



FSD projekt nr 2216-037

Nacka kommun

Risakanalys

Ältavägen, Nacka

Upprättad: 2017-10-11

Reviderad:

FSD

Brandingenjör Christian Hansson

FSD Malmö AB	Box 3061, 200 22 Malmö	Tel: 040-680 07 70
FSD Göteborg AB	Stortorget 9, 252 20 Helsingborg	Tel: 042-400 02 21
FSD Stockholm AB	Östra Vittusgatan 36, 371 33 Karlskrona	Tel: 0455-30 70 24
	Elof Lindälvs gata 1, 414 58 Göteborg	Tel: 031-704 25 00
	Box 8187, 104 20 Stockholm	Tel: 08-660 05 54
	www.fsd.se	fornamn.efternamn@fsd.se

FSD

Dokumentinformation

FSD Projekt nr:	2216-037		
Dokumenttitel:	Riskanalys – Ältavägen, Nacka		
Objekt:	Älta Centrum		
Dokumentnummer:	2216-037-RA-0		
Uppdragsgivare:	Nacka kommun Planenheten, Stadsbyggnadsavdelningen	Telefon	08-71 80 00
Uppdragsgivarens referens:	Martin Håkansson		
Uppdragsansvarig:	Christian Hansson – Brandingenjör Telefon direkt: 073-979 68 08		
Handläggare:	Christian Hansson – Brandingenjör Telefon direkt: 073-979 68 08		
Kontrollerad av:	Anders Wiemo – Brandingenjör Telefon direkt: 070-870 13 87		

Rapportstatus:	Konfidentiell <input type="checkbox"/>	Intern <input type="checkbox"/>	Öppen <input checked="" type="checkbox"/>
-----------------------	--	---------------------------------	---

0	2017-10-11	Riskanalys	CH	AW
Version	Datum	Anmärkning	Handläggare	Kontrollerad av

Innehåll

1	Inledning.....	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte.....	4
1.3	Metod.....	4
1.4	Tidigare version	4
2	Övergripande beskrivning	4
2.1	Området	4
2.2	Verksamhet.....	5
2.3	Skyddsobjekt.....	5
2.4	Riskkälla	5
2.5	Avgränsningar.....	7
3	Regler och riktlinjer	8
3.1	Risk, definition av begrepp.....	8
3.2	Vilka risker kan accepteras	8
4	Olycksscenario	11
5	Riskanalys.....	12
5.1	Konsekvenser av olycksscenario	12
5.2	Sannolikhet för olycksscenario.....	14
5.3	Riskbedömning för olycksscenario.....	14
6	Förslag till riskreducerande åtgärder och slutsats.....	16
7	Referenser.....	17
	Bilaga 1 Beräkningar	1

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Nacka kommun planerar att uppföra bebyggelse i närhet till Ältavägen i Nacka. FSD har på uppdrag av Nacka kommun utfört en riskanalys med avseende på drivmedelstransporter längs med Ältavägen till bensinstation som är lokaliserad ca 600 m norr om aktuellt planområde. Beskrivning av området ges i avsnitt 2.

1.2 Syfte

Denna riskanalys syftar till att beskriva de risker som belastar aktuella fastigheter med anledning av att de är belägna intill Ältavägen samt att vid behov arbeta fram förslag till riskreducerande åtgärder. De risker som avses är transport av drivmedel till en närliggande bensinstation.

1.3 Metod

Följande arbetsgång har legat till grund för analys av riskerna för området.

- Identifiering av scenario
- Analys av konsekvens av identifierade scenario
- Analys av sannolikhet för identifierade scenario
- Riskbedömning med sammanställning av riskbild och eventuella riskreducerande åtgärder

1.4 Tidigare version

Denna handling utgör en reviderad version av handlingen. Reviderade stycken har kantmarkerats.

2 Övergripande beskrivning

2.1 Området

Planområdet är beläget invid Älta centrum i Nacka kommun och omgivande bebyggelse utgörs av bostäder med centrumbebyggelse. Området avgränsas av Ältavägen i sydost. Avstånd mellan planerad bebyggelse och Ältavägen är som lägst 7,5 m i föreliggande planer.

Ältavägen är en allmän väg vars ÅDT (årsdygnsmedeltrafik) enligt NVDB [7] uppgår till 2001-4000 fordon/dygn, hastighetsbegränsningen är 50 km/h. Ältavägen är inte primär eller sekundär farligt gods led utan hänförs snarast till definitionen av väg där ”transport av farligt gods inte är förbjuden” enligt ”Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods” [11]. Det finns även en lokal trafikföreskrift (01FS 2010:45) som säger att på ältavägen förbi aktuellt område ska det ej transporteras brandfarliga gaser [12].

Översikt över planområdet ges i figur 2.1.



Figur 2.1. Planskiss över området med Åltavägen.

De transporter av farligt gods som sker på vägen utgörs av transport av drivmedel till en bensinstation belägen ca 600 m (fågelavstånd) norr om planområdet, se figur 2.2. Enligt [8] kan leverans av drivmedel ske ca 1 gång per dag till bensinstationen. Drivmedel kan utgöras av bensin, diesel och E85.

2.2 Verksamhet

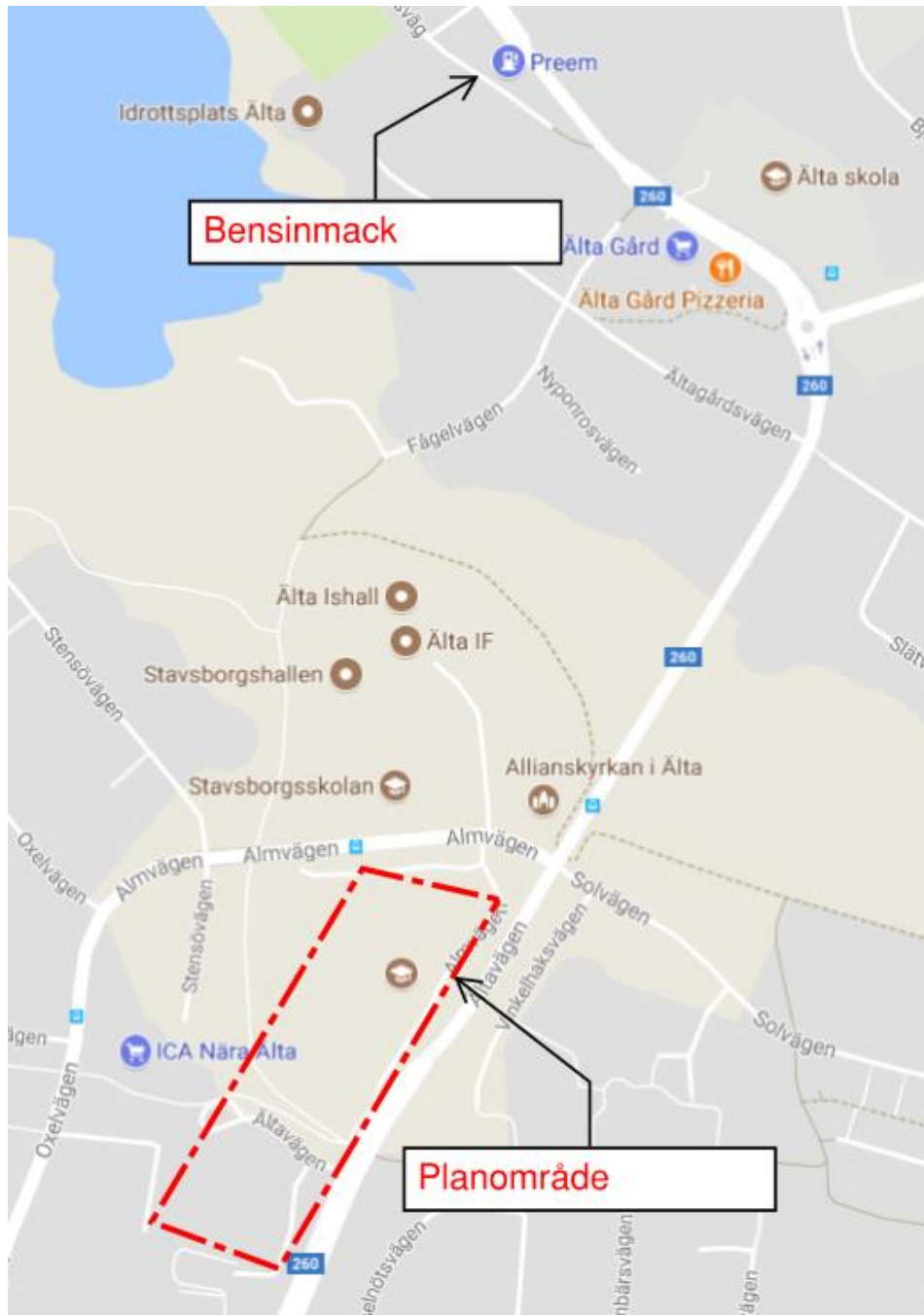
Inom det aktuella området planeras ny bebyggelse i form av flerbostadshus uppföras. I markplan planeras det i byggnaderna finnas lokaler för kommersiellt bruk.

2.3 Skyddsobjekt

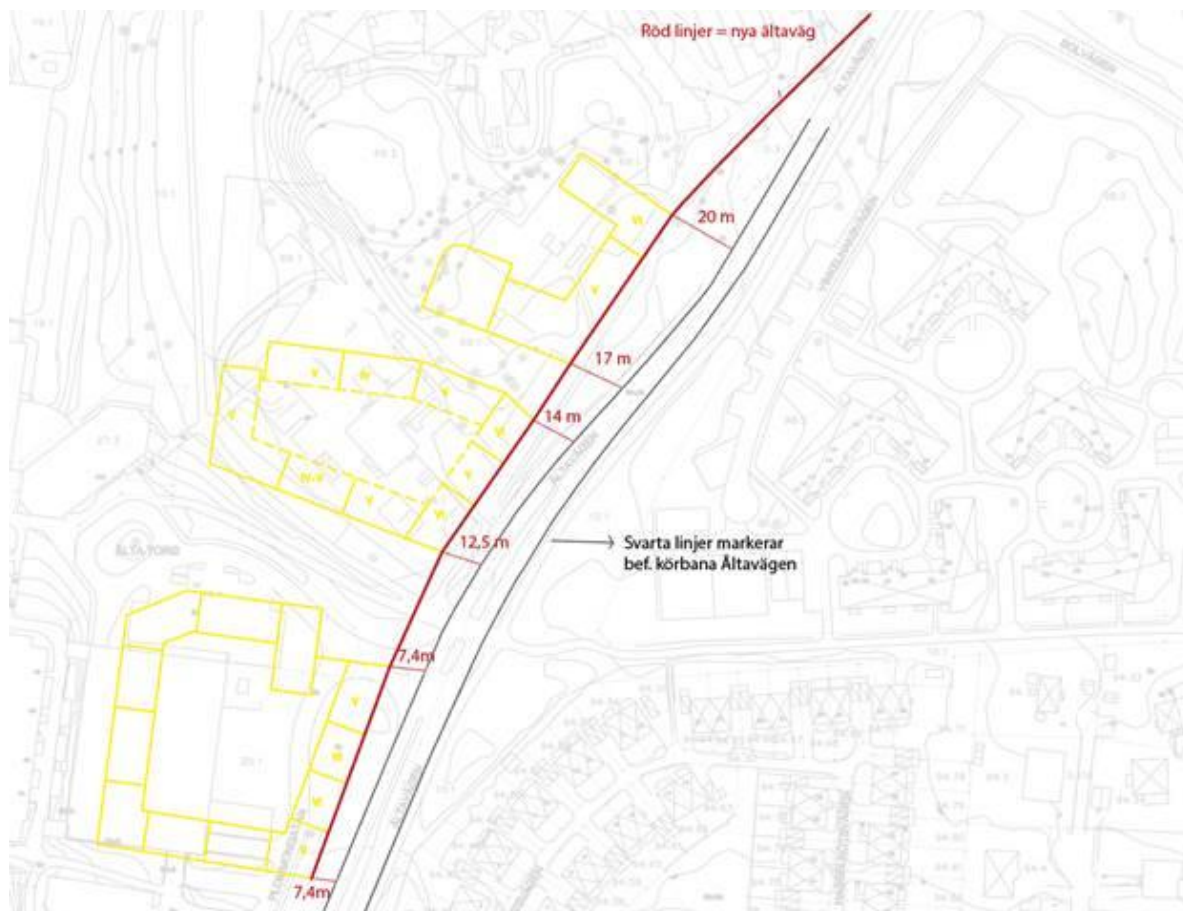
Skyddsobjekt, det som behöver skyddas från identifierade riskkällor, utgörs av personer som kommer att bo i den planerade bostadsbebyggelsen samt personer som kommer att arbeta eller besöka den planerade bebyggelsen.

2.4 Riskkälla

Riskanalysen beaktar säkerhetsrisker för det aktuella planområdet.



Figur 2.2. Planområde i relation till bensinstation, ca 600 m söder om stationen.



Figur 2.3. Planskiss med avstånd till Ältavägen.

Avstånd mellan planerad bebyggelse och Ältavägen är som minst 7,4 m men varierar som illustreras i figur 2.3 och kan vara upp mot 20 m.

Ältavägen är inte klassificerad som farligt gods-led men används för leverans av drivmedel till en bensinstation cirka 1 gång/dag [8]. Riskkällan utgörs av en olycka med tankfordon som leder till brand. Drivmedel som tankfordonet kan vara lastat med utgörs av bensen, diesel och E85. Som även behandlats tidigare i denna rapport så finns en lokal trafikföreskrift (01FS 2010:45) som säger att på Ältavägen förbi aktuellt område så får det ej transporteras brandfarliga gaser [12].

Det skall dock särskilt noteras att Ältavägen varken är primär eller sekundär transportled för farligt gods. I rapport från Länsstyrelsen Stockholm [11] finns information om hänsynstaganden för primära och sekundära leder. När det kommer till riktlinjer för den klass som Ältavägen tillhör – Bebyggelse intill vägar som inte är rekommenderade transportleder – finns ett stycke som anger att riskerna skall beaktas om det är sannolikt att farligt gods kommer transporteras samt att det i vissa fall räcker med att översiktligt beskriva vad som transporteras samt hur ofta transportererna passerar planområdet. Denna analys bedöms mer än väl motsvara den nivå av utredning som framställs i [11].

2.5 Avgränsningar

Med risk avses i dessa sammanhang en kombination av sannolikheten för en olycka och dess konsekvens. Rapporten behandlar risker för människors liv, här kallade säkerhetsrisker, med avseende på transporter av drivmedel på Ältavägen. Hänsyn tas ej till att en brinnande bensinpöl skulle kunna ge upphov till brand i eventuell vegetation eller liknande och därifrån vidare till bilar på parkeringar etc.

3 Regler och riktlinjer

3.1 Risk, definition av begrepp

Ordet risk används i många olika sammanhang, gemensamt för användningen är dock att det syftar på någonting negativt.

I denna handling används följande definition på begreppet risk:

$$\text{Risk} = \text{Konsekvens} \times \text{Frekvens}$$

Med konsekvens avses här konsekvenserna av en oönskad händelse. Med frekvens avses ett mått på hur ofta denna händelse förväntas inträffa (olyckans eller olägenhetens sannolikhet).

Mått på konsekvens och frekvens kan tas fram på olika sätt, kvalitativt eller kvantitativt, baserat på statistik och/eller expertbedömningar. Dessutom kan bedömningen av måtten påverkas av egna erfarenheter, t.ex. kan en händelse upplevas som mer sannolik om någon i ens närhet har drabbats än om vi bara sett en notis i en tidning /1/.

Konsekvenser av oönskade händelser kan drabba många olika skyddsvärden. Följande uppdelning görs av IEC [9]:

- Individrisker
- Arbetsmiljörisker
- Samhällsrisker
- Egendomsrisker
- Miljörisker

I denna handling diskuteras individ- och samhällsrisker. Med individrisk menas den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats, konsekvensen bedöms utifrån hur en enskild individ kan antas drabbas av en händelse. Med samhällsrisk menas den risk som alla personer i ett område utsätts för och konsekvensen bedöms utifrån hur många personer som kan antas drabbas av en händelse. Samhällsrisken ökar alltså om personantalet i området ökar.

3.2 Vilka risker kan accepteras

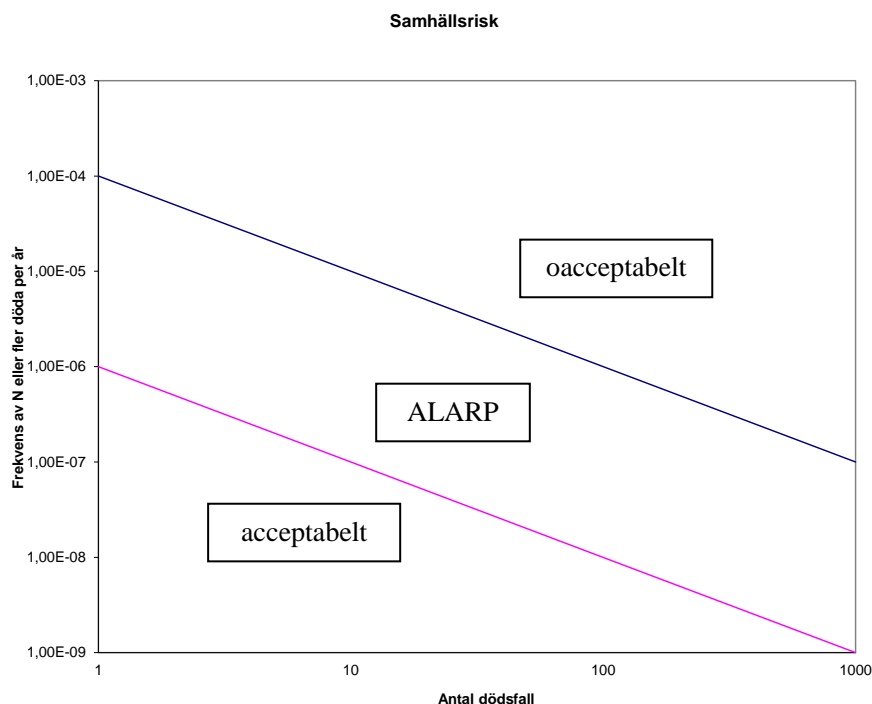
Att bedöma huruvida en risk är acceptabel eller inte är en process som involverar många faktorer. Förutom en teknisk bedömning av risken ligger även mer subjektiva uppfattningar till grund för en bedömning av huruvida en risk kan accepteras eller inte. T.ex. påverkas bedömningen av vem konsekvensen drabbar och vilka vinster som görs i samband med att risken tas. I samhällsplaneringen ställs hela tiden risker och vinster med olika karaktär mot varandra och det är viktigt att göra en genomtänkt bedömning av vilka risker som kan accepteras.

Ett vanligt förfarande för bedömning om huruvida en risk kan accepteras anges i Räddningsverkets FoU-rapport "Värdering av risk" [1] se tabell 3.1. Värdena är rekommenderade av Det Norske Veritas som acceptanskriterier för **samhällsrisk**.

Antal omkomna	Frekvens per år (undre gräns)	Frekvens per år (övre gräns)
N=1	10^{-6}	10^{-4}
N=10	10^{-7}	10^{-5}
N=100	10^{-8}	10^{-6}

Tabell 3.1 Förslag till acceptanskriterier.

Kriterier för samhällsrisk formuleras i dessa sammanhang ofta i form av ett s.k. "FN-diagram". Detta innebär ett sätt att grafiskt presentera sambandet mellan sannolikheten för att en olycka skall inträffa och antalet omkomna som en konsekvens av denna olycka. Med värdena i tabell 3.1 erhålls figur 3.1.



Figur 3.1 FN-diagram med föreslagna acceptanskriterier. (FN = frequency of accidents versus number of fatalities).

Det område som är beläget mellan de båda begränsningslinjerna för oacceptabel risk och för låg (acceptabel) risk benämns "ALARP" (As Low As Reasonably Practicable). Området anger ett intervall inom vilket man genom kostnad/nyttovärdering eller annan optimering bör sträva efter att ytterligare sänka risknivån.

De acceptanskriterier som föreslås för **individrisk** är 10^{-7} som undre gräns och 10^{-5} som övre gräns [1]. Mellan dessa finns en ALARP-zon där riskerna kan förebyggas om det anses rimligt. Detta kan jämföras med risken att dödas av ett blixtnedslag som är 10^{-7} [1].

3.3 Riskbedömning för föreslaget område vid Ältavägen

Beskrivningen av risk i avsnitt 3.1 och 3.2 är en allmän genomgång av begreppen och acceptansnivåer. För aktuell analys för Ältavägen i Nacka utförs dock riskvärderingen på ett alternativt sätt. Analysen undersöker huruvida aktuellt planområde kan förläggas enligt figur 2.1 och vilka riskreducerande åtgärder som i sådant fall kan bli aktuella, alternativt om planområdet skall förläggas med ett säkerhetsavstånd till Ältavägen.

Om samhälls- och individrisk skall beräknas enligt kriterier ovan ser alternativen som jämförs med varandra ut på följande vis:

A – bostadshus i närheten till vägen, underlag till denna rapport illustrerar ett avstånd som lägst kan vara 7,4 m samt variera upp till 20 m. Övrig yta i anslutning till Ältavägen (0-7,4 m, upp till 20 m) utgörs av trottoar och liknande och eventuell rabatt/anläggning av växtlighet i liten utsträckning.

B – Inom ett avstånd av 7,4-25 m från Ältavägen förläggs inte bostadshus utan ytan planläggs istället som allmän plats, alternativt finns här parkering eller liknande. Avstånd 25 m hämtas från [10].

Vid beräkning av samhällsrisk görs beräkningar och bedömningar om antal människor som vistas inom påverkansområdet för en olycka med transport av farligt gods. Gemensamt för fall A och B är att det finns trottoar där förbipasserande eller personer som t.ex. väntar på en buss, kan vistas. Bedömningen av förekomsten av personer på trottoaren vid en eventuell olycka är en svår bedömning som innehåller osäkerheter. Denna personbelastning bedöms även vara likvärdig oavsett om bostadshus placeras enligt figur 2.1 eller på ett avstånd av 25 m från Ältavägen. Samhällsrisken till följd av personer på trottoar är då likvärdig oavsett placeringen av byggnaderna.

I fall B finns däremot möjlighet att personer vistas på allmän plats. En parkering eller annan allmän yta bedöms inte innebära hög persontäthet men likväl befinner sig personer som finns här vid en olycka i sådant fall ute i det fria utan någon form av skydd mot en eventuell brand vid ett utsläpp på Ältavägen. I sådant fall innebär alternativ B en ökad personbelastning jämfört med fall A vid beaktning av mängden oskyddade människor i området. En person som är inomhus i en lägenhet bakom en yttervägg får i sammanhanget antas vara mycket mer skyddad än en person ute i det fria under förutsättning att personerna kan lämna byggnaden genom en utgång som vetter bort från olycksområdet samt att ytterväggen är utförd motståndskraftig mot värmestrålningen från en brand.

Antaganden om persontäthet (oskyddade personer) i området vid Fall A och B kommer med hänsyn till ovan resonemang, leda till en högre samhällsrisk för Fall B. Risken beräknas därmed ej i detalj.

Individrisken kommer vara densamma för A och B då den inte tar hänsyn till persontäthet utan anger endast risken vid olika avstånd från riskkällan. Individrisk beräknas ej med hänsyn till att trottoar med passerande fotgängare och liknande ändå kommer att finnas längs med ältavägen oavsett om byggnation enligt figur 2.1 sker eller ej.

Konsekvenser beräknas för identifierat olycksscenario och kompletteras med beräkning av sannolikhet för att föra diskussion kring behov av riskreducerande åtgärder för bebyggelsen samt vilka risker för personers liv och hälsa som finns.

4 Olycksscenario

Föremålet för denna analys är att en tankbil som transporterar brandfarlig vätska i form av drivmedel (bensin, diesel och E85) till bensinstation norr om området deltar i en olycka varpå det sker ett spill av brandfarlig vätska som antänds. Av de transporter med brandfarlig vätska till bensinstationen bedöms spill av bensin utgöra det värsta scenariot varför bensin utgör olycksscenarioet.

Storleken av utsläppet är svårt att bestämma. Från [8] anges en volym om 20 m³, det är dock inte säkert att hela denna volym spillas ut vid en olycka (tankbilen behöver t.ex. inte vara fullastad vid olyckan) varför tre olika volymer på spillet antas (5, 10 och 20 m³). Med hänsyn till att vägen utformas med refug och trottoarkant är det sannolikt att dessa begränsar den resulterande pölen till vägens utsträckning. Bensin har låg viskositet, dvs. är en lättflytande vätska varför pölen torde ”flyta ut” och skapa en tämligen grund pöl med stor area beroende på markens ytråhet och topografi. Pölens form kan antas till stor del bli formad efter vägens utsträckning. Antaget pöldjup representerar ett medelvärde av flertalet osäkerheter som ojämnheter i väg, lutning som medför att det bildas ett lokalt ”djup” i vägbanan, gropar till följd av skadad asfalt m.m. Detta är en förenkling av verkligheten men bedöms kunna ge scenarion som går att beräkna samt ge representativa värden som slutsatser kan dras ifrån. Vägbanan ansätts från ritningsunderlag till en bredd om 3,5 m vilket skapar utformning av utsläpp enligt tabell 4.1. Här förutsätts med en rektangulär pöl med bredd 3,5 m.

Utsläpp	Volym [m ³]	Area [m ²] (förutsatt djup 5 cm)	Utbredning (längd) vid djup 5 cm och bredd 3,5 m. [m]
Litet	5	100	29
Mellan	10	200	57
Stort	20	400	114

Tabell 4.1 Rektangulära pölar av bensin.

Även om vägens utformning med refug och trottoarkant inte skulle följas bedöms en stor cirkulär pöl dessutom som mindre trolig när höjdkarta för området studeras vilken visar att det för det aktuella planområdet finns höjdskillnader, om än måttliga, som lutar ned mot vägen. [6]. Genomgående räknas konservativt så att det är vägbanan närmst planområdet som olyckan sker på och där pölen breder ut sig. Om pölen skulle breda ut sig även över den andra vägbanan är scenariot gynnsammare då det skulle innebära en grundare pöl som strålar med samma intensitet mot planområdet samtidigt som den snabbare brinner eller rinner bort vilket förkortar scenariot.

Dagvattenbrunnar kommer medföra att en stor del av den spillda bensinen rinner ner och bort från vägen då dessa är dimensionerade tillsammans med vägbanan för att omhänderta och föra bort vätska från vägbanan. Det finns enligt ritningsunderlag från Nacka kommun [13] längs Åltavägen ett flertal dagvattenbrunnar som medför att bensin rinner ner i dagvattensystemet och en utspild pöl kommer minska i volym. Detta i kombination med att bensin brinner av innebär att brandförloppet blir begränsat i tid.

Vid en olycka kan det förväntas att utsläppet inte helt överensstämmer med ovan modell men den största delen av pölen bedöms ändå följa ovan indelning varför förenklingen bedöms vara en tillfyllest modell av olyckan.

5 Riskanalys

5.1 Konsekvenser av olycksscenario

Den oönskade konsekvensen i samband med de nämnda olycksscenarierna i avsnitt 4 är antändning av utspilld bensinpöl vilket ger upphov till värmestrålning som i sin tur kan ge brännskador och/eller ge upphov till dödsfall på/hos människor samt eventuellt sprida brand till annat brännbart material i brandens närhet.

Infallande strålning beräknas mot bostadshus som är skyddsobjekt då ingen särskild samhälls- eller individrisk beräknas för människor på gata. Beräkningar görs enligt formler i bilaga 1. Emissionstalet har i sammanhanget ansatts till 1 vilket är ekvivalent med perfekt svartkroppsstrålning vilket är ett konservativt antagande.

Ett läckage som rinner ut enligt olycksscenariot i avsnitt 4 beräknas enligt tillvägagångssätt i FOA [4] vilket ger att flammhöjden blir mycket lik oavsett längd på den rektangulära pölen (då bredden är identisk och pölen mycket avlång innebär det att stora delar av pölen har samma karakteristik i termer av tillgång till bränsle/syre, temperaturförluster m.m.). Karakteristiken återges i tabell 5.1.

Utsläpp	Utbredning (längd) vid djup 5 cm och bredd 3,5 m.	Flammhöjd (m)	Strålningsnivå vid 7,4 m avstånd (kW/m ²)	Strålningsnivå vid 13,5 m avstånd (kW/m ²)	Strålningsnivå vid 18,5 m avstånd (kW/m ²)
Litet 5 m ³	29	8,2	43	23	15
Mellan 10 m ³	57	8,2	45	26	19
Stort 20 m ³	114	8,2	45	27	20

Tabell 5.1 Karakteristik för pölbränder tre olika avstånd från Ältavägen.

Strålningsnivåerna beräknas genomgående för en fiktiv ”värsta punkt” som antas vara en husvägg vid den planerade platsen för bebyggelse. Den fiktiva värsta punkten innebär att punkten befinner sig mitt för den utbredda branden samt 4,5 m upp i luften (för att erhålla värsta synfaktor, se bilaga för beräkningsmetodik). Alla andra punkter kommer beröras av en lägre strålningsnivå. Strålningen i värsta punkten blir som synes inte nämnvärt högre när pölens utbredning blir längre. Detta beror på det lilla bidraget i synfaktor som ökningen i pölens utbredning ger upphov till. Tas dessutom hänsyn till växtlighet, skyltar etc. som kan skugga strålningsvärmets från branden är skillnaden mellan scenarierna försumbar beträffande maximal strålningsintensitet.

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser uppstår när vätskan läcker ut och antänder. För att skatta värmestrålningen kan den beräknade strålningen jämföras med nivån 15 kW/m², vilket är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (fåtal sekunder) [4] samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter för byggnader utan att särskilda åtgärder vidtas i form av t.ex. brandtekniskt avskiljande fasad. I tabell 5.1 är som synes de beräknade nivåerna höga till mycket höga. Människor i det fria skulle skadas allvarligt eller omkomma vid dessa nivåer. En brännbar fasad skulle löpa stor risk att antända till följd av strålningsexponeringen, dock förutsätter det längre exponeringstid än vad människor klarar motstå.

Vid konsekvensbedömning skall därför även varaktigheten hos scenariot bedömas. Tidigare nämndes vägbrunnar som medför avrinning av bensin. Längs med det planerade området finns ca 15 markerade

brunnar i anslutning till vägbanan. Tätheten är större i den södra delen där bebyggelsen planeras vara nära Ältavägen och glesare i den norra delen där bebyggelsen planeras på större avstånd från Ältavägen. För att avgöra antal brunnar som medverkar i avrinning behöver en exakt placering av pölen göras vilket bedöms svårt samt förenat med flera felkällor. Samtidigt torde vägbrunnar vara placerade så regnvatten rinner till dem och risken för en stor pöl utan avrinning bedöms liten. Därav görs en förenkling och det antas att 5 brunnar medverkar till avrinning. Enligt [14] torde vägbrunnars kapacitet motsvara ca 5 l/s. Den samlade avrinningen från 5 brunnar beräknas till 25 l/s vilket ger 1500 l/min. Med denna avrinning kan tabell 5.1 kompletteras enligt följande.

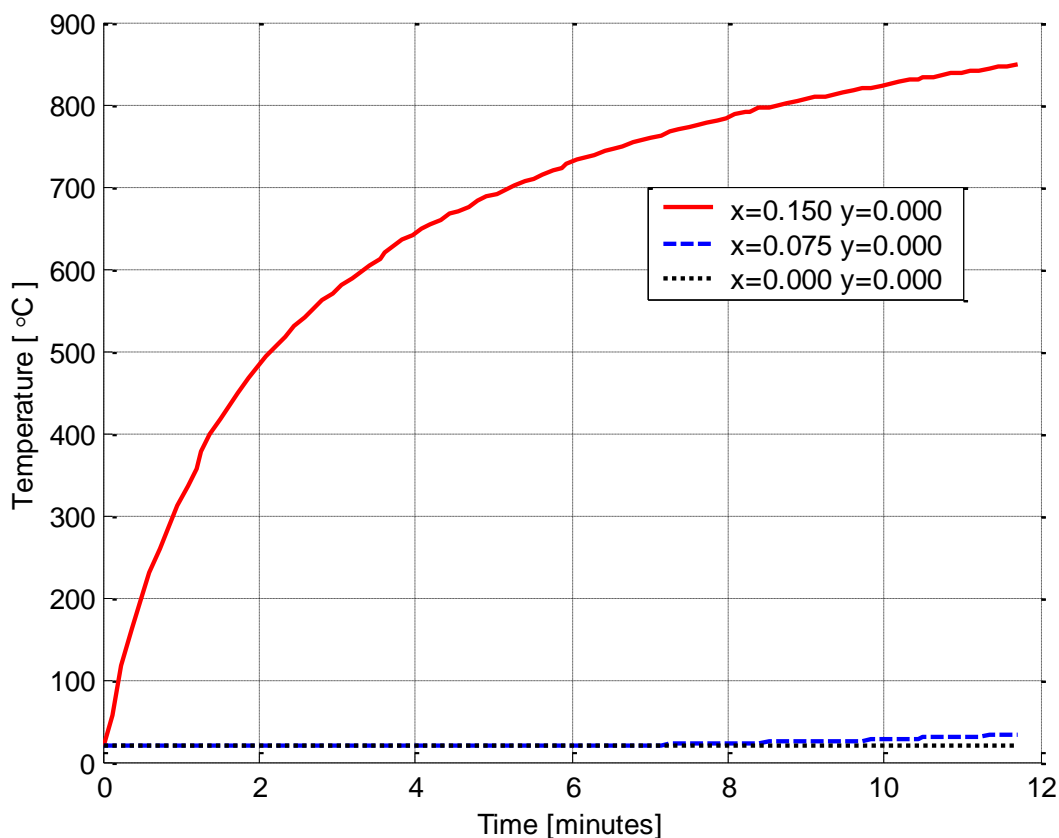
Utsläpp	Utbredning (längd) vid djup 5 cm och bredd 3,5 m.	Flamhöjd (m)	Strålningsnivå vid 7,4 m avstånd (kW/m ²)	Strålningsnivå vid 13,5 m avstånd (kW/m ²)	Strålningsnivå vid 18,5 m avstånd (kW/m ²)	Längd på scenario (avrinning 25 l/s) [min]
Litet 5 m ³	29	8,2	43	23	15	3,5
Mellan 10 m ³	57	8,2	45	26	19	7
Stort 20 m ³	114	8,2	45	27	20	13,5

Tabell 5.2 Karakteristik för pölbränder tre olika avstånd från Ältavägen inkluderat längd på scenario endast inräknat avrinning.

På ca 13,5 minuter har 20 m³ runnit bort och i olycksscenario enligt ovan skulle alltså i stort hela pölen rinna bort på denna tid. Detta förutsätter att det inte finns lokala håligheter eller lutningar i vägen som medför att brunnarna inte är lägsta punkter. Samtidigt kommer en brand att bränna bort bensin varför ett faktiskt scenario kommer understiga denna tidsram.

För att skatta vad det innebär att ett brandscenario har längden enligt ovan samt vilket skydd en yttervägg kan ge, ansätts en 150 mm tegelvägg som exponeras för en brandkurva motsvarande HC-kurvan¹. I figur 5.1 anges temperaturen på strålningsutsatt sida samt insidan av yttervägg av tegel till följd av exponeringen. HC-kurvan i exemplet har högre nivå av utstrålad strålning än den beräknade i figur 5.1 samt beräknas på avståndet 7,4 m vilket ger konservativa värden i figur 5.1, framför allt vid bedömning av husen som ligger på längre avstånd än 7,4 m.

¹ HC-kurvan är baserad på standardiserad brandtyp och kan tillämpas vid till exempel brand i tankbil med olja.



Figur 5.1. Ledning genom 150 mm tegel. Röd linje anger temperatur på exponerad husvägg. Blå streckad linje anger temperatur inuti vägg och svart streckad anger temperatur på insida (icke strålningsutsatt) av vägg (på yta)

I figur 5.1 framgår att skyddet som erhålles av en tegelvägg är mycket bra för det beräknade scenariot. Temperaturen på insidan av väggen når inte kritiska nivåer och personer som vistas inomhus vid en olycka torde kunna sätta sig själva i säkerhet oavsett om det är litet, mellan eller stort utsläpp och även om avståndet till Åltavägen är 7,4 m (för husen som är längre bort än 7,4 m blir förstås temperaturökning ännu mindre). För diskussion kring att utföra fönster i fasad brandtekniskt klassade hänvisas till avsnitt 5.3.

5.2 Sannolikhet för olycksscenario

För att kunna analysera risken för olycksscenarioet behöver även sannolikheten beräknas. Beräkningsgången följer den beskriven i [2].

Med beräkningar enligt formler i bilaga erhålles att det för aktuellt planområde inträffar en farligt gods-olycka $1,2 \cdot 10^{-5}$ gånger/år, eller en gång på ca 82 000 år vilket betraktas som lågt.

5.3 Riskbedömning för olycksscenario

Vanligt tillvägagångssätt i denna typ av riskanalyser är att beräkna individrisk och samhällsrisik för att erhålla beslutsunderlag till om planerad bebyggelse medför acceptabla eller icke acceptabla risker eller om åtgärder behöver vidtagas. Med resonemang kring riskerna från avsnitt 3 framgår att konventionell beräkning av dessa risker ej företas. Istället förs diskussion kring konsekvenser och sannolikhet för olycksscenarioet.

Från avsnitt 2 erhålles att personer som passerar på trottoar eller väntar på en buss eller liknande kommer exponeras för samma individrisk oavsett om bebyggelse förläggs enligt figur 2.1 eller på 25 m avstånd. Dessa personers bidrag till en samhällsrisk kommer även vara opåverkat. På avståndet upp till föreslagna 25 m finns det därtill möjlighet att förlägga grön- eller rekreationsyta, parkering eller annat som skulle innebära att personer som vistas här är oskyddade mot värmestrålning vid en olycka som beskrivs i avsnitt 4. Bedömningen görs ifrån avsnitt 5.1 att personer som vistas inomhus bakom en yttervägg är bra skyddade mot värmestrålning och samhällsriskerna skulle därvid vara högre om grönyta eller liknande skulle ha någon persontäthet vid en olycka. En illustration av individrisken vid plottning av denna över en karta med den tänkta bebyggelsen skulle även visa på att vistelse inomhus längs det planerade området skulle innebära lägre risk med hänsyn till strålningsskyddet som en yttervägg utgör. I denna analys innefattas att fönster utförs brandklassade EW30 vilket även föreslås i länsstyrelsens publikation för vägar nära primära och sekundära transportleder för farligt gods [10]. Ältavägen är varken primär eller sekundär transportled för farligt gods utan härrörs till väg där transport av farligt gods inte är förbjudet, det vill säga samma klass som de allra flesta vägar i Sverige. Den som transporterar farligt gods har rätt att använda vägar som leder till lossningsstället. Med andra ord kan alla vägar där det inte uttryckligen är förbjudet med transport av farligt gods användas. Åtgärden med klassade fönster bedöms vara av sådan karaktär att dess kostnad/nytta är hög, åtgärden behövs normalt sett ej vid bebyggelse vid vanliga vägar men åtgärden föreslås i denna handling som riskreducerande åtgärd i det fall en högre nivå av säkerhet efterfrågas.

För att underlätta utrymning skall det finnas möjlighet att utrymma via utgångar på sida av huset som vetter bort från Ältavägen. Detta omfattar även lokaler i markplan som ej utgör bostäder. Därtill bör ventilationsintag placeras bort från Ältavägen för att i möjligaste mån undvika intag av brandgaser.

För att analysera risken förknippat med olycksscenarioet skall konsekvensen kombineras med sannolikheten för scenarioet. Från beräkningen av sannolikhet framgår att denna är låg och att olycksscenarioet beräknas inträffa $1,2 \cdot 10^{-5}$ gånger/år, eller en gång på ca 82 000 år. Vid jämförelser med kriterier för risker som accepteras från avsnitt 3.2. så kan det tyckas att risken placeras i ALARP-zonen för individrisk men detta förutsätter att någon utsätts för dödliga omständigheter. Som konstaterats i avsnitt 3.3 är individer inne i bostadshus väl skyddade mot de direkta konsekvenserna av värmestrålningen. Personer på gata omfattas ej av denna analys då de är oberoende av placeringen av bostadshuset. Från avsnitt 3.3 följer även att samhällsriskerna bedöms vara likvärdig eller lägre i alternativet att förlägga den planerade bebyggelsen enligt figur 2.1, jämfört med 25 m ifrån vägen, varför denna ej beräknas. Detta innebär att sannolikt är individriskbegreppet ej helt applicerbart för det tänkta olycksscenarioet.

De beräknade konsekvenserna i form av värsta strålningsnivåer är höga men bedöms vara av konservativ natur. Likväl, med beaktande av den låga sannolikheten samt då varaktigheten hos de beräknade pölbränderna är korta, bedöms den sammantagna risken vara mycket låg. Alltjämt bedöms det finnas för situationen lämpliga riskreducerande åtgärder vilka har diskuterats i detta avsnitt och sammanfattas i avsnitt 6.

6 Förslag till riskreducerande åtgärder och slutsats

Som följd av förda diskussioner i denna handling sammanfattas förslagen till riskreducerande åtgärder som följer:

- Fasad som vetter mot Ältavägen utförs obrännbar. Motståndskraft mot värmestrålning motsvarande 150 mm tegel eller bättre rekommenderas.
- Fönster i fasad som exponeras av värmestrålning utförs i brandklass EW30 (se resonemang avsnitt 5.3)
- Utrymning från husen bör kunna ske med riktning bort från Ältavägen
- Ventilationsintag bör placeras för att minimera risk för att brandgaser skall sugas in i ventilationssystemet. Lämpligen placeras inte ventilationsintag på fasad som vetter mot Ältavägen.

Med stöd i resonemang i föreliggande handling dras slutsatsen att bebyggelse enligt plan i figur 2.1 kan ske med hänsyn taget till ovan riskreducerande åtgärder.

7 Referenser

- [1] Värdering av risk, FoU Rapport, 1997 Statens räddningsverk, Karlstad Risk- och miljöavdelningen ISBN 91-88890-82-1. Beställningsnummer P21-182/97 1997 års utgåva
- [2] Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI. (1996) *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*. Beställningsnummer B20-194/96 Statens Räddningsverk.
- [3] Drysdale D, *An introduction to fire dynamics*, second edition, 1998
- [4] Fischer, Forsén, Hertzberg, Jacobsson, Koch, Runn, Thanning, Winter.(1998) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*. ISSN 1104-9154. Försvarets forskningsanstalt.
- [5] *Farligt Gods – Riskbedömning vid transport*, B20-194/96, Karlstad, 1996.
- [6] Plankarta över området med höjder angivna, från Emelie Resvik, Nacka kommun, 170331.
- [7] NVDB, Nationella vägdatabasen webb, Trafikverket
- [8] Mailkommunikation Preem.
- [9] International Electrotechnical Commission, (IEC). (1995). Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems. International Standard 300-3-9
- [10] Länsstyrelsen i Stockholms län, *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer. samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, Rapport 2000:01
- [11] *Fakta 2016:4, Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*, Länsstyrelsen Stockholm, Enheten för samhällsskydd och beredskap, publicerat 2016-04-11.
- [12] *OIFS 2010:45, Länsstyrelsens i Stockholms län lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods på väg 260 m.fl. vägar, Nacka och Stockholms kommuner*, Stockholms läns landsting, diariernr 25862-2010-2063
- [13] Ritningar placeringar vägbrunnar, Nacka kommun.
- [14] *Avrinning från hårdgjorda ytor vid intensiva regn*, Jasmin Skenderovic, Sam Michana, Examensarbete 2009 Byggnadsteknik, 2009-11-15, Tekniska högskolan i Jönköping

Bilaga 1 Beräkningar

1 Teori Konsekvens

1.1 Teori värmestrålning

Strålningen som träffar en yta är beroende av strålningen som avges från branden samt synfaktorn enligt följande formel [4]:

$$\dot{q}'' = \varepsilon \cdot E \cdot \Phi \quad (\text{kW/m}^2)$$

där

ε = synfaktor (ansätts konservativt till 1) (-)

E = emitterad strålning (kW/m²)

Φ = synfaktor (-)

Den strålning som branden avger kan beräknas genom följande formel [4]

$$E = \frac{0,35 \cdot b' \cdot hc}{1 + 4h_f / d_f}$$

h_f = höjd av flamma i meter

d_f = diameter av flamma i meter

b' = förbränningshastighet per ytenhet = 0,048 kg m⁻²s⁻¹

hc = förbränningsvärme för bensin, 44,75 MJ/kg

Synfaktorn ger hur stor andel av den emitterade energin från en yta som träffar en specifik punkt på den mottagande ytan.

Följande formel tillämpas för att beräkna strålning mellan en parallell yta och en punkt:

$$\Phi = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \left[\frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} \right] + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \left[\frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right] \right\}$$

där

$X = a/c$

$$Y = b/c$$

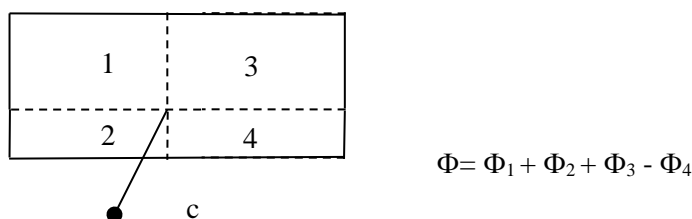
a = höjden på ytan

b = bredden på ytan

c = avståndet från ytan till punkten

Vid beräkning av strålningen från en yta till en punkt ligger punkten i en hörna av den strålande ytan enligt följande figur.

Gemensam synfaktor för punkt med högst strålningsnivå beräknas genom tillämpning av den algebraiska additionslagen för synfaktorer enligt princip i följande figur.



Figur 0-1 Tillämpning av additionslagen för att beräkna synfaktorn från yta 1-4 till punkt angiven i bild.

1.2 Utbredning pöl

En bensinpöl beräknas få utbredning enligt en vägbana som är 3,5 m bred.

Antaget pöldjup: 5 cm.

Längd av pöl, $L = \text{utsläppt volym} / (3,5 \cdot 0,05) \text{ m}$

1.3 Flamhöjd

Höjden beräknas med formel från [4]

$$h_f = d_p \cdot 42 \left[\frac{b'}{p \sqrt{g \cdot d_p}} \right]^{0,61}$$

h_f = höjd av flamma i meter

d_p = diameter av pöl i meter

b' = förbränningshastighet per ytenhet = $0,048 \text{ kg m}^{-2}\text{s}^{-1}$

p = luftens densitet = $1,29 \text{ kg m}^{-3}$

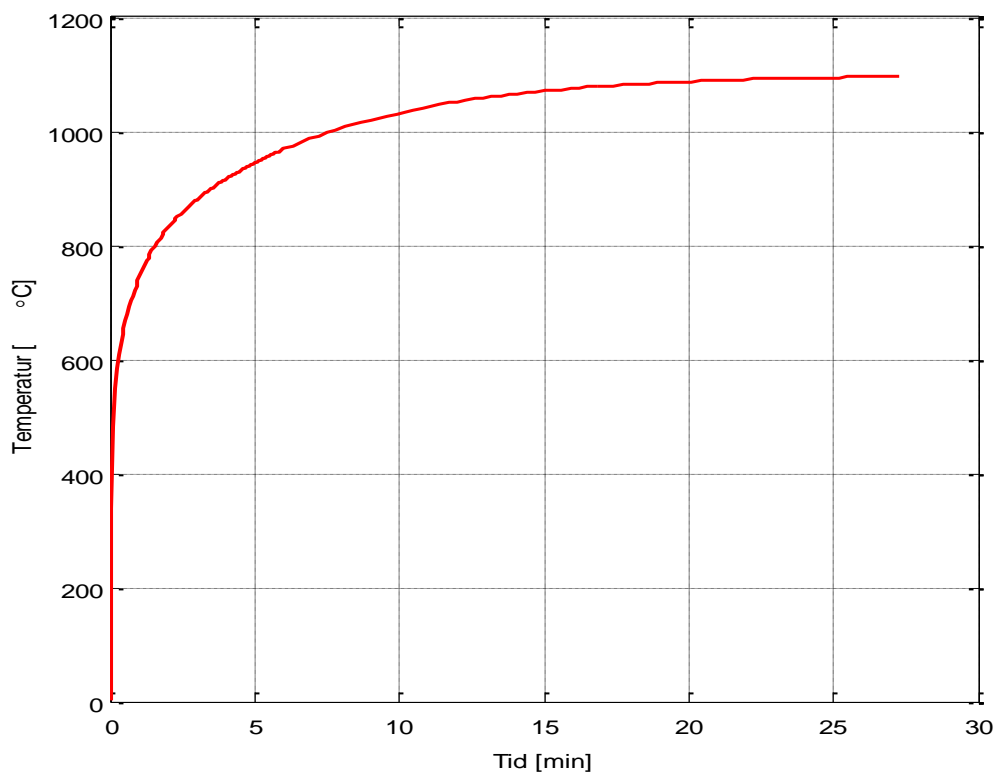
g = tyngdacceleration = $9,81 \text{ m s}^{-2}$

Därtill beräknas en ekvivalent pöldiameter, $d_{eq} = 4 \cdot \text{pölarea} / \text{pölmkrets}$

indelad i delar av pöl så att sidoförhållandet är lika med 2 (vilket ger rektangulär pöl om 3,5m * 7m). Ekvivalent pöldiameter ersätter d_p i ovan beräkningar. Flamhöjder erhålles enligt tabell 5.1.

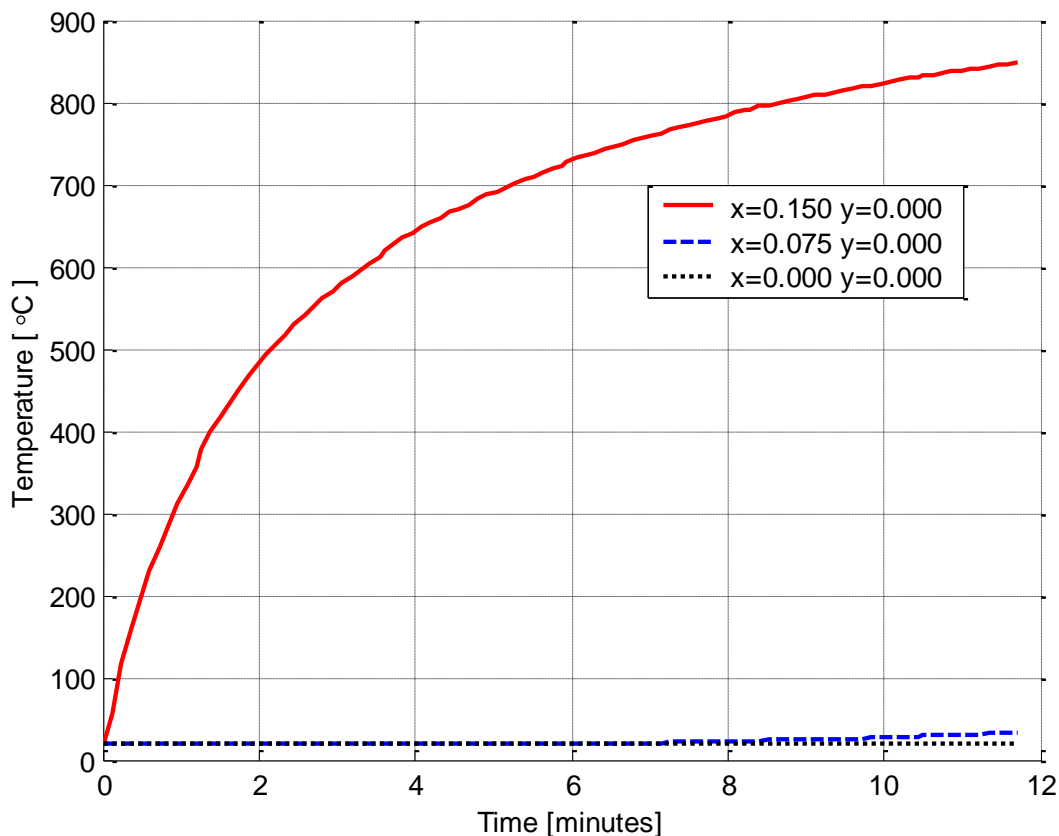
2 Beräkning av temperatur insida yttervägg

För att bilda en uppfattning om följderna av den beräknade strålningen mot en vägg utförs beräkningar i värmeledningsprogrammet TC-Fire för temperatur av insida vägg, det vill säga icke strålningsutsatt sida, när utsidan exponeras för brandstrålning. I detta exempel används en HC-kurva som är baserad på standardiserad brandtyp och kan tillämpas vid till exempel brand i tankbil med olja.



Figur Bilaga 2.2.1 HC-kurvan med varaktighet upp till 27 minuter.

Värmeledning beräknas enligt värmeledningsprogrammet TC-Fire och resultatet på insidan av väggen återges nedan



Figur Bilaga 2.2.2 Ledning genom 150 mm tegel som följd av värmestrålning enligt HC-kruva i figur Bilaga 2.2.1. Röd linje anger temperatur på strålningsutsatt sida, blå streckad linje anger temperatur mitt inne i teglet och svart streckad linje på insida (icke strålningsutsatt) av vägg.

3 Sannolikhet

Formler för beräkning av sannolikhet för olycka med farligt gods följer beräkningsgång i [2] där ingen annan referens anges.

$$O_{FG} = I_{FG} * O((Y * X) + (1 - Y)(2X - X^2))$$

O_{FG} = Antal farligt gods-olyckor

I_{FG} = Index för farligt gods-olycka = 0,03

O = Antal olyckor, beräknas via olyckskvot (1,20) och ÅDT

Y = Andel singelolyckor på vägdelen

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods = antal farligt gods transporter / ÅDT

ÅDT = Årsmedeldygnstrafik = 4000 [7].

Väglängd = 250 m.

Antalet farligt gods-transporter ansätts till 2 st/ dag (transport med farligt gods passerar området 2 ggr/ dag). [8]

Beräkningsresultat av ovan redovisas i avsnitt 5.2.