

## **RISKANALYS**

**Älta 9:25**

Nacka kommun

**Uppdragsnummer:** 1006 8404  
**Datum:** 2005-10-21  
**Antal sidor:** 23  
**Upprättad av:** Fredrik Magnusson  
Erik Midholm

## Dokumentinformation

<b>Projektnamn:</b>	Älta 9:25, Nacka kommun
<b>Dokumenttyp:</b>	Risikanalyt – rapport
<b>Uppdragsgivare:</b>	Nacka kommun
<b>Upprättad av:</b>	Fredrik Magnusson, brandingenjör
	Erik Midholm, brandingenjör/civ.ing. Riskhantering
<b>Kontrollerad av:</b>	Lars Antonsson, brandingenjör/civ.ing. Riskhantering
<b>Godkänd av:</b>	Erik Midholm, brandingenjör/civ.ing. Riskhantering

## Sammanfattning

Ett ny detaljplan planeras för planområdet Älta 9:25 i Nacka kommun. Detaljplaneförslaget syftar till att möjliggöra två mindre flerbostadshus i två våningar där det ena huset utgörs av ett befintligt enbostadshus. Denna riskanalys har upprättats på uppdrag av Nacka kommun för att på ett översiktligt sätt studera de risker som finns i närheten av den planerade bebyggelsen. Syftet med riskanalysen är att ge en uppfattning om riskbilden i området och belysa verksamheter som medför särskild risk och kan komma att påverka exploateringen av området. Riskanalysen innefattar fördjupade diskussioner och kvantifiering av sannolikhet och konsekvens för de risker som identifieras i området samt värdering av riskerna mot givna riskkriterier.

De risker som identifierats och som, med avseende på personsäkerheten, bedöms kunna påverka byggnaden är förknippade med en bensinstation som är belägen strax sydost om planområdet. De risker som studeras närmare är olycka i samband med lossning och tankning av bensin samt olycka med transport av bensin från bensinstationen.

För uppskattning av risknivån används en metod som innefattar s.k. *worst case scenario* och *dimensionerande scenario*. Som worst case scenario identifieras stor pölbrand till följd av trafikolycka med bensintransport på Älta Idrottsväg på väg från bensinstationen och som dimensionerande scenario väljs stor pölbrand vid bensinstationens lossningsplats.

Strålningsberäkningar för olika stora pölbränder visar att avståndet mellan lossningsplats och planområde kraftigt överstiger det konsekvensavstånd (inom vilket personer kan omkomma till följd av värmestrålning) som dimensionerande scenario kan leda till. Pölbränder på Älta Idrottsväg kan däremot innebära allvarliga personskador/omkomna i planområdet.

Vid värdering av risk bör dock både konsekvens och sannolikhet beaktas för respektive skadescenario. Frekvensen för worst case scenario har därför ställts mot angivna riskkriterier avseende individrisk, dvs. sannolikheten att enskilda individer ska omkomma eller skadas inom eller i närheten av ett system som visar att risken är acceptabel utan att riskreducerande åtgärder vidtas. Detta tillsammans med värderingen av lossnings- och tankningsscenarioer på bensinstationen innebär att risknivån i planområdet Älta 9:25 bedöms som acceptabel utan att några riskreducerande åtgärder vidtas.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
Innehållsförteckning.....	4
<b>1 Inledning.....</b>	<b>5</b>
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Definition av och syfte med riskanalys.....	5
1.3 Innehåll och genomförande.....	5
1.4 Avgränsningar.....	6
1.5 Styrande dokument.....	6
<b>2 Områdesbeskrivning.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Identifiering av risker.....</b>	<b>8</b>
<b>4 Uppskattning av riskernas omfattning.....</b>	<b>9</b>
4.1 Metod för detaljerad riskanalys.....	9
4.2 Olycka i samband med lossning och tankning av brandfarlig vätska.....	10
4.3 Olycka med transport av brandfarlig vara från bensinstation.....	10
4.4 Val av scenario.....	11
<b>5 Värdering av risk.....</b>	<b>12</b>
5.1 Hantering av osäkerheter i analysen.....	12
Referenser.....	13
<b>Bilaga A – Strålningsberäkningar.....</b>	<b>14</b>
A.1 Beräkningsmetodik.....	14
A.2 Beräkningar och resultat.....	18
<b>Bilaga B – Frekvensberäkningar och -bedömningar.....</b>	<b>20</b>
B.1 Trafikolycka med bensintransport på Älta Idrottsväg.....	20
B.2 Preem bensinstation.....	22



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Ny bebyggelse planeras i planområdet Älta 9:25 i Nacka kommun. Detaljplaneförslaget syftar till att möjliggöra två mindre flerbostadshus i två våningar. Det ena bostadshuset utgörs av ett befintligt enbostadshus.

Sydost om området ligger en bensinstation och avståndet mellan bensinstation och den planerade bebyggelsen understiger de av Länsstyrelsen rekommenderade 100 meter inom vilket ambitionen bör vara att undvika bostäder, daghem och sjukhus etc.

Föreliggande utredning utgör en riskanalys avseende den planerade bebyggelsens läge i anslutning till bensinstationen.

## 1.2 Definition av och syfte med riskanalys

Risk kan betyda olika saker i olika sammanhang. Räddningsverket beskriver allmänt risk som *möjligheten att något oönskat inträffar*. Det är detsamma som *en avvikelse från det önskade*.

I de flesta fall är risk ett subjektivt begrepp, men det finns även rationella definitioner. Begreppet risk kan beskrivas som en sammanvägning av sannolikheten för att en viss specifik händelse ska inträffa och de negativa konsekvenser händelsen leder till. Med riskanalys kan menas en systematisk genomgång av risker. Behovet av en analys och omfattningen av analysen styrs av det aktuella projektet och vilka riskhänsyn som kan behövas vid förverkligandet av projektet. I vissa fall kan det räcka med en övergripande bedömning av befintliga risker medan andra typer av projekt kräver betydligt mer omfattande analyser.

Syftet med denna riskanalys är att undersöka möjligheten att ur risksynpunkt genomföra planerad bebyggelse genom att identifiera riskerna inom området, uppskatta riskernas omfattning, värdera riskerna samt ange behov av eventuella riskreducerande åtgärder.

Riskanalysen innehåller en strukturerad och systematisk analys av de risker med avseende på personers säkerhet och fysiska hälsa som finns inom utredningsområdet.

## 1.3 Innehåll och genomförande

En riskidentifiering utförs främst för att identifiera de scenarier som kommer att ligga till grund för värdering av risknivå som förekommer i området.

En detaljerad riskanalys utförs innefattande följande moment:

- Identifiering av riskerna
- Fördjupad diskussion och kvantifiering av riskernas sannolikhet
- Fördjupad diskussion och kvantifiering av riskernas konsekvenser
- Värdering av riskerna
- Eventuella förslag på riskreducerande åtgärder

Som underlag för riskanalysen ligger *Detaljplan för Älta 9:25, Nacka kommun* [1], kartor och skisser över detaljplaneområdet samt en okulär inventering på plats.

Riskanalysen har genomförts av Fredrik Magnusson brandingenjör och Erik Midholm, brandingenjör/civ.ing. Riskhantering. Arbetet har kvalitetssäkrats av Lars Antonsson, brandingenjör/civ.ing. Riskhantering.

#### 1.4 Avgränsningar

De risker som har studerats är uteslutande de som är förknippade med plötsligt inträffade olyckor med konsekvenser ur ett personsäkerhetsperspektiv. Det innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis eventuella miljörisker, skador orsakade av långvarig exponering eller liknande.

#### 1.5 Styrande dokument

Det finns idag styrande dokument i form av lagar eller förordningar som anger *att* riskanalys (eller motsvarande) ska genomföras. Däremot anges inte i detalj *hur* riskanalyser ska utföras eller vad de ska innehålla. För att möta behovet av mer detaljerade specifikationer på innehållet i riskanalyser, har det under senare tid kommit ut en del riktlinjer som ger rekommendationer beträffande vilka typer av riskanalyser som bör utföras i vilka sammanhang och vilka krav som bör ställas på dessa analyser.

Exempel på dessa rekommendationer är Länsstyrelsen i Stockholms Läns *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag* och *Riskanalyser i detaljplaneprocessen* [2,3]. Dessa utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser för bland annat planärenden.

Utöver ovan nämnda rekommendationer och riktlinjer för innehållet i en riskanalys finns det ett antal dokument som anger hur riskhänsyn kan tas i olika sammanhang. Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut rekommendationer för hur nära transportleder för farligt gods samt bensinstationer som ny bebyggelse kan planeras [4]. I detta dokument anges skyddsavstånd från bensinstationer inom vilka bebyggelse endast kan tillåtas om riskanalys visar på att risknivån är acceptabel. För bensinstationer gäller att ambitionen bör vara att avstånd från bensinstation till bostäder, daghem, sjukhus etc. ej understiger 100 meter. Avstånd till tät kontorsbebyggelse bör vara 25 m och avstånd till sammanhållen bostadsbebyggelse och personintensiva verksamheter bör vara 50 m. Dock anges inga krav på innehållet i riskanalysen.

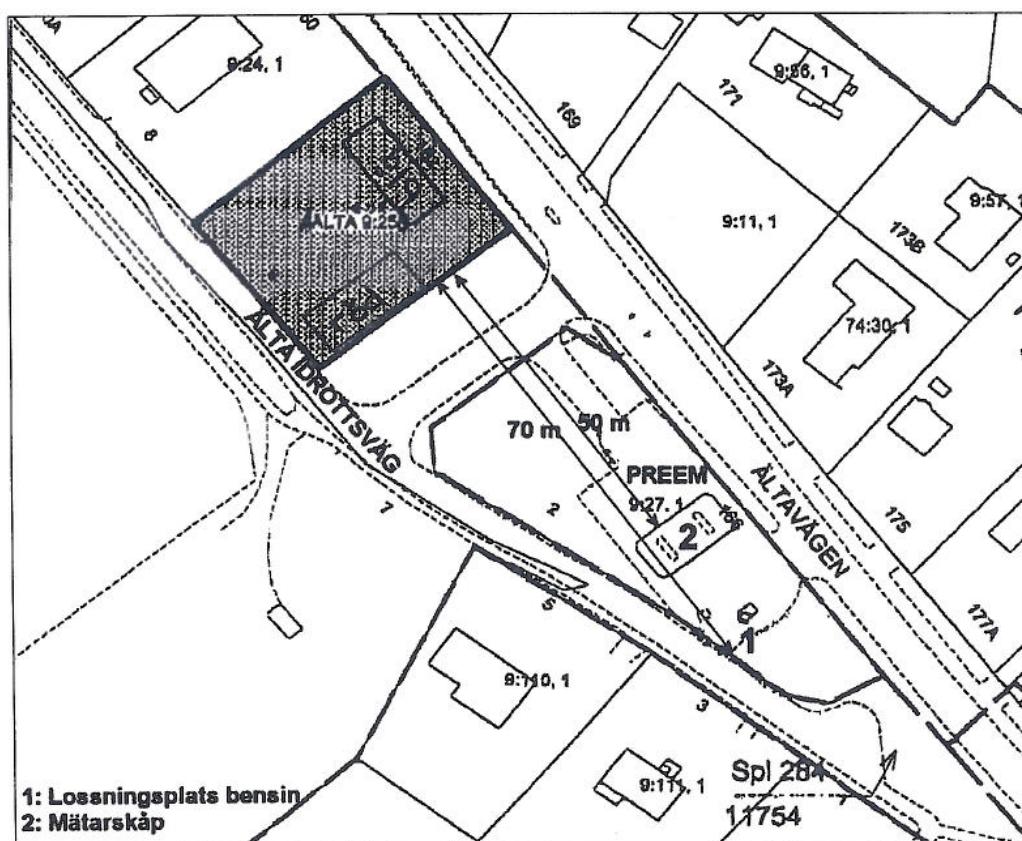
I *Sprängämnesinspektionens allmänna råd (SÄIFS 1997:8) om hur föreskrifterna om hantering av brandfarliga gaser och vätskor bör tillämpas vid bensinstationer* [5] anges rekommenderade avstånd mellan olika typer av skyddsobjekt och riskkällor inom en bensinstation. Avstånd mellan lossningsplats för brandfarliga vätskor och A-byggnad (t ex bostad, kontor, restauranger och uteserveringar) rekommenderas vara 25 meter. Motsvarande avstånd från mätarskåp (pumpar) skall vara 18 meter.

Samtliga ovan nämnda dokument har beaktats vid genomförandet av riskanalysen.



## 2 Områdesbeskrivning

I figuren nedan är planområdet markerat. Området är cirka 30\*40 meter och avgränsas av Ältavägen i nordost samt Älta Idrottsväg i sydväst och sydost. I nordväst avgränsas området av annan fastighet. Sydost om Älta Idrottsväg ligger en bensinstation (Preem) som är markerad i figuren nedan. Avståndet mellan bensinstationens mätarskåp och fastighetsgräns är ca 50 meter. Mellan lossningsplats och fastighetsgräns är det ca 70 meter. Befintlig byggnad (enbostadshus i två våningar som kommer omvandlas till flerbostadshus) ligger ca 8 meter från den sydöstra fastighetsgränsen och ny byggnad planeras att placeras i den sydöstra fastighetsgränsen (se figur).



Figur 2.1. Älta 9:25 med föreslagen bebyggelse samt dess omgivning. Blå markering: befintligt enbostadshus som kommer omvandlas till flerbostadshus; Röd markering: nytt flerbostadshus.

Preem har enbart försäljning av bensin på denna station. Bensinförsäljningen på Preem vid Ältavägen uppgår till ca 1 300 m<sup>3</sup> (900 ton) per år, vilket motsvarar ca 25 m<sup>3</sup> per vecka. En genomsnittlig bensinstation säljer ca 2 400 m<sup>3</sup> brandfarlig vätska per år, dvs. ca 45 m<sup>3</sup> per vecka [6]. Utifrån detta betecknas bensinstationen som en relativt liten station.

En tankbil kan rymma 16-18 m<sup>3</sup> petroleum, medan ett släp kan rymma upp till 36 m<sup>3</sup> och med en total förbrukning av ca 25 m<sup>3</sup> per vecka skulle detta innebära 1-2 leveranser per vecka beroende på tankbilens utformning. Stationer som tillhör samma bensinbolag samordnar ofta sina leveranser, vilket minskar antalet transporter.

Ältavägen (väg 260) är en relativt lågt trafikerad väg mellan Sickla och Älta. Enligt statistik från Vägverket är trafikflödet på vägen ca 7 100 fordon/dygn summerat i båda riktningarna. Tung trafik utgör ca 7-8 % av den totala trafiken [7].

Ältavägen utgör varken primär eller sekundär transportled för farligt gods [8], vilket innebär att Vägverket inte rekommenderar att farligt gods transporteras på dessa vägar. Längs Ältavägen har det inte identifierats någon avnämare för farligt gods utöver Preem och det bedöms därför inte förekomma några ytterligare transporter av farligt gods på Ältavägen utöver petroleumprodukter till Preem. Ältavägen an knyter till Värmdöleden (väg 222) i norr och Tyresövägen (väg 229) i söder, vilka båda utgör primära transportleder för farligt gods. Preem är belägen betydligt närmare Tyresövägen än Värmdöleden (ca 1,5 km resp. ca 7 km). Med stor sannolikhet kommer petroleumtransporterna till bensinstationen från Tyresövägen och tar även samma väg tillbaka, vilket innebär att transporterna ej passerar planområdet på Ältavägen. Utfarten från bensinstationen innebär dock att transporterna passerar planområdet längs ca 15 meter på Älta Idrottsväg. Hastighetsbegränsningen på Älta Idrottsväg är 30 km/h och trafikflödet bedöms vara mycket lågt.

### 3 Identifiering av risker

De risker som, med avseende på personsäkerhet, kan påverka exploateringsområdet är förknippade med bensinstationen som är belägen strax sydost om fastigheten. De identifierade risker med påverkan på aktuellt område är:

- Olycka i samband med lossning och tankning av brandfarlig vätska (bensin)
- Olycka med transport av brandfarlig vara (bensin) från bensinstation

De identifierade riskerna beskrivs mer utförligt i avsnitten nedan.



## 4 Uppskattning av riskernas omfattning

### 4.1 Metod för detaljerad riskanalys

I denna riskanalys används en metod vid uppskattning av risk som innefattar s.k. *worst case scenario* och *dimensionerande scenario*. Detta är ett av de vanligaste tillvägagångssätten vid uppskattning av risk och innebär att det vid uppskattning av konsekvens särskiljs ett worst case scenario och ett dimensionerande scenario.

Med *worst case scenario* avses den värsta händelsen som kan inträffa inom verksamheten eller systemet. Det tas ofta ingen hänsyn till sannolikheten för att händelsen ska inträffa och detta kan leda till att kraven på riskreducerande åtgärder ej står i relation till den riskreducerande effekten de medför sett ur ett kostnads/nytta-perspektiv.

För att ge en mer informativ och rättvisande bild av riskbegreppets komplexitet bör därför även sannolikheten för olika händelser beaktas. Därför används normalt *dimensionerande scenario* som grund för värdering av vilka risker som bör reduceras. Med dimensionerande scenario avses en händelse eller ett skadefall som är något värre än de vanligaste scenarierna, utan att för den skull utgöra värsta tänkbara scenario. På detta sätt skapas en mer rimlig diskussionsgrund för vilka risker som ej anses vara tolerabla. I vissa fall kan dock worst case scenario och dimensionerande scenario utgöra samma eller liknande scenarier.

Det finns även mer detaljerade uppskattningar av risk, som t ex metoder där måtten individ- alternativt samhällsrisk beräknas för det studerade området. Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att enskilda individer ska omkomma eller skadas inom eller i närheten av ett system, dvs. frekvensen för att en person som befinner sig på en specifik plats omkommer eller skadas. Samhällsrisk avser risken för att en grupp människor inom ett visst område ska omkomma eller skadas.

Länsstyrelsen i Stockholms län föreslår att i områden kring en riskkälla där det sedan tidigare finns befintlig bebyggelse och som dessutom skall exploateras med ny bebyggelse bör riskmättet individrisk användas [3]. Svårigheten med en detaljerad uppskattning av risk är dock i allmänhet uppskattningen av sannolikhet/frekvens. Det har tagits fram olika modeller för att uppskatta bland annat frekvensen för farligt godsolycka, men för att dessa modeller ska kunna ge ett tillförlitligt resultat behövs ett omfattande och detaljerat statistiskt underlag, vilket ofta saknas. I denna analys utförs dock övergripande frekvensberäkningar för att ge en mer nyanserad bild av risknivån än vad som vanligtvis erhålls då worst case scenario/dimensionerande scenario används.

Även om worst case scenario inte används som underlag för värdering av risk kommer detta ändå att identifieras och diskuteras kring främst dess konsekvens, men även dess sannolikhet kommer att föras.

För att kunna bestämma vilka olika scenarier som skall användas som worst case scenario och dimensionerande scenario förs nedan diskussioner om de risker som identifierats.

## 4.2 Olycka i samband med lossning och tankning av brandfarlig vätska

Sannolikheten för överspolning i samband med lossning bedöms vara mycket låg. Enligt statistik från OK-Q8 AB sker cirka tre överspolningar per 65 156 lossningar på deras anläggningar [9]. Preem erhåller 1-2 transporter av brandfarlig vätska per vecka, dvs. ca 50-100 transporter per år. Sannolikheten för överspolning är ca 0,005 % per lossning, vilket innebär att det förväntas inträffa  $2,3-4,6 \cdot 10^{-3}$  överspolningar per år på Preem bensinstation, dvs. en överspolning per ca 220-430 år.

För att en överspolning ska påverka personer i omgivningen krävs dessutom att utsläppet antänds, vilket bedöms vara relativt osannolikt. Det råder rökförbud på bensinstationer och sannolikheten för antändning vid utsläpp av brandfarlig vätska bedöms vara ca 3 % [9,20].

Ytterligare en faktor som påverkar konsekvenserna av ett utsläpp av brandfarlig vätska är utsläppets storlek. Sannolikheten för ett större utsläpp brandfarlig vätska vid en överspolning bedöms vara relativt låg då lossningen är övervakad av utbildad personal. Lossningsplatsen på Preem (och även flertalet andra bensinstationer) är försedd med invallning som begränsar eventuella utsläpps yta, vilket i sin tur även begränsar den värmeträning som produceras vid brand. Vid ett större utsläpp (pöldiameter ca 20 meter) bedöms dock området inom vilket dödliga skador kan uppstå uppnå ca 35 meter (se bilaga A).

Sannolikheten för utsläpp av bensin i samband med tankning på bensinstationen bedöms vara relativt hög. Dagens bensinpumpar är dock vanligtvis spärrade för att förhindra att alltför stora mängder vätska rinner ut om en olycka är framme. Enligt *SÄIFS 1997:8* bör mätarskåp förses med flödesbegränsare som stoppar vid 100 liter för att minska riskerna vid oavsiktligt utflöde av bensin från mätarskåpen [5]. Antändning av en sådan liten mängd bedöms enbart ha påverkan inom ca 10 meter från utsläppspunkten.

## 4.3 Olycka med transport av brandfarlig vara från bensinstation

Det bedöms normalt inte förekomma några transporter av farligt gods förbi planområdet på Ältavägen. Den avnämare som identifierats i omgivningen är Preem bensinstation. Då Preem är belägen betydligt närmare Tyresövägen än Värmdöleden (som båda utgör primär transportled för farligt gods) kommer uppskattningsvis transporterna till bensinstationen söderifrån från Tyresövägen och tar även samma väg tillbaka. Utfarten från bensinstationen innebär dock att bensintransporterna passerar nära planområdet längs en sträcka om ca 30-40 meter på utfarten och Älta Idrottsväg.

Hastighetsbegränsningen på Älta Idrottsväg är 30 km/h och trafikflödet bedöms vara mycket lågt då detta enbart är en lokalgata till mindre bostadsområden. Sannolikheten för olycka (olyckskvoten) är ofta högre på vägar med låg hastighetsbegränsning. Samtidigt är dock sannolikheten för utsläpp av farligt gods vid en trafikolycka mycket låg (ca 1 %) [19]. Dessutom krävs att utsläppet antänds för att olyckan ska innebära skadliga konsekvenser för personer i planområdet. Skadliga konsekvenser kan även uppkomma om olyckan leder till att fordonet antänder och att branden sedan sprids till tanken. Sannolikheten för fordonsbrand till följd av en trafikolycka är ca 0,4 % [10,11]. Detta tillsammans med det låga antalet bensintransporter och den korta vägsträckan innebär att sannolikheten för pölbrand på Älta Idrottsväg i höjd med planområdet bedöms vara mycket låg.

Konsekvensområden för pölbrand beror på hur mycket brandfarlig vätska som läcker ut samt hur stor yta som vätskan rinner ut över. För att kunna bedöma olika skadescenariers konsekvenser utförs strålningsberäkningar, se bilaga A. Enligt dessa överstiger konsekvensområden för större pöl- och tankbilsbränder i det fria inte 30-40 meter. Avståndet mellan Älta Idrottsväg och planområdet är ca 10 me-



ter och en pöl- eller tankbilsbrand på Älta Idrottsväg bedöms därför kunna påverka personsäkerheten i planområdet. Sannolikheterna för dessa scenarier bedöms dock vara mycket låga.

#### 4.4 Val av scenario

I bilaga B redovisas frekvensberäkningar och –bedömningar för trafikolycka med transport av bensin på Älta Idrottsväg i höjd med planområdet samt för överspolning etc. vid lossning resp. tankning på Preem bensinstation. I tabellen nedan sammanställs frekvens- och konsekvensberäkningar/bedömningar som utförts i bilaga A och B för skadescenarier utifrån avsnitt 4.2-4.3.

Scenario	Konsekvensområde (m)	Frekvens (år)
Utsläpp begränsat av invallning vid lossning	9	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Utsläpp ej begränsat av invallning vid lossning	36	$6,1 \cdot 10^{-6}$ *
Utsläpp vid tankning (max 120 liter)	9	-
Liten pölbrand på Älta Idrottsväg	16	$1,3 \cdot 10^{-9}$
Medelstor pölbrand på Älta Idrottsväg	30	$1,3 \cdot 10^{-9}$
Stor pölbrand bensin på Älta Idrottsväg	40	$2,7 \cdot 10^{-9}$
Tankbilsbrand på Älta Idrottsväg	29	$3,3 \cdot 10^{-8}$

Tabell 4.1. Sammanställning av frekvens och konsekvensområden för resp. skadescenario.

\* Anmärker dimensionerande scenario.

Worst case scenario är enligt tabellen en stor pölbrand på Älta Idrottsväg i höjd med planområdet. Scenariot kan ge dödliga skador inom ca 40 meter från olycksplatsen. Sannolikheten för detta scenario är dock mycket lågt. Enligt tabellen antas worst case scenario inträffa en gång på ca 1 miljard år.

Som dimensionerande scenario avseende risker på bensinstation väljs vanligtvis stor pölbrand vid lossningsplatsen. Inom drygt 35 meter från lossningsplatsen kan detta scenario leda till dels dödliga skador för personer som befinner sig utomhus, dels till brandspridning till byggnader där personer befinner sig stadigvarande.



## 5 Värdering av risk

Vid värdering av risk bör det tas hänsyn till både sannolikheten för och konsekvensen av att ett scenario inträffar. Detta även då man använder en metod av worst case scenario/dimensionerande scenario. Avståndet mellan bensinstationens lossningsplats och planområdet är ca 70 meter. Motsvarande avstånd för bensinstationens mätarskåp (pumpar) och Älta idrottsväg är 50 meter resp. 10 meter. Utifrån detta och konsekvensområdena enligt tabell 4.1 är det enbart pölbränder på Älta idrottsväg som bedöms kunna leda till allvarliga personskador/omkomna i planområdet. För dessa scenarier är det av intresse att studera skadefrekvenserna och för att avgöra huruvida risknivån är acceptabel eller ej krävs angivna kriterier.

Det Norske Veritas har tagit fram förslag på kriterier gällande individ- och samhällsrisk som kan användas vid riskvärdering. Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att enskilda individer ska omkomma eller skadas inom eller i närheten av ett system, dvs. frekvensen för att en specifik person som befinner sig på en specifik plats omkommer eller skadas. De kriterier som DNV har tagit fram med avseende på individrisken är [12]:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras  $10^{-5}$  per år
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små  $10^{-7}$  per år

Området mellan kriterierna kallas det s.k. ALARP-området (*As Low As Reasonably Practicable*). Då individrisken hamnar inom detta område skall riskreducerande åtgärder vidtas så länge kostnaden anses vara proportionerlig i förhållande till den riskreducerande effekten. Hamnar individrisken över kriteriets övre gräns skall riskreducerande åtgärder vidtas och om den hamnar under kriteriets undre gräns är risken acceptabel utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

Enligt tabell 4.1 överstiger inte frekvensen för något av skadescenarierna på Älta idrottsväg den undre gränsen av ALARP-området ( $10^{-7}$  per år) och detta gäller även om samtliga frekvenser adderas för att erhålla en total risknivå avseende bensintransport på Älta idrottsväg. Detta tillsammans med ovanstående värdering av lossnings- och tankningsscenarierna på Preem bensinstation innebär att risknivån i planområdet Älta 9:25 bedöms som acceptabel utan att några riskreducerande åtgärder vidtas.

### 5.1 Hantering av osäkerheter i analysen

Osäkerheterna i analysen är relativt omfattande. Detta gäller främst vid uppskattningen av sannolikheten för att en olycka skall inträffa. Statistiken gällande farligt godsolyckor med läckage på väg är ej tillfredställande och detta beror till stor del på att det inte har inträffat något större antal olyckor de senaste åren. Det kan även vara olämpligt att använda sig utav statistik från andra länder eftersom det inte är säkert att deras infrastruktur är lik den i Sverige. Om detta skall göras är det viktigt att alla de eventuella skillnaderna räknas in i uppskattningarna.

Dessutom är osäkerheterna avseende statistik över transportmängder omfattande. Detta är en av anledningarna till att det i riskanalysen ej valts att använda en detaljerad metod som är i behov av tillförlitlig statistik. De värden som anges i analysen innefattar osäkerheter som innebär att de bör behandlas med försiktighet. Det har även gjorts ett flertal kvalitativa antaganden där det saknats fakta om olika faktorer frekvenser etc.

De antaganden som gjorts är oftast konservativt gjorda för att på så sätt vara på den säkra sidan vid exempelvis riskvärdering och förslag till riskreducerande åtgärder. På grund av att många faktorer valts konservativt leder detta dock till att osäkerheterna ej bedöms påverka värderingen av riskerna på ett sådant sätt att säkerheten blir underdimensionerad.

## Referenser

- [1] *Detaljplan för Älta 9:25, Nacka kommun – Start-PM*, Nacka Kommun, 2005-05-31
- [2] *Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag*, Länsstyrelsen i Stockholms län, Faktablad nr 4:2003
- [3] *Riskanalyser i detaljplaneprocessen*, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2003:15, 2003
- [4] *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer*, Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000
- [5] *Sprängämnesinspektionens allmänna råd (SÄIFS 1997) om hur föreskrifterna om hantering av brandfarliga gaser och vätskor bör tillämpas vid bensinstationer*, december 1997
- [6] *Kartläggning av transporter med farligt gods i Stockholms län 1998*, rapport 1999:0375, Vägverket
- [7] *Årsmedelsdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta*, Statistik från Vägverkets hemsida – [www.vagverket.se](http://www.vagverket.se), 2004-09-29
- [8] *Väginformation 2003. Stockholms län*, Vägverket, 2003
- [9] *Riskanalys av oljedepån Lucerna i Västervik*, Bjerke, Thomas & Christiansson, Jens, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund 2001
- [10] *Vägrafikskador 2001*, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001
- [11] *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27
- [12] *Värdering av risk*, Räddningsverket Karlstad, 1997
- [13] *Enclosure Fire Dynamics*, Karlsson & Quintiere, 2000
- [14] *Fire safety of bare external structural steel*, Law & O'Brien, Constrado, 1981
- [15] *An Introduction to Fire Dynamics – second edition*, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999
- [16] *Thermal Radiation Heat Transfer, 3<sup>rd</sup> ed.*, Seigel & Howell, USA 1992
- [17] *Konsekvensanalys av olika olycksscenarior vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994
- [18] *BBR, Boverkets Byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t o m BFS 2002:19*, Boverket, 2002
- [19] *Farligt gods – riskbedömning vid transport*, Räddningsverket Karlstad, 1996
- [20] *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



## Bilaga A – Strålningsberäkningar

### A.1 Beräkningsmetodik

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. De formler som använts är baserade på den forskning på brandområdet som bedrivits under lång tid. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp.

Beräkningarna av den värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand har genomförts enligt följande:

- Beräkning av brandeffekt
- Beräkning av flammans höjd och temperatur
- Beräkning av synfaktor
- Beräkning av infallande strålning på olika avstånd från branden

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd används för att beräkna den så kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen. Temperaturen hos flammen ligger till grund för beräkningen av hur mycket infallande strålning som mottas av ytor på olika avstånd från branden.

#### A.1.1 Brandeffekt

Brandeffekten erhålls genom följande samband [13]:

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

Ekvation A1.

där

$\dot{Q}$  = utvecklade effekt (kW)

$\chi$  = förbränningseffektivitet (0,7 [13])

$\dot{m}''$  = förbränningshastighet per ytenhet (kg/m<sup>2</sup>s)

$\Delta H_c$  = förbränningsvärme (MJ/kg)

$A_f$  = brinnande yta (m<sup>2</sup>)

Ekvationen gäller förutsatt att pölbrandens diameter är relativt stor (>2 m). För bensin gäller följande [13]:

$$\dot{m}'' = 0,055 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$\Delta H_c = 43,7 \text{ MJ/kg}$$



### A.1.2 Flamhöjd

Flamhöjden  $H_f$  (m) beräknas med hjälp av följande ekvation [13]:

$$H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D \quad \text{Ekvation A2.}$$

där  $D$  är brandens diameter som beräknas ur:

$$D = \sqrt{\frac{4A_f}{\pi}} \quad \text{Ekvation A3.}$$

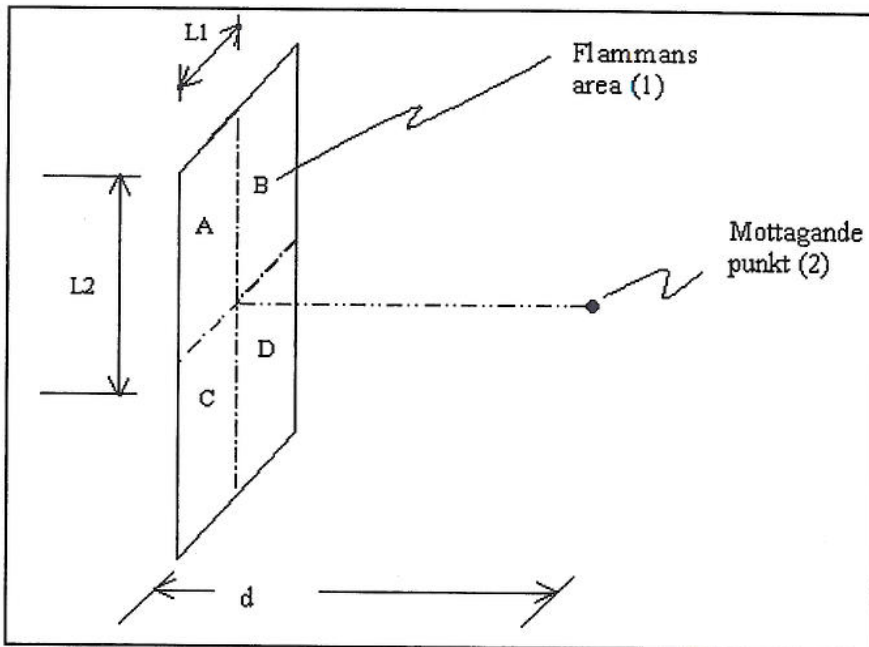
### A.1.3 Flamtemperatur

Flamtemperaturen  $T_f$  utgör medeltemperaturen i flammen. Temperaturen i flamspetsen är ca 540°C (813 K) [14]. Vid lägre temperaturer förlorar flammen sin laminära karaktär. Om flammans maximala temperatur antas till 1000°C (1273 K) [15] kan medeltemperaturen i flammen bestämmas. Den maximala flamtemperaturen är bland annat beroende av vilket material som brinner och storleken på branden. Medeltemperaturen används i beräkningen av strålningen från flammen och erhålls enligt:

$$T_f = \left( \frac{1273^4 + 813^4}{2} \right)^{1/4} = 1112K \quad \text{Ekvation A4.}$$

### A.1.4 Synfaktor

Synfaktorn  $F$  anger hur stor andel av den emitterade strålningen som når den mottagande punkten eller ytan (se figur A.1). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.



Figur A.1. Synfaktor.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt [15]:

$$F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

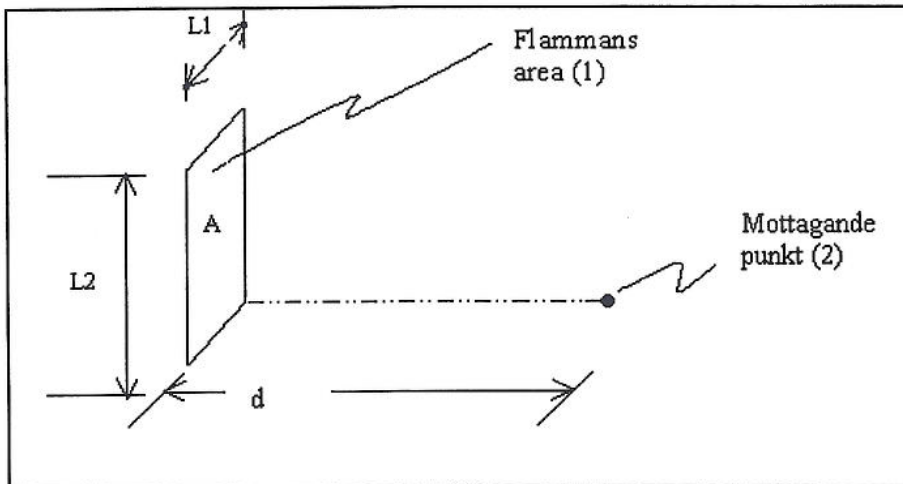
där  $F_{A1,2}$  beräknas enligt följande: 
$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1$$
 Ekvation A5.

där  $\theta_1$  och  $\theta_2$  är infallande vinkel, dvs. 0, och  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas på samma sätt för dess mått där  $A_1 = L_1 \cdot L_2$  enligt figur A2. Ekvationen B6 används för beräkning av respektive ytas synfaktor [16]:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$
 Ekvation A6.

där

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur A.2.}$$



Figur A.2. Synfaktor.

Om ytorna A, B, C och D är lika stora betyder det att den mest kritiska punkten på avståndet  $d$  från branden studeras. Genom att dela upp brandens totala area i olika stora ytor kan synfaktorn och då värmestrålningen bestämmas för en punkt på avståndet  $d$  från branden på  $x$  meters höjd. Detta är lämpligt när man studerar exempelvis avstånd till kritisk värmestrålning för människor eftersom det då är aktuellt med en höjd på t ex två meter. Synfaktorn mellan flammans och en punkt kan även tas fram med hjälp av tabellvärden.

### A.1.5 Infallande strålning

Den från branden infallande strålningen som når omgivningen varierar med flammans temperatur, synfaktorn och den brinnande massans emissivitet. Emissiviteten, det vill säga materialets förmåga att avge värmeenergi, är beroende av materialets temperatur och egenskaper, särskilt vid ytan. Exempelvis kan sägas att en blankpolerad yta har mycket lägre emissivitet än en mörk skrovlig yta. Den infallande strålningen kan beräknas genom:

$$q_r'' = \epsilon \sigma F T_f^4$$

Ekvation A7.

där

$q_r''$  = Infallande strålning (kW/m<sup>2</sup>)

$\epsilon$  = Emissionstal

$\sigma$  = Stefan-Boltzmanns konstant (=  $5.67 \times 10^{-11}$  kW/m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>)

$F$  = Synfaktor

$T_f$  = Flammans medeltemperatur

Emissionstalet för en flamma varierar med materialets egenskaper och tjockleken på flammans. För stora bränder antas emissionstalet vara 1, vilket är ett konservativt antagande.



## A.2 Beräkningar och resultat

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden för ett antal olika scenarier beräknats (se tabell A.1). De olika scenarierna utgörs av friliggande pölbränder.

Tabell A.1. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd.

Brinnande yta (m <sup>2</sup> )	Utvecklad effekt (kW)	Brandens diameter D <sub>r</sub> (m)	Flammhöjd H <sub>f</sub> (m)
10	16825	3,57	7,64
50	84123	7,98	13,32
200	336490	15,96	21,09
300	504735	19,54	24,01
400	672980	22,57	26,29

Strålningen har beräknats på två meters höjd på olika avstånd från branden. Dessa värden återges i tabell A.2 och figur A.3 nedan.

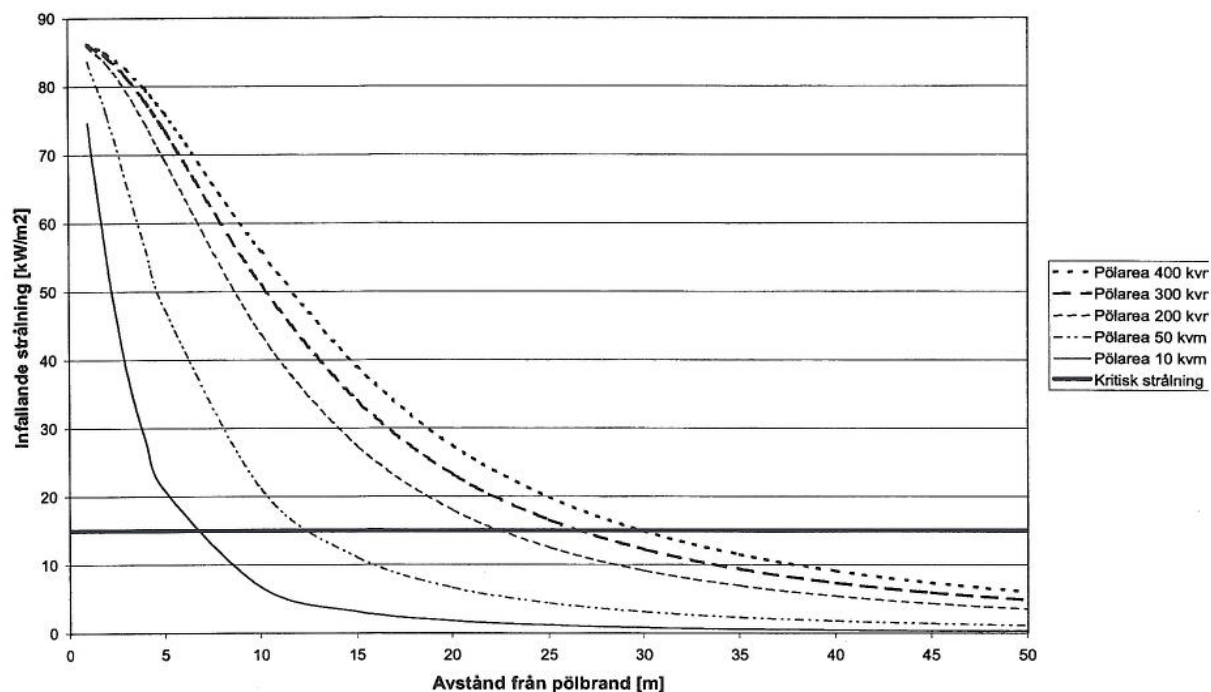
Tabell A.2. Beräkning av strålning och synfaktor på två meters höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd	10 m <sup>2</sup>		50 m <sup>2</sup>		200 m <sup>2</sup>		300 m <sup>2</sup>		400 m <sup>2</sup>		
	Strålning [kW/m <sup>2</sup> ]	Synfaktor	Strålning [kW/m <sup>2</sup> ]	Synfaktor	Strålning [kW/m <sup>2</sup> ]	Synfaktor	Strålning [kW/m <sup>2</sup> ]	Synfaktor	Strålning [kW/m <sup>2</sup> ]	Synfaktor	
1	0,86	0,97	74,62	0,97	83,67	0,99	85,82	0,99	86,08	0,99	86,21
2	0,63	0,88	54,41	0,88	75,91	0,96	83,29	0,97	84,28	0,98	84,80
3	0,45	0,76	38,70	0,76	66,08	0,92	79,43	0,94	81,46	0,95	82,54
4	0,32	0,65	28,01	0,65	56,25	0,86	74,62	0,90	77,82	0,92	79,59
5	0,24	0,55	20,82	0,55	47,45	0,80	69,28	0,85	73,62	0,88	76,10
10	0,08	0,24	6,74	0,24	21,14	0,51	43,84	0,59	51,07	0,65	55,95
15	0,04	0,13	3,18	0,13	11,09	0,32	27,43	0,39	34,03	0,45	39,00
20	0,02	0,08	1,83	0,08	6,67	0,21	18,05	0,27	23,26	0,32	27,46
25	0,01	0,05	1,18	0,05	4,41	0,15	12,55	0,19	16,55	0,23	19,91
30	0,01	0,04	0,82	0,04	3,12	0,11	9,15	0,14	12,24	0,17	14,91
35	0,01	0,03	0,61	0,03	2,32	0,08	6,93	0,11	9,36	0,13	11,50
40	0,01	0,02	0,47	0,02	1,79	0,06	5,41	0,09	7,36	0,11	9,10
45	0,00	0,02	0,37	0,02	1,42	0,05	4,34	0,07	5,93	0,09	7,36
50	0,00	0,01	0,30	0,01	1,16	0,04	3,55	0,06	4,87	0,07	6,07

Det framgår tydligt av beräkningarna att den infallande strålningen avtar med avståndet från strålkällan. För att kunna få en uppfattning av vilken strålning som är tolerabel kan beräknade strålningsnivåer jämföras med följande värmepåverkan och gränsvärden [17].

1 kW/ m <sup>2</sup>	Högsta nivå som inte orsakar smärta
13 kW/ m <sup>2</sup>	Antändning av trä vid närvaro av en liten flamma, samt orsak till outhärdlig smärta efter 3 s exponering
20 kW/ m <sup>2</sup>	Kriteriet för övertändning i rum, orsakar outhärdlig smärta efter 1 s exponering
30 kW/ m <sup>2</sup>	Spontan antändning av trä i det fria.

För strålning mellan byggnader anges att strålningen bör understiga 15 kW/m<sup>2</sup> i minst 30 minuter utan särskilda åtgärder i form av brandklassad fasad [18]. Det kriterium som används i detta fall för att avgöra antalet omkomna på grund fordonsbrand anges till 15 kW/m<sup>2</sup>. I figur A.3 återges resultaten från strålningsberäkningarna. Kriterierna för omkomna presenteras också i figuren.



Figur A3. Infallande strålning som funktion av avståndet pölbranden.

I tabell A.3 presenteras det skadeområde inom vilket personer kan förväntas omkomma. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över relativt stort område.

Tabell A.3. Skadedrabbat område för olika stora pölbränder samt exempel på skadesscenario.

Pölarea	Pölradie	Infallande strålningen > 15kW/m <sup>2</sup> från pölkant	Skadeområde	Scenario:
10 m <sup>2</sup>	1,8 m	7 m	9 m	Utsläpp vid tankning (max 120 liter) / Utsläpp begränsat av invallning vid lossning.
50 m <sup>2</sup>	4 m	12 m	16 m	Liten pölbrand på väg
200 m <sup>2</sup>	8 m	22 m	30 m	Medelstor pölbrand på väg
300 m <sup>2</sup>	9,8	26 m	36 m	Utsläpp ej begränsat av invallning vid lossning
400 m <sup>2</sup>	11 m	29 m	40 m	Stor pölbrand på väg



## Bilaga B – Frekvensberäkningar och -bedömningar

### B.1 Trafikolycka med bensintransport på Älta Idrottsväg

I Räddningsverkets *Farligt gods – riskbedömning vid transport* [19] ges metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt godstransport.

Denna riskanalysmetod för transporter av farligt gods på väg och järnväg (VTI-metoden) analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods på väg och järnväg mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt godsolycka på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, dels att använda olycksstatistik för sträckan, dels att skatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten för vägnivån. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek samvarierar med ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, sikt-förhållanden samt vägens utformning och sträckning. Med hjälp av *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp* kan följande parametrar bestämmas: olyckskvoten, andel singelolyckor och index för farligt godsolyckor.

Det har inte hittats någon statistik över trafikflödet på Älta Idrottsväg. Detta bedöms dock vara mycket lågt då vägen enbart nyttjas av boende i området samt eventuella besökare av Älta idrottsplats. Mycket grovt antas trafikflödet på den aktuella sträckan ej överstiga 2 000 fordon/dygn. Mängden tung trafik bedöms vara mycket begränsad.

Den aktuella sträckan av Älta idrottsväg inkl. bensinstationens utfart (trafikflödet bedöms inte bli 2 000 för utfarten, men det räknas ändå grovt med detta antal) är ca 30-40 meter (0,03-0,04 km). Det totala trafikarbetet på den aktuella sträckan blir:

$$2\,000 \text{ (fordon)} \cdot 365 \text{ (dygn)} \cdot 0,040 \text{ (km)} = 29\,200 \text{ fordonskilometer per år.}$$

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = \text{Olyckskvot} \cdot \text{Totalt trafikarbete} \cdot 10^{-6}$$

Där indata för olyckskvoten kommer från *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp*. Älta idrottsväg antas utgöras av Tätort med hastighetsgräns 30 km/h och utgöras av gata/väg vilket ger olyckskvot = 2,0.

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = 2,0 \cdot 29\,200 \cdot 10^{-6} = 0,058 \text{ per år}$$

Följande ekvation används för att beräkna frekvensen för antal förväntade fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor:

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

där X = Andelen transporter skyltade med farligt gods  
Y = Andelen singelolyckor på vägdelen

Enligt diskussioner i avsnitt 2 får Preem bensinstation ca 50-100 bensintransporter per år och dessa förväntas passera planområdet på Älta idrottsväg på väg från bensinstationen. Andelen transporter skyltade med farligt gods blir då maximalt cirka:



$$X = \frac{100}{2000 \cdot 365} = 0,00014 = 0,014\%$$

Indata från *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp*. Älta Idrottsväg antas utgöras av gata/väg i Tätort med hastighetsgräns 30 km/h vilket ger andel singelolyckor ( $Y$ ) = 0,10.

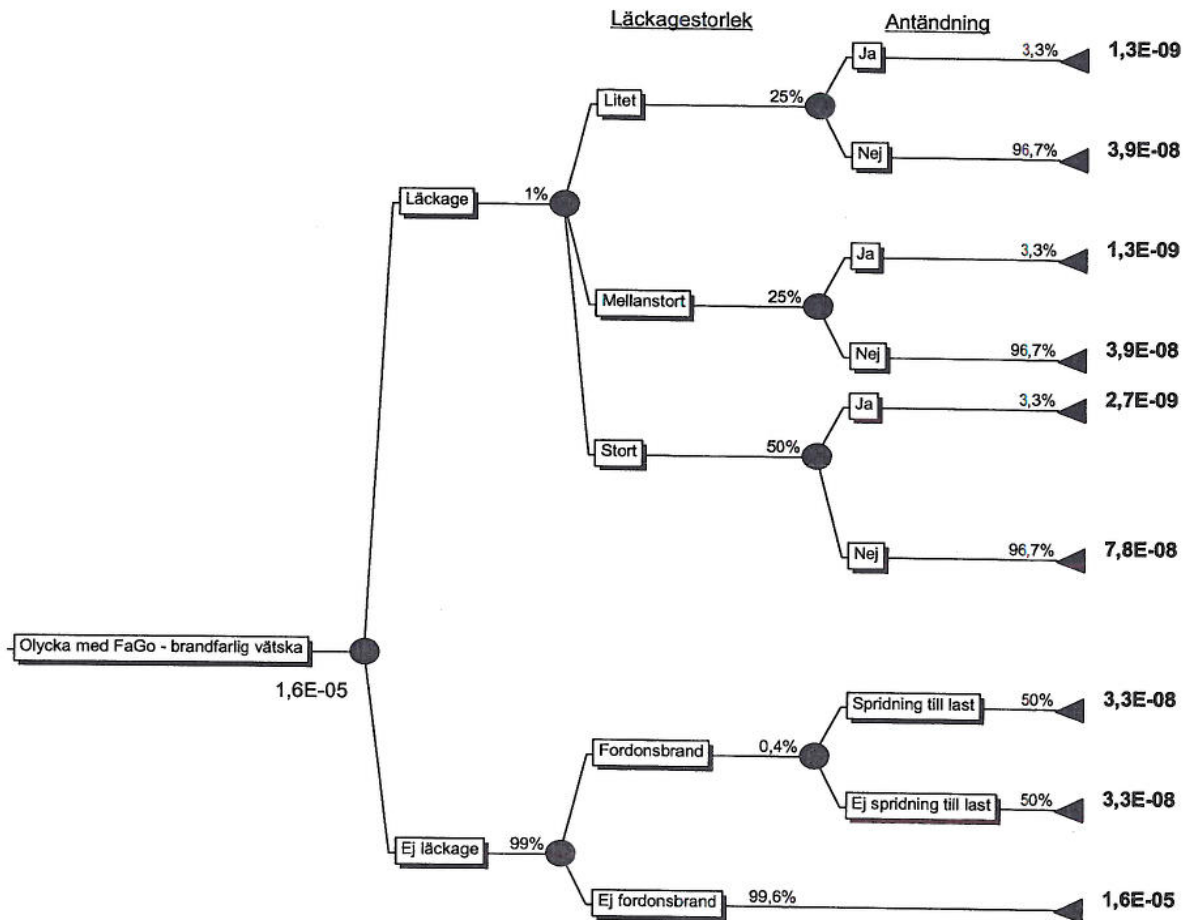
*Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor =*

$$0,058 \cdot ((1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1) + (1 - 0,1) \cdot (2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} - (1,4 \cdot 10^{-4})^2)) = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ per år}$$

För att leda till större konsekvenser för människor måste antingen utsläpp och antändning ske av den brandfarliga vätskan alternativt att fordonet fattar eld till följd av olyckan. Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad leder till läckage antas vara 1 % (Index för farligt godsolyckor) enligt *beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp* och vid läckage från tankbil med släp antas fördelningen för respektive läckagestorlek (pölarea) vara 25%, 25% och 50% [19].

Antändning av brandfarliga vätskor (motorolja och bensin etc.) sker med en sannolikhet på cirka 0,033 [20] oberoende om det är litet eller stort läckage. Sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon är ca 0,41 %. Grovt uppskattat är sannolikheten för spridning till last vid fordonsbrand 50 %.

I figuren nedan redovisas frekvens för olika skadescenarier vid olycka med transport av brandfarlig vätska.



Figur B.1. Händelsesträd farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

## B.2 Preem bensinstation

### B.2.1 Lossning av bensin

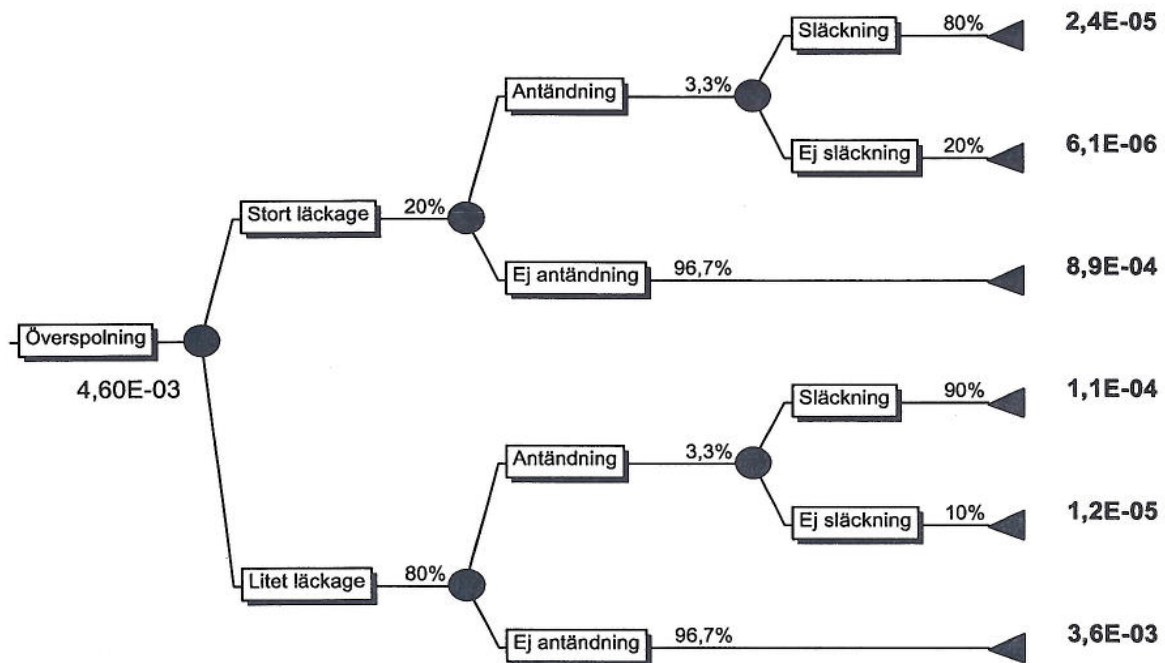
Till Preem bensinstation kommer 1-2 transporter med brandfarliga vätskor (bensin och diesel) per vecka. Antalet lossningar av bensin och diesel antas alltså vara cirka 1-2 per vecka, dvs. cirka 50-100 lossningar/år.

Enligt statistik från OK-Q8 AB sker cirka tre överspolningar per 65 156 lossningar på deras anläggningar [9]. Frekvensen för överspolning blir då  $4,6 \cdot 10^{-5}$  per lossning. Beträffande lossning av bensin och diesel på Preem finns det ingen anledning att tro att detta värde skulle skilja sig markant och därför antas detta värde vid beräkning av frekvensen för överspolning i samband med lossning av bensin på Preem vid Ältavägen. Frekvensen för överspolning blir då ca  $2,3-4,6 \cdot 10^{-3}$  per år, dvs. en överspolning per ca 220-430 år.

Mängden brandfarlig vätska som rinner över vid en överspolning kan variera från enbart någon liter upp till över en kubikmeter. Vid lossning av bensin och diesel finns det alltid en person som bevakar förloppet och sannolikheten för att överspolningen ska bli stor innan några åtgärder vidtas bedöms vara relativt låg. Runt lossningsplatsen för bensin och diesel finns dessutom en invallning som begränsar põlarean, vid mindre utsläpp. Ett utsläpp i samband med lossning delas in i mindre utsläpp som

rymmer i invallningen och stort utsläpp som läcker utanför invallningen och bildar en större pöl (anta- get 20 meter i diameter enligt bilaga A).

Sannolikheten för ett större utsläpp givet överspolning vid lossning av bensin och diesel antas till 20 %. Sannolikheten för att utläckt brandfarlig vätska (bensin, diesel etc.) skall antändas antas vara cirka 0,033 [9,20]. Eftersom lossningen är övervakad är det dessutom relativt sannolikt att en snabb och lyckad släckinsats utförs [9].



Figur B.2. Händelsträd överspolning av brandfarlig vätska vid lossning.

## B.2.2 Tankning

Antalet tankningar på Preem bensinstation antas vara relativt högt, men något exakt antal har inte till- handahållits. De utsläpp som kan antas inträffa i samband med tankning är om en kund antingen glömmar hänga tillbaka pistolhandtaget på bensinpumpen efter avslutad tankning alt. att en kund låser pistolhandtaget men inte ansluter handtaget till bilens bensintank. Mätarskåpen i dagens bensinpumpar är vanligtvis spärrade så att det inte är möjligt att tanka mer än 100-120 liter på en tankning. Maximal mängd bensin eller diesel som då kan rinna ut antas alltså vara 120 liter. Detta tar dock relativt lång tid och sannolikheten för att åtgärder vidtas som minskar utsläppsmängden är relativt hög.

Det har inte utförts några frekvensberäkningar för scenarier förknippade med tankning. Sannolikheten för ett utsläpp som dessutom antänds bedöms vara relativt låg.



