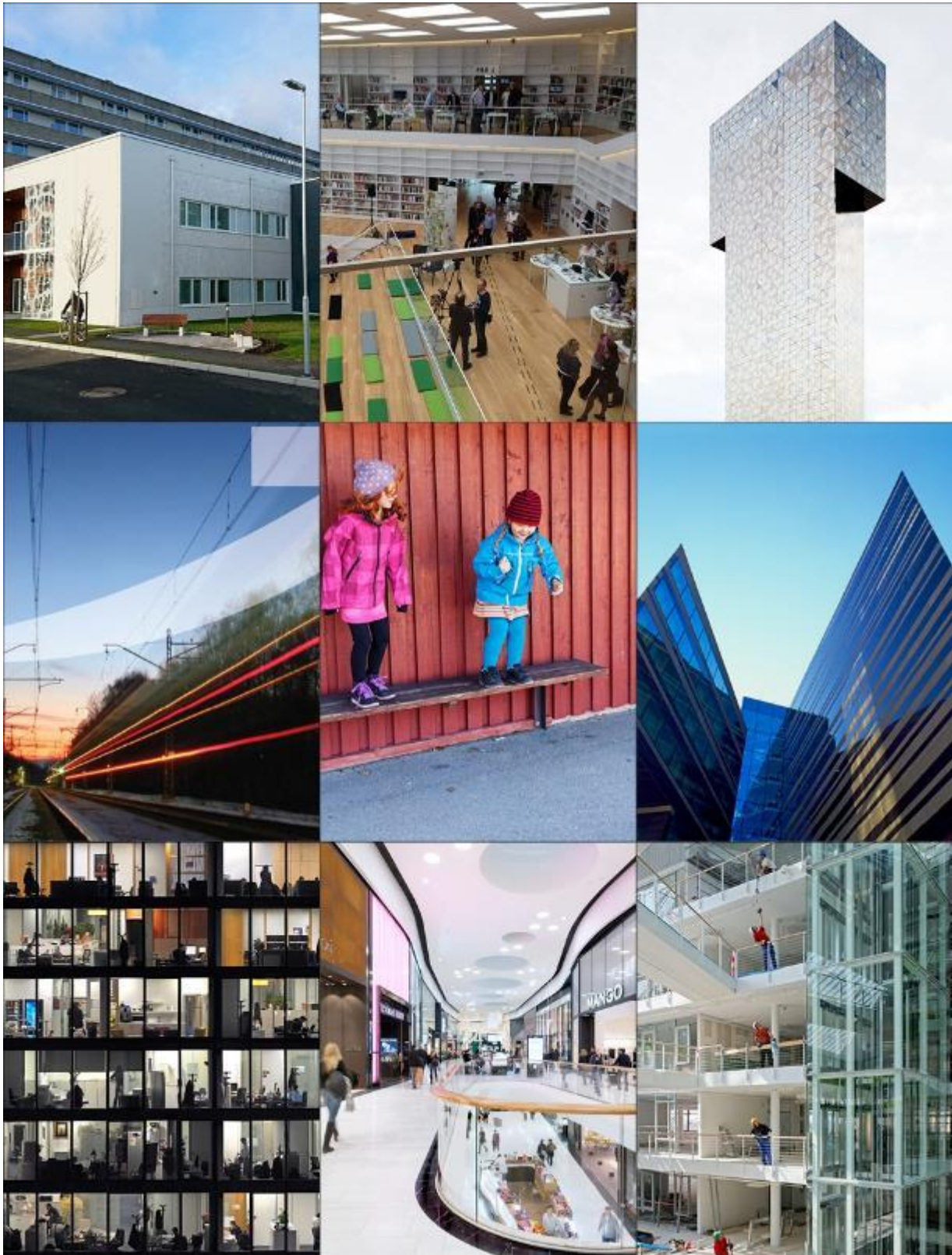


Riskutredning

Nacka Port

Underlag för detaljplanearbete

2022-04-20



Dokumenttyp: Riskutredning
Uppdragsnamn: Nacka Port
Nacka kommun
Uppdragsnummer: 504907
Datum: 2022-04-20
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Rosie Kvål
Handläggare: Rosie Kvål
Tel: 08-588 188 84
E-post: rosie.kval@bsl.se
Uppdragsgivare: Nacka Port Fastighets AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2021-02-17	Rosie Kvål	Erik Hall Midholm	Inledande analys
2022-02-04	Rosie Kvål	Erik Hall Midholm	Detaljerad analys
2022-02-13	Rosie Kvål	-	Detaljerad analys, ver 2
2022-04-20	Rosie Kvål	-	Detaljerad analys, ver 3

Sammanfattning

Detaljplanen för Nacka Port omfattar ett område på västra Sicklaön och syftar till att möjliggöra för ny bebyggelse i form av bostäder, kontor och restaurang på platsen. Totalt planeras ca 250 bostäder.

I anslutning till planområdet ligger Värmdöleden och Sicklavägen inklusive av- och påfart som alla är klassade som transportleder för farligt gods. Risker kopplade till dessa behöver därför utredas i planarbetet. I anslutning till planområdet går även Tvärbanans sträcka mellan Hammarby Sjöstad och Sickla. Med anledning av närheten till dessa riskkällor görs denna riskutredning.

Syftet med riskutredning är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

Utredningen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

I analysen har en inventering gjorts av transporter med farligt gods på omgivande vägar. Inventeringen baseras på två underlag varav det ena utgör en kartläggning som initierats av Stockholms stad och som genomfördes via kameraövervakning 2015 och den andra omfattar en inventering av verksamheter vars transporter kan tänkas nyttja aktuella vägar. Inventeringen visar att det huvudsakligen är Sicklavägen samt dess påfart mot Värmdöleden som är aktuella att beakta avseende transporter med farligt gods samt att det på dessa vägar är en relativt låg förekomst av sådana transporter. Transporterna utgörs huvudsakligen av brännbara gaser och brandfarliga vätskor och innebär ca 2-3 transporter per dygn på de aktuella vägarna.

Utifrån genomförd inventering har en kvalitativ analys gjorts av möjliga olycksscenarier. För scenarier med bedömt hög risk har en fördjupad analys gjorts. Dessa scenarier omfattar transporter med brännbara gaser och vätskor på intilliggande vägar samt urspårning på Tvärbanan. I den fördjupade analysen beräknas individrisk och samhällsrisik. Genomförda beräkningar visar att individrisken och samhällsrisiken i stora delar är acceptabel. Delar av samhällsrisiken ligger dock inom det område (ALARP) vilket innebär att riskreducerande åtgärder ska vidtas om det bedöms rimligt och möjligt.

Med hänsyn till den aktuella risknivån, identifierade olycksscenarier samt den planerade exploatering ges nedan ett förslag på säkerhetshöjande åtgärder. Åtgärderna avser områden utmed Sicklavägen och dess påfart mot Värmdöleden. Avstånd mäts från närmaste väggkant.

- Ytor mellan ny bebyggelse och Sicklavägen och dess påfart ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 30 meter från Sicklavägen och dess påfart mot Värmdöleden ska byggnader utföras med följande åtgärder:
 - Från samtliga utrymmen för stadigvarande vistelse ska det finnas åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från aktuella vägar.
 - Fasader utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.

- Fönster i fasader utförs i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster tillåts vara öppningsbara.
- Inom 40 (kontor) respektive 75 (bostäder) meter ska friskluftsintag till utrymmen för stadigvarande vistelse placeras mot en trygg sida, d.v.s. bort från aktuella vägar alternativt på byggnadernas tak (även placering högt upp i fasad i Tornen accepteras).

Risikpåverkan från Tvärbanan är mycket liten till följd av det relativt stora avståndet och föranleder inget krav på åtgärder.

Med föreslagna åtgärder bedöms risknivån inom området vara tolerabel och bebyggelsen bör kunna uppföras i enlighet med studerat planförslag utan att människor utsätts för oacceptabla risker.

Genomförd känslighetsanalys visar också att även en dubblering av antalet transporter inte i någon stor utsträckning påverkar risknivån. En så pass stor ökning skulle därmed inte föranleda högre krav på skyddsavstånd eller riskreducerande åtgärder än vad som redovisas i analysen.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte.....	6
1.3 Omfattning.....	6
1.4 Internkontroll.....	6
1.5 Förutsättningar.....	6
2. OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1 Planerad exploatering.....	8
2.2 Omgivande plan- och byggprojekt.....	10
3. RISKINVENTERING	11
3.1 Allmänt.....	11
3.2 Inventering av riskkällor.....	11
3.3 Transportleder för farligt gods.....	12
3.4 Tvärbanan.....	18
4. INLEDANDE RISKANALYS	20
4.1 Metodik.....	20
4.2 Identifiering av olycksrisker.....	20
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk.....	20
4.4 Sammanfattning inledande analys.....	25
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS	26
5.1 Allmänt.....	26
5.2 Sammanvägning av risk.....	26
5.3 Resultat av riskberäkningar.....	28
5.4 Värdering av risk.....	30
5.5 Hantering av osäkerheter.....	31
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	33
6.1 Allmänt.....	33
6.2 Allmänna åtgärder.....	33
6.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	33
6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning.....	36
7. SLUTSATSER	38
8. BILAGOR	39
9. REFERENSER	39

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Nacka kommun har tillsammans med Nacka Port Fastighets AB tagit fram ett förslag till detaljplan för ett område på västra Sicklaön. Detaljplanen syftar till att möjliggöra ny bebyggelse i ett centralt och kollektivtrafiknära läge samt att bidra till en levande och attraktiv stadsmiljö. Detaljplanen prövar möjligheten att bland annat uppföra bostäder och kontor på platsen. Totalt planeras ca 250 bostäder.

I anslutning till planområdet ligger Värmdöleden och Sicklavägen som båda är klassade som sekundära transportleder för farligt gods. Risker kopplade till dessa behöver därför utredas i planarbetet. I anslutning till planområdet går även Tvärbanans sträcka mellan Hammarby Sjöstad och Sickla. Med anledning av närheten till dessa riskkällor görs denna riskutredning.

1.2 Syfte

Syftet med riskutredning är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Namn på interkontrollanten redovisas i kolumnen för internkontroll på sidan 2.

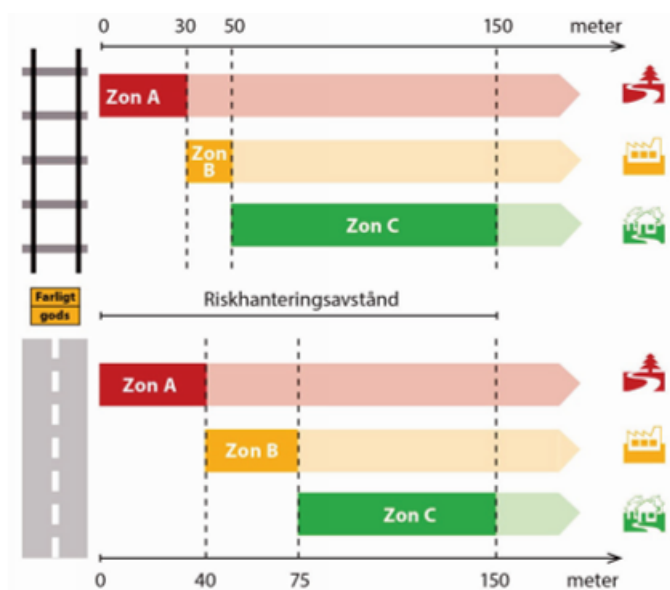
1.5 Förutsättningar

1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Länsstyrelsen i Stockholms Län har tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /1/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L (obemannad)	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Odling och djurhållning	J Industri	D Vård
T Parkering (ytparkering)	K Kontor	H Detaljhandel
Trafik	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig parkering)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /1/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmitt.

För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs.

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter. Åtgärder ska åtminstone vidtas inom 30 meter från vägen.

Rekommendationen är även, vid sekundära transportleder, att 25 meter ska lämnas bebyggelsefritt. Avsteg kan dock vara möjligt i särskilda fall. Det gäller i så fall de fall där det går få transporter och/eller de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

2. Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet omfattar fastigheterna Klinten, Sicklaön 82:1 m.fl. och upptar ett område av ca 8 000 kvadratmeter. Området avgränsas av Sicklavägen i väster, Värmdövägen (och Värmdöleden) i norr och av Uddvägen i söder och öster (se figur 2.1).



Figur 2.1. Aktuellt område inklusive den närmaste omgivningen. Rödmarkering motsvarar planområdets lokalisering. (källa bakgrundskarta: eniro.se).

Inom området finns idag byggrelaterade verksamheter. Hela planområdet upptas av byggnader eller hårdgjorda ytor. Marknivån inom planområdet varierar och är som högst (ca +13 m.ö.h.) i nordost och sluttar sedan ned med lägsta punkt (+ 5 m.ö.h.) i sydväst.

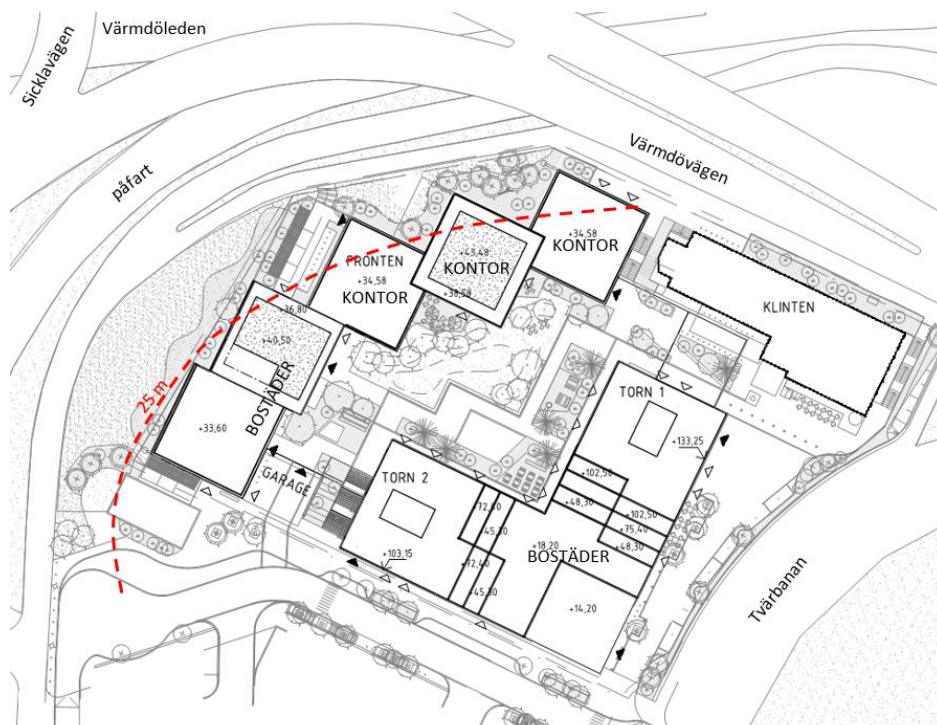
2.1 Planerad exploatering

Inom det studerade området planeras kontor och bostäder samt mindre lokaler för handel och restaurang. Närmast Sicklavägen och Värmdövägen uppförs byggnader med 6-10 våningar. Av de fem sammanbyggda punkthusen kommer de tre nordligaste byggnaderna inrymma kontor medan de två sydligaste planeras för bostäder (se figur 2.2). Bakom punkthusen uppförs två högre tornbyggnader som sammanlänkas genom de nedersta våningarna. De två ”tornen” uppförs med 30 respektive 40 våningar. Dessa byggnader inrymmer i huvudsak bostäder men även restaurang, mindre handelslokaler i bottenvåningen samt garage.

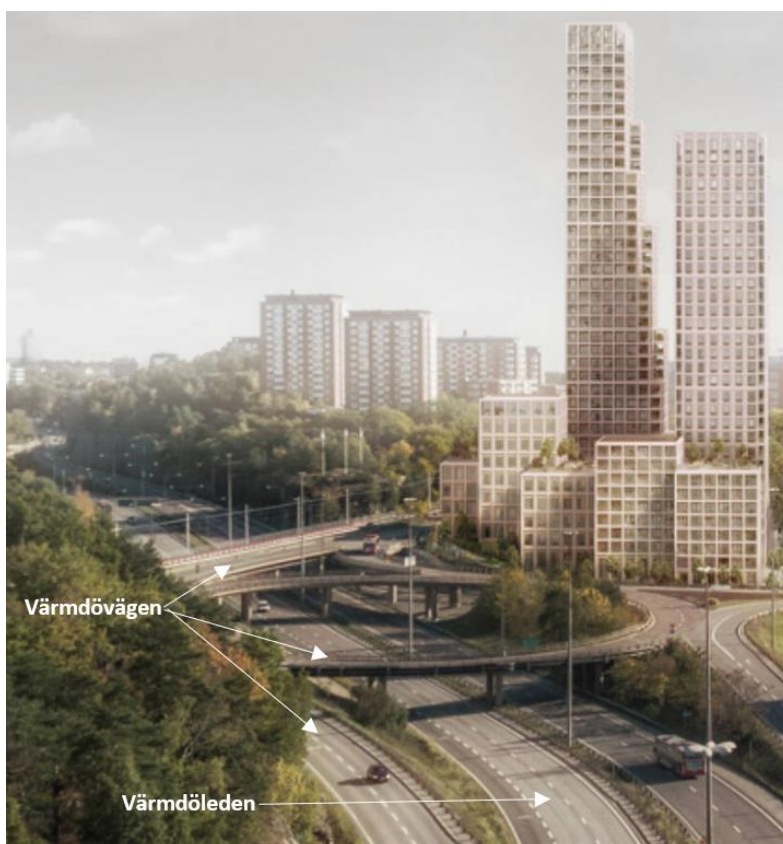
Totalt omfattar den planerade markanvändningen 253 lägenheter och 8 900 kvadratmeter kontor och verksamhetsyta.

Befintlig byggnad (den f.d. färgfabriken Klinten) i planområdets nordöstra hörn kommer att vara kvar vid utbyggnad av området. Byggnaden innehåller verksamhet.

Det planeras även en transformatorstation mellan fronten och Sicklavägens påfart mot Värmdöleden.

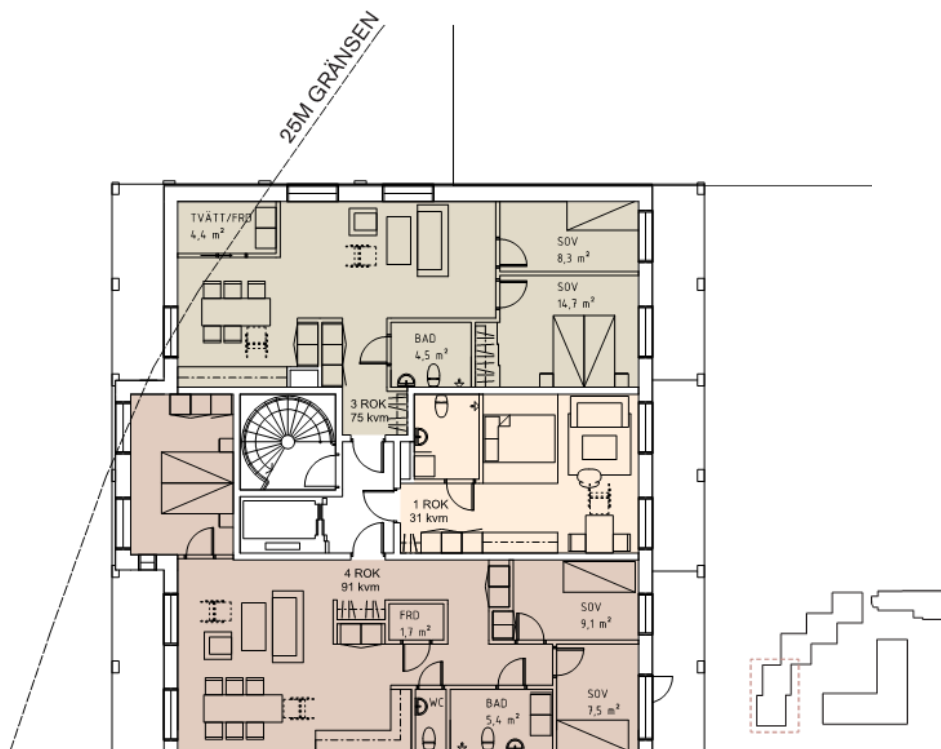


Figur 2.3. Situationsplan Nacka Port (Kjellander Sjöberg, 2022-01-28). Ungefärlig gräns för 25 meters avståndet till påfarten är markerad med röd streckad linje.



Figur 2.2. Illustration över planområdet sett västerifrån (Kjellander Sjöberg, 2022-01-28).

Avståndet mellan planerade byggnader och Sicklavägens påfart mot Värmdöleden är som minst ca 19 meter. På detta avstånd planeras huvudsakligen kontor. Bostäder planeras 25 meter eller mer från närmaste väg. En bostadsbyggnad ligger med ett hörn inom 25 meter. I denna del av byggnaden finns ett fönsterlöst förråd, del av kök/vardagsrum samt balkong (se figur 2.3). Mellan bebyggelsen och påfarten finns en gång- och cykelväg. Merparten av bostadslägenheterna planeras i höghusen.



Figur 2.3. Del av bostadsbyggnad som ligger inom 25 meter från Värmdöleden (Kjellander Sjöberg, 2022-01-28).

2.2 Omgivande plan- och byggprojekt

I områdets närhet finns flera pågående plan- och byggprojekt. Dessa är:

- Nobelberget
- Norra Nobelberget
- Henriksdalsbacken
- Sickla stationshus

Merparten av projekten omfattar ny bebyggelse i form av bostäder. Inga nya riskkällor planeras i närområdet. De medför dock att persontätheten i området ökar, vilket kan påverka risknivån.

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods m m) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

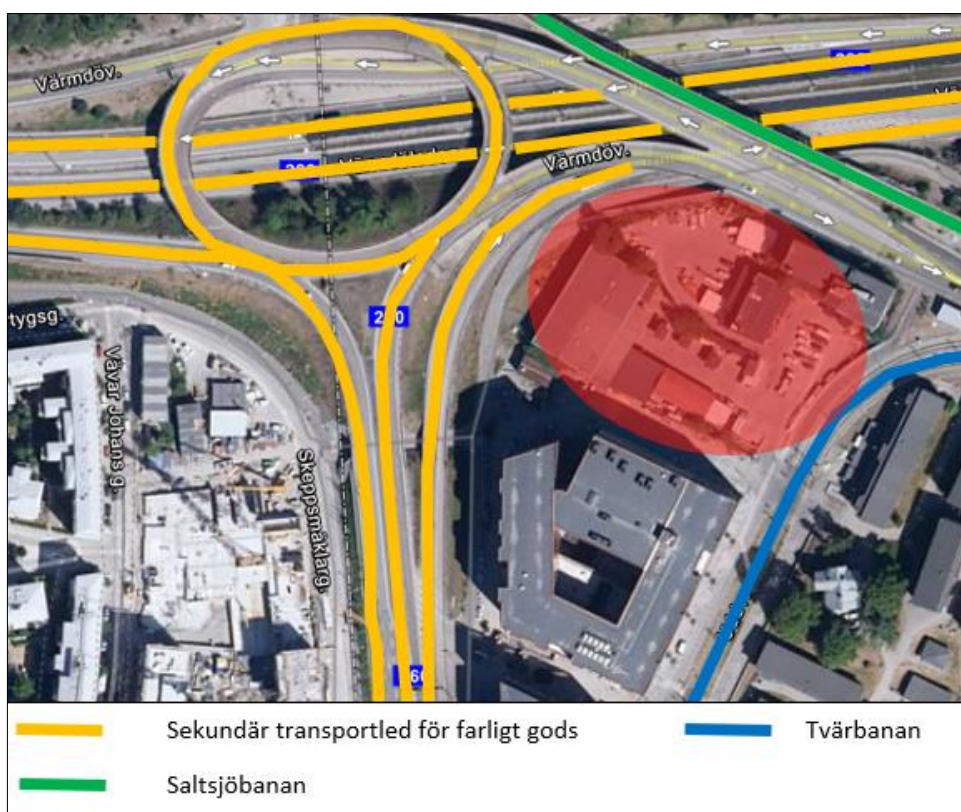
3.2 Inventering av riskkällor

Resultatet av riskinventeringen redovisas i tabell 3.1 och i figur 3.1.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

Riskkälla	Minsta avstånd till <u>planområde</u> (m)	Kommentar
Värmdöleden	ca 30	Sekundär transportled för farligt gods. ca 40 meter till bebyggelse.
Sicklavägen	ca 30 meter	Sekundär transportled för farligt gods. Ca 45 meter till bebyggelse inom planområdet.
Sicklavägens påfart till Värmdöleden	ca 10	Sekundär transportled för farligt gods. 19 meter till bebyggelse.
Saltsjöbanan	25	Går på andra sidan Värmdövägen.
Tvärbanan	5-10	Går i Uddvägen och dess förlängning. Ca 10-15 m till bebyggelse.
Henriksdals reningsverk	> 250	Reningsverket är klassad som farlig verksamhet och utgör Sevesoverksamhet. Avståndet till verksamheten är dock så stor att olyckor kopplade till verksamheten inte påverkar planområdet. Transporter till reningsverket kan dock passera på Sicklavägen och behandlas under denna riskkälla.

Avståndet till Saltsjöbanan samt dess placering på andra sidan Värmdövägen innebär att en olycka (urspårning och tågbrand) inte kommer att påverka planområdet. Saltsjöbanan kommer därför inte studeras vidare i analysen. Detsamma gäller Henriksdals reningsverk. En beskrivning av övriga riskkällor görs i följande avsnitt. Eftersom vägarna som utgör transportleder för farligt gods till stor del hänger ihop när det gäller sådana transporter kommer vägarna att beskrivas i samma avsnitt.



Figur 3.1. Identifierade riskkällor i planområdets närhet. (källa bakgrundsbild: eniro.se).

3.3 Transportleder för farligt gods

3.3.1 Allmänt

I planområdets närhet finns flera vägar som ligger i flera plan. En kort allmän beskrivning av dessa görs nedan. Se även figur 3.2.

Värmdöleden

Värmdöleden (väg 222) går mellan Stockholm och Stavsån. I höjd med planområdet består vägen av två filer i vardera riktningen.

Hastigheten på den aktuella sträckan är 70 km/tim.

Enligt en trafikmätning från 2019 /2/ var årsdygnstrafiken ca 22 500 fordon per dygn öster om planområdet. Andelen tung trafik var enligt samma källa 4 %.

Avståndet mellan planområdet och Värmdöleden är som minst ca 30 meter till kontor och 40 meter till bostäder. Avstånden till tornen är som minst ca 70 meter.

Mellan Värmdöleden och planområdet går Sicklavägens påfart mot Värmdöleden (se figur 3.2). Vägen ligger i nivå med eller lägre än planområdet.

Sicklavägen

Sicklavägen går väster om planområdet och ansluter till Värmdövägen via cirkulationsplats ovanför Värmdöleden. Det finns även en avfart från Sicklavägen mot Värmdöleden österut samt en påfart från Värmdöleden västerifrån. Avfarten till Värmdöleden går utmed planområdets västra gräns.

Sicklavägen har två filer i vardera riktningen och en skyltad hastighet på 50 km/h. Av-/påfartsramperna har en fil. Det finns inga specifika trafikmätningar tillgängliga för själva påfarten.

Avståndet mellan planområdet och Sicklavägens avfart mot Värmdöleden är som minst ca 10 meter till själva planområdet. Avståndet till planerad kontorsbebyggelse från rampen är som minst ca 20 meter. Bostäder ligger huvudsakligen på 25 meters avstånd eller mer. Tornen ligger som minst ca 60 meter från Sicklavägens påfart till Värmdöleden.

Avståndet till Sicklavägens huvudkörbanor är som minst ca 30 meter. Avståndet från planerad bebyggelse till närmaste väggkant på Sicklavägen är avståndet ca 45 meter.

Sicklavägen stiger i förhållande till omgivningen utmed planområdet för att ansluta till cirkulationsplatsen som ligger i nivå ovanför Värmdöleden. Sicklavägen ligger därför högre än planområdet utmed hela den aktuella sträckan. Sicklavägens ramp mot Värmdöleden ligger över marknivån inom planområdet utmed den södra delen av sträckan, i nivå med planområdet i mitten och lägre än marknivån inom planområdet i den norra delen.

Värmdövägen

Värmdövägen utgör en del av väg 260 och ansluter till både Värmdöleden och Sicklavägen (se figur 3.2). Vägen är inte klassad som en transportled för farligt gods och kommer inte att beskrivas vidare.



Figur 3.2. Väggar i planområdets närhet.

3.3.2 Transport med farligt gods

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

I tabell 3.2 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S /3/.

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2- Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest etc.

Nedan görs en beskrivning av vilken trafik som kan förekomma på vägvsnitten och sedan görs en kartläggning av verksamheter som kan ge upphov till transporter med farligt gods på aktuella vägar.

Värmdöleden

Värmdöleden är väster om Södra Länkens anslutningspunkt klassad som en sekundär transportled för farligt gods och öster om anslutningen klassad som en primär transportled för farligt gods. Förbi planområdet är vägen således klassad som en sekundär transportled för farligt gods. Klassningen gäller mellan Stadsgårdshamnen på Södermalm och Södra Länkens anslutning till Värmdöleden.

Eventuella transporter med farligt gods som kommer västerifrån, från Södermalm, Danvikstull, Stadsgårdskajen etc. ska sannolikt inte vidare ut mot Värmdö. Absoluta merparten av transportererna västerifrån bedöms köra Värmdöledens avfart mot Sicklavägen samt sedan Sicklavägen södergående. Avståndet till planområdet är 40 meter till denna väg. Dessa transporter passerar således inte planområdet på Värmdöleden.

Merparten av transporter med farligt gods österifrån, från Nacka och Värmdö, kör sannolikt via Södra Länken och vidare. De passerar då inte heller planområdet på Värmdöleden. Tidigare kan eventuellt transporter med bränsle från Bergs oljehamn haft målpunkter väster om planområdet, men oljehamnen håller nu på att avvecklas.

Utifrån ovanstående är uppskattningen att det är mycket få transporter med farligt gods på den del av Värmdöleden som passerar planområdet. Eventuella transporter bedöms huvudsakligen frakta brandfarliga vätskor i bulk. Leveranser av styckegods (färgburkar, kemikalier etc.) förekommer sannolikt också på vägen.

Avståndet mellan planområde och väggkant på Värmdöleden är som minst ca 30 meter. Avståndet till planerad bebyggelse är som minst ca 40 meter.

Sicklavägen

Sicklavägen utgör en sekundär transportled för farligt gods. Detta gäller även av- och påfartsramper till vägen. Vägen trafikeras av:

- transporter som ska västerut på Värmdöleden till exempelvis Henriksdals reningsverk och Stadsgårdshamnen. Dessa kör Sicklavägen via cirkulationsplatsen och ner på Värmdöleden. Avståndet till dessa vägar från planområdet är som minst ca 30 meter.
- transporter som ska österut på Värmdöleden och som kommer från nordvästra delen Hammarby Sjöstad utgör troligtvis extremt fåtal transporter. Avståndet mellan väg och bebyggelse inom planområdet är som minst ca 20 meter.

Sicklavägen ingår i Södra Länkens omledningsvägnät. Det innebär att trafik från Södra Länken till och från Nacka och Värmdö kommer att ledas om via Sicklavägen vid planerade eller oplanerade avstängningar. Dessa transporter kommer då att köra påfarten till Värmdöleden som går i direkt anslutning till planområdet på väg österut. Från Nacka och Värmdö kommer dessa transporter att köra via cirkulationsplatsen till Sicklavägens södergående körriktning och då passera minst 40 meter från planområdet.

Nedan görs en beskrivning av möjliga transporter på Sicklavägen och dess avfart.

Sicklavägen

Det finns ingen heltäckande information över hur stora mängder farligt gods som transporteras på de aktuella vägsträckorna. I maj och oktober 2015 genomfördes dock mätning av antalet farligt godsfordon vid 15 mätpunkter i Stockholm /4/. En av dessa mätpunkter omfattar Danvikstull ca 1 kilometer nordväst om aktuellt område. Transporterna som omfattas av mätningen genereras av verksamheter på Södermalm. De passerar med stor sannolikhet planområdet på Sicklavägen på vägen till och från respektive verksamhet. Även Henriksdals reningsverk genererar transporter med farligt gods på Sicklavägen. Dessa transporter omfattas inte av mätningen eftersom reningsverket ligger öster om mätpunkten. Se separat redovisning av dessa transporter senare i detta avsnitt.

Mätningarna från 2015 visar bland annat att merparten av trafiken sker utanför rusningstrafik. I Danvikstull utgjorde transporterna med farligt gods 0,8 % av den tunga trafiken. Den tunga trafiken utgjorde 2 % av det totala trafikflödet. Totalt passerade under maj 216 transporter med farligt gods, varav 51 % utgjordes av styckegods. Motsvarande värden i oktober var totalt 120 transporter, varav 46 % styckegods. Snittvärdet omräknat till årsbasis motsvarar 2 016 transporter med farligt gods per år och 48,5 % styckegods (motsvarar 978 transporter med styckegods per år). Vanligast förekommande ämnen var diesel, eldningsolja och liknande ämnen.

I tabell 3.3 redovisas fördelning mellan olika klasser utifrån genomförda mätningar uppräknat till år.

Tabell 3.3. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S med uppskattat antal transporter vid Danvikstull baserat på mätningar från 2015 uppräknade till årsflöde /4/. Endast klasser med registrerade transporter redovisas.

Klass	Ämne	Andel (%)	Antal transporter med farligt gods	Kommentar
3	Brandfarliga vätskor	46,7	942	Varav: 24,6 & dieselbränsle, dieselolja, eldningsolja 11,5 % bensen 7 % kolväten 2,4 % etanol
8	Frätande ämnen	0,9	19	T.ex. Natriumhydroxid
9	Övriga farliga ämnen	0,9 6,7 3,8	77	Miljöfarligt ämne
Styckegods		48,5	978	Ej särredovisat per ämnen
Totalt			2 016	

Sedan kartläggningen genomförts så har bensinstationen i Slussengaraget lagts ner. Det innebär sannolikt att samtliga transporter med bensen och etanol inte längre passerar aktuell mät punkt.

De verksamheter som i huvudsak ger upphov till transporter med farligt gods på Sicklavägen är:

- Färjetrafik vid Stadsgårdshamnen
Stadsgården består av Stadsgårdshamnen och Masthamnen. Vid dessa finns terminaler för färje- och kryssningstrafik. Det är framförallt Birka och Viking Line som bedriver trafik men under sommarhalvåret förekommer även annan kryssningstrafik. Endast passagerarfärjor förekommer i hamnarna. Ombord på dessa färjor kan även gods fraktas med lastbil. Reglerna kring hantering av farligt gods är dock strikta och följer den så kallade IMDG-koden vilken utgör bestämmelser fastställda av International Maritime Organisation (IMO). Andelen farligt gods på passagerarfärjorna är mycket begränsad och rör sig i huvudsak om styckegods /5/.

Fartygen tankas från sjösidan och inga tankbiltransporter med fartygsbränsle kör därför till hamnen.

- Henriksdals reningsverk
Vid Henriksdals reningsverk renas avloppsvatten från ca 780 000 personer i Stockholmsområdet. Reningen görs i bergrum medan slamtankar, röt-kammare och gasklocka finns ovan mark. Från slammet utvinns rågas som förädlas till biogas av Scandinavian Biogas. År 2012 framställdes 16 Miljoner Nm³ rågas där 15 Miljoner Nm³ förädlades till Biogas /6/.

Scandinavian Biogas är beläget på samma område som Henriksdals reningsverk. Scandinavian Biogas framställer biodrivmedel som driver av bland annat gasbussarna i Stockholm. Inom verksamheten lagras biogasen under tryck /6/. Scandinavian Biogas anläggning består främst av lager men även fyllning av gasflak för vidaretransport.

Till verksamheten förekommer det transporter lastade med ämnen klassade som farligt gods, dessa transporter passerar med stor sannolikhet planområdet på Sicklavägen. Transport av farligt gods med fordon från och till verket sker idag vid brist och överkapacitet av biogas, då tas naturgas in som reserv för fordonsdrift och vid överkapacitet körs biogas bort från anläggningen. Enligt uppgifter från Scandinavian biogas /7/ erhålls 1-2 leveranser av LNG varje månad. Dessa leveranser sker med tankbil lastade med 22 ton gas. Varje dag sker 1 transport av komprimerad biogas som transporteras på flak rymmandes 4 000-5 000 kubikmeter gas. Merparten av gasen levereras in i anläggningen, men det förekommer även att gas levereras ut till kunder.

Henriksdalsverket genomgår en modernisering. Denna kommer att leda till att gastransporterna till anläggningen minskar /7/.

- Enstaka mindre verksamheter som t.ex. järnaffär med försäljning av färger, sprayer etc. Genererar endast styckegodstransporter och i begränsad omfattning.

Sicklavägens påfart mot Värmdöleden österut

Även för denna vägsträcka saknas kartläggning över antalet transporter med farligt gods. Transporter kan enligt ovan utgöras av sådana som kommer från den nordvästra delen av Hammarby Sjöstad (mycket begränsat antal) och transporter som leds om vid avstängning av Södra Länken. Hur många transporter med farligt gods som leds om årligen finns det ingen statistik över.

Planerade avstängningar innebär att respektive huvudtunnelrör inklusive ramper stängs av nattetid. Båda huvudtunnelrören stängs inte av samtidigt. Planerade avstängningar sker 26 gånger per år /8/. Antalet akuta avstängningar av hela tunnelsystemet var under perioden 2004-2009 i medel 17 gånger per år /9/. Antalet transporter till följd av omledning av trafik från Södra Länken är troligtvis begränsad och omfattar då endast transporter till eller från Nacka och Värmdö.

Södra Länken är klassad som en primär transportled för farligt gods. Tunneldelarna av Södra Länken är klassade som kategori B tunnlar under dagtid (07-19), vilket innebär att transporter som kan leda till stora explosioner inte är tillåtna under denna tid. Övrig tid är tunneldelarna klassade som kategori A-tunnlar, vilket innebär att inga restriktioner finns /10/. Transporter som kan leda till mycket stor explosion anges i föreskrifterna bland annat vara vissa ämnen (dock inte alla) i klass 1, 2, 3, 4 och 5. Dessa transporter får inte heller transporteras på vägnätet genom Hammarby Sjöstad.

I tabell 3.4 redovisas antalet transporter med farligt gods på Södra Länken utifrån den mätning som genomfördes i maj och oktober 2015 /4/. I tabellen redovisas även en mycket grov uppskattning av antalet transporter på Sicklavägen till följd av omledning av trafik från Södra Länken. Uppskattningen förutsätter att varje avstängning varar i 4 timmar. Det innebär utifrån ovanstående en total tid för omledning på 172 timmar, vilket utgör ca 2 % av ett år. Uppskattningen utgår därför från att 2 % av transportererna leds om via Sicklavägen.

Tabell 3.4. Antal transporter per år med farligt gods på Södra Länken (utifrån mätning) samt på Sicklavägen (utifrån grov uppskattning).

Klass	Ämne	Kameradetektion för Södra Länken*	Sicklavägen till följd av omledning
1	Explosiva ämnen	0 ²	0
2	Gaser	2 923	58
3	Brandfarliga vätskor	53 609	1 072
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	266	5
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0	0
6	Giftiga ämnen	0	0
7	Radioaktiva ämnen	0	0
8	Frätande ämnen	598	12
9	Övriga farliga ämnen	3 388	68
Övr	Endast tom ADR skylt fram	5 646	113
Totalt		66 430	1 328

* Mätningen från 2015 inkluderar även transporter från Bergs oljehamn, vilken är under avveckling endast kommer vara i drift till 2036. Antalet transporter med klass 3 kommer därför vara betydligt lägre efter 2036. I nuläget innebär oljehamnen ca 36 000 transporter varje år.

Utifrån genomförd uppskattning av antalet transporter som leds om över Sicklavägen antas totalt 1 328 transporter med farligt gods per år ledas om över Sicklavägen. Det innebär i snitt 25 transporter per vecka eller 4 transporter om dagen. Om transportererna till Bergs oljehamn ska exkluderas (36 000 per år) så fås följande siffror: 597 transporter med farligt gods per år, 11 transporter per vecka samt 1-2 transporter per dag.

Framtid

När det gäller den framtida transportsituationen på omgivande vägar är den svår att förutspå. En grov bedömning är att antalet transporter med farligt gods bedöms minska. Bland annat till följd av den förtätning av bostäder som görs vilket kommer medföra ett minskat antal små industrier.

Möjligen kan antalet transporter med fordonsgas öka till följd av en eventuell omställning till fossilfritt drivmedel och ett ökat kundunderlag för drivmedel i områden utmed aktuella vägar.

3.4 Tvärbanan

I Uddvägens förlängning går Tvärbanan som i höjd med planområdets nordöstra del ansluter till Värmdövägen och fortsätter österut utmed denna. Tvärbanan består av två spår och trafikerar endast av persontrafik (spårväg). Maximal hastighet för tvärbanan är 80 km/tim när banan går på egen banvall. I höjd med planområdets nordöstra gräns gör Tvärbanan en skarp sväng österut. Detta innebär sannolikt att en lägre hastighet hålls. Planområdet ligger i ytterkurvan.

Banan är försedd med ATC (Automatic Train Control) som är ett tekniskt system som ser till att lokföraren inte överskrider gällande hastighet eller passerar en stoppsignal. Tvärbanan trafikeras av vagnar av typen A32 och A 35 som är ca 30 meter långa och som har plats för maximalt 211 passagerare. Turtätheten på Tvärbanan är var 7-8:e minut under högtrafik och annars var tionde minut i vardera riktningen.

Utmed planområdet ligger Tvärbanan lite upphöjt och är försedd med en stödmur utmed hela sträckan. Avstånd till närmaste byggnad inom planområdet är 17 meter.

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är följande riskkällor som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet.

1. Olycka vid transport av farligt gods på
 - a. Värmdöleden
 - b. Sicklavägen
 - c. Sicklavägens ramp mot Värmdöleden
2. Ursparning och tågbrand på Tvärbanan

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Transportleder för farligt gods

Olycka med farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S /3/.

I tabell 4.1 nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Nedan görs en kort bedömning utifrån genomförd kartläggning av transporter med farligt gods för de olika vägvagnsnitten.

Värmdöleden

Enligt kartläggningen har det inte identifierats några självklara start- och målpunkter som kan ge upphov till transporter med farligt gods på den aktuella delen av Värmdöleden. Enligt mätningen från 2015 passerade ca 3 transporter med diesel, eldningsolja och liknande produkter mätpunkten i Danvikstull. En del av dessa skulle även kunna passera aktuell del av Värmdöleden. Denna typ av ämnen har hög flampunkt och antänds inte så lätt vid ett läckage. Avståndet till planområdets gräns är dessutom som minst ca 30 meter, avståndet till planerad bebyggelse är ca 40 meter. Vägen ligger dessutom i stora delar lägre än planområdet och med två mellanliggande vägar. Avrinning av utläckta vätskor mot planområdet kan därför inte ske (se figur 4.1). Ovanförhängande vägbro kommer också att dämpa skadeutbredningen vid en eventuell olycka.



Figur 4.1. Vy från Värmdöleden mot planområdet (källa: Google Maps).

Påverkan på risknivån inom planområdet med hänsyn till transporter med farligt gods på Värmdöleden bedöms utifrån detta vara mycket liten. Någon framtida förändring som kan medföra ett ökat antal transporter med farligt gods på den aktuella sträckan har inte identifierats.

Bedömningen blir därför att ett skyddsavstånd på 25 meter till bebyggelse och Värmdöledens huvudkörbanan och annan stadigvarande verksamhet inom planområdet är tillräcklig för att uppnå en acceptabel säkerhet med hänsyn till närheten till Värmdöleden. Någon vidare analys av denna farligt godsled bedöms därför inte nödvändig i det fortsatta arbetet med utveckling av området.

Sicklavägen

Antalet regelbundna transporter uppskattas i stort kunna motsvara de mätningar som genomfördes 2015 vid Danvikstull, vilket innebär ca 6 transporter med farligt gods per dag. Sannolikt är dock siffran lägre idag eftersom en bensinstation som innebar transporter förbi mätpunkten har lagts ner. Transporterna omfattar huvudsakligen ämnen som ger upphov till korta skadeområden vid en olycka. Avståndet till planområdet är 30-40 meter. Avståndet till bebyggelse är som minst 45 meter.

Påverkan på risknivån inom planområdet med hänsyn till transporter med farligt gods på Sicklavägen bedöms utifrån ovanstående vara begränsad. Framtida förändringar i transportmönstret skulle kunna vara förändring i tankning av färjetrafiken samt förändrad verksamhet vid Henriksdals reningsverk. Förändringar kan både medföra ett ökat och ett minskat antal transporter med farligt gods.

Transporterna på Sicklavägens påverkan på risknivån inom området bedöms nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys. En sådan analys redovisas i avsnitt 5. Transporter på vägen omfattar enligt tidigare huvudsakligen transporter med LNG (tankbil) och biogas (flak) till Henriksdalsverket.

Sicklavägens påfart mot Värmdöleden

Påfarten trafikeras enligt genomförd inventering huvudsakligen av transporter som omleds från Södra Länken i samband med planerade och oplanerade avstängningar. Antalet transporter är begränsat men kan omfatta samtliga klasser. Avståndet till planområdet är kort, endast ca 10 meter. Avståndet till planerad bebyggelse är som minst ca 20 meter (kontor).

Den övergripande bedömningen utifrån genomförd inventering är att påverkan på risknivån inom planområdet är begränsad men att vägavsnittet bör studeras vidare i en fördjupad analys. En sådan analys redovisas i avsnitt 5. Transporter på vägen omfattar enligt riskinventeringen de transporter som omleds när Södra Länken är avstängd (se tabell 3.4). Utifrån bedömningen i tabell 4.1 är det endast olyckor med ämnen ur klass 2 och 3 som därmed blir aktuellt att studera för påfarten. Några transporter med klass 1 och 5 har inte identifierats på aktuell vägsträcka.

4.3.2 Urspårning på Tvärbanan

Frekvens

Sannolikheten för urspårning är mycket låg till följd av bland annat:

- hastigheten genom området är relativt låg på grund av närheten till skarp kurva utmed planområdet (Skarpa kurvor kan dock innebära en ökad risk för urspårning).
- det förekommer inga växlar på aktuell sträcka

Konsekvens

På Tvärbanan förekommer enbart persontrafik. Olyckshändelse som kan påverka planområdet utgörs av att ett urspårat tåg lämnar spårområdet och kolliderar med människor eller byggnader. Det kortaste avståndet till byggnad är i detta fall 14 meter till befintlig byggnad och 17 meter till ny byggnad. Spårområdet ligger utmed större delen av sträckan högre än marknivån inom planområdet. Konstruktionen innebär att det finns en stödmur utmed hela den aktuella sträckan.

En urspårad spårsvagn hamnar sällan längre från spåret än en vagnslängd. Tågen består av tre sammanlänkade enheter med en total längd om 3x30 meter. Hastigheten på banan är maximalt 80 km/tim, troligtvis lägre förbi aktuellt område med hänsyn till närhet kurva utmed nordöstra hörnet av planområdet (planområdet är placerat på utsidan av kurvan). För att beräkna det vinkelräta avståndet som ett tåg kan spåra ur används formeln $V^{0,55} / 11$. Där V är hastigheten vid urspårningsögonblicket. Vid en hastighet på 80 km/tim fås ett urspårningsavstånd på 11,1 meter. Byggnader eller människor inom urspårningsavståndet kan skadas.

Beräkningsformlen används dock normalt för att räkna urspårningsavståndet för tåg och inte spårväg. Tågvikten för spårvagnar är betydligt lägre än för gods- och persontåg som trafikerar järnväg. Ett urspårat tåg bedöms därför inte hamna lika långt från spåret som formeln ovan visar. Sannolikt blir urspårningsavståndet mindre än 11 meter. Den lägre tågvikten innebär också att omfattningen av skador på byggnader blir mindre eftersom den totala kraften blir lägre.

Bedömningen utifrån ovanstående är att eventuella konsekvenser inom planområdet till följd av en urspårningsolycka blir mycket små. Främst baseras det på avståndet till byggnader inom planområdet. Någon betydande risk för att byggnader ska träffas och skadas av ett urspårat tåg bedöms inte föreligga. Inte heller bedöms människor som vistas utomhus i direkt anslutning till byggnader utsättas för en oacceptabel risk till följd av närheten till tvärbanans spårområde.

Enligt den kvalitativa riskuppskattningen som genomförts för Tvärbanans Kistagren /12/ så behöver risken för urspårning studeras mer i detalj vid placering av byggnader inom 10-15 meter från spåret. Vid avstånd över 15 meter behöver risken inte utredas utan anses acceptabel. Bebyggelse inom planområdet ligger minst 17 meter från närmaste spårmitt. Ytor utomhus ligger på ca 9-10 meters avstånd, scenariot kommer därför att studeras vidare i en fördjupad analys (se avsnitt 5).

Närheten till kontaktledningarna kan också innebära förekomst av elektriska magnetfält vilket kan behöva beaktas vid planering av verksamheter i anslutning till spåret men det utgör inte någon akut olyckshändelse som är fokus i denna analys och har därför inte studerats.

SL som äger spåren kan också ha krav på skyddsavstånd för åtkomst för underhåll m.m. på banan.

Det är viktigt att beakta åtkomst för räddningstjänst vid placering av byggnader nära spårområdet då det kan vara svårt att använda deras utrustning nära kontaktledningarna. Exempelvis måste skyddsjordning ske om stegutrymning ska ske i närheten av kontaktledningarna.

Sammanfattning

Den övergripande bedömningen är att sannolikheten för olycka är låg och eventuella konsekvenser av en olycka inom planområdet är mycket små. Påverkan mot planområdet kan inte uteslutas. Scenariot kommer därför studeras vidare i en fördjupad analys, se avsnitt 5.

4.3.3 Brand i spårvagn

I underredet till en spårvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder är bland annat tekniska fel som t.ex. el-, motor- eller bromsfel. Bränder kan också starta inne i spårvagnen, till följd av t.ex. elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brandorsak.

Frekvens

Med hänsyn till resenärernas säkerhet så följer utformningen av spårvagnar strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder. Reglerna omfattar brandkrav som syftar till att förhindra både antändning och brandspridning i spårvagnen. Detta innebär att sannolikheten för en fullt utvecklad spårvagnsbrand är mycket låg.

Sannolikheten för att en brand i spårvagn, som sprider sig till intilliggande bebyggelse, leder till att personer inomhus omkommer bedöms vara mycket låg.

Konsekvens

En tågbrand innebär hög värmestrålning som kan leda till antändning av brännbart material inne i byggnader nära spåret, vilket kan skada leda till personskador och vidare brandspridning.

Om vinden ligger på mot fel håll kan även brandgaser spridas in i byggnader närmast spåret.

Konsekvenserna är beroende av brandens omfattning. För att kritisk värmestrålning ska uppnås inom planområdet krävs en omfattande tågbrand. De mest troliga brandscenarierna består av små bränder som har begränsad påverkan på omgivningen. Vagnarna är också utförda för att försvåra uppkomst och spridning av brand och vagnens chassi innebär att en brand i tågvaggen fördröjs innan omgivningen påverkas.

I tidigare utredningar avseende utbyggnaden av Tvärbanan bedöms en fullt utvecklad spårvagnsbrand kunna uppnå en maximal brandeffekt på ca 15 MW. Den maximala brandeffekten baseras på fullskaleförsöken från EUREKA. Detta motsvarar ungefär brand i en buss /13/.

Enligt den kvalitativa riskanalysen som genomförts för Tvärbanans Kistagren /12/ så behöver risken för brand studeras mer i detalj vid placering av byggnader inom ca 10 meter från spåret.

Sammanfattning

Riskbidraget för personer inomhus från en brand på Tvärbanan bedöms utifrån ovanstående vara litet. Scenariot kan exempelvis jämföras med sannolikheten för skador vid händelse av en större fordonsbrand i nära anslutning till bebyggelse.

Sannolikheten för olycka är dessutom mycket låg. Scenariot bedöms utifrån ovanstående inte vara nödvändigt att studera vidare i en fördjupad analys.

4.4 Sammanfattning inledande analys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa olycksrisker. Av de identifierade riskerna i anslutning till området har följande bedömts vara av sådan omfattning att mer detaljerade analyser bedömts nödvändiga:

- Olycka vid transport av farligt gods på Sicklavägen
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas från tankbil resp. gasflak (klass 2.1)
- Olycka vid farligt gods på Sicklavägens påfart mot Värmdöelden
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas från tankbil (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Ursårning från Tvärbanan

En fördjupad analys redovisas i avsnitt 5.

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Allmänt

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper. Underlag till beräkningar, valda metoder samt beräkningarna redovisas i bilaga A och B.

Frekvens- och konsekvensberäkningarna vägs sedan samman och redovisas i form av individrisk och samhällsrisk.

5.2 Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk och samhällsrisk.

5.2.1 Individrisk

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Individrisken beräknas för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framförliggande bebyggelse (vare sig befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

5.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

Liksom individrisken beräknas samhällsrisken utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc.

Acceptanskriterierna för samhällsrisk avser 1 km² med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km väg. Samhällsrisken beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

Konsekvenserna kommer att beräknas för planerat utförandealternativ med planerad bebyggelse och markanvändning inom det studerade området.

5.2.3 Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier. Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt gods-leder rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk /14/* används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en väg-/järnvägssträcka på 1 km
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10^{-5}	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10^{-7}	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en lägre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt *Värdering av risk /14/* bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så utgår riskanalysen från att risknivåer inom den nedre halvan av ALARP kan accepteras för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter utan behov av säkerhetshöjande åtgärder eftersom den faktiska individrisken för personer inom dessa verksamheter är betydligt lägre än den beräknade. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt *Värdering av risk /14/* så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

5.2.4 Hantering av osäkerheter

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varieras på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

Känslighetsanalysen redovisas i avsnitt 5.5.

5.3 Resultat av riskberäkningar

5.3.1 Individrisk

Beräkning

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från respektive riskkälla. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

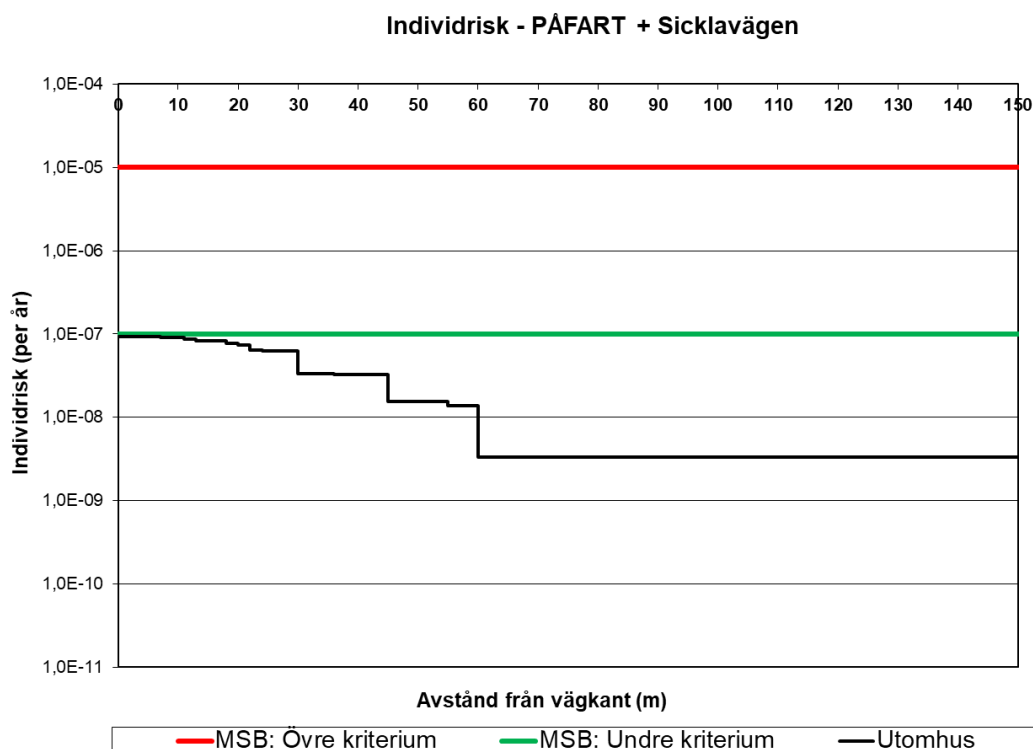
1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområdena för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.

3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

Resultat

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Sicklavägen och påfarten mot Värmdöleden. Avståndet i figurerna utgår från närmaste väggkant. Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus (se figur 5.1).



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed aktuella vägar.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.3.2 Samhällsrisk

Beräkning av samhällsrisk

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på aktuella vägar. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsrisken beräknas för planerat planförslag med planerad bebyggelse och markanvändning inom det aktuella området.

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsrisken, framförallt med avseende på konsekvensernas storlek vid händelse av en olycka. Enligt bilaga B har konsekvensberäkningarna genomförts konservativt med avseende på den nya bebyggelsen:

- Respektive skadescenario antas inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan väg och bebyggelse inom planområdet. Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade vägsträckan (1 000 meter) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olyckan inträffar vara låg.

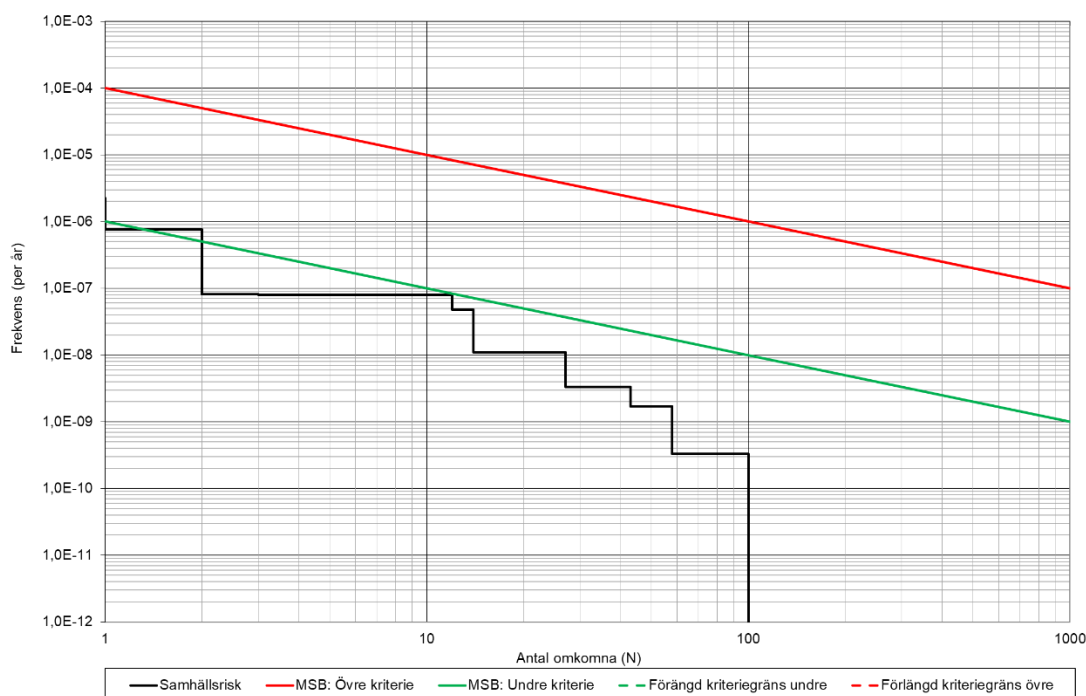
Vid sammanställningen av samhällsrisken för de studerade riskkällorna antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på respektive vägsträcka som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

- Skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser samt urspårning blir inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet.

Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden på motstående sida om de studerade riskkällorna kan konsekvenserna bli annorlunda om olyckan riktas åt motsatt håll. Vid sammanställningen av samhällsrisk för de studerade riskkällorna antas dock att konsekvenserna kan inträffa oavsett åt vilket håll som olyckan riktas.

Resultat

I figur 5.2 redovisas den beräknade samhällsrisk utmed studerade vägar. Samhällsrisk presenteras med planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet samt omkringliggande bebyggelse. Beräkningarna har gjorts för dagens trafik.



Figur 5.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Sicklavägen samt dess påfart mot Värmdöleden.

(Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.4 Värdering av risk

Jämfört med tillämpade acceptanskriterier är olycksriskerna förknippade med studerade vägar acceptabelt avseende individrisk samt i huvudsak acceptabelt även avseende samhällsrisk. Risknivån för samhällsrisk tangerar den nedre kriteriegränsen. Störst bidrag till risknivån har olyckor med brännbara gaser. När det gäller transporter med dessa ämnen har transporter som sker på Sicklavägen förutsatts ske på påfarten mot Värmdöleden samt den totala andelen tankbilstransporter förutsatts vara större än vad leveranserna till Henriksdalsverket medför.

Bebyggelsen inom planområdet innebär att avsteg görs från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd. Med anledning av detta kan säkerhetshöjande åtgärder vara nödvändiga att genomföra.

När det gäller risken för urspårning har denna bedömts ske med låg frekvens och ett urspårat tåg kommer inte hamna så långt från spåret att ytor för stadigvarande vistelse (inomhus och utomhus) påverkas. Något behov av säkerhetshöjande åtgärder avseende risken för urspårning bedöms därmed inte nödvändiga att vidta.

5.5 Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- ***Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet***

Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter främst vad gäller antalet transporter av respektive farligt godsklass.

Den totala mängden farligt gods samt fördelningen mellan respektive klass har uppskattats utifrån genomförd mätning 2015 samt information från verksamheter inom aktuella vägars upptagningsområden.

- ***Val av olycksscenarier, konsekvensberäkningar***

Även konsekvensberäkningarna omfattar relativt stora osäkerheter, vilket bl.a. är beroende av bedömningar av skadeområdet samt förväntat antal omkomna för de studerade skadescenarierna.

Generellt så bedöms de skadescenarier och förutsättningar som studeras inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. Beräkningarna av förväntat antal omkomna utförs med grova antaganden om bl.a. en jämn fördelning av persontätheten inom det aktuella området med utgångspunkt från närmaste bebyggelse respektive närmaste yta som kan uppmuntra till stadigvarande vistelse utomhus. Att avståndet mellan riskkälla och bebyggelse kan variera utmed den studerade sträckan beaktas endast i begränsad utsträckning.

Konsekvenserna av respektive skadescenario har beräknats utifrån förutsättningen att det bedöms inträffa där det gör som mest skada inom det aktuella planområdet.

- ***Uppskattat personantal***

Personantalet har uppskattats utifrån planerade volymer inom planområdet. Utgångspunkten har sedan varit att motsvarande persontätheter även gäller för omkringliggande områden eftersom dessa kommer att exploateras med liknande bebyggelse.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används enligt ovan konservativa uppskattningar, både i frekvens- och konsekvensberäkningarna. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden tillsammans innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

I avsnitt 5.5.1 redovisas en övergripande känslighetsanalys för att belysa robustheten i antagna förutsättningar.

5.5.1 Känslighetsanalys

Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisk.

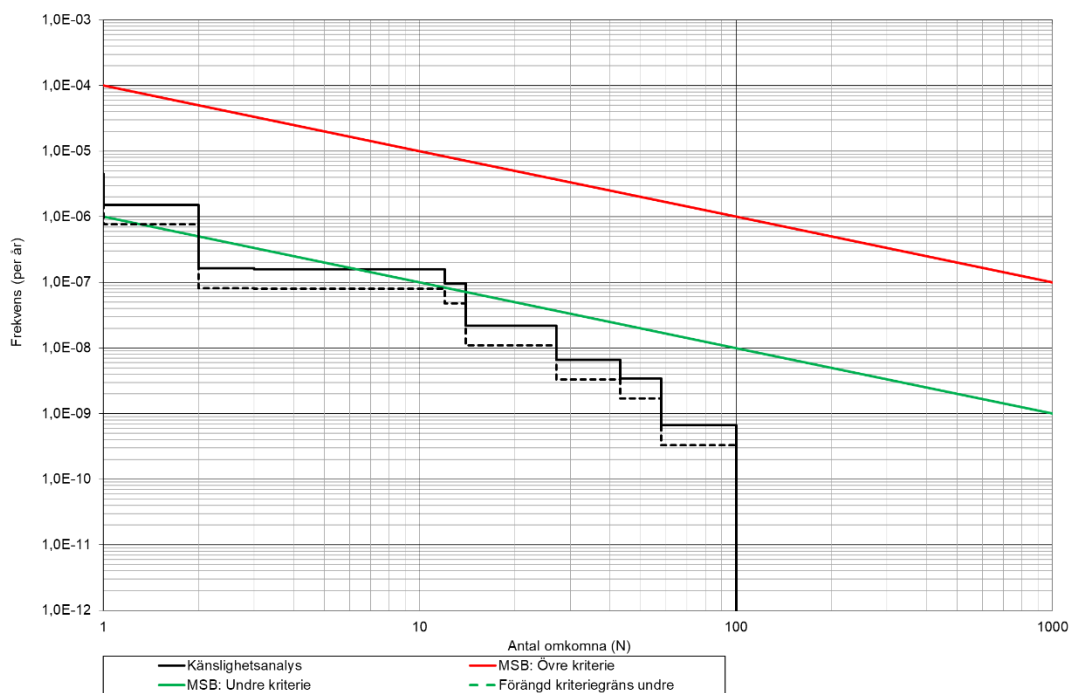
Känslighetsanalysen beaktar följande olycksscenarioer:

Förändrat transportantal

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på angränsande riskkällor. Känslighetsanalysen beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass enligt följande:

- Det uppskattade antalet farligt godstransporter på studerade vägar antas öka med en faktor 2 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna. Det innebär att antalet transporter ökar från 874 till 1 748 transporter per år.

Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisk och redovisas i figur 5.3.



Figur 5.3. Känslighetsanalys som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Sicklavägen samt dess påfart mot Värmdöleden. Antalet transporter med farligt gods har dubblats. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

En dubbling av antalet transporter med farligt gods medför att en något större del av samhällsrisknivån hamnar inom den nedre delen av ALARP. Det visar att det krävs en mycket stor ökning av antalet transporter för att risknivån ska bli acceptabel.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

Enligt den fördjupade riskanalysen kan åtgärder bli nödvändiga med hänsyn till att avsteg görs från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd.

Behov och omfattning av åtgärder behöver diskuteras utifrån planerad markanvändning, aktuella skyddsavstånd, identifierade risker samt beräknad risknivå. Med utgångspunkt från ovanstående resonemang redovisas därför i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen.

6.2 Allmänna åtgärder

6.2.1 Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning

Riktlinjer

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se figur 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas.

Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavstånden underskrids samt vilka olycksrisker som behöver beaktas. Syftet med åtgärderna är att reducera det "nettotillskott" av oönskade händelser som avsteget medför i förhållande till om riktlinjerna skulle följas, se vidare avsnitt 6.4.

Även obebyggda ytor i närheten av en riskkälla behöver utformas med hänsyn tagen till riskpåverkan.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Den nya bebyggelsen innebär att avsteg görs från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd till transportled för farligt gods (25 meter bebyggelsefritt, 40 meter till kontor och 75 meter till bostäder). Risknivån är dock så låg att aktuella avsteg bör kunna accepteras. Det rekommenderas dock att byggnadstekniska åtgärder vidtas för att ytterligare reducera risker från omgivande transportleder för farligt gods.

När det gäller närhet till Tvärbanan bedöms denna ha mycket liten påverkan på risknivån inom planområdet. Inga åtgärder bedöms därför vara nödvändiga att vidta med hänsyn till närheten till Tvärbanan.

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.5.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en förhöjd risknivå inom de aktuella områdena. För att acceptera avstegen samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder.

6.3.1 Utrymning

Riktlinjer

Utrymningsstrategin för bebyggelse i anslutning till en riskkälla kan behöva beakta möjliga externa olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar behöver dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på angränsande riskkällor (järnväg, farligt godsled, farlig verksamhet).

Bedömning utifrån studerat planförslag

Ovanstående innebär att ny bebyggelse inom planområdet som vetter direkt mot Sicklavägen och dess påfart mot Värmdöleden (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse eller avskärmning) och som inte uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från vägen.

Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in.

För bebyggelse som inte vetter direkt mot riskkällan bedöms ovanstående åtgärd ha en begränsad effekt eftersom framförliggande bebyggelse har en avskärmade effekt som ökar möjligheten att utrymma bakomliggande byggnader.

Utrymning via fönster med räddningstjänstens stegutrustning uppfyller inte syftet med ovanstående åtgärdsförslag. Vidare bör det beaktas att om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart utrymningsvägar, som utgörs av trapphus som vetter mot riskkällan, så behöver fasaden mot riskkällan utformas så att strålningsnivån på utrymmande inte överstiger 2,5 kW/m² vid ett brandscenario med brännbara gaser eller brandfarliga vätskor.

6.3.2 Skydd mot brandspridning

Riktlinjer

För att minska sannolikheten att en brand (olycka med brännbar gas, brandfarlig vätska m.m.) sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförliggande bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Enligt den fördjupade riskbedömningen har transporter med brännbara gaser påverkan på risknivån. Risknivån är dock låg och helt acceptabel avseende individrisk och i stort sett helt avseende samhällsrisk. Det bedöms ändå rimligt att ställa krav på byggnaders fasader så att risken för brandspridning in i byggnaderna minimeras. Bebyggelsen närmast påfarten kommer i stora delar att skydda bakomliggande bebyggelse varför det endast bedöms nödvändigt att ställa kravet på dessa byggnader. Bakomliggande byggnader ligger minst 60 meter från påfarten. För att begränsa risken för brandspridning vid yttre påverkan rekommenderas därför att fasader som vetter direkt mot påfarten och Sicklavägen inom 30 meter utföras i obrännbart material alternativt med konstruktioner som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Fönster bör utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Åtgärdsförslaget gäller för ny bebyggelse som inte uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd.

Det är tillåtet att utföra aktuella fönster öppningsbara. Bedömningen utgår från en sammanvägning av risknivån samt att sannolikheten uppskattas vara låg för att fönster är öppna under längre tid. Det ska observeras att krav på brandklassade fönster enligt BBR generellt innebär att fönstren endast får vara öppningsbara med verktyg, nyckel eller liknande för att möjliggöra underhåll och rengöring. Det är därför väsentligt att det framgår i detaljplan eller i planbeskrivning att aktuella fönster tillåts vara öppningsbara även utan verktyg, nyckel eller liknande. Om detta inte framgår finns risk för att det i byggprocessen uppstår problem om krav på brandklassade fönster formuleras utifrån krav i BBR.

För att säkerställa att utrymning kan ske på tillfredställande sätt vid en olycka på studerade vägar bör detta säkerställas i plankartan, se vidare avsnitt 6.4.

6.3.3 Skydd mot spridning av gaser

Riktlinjer

Beroende på gastyp går det att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta ventilationstekniska åtgärder för att begränsa risken för spridning av brandgaser samt brännbara och giftiga gaser in i byggnader. De åtgärder som ofta föreslås innebär att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på den närliggande riskkällan, t.ex. bort från riskkällan alternativt på tak. Om ventilationssystemet utförs mekaniskt så kan det dessutom utformas så att det på ett enkelt sätt kan stängas av, genom exempelvis central nödavstängning.

För olycka med brännbara gaser går det enligt ovan att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta byggnadstekniska åtgärder som förhindrar brandspridning.

Andra möjliga åtgärder för att försvåra inläckage av hälsofarlig gas i byggnaderna kan vara att inte göra fönster mot vägen öppningsbara samt att placera gasdetektorer i fasaden mot vägen. Gasdetektorer som placeras i fasaden kan kopplas till ventilationen så att den stängs av vid detektion av gas. Problemet är vilka gaser som ska detekteras. Vissa gaser är tunga och vissa lätta, placeringen av gasdetektorer är därför inte självklar. Gasdetektorer kräver regelbundet underhåll, vilket innebär ytterligare en funktion som ska ingå i byggnadernas drift- och underhållsarbete. Effekten på risknivån av att placera gasdetektorer i fasad är mycket begränsad. Detta i kombination med den kostnad och de osäkerheter i utförande som åtgärden medför innebär att den inte bedöms vara lämplig eller rimlig att genomföra.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Enligt riskanalysen har brännbara gaser störst påverkan på risknivån. Det är osäkert hur stor riskreducerande effekt som de ventilationstekniska åtgärderna innebär för aktuella

skadescenarier. Åtgärderna bedöms dock normalt innebära relativt låga kostnader och inkräktar inte mer än marginellt på byggnadsutformningen.

Med hänsyn till rimligheten i att vidta åtgärder i förhållande till riskbidraget och risknivå samt de planerade verksamheterna inom det studerade området så rekommenderas att åtgärder som skyddar mot gasspridning vid olycka på Sicklavägen och påfarten mot Värmdöleden vidtas för ny bebyggelse som vetter direkt mot dessa vägar utan skyddande framföriggande bebyggelse eller annan avskärmning. Åtgärdsförslaget gäller för ny bebyggelse som inte uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd. Denna åtgärd bedöms på grund av den begränsade kostnaden vara rimlig att utföra för bebyggelse inom 40 (kontor) respektive 75 meter (bostäder). Placering av friskluftsintag görs lämpligen mot en trygg sida eller på tak. Även placering högt upp i fasad i Tornen är en acceptabel lösning.

6.3.4 Skydd mot explosion

Riktlinjer

För explosioner där konsekvenserna kan bli stora på stora avstånd kan effekten mildras genom att byggnaderna konstrueras med hänsyn till höga tryck. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på seghet/deformationsförmåga i stommen samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen.

Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder är att fönster förses med härdat och laminerat glas alternativt trycktåligt glas. Detta förhindrar att människor innanför fönster skadas till följd av att glas trycks in i byggnaden till följd av tryckvågen.

Bedömning utifrån studerat förslag

Ovanstående åtgärdsförslag innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Enligt riskanalysen förekommer inga transporter med explosiva ämnen eller oxiderande ämnen och organiska peroxider på studerade vägar. Tryck kan även uppstå vid BLEVE och gasmolnexplosion. Sannolikheten för dessa händelser är dock låg. Det tryck som uppstår är också lägre än vid en explosion med explosiva ämnen. Åtgärder som lindrar effekterna av en explosion är generellt mycket kostsamma och omfattar exempelvis trycktåliga glas och stabila stomsystem. Med tanke på den låga risknivån bedöms inte explosionsbegränsande åtgärder vara motiverade att vidta för den aktuella bebyggelsen.

6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom det aktuella planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas:

Nedanstående åtgärder avser utmed Sicklavägen och dess påfart mot Värmdöleden. Avstånd mäts från närmaste väggkant.

- Ytor mellan ny bebyggelse och Sicklavägen och dess påfart ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 30 meter från Sicklavägen och dess påfart mot Värmdöleden ska byggnader utföras med följande åtgärder:
 - o Från samtliga utrymmen för stadigvarande vistelse ska det finnas åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från aktuella vägar.

- Fasader utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.
- Fönster i fasader utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster tillåts vara öppningsbara.
- Inom 40 (kontor) respektive 75 (bostäder) meter ska friskluftsintag till utrymmen för stadigvarande vistelse placeras mot en trygg sida, d.v.s. bort från aktuella vägar alternativt på byggnadernas tak (även placering högt upp i fasad i Tornen accepteras).

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

6.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av eventuella gasutsläpp genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom skyddsavstånd och brandskyddstekniska åtgärder.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

7. Slutsatser

Utifrån genomförd analys av möjliga risker i aktuell detaljplans närvaro konstateras att antalet transporter med farligt gods på omgivande vägar är begränsat. Det råder dock viss osäkerhet kring hur stort antal transporter som passerar området varje år.

De uppskattningar och bedömningar som har genomförts har gjorts för att vara på den säkra sidan. Beräknade risknivåer är också låga och i huvudsak acceptabla. Det är endast delar av samhällsrisknivån som ligger inom ALARP. Risknivån är inte i någon del oacceptabel.

Med syfte att ytterligare reducera risknivån samt kompensera för de avsteg som görs från rekommenderade skyddsavstånd föreslås att säkerhetshöjande åtgärder vidtas. Förslaget på åtgärder redovisas i avsnitt 6.4. Med föreslagna åtgärder bedöms risknivån inom området vara tolerabel och bebyggelsen bör kunna uppföras i enlighet med studerat planförslag utan att människor utsätts för oacceptabla risker.

Genomförd känslighetsanalys visar också att även en dubbling av antalet transporter inte i någon stor utsträckning påverkar risknivån. En så pass stor ökning skulle därmed inte föranleda högre krav på skyddsavstånd eller riskreducerande åtgärder än vad som redovisas i analysen.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

9. Referenser

-
- /1/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
 - /2/ Årsmedelsdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Trafikverkets hemsida – www.trafikverket.se, besökt: 2022-01-18
 - /3/ ADR-S 2021 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2020:9, 2020
 - /4/ Analyser av transporter med farligt gods, mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015, WSP, 2016-0427
 - /5/ Farligt gods, www.vikingline.com, besökt: 2022-01-19
 - /6/ Scandinavian Biogas. Vi producerar biogas. <https://scandinavianbiogas.com/var-affar/>. Hämtad 2022-01-19
 - /7/ Carl Tullberg. Scandinavian Biogas. Telefonsamtal 2021-10-06.
 - /8/ Tunneltvätt Södra Länken, www.svevia.se, besökt: 2019-12-11
 - /9/ Uppgifter om avstängningar av Södra länken, ej planerade trafikrestriktioner under perioden november 2004 till oktober 2009 (erhållna av Swepro Project Management AB, 2009-11-05)
 - /10/ Riskbedömning FAGO-påverkan på bebyggelse vid Södra Länken, Faveo projektledning, 2011-03-17
 - /11/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002
 - /12/ PM Risk och Säkerhet – Tvärbana Kistagrenen, Brandskyddslaget, Underlagshandling daterad 2015-05-18
 - /13/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999
 - /14/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Uppdragsnamn

Nacka Port

Uppdragsgivare

Nacka Port Fastighets AB

Uppdragsnummer

504907

Datum

2022-04-20

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2022-04-20

Internkontroll

EMM 2022-02-04

BILAGA A - Frekvensberäkningar

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det aktuella planområdet. I den inledande analysen (se kapitel 4 i huvudrapporten) bedöms att en fördjupad analys av följande scenarier är nödvändig:

Sicklavägen

- Utsläpp och antändning av brännbar gas (tankbil/flak) (klass 2.1)

Sicklavägens påfart till Värmdöleden

- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Tvärbanan

- Urspårning

2. Indata - Sicklavägen

2.1 Allmänt

I höjd med planområdet utgörs Sicklavägen av två filer i vardera riktningen. De båda körriktningarna är åtskilda av en mittbarriär. På sidan mot planområdet finns ett avåkningsräcke.

Hastighetsbegränsningen på den aktuella sträckan är 50 km/h.

Enligt trafikmätningar från Trafikverket för år 2017 så var årsmedeldygnstrafiken på aktuell del av Sicklavägen 14 630 fordon per dygn summerat i båda körriktningarna varav 11 % utgjordes av tung trafik /1/.

2.2 Transport av farligt gods

Sicklavägen utgör en sekundär transportled för farligt gods. Det sekundära vägnätet är främst till för transporter till och från specifika verksamheter och nyttjas generellt inte för genomfartstransporter.

2.2.1 Indata till frekvensberäkningarna

Den fördjupade riskanalysen baseras på trafiksiffror för nuläget.

/1/ Årsmedeldygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Trafikverkets hemsida www.trafikverket.se, uppgifter hämtade 2022-01-31

Utifrån genomförd riskinventering (se avsnitt 3.3 i huvudrapporten) konstateras att transporter med farligt gods på Sicklavägen huvudsakligen utgörs av transporter med styckegods, LNG (naturgas) i tankbil (22 ton) eller gasflak med biogas. Totalt rör det sig om 12-24 leveranser av LNG och ca 365 leveranser av gasflak per år. Detta kommer att utgöra indata till beräkning av olycksfrekvens med farligt gods på Sicklavägen. Antalet styckegodstransporter är okänt.

3. Indata - påfart till Värmdöleden

3.1 Allmänt

I höjd med planområdet utgörs Sicklavägens påfart till Värmdöleden av en fil. På sidan mot planområdet finns ett avåkningsräcke.

Hastighetsbegränsningen på den aktuella sträckan är 70 km/h.

Trafikverkets mätningar visar inga specifika uppgifter för trafiken på påfarten. Trafikflödet uppskattas grovt till att motsvara det flöde som enligt mätning förekommer på Sicklavägen riktning norrut (närmast planområdet). Det innebär ett flöde på 8 120 fordon per dygn varav ca 11 % utgör tung trafik /2/.

Utmed huvuddelen av planområdet ligger påfarten högre än marknivån inom planområdet. I den nordvästra delen ligger vägen lägre än den gång- och cykelväg som går mellan påfarten och planområdet.

3.2 Transport av farligt gods

Påfarten är klassad som en sekundär transportled för farligt gods.

3.2.1 Indata till frekvensberäkningarna

Den fördjupade riskanalysen baseras på trafiksiffror för nuläget.

Utifrån genomförd riskinventering (se avsnitt 3.3 i huvudrapporten) konstateras att transporter med farligt gods på Sicklavägen huvudsakligen utgörs av trafik som omleds från Södra Länken när denna är avstängd. Det har grovt uppskattats inträffa ca 2 % av tiden. I tabell A.1 redovisas uppskattat antal transport med farligt gods på Sicklavägens påfart mot Värmdöleden. Utgångspunkten är insamlad data från kameraövervakning 2015 med hänsyn tagen till att Bergs oljehamn har lagts ner (se resonemang i huvudrapporten).

Tabell A.1. Uppskattat antal transporter per år med farligt gods på Sicklavägens påfart mot Värmdöleden.

Klass	Ämne	Sicklavägen till följd av omledning
1	Explosiva ämnen	0
2	Gaser	58
3	Brandfarliga vätskor	342
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	5
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0
6	Giftiga ämnen	0

/2/ Årsmedelsdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Trafikverkets hemsida www.trafikverket.se, uppgifter hämtade 2022-01-31

7	Radioaktiva ämnen	0
8	Frätande ämnen	12
9	Övriga farliga ämnen	68
Övr	Endast tom ADR skylt fram	113
Totalt		1 328

4. Beräkningar Trafikolycka

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på den aktuella vägsträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods.

Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /3/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt 2 och 3 avseende faktorerna:

- Antal fordonkilometer (fkm) – aktuell sträcka x antal fordon
- Vägstandard
- Hastighetsbegränsning

4.1 Trafikolycka allmänt

Frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan beräknas utifrån en schablon-olyckskvot enligt /3/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning.

För den aktuella sträckan blir den genomsnittliga olyckskvoten 1,2 respektive 1 trafikolyckor per 10⁶ fordonskilometer för Sicklavägen respektive påfarten.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 365 \times \text{ÅDT} \times \text{Aktuell vägsträcka}$$

Frekvensen för trafikolycka beräknas utifrån redovisade trafiksiffror på de aktuella vägsträckorna. Frekvensen beräknas för total trafik på en **1 km vägsträcka** i anslutning till det aktuella planområdet.

$$\text{Sicklavägen: } O = 1,2 \times (365 \times 14630 \times 1,0) \times 10^{-6} = 6,4 \text{ olyckor per år}$$

$$\text{Påfarten: } O = 0,8 \times (365 \times 8120 \times 1,0) \times 10^{-6} = 3 \text{ olyckor per år}$$

4.1.1 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

/3/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /4/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /5/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personsador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

4.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation /3/:

$$O_{FaGo} = O \times (X \times Y) + (1 - Y) \times (2X - X^2)$$

där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon).

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen.

Andelen singelolyckor ansätts utifrån uppgifter i /3/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning. För aktuella vägsträckor blir värdet på Y 15 % (Sicklavägen) respektive 25 % (påfarten).

Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas därmed vara densamma som andelen av respektive klass enligt tabell tidigare redovisade inventeringarna (se avsnitt 2.2.1 respektive 3.2.1).

I tabell A.2 redovisas den beräknade frekvensen för trafikolycka med farligt gods för de studerade vägarna.

För att förenkla konsekvensberäkningarna har samtliga transporter med farligt gods förutsatts gå på Sicklavägens påfart mot Värmdöleden.

/4/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/5/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

Tabell A.2. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerade vägsträckor.

Scenario	Olycka med farligt godstransport [per år]					
	Sicklavägen		Påfarten till Värmdöleden		Sicklavägen + Påfart	
	Andel	Frekvens	Andel	Frekvens	Andel	Frekvens
Klass 2	100%	8,6E-04	12%	8,1E-05	51%	6,3E-04
klass 3	0%	0,0E+00	71%	4,8E-04	39%	4,8E-04
klass 4	0%	0,0E+00	1%	7,0E-06	1%	7,0E-06
klass 8	0%	0,0E+00	2%	1,7E-05	1%	1,7E-05
klass 9	0%	0,0E+00	14%	9,5E-05	8%	9,5E-05
Totalt		8,6E-04		6,8E-04		1,2E-03

4.2.1 Klass 2. Gaser

Allmänt om olycka med gas

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Tankbil

Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 11 % för påfarten (Index för farligt godsolyckor). Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /6/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $11\% \cdot 1/30 = 0,4\%$.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /6/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

Merparten av gastransporterna (389 av 447) ska till Henriksdalsverket. Bland dessa utgörs 6 % av tankbilar och resterande av gasflak. Av de transporter som leds om från Södra Länken antas samtliga ur klass 2.1 utgöras av tankbilar. Det ger ett underlag till beräkningarna som innebär att antalet tankbilar för samtliga transporter med brännbar gas antas utgöra 20 %.

/6/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Gasflaskor

Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas enligt tidigare vara 11 %. Sannolikheten antas vara oberoende av antalet flaskor per transport. Den mest kritiska punkten på en gasflaska för utsläpp bedöms vara ventilen som vid en olycka kan slås av. Flaskornas egentyngd innebär att sannolikheten för att det ska gå håll på själva flaskan bedöms vara mycket låg. Utsläppsmängden beror därmed på antalet flaskor som skadas så allvarligt vid olyckan att dess respektive ventil slås av. Det antas att maximalt 5 flaskor skadas tillräckligt allvarligt, vilket utgör scenariot stort utsläpp.

Sannolikhetsfördelningen för utsläpp från en flaska och 5 flaskor bedöms vara 75 % respektive 25 %.

Givet utsläpp antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /3/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

Klass 2.1 Brännbara gaser

För brännbara gaser kan följande scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.
- Exploderande gasflaskor: Motsvarande explosion då gasflaskor utsätts för en utbredd brand.

Transport med tankbil

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka finns fördelningsstatistik /7/:

	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnexplosion):	50 %	65 %	80 %
• ingen antändning:	40 %	20 %	0 %

/7/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

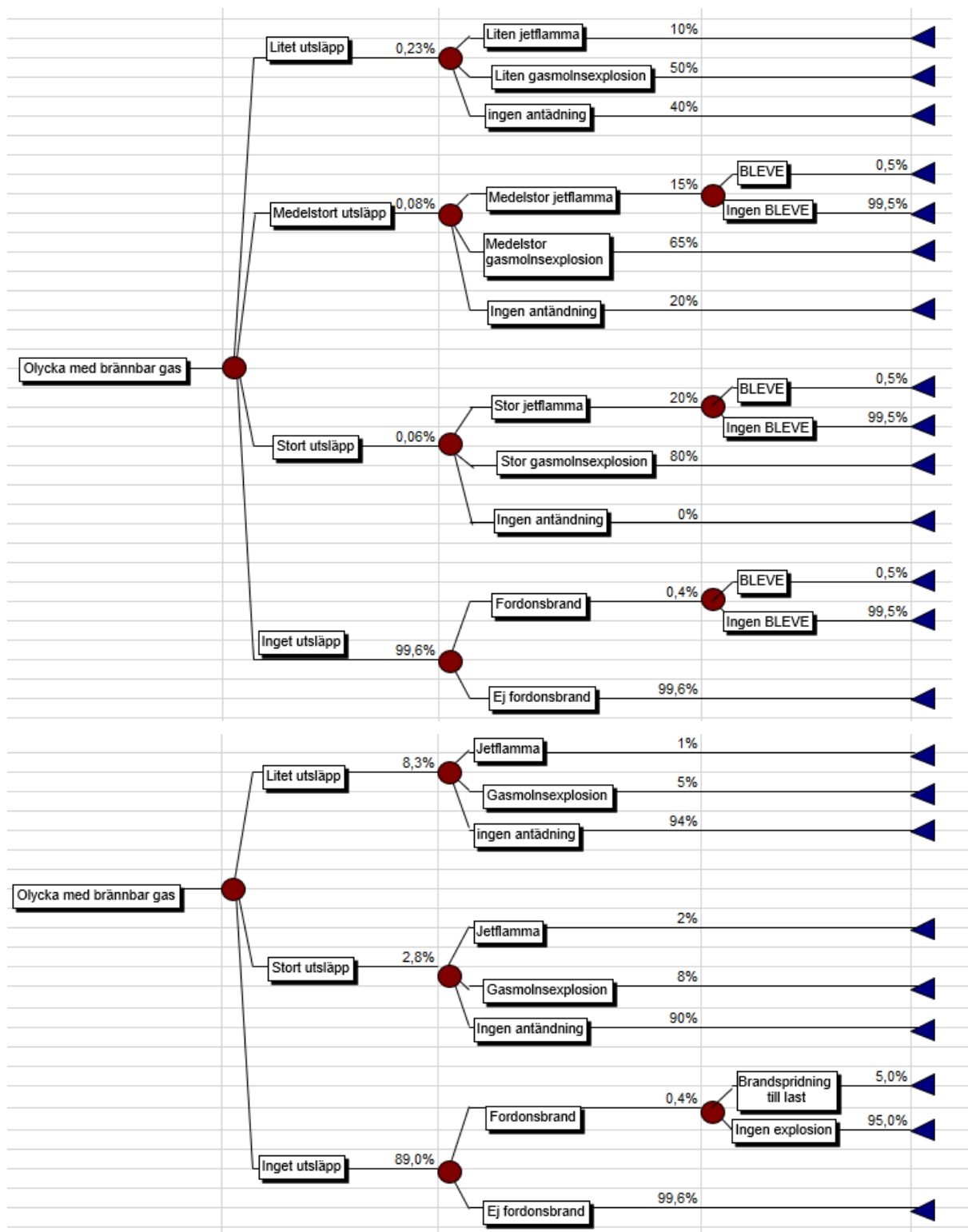
Transport med gasolflaskor

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För gasflaskor uppskattas sannolikheten för antändning baserat på fördelningsstatistiken för tankbil /7/, men hänsyn tas till de begränsade utsläppsmängderna. Vid utsläpp från gasflaskor uppskattas sannolikheten för antändning mycket grovt vara 10 % av sannolikheten för utsläpp från tankbil:

	Litet	Stort
• omedelbar antändning (jetflamma):	1 %	2 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	5 %	8 %
• ingen antändning:	94 %	90 %

Sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon är enligt tidigare ca 0,4 %. Vid transport av gasflaskor antas mycket grovt att sannolikheten för att en fordonsbrand blir så utbredd att den sprids till lasten och hettar upp en eller flera gasflaskor så mycket att de exploderar är 5 %. Uppskattningsvis exploderar ett stort antal av flaskorna i lasten, men sannolikheten för att flera flaskor exploderar samtidigt bedöms vara mycket låg. Explosionslasten blir därmed också låg.

Figur A.1 redovisar händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbar gas i tankbil och gasflaska. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.3.



Figur A.1. Händelseträd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).
 Överst: Transporter med tankbil
 Underst: Transporter av gasflaskor.

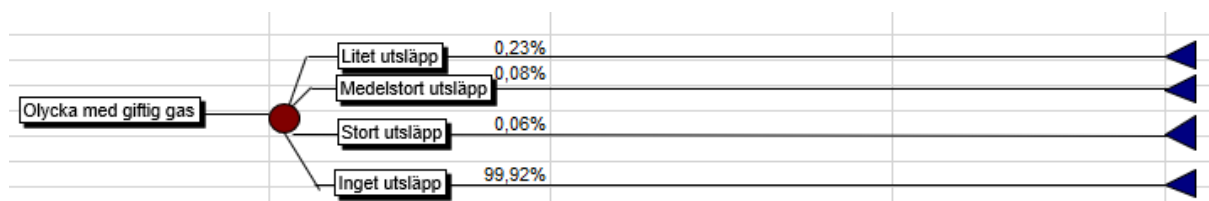
Tabell A.3. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbar gas på aktuell vägsträcka (Sicklavägens påfart mot Värmdöleden).

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med gas (klass 2)	7,8E-04
<i>Klass 2.1</i>	1,6E-04
Liten jetflamma	3,6E-08
Liten gasmolnexplosion	1,8E-07
Medelstor jetflamma	1,8E-08
Medelstor gasmolnexplosion	0,0E+00
Stor jetflamma	1,9E-08
Stor gasmolnexplosion	7,7E-08
BLEVE	
jetflamma riktad mot oskadad tank	1,9E-10
fordonsbrand under oskadad tank	3,1E-09
BLEVE totalt	3,3E-09
Transporter av styckegods	
<i>Klass 2.1</i>	6,3E-04
Liten jetflamma	5,2E-07
Liten gasmolnexplosion	2,6E-06
Stor jetflamma	3,4E-07
Stor gasmolnexplosion	1,4E-06
Exploderande gasflaskor	1,1E-07

Klass 2.3. Giftiga Gaser

För giftiga gaser studeras scenarier beroende av läckagestorlek enligt sannolikhetsfördelningen i under "Allmänt" i detta avsnitt.

Figur A.2 redovisar händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftig gas i tankbil. Beräkningsresultaten redovisas i tabell 3.4.



Figur A.2. Händelsetråd över olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av giftiga gaser på aktuell vägsträcka.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med gas (klass 2)	7,8E-04
<i>Klass 2.3</i>	7,8E-07
Litet utsläpp giftig gas	0,0E+00
Medelstort utsläpp giftig gas	6,0E-10
Stort utsläpp giftig gas	7,8E-07

4.2.2 Klass 3. Brandfarliga vätskor

En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Sannolikheten för utsläpp av farligt gods till följd av en trafikolycka (Index för farligt godsolyckor) ansätts enligt ovan utifrån uppgifter i /3/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning. Den genomsnittliga sannolikheten för utsläpp av farligt gods för den aktuella sträckan antas enligt ovan vara 11 %.

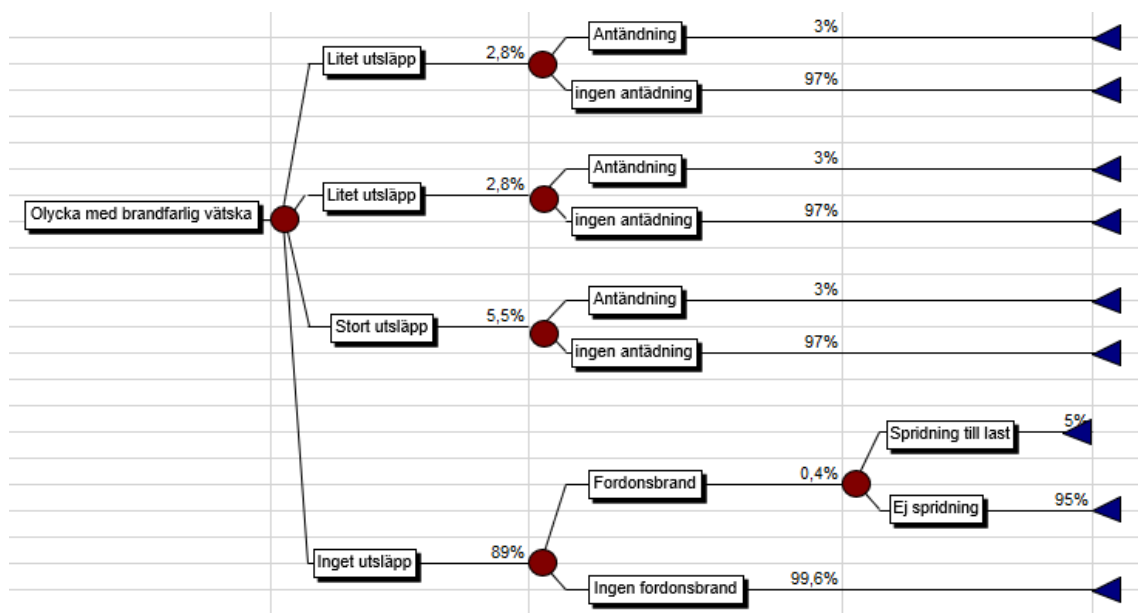
Det antas att en stor andel av transporterna utgörs av tankbil med släp. Givet utsläpp antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /3/:

- Litet läckage: 25 %
- Medelstort läckage: 25 %
- Stort läckage: 50 %

Sannolikheten för att klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /3, 6/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR-S /8/ anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.4 redovisar händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.



Figur A.4. Händelsesträd över olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

/8/ ADR-S 2021 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2020:9, 2020

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska på aktuell vägsträcka.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	6,0E-04
Liten pölbrand	4,9E-07
Medelstor pölbrand	4,9E-07
Stor pölbrand	9,9E-07
Tankbilsbrand	1,1E-07

5. Urspårning Tvärbanan

I detta avsnitt beräknas frekvensen för urspårning av spårvagn.

5.1 Urspårning

En urspårning kan medföra att en eller flera spårvagnar hamnar en bit från spåret. Urspårningen kan leda till skador inom kringliggande område. Huruvida personer skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. Skadeavståndet är bl.a. beroende på spårvagnens hastighet vid urspårningstillfället samt omgivningens utformning.

Frekvensberäkningarna för urspårning utförs utifrån den metodik som redovisas i Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /9/ avseende beräkning av följande faktorer:

Frekvensen för urspårning i anslutning till bebyggelse per år (F_1) beräknas med följande ekvation:

$$F_1 = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3} \quad \text{där}$$

e_r = urspårningsfrekvens per tågkm

d = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som $V^2/80$, där V är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället

Z_d = antal tåg per dygn

I /9/ redovisas urspårningsfrekvens för persontåg ($0,25 \cdot 10^{-8}$ per tågkm) respektive godståg ($2,5 \cdot 10^{-8}$ per tågkm). Dessa värden går inte att rakt av applicerbara på spårväg. Utifrån statistik från Trafikanalys över bantrafikskador /10/ respektive bantrafik /11/ under åren 2000-2014 så görs en grov bedömning av urspårningsfrekvensen för spårväg. Utifrån en jämförelse av antalet urspårningar samt det totala antalet tågkm för järnväg respektive spårväg så uppskattas urspårningsfrekvensen per tågkm för spårväg motsvara ca 40 % av den totala urspårningsfrekvensen per tågkm för järnväg (persontåg + godståg). Om hänsyn tas till ovanstående skillnad i urspårningsfrekvens mellan persontåg och godståg så uppskattas dock urspårningsfrekvensen per tågkm för spårväg vara 2 gånger större än för urspårningsfrekvensen för persontåg. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att urspårningsfrekvensen för spårväg (e_r) är 10^{-8} per tågkm (d.v.s. 4 gånger större än för persontåg).

/9/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

/10/ Bantrafikskador 2014 (Statistikrapport 2015:15), Trafikanalys

/11/ Bantrafik 2014 (Statistikrapport 2015:13), Trafikanalys

Prognosen för 2050 på aktuell sträcka av Tvärbanan innebär 490 passager per dygn summerat i båda riktningarna /12/.

Sannolikheten att urspåret tåg kolliderar med byggnad (P_2) är beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället samt avståndet mellan järnvägsspår och byggnad. Sannolikheten beräknas med följande ekvation:

$$P_2 = \left(\frac{b-a}{b}\right)^2 \times 0,5 \times \frac{c}{d} \quad \text{där}$$

d = se ovan

b = det maximala vinkelräta avståndet (m) från spåret som vagnen kan hamna, vilket beräknas som $V^{0,55}$

a = vinkelrätt avstånd (m) mellan spårmittpunkt och byggnad

c = det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a, vilket beräknas med ekvationen:

$$c = \frac{d}{b} \times (b - a) \quad \text{om } b > a. \text{ Är } b < a \text{ blir } c = 0.$$

Frekvensen för urspårning beräknas för 300 spårvagnar per dygn enligt förutsättningarna ovan. I tabell A.6 nedan redovisas urspårningsfrekvens (F_1), maximalt vinkelrätt avstånd från spåret som vagnen kan hamna (b) samt sannolikhet (P_2) och frekvens (F_2) för att urspårad vagn kolliderar med byggnad eller annan verksamhet. Samtliga dessa faktorer är enligt ovan beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället. Hastighetsbegränsningen på Tvärbanan varierar mellan 20 och 80 km/h. Förbi aktuellt planområde går banan i eget spårområde. I höjd med området påbörjas en stigning norrut vilket innebär att Tvärbanan går på egen banvall. Banvallen hålls uppe av. I höjd med planområdets norra del är det en skarp sväng österut. För den aktuella sträckan bedöms därför hastigheten maximalt uppgå till ca 40-50 km/tim.

Tabell A.6. Beräknad urspårningsfrekvens (F_1), maximalt vinkelrätt avstånd från spåret som spårvagnen kan hamna (b) samt sannolikhet (P_2) och frekvens (F_2) för att urspårad vagn kolliderar med byggnad eller annan verksamhet beroende på hastighetsbegränsning.

			a	P_2	F_2				a	P_2	F_2
V = 20 km/h	$F_1 = 1,4E-06$ per år	b = 5,2 m	1	26,3%	1,4E-06	V = 30 km/h	$F_1 = 1,2E-06$ per år	b = 6,5 m	1	30,3%	3,7E-06
			2	11,6%	6,4E-07				2	16,6%	2,0E-06
			3	3,8%	2,1E-07				3	7,8%	9,6E-07
			4	0,6%	3,3E-08				4	2,8%	3,5E-07
			5	0,003%	1,4E-10				5	0,6%	7,5E-08
								6	0,02%	2,7E-09	

			a	P_2	F_2				a	P_2	F_2
V = 40 km/h	$F_1 = 5,5E-06$ per år	b = 7,6 m	1	32,8%	7,2E-06	V = 50	$F_1 = 8,6E-06$ per år	b = 8,6 m	1	50,0%	4,3E-06
			2	20,0%	4,4E-06				2	34,5%	3,0E-06
			3	11,10%	2,4E-06				3	22,6%	1,9E-06
			4	5,33%	1,2E-06				4	13,8%	1,2E-06
			5	2,01%	4,4E-07				5	7,6%	6,5E-07
			6	0,47%	1,0E-07				6	3,7%	3,1E-07
			7	0,03%	5,5E-09				7	1,4%	1,2E-07
								8	0,0%	1,4E-09	

Vid hastigheten 80 km/tim beräknas urspårningsavståndet till 11,1 meter. Befintlig byggnad (Klinten) som även ingår i planförslaget ligger närmast Tvärbanans spår. Avståndet till denna är 14 meter. Nya byggnader planeras som minst ca 17 meter från närmaste spår

I /9/ redovisas även ekvation för beräkning av **Sannolikheten att byggnad kollapsar till följd av kollision**. Denna ekvation förutsätter att en urspårning endast riskerar att leda till byggnadskollaps om tåget har en hastighet som överstiger 60 km/h. Ekvationen är baserad på järnvägsvagnar med avseende på vikt m.m. och bedöms inte vara applicerbar på spårvagn (lättare konstruktioner). Troligtvis skulle det krävas en ännu högre hastighet för byggnadskollaps vid urspårning av spårvagn. Med hänsyn till spårvagnens vikt bedöms dock kollisionskraften vara så stor att lokala byggnadsskador kan inträffa inom det maximala skadeavståndet (b). För riskberäkningarna bedöms det därför vara tillräckligt att beräkna sannolikheten att en spårvagn kolliderar med byggnad.

Uppdragsnamn

Nacka Port

Uppdragsgivare

Nacka Port Fastighets AB

Uppdragsnummer

504907

Datum

2022-04-20

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2022-04-20

Internkontroll

EMM 2022-02-04

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med omgivande riskobjekt:

Olycka vid transport av farligt gods på *Sicklavägen*

- Utsläpp och antändning av brännbar gas från tankbil/gasflak (klass 2.1)

Olycka vid transport av farligt gods på *Sicklavägens påfart till Värmdöleden*

- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)

Olycka på *Tvärbanan*

- Urspårning

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

2. Förutsättningar

2.1 Allmänt om det studerade området

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir för respektive skadescenario kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

- Det område som kommer att studeras omfattar både områden med planerad ny bebyggelse samt kringliggande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för planförslaget med planerad ny bebyggelse enligt beskrivningen som redovisas i avsnitt 2.1 i huvudrapporten.
- Figur B.1 visar det aktuella området som studeras i denna riskutredning samt dess närmaste omgivning. I figuren är ungefärlig avgränsning av aktuellt planområde markerat med rött.
- Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka av respektive vägsträcka. Konsekvensberäkningarna kommer att avgränsas till att studera respektive olycksscenario där de innebär så stora konsekvenser som möjligt med avseende på planerad ny bebyggelse. I figur B.1 redovisas valda platser för olycka på Sicklavägen respektive påfarten.

- Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (ca 300 meter radie kring riskkällan med hänsyn tagen till att den avskärmande effekten av ny och befintlig bebyggelse m.m.). Det beaktade området markeras i figur B.1.



Figur B.1. Översiktsbild över aktuellt planområde och dess omgivning. Mörkgrå markering visar ungefärligt maximalt påverkansområde (ca 300 meter) för olycka på Sicklavägen och Sicklavägens påfart mot Värmdöleden. Röd markering visar planområdets placering. Röda stjärnor visar antagna placeringar av respektive olycksplats på studerade riskällor.

2.2 Övergripande beskrivning av områden för planerad ny bebyggelse

I figur B.1 är aktuellt planområde markerat med rött. I avsnitt 2.1 i huvudrapporten beskrivs planerad ny bebyggelse. Nedan görs en övergripande beskrivning av den planerade nya bebyggelsen som underlag till konsekvensberäkningarna.

2.2.1 Nuläge

Planområdet upptas idag av kontor, gym, lager och liknande verksamhet.

2.2.2 Planförslag

Inom planområdet föreslås ny bebyggelse i form av kontor, bostäder samt mindre ytor för kafé och restaurang. Inom planområdet finns även parkmark. Se omfattning och volymer av planerad bebyggelse i avsnitt 2.1 i huvudrapporten. Totalt planeras 253 lägenheter och ca 9 000 kvadratmeter kontor/verksamhet inom planområdet.

2.3 Kringliggande bebyggelse

Enligt avsnitt 2.1 studeras ett område med ca 300 meters radie kring de båda studerade vägarna (se figur B.1). Det motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier.

Inom skadeområdet består bebyggelsen huvudsakligen av bostäder, kontor naturmark samt infrastruktur. Bebyggelsen är relativt tät söder och väster om aktuellt planområde. Norr om planområdet är bebyggelsen gles (se figur B.2). Hänsyn har även tagits till pågående planarbete för Norra Nobelberget.



Figur B.2. Översikt över närområdet (källa flygfoto: eniro.se).

2.4 Tidpunkt för olycka

Både planerad bebyggelse inom aktuella planområdet och kringliggande bebyggelse bedöms kunna innebära att antalet personer inom det studerade området kan variera relativt kraftigt mellan olika tidpunkter.

Den planerade bebyggelsestrukturen innebär även att avståndet mellan riskkälla och områden där personer vistas stadigvarande (både inomhus och utomhus) varierar över dygnet.

Det skulle kunna identifieras ett otal olika förutsättningar som i sin tur påverkar antalet personer som kan omkomma vid de studerade olycksriskerna. Beräkningarna för respektive olycka avgränsas vidare till tre scenarier, nämligen:

- **Genomsnittligt normaldygn**
 - Dagtid (kl 08-22) - 48 % av tiden
 - 85 % beläggning i kontor, förskola och parkeringsgarage
 - 50 % beläggning utomhus
 - 30 % beläggning i bostäder
 - Nattetid (kl 22-08) – 42 % av tiden
 - 0 % beläggning i kontor, förskola och parkeringsgarage
 - 5 % beläggning utomhus
 - 100 % beläggning i bostäder

- ”Fullsatt område” – 10 % av tiden
 - 100 % beläggning inom samtliga verksamheter

2.5 Sammanställning

I tabell B.1 redovisas en sammanställning över uppskattat personantal inom studerat möjligt skadeområde. Sammanställning görs utifrån nedanstående förutsättningar.

- Bostäder: 1 person per 30 m² BTA eller 2,5 personer per lägenhet
- Kontor: 1 person per 20 m² BTA (dvs. inkl. teknikutrymmen, trapphus etc.)
- Förskola: 20 barn + 3 personal per avdelning
- Utomhus: personantalet utomhus förutsätts motsvara 5 % av antalet personer som kan vistas i området

Tabell B.1. Uppskattat personantal inom studerat område (se avgränsning i figur B.1).

Verksamhet	Personantal		
	Dagtid	Nattetid	Fullsatt
Inom planområdet			
Kontor/verksamhet (8 800)	377	0	444
Bostäder (253 lgh)	190	633	633
Ytor utomhus (4 700 m ²)	27	3	54
Utanför planområdet			
<i>Öster om Sicklavägen</i>			
Kontor (46 000 m ²)	1961	0	2307
Bostäder (250 lght)	188	625	625
Förskola (4 avd)	92	0	92
Ytor utomhus (21 000 m ²)	118	12	235
<i>Väster om Sicklavägen + norr om Värmdöleden</i>			
Bostäder (100 000 m ²)	1 008	3 359	3 359
Ytor utomhus (56 800 m ²)	84	8	168

3. Beräkning av skadeavstånd

Olyckor på både Sicklavägen och Sicklavägens påfart mot Värmdöleden kan påverka risknivån inom planområdet. Avståndet mellan dessa vägar och bebyggelse inom planområdet är som minst 45 respektive 20 meter. För enkelhetens skull har samtliga olyckor bedömts inträffa på påfarten. Det innebär en viss överskattning av risknivån.

3.1 Klass 2.1 Brännbara Gaser

3.1.1 Metodik

För **brännbara gaser** kan fyra scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning och emballage:

1. *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
2. *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
3. *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.
4. *Exploderande gasflaskor*: Motsvarande explosion då gasflaskor utsätts för en utbredd brand.

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas respektive lastbil med gasflaskor (totalt 20 ton). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.2 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.2. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

Faktor	Tankbil	Gasolflaska
Lagringstemperatur	15°C	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,0 m	0,3 m
Tanklängd	18 m	0,5 m
Tankfyllnadsgrad	80 %	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg	10 kg
Designtryck	15 bar övertryck	10 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket	4 x designtrycket
Luftryck	760 mmHg	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /1/:

	Tankbil	Gasflaskor
• Litet utsläpp:	0,09 kg/s	3,3 kg/s (avslagen flaskventil på en flaska)
• Medelstort utsläpp:	0,9 kg/s	
• Stort utsläpp:	17,8 kg/s	16,5 kg/s (avslagen flaskventil på 5 flaskor)

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnsexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnsexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

3.1.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Utomhus: I tabell B.3 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /3/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 % vid olycka med tankbil och 25 % vid olycka med gasflaskor.

Inomhus: Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område där värmestrålningen kan leda till 2:a gradens brännskada omkommer.

3.1.3 Resultat

I tabell B.3 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Vid tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmande barriärer så reduceras spridningen av gaser och det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att bebyggelsestrukturen inom det aktuella området medför att skadeavståndet reduceras med minst 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. Inom kringliggande områden uppskattas bebyggelsestrukturen reducera tryck och impulstäthet med minst 10 %. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. I tabell B.4 redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse.

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Tabell B.3. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse ca 10-50 % reduktion	
		bredd	längd	bredd	längd
Tankbil					
Liten jetflamma	5 % inomhus	6	5	6	< 5
	50 % utomhus	6	5	6	< 5
Liten gasmolnexplosion	5 % inomhus	2	5	2	< 5
	50 % utomhus	2	5	2	< 5
Medelstor jetflamma	5 % inomhus	15	15	15	5-15
	50 % utomhus	15	15	15	5-15
Medelstor gasmolnexplosion	5 % inomhus	50	70	50	35-65
	50 % utomhus	50	70	50	35-65
Stor jetflamma	5 % inomhus	60	55	60	30-50
	50 % utomhus	60	55	60	30-50
Stor gasmolnexplosion	5 % inomhus	215	185	215	90-165
	50 % utomhus	215	185	215	90-165
BLEVE	5 % inomhus	440	220	440	110-200
	50 % utomhus	440	220	440	110-200
Gasflaskor					
Liten jetflamma	5 % inomhus	24	24	24	10-20
	50 % utomhus	24	24	24	10-20
Liten gasmolnexplosion	5 % inomhus	85	45	85	20-40
	50 % utomhus	85	45	85	20-40
Stor jetflamma	5 % inomhus	55	55	55	30-50
	50 % utomhus	55	55	55	30-50
Stor gasmolnexplosion	5 % inomhus	95	60	95	30-55
	50 % utomhus	95	60	95	30-55
Exploderande gasflaskor	5 % inomhus	30	15	30	5-15
	50 % utomhus	30	15	30	5-15

3.2 Klass 2.3 Giftiga Gaser

3.2.1 Metodik

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av **tryckkondenserad ammoniak**, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägarna i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Beräkningar har även utförts för **svaveldioxid** som förväntas bli allt vanligare vid farligt godstransporter på väg.

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca **24 ton ammoniak** respektive **24 ton svaveldioxid**. I tabell B.4 redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Tabell B.4. Indata till **Spridning i Luft 1.2** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.

Faktor	Tankbil	
	Ammoniak	Svaveldioxid
Kemikalie	Ammoniak	Svaveldioxid
Emballage	Tankbil (24 ton)	Tankbil (24 ton)
Bebyggelse	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
Lagringstemperatur	15°C	15°C
Väder	15°C, vår, dag och klart	15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft 1.2** fördefinierade, utsläppsscenarioer har simulerats för utsläpp av giftig gas:

	Ammoniak	Svaveldioxid
• Litet utsläpp (packningsläckage):	0,34 kg/s	0,27 kg/s
• Medelstort utsläpp (brott på rör):	10 kg/s	4,6 kg/s
• Stort utsläpp (stor punktering):	85 kg/s	67 kg/s

Gasernas spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft 1.2** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas att ventilationsintagen är placerade ca 3 meter över vägen.

3.2.2 Bedömningskriterier

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning.

3.2.3 Resultat

I tabell B.5 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. Skadeavstånden utgör en sammanvägning av respektive skadescenario med ammoniak respektive svaveldioxid, där avstånden som redovisas utgör de största enligt simuleringarna.

Enligt avsnitt 3.2.1 utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmande barriärer i direkt anslutning till riskkällan bedöms ha en kraftigt avskärmande effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive skadescenario. Det uppskattas grovt att nivåskillnaden och bebyggelsestrukturen inom det aktuella området medför att skadeavståndet reduceras med minst 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. Inom kringliggande områden väster om Sicklavägen uppskattas bebyggelsestrukturen reducera skadeavståndet med minst 10 %. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. I tabell B.5 redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse.

Tabell B.5. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)							
		Oskyddad bebyggelse				Skyddad bebyggelse ca 10-50 % reduktion			
		Inomhus		Utomhus		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd	bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0	0	2	5	0	0	2	3-5
	50%	0	0	6	10	0	0	6	5-9
	5%	0	0	10	20	0	0	10	10-18
Medelstort utsläpp (brott på rör)	100%	0	0	20	30	0	0	20	15-27
	50%	10	20	30	60	10	10-18	30	30-54
	5%	20	35	50	90	20	18-32	50	45-81
Stort utsläpp (stor punktering)	100%	10	10	100	160	10	5-9	100	80-144
	50%	25	55	130	225	25	28-50	130	113-203
	5%	40	100	150	275	40	50-90	150	138-248

3.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

3.3.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /2/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradi)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

/2/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarea och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /3/.

Flamhöjd (H_f) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /4/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_f = D / 3$.

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /5/: $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$

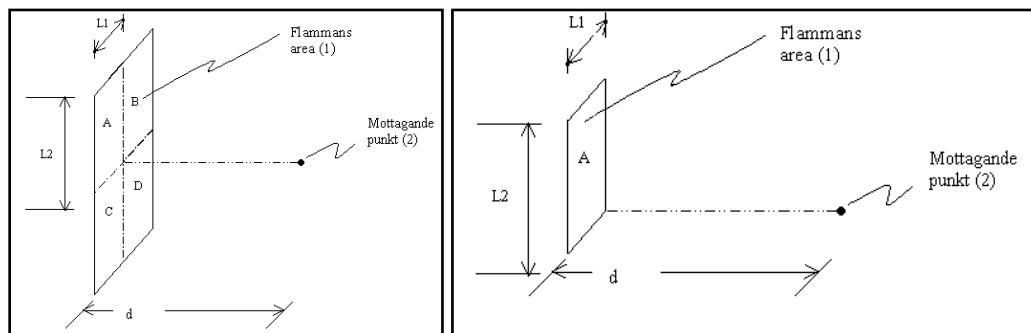
Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.2). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /6/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där $F_{A1,2}$, $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt figur B.2.



Figur B.2. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /7/:

-
- /3/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005
 - /4/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000
 - /5/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989
 - /6/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999
 - /7/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

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

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.3.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m²) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.6).

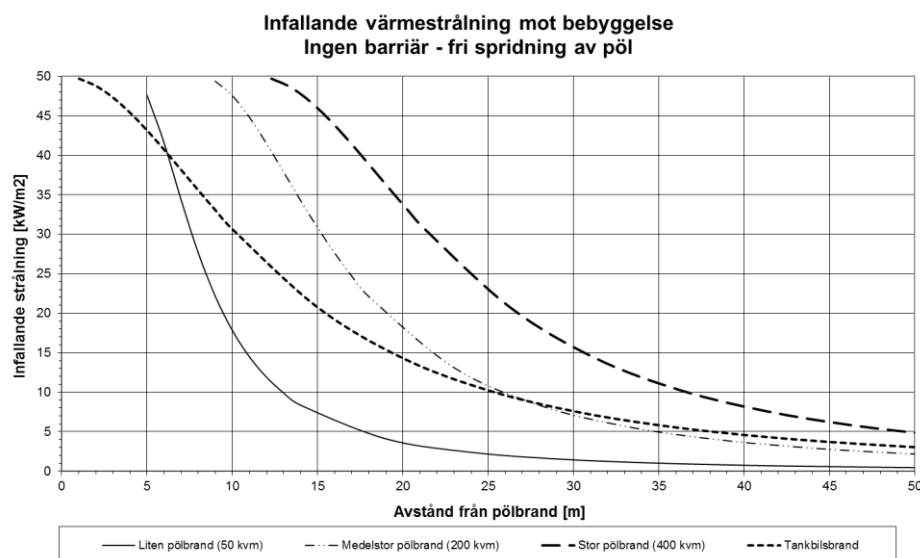
Tabell B.6. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A _f (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D _f (m)	Flamhöjd H _f (m)	Utfallande strålning I ₀ (kW/m ²)
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.3 (cirkulär brand utan barriär). Strålningen har beräknats på halva flammans höjd.

Enligt tabell B.4 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större pölbränder. Soten och röken döljer själva flammen och absorberar en avsevärd del av strålningen, vilket i sin tur minskar den utfallande värmestrålningen. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m² för samtliga brandscenarier.

I figur B.3 beaktas även pölarnas radie (ej för scenariot tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området.



Figur B.3. Infallande strålning som funktion av avståndet från cirkulär pölbrand respektive tankbilsbrand vid fri spridning utan avskärmande barriär.

3.3.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /8/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån uppgifter avseende effekten av olika strålningsnivåer beroende på varaktighet /1, 3/. Outhärdlig smärta kan uppnås vid mycket kortvarig bestrålning (< 5-10 sekunder) med strålningsnivåer över 20 kW/m². Vid bestrålning under 1 minut innebär denna strålningsnivå även mycket hög sannolikhet för andra gradens brännskada.

Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

- 10 kW/m²: < 5 % sannolikhet att omkomma
- 15-20 kW/m²: 50 % sannolikhet att omkomma
- > 40 kW/m²: 100 % sannolikhet att omkomma

3.3.3 Resultat

I tabell B.7 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån figur B.3.

Tabell B.7. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
		Oskyddad bebyggelse
Liten pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	11
	100 % <i>utomhus</i>	7
	50 % <i>utomhus</i>	11
	5 % <i>utomhus</i>	13
Medelstor pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	22
	100 % <i>utomhus</i>	13
	50 % <i>utomhus</i>	22
	5 % <i>utomhus</i>	25
Stor pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	30
	100 % <i>utomhus</i>	18
	50 % <i>utomhus</i>	30
	5 % <i>utomhus</i>	36

/8/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

Skadesscenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
		Oskyddad bebyggelse
Tankbilsbrand	5 % inomhus	20
	100 % utomhus	7
	50 % utomhus	20
	5 % utomhus	25

4. Beräkning av skadeavstånd Tvärbanan

4.1 Urspåring

Enligt beräkningar i Bilaga A framgår att en urspårad vagn kan hamna upp till 11,1 meter från spåret vid maximal hastighet. På den aktuella sträckan är en lägre hastighet sannolikt aktuell med hänsyn till den skarpa kurva som ligger vid planområdets nordvästra hörn. Närmaste bebyggelse inom planområdet är f.d. färgfabriken Klinten som ligger 14 meter från närmaste spår på Tvärbanan. Byggnaden är befintlig och ska bevaras. Till närmaste ny byggnad är det ca 17 meter. Närmast Tvärbanan planeras markparkering. I anslutning till bottenvåning möjliggörs för möblering/uteservering. Närmast spåret planeras inga ytor för stadigvarande vistelse. Tvärbanan går förbi platsen på egen banvall.

I /9/ redovisas även för beräkning av **Sannolikheten att byggnad kollapsar till följd av kollision.**

Denna ekvation förutsätter att en urspåring endast riskerar att leda till byggnadskollaps om tåget har en hastighet som överstiger 60 km/h. Ekvationen är baserad på järnvägsvagnar med avseende på vikt m.m. och bedöms inte vara applicerbar på spårvagn (lättare konstruktioner). Troligtvis skulle det krävas en ännu högre hastighet vid urspåring för att byggnadskollaps ska uppstå vid urspåring av spårvagn. Med hänsyn till spårvagnens vikt bedöms kollisionskraften dock kunna vara så stor att lokala byggnadsskador kan inträffa inom det maximala skadeavståndet (11,1 meter). Inga byggnader finns inom detta avstånd inom planområdet. Inga betydande skador på människor inomhus bedöms med hänsyn till detta uppkomma i samband med en urspåring. Människor som befinner sig utomhus inom det område där den urspårade vagnen hamnar bedöms kunna skadas allvarligt. Inga dödsfall bedöms uppkomma till följd av en urspårad spårvagn.

5. Beräkning av antal omkomna

I tabell B.8 redovisas beräknat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området (aktuella planområden samt kringliggande bebyggelse).

Tabell B.8. Beräknade konsekvenser – antal omkomna vid olycka med farligt gods på Sicklavägen samt Sicklavägens påfart mot Värmdöleden.

Skadesscenario	Uppskattat antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
Klass 2.1 Brännbar gas Tankbil			
Liten jetflamma			
Normaldygn - dag	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0
Liten gasmolnexplosion			

/9/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
Normaldygn - dag	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0
Medelstor jetflamma			
Normaldygn - dag	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0
Medelstor gasmolnsexplosion			
Normaldygn - dag	1	0	1
Normaldygn - natt	1	0	1
Fullsatt område	1	0	2
Stor jetflamma			
Normaldygn - dag	1	0	1
Normaldygn - natt	1	0	1
Fullsatt område	1	0	1
Stor gasmolnsexplosion			
Normaldygn - dag	10	4	14
Normaldygn - natt	11	0	11
Fullsatt område	19	8	27
BLEVE			
Normaldygn - dag	26	16	42
Normaldygn - natt	56	2	57
Fullsatt område	67	32	99
Klass 2.1 Brännbar gas - Flaskor			
Liten jetflamma			
Normaldygn - dag	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0
Liten gasmolnsexplosion			
Normaldygn - dag	0	0	0
Normaldygn - natt	0	0	0
Fullsatt område	0	0	0
Stor jetflamma			
Normaldygn - dag	0	0	0
Normaldygn - natt	1	0	1
Fullsatt område	1	1	2
Stor gasmolnsexplosion			
Normaldygn - dag	0	1	1
Normaldygn - natt	2	0	2
Fullsatt område	2	1	3

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<i>Exploderande gasflaskor</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	0	0	0
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	0	0	0
Klass 2.3 Giftig gas			
<i>Litet utsläpp</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	0	0	0
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	0	0	0
<i>Medelstort utsläpp</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	0	0	0
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	0	0	0
<i>Stort utsläpp</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	3	8	11
<i>Normaldygn - natt</i>	1	1	2
<i>Fullsatt område</i>	4	17	21
Klass 3 Brandfarlig vätska			
<i>Liten pölbrand</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	0	0	0
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	0	0	0
<i>Medelstor pölbrand</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	0	0	0
<i>Normaldygn - natt</i>	0	0	0
<i>Fullsatt område</i>	0	1	1
<i>Stor pölbrand</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	0	1	1
<i>Normaldygn - natt</i>	1	0	1
<i>Fullsatt område</i>	1	1	2
<i>Tankbilsbrand</i>			
<i>Normaldygn - dag</i>	0	1	1
<i>Normaldygn - natt</i>	1	0	1
<i>Fullsatt område</i>	1	1	2