

RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN

Torselden 8, Lidingö

Slutgiltig handling

2008-07-08

Upprättad av: Anders Kjellberg

Granskad av: Hanna Langéen

Godkänd av: Anders Kjellberg

Dokumentinformation

Process:	Fysisk planering			
Skede:	Detaljplan			
Uppdragsgivare:	iBusiness AB			
Uppdragsnummer:	10110429			
Upprättad av:	Anders Kjellberg			
Kontrollerad av:	Hanna Langéen			
Godkänd av:	Anders Kjellberg (uppdragsledare)			
Datum	Rev. dat.	Status	Upprättad av	Kontrollerad av
2008-07-07		Slutgiltig handling	AK	HL

Konsult

WSP Brand- och Riskteknik
Box 71
SE-581 02 Linköping
Besök: S:t Larsgatan 3
Tel: +46 13 30 36 00
Fax: +46 13 12 52 82
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se



Sammanfattning

WSP Brand- och Riskteknik har av iBusiness AB fått i uppdrag att utföra en riskbedömning för ändring av detaljplan för Torselden 8 på Lidingö. Planförslaget syftar till att ändra befintlig markanvändning från handelsverksamhet till bostäder för att därigenom möjliggöra byggnation av sju nya lägenheter.

Då Torselden 8 ligger inom 100 meter från transportleder för farligt gods och en bensinstation ställer Länsstyrelsen i Stockholms län krav på att en riskbedömning behöver genomföras som del i beslutsunderlaget för detaljplanen.

Syftet med riskbedömningen är att undersöka förutsättningarna för planerad detaljplaneändring samt vid behov föreslå eventuella åtgärder som behöver genomföras för att reducera eventuella risker till en acceptabel nivå. De risker som har studerats är uteslutande sådana som är förknippade med plötsligt inträffade olyckor med livshotande konsekvens för tredje man, d.v.s. med påverkan på personsäkerheten inom det aktuella området. De riskobjekt som har identifierats och som med avseende på personsäkerheten bedöms kunna påverka planområdet är dels transporter av farligt gods på Södra Kungsvägen, dels transporter till och från den närliggande bensinstationen. Därtill studeras möjlig påverkan som den verksamhet som bedrivs vid bensinstationen kan ha på planområdet.

Riskenivån för planområdet bedöms genom att i första hand konsekvensavstånd till dödliga förhållanden uppskattas för de tänkbara olycksscenarier som identifierats. Konsekvensområdenas utbredning jämförs därefter med avståndet mellan riskobjektet och fastigheten. I de fall dödliga förhållanden bedöms kunna uppstå för personer inom fastigheten görs mer detaljerade studier avseende sannolikheten för olycka.

Då framtagna konsekvensområden inte bedöms påverka den aktuella fastigheten är WSP:s bedömning att det är möjligt att bygga bostäder av önskat slag på Torselden 8 utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	SYFTE	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT	5
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	6
1.6	KVALITET	6
2	OMRÅDESBESKRIVNING	7
2.1	PLANOMRÅDET OCH PLANERAD BEBYGGELSE	7
2.2	VÄGAR	7
2.3	BENSINSTATION	7
3	RISKBEDÖMNINGSMETODIK	10
3.1	DEFINITIONER	10
3.2	OMFATTNING AV RISKHANTERING I PROJEKTET	10
4	RISKIDENTIFIERING	12
4.1	VÄGTRAFIK	12
4.2	BENSINSTATION	15
5	RISKUPPSKATTNING	16
6	RISKVÄRDERING	17
7	OSÄKERHETER	17
8	SLUTSATSER	17
	REFERENSER	18
	BILAGA A – BERÄKNINGAR FÖR GASOL (ADR-KLASS 2)	19
	BILAGA B – BERÄKNINGAR FÖR FLYTANDE BRÄNSLE (ADR-KLASS 3)	20



1 Inledning

WSP Brand- och Riskteknik har av iBusiness AB fått i uppdrag att utföra en riskbedömning för detaljplan Torselden 8 på Lidingö.

I följande avsnitt redogörs för bakgrunden till föreliggande bedömning samt dess syfte, mål och avgränsningar. Vidare redogörs för de begrepp och definitioner som har använts i bedömningen. Kapitlet avslutas med en beskrivning av aktuellt bakgrundsmaterial och styrande dokument.

1.1 Bakgrund

Syftet med planförslaget är att möjliggöra byggnation av lägenheter i befintlig byggnad på Torselden 8, där det idag är planerat för handelsverksamhet.

I samband med upprättande av detaljplaner ställer bl.a. Plan- och Bygglagen¹ krav på att olycksrisker ska belysas för att avgöra om tilltänkt markanvändning är lämplig med hänsyn till hälsa eller till skydd mot olyckshändelser. En riskbedömning skall således upprättas och utgöra beslutsunderlag om lämpligheten i att genomföra planförslaget.

I detta fall upprättas riskbedömningen till följd av att Torselden 8 ligger inom 100 meter från såväl rekommenderad transportled för farligt gods samt en bensinstation.

1.2 Syfte

Syftet med riskbedömningen är att ur risksynpunkt undersöka förutsättningarna för aktuell detaljplaneändring, samt vid behov föreslå nödvändiga åtgärder.

1.3 Avgränsningar


För att bedöma risker vid planeringen av ett nytt område finns det tre saker att beakta; det planerade områdets påverkan på omgivningen, omgivningens påverkan på planområdet, samt inbördes påverkan mellan olika verksamheter inom planområdet. Då det i detta fall inte har bedömts finnas någon verksamhet inom det aktuella planområdet som kan påverka andra verksamheter inom eller utanför området har enbart omgivningspåverkan studerats.

De risker som har studerats är uteslutande sådana som är förknippade med plötsligt inträffade olyckor med livshotande konsekvens för tredje man, d.v.s. med påverkan på personsäkerheten inom fastigheten Torselden 8. Egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön och skador orsakade av långvarig exponering har inte studerats.

1.4 Styrande dokument

Det finns idag styrande dokument i form av lagar och förordningar som anger att riskanalys (eller motsvarande) ska genomföras. Däremot anges det inte i detalj hur dessa 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 ett antal riktlinjer på området som ger rekommendationer beträffande vilka typer av riskanalyser som bör utföras i vilka sammanhang och vilka krav som bör ställas på analyserna. Exempel på sådana riktlinjer är Länsstyrelsen i Stockholms län ”Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag”² och ”Riskanalyser i detaljplaneprocessen”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 givit ut rekommendationer beträffande hur nära transportleder som ny bebyggelse kan planeras^{4,5}. I detta dokument anges skyddsavstånd från transportlederna inom vilka bebyggelse endast kan tillåtas om riskanalys visar på att risknivån är acceptabel med hjälp av riskreducerande åtgärder. Kortfattat in-



nebär rekommendationerna att 25 m kring vägar med farligt gods på lämnas bebyggelsefritt. Avståndet till kontorsbebyggelse bör vara 40 m medan avståndet till bostadsbebyggelse bör vara 75 m. För bensinstationer gäller ambitionen att vid nyplanering alltid hålla ett avstånd på 100 m från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.

I en del fall kan dock avsteg från rekommendationerna göras, men en riskanalys krävs då som visar att den planerade bebyggelsen blir lämplig med hänsyn till behovet av skydd mot olycksrisker. Faktorer som kan påverka detta kan till exempel vara persontäthet, ålderssammansättning, lokalkännedom och den aktuella platsens unika förhållanden, som till exempel topografi, meteorologi och bebyggelsens placering.

1.5 Underlagsmaterial

Tillhandahållet underlagsmaterial utgörs av ”Underlag till kostnadsförslag för riskanalys”, som har erhållits av Miljö- och stadsbyggnadskontoret på Lidingö⁶, samt tidigare riskbedömning⁷ för närliggande planområde.

Uppgifter kring farligt gods-transporter förbi det aktuella området baseras på information från de verksamhetsutövare till vilka transporterna går.

1.6 Kvalitet

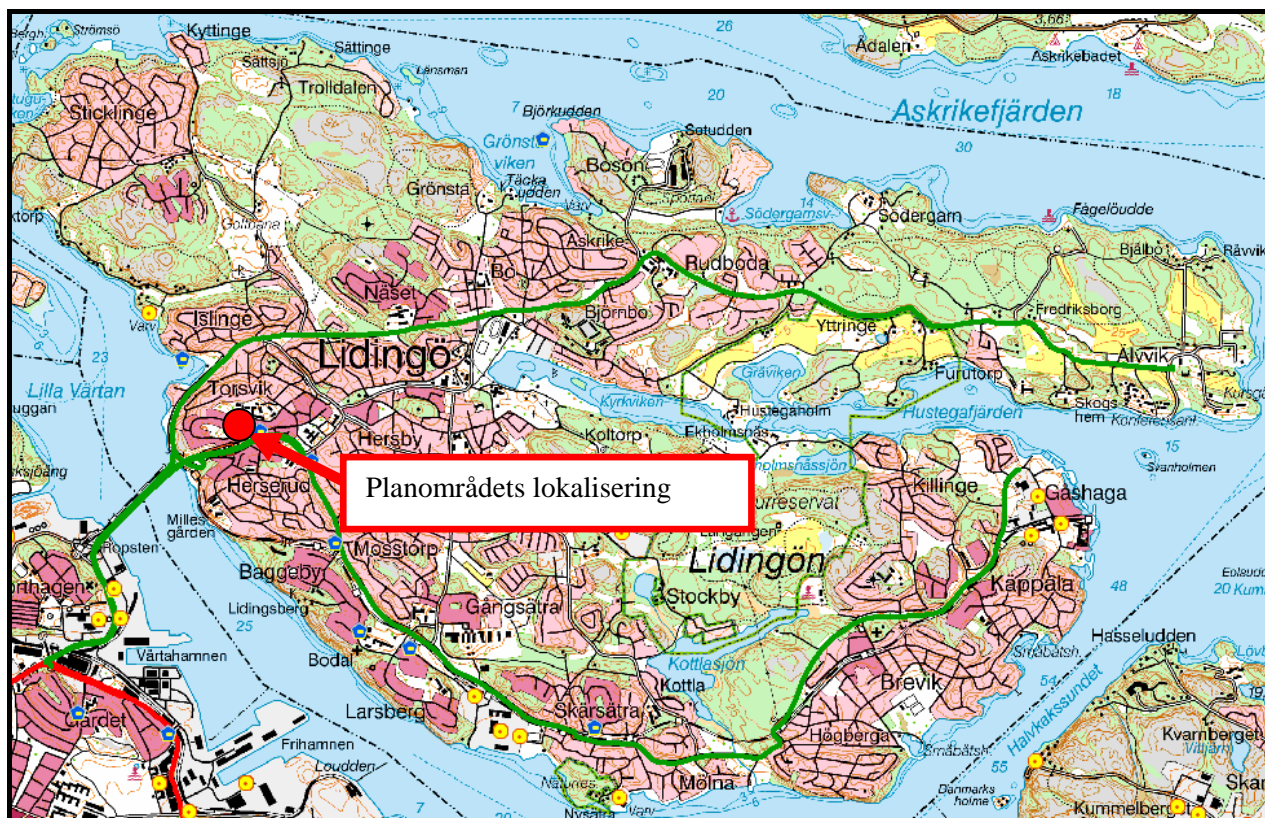
Rapporten är skriven av Anders Kjellberg (Civilingenjör i Riskhantering), som även fungerat som uppdragsledare för uppdraget. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär att en från projektet fristående person granskar förutsättningarna och resultatet i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Hanna Langéen (Civilingenjör i Riskhantering).

2 Områdesbeskrivning

Detta kapitel innehåller en beskrivning av det aktuella planområdet och en redovisning av transportleder i närheten av planområdet samt den intilliggande bensinstationen.

2.1 Planområdet och planerad bebyggelse

Planområdet ligger i Torsvik i västra delen av Lidingö, se figur 2.1. Gällande detaljplan är den stadsplan som fastställdes i oktober 1979⁸, vilken i nuläget medger handelsverksamhet. iBusiness som idag har lokaler på fastigheten önskar nu låta bygga 7 st. lägenheter i byggnaden.



Figur 2.1. Lidingö med planområdets lokalisering.

2.2 Vägar

I närheten av planområdet finns det i huvudsak tre vägar, Södra Kungsvägen, Stockholmsvägen samt Torsvikssvängen, se figur 2.2. Södra Kungsvägen är rekommenderad som sekundär transportväg för farligt gods⁹, vilket innebär att vägen trafikeras av farligt gods-transporter till målpunkter i närområdet. Avståndet till Torselden 8 från Södra Kungsvägen uppgår till ca 60 meter.

Torsvikssvängen och Stockholmsvägen är inte utpekade som rekommenderade transportleder för farligt gods. Transporter till och från den intilliggande bensinstationen sker dock på vägarna. Torsvikssvängen angränsar till Torselden 8 samtidigt som avståndet från Stockholmsvägen till Torselden 8 är mer än 50 m.

2.3 Bensinstation

I korsningen Torsvikssvängen/Stockholmsvägen har Statoil en bensinstation, se figur 2.3 och 2.4. Avståndet från bensinstationen till den aktuella fastigheten är drygt 50 m.



Figur 2.3. Bensinstationen sedd från korsningen Torsviksvägen/Stockholmsvägen.



Figur 2.4. Vy mot Torselden 8 (den lägre byggnaden med skylten ”iBusiness”) från korsningen Torsviksvägen/Stockholmsvägen. Bensinstationen skymtar t.h. i bilden.

3 Riskbedömningsmetodik

I samband med hantering av risker används en rad olika begrepp. Riskanalys finns omnämnt i ett flertal rekommendationer och riktlinjer utan närmare förtydligande vad begreppet innebär. Nedan görs en genomgång av begrepp som kommer att användas, samt vilken innebörd de kommer att ha i detta dokument.

3.1 Definitioner

Med *risk* avses en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvenserna av en oönskad händelse.

Riskanalys omfattar i enlighet med den internationella standard som beaktar riskanalyser i tekniska system^{11,12} dels *riskidentifiering*, dels *riskuppskattning*. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser medan riskuppskattningen omfattar en uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario som kan ske antingen kvalitativt eller kvantitativt.

Begreppen *sannolikhet* och *frekvens* används ofta synonymt trots att det finns en skillnad mellan dem. Frekvensen uttrycker hur *ofta* något inträffar under en viss tidsperiod t.ex. antalet bränder per år och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1,0. Sannolikheten anger istället hur *troligt* det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan noll och ett. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.

Om det i en verksamhet är känt att det inträffar fem bränder under ett genomsnittligt år är det relativt troligt att det under ett slumpmässigt år inträffar minst en brand. Sannolikheten för att en brand ska uppstå är därigenom ganska hög.

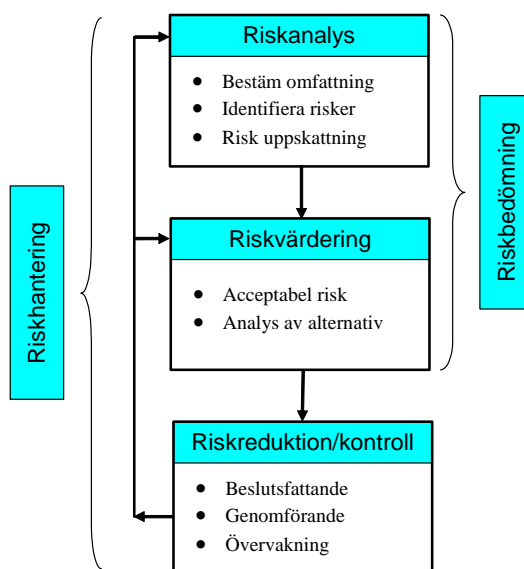
Efter att riskerna analyserats görs en *riskvärdering* för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas *riskreduktion/kontroll*. Här fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som skall vidtas. I bästa fall kan riskerna elimineras helt medan det dock i de flesta fall endast är möjligt att reducera dem. En viktig del i riskreduktion/kontroll är att se till att föreslagna riskreducerande åtgärder genomförs och följs upp. Uppföljningen ska göras för att kontrollera om de genomförda åtgärderna reducerar riskbilden tillräckligt. *Riskhantering* avser hela den process som innehåller *analys*, *värdering* och *reduktion/kontroll* (se figur 3.1), medan *riskbedömning* normalt enbart avser analys och värdering av riskerna.

3.2 Omfattning av riskhantering i projektet

För att göra en bedömning av vilka risker som kan påverka den aktuella fastigheten genomförs en studie av det som i figur 1 benämns *riskbedömning*, omfattandes följande moment:

- *Riskanalys*

- Identifiering av scenarier/risker
- Uppskattning av scenariernas konsekvens och vid behov även dess sannolikhet



Figur 3.1. Riskhanteringsprocessen.

- Riskvärdering

- Värdering av riskerna
- Förslag till riskreducerande åtgärder

Det sista steget i riskhanteringsprocessen, *Riskreduktion och kontroll*, ingår inte i denna analys eftersom detta steg innefattar framtida moment såsom:

- Beslutsfattande
- Genomförande
- Övervakning

3.2.1 Riskidentifiering

Riskidentifieringen genomförs genom att omgivande riskobjekt och möjliga scenarier kartläggs. När det gäller olyckshändelser med farligt gods beaktas endast olyckor med ämnen i de klasser som bedöms kunna komma att påverka planområdet.

3.2.2 Riskuppskattning

De scenarier som har identifierats och som har bedömts kunna påverka planområdet behandlas vidare i riskuppskattningen där de studeras närmare med avseende på i första hand konsekvensområden. Konsekvensområdena avser de avstånd från riskkällan till vilka dödliga skador kan uppstå för olika scenarier. Att dödsfall snarare än skadade utgör kriterium för var det föreligger förhöjd risk beror framförallt på att de förslag till värderingskriterier som finns framtagna i Sverige och som används mest frekvent i samband med exempelvis riskhänsyn inom detaljplaneprocessen utgår från riskmått baserade på antalet döda i samband med en olycka.

Utifall konsekvenserna kan komma att påverka den aktuella fastigheten behöver även sannolikhetsuppskattningar genomföras. Konsekvenserna av identifierade skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier och handberäkningar. Konsekvensberäkningarna redovisas i bilaga A och B.

3.2.3 Riskvärdering

Värdering av risker har sin grund i hur risker upplevs. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

1. *Rimlighetsprincipen*: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
2. *Proportionalitetsprincipen*: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.
3. *Fördelningsprincipen*: Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
4. *Principen om undvikande av katastrofer*: Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Principerna indikerar att hänsyn bör tas till kostnader för säkerhetshöjande åtgärder, nyttan av riskkällan samt att olika värderingar kan göras beroende på om den exponerade gruppen har en personlig nytta av riskkällan eller ej. Risker bör heller inte accepteras om de på ett enkelt tekniskt och icke kostsamt sätt kan undvikas. Dessutom bör åtgärder vidtas för att undvika stora konsekvensutfall i större utsträckning än för mindre konsekvensutfall.

I denna riskbedömning genomförs riskvärderingen utifrån resultatet från bestämningen av konsekvensområden genom att dessa områden jämförs med var inom planområdet som konflikt kan uppkomma med befintlig/planerad markanvändning.



4 Riskidentifiering

Följande kapitel innehåller en identifiering av möjliga riskobjekt och scenarier som kan tänkas påverka fastigheten Torselden 8.

Riskobjekten har delats in i huvudgrupperna ”vägtrafik” och ”bensinstation”. Inledningsvis beskrivs identifierade riskobjekt och därefter ges en mer detaljerad beskrivning av tänkbara scenarier. I de fall där scenarierna inte bedöms komma att påverka den aktuella fastigheten analyseras de inte vidare.

4.1 Vägtrafik

Vägtrafikolyckor som teoretiskt kan påverka ett planområde kan delas in i ”vanliga” trafikolyckor, brand i fordon och farligt gods-olyckor. Ett fordon som kör av vägen kan i allmänhet skada såväl personer som befinner sig inom området som i byggnader. Att en trafikolycka med personskada inträffar i höjd med aktuell fastighet på Torsvikssvängen är givetvis inte omöjligt, men risken kopplad till ”vanliga” trafikolyckor bedöms dock inte vara särskilt förhöjd eller kräva mer detaljerade studier. Inte heller bränder i fordon utan farligt gods bedöms kräva fortsatt analys, då de framförallt utgör ett hot mot de personer som befinner sig i det olycksdrabbade fordonet. Olyckor i samband med transporter av farligt gods kan däremot tänkas påverka den aktuella fastigheten och behöver därför analyseras vidare.

4.1.1 Transport av farligt gods i allmänhet

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods, om de inte hanteras rätt under transport. Utöver förflyttning av gods inrymmer begreppet transport av farligt gods även lastning, lossning samt sådan förvaring och hantering som är kopplad till transporten^{13,14}. Transportverksamheten av farligt gods omfattas av ett stort antal regler kring vem som får transportera det, samt hur och var transportererna får ske.

Farligt gods delas in i nio olika klasser utifrån ett klassificeringssystem som baseras på vilken riskkategori det farliga godset tillhör. Klassificeringssystemet ligger till grund för på vilket sätt en kemikalie kan transporteras. Konsekvenser av en olycka med farligt gods beror i stor utsträckning på godsets fysikaliska egenskaper, utsläppet storlek och varaktighet, samt omgivningsfaktorer såsom meteorologi, topografi och kringliggande bebyggelse. Med utgångspunkt i befintliga ADR-klasser (nedan benämnda enbart som klasser) presenteras i tabell 4.1 en kortfattad beskrivning av respektive klass för att övergripande belysa möjliga konsekvensområden vid en olycka med farligt gods. Olyckor med ämnen i farligt gods-klasser som enbart påverkar närområdet hanteras ej vidare i riskuppskattningen.

Tabell 4.1. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt av konsekvens vid en olycka^{15,16}.

ADR/RID-klass	Kategori ämnen	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning (liv och hälsa)
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton. På järnväg är normallasten 25 ton.	Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med uppmot 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och kringflygande delar kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppmot 700 m radie ¹⁷ .
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, kväveoxider etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals meter. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel, industrikemikalier etc. Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt eller giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 meter för brännskador. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Konsekvensområden p.g.a. tryckvågor uppmot 150 meter.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel, sjukhusavfall, kliniska restprodukter, sjukdomsalstrande mikroorganismer etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligtvis i små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet ¹⁸ (LC50). Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH).
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

4.1.2 Transport av farligt gods på Södra Kungsvägen

Utanför planområdet, på Södra Kungsvägen, går transporter av farligt gods tillhörande ADR-klass 2, 3, 5 och 8. De verksamheter som tar emot och/eller avsänder farligt gods längs denna väg är följande¹⁹:

- Statoil, Preem, Hydro, Shell: Tankbilstransporter av bensen, diesel och E85 (klass 3), samt stycke-godstransporter av gasol (klass 2).
- Bigner & Co: Mindre transporter av klass 3- och klass 8-produkter som transporteras i fat om max 200 liter eller i Cipax-behållare om 1 m³.
- Lotrec AB: Olika typer av lösningsmedel. I huvudsak klass 3, eller aerosoler (klass 2). Transporter sker maximalt i fat om 200 liter.
- Käppalaverket: Tankbilstransporter av svavelsyra (96 %) (klass 8), väteperoxid (< 50 %) (klass 5), natriumhypoklorit (12,5 %) och natriumhydroxid (30 %) (klass 8).
- Busslink: Tankbilstransporter av diesel och etanol (klass 3).
- Lidingö värmeverk: Främst transporter av eldningsolja (klass 3 om eldningsolja 1 (EO1) används i framtiden; dagens eldningsolja (EO5) utgör inte brandfarlig vara.). Mycket begränsad användning och transport av ammoniak, gasol och acetylen (klass 2).

Då användningen av acetylen och ammoniak är mycket begränsad analyseras den inte vidare. I enlighet med de beskrivningar som ges i tabell 4.1 är det enbart transporter med farligt gods i klass 2 och 3 som direkt bedöms kunna komma att påverka Torselden 8. Väteperoxidlösning av högre koncentration (> 60 %) kan visserligen medföra stora konsekvenser, men då det enligt uppgift¹² enbart rör sig om väteperoxidlösning med en koncentration under 50 % analyseras den inte vidare. Vattenlösningar av väteperoxider med koncentration under 50 % bedöms kunna medverka till ett förstärkt förlopp i händelse av en redan pågående brand, men det bedöms ej uppstå explosionsartade förlopp. Riskerna med transporter av väteperoxid bedöms således vara underordnade transporter av klass 2- och klass 3-varor varför väteperoxid inte analyseras vidare.

Gasol (ADR-klass 2)

När det gäller gasol klassas den som brännbar gas, vilket innebär att den vid ett utsläpp kan antändas. Olika scenarier kan uppstå beroende på typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en *jetflamma*, vilket är ett konklignande utsläpp som blir bredare längre ifrån utsläppet. Området runt den brinnande jetflamman utsätts för kraftig värmestrålning. Om gasen inte antänds direkt kan ett *brännbart gasmoln* uppstå som med hjälp av vindförhållanden kan spridas och antändas senare. Antändning av ett gasmoln får normalt ett lugnt förlopp där gasen förbränns under några sekunder. I gasmolnet kan temperaturen uppgå till 1000 – 1500° C, vilket leder till att ett område runt det brinnande gasmolnet utsätts för kraftig värmestrålning. Vid mycket ogynnsamma förhållanden kan även en total kollaps av flaskan ske vilket kan liknas vid en kärlsprängning där delar av flaskan kan slungas iväg som projektiler. Att detta sistnämnda scenario skulle ske och leda till personskada inom den aktuella fastigheten bedöms som extremt osannolikt och analyseras därför inte vidare i detalj här. Anledningar till detta är bland annat att det, vid sidan av yttre påverkan i form av onormal uppvärmning (exempelvis till följd av en brand), krävs fel på säkerhetsventilerna eller felaktig hantering av flaskorna för att en kärlsprängning ska kunna ske.

Bensin (ADR-klass 3)

För brandfarliga vätskor gäller generellt att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Bensin är en mycket lättantändlig vätska som kan antändas i de fall bränslet kommer i kontakt med heta delar av motorn, katalysatorn etc. eller gnistbildningar från plåtdelar i samband med en olycka. De scenarier som bedöms som möjliga i samband med en olycka med transport av bensin och som därigenom beaktas närmare med avseende på konsekvensområden utgörs av läckage samt efterföljande antändning. Då konsekvenserna är avhängiga den yta som vätskan sprider sig över beaktas tre stycken olika stora pölar (50, 200 och 400 m²).

4.1.3 Transport av farligt gods-olycka på Stockholmsvägen eller Torsvikssvängen

Via Stockholmsvägen och Torsvikssvängen går leveranser av farligt gods till Statoils bensinstation. Det farliga godset utgörs av bensin, diesel, E85 och gasol (styckegods). De tänkbara olycksscenarierna är därför desamma som de som analyseras vidare för Södra Kungsvägen.

4.2 Bensinstation

Som tidigare har beskrivits (kap. 2.3) har Statoil en bensinstation i korsningen Torsvikssvängen/Stockholmsvägen. Vid bensinstationen säljs bränslen i form av bensin, diesel, E85, samt gasol (styckegods). Den maximala storleken på gasolflaskor som hanteras på den aktuella stationen är P19. Någon försäljning av biogas förekommer eller planeras inte i dagsläget enligt uppgift.²⁰

En av de faktorer som påverkar konsekvensen av ett utsläpp av brandfarlig vätska är enligt tidigare utsläppets storlek. Utsläppen vid lossning av brandfarlig vätska kan tänkas variera alltifrån ett litet utsläpp med en radie på någon kvadratmeter till ett stort utsläpp på uppemot 200-400 m². För enkelhetens skull har dock resultaten från strålningsberäkningar för polareor med 50, 200 och 400 m² använts även i detta fall för att avgöra möjlig påverkan på Torselden 8. De utsläpp som kan antas inträffa i samband med tankning är exempelvis då någon vid tankning glömmar hänga tillbaka pistolhandtaget på bensinpumpen efter avslutad tankning, låser pistolhandtaget men inte ansluter handtaget till bilens bensintank etc. Enligt *SÄIFS 1997:8*²¹ skall mätarskåp förses med flödesbegränsare som stoppar vid ca 100 liter för att minska riskerna vid oavsiktligt utflöde av bensin från mätarskåpen. En maximal yta skulle kunna antas ha en storlek på ca 50 m².

De olyckstyper som bedöms kunna ske med gasol är desamma som de som har redovisats i kapitel 4.1.2. Kärleksprängning som leder till personskada inom Torselden 8 bedöms även i detta fall vara extremt osannolikt och analyseras därför inte vidare utifrån tidigare resonemang. När det gäller de gasolflaskor som säljs vid bensinstationen så förvaras dessa också i plåtskåp invid betongmuren i den västra delen av stationsområdet (se figur 4.1), vilket bidrar till ett betydande skydd mot denna typ av olycka.



Figur 4.1. Plåtskåp för förvaring av gasol, samt dieselcistern.

5 Riskuppskattning

I detta kapitel redovisas resultaten från den konsekvensuppskattning som har gjorts för identifierade scenarier till följd av farligt gods-transporter i närområdet samt verksamheten vid Statoils bensinstation. Beräkningar och ingångsdata för de olika scenarierna presenteras utförligt i bilagorna A och B.

I tabell 5.1 och 5.2 visas en sammanställning av de konsekvensområden (med dödliga förhållanden) som har uppskattats när det gäller olyckor med klass 2- och klass 3-varor (gasol respektive bensin).

Tabell 5.1. Sammanställning av simulerade konsekvenser för identifierade scenarier med gasol. Denna typ av olyckor skulle kunna ske på Södra Kungsvägen, Stockholmsvägen, Torsviksvägen, samt vid bensinstationen.

Scenario	Vindhastighet	Konsekvensområde (dödliga förhållanden)
Läckage av gasol i gasfas		
<i>Litet läckage - diameter 10 mm</i>		
Jetflamma	3 m/s	5,6 m
Gasmolnsexplosion	3 m/s	6,1 m
<i>Medelstort läckage - diameter 50 mm</i>		
Jetflamma	3 m/s	25,2 m
Gasmolnsexplosion	3 m/s	13,1 m
Läckage av gasol nära vätskeyta		
<i>Litet läckage - diameter 10 mm</i>		
Jetflamma	5 m/s	9,1 m
Gasmolnsexplosion	5 m/s	11,2 m

Tabell 5.2. Sammanställning av uppskattade konsekvenser för identifierade scenarier med bensin. Denna typ av olyckor skulle kunna ske på Södra Kungsvägen, Stockholmsvägen, Torsviksvägen, samt vid bensinstationen.

Scenario	Konsekvensområde (dödliga förhållanden)
Liten pölbrand (50 m ²)	10 m
Medelstor pölbrand (200 m ²)	19 m
Stor pölbrand (400 m ²)	27 m



6 Riskvärdering

I tabell 5.1 och 5.2 ser man att det största konsekvensområdet för identifierade scenarier uppgår till ca 27 meter. Detta område med dödliga förhållanden bedöms kunna uppstå i samband med en stor pölbrand (400 m²). Näst störst konsekvensområde (ca 25 m) erhålls vid en olycka med gasol där det uppstår en jetflamma.

Då avståndet till Torselden 8 är mer än 50 meter från Södra Kungsvägen, Stockholmsvägen, Torsviksväng- en respektive bensinstationen bedöms den aktuella fastigheten ej komma att påverkas i händelse av en olycka av något av de slag som har identifierats. Närmare studier av sannolikheterna för aktuella scenarier behöver därför inte genomföras.

Några riskreducerande åtgärder bedöms inte heller vara nödvändiga. Noterbart är också att Torselden 8 ligger uppe i en sluttning och att ett eventuellt läckage av bränsle vid aktuella vägar samt bensinstationen med stor sannolikhet inte kommer att spridas mot planområdet.

7 Osäkerheter

Vid riskbedömningar av det är slaget finns det alltid vissa osäkerheter. För att hantera osäkerheterna och för att öka sannolikheten att vara på den ”säkra sidan” har aktuella antaganden gjorts på ett konservativt sätt. Exempelvis har bränslet vid olyckor med klass 3-varor antagits vara bensin, vilket är ett konservativt antagande då t.ex. diesel och eldningsolja normalt inte ger samma kraftiga brandförlopp som bensin. Ett annat konservativt antagande som har gjorts är att vinden i samband med en olycka med gasol är riktad mot den aktuella fastigheten.

8 Slutsatser

Utifrån de konsekvensområden som har tagits fram för tänkbara olycksscenarier, topografi, samt fastighetens placering i förhållande till identifierade riskobjekt är WSP:s bedömning att det ur risksynpunkt är möjligt att bygga bostäder av önskat slag på Torselden 8. Att göra ett avsteg från de rekommendationer³ som ges av Länsstyrelsen i Stockholms län, vilka innebär att ambitionen vid nyplanering bör vara att ha ett avstånd på 75 m från bostadsbebyggelse till farligt gods-leder samt 100 m till bensinstationer, bedöms således vara möjligt. Närmare studier av sannolikheterna för aktuella scenarier behöver inte genomföras då konsekvensområdena med dödliga förhållanden inte bedöms påverka den aktuella fastigheten. Några riskreducerande åtgärder bedöms inte heller vara nödvändiga.

Det minsta avståndet till Torselden 8 från bensinstationen är drygt 50 m. Detta innebär därför också att det minimiavstånd på 50 m som ur både risk- miljö- och hälsoskyddssynpunkt rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län³ uppfylls. Det faktum att det i dagsläget enligt uppgift¹³ inte förekommer eller planeras någon hantering av biogas vid bensinstationen innebär därför att större skyddsavstånd (som bl.a. återfinns i *SÄIFS 1998:7*²²) än de ovan nämnda inte är aktuella.

Referenser

- ¹ Plan- och Bygglagen (1987:10). Utfärdad 1987-01-08, med ändringar till och med SFS 2005:1212.
- ² ”Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag”, Faktablad nr 4:2003, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- ³ *Risikanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?*, Rapport 15:2003, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- ⁴ Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, Riskhantering i detaljplaneprocessen, 2006.
- ⁵ *Risikhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer*, Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000.
- ⁶ ”Underlag till kostnadsförslag – riskanalys”, Miljö- och stadsbyggnadskontoret på Lidingö, erhållet av Sofia Landberg 7:e april 2008.
- ⁷ ”Riskbedömning för detaljplan – Bodals Gård 1 m.fl., WSP Brand- och Riskteknik, 2007-11-30.
- ⁸ Enligt ”Underlag till kostnadsförslag – riskanalys”, Miljö- och stadsbyggnadskontoret på Lidingö, erhållet av Sofia Landberg 7:e april 2008.
- ⁹ Väginformation 2006, Stockholms län (AB). Vägverket 2006.
- ¹⁰ Samtal med personal vid den aktuella Statoilstationen, 2008-06-19.
- ¹¹ *Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems*, International Standard 60300-3-9, International Electrotechnical Commission (IEC), Genève, 1995.
- ¹² *Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards*, Guide 73, International Organization for Standardization (ISO), Genève, 2002.
- ¹³ *ADR-S*, Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2004:14) om transport av farligt gods på väg och i terräng.
- ¹⁴ *RID-S*, Statens räddningsverks föreskrifter (SRVFS 2004:15) om transport av farligt gods på järnväg.
- ¹⁵ *Översiktplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods - bilagor 1-5*, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1997.
- ¹⁶ *Handbok för riskanalys*, Statens Räddningsverk, 2003.
- ¹⁷ Förvaring av explosiva varor, Statens Räddningsverk, dec 2006, handbok.
- ¹⁸ Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- ¹⁹ ”Riskbedömning för detaljplan – Bodals Gård 1 m.fl., WSP Brand- och Riskteknik, 2007-11-30.
- ²⁰ Samtal med personal vid den aktuella Statoilstationen, 2008-06-19.
- ²¹ Sprängämnesinspektionens allmänna råd (SÄIFS 1997:8) om hur föreskrifterna om hantering av brandfarliga gaser och vätskor bör tillämpas vid bensinstationer, december 1997.
- ²² Sprängämnesinspektionens allmänna råd (SÄIFS 1998:7) om brandfarlig gas i lös behållare med ändringar i SÄIFS 2000:3, december 1998.

Bilaga A – Beräkningar för gasol (ADR-klass 2)

De uppskattningar av konsekvensområden (med dödliga förhållanden) som har gjorts för utsläpp av gasol är baserade på simuleringar genomförda i beräkningsprogrammet "Gasol", version 1.0. De scenarier för vilka konsekvensuppskattningar har gjorts utgörs av gasmolnsexplosion och jetflamma.

Tabell A1. Indata i Gasol.

Allmän indata	Meteorologi
Utsläppshöjd: 1 m	Vindhastighet: 3 m/s, 5 m/s
Håldiameter (m): varierande	Omgivningstemperatur: 15°C
Tryck: 7,33 bar	Omgivning: Enstaka träd, oklippt gräs
Utsläppshastighet (kg/min): varierande	Luftfuktighet: 50 %
Cd (vid gasfasutsläpp): 0,83	Tid på dygnet: dag

Resultatet från simuleringarna visas i tabell A2. De nedan simulerade utsläppstyperna och storlekarna är det som kan representera det som händer i verkligheten. Om större utsläpp än de som är simulerade används kommer utfallet att bli detsamma som om flaskan kollapsar vilket motsvarar ett momentant utsläpp. I dessa fall kommer inte konsekvensområdena att bli lika stora som de i tabell A2.

Tabell A2. Resultat från simulering. Värsta fallet är presenterat.

Scenario	Vindhastighet	Konsekvensområde (dödliga förhållanden)
Läckage av gasol i gasfas		
Litet läckage - läckagediameter 10 mm		
Jetflamma	3 m/s	5,6 m
Gasmolnsexplosion	3 m/s	6,1 m
Medelstort läckage - läckagediameter 50 mm		
Jetflamma	3 m/s	25,2 m
Gasmolnsexplosion	3 m/s	13,1 m
Läckage av gasol nära vätskeyta		
Litet läckage - läckagediameter 10 mm		
Jetflamma	5 m/s	9,1 m
Gasmolnsexplosion	5 m/s	11,2 m

Bilaga B – Beräkningar för flytande bränsle (ADR-klass 3)

Nedan redovisas de strålningsberäkningar som ligger till grund för konsekvensuppskattningarna av olyckor med ADR-klass 3.

B.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 beräkning 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 flammans höjd och temperatur
- Beräkning av synfaktor
- Beräkning av infallande strålning på olika avstånd från branden

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.

B.1.1 Flamhöjd och flamtemperatur

Vid en pölbrand med cirkulär pöl kan flammans geometri approximeras till en cylinder där flammans diameter, d_f , är lika stor som pölens diameter. Flammans höjd kan beräknas som (Thomas, 1963):

$$h_f = d_p * 42 \left[\frac{b'}{\rho * \sqrt{g * d_p}} \right]^{0,61}, \text{ där}$$

h_f = flammans höjd (m).

d_p = pölens diameter (m).

b' = förbränningshastigheten per ytenhet $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$. (För bensin kan denna sättas som $0,048 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$.)

ρ = luftens densitet = $1,29 \text{ kg}/\text{m}^3$.

g = tyngdaccelerationen = $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$.

förutsatt att man bortser från vindpåverkan och att

$$0,8 < \frac{h_f}{d_f} < 4$$

Strålningen per ytenhet beräknas enligt följande (Moorehouse och Pritchard, 1982):

$$P = \frac{\varepsilon * b' * h_c}{1 + 4 \frac{h_f}{d_f}}, \text{ där}$$

P = utstrålad effekt (W/m^2)

ε = emittans (storleken beror på sammansättningen av det material som brinner och på dess förbränningsprodukter (främst koldioxid, vatten och sot). Ett lämpligt maxvärde är 0,35 för andelen av energin som strålar ut (FOA, 1997).

b' = förbränningshastigheten per ytenhet ($\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$)

h_c = energivärde (J/kg)

d_f = flammans diameter (m)

Strålning från en idealt svart kropp är enligt Stefan-Boltzmanns lag:

$P_s = \sigma * T^4$, där

P_s = utstrålad (emitterad) effekt (W/m^2)

$\sigma = 5,67 * 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$

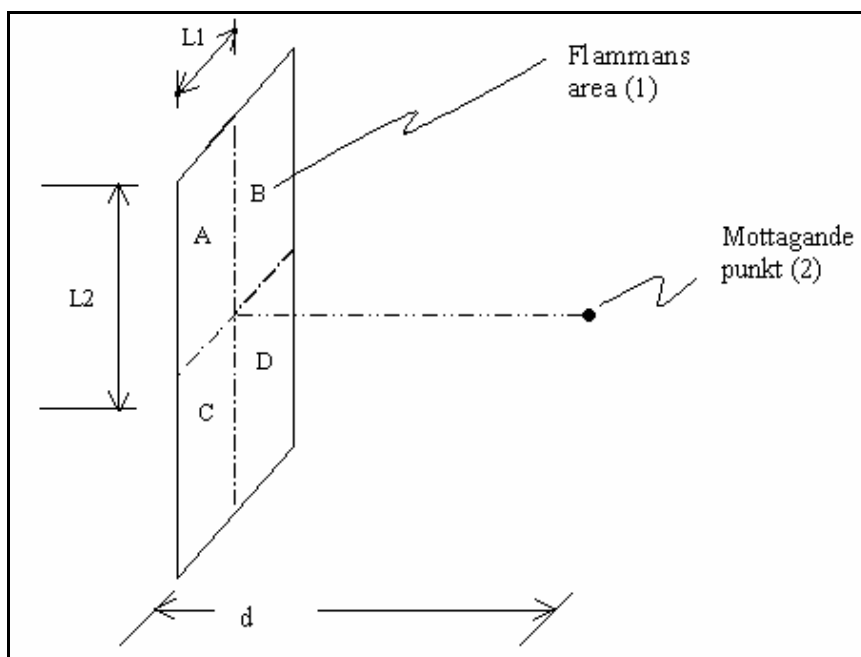
T = temperaturen (K)

Utifrån detta samband kan således temperaturen beräknas som:

$$T = \left[\frac{P_s}{\sigma} \right]^{\frac{1}{4}}$$

B.1.2 Synfaktor

Synfaktorn F anger hur stor andel av den emitterade strålningen som når den mottagande punkten eller ytan (se figur B1). 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 B1. Synfaktor.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt²³:

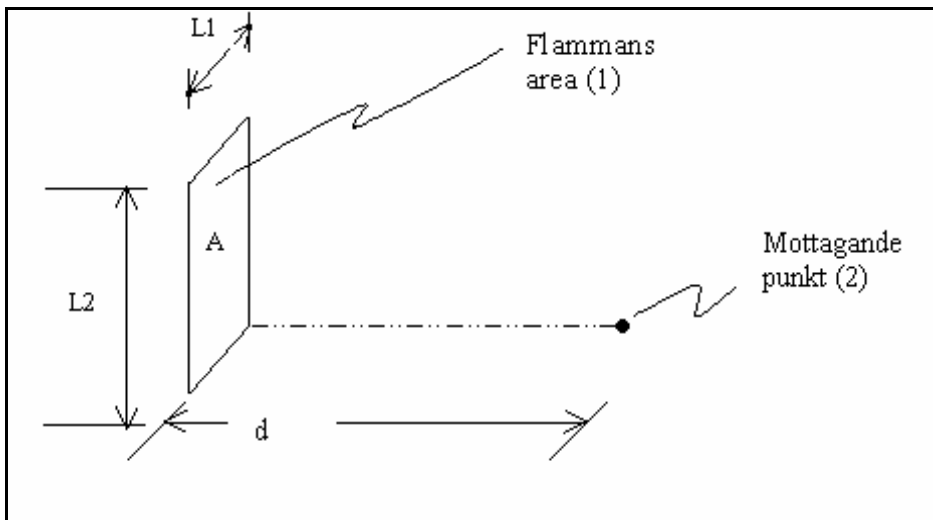
$$F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

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

där θ_1 och θ_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 **Fel! Hittar inte referenskälla..** Följande ekvation används för beräkning av respektive ytas synfaktor²⁴:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right), \text{ där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \text{ och } Y = \frac{L_2}{d} \text{ enligt figur B2.}$$



Figur B2. 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 flammen och en punkt kan även tas fram med hjälp av tabellvärden.

B.1.3 Infallande strålning

Den från branden infallande strålningen som når omgivningen varierar med flammans temperatur, synfaktorn och den brinnande massans emissivitet. Den infallande strålningen kan beräknas genom:

$$q_r'' = \varepsilon \sigma F T_f^4, \text{ där}$$

$$q_r'' = \text{Infallande strålning (kW/m}^2\text{)}$$

ε = Emissionstal (= 1 i detta fall, då kompensation redan har gjorts i tidigare steg)

σ = Stefan-Boltzmanns konstant (= 5.67×10^{-11} kW/m²K⁴)

F = Synfaktor

T_f = Flammans medeltemperatur

B.2 Beräkningar och resultat

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden för tre olika scenarier beräknats (se tabell B1). De olika scenarierna utgörs av friliggande pölbränder med areorna 50, 200 och 400 m² och den brinnande vätskan har antagits vara bensin, vilket ger ett konservativt resultat. Uppskattningsvis rymmer en normal tankbil 45 ton bensin, men vanligtvis är tanken uppdelad i mindre fack och därför är sannolikheten för att all bensin läcker ut mycket liten.

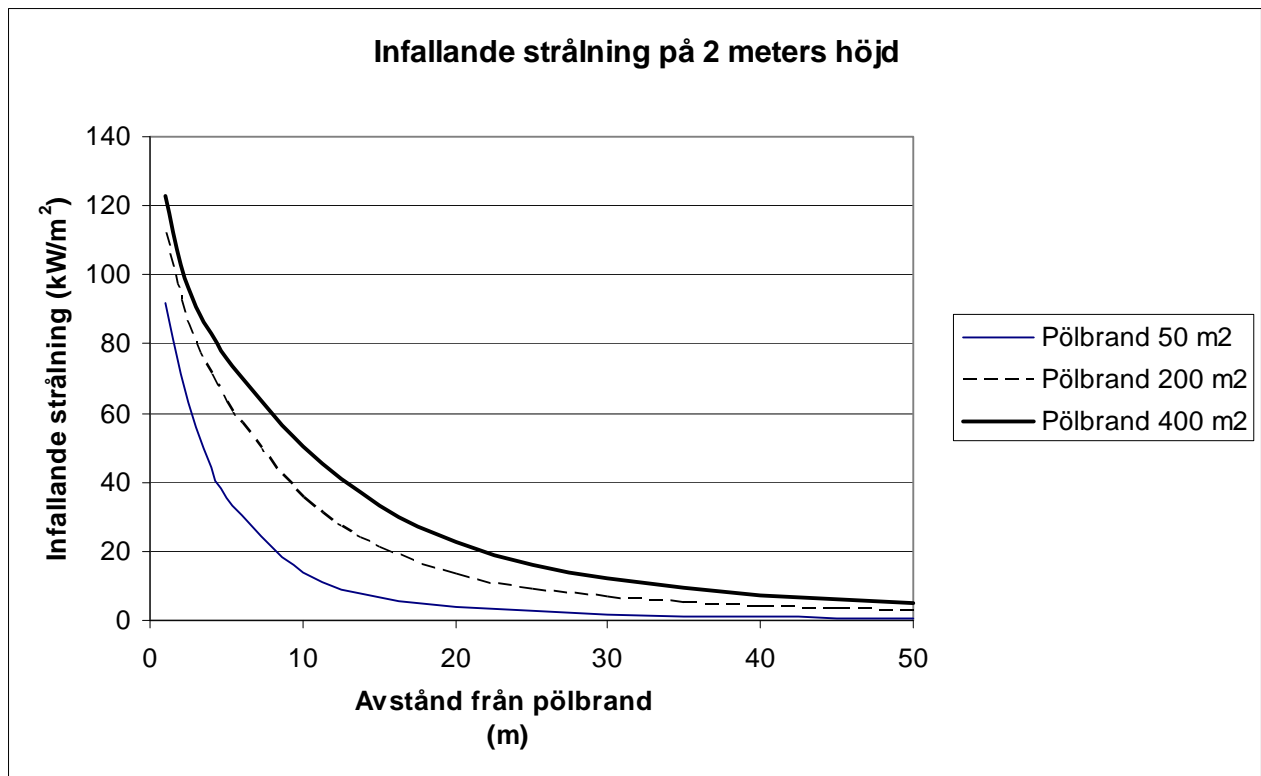
Tabell B.1. Tabell med beräknade värden på brandens diameter och flammhöjd.

Brinnande yta (m ²)	Brandens diameter D _f (m)	Flammhöjd H _f (m)
50	7,98	11,91
200	15,96	19,28
400	22,57	24,52

Strålningen har beräknats på två meters höjd på olika avstånd från branden. Dessa värden återges i tabell B2 och figur B3 nedan.

Tabell B2. Beräkning av synfaktor och strålning på två meters höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd från pölbrand (m)	Pölbrand 50 m ²		Pölbrand 200 m ²		Pölbrand 400 m ²	
	F _{1,2}	Strålning [kW/m ²]	F _{1,2}	Strålning [kW/m ²]	F _{1,2}	Strålning [kW/m ²]
5	0,32	35,33	0,48	63,24	0,53	76,04
10	0,12	13,56	0,27	35,48	0,35	50,36
15	0,06	6,73	0,16	20,95	0,23	33,35
20	0,04	3,95	0,10	13,36	0,16	22,79
25	0,02	2,58	0,07	9,13	0,11	16,22
30	0,02	1,81	0,05	6,58	0,08	12,01
35	0,01	1,34	0,04	4,95	0,06	9,19
40	0,01	1,03	0,03	3,85	0,05	7,23
45	0,01	0,82	0,02	3,07	0,04	5,82
50	0,01	0,66	0,02	2,51	0,03	4,78



Figur B3. Infallande strålning på två meters höjd som funktion av avståndet till pölbranden.

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 värmepåverkan och gränsvärden enligt tabell B4²⁵.

Tabell B3. Gränsvärden för olika värmepåverkan.

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

För strålning mellan byggnader anges att strålningen bör understiga 15 kW/m² i minst 30 minuter utan särskilda åtgärder i form av brandklassad fasad²⁶. Det kriterium som används i detta fall för att avgöra avstånd till dödliga förhållanden är 15 kW/m². Nedan i tabell B4 sammanställs avstånd till kritisk strålningsnivå (dödliga förhållanden) på 2 meters höjd för olika pölstorlekar.

Tabell B4. Avstånd till dödliga förhållanden på 2 meters höjd (15 kW/m^2) för olika pölstorlekar.

Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning $> 15 \text{ kW/m}^2$ från pölkant
Liten pölbrand (50 m^2)	10 m
Medelstor pölbrand (200 m^2)	19 m
Stor pölbrand (400 m^2)	27 m

Referenser bilaga B

²³ *An Introduction to Fire Dynamics* – Second Edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999.

²⁴ *Thermal Radiation Heat Transfer*, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992.

²⁵ *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, VTI rapport 387:4, 1994.

²⁶ *BBR, Boverkets Byggregler*, BFS 1993:57 med ändringar t o m BFS 2002:19, Boverket, 2002.