Kv Timpenningen 2, Lönelistan 1 & 2

Riskbedömning

Upprättad: 2017-09-12

Reviderad: 2018-01-19

Brandgruppen AB

Antal sidor: 42

BRANDGRUPPEN AB Säte i Stockholm • Org. nr 556542-9122

Södermalmsallén 36
118 28 STOCKHOLM
Tfn 08-21 50 90
Fax 08-24 22 25
www. brandgruppen.se

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Dokumentinformation

Uppdragsnummer:	2021704
Dokumenttitel:	Timpenningen 2, Lönelistan 1 & 2
Uppdragstitel:	Riskbedömning
Dokumentnummer:	01
Uppdragsgivare:	FastPartner
Uppdragsgivarens referens:	Johan Böckert

Handläggare:	Rikard Lindegrén
Kontrollerad av:	-

Nyckelord: riskbedömning, farligt gods, seveso, bensinstation

Rapportstatus: Konfidentiell ☐ Intern ☐ Öppen ☒

Version	Datum	Anmärkning	Handläggare	Kontrollerad av
03	2018-01-19		Rikard Lindegrén	-
02	2017-10-10		Rikard Lindegrén	-
01	2017-09-12		Rikard Lindegrén	Robert Berg

Sökväg:: P:\I-L\Lönelistan\Dokument\Beskrivningar\Riskbedömning Lönelistan rev.docx

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Sammanfattning

Inom Timpenningen 2, Lönelistan 1 & 2 i Västberga planeras byggnader avsedda för industri, kontor, handel och parkering. Detta innebär ändring av detaljplan.

Planområdet ligger i närheten av E4/E20 inom Västberga industriområde. Inom Västberga industriområde finns flertalet verksamheter som utgör potentiella riskkällor. Till och från dessa verksamheter sker även transport av farligt gods. Enligt länsstyrelsens riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods ska potentiella olycksrisker beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meter från transportled av farligt gods. Timpenningen 2, Lönelistan 1 & 2 planeras att vara belägen i anslutning till transportleder för farligt gods. Med anledning av ovanstående har denna riskbedömning tagits fram, i syfte att utvärdera huruvida föreliggande riskbild är tolerabel och vilka eventuella riskreducerande åtgärder som krävs för att uppnå acceptans.

Inom området finns tre st drivmedelsstationer och en Seveso-anläggning (Sandvik). Alla tre drivmedelstationerna ligger på ett behörigt avstånd från planområdet men där transport till två av dem sker förbi planområdet. Transporterat gods utgörs av ADR-klass 3, dvs brandfarliga vätskor och sker i genomsnitt 6,4 ggr/vecka. Dessutom sker transport av vätgas i containerflak förbi planområdet med destination Sandvik ca 2 ggr/vecka. Till Sandvik sker även transport av hårdmetallpulver i ADR-klass 4, huvudsakligen kobolt och volfram, dagligen och en mycket liten andel giftiga och brandfarliga ämnen förpackade i mindre enheter.

Inom Sandvik finns en vätgasstation, ett gasförråd, en miljöstation för farligt avfall och en mindre cistern för etanol.

De risker som anses utgöra en icke försumbar del och som studeras i denna rapport är transporter av brandfarliga vätskor och vätgas längs med Västbergavägen förbi planområdet. Inom Sandvik studeras främst vad en omfattande brand med följd av mycket giftiga brandgaser får för konsekvenser. I känslighetsanalysen studeras även vätgasförvaringen och utökat trafikflöde av farligt gods.

Resultatet av rapporten visar att både individrisken och samhällsrisken är på sådan nivå att man bör planera för åtgärder som kan minska konsekvenserna vid en eventuell olycka.

De åtgärder som föreslås är att placering av friskluftsintag på byggnader inom aktuellt planområde regleras, att yttervägg på Kv timpenningen 2 mot Sandvik ska utföras med förstärkt stomme och brandklassade fönster samt att alla utrymningsvägar ska mynna mot innergård. Även obrännbara fasader föreslås utföras mot Västbergavägen och del av Elektravägen.

Med de föreslagna åtgärderna så är bebyggelsen lämplig i lämnat förslag med hänsyn till uppställda kriterier i riskbedömningen.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

INNEHÅLL

Sammanfattning 3

1 Inledning 6

1.1 Bakgrund 6
1.2 Syfte och Mål 6
1.3 Omfattning och avgränsningar 6
1.4 Revideringar 7
1.5 Definitioner 7
1.6 Metod 8
1.7 Acceptanskriterier vid riskbedömningar 8
1.7.1 Tillämpning av acceptanskriterier 9

2 Fysisk översikt 10

2.1 Närområdet 10
2.2 Byggnaderna 11
2.3 Befolkningstäthet 11

3 Riskinventering 14

3.1 Identifiering och kvalitativ bedömning av riskkällor 14
3.1.1 Sandvik 17
3.1.2 OKQ8 drivmedelsstation 19
3.1.3 St1 drivmedelsstation 19
3.1.4 Cirkle K drivmedelstation 19
3.1.4.1Transport av farligt gods på E4/E20 (Södertäljevägen) 20
3.1.4.2Transport av farligt gods på Västbergavägen 21
3.1.5 Sammanställning kvalitativ bedömning 21
3.2 Dimensionerande skadescenario 22

4 Analys 23

4.1 Omfattande brand inom Sandvik 23
4.1.1 Frekvens 23
4.1.2 Konsekvens 23
4.2 Klass 3 olycka – Västbergavägen 24
4.2.1 Frekvens 24
4.2.2 Konsekvens 24
4.3 Klass 2.1 olycka – Västbergavägen 25
4.3.1 Frekvens 25
4.3.2 Konsekvens 25

5 Resultat av kvantitativ riskanalys 26

6 Osäkerheter 28

6.1 Stokastiska osäkerheter 28
6.2 Kunskapsbaserade osäkerheter 28
6.3 Känslighetsanalys 29

7 Diskussion 32

8 Förslag på åtgärder 33

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

8.1 Åtgärder - omfattande brand ... 33
8.2 Åtgärder – vätgasexplosion Sandvik ... 33
8.3 Åtgärder – Pölbrand ... 34
8.4 Resultat av åtgärder ... 34
9 Slutsats ... 36
10 Referenser ... 37
Bilaga A - Beräkningar ... 38
A.1 Beräkning av frekvens för farligt godsolycka ... 38
A.1.1 Olycka på Västbergavägen ... 38
A.2 Beräkning av frekvens vid olycka inom Sandvik till känslighetsanalys ... 39
A.3 Konsekvensavstånd ... 39
A.3.1 Brandfarliga gaser - ADR-klass 2.1 ... 39
A.3.1 Brandfarliga gaser - ADR-klass 3 ... 40

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Inom Timpenningen 2, Lönelistan 1 & 2 (planområdet) i Västberga planeras byggnader avsedda för industri, lager, kontor, grossisthandel, restaurang och parkering.

Timpenningen 2, Lönelistan 1 & 2 ligger i Västberga industriområde där flertalet verksamheter förknippade med olycksrisker är belägna, t.ex. bensinstationer och Sevesoanläggningar. Även risker i samband med transport till och från dessa utgör en olycksrisk för planområdet.

Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) 2 kap. 5 § ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad till ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet. Enligt länsstyrelsens riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods ska potentiella olycksrisker beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meter från transportled av farligt gods. Vidare rekommenderas bl.a. följande skyddsavstånd:

Vägar med transporter av farligt gods

- 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast transportleden.
- Tät kontorsbebyggelse närmare än 40 meter från vägkant bör undvikas.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiva verksamheter närmare än 75 meter från vägkant bör undvikas.

Bensinstationer

- I nyplaneringsfallet bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från en bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.
- Tät kontorsbebyggelse närmare än 25 meter från en bensinstation bör undvikas.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse och personintensiva verksamheter närmare än 50 meter från en bensinstation bör undvikas

(Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000)

1.2 Syfte och Mål

Syftet med riskbedömningen är att uppfylla Plan- och bygglagens krav på beaktande av risker vid markanvändning för det aktuella området.

Målet är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I detta ingår även att presentera åtgärder som bedöms vara nödvändiga förr att uppnå en, för samhället, tolerabel riskbild.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Riskbedömningen omfattar risker härledda till transporter av farligt gods som passerar förbi planområdet via Västbergavägen samt risker förknippade med närliggande verksamheter med hantering av farliga ämnen/farligt gods. Identifierade verksamheter är Sandvik och drivmedelsstationerna St1, Cirkel K samt OKQ8. Riskerna är begränsade till sådana händelser som inträffar plötsligt och leder till akuta konsekvenser för människors hälsa.

Bedömningen omfattar alltså inte konsekvenser för djur, egendom eller miljö och ej heller långsiktiga effekter orsakade av exempelvis partikelhalter och buller.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Bedömningen innehåller både en kvalitativ och en kvantitativ bedömning av risknivåns storlek. Redovisningen av risknivån beskrivs som individrisk samt samhällsrisk. Dessa jämförs mot ett på förhand givet acceptanskriterium, se avsnitt 1.7.

Riskbedömningen tar hänsyn till hela planområdet och vid beräkning av samhällsrisk kommer alla personer som kan förolyckas på grund av olycka ingå i analysen, även utanför detaljplaneområdet.

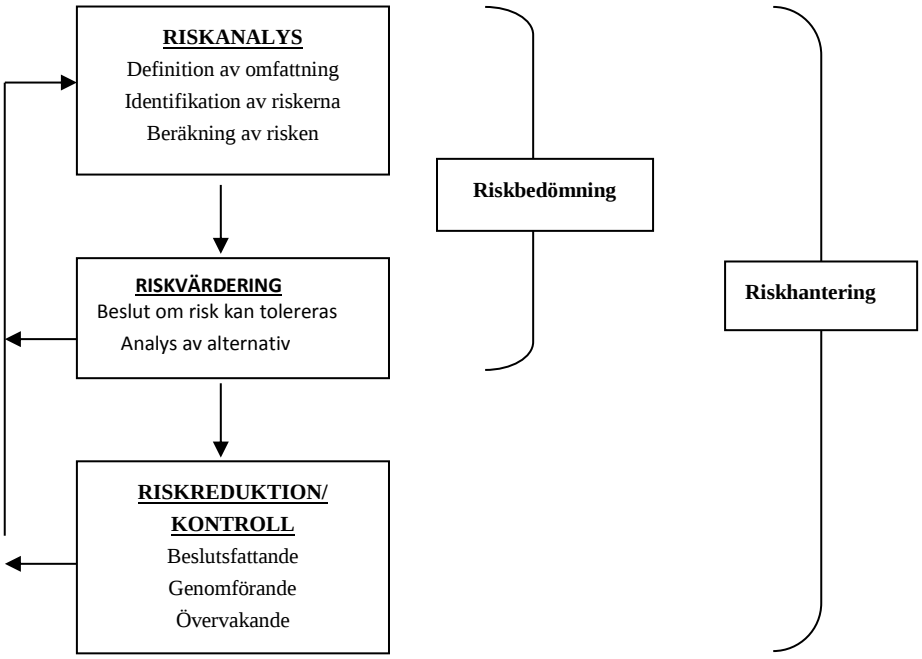
1.4 Revideringar

Denna handling utgör version 03 och innehåller revideringar efter nytt planförslag med viss omdisponering av ytor/verksamheter inom planområdet.

1.5 Definitioner

Begreppen risk, riskanalys, riskhänsyn och riskbedömning har olika mening beroende av i vilket sammanhang det används. I denna riskbedömning används definitioner som är internationellt accepterade genom IEC-standard (International Electrotechnical Commission (IEC), 1995).

Arbetsprocessen presenteras i Figur 1 nedan.



Figur 1 Översikt för riskhanteringsprocessen

I standarden definieras risk som sannolikheten/frekvensen för att en händelse ska inträffa, sammanvägt med den negativa konsekvens en händelse medför.

Det bör dock poängteras att risker kan belysas genom flera dimensioner då storleken på risken delvis bestäms genom subjektiva bedömningar. Subjektiva bedömningar och uppfattningar (riskperception) varierar vanligtvis bland individer och grupper i samhället (Øresund Safety Advisers, 2004).

I riskanalysmetodiken som används i denna riskbedömning används ett tekniskt perspektiv, dvs. risken definieras som en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Med konsekvens avses här resultatet av en oönskad händelse i termer av personskada. Med sannolikhet avses ett mått på hur ofta denna händelse förväntas inträffa (olyckans frekvens). Risk kan i vissa sammanhang även beaktas för egendom och/eller för miljö. I denna riskanalys sker dock begränsning till endast personrisk. Riskbilden redovisas som individrisk och samhällsrisk.

Individrisken illustrerar den risk en hypotetisk person utsätts för då denne vistas kontinuerligt på en bestämd plats i närheten av ett eller flera riskobjekt.

Individrisken är inte beroende på befolkningstätheten i området och beräknas enligt ekvation 1:

$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^{n} IR_{x,y,i} \qquad \text{(Ekvation 1)}$$

där

IRx,y	= Den totala individrisken för att omkomma vid den geografiska platsen x, y
IRx,y,i	= Individrisken för att omkomma vid den geografiska platsen x, y för den inträffade händelsen i.
n	= total antalet händelser som analysen innehåller vars effektzon sträcker sig till eller förbi den geografiska platsen x, y.

Individrisken presenteras ofta i form av riskkonturer vilka ritas in som kurvor på en karta över området runt riskkällan.

Samhällsrisken tar till skillnad från individrisken hänsyn till befolkningstätheten. Samhällsrisken återger sannolikheten för ett visst antal personer omkommer till följd av en olycka. Samhällsrisken redovisas i ett F/N-diagram som visar den ackumulerade frekvensen för en händelse (F) och antalet omkomna (N) (Räddningsverket, 1997).

1.6 Metod

Genomförande av riskbedömningen innefattar ett flertal moment. Dessa listas kortfattat nedan. Mer ingående beskrivning av respektive moment framgår av dess avsnitt.

1. Identifiering av potentiella riskkällor
2. Identifiering olycksrisker och kvalitativ bedömning av dem
3. Kvantitativ analys av de risker som bedöms relevanta utifrån den kvalitativa bedömningen
4. Värdering av riskbild
5. Slutsats och förslag till riskreducerande åtgärder

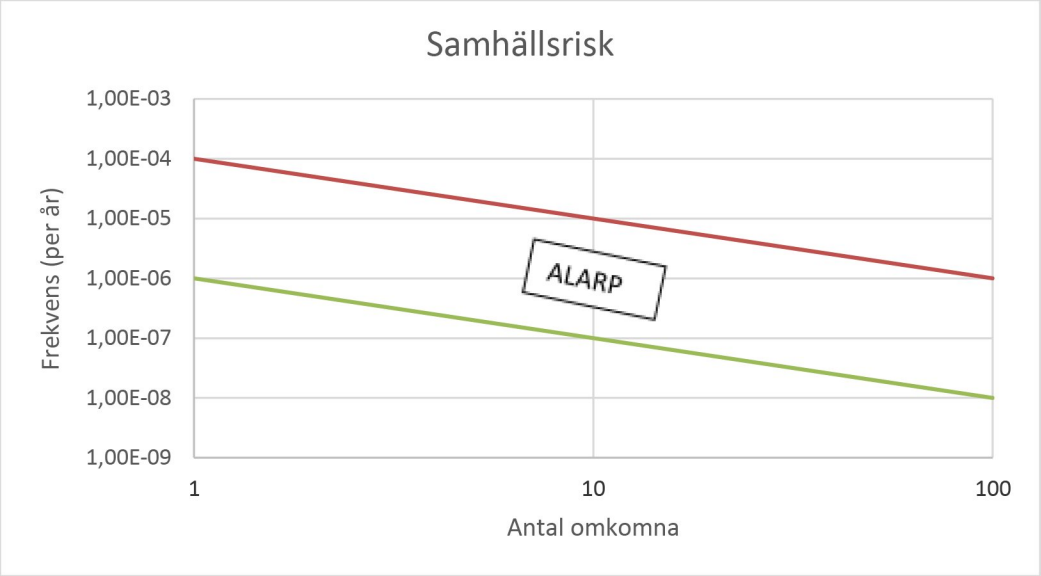
1.7 Acceptanskriterier vid riskbedömningar

För att kunna tillämpa de framtagna nivåerna för individ- och samhällsrisk som underlag för beslut och åtgärder behöver dessa ställas mot valda kriterier för vad som anses vara en acceptabel risk. Några nationellt fastställda riskkriterier finns inte i Sverige. Istället tas utgångspunkt i Räddningsverkets Forskning och Utveckling-rapport ”Värdering av risk” (1997) som är framtagen av Det Norske Veritas på uppdrag av Räddningsverket. Dessa kriterier redogörs för nedan.

För riskkriterier med avseende på samhällsrisk ger detta att högsta möjliga acceptabla frekvens för olyckor där en person omkommer är 10^{-4} olyckor per år. Till detta kommer en undre frekvensgräns på 10^{-6} olyckor per år som anger när en risk kan anses som liten. Förhållandet mellan antal omkomna

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

och olycksfrekvensen är linjärt med en faktor k=(-1). Alltså är högsta möjliga acceptabla frekvens för olyckor där 10 personer omkommer 10^{-5} olyckor per år och för olyckor där 100 personer omkommer 10^{-6} olyckor per år. Dessa gränser kan åskådliggöras i ett så kallat FN-diagram, se Figur 2.



Figur 2 FN-kurva för samhällsrisk

Risker som hamnar inom det område som bildas mellan de två gränserna omfattas av det s.k. ALARP-kriteriet (As Low As Reasonably Possible). Dessa risker ska reduceras i största möjliga mån i de fall åtgärderna inte innebär en orimligt stor kostnad, enligt rimlighetsprincipen.

En förutsättning för att samhällsrisker som överstiger nivåerna angivna ovan ska kunna anses vara tolerabla är att de ska innebära någon nytta för samhället. För transporter av farligt gods har den samhällsnyttan ansatts motsvara nyttan av en transportsträcka om 1,0 km. Vid kvantitativa beräkningar av sannolikhet för inträffande av en olycka med farligt gods bör alltså en vägsträcka om 1,0 km beaktas.

För individrisk finns motsvarande kriterier och innebär för ALARP-området att en person omkommer 10^{-7} till 10^{-5} gånger per år. Även för beräkning av individrisk har en transportsträcka om 1,0 km beaktats. Märk väl att detta kriterium är högre satt än motsvarande ALARP-område för en (1) omkommen person enligt samhällsrisken. Detta beror på att extra tyngdpunkt läggs vid att den enskilde inte ska utsättas för en alltför hög risk.

1.7.1 Tillämpning av acceptanskriterier

I denna riskbedömning används de riskkriterier som beskrivs ovan i Räddningsverkets Forskning och Utveckling-rapport ”Värdering av risk” (1997) som är framtagen av Det Norske Veritas på uppdrag av Räddningsverket.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

2 Fysisk översikt

2.1 Närområdet

Planområdet för Timpenningen 2, Lönelistan 1 & 2 är beläget i Västberga industriområde, sydväst om Stockholm. I närheten av planormådet finns både annan industri men även bostäder och skola.

Direkt söder om planområdet ligger Sandvik som utgör en Sevesoanläggning vilket innebär att det på anläggningen hanteras och förvaras kemiska produkter och ämnen i en större omfattning.

Nordväst om planområdet finns en drivmedelstation OK/Q8 och nordöst om planområdet finns ytterligare två drivmedelstationer (St1 och Cirkle K).

Nordväst om planområdet löper E4/E20 (Södertäljevägen) som utgör en primär farligt godsled. Från E4/E20 sker dessutom farligt godstransporter till ovan nämnda drivmedelstationer vilket påverkar aktuellt planområde.

Norr om planområdet ligger ett parkområde med glesare skogsterräng. Direkt väster om planområdet planeras det för ett handelsområde. Söder om planområdet finns en skola och glesare bostadsbebyggelse sammanvävd med skogsterräng.

Figur 3 nedan visar en översiktsbild för området med planerat läge för aktuellt planområde.



Figur 3 Översiktsbild för byggnadens närområde. Vit byggnad indikerar planerat läge för planområdet.

Topografiskt är området mycket platt med vägar med hårdgjorda ytlager.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

2.2 Byggnaderna

Figur 4 redovisar planområdet som är beläget i korsningen Västbergavägen och Elektravägen.

Kv Lönelistan 1 utgörs av en kontorsdel i åtta våningar (8500-11000 kvm) mot hörnet Västbergavägen och Elektravägen samt en grossisthandel och restaurangdel i två plan (1000-2300 kvm varav restaurang 500-1000 kvm) längs med Elektravägen.

Kv Lönelistan 2 är belägen direkt mot Kv Lönelistan 1 längs med Västbergavägen och planeras för en trevåningsbyggnad för industri/lager (14000 – 24000 kvm) längs med Västbergavägen

Kv Timpenningen 2 är belägen mot Kv Arbetslaget 1 som utgörs av Sandvik. Byggnaden planeras för garage (7000 – 11000 kvm) i 6 våningar.



Figur 4, Planområdet: Kv Lönelistan 1 & 2, Kv Timpenningen 2.

2.3 Befolkningstäthet

Industribebyggelse utgör normalt en relativt låg befolkningstäthet medan handel och intensiv kontorsbebyggelse utgör en högre befolkningstäthet.

Eftersom samhällsrisken är starkt beroende av befolkningstätheten i närområdet görs en uppskattning av befolkningstätheten. Befolkningstäthet uppskattas främst utifrån markanvändning, dess byggnader och verksamhet. Uppskattningen tar även hänsyn till hur stor del av dygnet som personer kan förväntas vistas i området. Kontor och handel uppskattas med utgångspunkt från maximalt dimensionerande värden i Boverkets byggregler.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

I Tabell 1 redovisas de antaganden som gjorts om befolkningstäthet.

Tabell 1 Uppskattad befolkningstäthet i området.

Område	Personer/km²
Kontor*	100 000
Lager*	2 000
Garage*	1000
Restaurang/grosshandel*	30 000
Industri	1 000
Handel/Kontor	10 000
Bostäder	3 500
Handel	30 000
Utomhus	100
Skola/sport	5 000

**utgör del av planområdet*

Den dimensionerande fördelningen av persontätheten över området redovisas i Figur 5.



Figur 5, dimensionerande persontäthet

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Detta innebär, för planområdet, att det förutsätts befinna sig ca 130 personer inom kontorsbyggnaden i genomsnitt (årsdygnsmedel). Det har då förutsatts att personer endast vistas i området dagtid, vardagar. Det motsvarar då ca 550 personer vid normalt bruk.

För lager innebär det att ca 50 personer förutsätts befinna sig i genomsnitt inom lagerbyggnaden (årsdygnsmedel). Det har då förutsatts att personer endast vistas i området dagtid, vardagar. Det motsvarar då ca 210 personer vid normalt bruk.

För garage innebär det att ca 2 personer förutsätts befinna sig i genomsnitt inom lagerbyggnaden (årsdygnsmedel). Det har då förutsatts att personer endast vistas i området dagtid, vardagar. Det motsvarar då ca 8 personer vid normalt bruk.
För restaurang/grosshandel innebär det att ca 35 personer förutsätts befinna sig i genomsnitt inom lagerbyggnaden (årsdygnsmedel). Det har då förutsatts att personer endast vistas i området dagtid, vardagar. Det motsvarar då ca 145 personer vid normalt bruk.

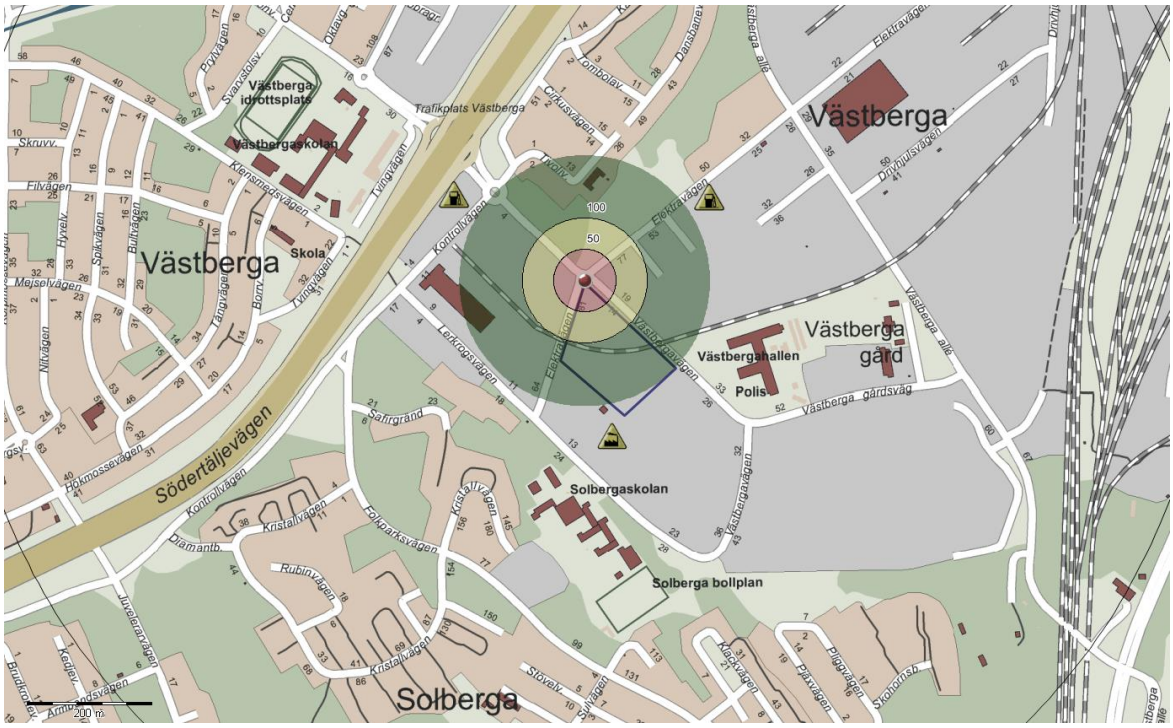
Transporter av farligt gods sker övervägande dagtid. Verksamhet inom Sandvik sker dygnet runt.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

3 Riskinventering

Riskinventeringens syfte är primärt att kartlägga riskkällor som har betydelse för detaljplanens genomförande, det vill säga olyckor relaterat till tillståndspliktiga verksamheter eller transporter av farligt gods som kan orsaka dödsfall hos människor inom planområdet. Vid riskidentifieringen är det viktigt att lyfta fram tänkbara händelser samt lokala förutsättningar som påverkar risknivån.

Som underlag för inventeringen har Länsstyrelsens informationskartor använts. Dessa redovisar bland annat rekommenderade färdvägar för transporter av farligt gods, Sevesoanläggningar och anläggningar med farlig verksamhet. Därefter har kontakt tagits med respektive anläggning för att säkerställa vilka ämnen som hanteras, transportväg, etc. Resultatet av inventeringen ges i Figur 6.



Figur 6. Inventering av risker. Avstånd från planområdets norra del; 50 m (röd), 100 (gul), 200 m (grön).

3.1 Identifiering och kvalitativ bedömning av riskkällor

I detta avsnitt identifieras och utvärderas riskkällor som potentiellt är relevanta för riskbedömningen. Utifrån dessa potentiella riskällorna identifieras möjliga olycksscenarier genom en kvalitativ bedömning som sorteras i en riskmatris. De riskkällor som bedömts relevanta är:

- Sandvik
- Drivmedelsstationerna OKQ8, St1 och Cirkle K.
- Transport av farligt gods på E4/E20 och lokalt till och från Sandvik samt drivmedelsstationerna i området.

I Tabell 2 nedan redovisas klassindelningen, typiska ämnen inom klassen och en kort beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka. Denna beskrivning ligger till grund för den kvalitativa bedömningen.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Tabell 2 Klassindelning av farligt gods enligt ADR

ADR-/RID-klass	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning, hälsa (H) och bebyggelse (B)
Klass 1 - Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, fyrverkerier etc. Delas in i underklass 1.1-1.5.	En explosion kan generellt initieras av en stark stöt eller brand och karakteriseras av en kraftig tryckuppbyggnad. Energiinnehållet i ämnena är mycket stor. Konsekvensen av en explosion är i allmänhet beroende av nettovikten explosivämne i lasten. Generellt innebär förloppet en mycket stor eller stor explosion. H – Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger ett skadeområde med uppemot 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 uppemot 700 m radie. B – En explosion kan medföra allvarliga skador på eventuella närliggande byggnader. Konstruktioner som finns i direkt anslutning till explosionen kan komma att skadas allvarligt.
Klass 2 - Gaser	2.1 Brandfarliga gaser, t.ex. gasol och vätgas. 2.1 Icke brandfarlig, icke giftig gas, t.ex. kväve, argon och syre. 2.3 Giftiga gaser, t.ex. klor och svaveloxid.	Olyckor med gods inom kategorin gaser har potentiella konsekvenser i form av förgiftning, brännskador och tryckpåverkan. Olycksscenarierna skiljer sig kraftigt åt och kan omfatta giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. De båda förstnämnda utgör snabba förlopp medan de båda sistnämnda sker med viss fördröjning i förhållande till olyckan. Ett gasutsläpp förväntas spridas i enlighet med rådande vindförhållanden. En jetflamma förväntas primärt skada personer i olyckans närhet, men en sekundär brand eller i värsta fall en BLEVE kan under olyckliga omständigheter leda till mycket allvarliga konsekvenser. H – Människor som befinner sig i närheten av en farligt godsolycka med klass 2 riskerar att skadas och i värsta fall kan ett stort antal personer omkomma. Då variationen av potentiella olycksscenarier med klass 2 är stor är det svårt att ange en generell påverkan på människor. Dock bedöms konsekvensområden över 100-tals meter kunna uppstå, med omkomna både inomhus och utomhus. B – En BLEVE, vilken innebär en kraftig tryckvåg och en gasmolnsexplosion, medför sannolikt stor skada på eventuella närliggande byggnader. En jetflamma orsaker i sig själv lokal skada men kan, om den leder till brand i byggnad, även leda till stor egendomsskada. Egendomsskadorna vid utsläpp av giftig gas förväntas bli mycket begränsade.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

ADR-/RID-klass	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning, hälsa (H) och bebyggelse (B)
Klass 3 - Brandfarliga vätskor	Främst bensin, diesel och etanol.	Vid läckage och utsläpp av brandfarlig vätska bildas en pöl. Utbredningen av vätskepölen beror bland annat av markens utformning (exempelvis lutning och lågpunkter) samt markens genomsläpplighet. Vid antändning uppkommer i princip momentant en pölbrand som omfattar hela pölen. Konsekvenserna kan variera stort beroende på när antändning sker. Inom klass 3 finns både lättantändliga vätskor med låg flampunkt (exempelvis bensin) och mer svårantändliga vätskor (exempelvis diesel). Vilken typ av vätska som läcker ut har därför en stor betydelse för den reella risken med ett utsläpp. Brandeffekten kan uppnå flera hundra megawatt och tillväxthastigheten är extremt snabb. H – Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt och/eller giftig rök. Konsekvensområdet är vanligtvis inte över 40 meter för brännskador. Rök kan dock spridas över betydligt större område. B – En stor pölbrand kan medföra betydande skada på närliggande byggnader.
Klass 4 - Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, okänsliggjorda sprängämnen	Aluminiumpulver, svavel, fosfor.	En brand i fasta brandfarliga ämnen förväntas i stort innebära samma förutsättningar som råder vid en våldsam brand. Enstaka ämnen kan föranleda mycket stora explosioner. Brandeffekten bedöms kunna uppnå hundratals megawatt. H – Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna är vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. B – En stor brand kan medföra stor lokal skada på eventuella närliggande byggnader.
Klass 5 - Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Aktuella ämnen transporteras i fast eller flytande form och kan under vissa omständigheter föranleda kraftig brand och/eller explosion (under olyckliga omständigheter motsvarande massexploderande ämnen). Flera av ämnena i klass 5 måste dock förorenas eller komma i kontakt med brännbart, organiskt material för att börja brinna och/eller explodera. Tiden mellan det att olyckan/starthändelsen inträffar och explosionen bedöms variera kraftigt beroende på olycksspecifika omständigheter. H – Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning och/eller explosionsartade brandförlopp kan uppkomma om väteperoxidslösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Konsekvensområden p.g.a. tryckvågor kan bli uppemot 150 meter. Personer kan omkomma båda inomhus och utomhus. B – En explosion/brand bedöms medföra allvarlig skada eventuella närliggande byggnader. Konstruktioner som finns i direkt anslutning till explosionen kan komma att allvarligt skadas.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

ADR-/RID-klass	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning, hälsa (H) och bebyggelse (B)
Klass 6 - Giftiga ämnen och smittförande ämnen	Vätecyanid, arsenik, kvicksilverjodid och smittförande substanser.	Gods inom denna kategori kan medföra konsekvenser främst i form av förgiftning vid inandning till följd av gasformigt utsläpp. Utsläpp vid förångning från en vätskepöl förväntas ske kontinuerligt från det att olyckan inträffar. H – Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet. B – Inga eller mycket begränsade skador på byggnader förväntas.
Klass 7 - Radioaktiva ämnen	Typiskt transporter av medicinsk utrustning. Strålningsintensitet varierar med typ av utrustning och skador på den.	Radioaktiva ämnen är fasta, flytande eller gasformiga och avger joniserande strålning. Strålningen avtar med avståndet till strålkällan. H – Utsläpp av radioaktivt ämne kan ge kroniska effekter. De omedelbara konsekvenserna begränsas till närområdet. B – Inga eller mycket begränsade skador på byggnader förväntas.
Klass 8 - Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Frätande ämnen kan förekomma som fasta, flytande eller gasformiga. Riskerna uppstår i första hand vid hudkontakt, men även inandning av gasformigt frätande ämne kan vara farligt. H – Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (LC50). Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH). B – Inga eller mycket begränsade skador på byggnader förväntas uppstå.
Klass 9 - Övriga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Inom klassen finns ämnen som innebär varierande risker. I huvudsak är ämnena miljöfarliga. H – Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet. B – Inga eller mycket begränsade skador på byggnader förväntas uppstå.

3.1.1 Sandvik

Fastighetsgränsen för Sandvik ligger i direkt anslutning med planområdet. På anläggningen hanteras och förvaras kemiska produkter och ämnen i den omfattningen att anläggningen omfattas av lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor som är en del av implementeringen av Seveso-direktivet i svensk lagstiftning.

På Sandviks anläggning förvaras större mängder hårdmetallpulver som används inom produktionen. Hårdmetallpulvret innehåller kobolt och volfram och är klassificerat som både giftigt och miljöfarligt. Metallpulvret förvaras i metallfat och hanteras i hus H, AN, AÖ, G, se Figur 8. Mitt i Sandviks anläggning finns även en miljöstation för farligt avfall. Länsstyrelsen har bedömt att Sandviks verksamhet i Västberga vid en omfattande brand där dessa giftiga ämnen deltar potentiellt skulle kunna medföra *obehag* för människor som vistas i vindriktningen samt att förorenat släckvatten och utsläpp av kemikalier skulle kunna orsaka skador i miljön. För att minska risken för att en sådan olycka bedrivs verksamheten med ett stort miljö- och säkerhetsfokus. Verksamheten har därför upprättat en beredskap för att kunna hantera och begränsa eventuella utsläpp till omgivningen.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

(Sandvik, 2017). Brandgaser kan spridas över större områden och sannolikheten för brand bedöms som ej försumbar. Händelsen för en omfattande brand med giftiga brandgaser analyseras vidare.

På anläggningsområdets nordöstra hörn, drygt 200 m från planområdet, finns en gasstation där maximalt 0,5 ton (5880 Nm^3) vätgas förvaras (Sandvik, 2017). Vätgasen är klassificerat som brandfarlig gas, ADR-klass 2.3. Vätgasen är huvudsakligen förvarade som seriekopplade vätgasflak (1 paket inrymmer 144 flaskor med maxtryck på 200 bar). Mängden vätgas och dess egenskaper skulle potentiellt kunna medföra skador på ett större område vid en explosion. Men eftersom avståndet till planområdet överstiger 200 m med bebyggelse mellan analyseras händelsen inte vidare.

På verksamhetens västra del, ca 25 m från planområdet, finns ett förråd med en 3 m^3 stor cistern med etanol. Etanolen är klassad som brandfarlig vätska, ADR-klass 3. Utspridd inom hela verksamheten finns också totalt drygt 6 m^3 andra brandfarliga vätskor utspritt över anläggningen i mindre volymer (Sandvik, 2017). De mindre volymerna bedöms inte behöva analyseras vidare. Ett utsläpp från cisternen skulle dock kunna medföra en pölbrand. Men avståndet tillsammans med den i förhållandevis ringa förvarade mängd och det faktum att planområdet närmast etanolförvaringen utgörs av garage gör att händelsen inte tas med i bedömningen.

I områdets västra del finns gasförvaring i containrar utomhus, ca 35 m från planområdet. Förvaringen av gasen sker i 30-talet gastuber i varierande storlek på 10-30 liter styck, se Figur 7. I gasförvaringen utgör endast 287 liter brandfarlig gas och resterande del är huvudsakligen kvävande, giftig eller oxiderande (Grönhagen, 2017). Den gasförvaring med blandade gaser som sker i gastuber om max 30 liter bedöms inte kunna utgöra någon fara eftersom ett utsläpp skulle bli förhållandevis litet. Varken en jetflamma, gasmolnsexplosion eller explosion kommer att utgöra en större risk eftersom det inom planområdet planeras för garage närmast gasförvaringen. Ett utsläpp av giftiga ämnen bedöms omfattas av scenariot för omfattande brand med giftiga brandgaser.



Figur 7, Bild på gasförvaring (ej vätgasstationen)

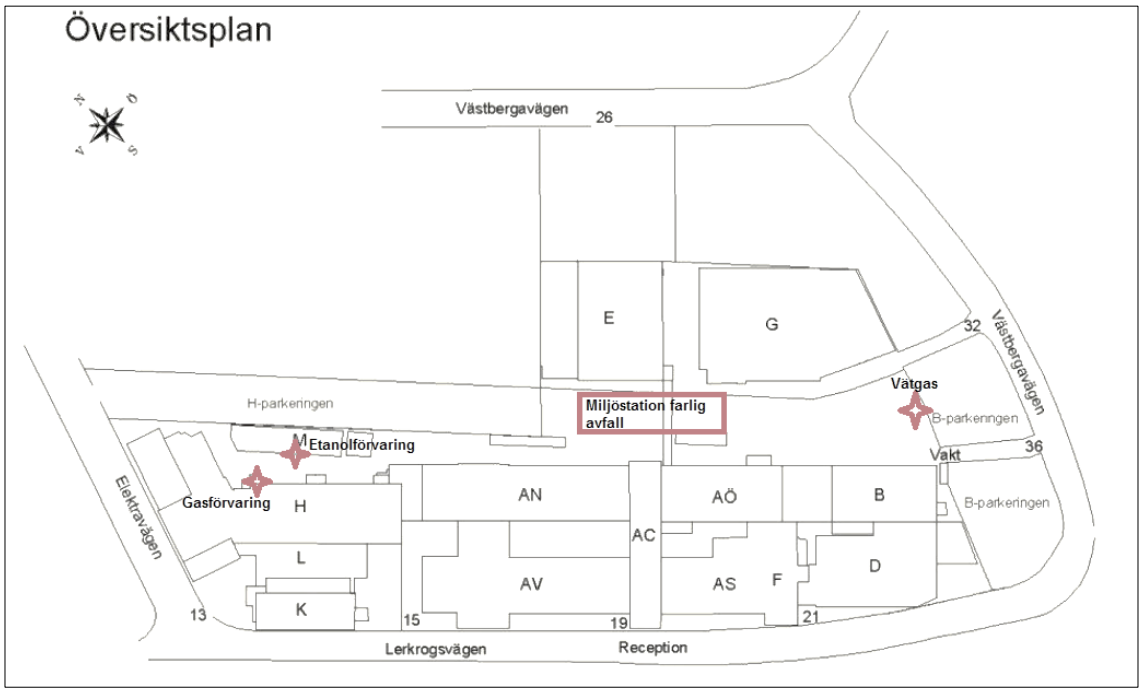
En sammanställning av giftiga och brandfarliga ämnen som hanteras inom Sandvik ges i Tabell 3.

Tabell 3, Sammanställning av giftiga och brandfarliga ämnen inom Sandvik *(Grönhagen, 2017)*

Kemiskt ämne/produkt	Maximal lagrings-mängd (ton)	Klassning	Kemiskt ämne/produkt	Maximal lagrings-mängd (ton)	Klassning
Hårdmetall-pulver	155	Giftig	Metanol	0,005	Giftig, Brandfarlig
PEG-rester	1,5	Giftig	INChem inh 260	0,061	Giftig
Cerafelt	0,006	Giftig	Svavelväte	0,0273	Giftig
Klorväte	0,112	Giftig	Bortriklorid	0,0096	Giftig
Kolmonoxid	0,000144	Giftig	Propionitril	0,000782	Giftig
Trikloretylen	0,00147	Giftig	Benzen	0,00088	Giftig
Vanadin(IV) klorid	0,003	Giftig	Flourvätesyra	0,015	Giftig
Kiselgel med fuktindikator	0,010	Giftig	Hydrogen (vätgas)	5880 (Nm^3)	Brandfarlig
Ammoniummonovanadat	0,0001	Giftig	Etanol	2,5	Brandfarlig
Kobolt(II)sulfat-7-hydrat	0,001	Giftig	Övr. brandfarliga vätskor	5,5	Brandfarlig

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

En översikt av Sandvik och dess hantering av brandfarliga och giftiga ämnen ges i Figur 4.



Figur 8, översiktsplan Sandvik

3.1.2 OKQ8 drivmedelsstation

OKQ8 drivmedelsstation är belägen på Kontrollvägen 2 intill E4/E20 och är en av de största i Sverige och får nästan dagligen leverans av diesel och/eller bensin. Möjliga olyckshändelser är främst pölbränder av olika storlekar. Avståndet mellan Drivmedelsstationen och planområdet är ca 250 m.

Pga det långa avståndet med den bebyggelse som förekommer däremellan samt att inga transporter till eller från drivmedelsstationen sker förbi planområdet bedöms riskexponeringen från drivmedelsstationen vara försumbar och utreds inte vidare.

3.1.3 St1 drivmedelsstation

St1 Drivmedelsstation är en obemannad drivmedelsstation belägen på Elektravägen 33 ca 240 m från planområdet. Drivmedelsstationen tillhandahåller bensin, diesel och etanol. Möjliga olyckshändelser är främst pölbränder av olika storlekar. Leverans sker via Västbergavägen och Elektravägen. I genomsnitt sker leverans 1,4 ggr/vecka. Leverans sker med tankbil med släp. (Erik Lindbäck, st1).

Pga det långa avståndet och med den bebyggelse som förekommer mellan skyddsobjekt och riskkälla bedöms riskexponeringen från drivmedelsstationen vara försumbar. Istället kommer transporter av farligt gods till och från stationen att inkluderas i bedömningen, se vidare 3.1.4.2.

3.1.4 Cirkle K drivmedelstation

Cirkle K är en obemannad drivmedelsstation belägen på Vretensborgsvägen 1 belägen ca 1000 m från planområdet. Drivmedelsstationen är obemannad och tillhandahåller truckdiesel. Leverans drivmedelsstationen sker ca 5 gånger per vecka. Varje leverans består av ca 18-30 m^3 HVO 100 (Diesel) och består av tankbil med släp. Transporten går via E4/E20 och avfart Västberga till Västbergavägen och vidare in på Elektravägen innan den når destinationen på Vretenborgsvägen (CirkleK, 2017). Möjliga olyckshändelser är främst pölbränder av olika storlekar. Pga det långa

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

avståndet och med den bebyggelse som förekommer mellan skyddsobjekt och riskkällan bedöms riskexponeringen från drivmedelsstationen vara försumbar. Däremot kommer transporter av farligt gods till och från stationen att inkluderas i bedömningen, se vidare 3.1.4.2.

3.1.4.1 Transport av farligt gods på E4/E20 (Södertäljevägen)

E4/E20 utgör en primär led för farligt gods och en stor del av farligt godstransporter till och från Stockholmsregionen passerar vilket innebär att en stor mängd och samtliga typer farligt gods kan förväntas transporteras. Farligt gods delas in i nio klasser genom ADR-regelverket (transport på väg). Indelning baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt.

Utifrån transporterad mängd fördelar sig andelen i genomsnitt *för riket* enligt Tabell 4.

Tabell 4, Transporterad mängd på väg fördelad efter klass (Räddningsverket, 2006).

Klass	Vikt i ton	Andel (%)
1	1100	0,1
2,1	25 047	1,8
2,2	80 736	5,9
2,3	166	0,0
3	959 953	69,6
4,1	3 630	0,3
4,2	429	0,0
4,3	753	0,1
5,1	8 820	0,6
5,2	46	0,0
6,1	1 694	0,1
6,2	1 819	0,1
7	Ej redovisat	Ej redovisat
8	782 767	12,5
9	123 163	8,9

Trafikverket gör kontinuerliga stickprovskontroller på streckningen och har i sin senaste bedömning uppskattat årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) till 92240.

Transportleden ligger som närmast ca 290 m från planområdet. Utifrån beskrivningarna i Tabell 2 samt statistik över transporterade mängder och ADR-klasser enligt Tabell 4 bedöms inte dessa vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen.

Noterbart är att giftiga gaser och explosiva ämnen bedöms som enda möjliga transporterade ämnen med ett konsekvensområde som kan sträcka sig till planområdet. Dock bedöms risken mycket låg för klass 2.3 eftersom det av allt farligt gods som transporteras årligen på *den aktuella sträckan* så utgör mängden klass 2.3 ännu mindre än för rikssnittet; 0 till 25 ton eller 0,0000 till 0,0018% (Räddningsverket, 2006). Sannolikheten bedöms således som så liten att inverkan på den totala risken är försumbar.

För explosiva ämnen är sannolikheten också mycket låg eftersom andelen transporterat ämne i klass 1 är 0,1 %. Eventuella konsekvenser på detta avstånd bedöms också som försumbara då skadeområdet avtar med avståndet.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

3.1.4.2 Transport av farligt gods på Västbergavägen

I höjd med planområdet finns det en större avfart från E4/E20 som leder trafiken in i Västberga industriområde. Infarten används för transporter till och från området inklusive drivmedel till drivmedelstationerna samt transporter till Sandvik. Transporter av farligt gods till dessa fortsätter då via Västbergavägen fram till planområdet. Till Sandvik sker transporter vidare till vakten via Västbergavägen. Transporter av vätgas sker ca 2ggr/veckan och brandfarliga kemikalier uppskattningsvis 1 gång varannan vecka.

Elektravägen, norr om Västbergavägen, utgör fortsatt transportväg för leveranser av drivmedel till St1 och Cirkle K. Leveranser till OKQ8 bedöms rimligtvis ske direkt efter avfarten från E4/E20 precis innan påfarten till Västbergavägen.

Transporter av drivmedel och vätgas längs med Västbergavägen analyseras vidare. Transport av övriga kemikalier, där hårdmetallpulver utgör den största delen, analyseras inte vidare eftersom det sällan har större skadeområde än närområdet.

3.1.5 Sammanställning kvalitativ bedömning

I Tabell 5 redovisas de sammanställningen av den kvalitativa bedömningen. Varje händelse har kvantifierats utifrån den kvalitativa bedömningen i föregående avsnitt. Där har sannolikhet för en specifik händelse uppskattats och en bedömning av vilken konsekvens en sådan händelse har på planområdet gjorts.

Tabell 5. Semikvantitativ bedömning av identifierade risker

Nr	Scenario	Händelse	Sannolikhet	Konsekvens
1	Sandvik Vätgasförråd	Jetflamma	1	1
2		Brandgasexplosion	2	1
3		Explosion	1	2
4	Sandvik etanolcistern	Pölbrand	1	2
5	Sandvik gasförråd	Giftigt gasutsläpp	3	1
6		Jetflamma	2	1
7		Gasmolnsexplosion	2	2
8		Explosion	1	3
9	Sandvik Miljöstation/giftiga ämnen	Brand med giftiga gaser	2	2
10	OK/Q8	Pölbrand	2	1
11	St1	Pölbrand	2	1
12	Cirkle K	Pölbrand	2	1
13	Transport E4/E20	Klass 1	1	1
14		Klass 2.1	1	1
15		Klass 2.2	1	1
16		Klass 2.3	1	1
17		Klass 3	3	1
18		Klass 4	1	1
19		Klass 5	1	1
20		Klass 6	1	1
21		Klass 7	1	1
22		Klass 8	1	1
23	Transport Västbergavägen	Pölbrand	2	3
24		Jetflamma	1	3
25		Gasmolnsexplosion	1	3
26		Explosion	1	4
27		Giftigt gasutsläpp	1	1

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Sammanställningen av alla scenarier redovisas i en riskmatris, se Tabell 6. Scenarier inom de vita fälten (längst ned och till vänster) utgör sådana scenarier med låg risk som inte analyseras vidare detaljerat. Övriga scenarier i de ljusgråa och grå fälten utgör scenarier med bedömd förhöjd risk som och som analyseras vidare detaljerat.

Tabell 6. Riskmatris

Konsekvens (lindrig → katastrofal)						
	5					
	4	26				
	3	8, 24, 25	23,			
	2	3, 4	7	9		
	1	1, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 27	2, 6, 10, 11, 12,	5, 17		
		1	2	3	4	5
		Sannolikhet (liten → stor)				

3.2 Dimensionerande skadescenario

De huvudsakliga skadescenarion som valts som dimensionerande i denna riskbedömning är redovisas nedan:

1. Omfattande brand inom Sandvik med giftiga brandgaser.
2. Olycka längs med Västbergavägen med klass 3 vätska och efterföljande pölbränder.
3. Olycka längs med Västbergavägen med klass 2.1 gas som exploderar pga större läckage och antändning.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

4 Analys

I detta avsnitt kommer frekvenser och konsekvenser för de olyckor som i föregående avsnitt valts ut för vidare analys att beräknas.

4.1 Omfattande brand inom Sandvik

I enlighet med den kvalitativa bedömningen kommer en omfattande brand inom Sandvik med risk för spridning av mycket giftiga brandgaser att analyseras. Olyckan antas ske så att spridning får värsta tänkbara spridning. Antagandet är konservativt.

4.1.1 Frekvens

Statistik mellan 1998-2007 från Räddningsverkets insatsstatistik tillsammans med fastighetstaxeringsregistret SCB ger att bränder i dessa typer av industribyggnader sker (oavsett storlek) 0,05 ggr/år. För att giftiga ämnen ska delta i brand så att de sprids över större områden krävs att branden är omfattande. En omfattande brand bedöms i detta fall med Jönköpingsmodellen vara sådana bränder med en skadekostnad överstigande 20 miljoner kr. Sannolikheten får således reduceras med en faktor 0,0048. Verksamheter som sköter vad gäller kontroll och underhåll av brandskyddet kan reduceras med en faktor 0,5. Detta bedöms lämpligt eftersom verksamheten, för att minska risken för att en större olycka uppstår, bedriver ett omfattande miljö- och säkerhetsarbete. Verksamheten har t.ex. upprättat en beredskap för att kunna hantera och begränsa eventuella utsläpp till omgivningen. Sannolikheten för att branden dessutom uppstår eller sprids till just den del av verksamheten som dessa ämnen hanteras bedöms till 0,05.

Brandgaser förväntas spridas i enlighet med rådande vindförhållanden. Den dominerande vindriktningen i Stockholm är sydvästlig (SMHI). Det konservativa antagandet görs att 50 % av vindförhållandena är sådana att de driver mot planområdet.

Beräknad frekvens är: **3,00E-06**

4.1.2 Konsekvens

Konsekvenserna för spridning av giftiga brandgaser har gjorts med bedömningar. Större mängden av giftiga ämnen som förvaras utgörs av Kobolt. MSB anger i sin information till räddningstjänsten att för Kobolt som deltar i brand eller kraftig avgasning ska ett initialt riskområde på 300 m tas ut. Detta för att skydda allmänheten från obehag och skador. Samma konsekvensavstånd används i denna utredning. Detta är ett mycket konservativ antagande då koncentrationen av giftiga brandgaser för vad som ger obehag och skador till dödligt utfall inte är samma.

Beräknat konsekvensavstånd: **300 m**

Eftersom konsekvensavståndet är mycket konservativt antaget och att koncentrationen i gasmolnet avtar med avståndet antas 50 % av personer som vistas inom 0-100 m att omkomma vid exponering (oberoende av tid), och att 20 % av personer som vistas inom 100-200 m omkomma vid exponering (oberoende av tid) samt 10 % av personer som vistas inom 200-300 m omkomma vid exponering (oberoende av tid). Personer som vistas inomhus är bättre skyddade och endast 50% av ovan antaganden antas omkomma. Brandgaserna bedöms spridas likt en cirkelsektor med 45 graders vinkel. Olycka antas konservativt ske närmast planområdet.

Beräknat antal omkomna: **39 pers**

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

4.2 Klass 3 olycka – Västbergavägen

I enlighet med den kvalitativa bedömningen kommer en klass 3 olycka med efterföljande pölbrand på Västbergavägen att analyseras. Olyckan antas ske i höjd med planområdet där konsekvenserna förväntas bli som värst. Antagandet är konservativt.

4.2.1 Frekvens

Frekvensen för en farligt godsolycka på Västbergavägen beräknas enligt VTI-modellen. Beräkningarna redovisas i Bilaga A. Grundfrekvensen för en olycka med brandfarlig vätska är 2,23E-04 $år^{-1}$ när transporter till drivmedelsstationerna sker i genomsnitt 6,4 ggr/v och ÅDT på 17227 fordon. Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 mycket snabbare än diesel. Eftersom transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med bensin. Detta är en konservativ ansats. Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning resulterar sannolikt i en pölbrand.

Vid en olycka bedöms sannolikheten för läckage vara 0,03. Utsläppsstorleken varierar mellan litet, medelstort och stort utsläpp med följande fördelning: 0,25; 0,25; 0,5. Antändning antas ske med sannolikheten 0,03.

Beräknad frekvens är:	Liten pölbrand	**5,51E-08 $år^{-1}$**
	Medelstor pölbrand	**5,51E-08 $år^{-1}$**
	Stor pölbrand	**1,10E-07 $år^{-1}$**

4.2.2 Konsekvens

Vid en brand är det vanligen värmestrålningen som orsakar dödliga skador på långa avstånd. Avståndet för dödlig värmestrålning har satts till 15 kW/m^2. Som jämförelse kan anges att vid 15 kW/m^2 bedöms 1 % av utsatta personer omkomma efter 20 sekunder, 50 % efter 1 minut och 99 % efter 2 minuter enligt FOA. Konsekvensavstånd har beräknats i ALOHA för pölstorlekarna 50 m^2, 200 m^2 och 300 m^2. Detaljerade beräkningar redovisas i Bilaga A.

Beräknat konsekvensavstånd:	Liten pölbrand	**19 m**
	Medelstor pölbrand	**34 m**
	Stor pölbrand	**39 m**

Inomhus förväntas 50 % av de utsatta att omkomma. Endast personer som befinner sig inomhus närmast fasad (1/3-del av byggnadens djup) omfattas eftersom hög strålning ej förväntas ske längre in i byggnaderna.

Beräknat antal omkomna:	Liten pölbrand	**10 pers**
	Medelstor pölbrand	**18 pers**
	Stor pölbrand	**18 pers**

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

4.3 Klass 2.1 olycka – Västbergavägen

I enlighet med den kvalitativa bedömningen kommer en klass 2.1 olycka med efterföljande explosion på Västbergavägen att analyseras. Olyckan antas ske i höjd med planområdet där konsekvenserna förväntas bli som värst. Antagandet är konservativt.

4.3.1 Frekvens

Frekvensen för en farligt godsolycka på Västbergavägen beräknas enligt VTI-modellen. Beräkningarna redovisas i Bilaga A. Grundfrekvensen för en olycka med brandfarlig vätska är 6,80E-05 $år^{-1}$ när vätgastransporter sker 2 ggr/v till Sandvik och ÅDT på 17227 fordon. En explosion av kärl med komprimerad vätgas kan skada människor och byggnader genom tryckpåverkan. För att detta ska uppstå krävs att kärlen hettas upp så att gasen läcker ut och antänds eller att brand från fordon sprider sig till lasten och antänder denna innan den släcks. Sannolikheten för läckage eller brand som sprider sig till lasten och antänder denna antas vara 0,0002.

Beräknad frekvens är: **1,36E-08 $år^{-1}$**

4.3.2 Konsekvens

Vid en explosion är det tryckpåverkan som orsakar skador på människor och byggnader. För människor som vistas utomhus ansätts, enligt ALOHA, 3,5 psi som kriterium för beräkning av konsekvensavstånd utomhus. För personer som vistas inomhus ansätts 8,0 psi vilket, enligt ALOHA, motsvarar kriteriet för när en byggnad kan antas ta skada. Händelsen motsvarar ett momentant utsläpp av 20 flaskor som antänds likt en gasmolnsexplosion. Detaljerade beräkningar redovisas i Bilaga A.

Beräknat konsekvensavstånd: Utomhus: **51 m**
Byggnader: **44 m**

Samtliga personer som vistas utomhus antas omkomma. För personer som vistas inomhus antas andelen som omkommer vara 0,33, enligt FOA.

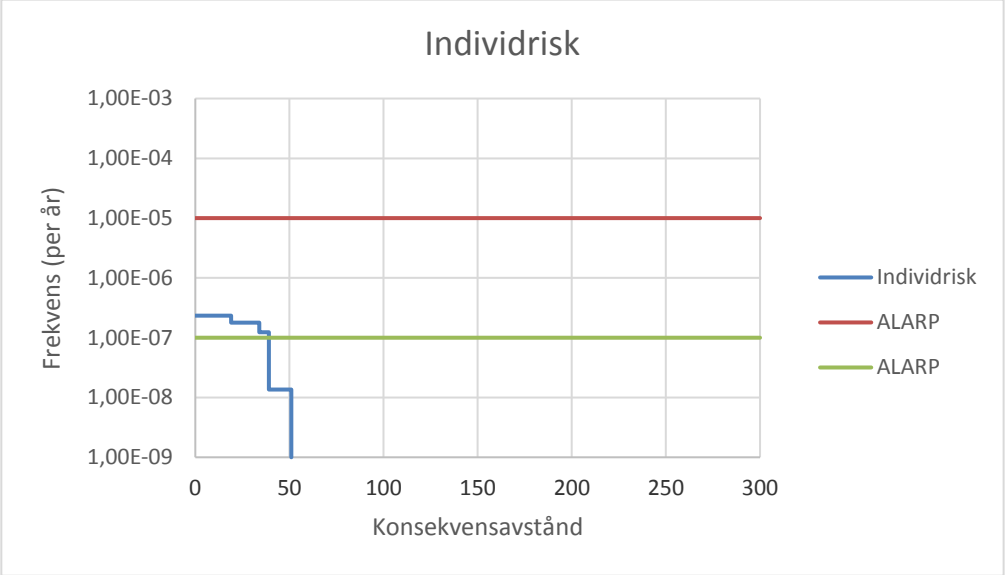
Beräknat antal omkomna: **48 pers**

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

5 Resultat av kvantitativ riskanalys

I detta kapitel redovisas resultatet av de scenarier som efter riskidentifieringen vidare analyserats detaljerat. Resultatet redovisas som individrisk och samhällsrisk. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som valts i avsnitt 1.7.

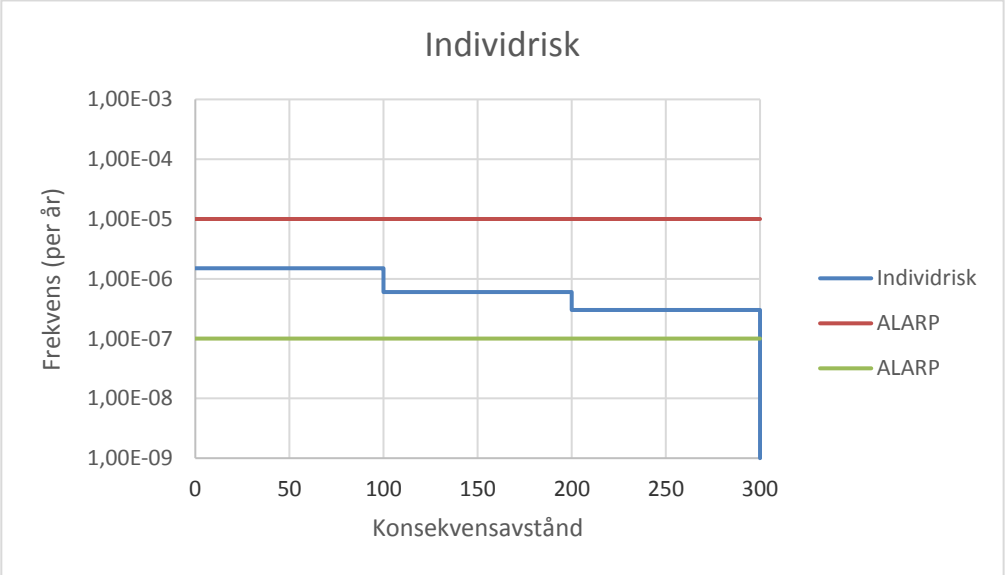
Individrisk från transporter längs med Västbergavägen ges i Figur 9.



Figur 9, Individrisk Västbergavägen

Individrisken ligger inom ALARP-området upp till 39 meter från vägen för de transporter som sker på Västbergavägen vilket innebär att riskreducerande åtgärder krävs om det bedöms skäligt i förhållande till kostnad-nytta.

Individrisk för omfattande brand inom Sandvik ges i Figur 10.

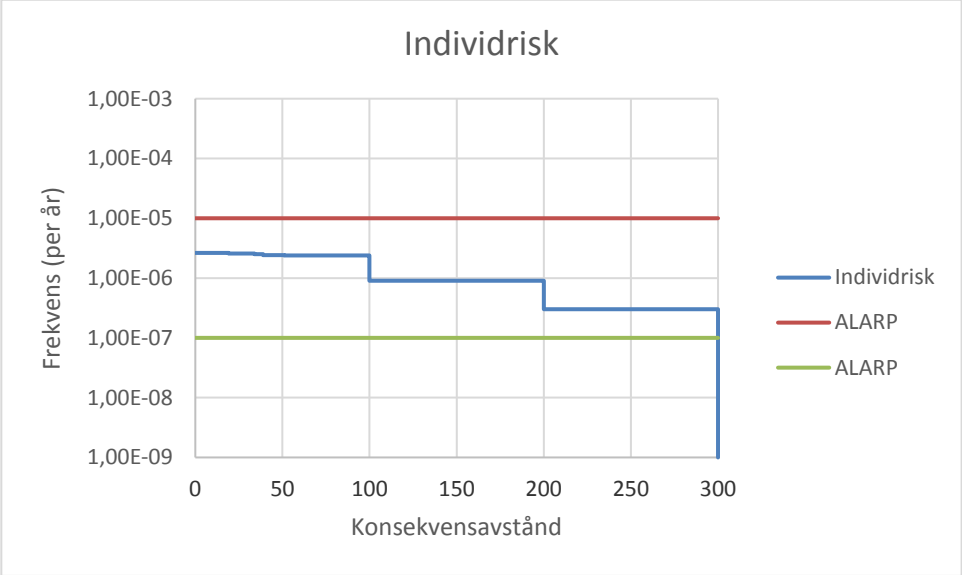


Figur 10 Individrisk omfattande brand inom Sandvik.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Individrisken hamnar inom ALARP-området för omfattande brand inom Sandvik vilket innebär att riskreducerande åtgärder krävs om det bedöms skäligt i förhållande till kostnad-nytta. Noterbart är att inomhus är individrisken halverad vilket ej redovisas i Figur 10.

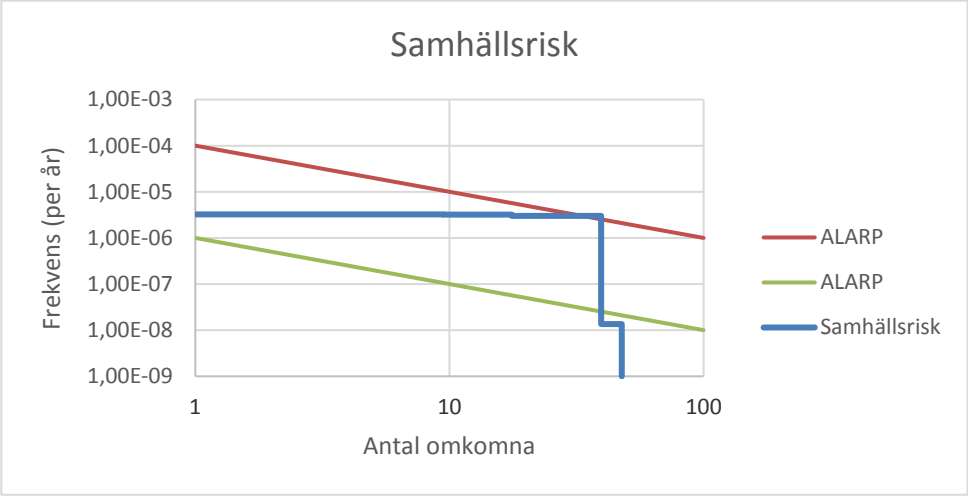
Den sammanvägda riskexponeringen från Västbergavägen och Sandvik ges i Figur 11.



Figur 11, Kumulativ individrisk för Västbergavägen, Elektravägen och brand inom Sandvik.

Vid sammanvägd riskexponering är risken fortfarande inom ALARP-området. Mest utsatt är området längs med Västbergavägen där riskerna för samtliga händelser sammanlagras men störst inverkan har brand inom Sandvik.

Samhällsrisken ges i Figur 12.



Figur 12, Samhällsrisk

Den sammanvägda samhällsrisken för transporter på Västbergavägen och Elektravägen samt omfattande brand inom Sandvik utgör en oacceptabel risk vilket innebär att riskreducerande åtgärder ska utvärderas. Störst påverkan på risken har omfattande brand inom Sandvik.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

6 Osäkerheter

Alla riskanalyser innehåller en större eller mindre grad av osäkerhet. Normalt görs en indelning i stokastiska respektive kunskapsbaserade osäkerheter.

Stokastiska osäkerheter beror på slumpmässig variation och kan inte reduceras. Även om vi har historiska data för storlek på hål i en trycktank kan man omöjligt veta hur stort hålet blir nästa gång en olycka sker. Detta är en stokastisk osäkerhet.

Kunskapsbaserade osäkerheter beror på brister i faktakunskaper, om komplexa fenomen. Vi vet t.ex. inte med säkerhet hur omgivningens topografi skapar turbulens i utsläppet och hur denna i sin tur påverkar dess koncentration i en viss punkt eller hur den egentliga fördelningen av transportstorlekar ser ut.

Nedan redovisas de viktigaste osäkerheterna i riskanalysen. En indelning har gjorts i stokastiska respektive kunskapsbaserade osäkerheter samt även osäkerheter genom förenklingar.

6.1 Stokastiska osäkerheter

Bland de främsta stokastiska osäkerheterna i denna riskbedömning osäkerheten i var på vägavsnittet olyckan inträffar någonstans. Detta har hanterats genom att alla olyckor på det 1,0 km långa vägavsnittet antas omfatta hela sträckan. Dock görs anpassningar eftersom olycksområdet är mycket mindre än för hela sträckan.

Även storlek på utsläpp och hur stor del av lasten som deltar vid en gasmolnsexplosion vid transport av vätgas är mycket svår att uppskatta eftersom transporten sker i containerflak med 144 flaskor. Detta har hanterats genom konservativa antaganden och studerande av tidigare liknande händelser.

Persontätheten i området är svår att uppskatta. Detta har hanterats genom att bedömningar har utgått utifrån verksamhet och storlek på byggnader. Bedömningarna har varit konservativa. Överlag betraktas hela fastigheter/områden utgöra en verksamhet med tillhörande persontäthet, t.ex. handel, trots att stor del av fastigheten ej är nyttjad.

Riskbedömningen utgår ifrån befintliga förhållanden inom Sandvik. Skulle framförallt vätgasstationen ändra läge kan detta komma att påverka riskbilden för planområdet negativt. Osäkerheter i hur eventuella framtida placeringar kan bli, beaktas genom känslighetsanalys i avsnitt 6.3.

6.2 Kunskapsbaserade osäkerheter

De främsta kunskapsbaserade osäkerheterna i denna riskbedömning är vilken mängd farligt gods en transport kan förväntas innehålla, vilka vägrutter till och från de primära lederna som transporterna väljer, hur riskbilden förändras vid eventuella ökade trafikflöden i framtiden och hur transporter av drivmedel är lastade. Detta då drivmedelstransporter ofta är indelade i fack, med olika drivmedel i olika fack. En noggrann inventering och kontakt med logistikföretagen för respektive verksamhet har försäkrat vägrutter och antal transporter samt hur de är emballerade. Även mängden farligt gods har inventerats i erforderlig utsträckning.

För transporter på Västbergavägen är en osäkerhet de data för årsmedeldygnstrafiken som använts, då mer tillförlitliga mätdata inte kunnat användas på grund av otillgänglighet. Osäkerheten har reducerats genom insamling från sekundära källor.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Ytterligare en osäkerhet är förknippad med giftiga brandgaser som kan uppstå i händelse av en omfattande brand inom Sandvik. Den bedömning som Länsstyrelsen har gjort tillsammans med verksamheten anger att brandgaserna kan medföra obehag, medan det i denna rapport antas kunna utgöra betydligt större konsekvens. Eftersom brandgaser i sig är dödliga anses det rimligt att anta att dödliga koncentrationer kan uppstå när t.ex. kobolt är delaktigt i branden. Dock är det mycket svårt att beräkna på ett tillförlitligt sätt. Detta hanteras genom att föreslagna riskavstånd som ges i RIB används. Dessa är satta så att man kan vistas säkert utanför detta område.

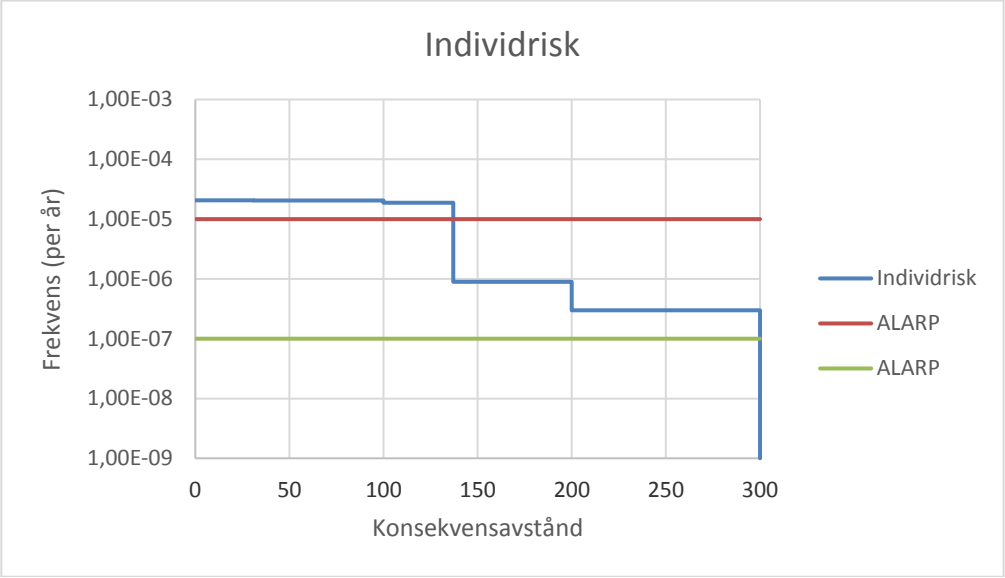
Riskbedömningen utgår från aktuella transportflöden. Osäkerheter i hur riskbilden förändras vid eventuella framtida ökningar av farligt godstransporter inom området beaktas genom känslighetsanalys i avsnitt 6.3 där antalet farligt godstransporter dubbleras. Detta överskrider väl de prognoser som Trafikverket gjort för ökat trafikarbete med personbil till 2050. Prognosen är på 31 % till 2050 i Stockholm. På motsvarande sätt antas antalet farligt godstransporter konservativt öka med 100 %.

Ytterligare en osäkerhet, som också Länsstyrelsen påpekat, är hur Sandviks framtida placering av vätgasstationen kommer att ske inom fastigheten. Om den i framtiden placeras närmare planområdet kan detta får stora konsekvenser. En känslighetsanalys görs för att redovisa konsekvenserna av ifall vätgasstationen placeras nära planområdet.

Skadekriterier och olycksscenarier är svåra att uppskatta men har till största delen utgått från branchpraxis.

6.3 Känslighetsanalys

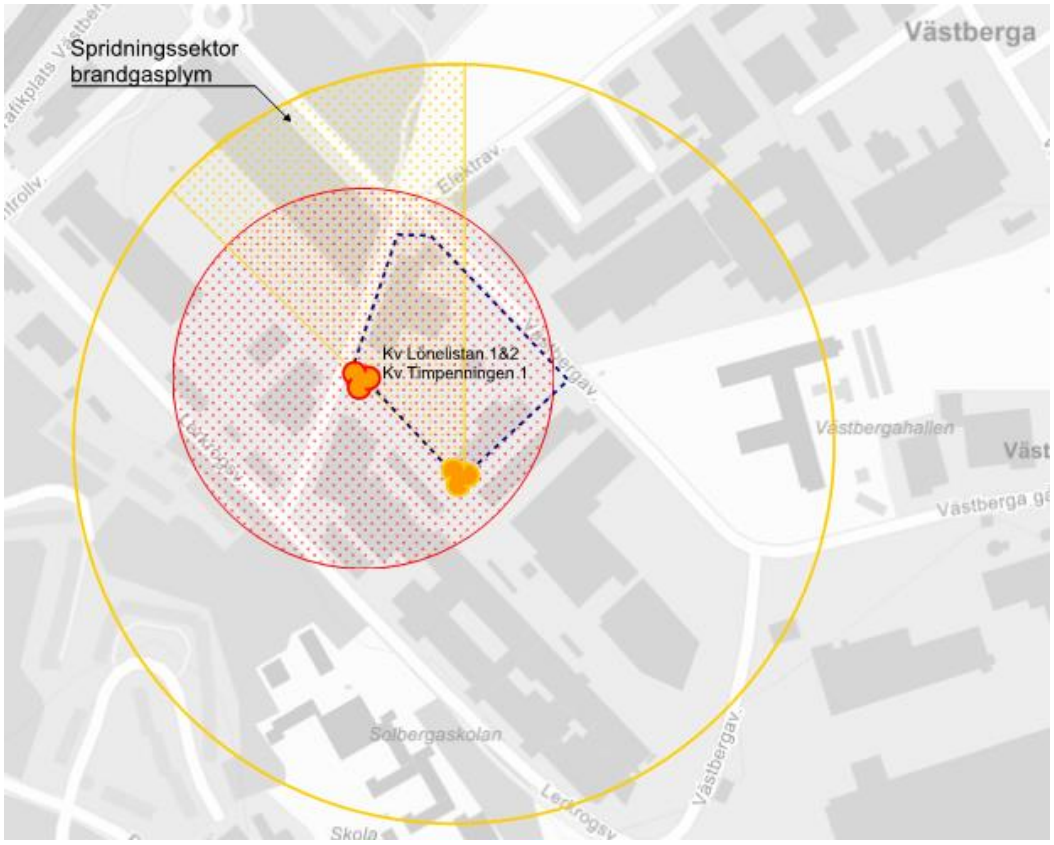
Sammanvägd individrisk, eller den kumulativa individrisken vid förändrad placering av vätgasstationen ges i Figur 13.



Figur 13 Kumulativ individrisk

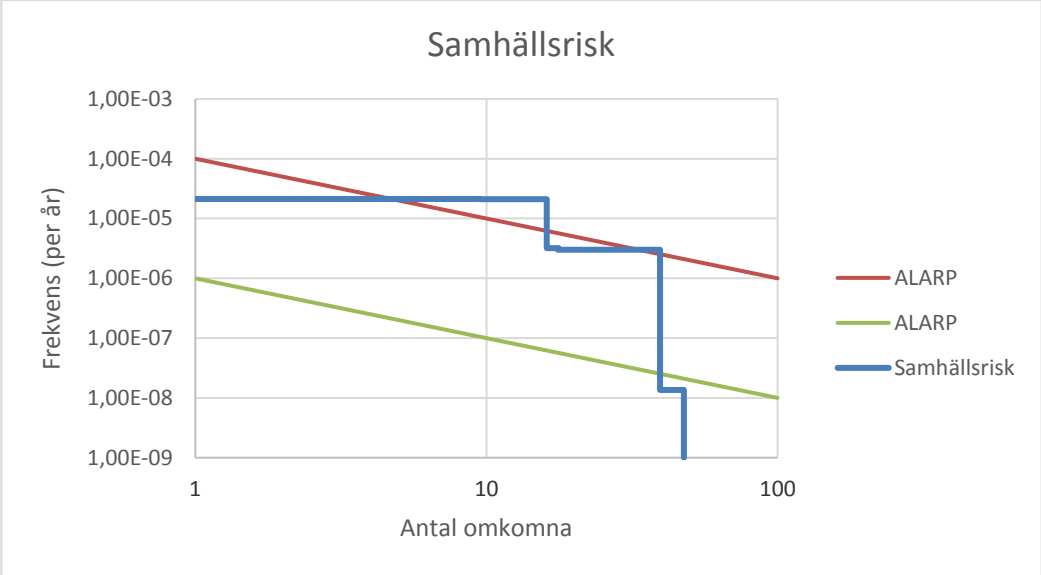
I Figur 14 redovisas individriskkonturer för vätgasexplosion och omfattande brand. I denna antas vätgasstationen ligga så nära planområdet som möjligt och även omfattande brand med giftiga brandgaser antas ske så nära planområdet som möjligt. Vätgasstationen utgör en hög risk i sig och överskrider ensamt acceptanskriterierna. Riskbidraget från Västbergavägen/Elektravägen är förhållandevis litet och understiger ensamt acceptanskriterierna.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247



Figur 14, Individriskkonturer för vätgasexplosion och omfattande brand sammanvägt. Rödmarkerat område utgör oacceptabel risk medan gulmarkerat område utgör risk inom ALARP-området. Risk för vägtransporter redovisas ej men påverkar inte området inom zonerna för oacceptabel risk.

Sammanvägd samhällsrisk, eller den kumulativa samhällsrisken vid förändrad placering av vätgasstationen ges av Figur 15.



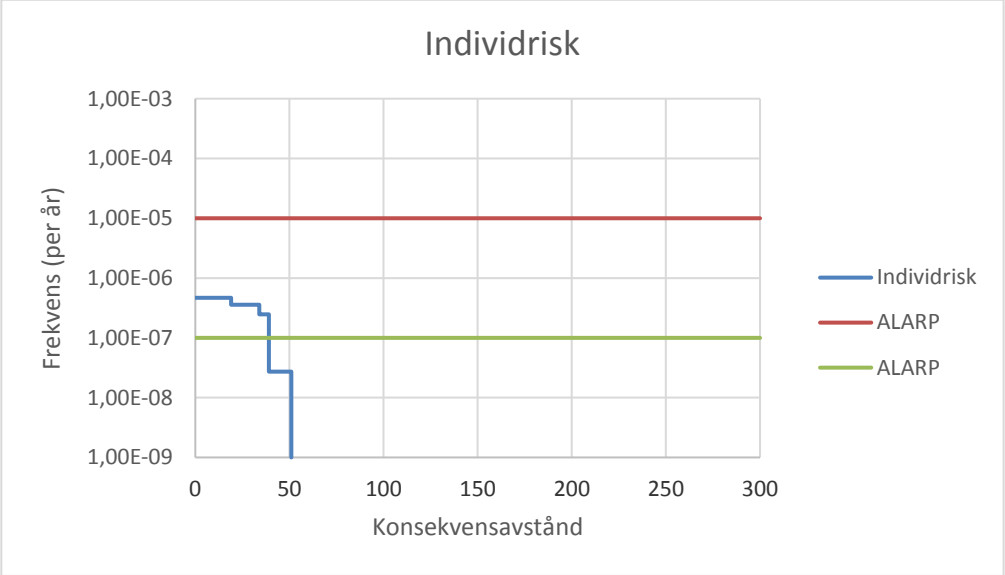
Figur 15, Kumulativ samhällsrisk vid förändrad placering av vätgasstation inom Sandvik.

Vid förändrad placering av vätgasstationen inom Sandvik får detta konsekvenser även för samhällsrisken eftersom ett stort antal människor antas vistas inom det beräknade

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

konsekvensområdet. Samhällsrisken är än mer oacceptabel utifrån de acceptanskriterier som definierats.

Individrisken vid prognostiserat antal farligt godstransporter för 2050 redovisas i Figur 16. Individrisken överskrider ej acceptanskriteriet även vid framtida ökat antal farligt godstransporter.



Figur 16, Individrisk Västbergavägen och Elektravägen år 2050.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

7 Diskussion

Utredningen visar att risknivånerna för individrisken är tolerabla endast om riskreducerande åtgärder görs och om kostnaden bedöms rimlig i förhållande till nyttan. Samhällsrisken är dock oacceptabel och åtgärder krävs för att minska risken. Åtgärdsförslag bör rikta in sig att reducera konsekvenserna av giftiga brandgaser.

Känslighetsanalysen visar på en ökad och oacceptabel risknivå ifall vätgasstationen skulle placeras intill det aktuella planområdet i ett senare skede. Effekterna av att skydda fasaden närmast Sandvik mot vätgasexplosion bör göras.

Känslighetsanalysen påvisar i övrigt en robusthet mot framtida ökad mängd farligt godstransporter.

Vid riskbedömning av ny bebyggelse i anslutning till redan bebyggda områden finns svårigheter med att använda måttet samhällsrisk. Beräkning av samhällsrisk innebär att ett mycket stort område behöver studeras, varav en stor andel är befintlig bebyggelse som direkt påverkar nivån hos samhällsrisken i stor omfattning. Det finns då risk för att risknivån hos den befintliga bebyggelsen, beroende på hur den är utförd, ger en total samhällsrisk som innebär att den nya bebyggelsen inte kan uppföras alternativt att den måste uppföras med mycket stora och kostsamma restriktioner, trots att den ensamt ger ett mycket litet bidrag till den totala risken och i ett annat område hade kunnat uppföras utan några restriktioner.

Specifikt i detta område är det extra problematiskt eftersom det i området finns flertalet riskkällor med tänkbara olycksscenarior varav övervägande antalet i sig inte medför riskexponering för det aktuella planområdet och därför inte analyseras kvantitativt. Detta medför att samhällsrisken i området är svår att jämföra mot uppställda acceptanskriterier. Södertäljevägen utgör en stor riskkälla men har i denna riskbedömning inte hanterats eftersom riskbidraget från denna är försumbar för planområdet. Men ponera att man hade räknat med ett olycksscenario för t.ex. giftiga gaser som nätt och jämt hade påverkat planområdet så hade förmodligen samhällsrisken varit avsevärt högre eftersom det handelsområde som ligger mellan aktuellt planområde och Södertäljevägen inrymmer ett stort antal människor och koncentrationerna giftig gas i detta område medför ett stort antal omkomna och därmed förhöjd samhälsrisk.

Denna problemställning tas upp och diskuteras med ovanstående resonemang i rapporten Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad när & hur? utgiven av Länsstyrelsen i Stockholms län (2003). I rapporten konstateras att i fallet då ny bebyggelse uppförs i ett redan bebyggt område rekommenderas avgränsning av riskbedömningen till att kontrollera individrisken i den nya bebyggelsen. Denna riskbedömning har studerat samhällsrisken men vid bedömningen av resultatet läggs stor vikt på individrisken.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

8 Förslag på åtgärder

Utredningen visar att risknivåerna är oacceptabla inom vissa delar. Utredningen har visat att störst effekt på både individ- och samhällsrisken har en omfattande brand inom Sandvik varför åtgärder för att minska konsekvenserna av dessa utreds. Även framtida händelser där vätgasplaceringen inom Sandvik ändras får stora konsekvenser för risken. Åtgärder för att minska riskerna av en vätgasexplosion inom Sandvik utreds. För att minska konsekvenserna av pölbränder utreds kompletterande utrymningsvägar mot innergård.

Mer konkret utreds den riskreducerande effekten av:

1. Placering av friskluftsintag så att den från Sandvik placeras frånvänd, högt och på oexponerad sida. Möjlighet att stänga av ventilationen ska även finnas.

2. Yttervägg på Kv Timpenningen 2 som vetter mot Sandvik ska utföras med förstärkning av stommen/ytterväggen.

3. Utrymningsvägar som betjänar brandceller längs med Västbergavägen och 40 m ner längs med Elektravägen ska (åtminstone) mynna mot innergård och vara brandtekniskt avskilda mot det fria.

8.1 Åtgärder - omfattande brand

För att minska riskerna vid omfattande brand är ett effektivt sätt att placera friskluftsintaget högt och frånvänt från riskkällan eftersom koncentrationen oftast är störst närmast brandhärden som i detta fall kommer att vara lågt belägen inom Sandvik. Även att kunna stänga av ventilationen ger ett effektivt skydd då det ger en lägre koncentration än vid kraftig ventilation pga att endast en mindre mängd gas hinner tränga in i byggnaden.

Tidigare angavs det att 25% av de personer som vistas inomhus inom 0-100 m antas omkomma till följd av giftiga brandgaser. FOA anger att om luftbytet ändras från 1,0 luftbyten per timme till 0,1 luftbyten per timme så kan man uppnå en skyddsfaktor på 50 vid 2 timmars exponering för svaveldioxid. Antagandet att avstängd ventilation ger en ökad skyddsfaktor 50 görs, dvs sannolikheten för att omkomma utgör endast en femtiodel mot tidigare inom planområdet.

Beräknat antal omkomna: **1 pers**

8.2 Åtgärder – vätgasexplosion Sandvik

För att minska riskerna vid en vätgasexplosion är ett effektivt sätt att förstärka stommen/fasaden samt att minimera fönsterareorna. Om fasaden närmast Sandvik utförs med med stomme/fasad som klarar av sannolik påverkan och utan fönster eller med brandklassade fönster bedöms risken mot planområdet från en vätgasexplosion vara försumbar. Ytterväggen kommer att reducera risken från såväl själva tryckvågen som från splitter och konstruktionsdelar/föremål. Utförandet kommer även ha en positiv effekt mot giftiga brandgaser och strålning vid en omfattande brand eller eventuella pölbränder.

Beräknat antal omkomna: **0 pers**

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

8.3 Åtgärder – Pölbrand

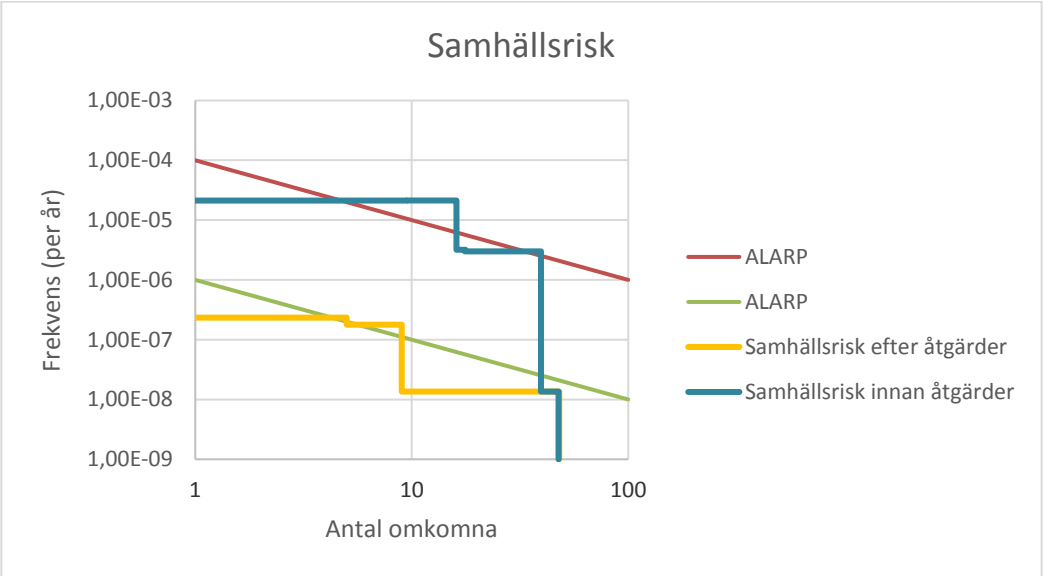
Vid en pölbrand kommer personer inom byggnaderna att utsättas för strålning. Men den största risken utgör den brandrisk som uppstår då flera brandceller kan sättas i brand samtidigt. Trapphus som mynnar mot gata kommer eventuellt inte kunna nyttjas då utrymning sker mot pölbranden. Personer riskerar således bli instängda i en brandutsatt brandcell. Ett brandtekniskt avskilt trapphus (även mot det fria vid Västbergavägen och Elektravägen), för brandceller med fönster mot Västbergavägen och delar av Elektravägen, som mynnar mot innergård medger en säker utrymning. Endast personer som utsätts för direkt strålning genom fönster förutsätts omkomma.

Antagandet görs att hälften av de tidigare beräknat antal omkomna antas förolyckas.

Beräknat antal omkomna:	Liten pölbrand	**5 pers**
	Medelstor pölbrand	**9 pers**
	Stor pölbrand	**9 pers**

8.4 Resultat av åtgärder

Resultatet av de åtgärder som utretts ges i Figur 17

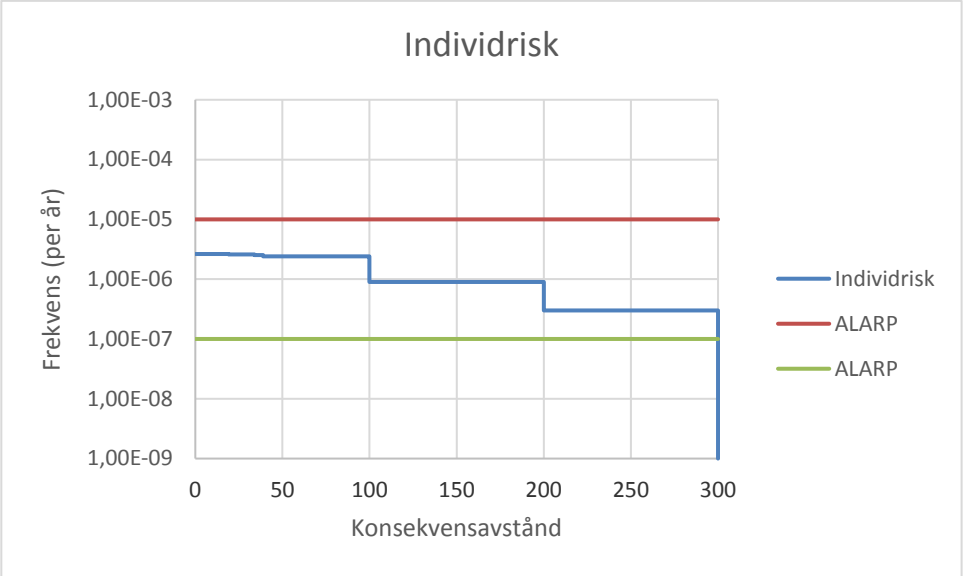


Figur 17,Samhällsrisk efter åtgärder.

Åtgärderna visar sig effektiva i den meningen att risken ej längre är oacceptabel utan hamnar i de lägre regionerna av Alarp-området.

Individrisken inom det egna planområdet skulle åter bli likt Figur 18, dvs hamna inom ALARP-området.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247



Figur 18, Kumulativ individrisk för Västbergavägen, Elektravägen och brand inom Sandvik.

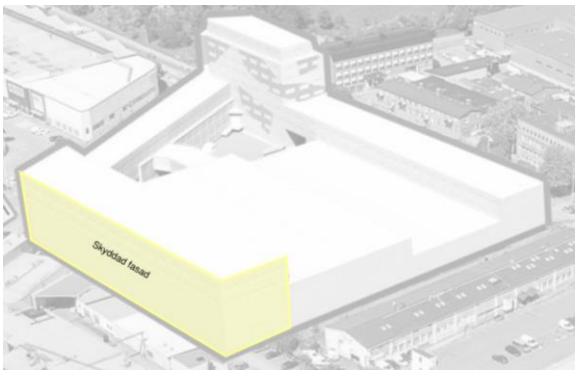
Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

9 Slutsats

Resultatet av riskbedömningen visar att risknivån generellt är hög och inte kan accepteras utan att riskreducerande åtgärder genomförs. De riskreducerande åtgärder som krävs för att risknivån ska anses tolerabel är:

1. Placering av friskluftsintag på byggnader inom aktuellt planområde ska utföras så att den mot Sandvik placeras frånvänd, högt och på oexponerad sida. Möjlighet att enkelt stänga av ventilationen ska även finnas.

2. Fasad/Yttervägg på Kv Timpenningen 2 som vetter mot Sandvik ska utföras med stomme/yttervägg/fasad så att den kan upprätthålla sin funktion vid en gasexplosion, se Figur 19 för omfattning. Exempel på accepterat utförande är yttervägg av 20 cm betong. Fönster får finnas i fasaden om de är belägna mer än 12,0 m över mark och utförda i brandteknisk klass EI 30. Dörrar får förekomma i skälig omfattning. Även portar för fordon till byggnaden bör få förekomma i skälig omfattning. Ändring i husets utformning kan medföra ändringar i omfattning av kravet på fasaden.



Figur 19, redovisning av omfattning på fasad som bör förstärkas

3. Utrymningsvägar som betjänar brandceller längs med Västbergavägen och 40 m ner längs med Elektravägen ska (åtminstone) mynna mot innergård. Trapphusen ska även vara utförda med brandcellsgräns motsvarande EI 30 mot det fria om det vetter mot Västbergavägen eller Elektravägen upp till 40 m från korsningen Västbergavägen.

4. Fasader som vetter mot Västbergavägen, Elektravägen eller Sandvik ska i hela sin omfattning vara obrännbar. Mindre delar, t.ex. kring dörrar, fönster etc, kan få utföras i brännbara material. Effekterna av en obrännbar fasad är svåra att påvisa och har ej utretts. Dock har de en reducerande effekt på konsekvenserna i händelse av en pölbrand.

Med de föreslagna åtgärderna så är bebyggelsen lämplig i lämnat förslag med hänsyn till riskbedömningen.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

10 Referenser

BRIAB. (2014). *Riskbedömning - Närhet till Sandvik AB.* BRIAB.

CirkleK. (den 02 04 2017). mailkonversation. *mail*.

Försvarets Forskningsanstalt. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets Forskningsanstalt.

Gexcon. (2013). *Modelling of consequences of several releases of gaseous, liquefied and liquid flammable substances.* Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Grönhagen, P. (den 24 Mars 2017). Sandvik. (R. Lindegrén, Intervjuare)

International Electrotechnical Commission (IEC). (1995). *International Standard Depedability management part 3, application guide - section 9 Risk Analysis of technological systems.*

Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne Län.

Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse.* Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.

Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen.* Stockholm: Länsstyrelsen Stockholms län.

MSB. (den 04 05 2017). *MSB Förebyggande.* Hämtat från Myndigheten för Samhällsskydd: https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/kommunala_hp/Jonkoping/raddningstjanstens_riskanalys_metodik.pdf

Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - riskbedömning vid transport.* Karlstad: Räddningsverket.

Räddningsverket. (1997). *Värdering av Risk.* Karlstad: Statens Räddningsverk.

Räddningsverket. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter.* Karlstad: Räddningsverket.

Räddningsverket. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006.* MSB.

Räddningsverket. (u.d.). *Landtransport av farligt gods.* Karlstad: Räddningsverket.

Sandvik. (den 30 03 2017). *Storstockholms Brandförsvar*. Hämtat från Sevesoverksamhet: www.storstockholm.brand.se/MediaBinaryLoader.axd?...Sandvik+Västberga...

Slettenmark, O. (2003). *Riskanalyser i detaljplane processen - vem, vad när & hur?* Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.

Stockholm, L. i. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och bensinstationer, 2000:1.* Stockholm: Länsstyrelsen.

The Netherlands Organisation of Applied Scientific Research. (1992). *Methods for the determination of possible damage.* Voorburg: The Labour Inspectorate.

Trafikverket. (den 24 04 2017). *Trafikverket*. Hämtat från NVDB på Webb: https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket

Trafikverket. (den 24 04 2017). *Vägtrafikflödeskartan*. Hämtat från Trafikverket: http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#

Øresund Safety Advisers. (2004). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - avseende transport av farligt gods på väg och järnväg.*

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Bilaga A - Beräkningar

A.1 Beräkning av frekvens för farligt godsolycka

För att kunna beräkna individrisknivån längs de aktuella vägavstnitten måste sannolikheten före en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods beräknas. I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen, se Figur A1. Med hjälp av händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario.

N = Antalet fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år =

= O((Y*X) + (1-Y)(2X-X²)) **(ekv. 2)**

Förklaring:

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

Trafikarbete = ÅDT x 365 x väglängd (km) X 10^{-6}

Y = Andelens singelolyckor på vägdelen

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods

Antalet förväntade farligt gods olyckor per år =

= N*(Index för farligt gods olycka) **(ekv. 3)**

Förklaring:

Index för farligt gods olycka är specifik för vägtyp och hämtas ur SRV:s Rapport[23]

Figur A1. Beräkningsmetod.

A.1.1 Olycka på Västbergavägen

Indata för beräkning av olycksfrekvens för de olika vägavsnitten redovisas Tabell A1.

Tabell A1 Indata och beräkning av frekvensen i vägavsnittet

Parameter	Indata
	Västbergavägen
Vägtyp hastighetsgräns (km/h)	50
Längd (a) (km)	1
ÅDT (b)	17227
Trafikarbete (a*b*365*10-6) = (c)	62,87855
Antal olyckor (o)	75,45426
Olyckskvot (ur tabell)	1,2
Andel singelolyckor (Y) ur tabell	0,15
Index för farligt gods olycka	0,03
Andel fordon skyltade med farligt gods (antal/dygn)/b (X)	7,38044E-05
Antalet fordon skyltade med farligt gods i trafikolycka /år (N)	0,010302036
Antal farligt godsolyckor (modell*index)	3,09E-04
Antalet förväntade farligt gods olyckor per år ekv. 3	3235,60626

Andelen vätgastransporter är 0,22 och andelen brandfarliga vätskor är 0,72 och övriga transporter är 0,06. Grundfrekvensen för en olycka med brandfarlig vätska är 2,23E-04 $år^{-1}$ och för en olycka med vätgas 6,80E-05 $år^{-1}$.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

A.2 Beräkning av frekvens vid olycka inom Sandvik till känslighetsanalys

Frekvensen för olyckor inom Sandvik beräknas med den sk Jönköpingsmodellen (MSB, 2017).

Frekvensen för en olycka med gas enligt jönköpingsmodellen är 0,01 ggr/år. För att olyckan ska påverka planområdet krävs att olyckan är av större karaktär. En stor olycka bedöms ske i 5% av fallen. Antändning sker i 36 % av fallen.

A.3 Konsekvensavstånd

A.3.1 Brandfarliga gaser - ADR-klass 2.1

Konsekvenserna för utsläpp av brandfarlig gas har beräknats i mjukvaran ALOHA.

Explosion (motsvarar direkt utsläpp av 20 flaskor som antänds och detonerar)

SITE DATA:
Location: VASTBERGA, SWEDEN

Building Air Exchanges Per Hour: 1.0 (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: HYDROGEN Molecular Weight: 2.02 g/mol
PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm
LEL: 40000 ppm UEL: 750000 ppm
Ambient Boiling Point: -252.8° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 3 meters/second from se at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 15° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Direct Source: 20 kilograms Source Height: 0
Release Duration: 1 minute
Release Rate: 333 grams/sec
Total Amount Released: 20.0 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
Type of Ignition: ignited by spark or flame
Level of Congestion: congested
Model Run: Gaussian
Red : 44 meters --- (8.0 psi = destruction of buildings)
Orange: 51 meters --- (3.5 psi = serious injury likely)
Yellow: 99 meters --- (1.0 psi = shatters glass)

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

A.3.1 Brandfarliga gaser - ADR-klass 3

Konsekvenserna för utsläpp av brandfarlig vätska har beräknats i mjukvaran ALOHA.

Liten Pölbrand

SITE DATA:
Location: VASTBERGA, SWEDEN
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: September 21, 2015 1525 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: N-OCTANE Molecular Weight: 114.23 g/mol
PAC-1: 300 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm
IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm
Ambient Boiling Point: 125.7° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.010 atm
Ambient Saturation Concentration: 10,277 ppm or 1.03%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 3 meters/second from ne at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 15° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Burning Puddle / Pool Fire
Puddle Area: 50 square meters Puddle Volume: 50 cubic meters
Initial Puddle Temperature: Air temperature
Flame Length: 16 meters
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Burn Rate: 244 kilograms/min
Total Amount Burned: 14,657 kilograms

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
Red : 19 meters --- (15 kW/(sq m))

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Medelstor brand

SITE DATA:
Location: VASTBERGA, SWEDEN
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: September 21, 2015 1525 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: N-OCTANE Molecular Weight: 114.23 g/mol
PAC-1: 300 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm
IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm
Ambient Boiling Point: 125.7° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.010 atm
Ambient Saturation Concentration: 10,277 ppm or 1.03%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 3 meters/second from ne at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 15° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Burning Puddle / Pool Fire
Puddle Area: 200 square meters Puddle Volume: 50 cubic meters
Initial Puddle Temperature: Air temperature
Flame Length: 26 meters Burn Duration: 36 minutes
Burn Rate: 977 kilograms/min
Total Amount Burned: 35,539 kilograms

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
Red : 34 meters --- (15 kW/(sq m))

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Stor Pölbrand

SITE DATA:
Location: VASTBERGA, SWEDEN
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: September 21, 2015 1525 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: N-OCTANE Molecular Weight: 114.23 g/mol
PAC-1: 300 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm
IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm
Ambient Boiling Point: 125.7° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.010 atm
Ambient Saturation Concentration: 10,277 ppm or 1.03%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 3 meters/second from ne at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 15° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Burning Puddle / Pool Fire
Puddle Area: 300 square meters Puddle Volume: 50 cubic meters
Initial Puddle Temperature: Air temperature
Flame Length: 30 meters Burn Duration: 24 minutes
Burn Rate: 1,470 kilograms/min
Total Amount Burned: 35,539 kilograms

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
Red : 39 meters --- (15 kW/(sq m))

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247

Explosion flyttad vätgasstation närmare planområdet

INPUT PARAMETERS
EXPLOSIVE FUEL INFORMATION

Adiabatic Flame Temperature of the Fuel (Tad)	4085	°F
Heat of Combustion of the Fuel (DHc)	130800	kJ/kg
Yield (a), i.e., the fraction of available combustion	1,00	%
Mass of Flammable Vapor Release (mF)	316,80	lb
Ambient Air Temperature (Ta)	77,00	°F
Initial Atmospheric Pressure (Pa)	14,70	psi

Pressure Rise from an Confined Explosion
(Pmax)/Pa = (Tad/Ta)

Where Pmax = maximum pressure developed at completion of combustion (kPa)
Pa = initial atmospheric pressure (kPa)
Tad = adiabatic flame temperature (K)
Ta = ambient temperature (K)

Pmax = (Tad/Ta) Pa

Pmax = 858,67 kPa 124,54 psi

Blast Wave Energy Calculation
E = a DHc mF

Where E = blast wave energy (kJ) [E is the Trinitrotoluene (TNT) equivalent energy]
a = yield (a is the fraction of available combustion energy participating in blast wave generation)
DHc = heat of combustion (kJ/kg)
mF = mass of flammable vapor release (kg)

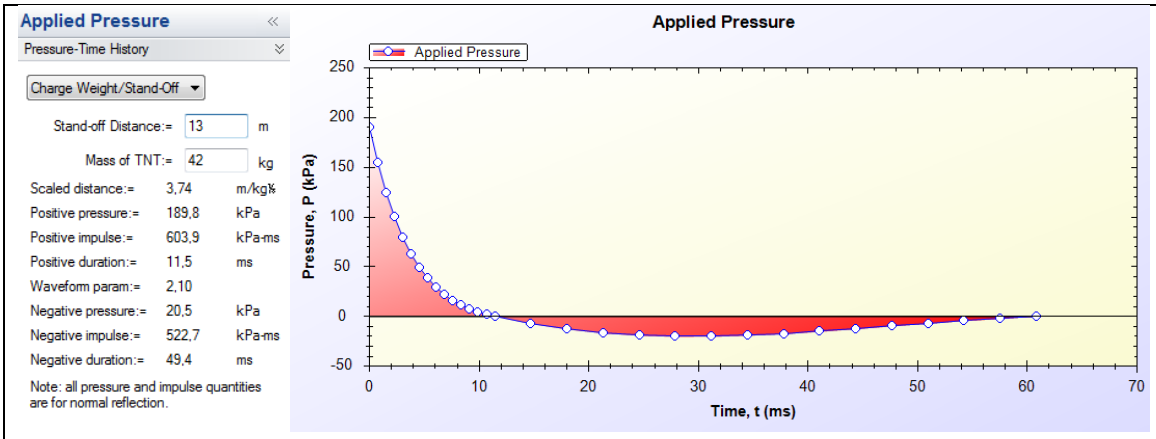
E = 188352,00 kJ 178388,18 Btu

TNT Mass Equivalent Calculation
WTNT = E/4500

Where WTNT = weight of TNT (kg)
E = explosive energy release (kJ)

WTNT = **41,86 kg** 92,28 lb

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247



Avstånd beräknas på 13 m eftersom hantering av brandfarliga gaser i denna mängd inte får förvaras närmare andra byggnader än 13 m.

Uppnådd skada av byggnaden fås om $I_c/I_+ + P_c/P_+ < 1$, där I_c = karaktäristisk impulstäthet och P_c är karaktäristisk tryck.

Bärande ytterväggar av 20 cm betong (platsgjuten) har enligt FOA P_c = 200 kPa och I_c= 2,5 kPas.
Cellhus med bärande ytterväggar av 15 cm betong har enligt FOA P_c = 200 kPa och I_c= 2,5 kPas
Pelar-balkstomme med ytterväggar av sandwichelement (betong-isolering-betong) har enligt FOA P_c = 200 kPa och I_c= 3,1 kPas
Elementhus med ytterväggar av sandwichelement (betong-isolering-betong) har enligt FOA P_c = 200 kPa och I_c= 3,1 kPas

Om ytterväggen utförs av någon av ovanstående kommer den ej att ta skada
enligt: 3,1/0,6 + 200/189 > 1

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2018-03-13, Dnr 2015-17247