

# **Näsby 8:1 & 8:3, Tyresö Fördjupad riskanalys**

**Version A**

**2011-10-06**

**Brandkonsulten Kjell Fallqvist AB**

Gävlegatan 12 B, 113 30 Stockholm

Telefon 08 - 505 344 00 Telefax 08 - 505 344 01

[www.brandkonsulten.se](http://www.brandkonsulten.se)

**brandkonsulten ab**

Näsby 8:1 & 8:3, Tyresö

**Fördjupad riskanalys**

**Uppdragsgivare:** Peab Bostad AB  
Fernando Nogueira  
Box 808  
169 28 Solna

**Upprättad av:**

Fredrik Skarander  
Brandingenjör

**Kontrollerad av:**

Anders Karlsson  
Brandingenjör

Riskanalys, version A	2011-10-06	FS	AK
Version	Datum	Utförd av	Kontrollerad av

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>4</b>
1.1	Bakgrund.....	4
1.2	Syfte.....	5
1.3	Avgränsningar.....	5
<b>2</b>	<b>Förutsättningar</b> .....	<b>5</b>
2.1	Transporter av farligt gods .....	5
2.2	Områdesbeskrivning .....	5
2.3	Byggnads- och verksamhetsbeskrivning .....	7
<b>3</b>	<b>Fördjupad riskanalys av två scenarios</b> .....	<b>8</b>
3.1	Olycka med tankbil med brandfarlig vätska.....	8
3.2	Avåkning av fordon från Gudöbroleden.....	12
3.3	Sannolikhetsberäkning.....	14
<b>4</b>	<b>Hantering av osäkerheter</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Åtgärder</b> .....	<b>16</b>
	Bilaga 1- Strålningsberäkningar .....	17

## **1 Inledning**

### **1.1 Bakgrund**

Brandingenjör Fredrik Skarander och brandingenjör Anders Karlsson, båda Brandkonsulten AB, har på uppdrag av Peab Bostad AB, genomfört en riskanalys för fastigheterna 8:1 och 8:3 i Tyresö.

Underlag för denna riskanalys har varit:

- Översiktlig riskbedömning, samrådshandling, Tyresö kommun, Dnr 2007KSM0691, daterad april 2011.
- Samrådsyttrande Länsstyrelsen i Stockholms län, beteckning 4021-11148-2011, daterad 2011-06-13.
- Detaljplan, samrådshandling, upprättad 2011-04-13.
- Översiktsplan Tyresö Kommun, antagen 2008-04-17.
- Idéstudie Väg 260, Gudöbroleden, Slutrapport. Objektsnummer 8445764, Dnr PP 20 A 2007:2233, Vägverket 2007-06-27.
- Vagarbeten Gudöbroleden, [www.tyreso.se](http://www.tyreso.se), publicerad 2009-09-04, hämtad 2011-09-21.
- Platsbesök 2011-09-19.
- Möte 2011-09-22 med arkitekt Ola Bengtsson, Arkitekter Engstrand & Speek AB.
- Samtal med Jenny Holmberg, exploateringsingenjör Tyresö kommun, 2011-09-21.
- Samtal med Tony Ytterstedt, sektionschef gator och vägar, Tyresö kommun, 2011-09-21.
- Samtal med Stefan Renbro, Shell Trollbäcken, 2011-09-23.
- Illustrationsskisser nya bostäder, upprättade av Arkitekter Engstrand & Speek AB, daterade 2011-03-22.
- Planskisser nya bostäder, upprättade av Arkitekter Engstrand & Speek AB, daterade 2011-03-22.
- Planskiss handel och kontor upprättade av Arkitekter Engstrand & Speek AB, daterade 2011-08-24.
- Trafikflödeskarta tung fordonstrafik, Tyresö kommun, Trafikverket, 2011-04-28.
- Trafikflödeskarta total fordonstrafik, Tyresö kommun, Trafikverket, 2011-04-27.
- Riskhantering i detaljplaneprocesserna, september 2006.
- Kartläggning av farligt gods-transporter, september 2006, SCB.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna riskanalys är att mer i detalj studera två scenarios, olycka med tankbil samt avåkning. Det är dessa två risker som tas upp i Tyresö kommuns översiktliga riskbedömning. Vid platsbesök kunde även Brandkonsulten AB konstatera att det är dessa två typer av risker som är av intresse vid denna fördjupade riskanalys.

## 1.3 Avgränsningar

De risker som studeras är brand vid utsläpp av brandfarlig vätska samt avåkning med avseende på liv och hälsa för personer som vistas på aktuellt planområde. Det innebär att inga miljörisker, eventuella skador på egendom eller uppsåtliga risker har beaktats.

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Transporter av farligt gods

En riskinventering är utförd i den översiktliga riskbedömningen som utfördes av Tyresö kommun. En av de identifierade riskerna utgörs av transport av farligt gods.

Gudöbroleden utgörs av en sekundär transportled för farligt gods. En sekundär transportled för farligt gods är främst till för att transportera varor till lokala verksamheter. Gudöbroleden ska även, i undantagsfall, kunna användas som omledningsväg av Nynäsvägen, som utgör en primär transportled för farligt gods.

Gudöbroleden används främst för att transportera drivmedel till lokala bensinstationer och mindre industrier. Även transporter av eldningsolja till privatpersoner förekommer sannolikt. Detta betraktas enligt ADR-S som brandfarliga vätskor (klass 3).

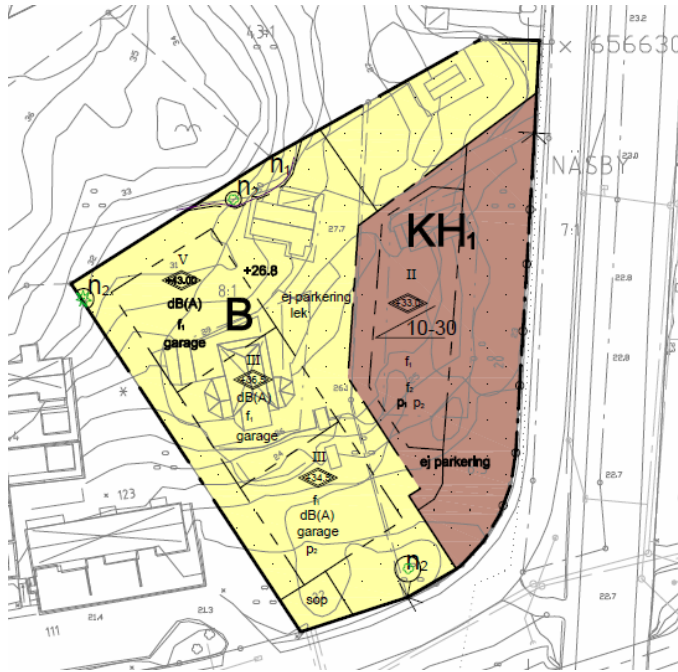
Vid samtal med verksamhetsbedrivare på den närbelägna Shellstationen kunde det konstateras att deras transporter vid påfyllning sker norrifrån. Detta innebär att dessa transporter i normala fall inte passerar berört område. I snitt får Shellstationen 1,5 transporter per vecka.

### 2.2 Områdesbeskrivning

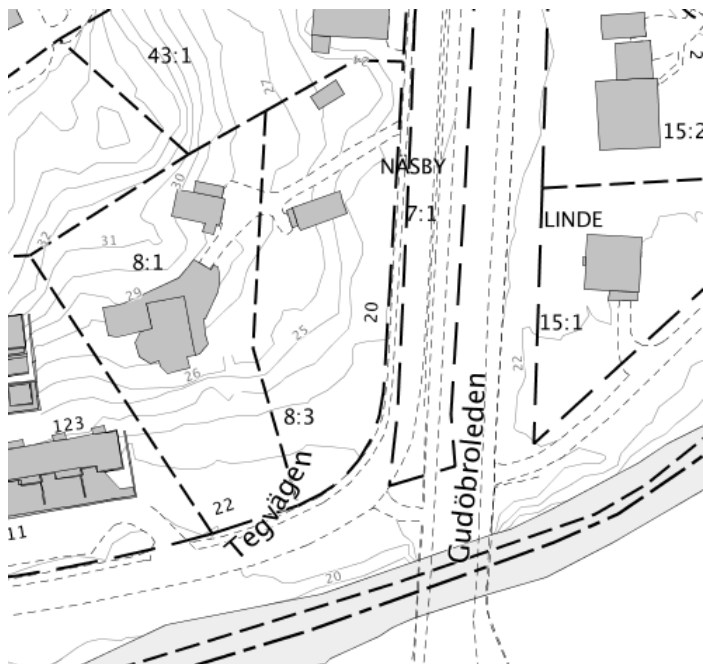
Fastigheterna Näsby 8:1 och Näsby 8:3 ligger i anslutning till Gudö å, nära kommungränsen till Haninge kommun. Näsby 8.3 ligger närmast Gudöbroleden.

Verksamheten i de planerade byggnaderna utgörs av bostäder, kontor, handel och restaurang. Byggnaden med kontor, handel och restaurang vetter mot Gudöbroleden medan bostadshuset delvis ligger bakom denna byggnad, se figur 3.1 och 3.2.

# brandkonsulten ab

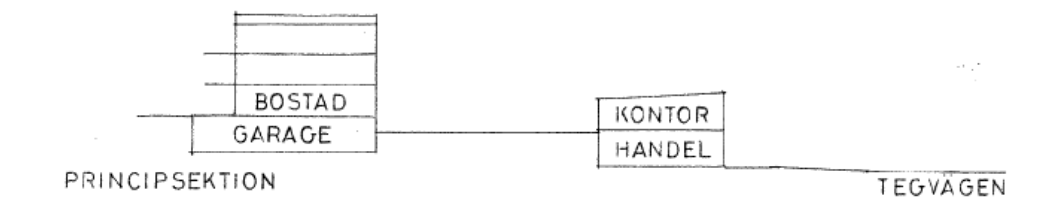


Figur 2.1: Situationsplan på planområde (utdrag ur detaljplan). Byggnadernas placering framgår översiktligt.



Figur 2.2: Planområdet med fastigheter Näsby 8:1 och 8:3.

Gudöbroleden samt Tegvägen lutar svagt nedåt mot Gudö å. I övrigt kommer markytan mellan Gudöbroleden och in mot kontorsbyggnaden att vara i stort sett horisontell, se figur 2.3.



Figur 2.3: Principsektion (utdrag ur skiss, Engstrand & Speek)

Huvudman för Gudöbroleden är Trafikverket. Gudöbroleden har genomgått trafiksäkerhetsförbättringar inom berört område. Bland annat har hastigheten sänkts från 70 km/h till 50 km/h.

Mellan Gudöbroleden och Tegvägen finns dels en trottoar med kantsten mot Gudöbroleden samt en mindre gräsremsa, se figur 2:4.



Figur 2.4: Foto på berörd vägsträcka (Foto: Brandkonsulten AB)

### 2.3 Byggnads- och verksamhetsbeskrivning

Byggnaderna kommer att uppföras med en stomme av betong samt puts på mineralullsisolering. Tak kommer att utgöras av sedum.

Mellan byggnaden och Tegvägen kommer parkeringsplatser att anläggas. Dessutom kommer träd att planteras mellan parkeringsplatser och Tegvägen.

Kontors-, restaurang- och handelsbyggnaden kommer att förses med utrymningsväg som vetter bort från Gudöbroleden.

Enligt samrådsyttrande från Länsstyrelsen ska mark inom prickad zon på plankartan inte uppmuntra till uteservering. Vid möte med arkitekt Engstrand & Speek har detta bekräftats, restaurangen kommer inte att ha uteservering.

### 3 Fördjupad riskanalys av två scenarios

Brandkonsulten AB har kartlagt riskkällorna i det aktuella planområdet. Riskkällorna är lika de som anges i den översiktliga riskbedömningen, dvs olycka med tankbil med brandfarlig vätska samt avåkning. Inga andra riskkällor har konstaterats.

Transporter av andra ämnen som klassificeras som farligt gods förutsätts bli transporterade på andra vägar.

Omledning av fordonstrafik (andra transporter med farligt gods) från väg 73 till Gudöbroleden kan bli aktuellt, med detta bedöms ske mycket sällan.

De två riskscenarios beskrivs i nedanstående avsnitt.

#### 3.1 Olycka med tankbil med brandfarlig vätska

##### 3.1.1 Förutsättningar

Beräkningar har utförts för en olycka med transport av brandfarlig vätska med efterföljande brand.

I beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Olycksfordonet utgörs av en fullastad dragbil med släp transporterandes petroleumprodukter såsom exempelvis bensin, diesel eller eldningsolja. Beräkningar har utförts för motsvarande eldningsolja.
- En pöl från ett läckande tankfordon förväntas inte sprida sig utanför körfältet.

##### 3.1.2 Konsekvensanalys

På vilket avstånd en viss given strålningsnivå uppnås från en brand är helt och hållet beroende av brandens temperatur, storlek och emissivitet. Rent beräkningsmässigt kan det modelleras genom att man låter branden representeras av en fiktiv strålningsyta med en bredd, höjd och strålande effekt som antas motsvara branden.

För att beräkna infallande strålning kan följande ekvation användas;

$$E = \phi \epsilon \sigma T^4$$

där T är strålkällans temperatur,  $\epsilon$  är emissionstalet,  $\sigma$  är Stefan-Boltzmanns konstant ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ) och  $\phi$  är synfaktorn, viken är en parameter som är beroende av strålkällans höjd och bredd samt avstånd från strålkällan.

##### 3.1.3 Brandstorlek och flamhöjd

Hur omfattande en brand blir och hur höga flammor detta ger upphov till är beroende av hur stort utsläppet blir samt ”omständigheterna i övrigt”, vilket representerar den osäkerhet som råder vid brand (hur stort fordonet är, hur tanken är konstruerad, hur olyckan ser ut, om det finns annat brännbart material i anslutning etc).



Det som är viktigt att beakta är att utifrån ett verkligt fall så är självklart inte en flamma en fix storlek under ett brandförlopp. Förutom brandens tro- ligen oregelbundna utbredning så är flammorna dynamiska och under på- verkan från exempelvis vind. Genom att ansätta en dimensionerande pöl- brand återskapas på ett så realistiskt sätt som möjligt olyckor med bränder i tankbilar och genom att variera pölens storlek så utreds även osäkerheterna i antagandena.

För att bestämma hur stor en flamma från en pölbrand blir finns olika empi- riskt framtagna ekvationer att tillgå. I denna rapport har en ekvation av Heskestad<sup>1</sup> använts.

$$Höjd_{flamma} = L = 0,235\dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow Bredd_{flamma} = D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$\dot{m}'' = \dot{m}''_{\infty} \cdot \left(1 - e^{-k\beta D}\right)$$

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

En fiktiv strålningsyta har antagits motsvara pölen placerad vid vägrenen mot det planlagda området.

Dimensionerande pölstorlek har antagits vara 200 m<sup>2</sup>. Detta motsvarar nästan hela tankbilslängden och körfältsbredden (givet en tankbilslängd om 24 m och körbanorna). Pölstorleken har dessutom varierats för att utreda osäkerheter för 50 och 400 m<sup>2</sup>.

### 3.1.4 Strålning från branden

För att fastställa hur mycket en flamma strålar kan dels empiriskt framtagna ekvationer som baseras på flammans temperatur och emissivitet användas och dels data från genomförda fullskaleförsök.

Genomförda fullskaleförsök<sup>2</sup> visar att vissa ekvationer som kan användas för att beräkna emitterad effekt för stora pölbränder ger högre strålningsni- väer jämfört med nämnda fullskaleförsök.

<sup>1</sup> Enclosure Fire Dynamics, Quintiere J och Karlsson B

<sup>2</sup> Journal of Fire Protection Engineering, vol. 1, no. 4, pages 141-149, october, november, december 1989.

Förklaringen till det kan vara att det i ekvationerna antas att fullständig förbränning av bränslet sker, vilket sällan är fallet med fritt brinnande bränslen. Förbränningen i en stor pölbrand sker med underskott av syre, vilket ger ett ansevärt inslag av sot som fångar upp en betydande del av den emitterade effekten och minskar temperaturen i flamzonen. Lägre temperatur ger lägre emitterad effekt. Mindre pölbränder har en bättre förbränning då luftens syre når större delen av bränslet. Det medför att mindre pölbränder i vissa fall har högre emitterad effekt, genom bl a ökad temperatur i flamzonen, än stora bränder.

En pöl med en diameter av ca 11 m emitterar ca 60 kW/m<sup>2</sup> enligt genomförda fullskaleförsök. Fullskaleförsök visar även på att en pöl med diameter mellan 1-3 m emitterar mellan 85-130 kW/m<sup>2</sup>.

Som jämförelse är strålningen från en flamma baserat på formeln  $E = \epsilon \sigma T^4$  ca 150 kW/m<sup>2</sup> (T=1000°C, emissionstalet,  $\epsilon = 1$  och Stefan-Boltzmanns konstant,  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ). 60 kW/m<sup>2</sup> motsvarar enligt denna formel en flamtemperatur på 750°C.

Det dimensionerande värdet som använts vid beräkningarna är 60 kW/m<sup>2</sup>. (dvs 750°C). Som känslighetsanalys har även 75 kW/m<sup>2</sup> studerats (~800°C). Mindre pölbränder som har högre emitterad effekt behöver ha något som begränsar utsläppets utbredning vilket i normala fall inte finns på en vägbana. Den totala emitterade effekten blir också förhållandevis liten på grund av att en mindre brand har en mindre synfaktor. Ytterligare studier av mindre bränder bedöms inte nödvändiga i det här fallet tack vare den begränsade infallande strålningsnivån.

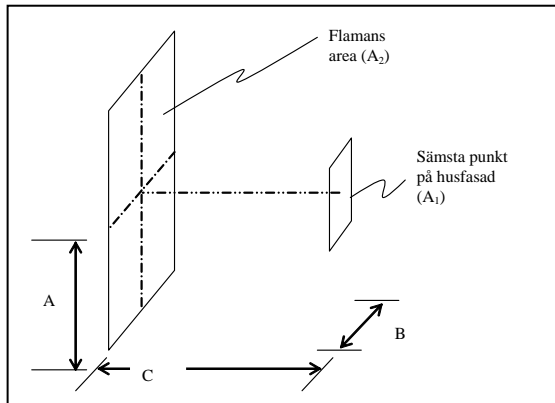
### 3.1.5 Infallande strålning

Synfaktorn beräknas ur avståndet till fasaden från flammen samt flammans bredd och höjd, vilken ges av utsläppets storlek, vätskans förbränningshastighet och energiinnehållet. Flammen representeras av en fiktiv kvadratisk strålningspanel vilken placeras ytterst i körfältet, dvs närmast berörda byggnader. Beräknad punkt anger sämsta läget framför en brand, dvs mitt framför lågan.

Synfaktorn,  $F_{12}$ , beräknas enligt avsnitt 2.4.1 i *An Introduction to Fire Dynamics*<sup>3</sup> enligt följande:

$$F_{12} = \frac{2}{\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \left| \begin{array}{l} X = \frac{A}{C} \\ Y = \frac{B}{C} \end{array} \right.$$

<sup>3</sup> An Introduction to Fire Dynamics, Drysdale D, 1985



### 3.1.6 Resultat

Beräkningar där typ av brand, flammhöjd samt pölstorlek varierats ger följande resultat.

Tabell: Beräknade avstånd till 15 kW/m<sup>2</sup>.

Typ av brand	Storlek på utsläpp [m <sup>2</sup> ]	Flammhöjd [m]	Avstånd till 15 kW/m <sup>2</sup> [m]
60 kW/m <sup>2</sup> . (750°C)	50	12	10
75 kW/m <sup>2</sup> . (800°C)	50	12	11
<b>60 kW/m<sup>2</sup>. (750°C)</b>	<b>200</b>	<b>19</b>	<b>17</b>
75 kW/m <sup>2</sup> . (800°C)	200	19	20
60 kW/m <sup>2</sup> . (750°C)	400	24	23
75 kW/m <sup>2</sup> . (800°C)	400	24	26

Vid flammans överkant blir avståndet till 15 kW/m<sup>2</sup> ca 25 % kortare än vid flammans mitt.

### 3.1.7 Osäkerheter

Dimensionerande scenario med en brand på motsvarande 200 m<sup>2</sup> innebär att branden i stort sett täcker allt över en sträcka motsvarande en hel fordonslängd för en tankbil med släp (~24 m).

En pöl kan med andra ord inte bli mycket större inom vägbanan om det inte breder ut sig ytterligare. Resultatet av känslighetsanalysen visar dock att trots att temperatur respektive pölstorlek ökas så sker ingen stor förändring av strålningsnivåer så att kritisk nivå erhålls på det avstånd som råder mellan vägbanan och planerad byggnad.

### 3.1.8 Slutsats

Avstånd mellan Gudöbroleden och nya kontorsbyggnaden kommer att bli ca 22-23. Brandkonsulten AB bedömer att ingen särskild risk uppstår för brandspridning via strålning från en pölbrand.

### 3.2 Avåkning av fordon från Gudöbroleden

Avåkning på berört vägavsnitt bedöms som låg sannolikhet, främst med följande motivering:

- hastigheten är begränsad till 50 km/h
- vägavsnittet saknar kurvor

I anslutning till Gudö å finns ett vägräcke, se figus 2.5. Dessutom finns en refug i anslutning till det obevakade övergångstället. Mellan Gudöbroleden och Tegvägen finns enbart en trottoar med kantsten samt en mindre gräsremsa, se figur 2.6.

Avstånd mellan Gudöbroleden och nya byggnaden kommer att bli ca 22-23 m. För att ett fordon ska köra in i byggnaden måste fordonet passera trottoar, Tegvägen, planteringsyta med träd samt parkerade bilar.

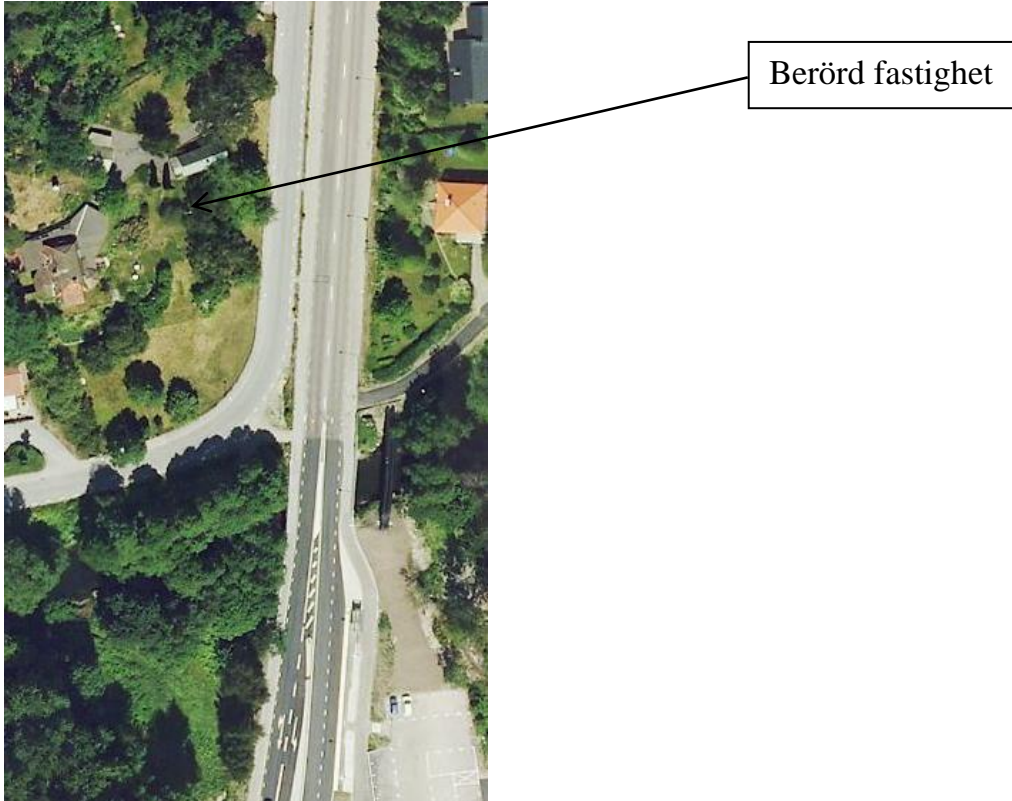
Säkerheten ska vara som störst när det finns personer i byggnaden. Vid dessa tider bedöms det även vara så att det står ett flertal parkerade bilar.

Detta scenario analyseras därför inte mer i detalj utan det kan konstateras att säkerheten för de personer som befinner sig i byggnaden är god. Även om ett fordon skulle passera de hinder som redovisas ovan så är byggnaden utförd av betong vilket bedöms motstå en kollision på ett bra sätt.



Berörd fastighet

Figur 2.5: Foto på berörd vägsträcka. Berörda fastigheten ligger på andra sidan vägen i anslutning till övergångställe. (Foto: Brandkonsulten AB)



*Figur 2.6: Flygfoto på berörd vägsträcka utan kurvor. (Eniro)*

### 3.3 Sannolikhetsberäkning

Årsdygnstrafik ÅDT (genomsnittligt antal fordon per dygn) för tung fordonstrafik på Gudöbroleden (på aktuellt vägavsnitt) var 1050 år 2009. ÅDT total fordonstrafik var år 2009 11370.

Årsdygnstrafik ÅDT (genomsnittligt antal fordon per dygn) för tung fordonstrafik på Nynäsvägen (väg 73) var 2006, norr om trafikplatsen där väg 260 ansluter till väg 73: 4290. Motsvarande ÅDT söder om trafikplatsen var 3100. ÅDT total fordonstrafik sett var 30090 respektive 20430.

Total andel trafik som utgörs av transporter av farligt gods uppgår enligt ”Farligt Gods – Riskbedömningar vid transport” till ca 1,7 promille.

Antalet transporter med farligt gods på Gudöbroleden bedöms som mycket få, 1,7 promille av 11370 är ca 19 st. Detta bedöms dock som högt då Gudöbroleden är en sekundär transportled för farligt gods samt en av de närmaste bensinstationerna får sina transporter från annat håll.

I de fall omdirigering av tung trafik sker från Nynäsvägen till Gudöbroleden skulle bedömt antal fordon med farligt gods uppgå till ca 51, räknat på 1,7 promille av 30090. Hur ofta en total omledning sker är i detalj ej utrett, men bedöms inte som så frekvent.

Antalet farligt gods-olyckor beräknas med hjälp av VTI-modellen<sup>4</sup>. Denna metod är inte framtagen för att skatta absoluta risknivåer på lokala vägavsnitt utan enbart till för att kunna göra en grov uppskattning.

Frekvensen för farligt gods-olyckor beräknas med följande ekvationer.

$$N = \text{Antalet fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år} = O((Y*X) + (1-Y)(2X-X^2)) \quad (\text{Ekv 1})$$

Förklaring:

O = Antalet polisrapporterade trafikolyckor på vägdelen per år (exkl olyckor med gående, cyklister och vilt) = Olyckskvoten x Trafikarbete

$$\text{Trafikarbete} = \text{ÅDT} \times 365 \times \text{väglängd (km)} \times 10^{-6}$$

Y = Andelens singelolyckor på vägdelen

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods

Antalet förväntade farligt gods-olyckor per år =

$$= N * (\text{Index för farligt gods-olycka}) \quad (\text{Ekv 2})$$

Förklaring:

Index för farligt gods-olycka är specifik för vägtyp och hämtas ur SRV:s Rapport<sup>5</sup>

Följande indata har används vid beräkningen:

---

<sup>4</sup> SRV, Farligt gods – Riskbedömningar vid transport, 1996  
Näsby 8:1 & 8:3, Tyresö, fördjupad riskanalys  
2011-10-06

	<b>Gudöbroleden</b>	<b>Vid omdirigering från väg 73</b>
Vägtyp hastighetsgräns	50 km/h	50 km/h
Längd (a) (km)	0,10	0,10
ÅDT (b)	11370	30090
Trafikarbete ( $a*b*365*10^{-6}$ ) = (c)	0,41	1,10
Olyckskvot (ur tabell)	1,20	1,20
Antal singelolyckor (Y) ur tabell	0,15	0,15
Index för farligt gods-olycka	0,03	0,03
Antal fordon skyltade med farligt gods (antal/dygn)/b (X)	$2/11370 = 0,00018$	$51/30090 = 0,0017$
Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolycka/år (ekv 1)	0,00016	0,0041
Antal farligt gods-olyckor/år (ekv 2)	<b>0,0000049</b> <b>Ca 1 gång per 200 000 år</b>	<b>0,00012</b> <b>c:a 1 gång per 8000 år</b>

Siffran 1.7 promille omfattar alla transporter av farligt gods. Om endast tankfordon med brandfarlig vätska ska tas med blir andelen transporter färre.

Resultaten ovan redovisar endast de bedömda frekvenserna för en olycka. Av de olyckor med transporter med farligt gods är det endast en del där brand uppstår. Detta innebär att sannolikheten för att en olycka som leder till ett stort utsläpp med brandfarlig vätska som dessutom antänds blir betydligt lägre. Med hänsyn till hastighetsbegränsningen på vägen bedöms sannolikheten för ett större utsläpp vid olycka som liten.

I en riskmatris skulle ovanstående frekvenser betraktas som osannolika.

Konsekvenserna vid en eventuell olycka bedöms också som låga.



## 4 Hantering av osäkerheter

Vid analys av risker måste osäkerheter i indata och bedömningar särskilt beaktas. I arbetet med aktuella beräkningar och bedömningar har detta inneburet att statistikuppgifter avseende mängder transporterat farligt gods angivna i form av intervall som erhållits från Räddningsverket har beaktats med försiktighet. Brandkonsulten AB har i detta läge valt att vara konservativ i bedömningarna genom att utgå från de övre nivåerna i intervallen. I denna analys gjorda bedömningar kan således komma att ändras med ytterligare och förbättrad information.

När det gäller bedömningar av konsekvenser är det viktigt att beakta att dessa utgår från erfarenheter inom Brandkonsulten AB utifrån litteraturstudier, tidigare utförda riskanalyser, arbete inom kommunal räddningstjänst m m. För en läsare av denna riskanalys är det därför viktigt att beakta att resultatet skulle kunna skilja sig om någon annan utfört analysen.

Förändringar som eventuellt kan ske i framtiden är mycket svåra att uppskatta. Ett exempel är en eventuell ny industri som medför ökade transporter med farligt gods. Dessa eventuella framtida förändringar är beaktade i analysen på det sättet att bedömning av sannolikheten beräknas efter ett större antal transporter (vid omledning av transporter från väg 73) samt vid bedömning av krav på åtgärder enligt avsnitt 5.

## 5 Åtgärder

Brandkonsulten AB bedömer att det är möjligt att uppföra området enligt aktuellt planförslag under förutsättning att riskreducerande åtgärder vidtas.

Om följande åtgärder vidtas bedömer Brandkonsulten AB att risknivån i området är tolerabel:

- Uteluftsintag ska placeras på sida som vetter bort från Gudöbroleden.
- Kontorsbyggnaden utformas så att lokaler även går att utrymma mot den sida som ej vetter mot Gudöbroleden.

Inga specifika krav ställs på konstruktionen. Vid möte med arkitekt Engstrand & Speek redovisades dock en lösning där stommar utförs med betong, ytterväggar utförs med obrännbar isolering och med obrännbart ytskikt vilket är gynnsamt ur ett riskperspektiv.



# brandkonsulten ab

## Bilaga 1- Strålningsberäkningar

Avstånd till 15kW/m <sup>2</sup> infallande strålning vid 50m <sup>2</sup> stor pölbrand			
<b>Flamhöjd</b>			
$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow \text{Bredd}_{\text{flamma}} = D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$ $\dot{m}'' = \dot{m}''_{\infty} \cdot (1 - e^{-k\beta D})$ $\dot{Q} = A \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta H_c$ $\text{Höjd}_{\text{flamma}} = L = 0,235 \dot{Q}^{2/3} - 1,02 D$			
A	50	Pölärea, m <sup>2</sup>	
D	7,98	Pöldiameter, m	
<b>Eldningsolja (fuel oil)</b> (Enclosure Fire Dynamics, table 3.3)			
$\dot{m}''_{\infty}$	0,04	0,04	kg/m <sup>2</sup> s
$\Delta H_c$	39,70	39,70	MJ/kg
$k\beta$	1,70	1,70	m <sup>-1</sup>
$\dot{m}''$	0,04	0,03	kg/m <sup>2</sup> s
*oberoende av diametern för etanol inom turbulent region av flaman			
Q	69,48	69,47	Effektutveckling, MW
L	12,18	12,18	Flamhöjd, m
<b>Synfaktor</b>			
$F_{12} = \frac{2}{\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$			
			$Y = \frac{B}{C}$
			$X = \frac{A}{C}$
A	6,09	6,09	Höjd, m
B	3,99	3,99	Bredd, m
C	9,65	11,00	Djup, m (Avstånd mellan strålningskälla och fasad)
X (A/C)	0,63	0,55	
Y (B/C)	0,41	0,36	
F <sub>12</sub>	0,24	0,20	Synfaktor
<b>Strålning</b>			
$q''_r = \varepsilon \sigma F_{12} T_f^4$			
T <sub>f</sub>	750	800	Flamtemp, C
T <sub>f</sub>	1023	1073	Flamtemp, K
σ	5,67E-08	5,67E-08	Stefan Boltzmanns konstant, W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>
ε	1	1	Emissivitet
q <sub>r</sub>	15,05	14,93	Infallande strålning, kW/m <sup>2</sup>

# brandkonsulten ab

## Avstånd till 15kW/m<sup>2</sup> infallande strålning vid 200m<sup>2</sup> stor pölbrand

### Flamhöjd

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow \text{Bredd}_{\text{flamma}} = D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

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

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

$$\text{Höjd}_{\text{flamma}} = L = 0,235 \dot{Q}^{2/3} - 1,02 D$$

A	200	Pölärea, m <sup>2</sup>
D	15,96	Pöldiameter, m

	Eldningsolja (fuel oil)		(Enclosure Fire Dynamics, table 3.3)
$\dot{m}''_{\infty}$	0,04	0,04	kg/m <sup>2</sup> s
$\Delta H_c$	39,70	39,70	MJ/kg
$k\beta$	1,70	1,70	m <sup>-1</sup>
$\dot{m}''$	0,04	0,03	kg/m <sup>2</sup> s
*oberoende av diametern för etanol inom turbulent region av flaman			
Q	277,90	277,90	Effektutveckling, MW
L	19,09	19,09	Flamhöjd, m

### Synfaktor

$$F_{12} = \frac{2}{\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

$$Y = \frac{B}{C}$$

$$X = \frac{A}{C}$$

A	9,55	9,55	Höjd, m
B	7,98	7,98	Bredd, m
C	17,30	19,60	Djup, m (Avstånd mellan strålningskälla och fasad)
X (A/C)	0,55	0,49	
Y (B/C)	0,46	0,41	
F <sub>12</sub>	0,24	0,20	Synfaktor

### Strålning

$$q''_r = \varepsilon \sigma F_{12} T_f^4$$

T <sub>f</sub>	750	800	Flamtemp, C
T <sub>f</sub>	1023	1073	Flamtemp, K
σ	5,67E-08	5,67E-08	Stefan Boltzmanns konstant, W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>
ε	1	1	Emissivitet
q <sub>r</sub>	15,02	14,99	Infallande strålning, kW/m <sup>2</sup>

# brandkonsulten ab

## Avstånd till 15kW/m<sup>2</sup> infallande strålning vid 400m<sup>2</sup> stor pölbrand

### Flamhöjd

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow \text{Bredd}_{\text{flamma}} = D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

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

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

$$\text{Höjd}_{\text{flamma}} = L = 0,235 \dot{Q}^{2/3} - 1,02 D$$

A	400	Pölärea, m <sup>2</sup>
D	22,57	Pöldiameter, m

	Eldningsolja (fuel oil)		(Enclosure Fire Dynamics, table 3.3)
$\dot{m}''_{\infty}$	0,04	0,04	kg/m <sup>2</sup> s
$\Delta H_c$	39,70	39,70	MJ/kg
$k\beta$	1,70	1,70	m <sup>-1</sup>
$\dot{m}''$	0,04	0,04	kg/m <sup>2</sup> s
*oberoende av diametern för etanol inom turbulent region av flaman			
Q	555,80	555,80	Effektutveckling, MW
L	23,65	23,65	Flamhöjd, m

### Synfaktor

$$F_{12} = \frac{2}{\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

$$Y = \frac{B}{C}$$

$$X = \frac{A}{C}$$

A	11,83	11,83	Höjd, m
B	11,28	11,28	Bredd, m
C	23,00	26,00	Djup, m (Avstånd mellan strålningskälla och fasad)
X (A/C)	0,51	0,45	
Y (B/C)	0,49	0,43	
F <sub>12</sub>	0,24	0,20	Synfaktor

### Strålning

$$q''_r = \varepsilon \sigma F_{12} T_f^4$$

T <sub>f</sub>	750	800	Flamtemp, C
T <sub>f</sub>	1023	1073	Flamtemp, K
σ	5,67E-08	5,67E-08	Stefan Boltzmanns konstant, W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>
ε	1	1	Emissivitet
q <sub>r</sub>	14,97	14,98	Infallande strålning, kW/m <sup>2</sup>