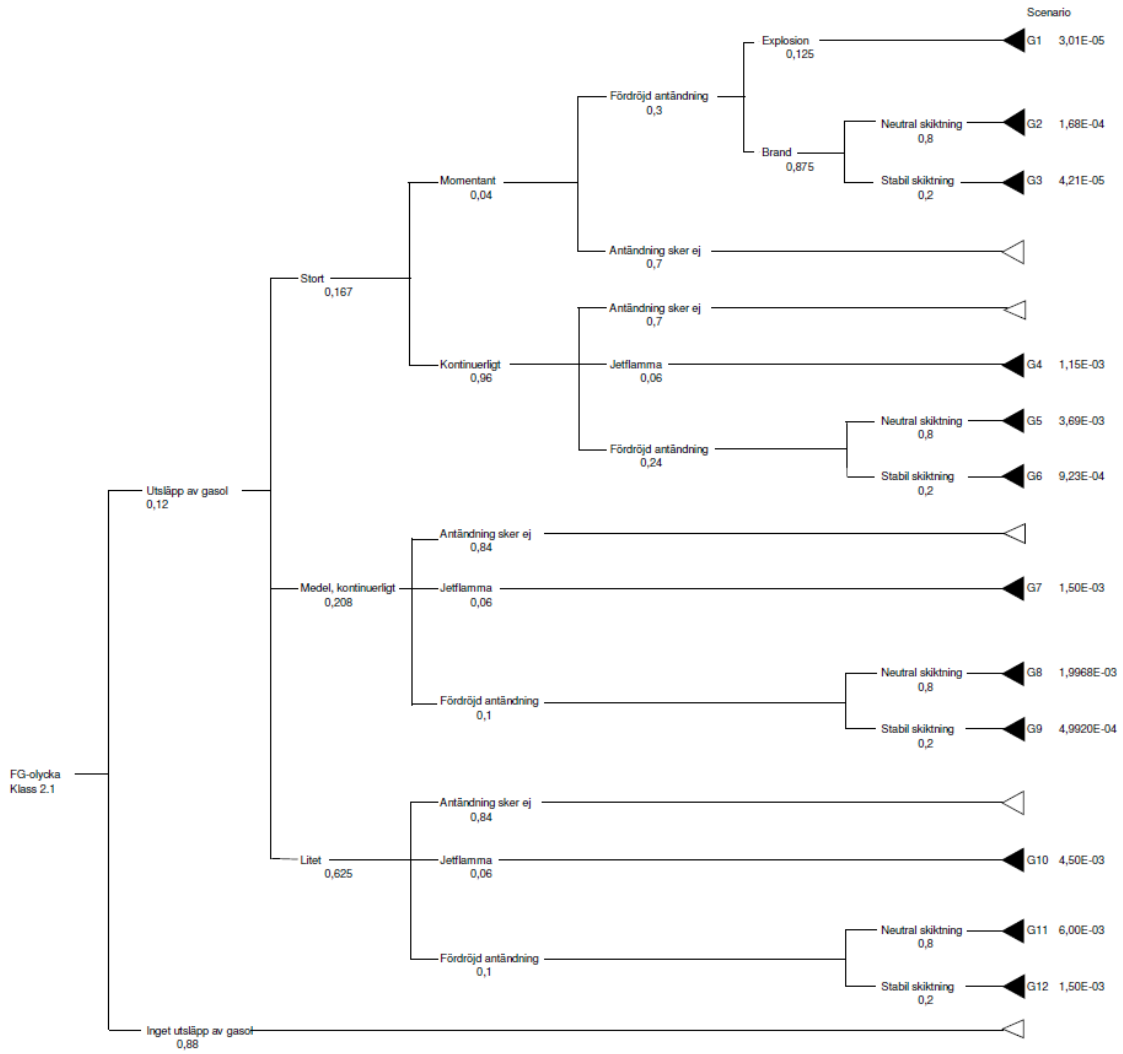
Beräkning av farligt godsolycka på väg	
Bebyggelsemiljö	Tätort
Vägtyp	Gata/väg
Hastighet, km/h	50
Längd, km (a)	1
Olyckskvot (k)	1,2
Andel singelolyckor (Y)	0,15
Index för farligt godsolycka (i)	0,03
ÅDT (Genomsnittligt antal fordon per dygn) (b)	14349
Trafikarbete ($c=a*b*365*10^{-6}$)	5,237385
Antal förväntade olyckor (O=k*c)	6,284862
Antal farligt godstransporter per dygn (n)	0,71
Andel transporter med farligt gods av ÅDT (X=n/b)	4,95505E-05
Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor/år ($D=(O((Y*X)+(1-Y)(2X-X^2))$)	0,00057611
Förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell vägsträcka med längden a (F=D*i)	**1,73E-05**
Förväntat antal år mellan olyckor med farligt godsolycka (1/F)	57859

Indatan i tabell A.1.1 variers för år 2030 med de förutsättningar för ny trafikmängd som redovisas i avsnitt 5.2.

A.2 – Beräkning av sannolikheter för respektive scenario

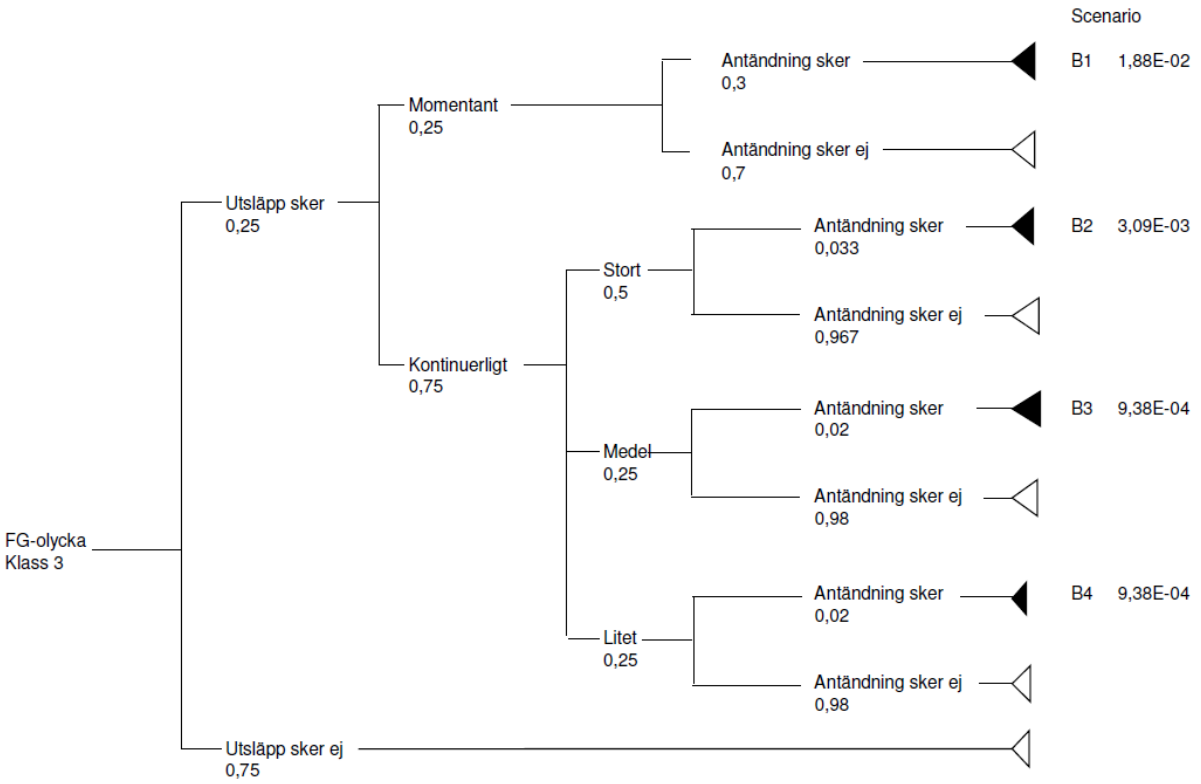
Beräkning av sannolikheten för respektive identifierat scenario med hjälp av händelseträd.

Klass 2.1 - Gasol



Figur A.2.1. Händelseträd över farligt godsolycka med klass 2.1.

Klass 3 - Bensin



Figur A.2.2. Händelseträd över farligt godsolycka med klass 3.

A.3 – Beräkning av frekvenser för respektive scenario

Frekvensen för de identifierade scenarierna beräknas genom:

Frekvens(scenario)=P(scenario)*F(FG-olycka, aktuell klass) [år-1]

Tabell A.3.1. Frekvensberäkning för respektive scenario för nuläge med ny bebyggelse.

Scenario	P(scenario)	F(FG-olycka, aktuell klass)	Frekvens (per år)
G1	3,01E-05	2,66E-07	8,00E-12
G2	1,68E-04	2,66E-07	4,47E-11
G3	4,21E-06	2,66E-07	1,12E-12
G4	1,15E-03	2,66E-07	3,06E-10
G5	3,69E-04	2,66E-07	9,81E-11
G6	9,23E-04	2,66E-07	2,45E-10
G7	1,50E-03	2,66E-07	3,99E-10
G8	2,00E-03	2,66E-07	5,31E-10
G9	4,99E-04	2,66E-07	1,33E-10
G10	4,50E-03	2,66E-07	1,20E-09
G11	6,00E-03	2,66E-07	1,60E-09
G12	1,50E-03	2,66E-07	3,99E-10
B1	1,88E-02	1,70E-05	3,20E-07
B2	3,09E-03	1,70E-05	5,26E-08
B3	9,38E-04	1,70E-05	1,60E-08
B4	9,38E-04	1,70E-05	1,60E-08

Frekvensen för farligt godsolycka är beräknad utifrån den andel av olika ämnen som transporteras på vägen. För år 2030 förändras frekvensen för farligt godsolycka enligt underlag i avsnitt 5.2.

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

Olycka med brännbar gas (gasol)

G1

Beräkning av konsekvenser av explosion vid momentant utsläpp, se Helmersson [9].

G2

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (neutral skiktning), se Helmersson [9].

G3

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (stabil skiktning), se Helmersson [9].

G4-G12

För att beräkna konsekvenserna har beräkningsprogrammet GASOL använts. Indata som använts presenteras nedan.

Följande indata är samma i samtliga scenarier:

Tankform:	Cylindrisk
Tankdiameter:	2,7 m
Tanklängd:	19,5 m
Fyllnadsgrad:	80 %
Tanken innehåller ca 40 ton kondenserad gasol.	
Lagringstemperatur:	15,0 °C
Lagringstryck:	7,00 bar
Lufttryck:	760 mmHg
Omgivningstemparatur:	15,0 °C
Relativ fuktighet:	50 %
Utsläppet sker nära vätskeytan	
Utströmningskoefficient (Cd):	0,83
Ingen vägg eller dyl. nära utsläppet.	
Ingen invallning/uppsamling.	
Molnighet:	Dag och klart
Omgivning:	Tätortsförhållanden (många träd, häckar och enstaka hus)

Indata som skiljer sig åt för respektive scenario:
Hålets diameter:
140 mm (G4, G5, G6)
80 mm (G7, G8, G9)
40 mm (G10, G11, G12)

Utsläppstyp:
Hål i tank mellan gas- och vätskefas (G4, G7, G10)

Vädertyp:
Neutral (vindhastighet 5 m/s): (G4, G5, G7, G8, G10, G11)
Stabil (vindhastighet 2 m/s): (G6, G9, G12)

Riskavstånden för jetflammor och brinnande gasmoln antas sammanfalla med avståndet till 3:e gradens brännskada. För övriga fall är riskavståndet det avstånd där strålningen är 5 kW/m^2.

Vid jetflamma och gasmoln blir inte konsekvensområdet cirkulärt. Vid BLEVE blir dock skadeområdet cirkulärt. Vid brinnande gasmoln antas molnet antändas då det fortfarande befinner sig vid utsläppsplatsen (då det bedömts som störst). Skadeområdet blir molnets storlek plus avståndet till 3e gradens brännskada.

Resultat Gasol

Sluthändelse G1
För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [9].
Riskavstånd 131 m.

Sluthändelse G2
För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [9].
Riskavstånd 59 m.

Sluthändelse G3
För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [9].
Riskavstånd 40 m.

Sluthändelse G4
Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 98,7 m.
Riskavstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 127,7 m och områdets bredd är 112 m.

Sluthändelse G5
Fördröjd antändning av gasmolnet som är 5,0 m långt och 2,9 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 22,1 m långt och 27,1 m brett.

Sluthändelse G6
Fördröjd antändning av gasmolnet som t är 5,6 m långt och 3,6 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 27,3 m långt och 37,2 m brett.

Sluthändelse G7
Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 56,4 m.
Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 73,4 m och områdets bredd är 64 m.

Sluthändelse G8
Fördröjd antändning av gasmolnet som är 5,6 m långt och 3,6 m brett.
Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,6 m långt och 21,6 m brett.

Sluthändelse G9
Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 3,7 m brett. Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 22,0 m långt och 29,7 m brett.

Sluthändelse G10
Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 28,2 m.
Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 37,2 m och området bredd är 32 m.

Sluthändelse G11
Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 2,5 m brett. Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,0 m långt och 16,5 m brett.

Sluthändelse G12
Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 2,9 m brett. Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,0 m långt och 18,9 m brett.

Olycka med brännbar vätska (bensin)
Nedan redovisas konsekvenserna av olycka med utsläpp av brännbar vätska som representeras av bensin. Fyra stycken olika utsläppsmängder har beräknats, se tabell. Beräkningarna har genomförts enligt beräkningsgång redovisad i handbok (FOA) från Fischer m.fl. [14] och Enclosure fire dynamics [19].

- Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 15 kW/m^2. Inom riskavståndet antas 100 % omkomma direkt eller p.g.a. brandspridning till byggnader. Utanför riskavståndet överlever samtliga.
- Ett utsläpp antas leda till att en pöl med bensin bildas och antänds.
- Flammans diameter antas vara lika med den bildade pölens diameter.

Tabell B1, Beräkningar med fyra utsläppsmängder.

Scenario	Pölbrand (m^2)	Pöldiameter (m)	Flamhöjd (m)	Avstånd till 15 kW/m^2
B1	400	22,6	24,5	36
B2	200	16	19,3	25
B3	100	11,3	15,2	17
B4	50	8	11,9	11

Bilaga C – Beräkning av individrisk

Då individrisken ska beräknas utmed en vägsträcka kan nedanstående ekvation användas.

$$IR = f * \frac{\sqrt{r^2 - a^2}}{L} * \frac{x}{360}$$

X är spridningsvinkeln (360 för pölbränder explosioner etc.)
f är frekvensen för respektive scenario.
r är riskavståndet.
a är avståndet från utsläppskällan.
L är sträckan för vilken frekvensen beräknats, exempelvis 1000 meter.

Individrisken beräknas för respektive scenario och summeras.

Nedan i tabell C1 listas samtliga sluthändelser med dess frekvens, spridningsvinkel och riskavstånd för nuläge med ny bebyggelse. För år 2030 varieras frekvensen.

Tabell C1. Riskavstånd och frekvenser för samtliga scenarier.

Scenario	Frekvens (per år)	Spridningsvinkel (α)	Riskavstånd (r)
G1	8,00E-12	360	131
G2	4,47E-11	360	59
G3	1,12E-12	360	40
G4	3,06E-10	30	128
G5	9,81E-11	30	23
G6	2,45E-10	30	28
G7	3,99E-10	25	73
G8	5,31E-10	30	20
G9	1,33E-10	30	22
G10	1,20E-09	20	37
G11	1,60E-09	30	19
G12	3,99E-10	30	19
B1	3,20E-07	360	36
B2	5,26E-08	360	25
B3	1,60E-08	360	17
B4	1,60E-08	360	11

Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk

Vid beräkningen av samhällsrisken bestäms antalet omkomna människor genom att arean av det exponerade området (begränsas av riskavståndet) multipliceras med persontätheten.

Antalet omkomna beräknas med ekvationen:

$$N = r^2 * \pi * \frac{\propto}{360} * n$$

N = antalet omkomna
r = riskavståndet i km
α = spridningsvinkeln
n = populationen (inv/km^2)

Vid beräkningen av samhällsrisken har 20 % av befolkningen vistas utomhus (eller befinner sig inomhus men blir påverkade av olyckan genom öppna fönster, raserade väggar etc.) och 80 % inomhus.

I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till att det sannolikt inte vistas några personer i vägens absoluta närhet, eller att personer som befinner sig i skydd bakom byggnader etc. sannolikt inte blir påverkade av exempelvis strålningen från en pölbrand varför samhällsrisken överskattas. Ingen hänsyn har heller inte tagits till att populationen inom området varierar över dygnet.

I tabellen D1 listas alla scenarier med antalet omkomna för nuläge med by bebyggelse. För år 2030 justeras persontätheten och frekvensen för respektive scenario (med hänsyn till fler transporter av farlig gods).

Tabell D1, Riskavstånd, spridningsvinkel och frekvens och antalet omkomna för samtliga sluthändelser.

Scenario	Frekvens (per år)	Spridningsvinkel (α)	Riskavstånd (r)	Totalt: Antal omkomna (N)
G1	8,00E-12	360	131	34
G2	4,47E-11	360	59	7
G3	1,12E-12	360	40	3
G4	3,06E-10	30	128	3
G5	9,81E-11	30	23	0
G6	2,45E-10	30	28	0
G7	3,99E-10	25	73	1
G8	5,31E-10	30	20	0
G9	1,33E-10	30	22	0
G10	1,20E-09	20	37	0
G11	1,60E-09	30	19	0
G12	3,99E-10	30	19	0
B1	3,20E-07	360	36	3
B2	5,26E-08	360	25	1
B3	1,60E-08	360	17	1
B4	1,60E-08	360	11	0