

Riskutredning för Stora Bråta, Lerum

Riskutredning avseende olycka med farligt gods på E20



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
0.3	2022-11-11		Oscar Lindén	
0.5	2022-11-28	Slutkoncept (justerat)	Oscar Lindén	
1.0	2022-12-20	Original	Oscar Lindén	Mikaela Ljungqvist

Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Datum
Upprättad av

RegNo 556767-9849
Riskutredning Stora Bråta
30049409
Stiftelsen Skogssällskapet
2022-12-20
Elvira Sörman Laurien

Kontaktuppgifter

Mikaela Ljungqvist, Uppdragsledare

+46 70 654 77 17

mikaela.ljungqvist@sweco.se

Elvira Sörman Laurien, Handläggare Riskutredning

+46 72 190 15 03

elvira.sormanlaurien@sweco.se

Kristin Westlund, Handläggare Tillgänglighetsanpassning

+46 73 251 21 83

kristin.westlund@sweco.se

Innehållsförteckning

Kontaktuppgifter	3
Sammanfattning	5
1. Inledning	6
1.1 Syfte och mål	6
1.2 Metod	6
1.2.1 Riskbegreppet	6
1.2.2 Metodik för riskanalys	7
1.3 Avgränsningar	8
2. Styrande och vägledande dokument	9
2.1 Plan- och bygglag	9
2.2 Miljöbalk	9
2.3 Vägslag	10
2.4 Rekommendationer från Trafikverket för väg	10
2.5 Länsstyrelseriktlinjer	10
2.6 Värdering av risk	11
3. Förutsättningar	14
3.1 Beräkningsunderlag	16
4. Riskbedömning	18
4.1 Riskidentifiering	18
4.2 Riskanalys och riskvärdering	20
4.2.1 Individrisk	20
4.2.2 Samhällsrisk	21
4.2.3 Diskussion kring beräknade risknivåer	22
4.3 Osäkerheter och känslighetsanalys	23
4.3.1 Förenklingar, antaganden och avgränsningar	24
4.3.2 Känslighetsanalys	25
5. Samlad bedömning och riskreducerande åtgärder	28
Referenser	30

Sammanfattning

På området Stora Bråta cirka 2,5 sydväst om Lerums tätort planeras för uppförandet av 52 nya bostäder, varav 44 så kallade 4bo-hus och 28 radhus. Området utgörs idag av hagmark. Söder om planområdet löper väg E20 som är en utpekad led för farligt gods.

För att säkerställa att risknivån avseende olycka med farligt gods på E20 söder om planområdet är acceptabel och därmed också att relevant lagstiftning samt riktlinjer från Länsstyrelsen i Västra Götaland efterlevts beräknas i denna riskutredning individ- och samhällsrisknivån för det berörda området. Vidare görs en känslighetsanalys med ökad mängd trafik på E20 respektive ökad persontäthet i området för att belysa osäkerheter i beräkningen.

Beräkningarna visar att individrisknivån för de planerade bostäderna är acceptabel. Vidare visar beräkningarna att även samhällsrisknivån är acceptabel.

En diskussion kring känslighetsanalysen förs i vilken en fördubblad trafikmängd på E20 inte anses trolig, detta då de siffror som används i standardberäkningen är framtagna av Trafikverket och uppräknade för år 2040, det vill säga ökad trafikmängd har redan tagits höjd för utifrån Trafikverkets prognoser. Vad gäller ökad persontäthet kan antas att ytterligare bebyggelse kan tillkomma i Stora Bråta med omnejd. Detta är dock ingenting som bedöms motivera särskilda riskreducerande åtgärder för de bostäder som berörs av denna riskutredning.

Sammantaget bedöms planen kunna genomföras utan att riskreducerande åtgärder avseende olycka med transport av farligt gods på E20 vidtas.

1. Inledning

Lerums kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för bostäder vid norra Sandbäcksvägen i Stora Bråta. Syftet med detaljplanen är att bygga 52 bostäder i form av radhus och 4bo-hus med tillhörande parkeringar.

Aktuellt område ligger cirka 2,5 kilometer sydväst om Lerums tätort. Strax söder om planområdet passerar väg E20 som är en utpekad led för transport av farligt gods varför risker med transport av farligt gods ska utredas. I denna utredning görs detta kvantitativt, vilket innebär att sannolikheter och konsekvenser för olycka med farligt gods och urspårning uppskattas med hjälp av beräkningar. Beräkningarna baseras på lokala förutsättningar såsom persontäthet och förväntat trafikflöde samt nationell statistik för transporter av farligt gods.

1.1 Syfte och mål

Denna riskutredning syftar till att utreda om risknivån för planerad bebyggelse ligger på en acceptabel nivå med hänsyn till väg E20 som är rekommenderad led för transport av farligt gods. Målsättningen är att i denna riskutredning presentera risknivån för det aktuella området och att vid behov presentera förslag till riskreducerande åtgärder som kan möjliggöra planen och anläggning av önskad bebyggelse. Utifrån beräknad risknivå syftar utredningen till att presentera åtgärdsförslag eller förslag till planbestämmelser (om så bedöms nödvändigt) vars riskreduktion står i rimlig relation till dess kostnad och genomförbarhet.

Därutöver syftar utredningen även till att bidra till att detaljplanen möter gällande lagstiftning bland annat vad gäller att säkerställa att hänsyn tas till hälsa, säkerhet och risken för olyckor (Plan- och bygglag 2010:900) samt att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö samt Miljöbalk (1998:808)¹.

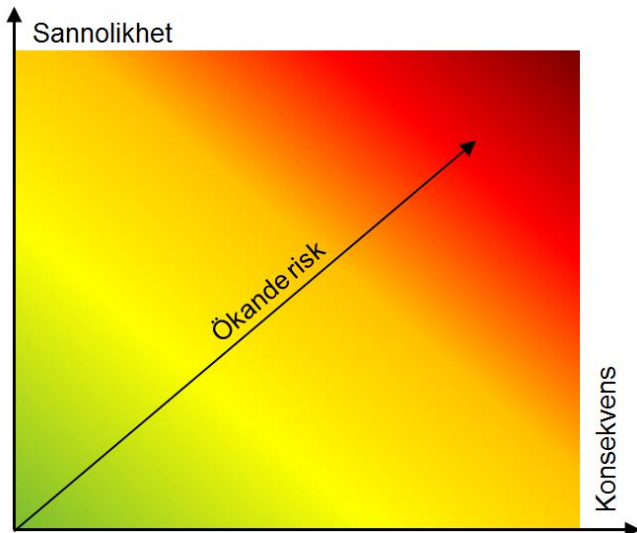
1.2 Metod

1.2.1 Riskbegreppet

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att den oönskade händelsen inträffar och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå.

¹ Se avsnitt 2 *Styrande och vägledande dokument* för vidare information.

Figur 1 nedan illustrerar hur risken ökar med ökande sannolikhet och/eller konsekvens av en händelse.



Figur 1. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

1.2.2 Metodik för riskanalys

Metodiken som används i denna utredning följer riskhanteringsprocessens steg:

- **Riskbedömning** – omfattar riskidentifiering, riskanalys och riskvärdering
 - Riskidentifiering: inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser.
 - Riskanalys: kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.
 - Riskvärdering: Efter riskanalysen görs en värdering för att avgöra huruvida riskerna kan accepteras eller ej. Som del av riskvärderingen kan även förslag till riskreducerande åtgärder för att sänka riskerna ges.
- **Riskreduktion/riskkontroll** – det sista steget i riskhanteringsprocessen omfattar de beslut som tas kopplat till genomförd riskbedömning och de eventuella åtgärder som bedöms vara nödvändiga för att uppnå en acceptabel risknivå.

Således omfattar riskhanteringsprocessen riskbedömning (riskidentifiering, riskanalys och riskvärdering) samt riskreduktion/riskkontroll.

Riskerna med farligt gods på E20 kommer utredas kvantitativt genom att uppskatta sannolikheter och konsekvenser för olycka med farligt gods och urspårning med hjälp av beräkningar. En kvantitativ riskbedömning innebär att sannolikheter och konsekvenser för en olycka uppskattas med hjälp av beräkningar. Beräkningarna baseras på lokala förutsättningar som persontäthet och förväntat trafikflöde samt nationell statistik för transporter av farligt gods. Beräkningarna kommer att utgå från en trafikprognos för år 2040.

Individrisk beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en eller flera riskkällor under ett år. Individrisk tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan utan antar att en person befinner sig

oskyddad på samma avstånd från riskkällan dygnet runt under ett år. Eftersom det utifrån måttet går att avgöra om enskilda individer utsätts för oacceptabelt hög risk brukar måttet beskrivas som ett rättighetsbaserat mått. Individrisken presenteras i denna riskutredning i form av en individriskkurva där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan. Individrisk beror alltså endast på riskkällan och påverkas inte av hur den omgivande bebyggelsen ser ut.

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika persontätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Vidare påverkas samhällsrisk av hur omgivningen bebyggs/är bebyggd. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersontätheten.

Samhällsrisk presenteras i ett så kallat F/N-diagram². I diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att olika antal personer omkommer i anslutning till riskkällan.

Beräkningarna görs med Monte Carlo-simuleringar³ i programvaran @Risk⁴, vilket innebär att sannolikhetsfördelningar har antagits för de ingående parametrarna vilket till skillnad från medelvärdesberäkningar ger möjlighet att redovisa osäkerheter och genomföra en känslighetsanalys⁵ på ett utförligt sätt. Simuleringar med 2000 iterationer har genomförts i beräkningarna. En mer utförlig beskrivning av beräkningarna finns i bilagorna.

1.3 Avgränsningar

Riskutredningen är avgränsad till risker förknippade med transport av farligt gods förbi det aktuella planområdet.

I denna riskutredning beaktas inte egendomsskador, naturskador eller långtgående dominoeffekter av de beaktade olyckorna.

Farligt godsolyckor som orsakas av mänskligt sabotage ingår inte i denna utredning.

Resultatet av riskutredningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna kan riskutredningen behöva uppdateras.

² Frequency of accidents / Number of fatalities. På svenska Olycksfrekvens / Antal dödsfall.

³ Viss typ av matematiska algoritmer som bygger på slumpstal. I stället för ett medelvärde för beräkningarna så anges ett intervall och en fördelning där ett slumpmässigt tal inom detta intervall dras. Genom att tillräckligt många simuleringar genomförs fås ett resultat där genomsnittet ger ett rättvisande resultat.

⁴ Utläses på engelska "at risk".

⁵ Analys av hur känslig beräkningen är för förändringar. Där kan det testas att variera olika indata och se hur de påverkar resultatet.

2. Styrande och vägledande dokument

2.1 Plan- och bygglag

Plan- och bygglag (2010:900) omfattar bestämmelser som syftar till att:

”Med hänsyn till den enskilda människans frihet, främja en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden och en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer”
(2010:900, 1 kap. 1 §)

I lagen anges att vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked ska bebyggelse och byggnadsverk bland annat lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Boverket sammanfattar hur:

”Hänsyn till hälsa, säkerhet, och risken för olyckor ... är viktiga begrepp i PBL och ingår i de allmänna intressen som regleras i 2 kap. PBL. De allmänna intressena i 2 kap. PBL utgör sådana krav som staten (genom att lagstifta om PBL) anser att kommunen ska ta hänsyn till eller främja, vid beslut om användning av mark och vatten” (Boverket, 2019)

Planläggning och prövningen i ärenden om lov eller förhandsbesked enligt lagen ska syfta till att mark- och vattenområden används för det eller de ändamål som områdena är mest lämpade för med hänsyn till beskaffenhet, läge och behov.

Det är enskilda kommuners angelägenhet att reglera användningen av mark- och vattenresurser inom den egna kommunens gränser. Det är inom ramen för detaljplaneringen som en kommun får bestämma om specifika åtgärder behöver implementeras för att skydda mot olyckor (Plan- och bygglag, 2010:900, 4 kap. 12 §). Plan- och bygglagens 4 kap. 30-37 § föreskriver minimikraven gällande vilka typer av handlingar en detaljplan skall innehålla.

2.2 Miljöbalk

Miljöbalk (1998:808) syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Detta innebär bland annat att miljöbalken ska tillämpas så att människor och miljön skyddas mot skador. I både Plan- och bygglag (2010:900) och Miljöbalk (1998:808) beskrivs de skyldigheter som finns i en detaljplaneprocess vad gäller att ta hänsyn till planens eventuella påverkan på miljön.

2.3 Väglag

I enlighet med Väglag (1971:948) ska byggnader och andra föremål som kan påverka trafiksäkerheten undvikas:

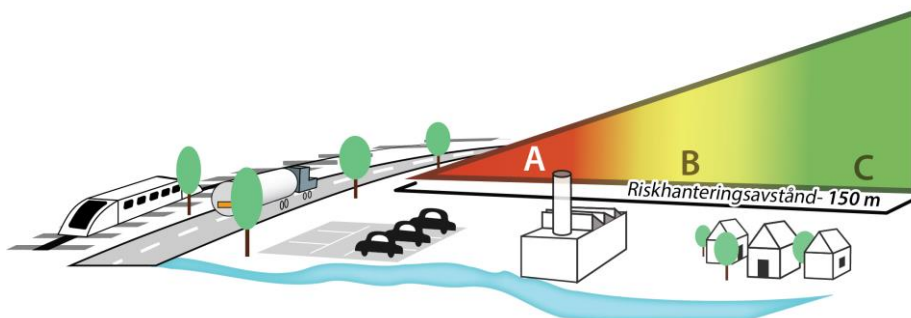
"Inom ett avstånd av tolv meter från ett vägområde får inte utan länsstyrelsens tillstånd uppföras byggnader, göras tillbyggnader eller utföras andra anläggningar eller vidtas andra sådana åtgärder som kan inverka menligt på trafiksäkerheten. Länsstyrelsen kan, om det är nödvändigt med hänsyn till trafiksäkerheten, föreskriva att avståndet ökas, dock högst till 50 meter" (Väglag, 1971:948, 47 §)

2.4 Rekommendationer från Trafikverket för väg

Trafikverket rekommenderar säkerhetszoner längs med vägar genom tätorter i Sverige. För väg genom tätort med maxhastighet 100 km/h ska väggkanten utformas med en säkerhetszon på minst 11 meter mellan väggkant och närmsta oeffergivliga föremål (till exempel större träd, betongfundament, el- och teleskåp och byggnader) (Trafikverket, 2018).

2.5 Länsstyrelseriktlinjer

Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län har tagit fram ett gemensamt policydokument för att vägleda hur markanvändning, avstånd till riskkälla samt riskhantering bör beaktas och genomföras i samband med olika planprocesser, inklusive detaljplaner (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006). I denna policy (härefter kallad "länsstyrelsens riktlinjer") delas kvartersmark inom 150 meter från riskkällan in i tre zoner med föreslagna acceptabel markanvändning i relation till risker med transport av farligt gods på väg och järnväg. I zon A, som ligger närmast riskkällan, kan till exempel odling, ytparkering och motionsspår accepteras. I zon B kan till exempel industri, kontor, tekniska anläggningar, sällanköpshandel och sportanläggningar utan betydande åskådarplatser accepteras. I zon C kan typisk "känslig" verksamhet så som till exempel bostäder, centrumverksamhet, skolor, hotell och större idrottsanläggningar accepteras. Med accepteras menas i det här fallet att verksamheten kan planeras utan att riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att få ner risknivån på acceptabla nivåer. Vidare gäller generellt att området närmast riskkällan ska utformas på ett sådant sätt att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.



Figur 2: Illustration av acceptabel markanvändning intill väg eller järnväg där farligt gods transporteras (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006). Grafisk utformning Sweco.

Tabell 1: Zonindelning för Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands riktlinjer vad gäller riskhanteringsavstånd.

Zon A	Zon B	Zon C
•Odling	•Bilservice	•Bostäder
•Parkering	•Industri	•Centrum
•Trafik	•Kontor	•Vård
•Friluftsområde, till exempel motionsspår	•Lager	•Övrig handel
	•Friluftsområde, till exempel camping	•Kultur
	•Övrig parkering	•Skola
	•Tekniska anläggningar	•Hotell och konferens
	•Sällanköpshandel	•Idrotts- och sportanläggningar (arena eller motsvarande)
	•Idrotts- och sportanläggningar utan betydande åskådarplatser	

Zonindelningen inkluderar inga definitiva avståndsangivelser från riskkälla annat än den bortre gränsen 150 meter från riskkällan, varefter all verksamhet kan planeras utan riskreducerande åtgärder. Avsaknaden av definitiva avstånd från riskkällan innebär att den slutliga riskbedömningen behöver ta hänsyn till lokala faktorer och den riskbild som föreligger i aktuellt planområde. Om detta beskriver länsstyrelsens riktlinjer att:

”Persontäthet och exploateringsgrad är exempel på faktorer som påverkar risknivån [och] en lämplig lokalisering innebär att hänsyn även tas till platsens unika förhållanden så som topografi ... bebyggelsens placering inom planområdet samt dess yttre och inre gränser” (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006, s. 3)

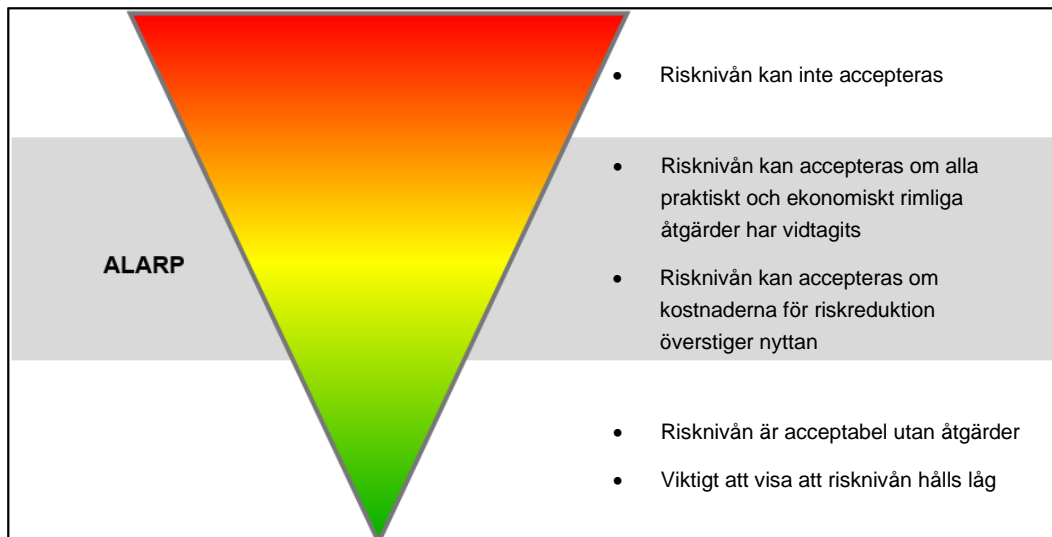
2.6 Värdering av risk

Rapporten ”Värdering av risk” (Davidsson, Lindgren , & Mett , 1997) har kommit att bli ett standardverk för svensk riskhantering. I rapporten diskuteras hur risker i samband med fysisk planering ska värderas i Sverige och förslag på principer för detta ges.

De fyra principer som presenteras är de som idag används för att värdera risk i Sverige och bör ses som ett svar på samhällets acceptans av vissa risker på grund av att resurserna för att hantera samhällsrisker är inte är oändliga.

- **Rimlighetsprincipen:** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- **Proportionalitetsprincipen:** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter, tjänster etcetera) som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

I rapporten presenteras även ALARP-konceptet⁶, vilket är en vanligt förekommande princip för att sätta kriterier för beräknade risknivåer. Figur 3 nedan illustrerar hur risknivån kan förstås som tre områden: ett övre där risken inte kan accepteras alls, ett i mitten där risken kan accepteras om åtgärder vidtas, samt ett nedre där risken kan accepteras utan riskreducerande åtgärder. Det är området i mitten som kallas ALARP-området.



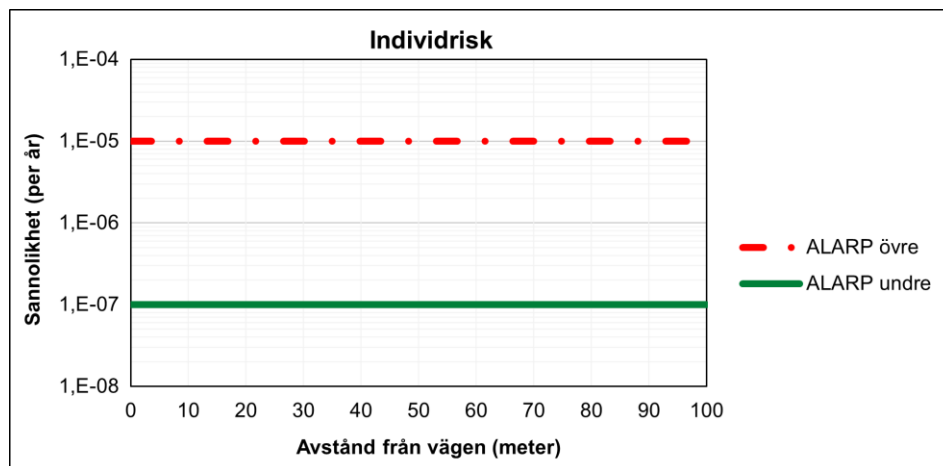
Figur 3. Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

I rapporten ges ett förslag till kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk från farlig verksamhet och transporter. Det ursprungliga syftet med rapporten var att verka som en startpunkt för diskussion gällande riskkriterier. Dessa

⁶ As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefärligt översatt: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt

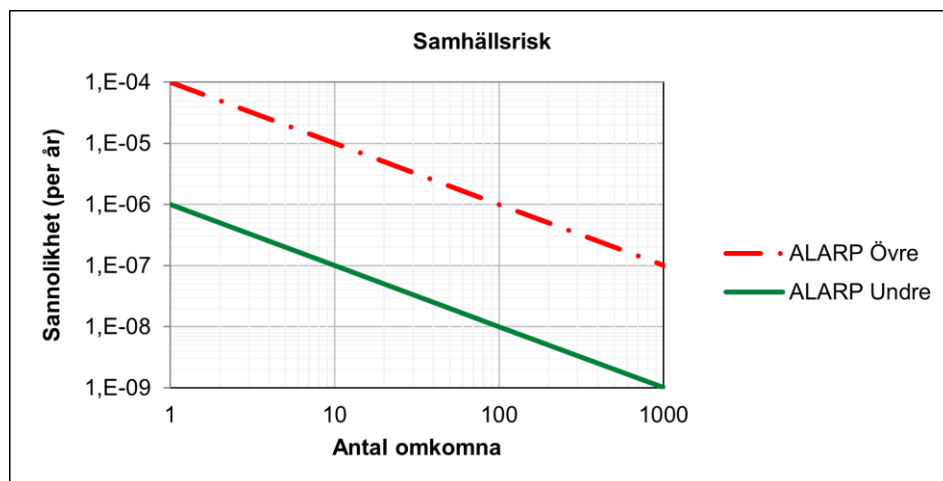
riskkriterier har dock kommit att bli de som regelmässigt används för att värdera risk i Sverige.

För individrisk föreslås övre gräns för ALARP-området 10^{-5} per år⁷ och nedre gräns för ALARP-området 10^{-7} per år⁸, se Figur 4 nedan. $1E^{-x}$ är detsamma som 10^{-x} .



Figur 4: Förslag till kriterier för individrisk., där ALARP-området befinner sig mellan sannolikhet på 10^{-5} och 10^{-7} (Davidsson, Lindgren, & Mett, 1997)

För samhällsrisk föreslås för ett dödsfall en övre gräns för ALARP-området på 10^{-4} per år och nedre gräns för ALARP-området på 10^{-6} per år och kilometer. En lutning på linje för fler dödsfall föreslås vara -1 .⁹ Sammantaget ger detta kriterier enligt Figur 5 nedan.



Figur 5: Förslag till kriterier för samhällsrisk, där ALARP-området befinner sig mellan 10^{-4} och 10^{-6} för olyckor med ett dödsfall och med en lutning på -1 för olyckor med fler antal omkomna (Davidsson, Lindgren, & Mett, 1997).

⁷ 10^{-5} är ett matematiskt uttryck för 0,00001, det vill säga "en på 100 000".

⁸ 10^{-7} är ett matematiskt uttryck för 0,0000001, det vill säga "en på 10 000 000".

⁹ "En FN-kurva med en angiven lutning av -1 innebär t ex att olyckor med 100 eller fler omkomna har en frekvens som är $1/10$ (eller 10^{-1}) av frekvensen för olyckor med 10 eller fler omkomna." (Davidsson, Lindgren, & Mett, 1997, s. 3 X)

3. Förutsättningar

Lerums kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för bostäder vid norra Sandbäcksvägen i Stora Bråta. Den planerade detaljplanen avser 52 bostäder i form av radhus och 4bo-hus samt tillhörande parkeringar. Avståndet mellan de planerade husen och E20, som är en utpekad led för transport av farligt gods, är ungefär 80 meter, vilket illustreras i Figur 6 nedan.



Figur 6: Ungefärlig plangräns markerad med streckad linje. I den sydvästra delen av planområdet planeras ingen bebyggelse, avståndet cirka 80 meter markerat med röd pil anger det närmaste avståndet från planerad bebyggelse till E20 (se även Figur 8 nedan). Planområdesavgränsning daterad 2022-08-18.

E20 är en tvåfilig motorväg med mittremsa, och är försett med vägräcke (klass N2). Den del av E20 som passerar direkt söder om tilltänkt ny bebyggelse går genom bergskärning, se Figur 7 nedan.



Figur 7: Bild som visar väg E20:s passage genom bergskärning söder om planområdet. © Google 2022

I Figur 8 nedan illustreras den planerade bebyggelsen inom den ungefärliga plangränsen.



Figur 8: Planerad bebyggelse inom ungefärlig planområdesgräns. Illustrationsplan daterad 2022-06-02.

Lerums tätort hade en befolkningstäthet på 1134 invånare per kvadratkilometer år 2020 (SCB, 2021). Området Stora Bråta ligger i den västra utkanten av tätorten och kan därmed antas ha en lägre befolkningstäthet än centrum.

Skyddsavstånden från transportleden beskriver det avstånd från vägen där ingen bebyggelse förväntas uppföras. Inom detta skyddsavstånd är det troligt att endast ett fåtal personer vistas under korta perioder, detta bland annat sett till den existerande bebyggelsen i området.

Baserat på befolkningstätheten för Lerums tätort, bebyggelsen i området Stora Bråta samt den bebyggelse som direkt angränsar berört planområde görs uppskattningen att persontätheten inom skyddsavstånd (det vill säga 0–80 meter från E20) är 100 personer per kvadratkilometer. Denna skattning baseras på befintlig bebyggelse längs en 1 kilometer lång sträcka av E20 förbi planområdet.

Skattningen av persontäthet bortom skyddsavståndet (det vill säga inom planområdet) baseras på information i Lantmäteriets geodatabas där dataset "PD.Befolkningsfördelning.Totalbefolkning" har applicerats (Lantmäteriet, 2021). Kartlagret visar befolkningsstatistik för en kvadratkilometer stora rutor. Lantmäteriets Geodatatjänst visar dock antal personer per km² genom ett fixerat rutnät vilket gör att inga definitiva persontätheter kan utläsas enbart ifrån denna tjänst. Som komplement har befintlig bebyggelse studerats i Lantmäteriets webbtjänst "Min karta" (Lantmäteriet, 2022). Utifrån informationen uppskattas att området Stora Bråta har en nuvarande persontäthet på cirka 200–300 personer per kvadratkilometer. I det aktuella planförslaget planeras för 52 bostäder. Enligt statistik från SCB bor i genomsnitt 2,7 personer i varje småhus (SCB, 2018). För att inte underskatta de nya bostädernas bidrag till den totala persontätheten bortom skyddsavståndet görs antagandet att 200 personer kommer bo i de planerade husen. Bortom skyddsavståndet (och således inom planområdet) uppskattas därför att persontätheten är 500 personer per kvadratkilometer när de nya bostäderna är byggda.

3.1 Beräkningsunderlag

En kort sammanställning av indata för beräkningarna presenteras i Tabell 2 nedan. Beräkningsunderlaget redovisas mer utförligt i kapitel 3 och detaljer kring frekvensberäkningar och konsekvensavstånd finns i bilagorna.

Tabell 2: Beräkningsunderlag standard, Stora Bråta Lerum. Sammanställning av beräkningsunderlag

Parametrar	Indata
ÅDT ¹⁰ total prognos 2040	24 000
ÅDT tung prognos 2040	2530
Hastighet	100 km/h
Skyddsavstånd från transportled	80 meter
Persontäthet inom skyddsavstånd (0 – 80 meter)	100 personer per km ²
Persontäthet bortom skyddsavstånd	500 personer per km ²
Andel farligt godstransporter	2,5 %

ÅDT totaltrafik och ÅDT tung trafik har hämtats från Trafikverkets vägdatabas, NVDB på webb (Trafikverket, 2022). Statistiken för årsdygnstrafik på E20 söder

¹⁰ ÅDT står för "årsmedeldygnstrafik" och är ett genomsnittligt värde på den mängd fordon som kan förväntas på en vägsträcka under ett dygn.

om planområdet är från år 2018.och räknats upp till en trafikprognos för 2040 med hjälp av Trafikverkets uppräkningsstal EVA (Trafikverket, 2021).

Hastigheten på vägen är hämtad från Trafikverkets verktyg "NVDB på webb" (2022).

Andelen farligt gods är baserad på nationell statistik för Sverige. Statistiken kommer från Trafikanalys.se (Trafikanalys, 2021).

4. Riskbedömning

4.1 Riskidentifiering

Farligt gods är ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom vid en olycka eller felaktig hantering vid transport och lagring. Vissa ämnen utgör en mer akut risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ansvarar för föreskrifter gällande transport av farliga ämnen. För väg benämns dessa ADR/ADR-S¹¹. Klasserna sammanfattas i Tabell 3 nedan. Enligt föreskrifterna ska ämnen märkas beroende på vilket som är den dominerande faran som ämnet eller föremålet utgör vid transport (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2021).

¹¹ FN:s överenskommelse om internationell transport av farligt gods (ADR) har kompletterats med bestämmelser som gäller specifikt för transporter inom Sverige (-S).

Tabell 3: Klassificering av farligt gods enligt ADR-S.

Klass	Ämne/ämnen
1	Explosiva ämnen och föremål
2	Gaser ¹²
3	Brandfarliga vätskor
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliga explosivämnen
4.2	Självantändande ämnen
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
5.1	Oxiderande ämnen
5.2	Organiska peroxider
6.1	Giftiga ämnen
6.2	Smittförande ämnen
7	Radioaktiva ämnen
8	Frätande ämnen
9	Övriga ämnen

Det är främst farligt gods i klasserna 1 (explosiva ämnen), 2 (gaser), 3 (brandfarliga vätskor), 5.1 (oxiderande ämnen) samt 5.2 (organiska peroxider) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser i ett akut skede på så långa avstånd att det är relevant avseende fysisk planering intill transportleden. Vad gäller klass 2 (gaser) är giftiga och/eller brandfarliga gaser relevanta. Därför är det dessa klasser som ingår i bedömningen av risknivåer i denna riskutredning.

Transporter på väg ska ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på tankar och behållare. Utformning av dessa utgör därför i sig en teknisk riskreducerande barriär.

På grund av sina farliga egenskaper omfattas farligt gods av särskilda krav vid transport (exempelvis krav på skyltning av fordonet). Detta då ämnena har egenskaper som vid en olycka eller felaktig hantering kan utgöra en fara för människor, miljö eller egendom. Vissa ämnen utgör en mer direkt risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

Utsläpp av farligt gods kan ske på flera sätt, exempelvis genom mekanisk påverkan i samband med avåkning, kollision mellan fordon, läckage från felaktiga tankar eller genom sabotage och terrorism. Sabotage och terrorism riktat mot lastbilar med farligt gods har lyckligtvis, hittills, inte inträffat i någon omfattning som gör det möjligt att uppskatta sannolikheten för detta.

Läckage från tankar eller behållare kan förekomma, och om det inte upptäcks i tid kan det i värsta fall ge upphov till eskalerande förlopp med allvarliga konsekvenser. Läckage från tankar bedöms dock i första hand vara en risk som

¹² I de uppdaterade föreskrifterna för ADR-S från 2021 har de tre tidigare klasserna 2.1 (Brandfarliga gaser), 2.2 (Icke giftiga, icke brandfarliga gaser) samt 2.3 (Giftiga gaser) slagits samman till klass 2 (Gaser).

är relevant att hantera på anläggningar där fordonen parkeras och i samband med lastning och lossning.

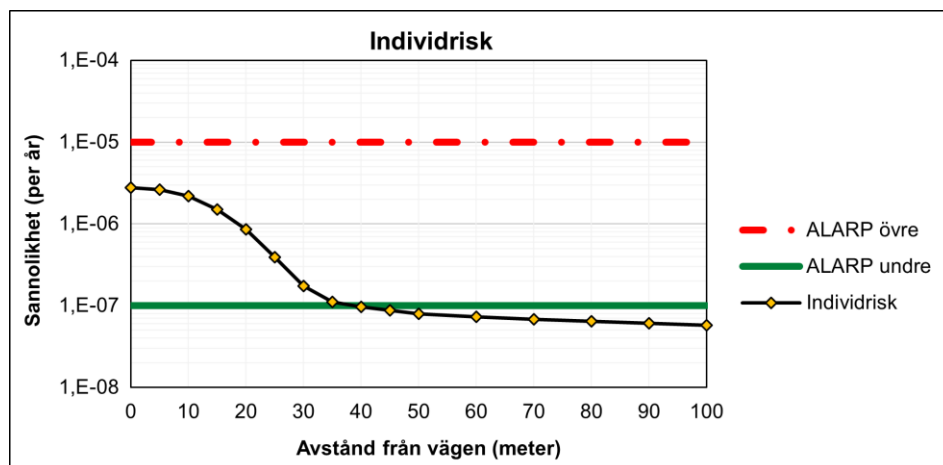
Risken analysen utgår därmed från att trafikolyckor (både singelolyckor och olyckor med flera fordon) är den grundläggande händelse som kan leda till olycka där farligt gods kan utgöra en fara för omgivningen. I Sverige inträffar varje år trafikolyckor med lastbilar som transporterar farligt gods, i de flesta fall utan några allvarliga effekter på omgivningen. Utsläpp av farligt gods sker, men är vanligen inte allvarligare än att det kan hanteras av räddningstjänst eller saneringsfirmor.

Olyckor med allvarliga (katastrofartade) konsekvenser är mycket ovanliga och många av de incidenter som faktiskt inträffar sker vid lastning och lossning av gods, dvs. inte när transporten färdas längs vägnätet (Sveriges kommuner och landsting, 2012, s. 11).

4.2 Riskanalys och riskvärdering

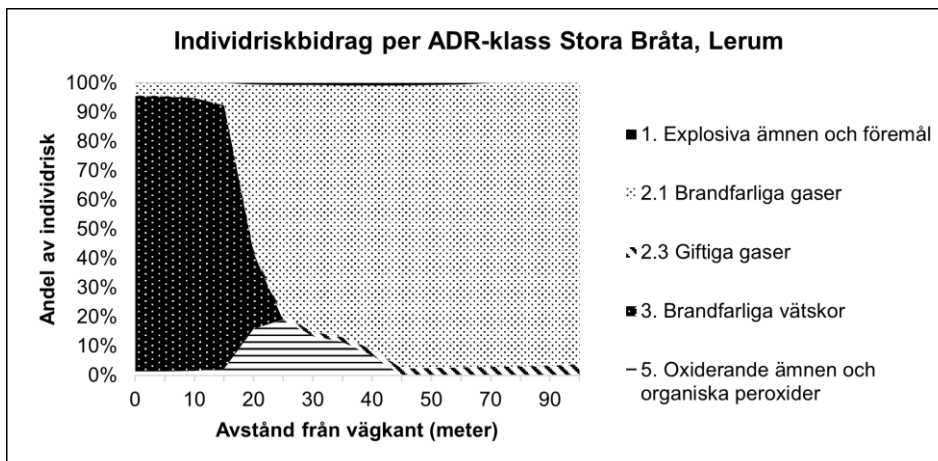
4.2.1 Individrisk

Resultatet från beräkningarna av individrisk längs den aktuella delen av E20 redovisas i Figur 9 nedan. Beräkningarna visar att individrisken ligger under ALARP-områdets nedre gräns vid 80 meter, vilket är det skyddsavstånd som antas för de planerade bostäderna. Detta innebär att hela planområdet ligger under ALARP-områdets nedre gräns för individrisk, vilket i sin tur innebär att individrisken inom planområdet kan anses vara acceptabel utan riskreducerande åtgärder.



Figur 9: Beräkning av individrisknivå med avseende på transport av farligt gods på E20 förbi planområdet.

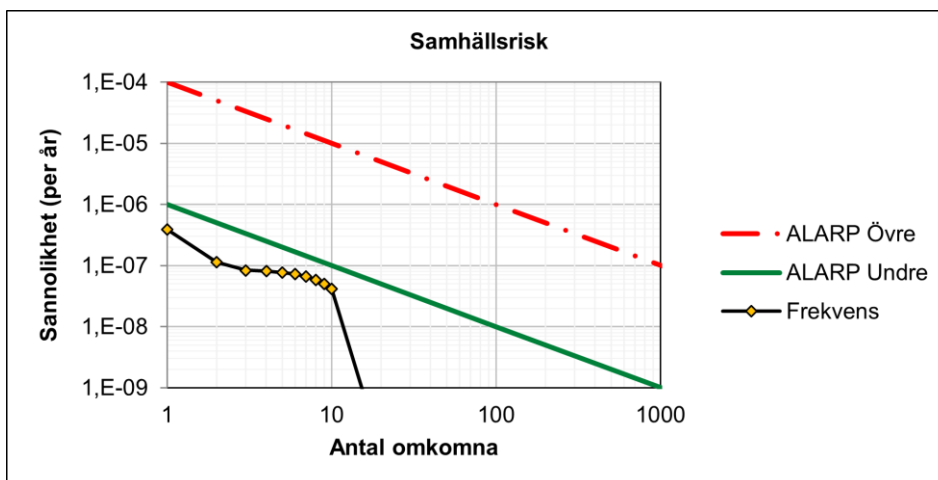
I Figur 10 illustreras individriskbidraget per ADR-klass. Grafen visar att det nästan uteslutande är brandfarliga gaser som utgör individriskbidraget bortom 80 meter från väg och därmed också för planområdet denna utredning avser.



Figur 10: Grafen visar vilken andel av individrisknivån som utgörs av respektive ADR-klass på respektive avstånd från vägen.

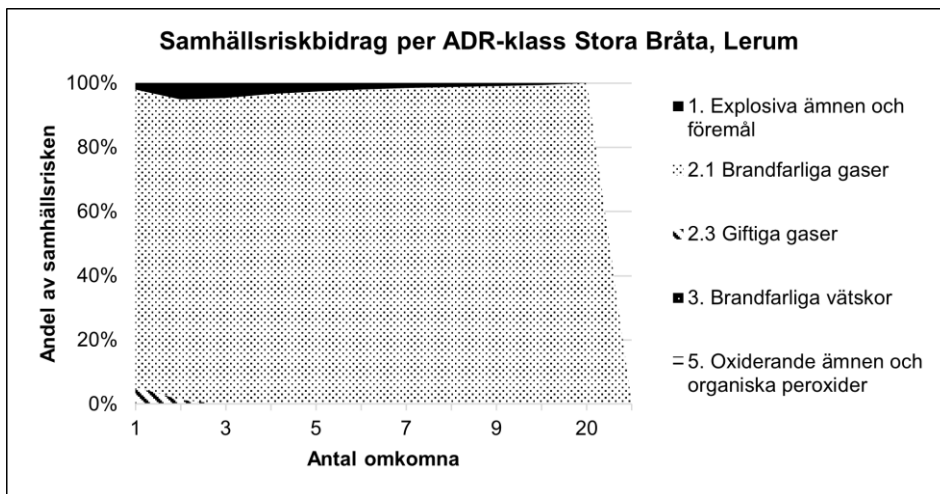
4.2.2 Samhällsrisk

Resultatet av beräkningen för samhällsrisk i Figur 11 nedan visar att samhällsrisk för aktuellt planområde befinner sig under den nedre ALARP-gränsen för olyckor med farligt gods på E20 oavsett antal döda.



Figur 11: Beräkning av samhällsrisknivå, det vill säga sannolikheten per år för olyckor med respektive antal omkomna, med avseende på transport av farligt gods på E20 förbi planområdet.

I Figur 12 illustreras vilken andel av samhällsrisk som utgörs av olika ADR-klasser. Figuren visar brandfarliga gaser utgör den stora majoriteten av samhällsriskbidraget. Detta beror på en kombination av framför allt två parametrar. Dels att planområdet ligger på 80 meters avstånd där brandfarlig vätska inte medför något riskbidrag, dels genom att förekomsten av transporter med brandfarlig gas är väsentligt högre än transporter med giftig gas eller explosivämnen.



Figur 12: Grafen visar vilken andel av samhällsriskenivån som utgörs av respektive ADR-klass för olyckor med 1 - 30 omkomna.

4.2.3 Diskussion kring beräknade risknivåer

Beräkningarna är baserade på ett skyddsavstånd om 80 meter från väg E20 (vägkant) till den planerade bebyggelsen. Detta innebär att de risknivåer som illustreras i avsnitt 4.2.1 och 4.2.2 ovan baseras på att ingen ny bebyggelse planeras inom detta avstånd.

Beräkningarna visar att individrisknivån befinner sig inom ALARP-området mellan 0–40 meter från väg, därefter sjunker risken under ALARP-områdets nedre gräns. Beräkningarna visar även att samhällsriskenivån befinner sig under ALARP-områdets nedre gräns oavsett antal omkomna.

Både grafen för individrisksbidrag och för samhällsrisksbidrag per ADR-klass visar att det är brandfarliga gaser som utgör den stora majoriteten av riskbidraget för den planerade bebyggelsen.

Vid ett läckage av brandfarliga gaser kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning.

Om ett utsläpp sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska- och topografiska förhållanden inom planområdet.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds som ett resultat av en olycka med farligt gods är det främst följande tre scenarier som är relevanta att beakta:

- **Jetflamma:** Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan konsekvenser från jetflamman medföras på avstånd från några få meter upp till 75 meter. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt flampåverkan, dels genom värmestrålning från flamman. Ett troligt konsekvensavstånd för jetflamma är cirka 25 meter (Sweco, 2020).
- **Gasmolnsbrand eller gasmolnexplosion:** Dessa skadehändelser kan inträffa om gasmolnet inte antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Ett gasmoln kan då driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast

allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste vara väl omblandad med luft så att explosiva koncentrationer uppstår. Det är alltså i teorin möjligt att en gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion uppstår vid planerad bebyggelse, men i praktiken är sannolikheten för en sådan situation mycket liten.

- **BLEVE** (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från t.ex. tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet. En BLEVE är därmed mycket osannolik och bedöms inte relevant att vidta riktade åtgärder mot.

Några procent av individriskbidraget per ADR-klass på det avstånd från väg E20 där bostäderna planeras utgörs av giftiga gaser. Även för samhällsrisk utgör giftiga gaser en liten del av riskbidraget. Giftiga gaser kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet och tyngd, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

Ett exempel på giftig gas som transporteras på svenska trafikleder är ammoniak medan gaser som klor och svaveldioxid är att betrakta som mycket giftiga.

Totalt sett utgör giftiga gaser under 1% av den totala mängd farligt gods som transporteras på det svenska vägnätet. Troligt är därför att antalet transporter av giftig gas på väg E20 är få. Sannolikheten för att en olycka med giftig gas inträffar är låg, konsekvenserna kan dock bli allvarliga. Sammantaget bedöms riskbidraget vara lågt.

Sammantaget är både individ- och samhällsrisknivån låg för den planerade nya bebyggelsen. De nya bostäderna bidrar inte heller till en stor ökning av samhällsrisknivån då persontätheten för den beräknade kvadratkilometern fortsätter vara relativt låg. Detta gör att samhällsrisknivån (se Figur 11) befinner sig under ALARP-området och kan anses vara acceptabel utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

4.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Beräkningarna av individ- och samhällsrisk är förknippad med osäkerheter, exempelvis avseende uppskattade godsmängder, sannolikheter för identifierade olyckshändelser och konsekvenser. Att använda beräkningsmodeller är en förenkling av verkligheten, men målet är att ge en tillräckligt bra beskrivning utifrån tillgänglig kunskap så att det ger ett robust beslutsunderlag.

I denna riskutredning har flera konservativa (försiktiga) antaganden och förenklingar gjorts. Antaganden behövs där det statistiska underlaget är otillräckligt och görs då på ett sätt så att riskerna inte underskattas. Detta medför att risknivåerna i verkligheten troligen är lägre än beräknat. För att hålla beräkningarna på en praktiskt hanterbar nivå görs också ett antal förenklingar.

Några av de mer betydelsefulla antaganden och förenklingar som gjorts presenteras nedan.

I beräkningarna används intervall och Monte Carlo-simulering som ett sätt att beskriva osäkerheter, men det är viktigt att påtala att all osäkerhet inte fångats upp enbart med denna metod. Intervallen som används som indata till beräkningarna är i sig mycket osäker och bygger inte på någon omfattande statistik över inträffade händelser. Generellt antas beräkningarna överdriva riskerna eftersom det med dessa ingångsvärden då borde ha inträffat fler större olyckor i världen och i Sverige.

Resultaten ska dock inte heller tolkas som att låg sannolikhet är detsamma som att en olycka inte kan inträffa. Ambitionen är dock att beräkningarna och hur de används leder till att ny bebyggelse planeras med en avvägning mellan de risker som farligt gods utgör och de nyttor som uppnås genom att kunna exploatera mark intill transportlederna.

4.3.1 Förenklingar, antaganden och avgränsningar

Frätande ämnen har inte beaktats då konsekvensavstånden är mycket korta. Akut påverkan på människor uppstår i princip endast om ämnet hamnar rakt på en person vilket innebär att den sannolikt redan påverkats av själva fordonet. Inte heller smittförande ämnen, giftiga ämnen samt radioaktiva ämnen har beaktats eftersom antalet försändelser är mycket litet, sannolikheten för utsläpp är extremt låg alternativt konsekvensavstånden är mycket korta eller endast allvarligt under långvarig påverkan.

Konsekvensberäkningarna grundar sig på antagandet att alla ämnen inom respektive klass av farligt gods utgörs av det ämne inom klassen som kan ge allvarligast konsekvenser, till exempel svaveldioxid (på väg) och klorgas (på järnväg) för giftiga gaser och hexan för brandfarlig vätska. Beräkningarna utgår från dessa ämnen som bedömts dimensionerande inom varje farligt gods-klass. Ofta är ämnena valda för att de är vanligt förekommande som vägtransporter och för att ämnena är bland de farligaste i respektive ADR-klass. Dessa utgör troligtvis endast en marginell del av respektive transporterad farligt gods-klass men bidrar till en förenkling av beräkningsmodellen och att rimligt konservativa antaganden görs. För flera av scenarierna saknas tillräckligt statistiskt underlag för att mer noggrant beräkna sannolikheterna för att de ska inträffa och här görs i flera fall uppskattningar som bygger på ingenjörsmässiga bedömningar.

Hänsyn tas inte heller till att det för flertalet av scenarierna är så att byggnader närmast riskkällan kan verka skyddande mot bakomvarande bebyggelse. Detta hade minskat samhällsrisken.

Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2040. Fram tills dess är förmodligen trafikmängden lägre för väg, framför allt avseende godstransporter (Backman, 2021). Detta beror enligt Backman (2021) på flera anledningar, men att elektrifiering på väg är en betydande faktor. Eftersom bebyggelsen kommer att vara kvar under en längre period behöver beräkningarna ta höjd för den trafikmängd som kan gälla i framtiden. Trafikverket rekommenderar användning av prognosår för sina vägar och järnvägar, men det är behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder längre fram i tiden.

Det använda konsekvensavståndet är en förenkling, där sannolikheten för att avlida är 1 för de som befinner sig inom konsekvensområdet, och 0 för de som befinner sig utanför riskområdet. Denna förenkling görs för att få en rimlig

omfattning på beräkningarna, men kompenseras i viss mån av att sannolikhetsfördelningar för konsekvensavstånden används i beräkningarna. För att inte underskatta risken så antas 100 % omkomma inom det konsekvensavstånd där dödlig skada kan inträffa.

I vissa riskutredningar hanteras detta på så vis att sannolikheten att omkomma antas vara olika för olika avstånd vilket gör det möjligt att fånga upp att sannolikheten att omkomma generellt är högre närmare riskkällan. Av praktiska skäl görs inte det här, utan den beräkningsmodell som används hanterar istället detta genom att ansätta ett intervall för avståndet till (100 %) dödlig skada. Detta får den effekten att vissa olycksscenario (exempelvis BLEVE) får relativt stort genomslag i beräkningarna av samhällsrisk, eftersom dödliga skada kan uppstå på långa avstånd även om detta sätt att räkna överskattar riskerna på längre avstånd, eftersom sannolikheten att omkomma minskar med avståndet (se bilagorna).

Att 100 % omkommer vid det angivna konsekvensavståndet gäller oskyddade personer utomhus. I beräkningarna antas att sannolikheten är lägre att personer som är inomhus omkommer, eftersom byggnader ger ett skydd mot de flesta scenarier. Även här är det så att sannolikheten avtar med avståndet, men att det av praktiska skäl förenklats till att sannolikheten att omkomma inomhus är konstant inom konsekvensavståndet. Att räkna på detta sätt underskattar effekten av skyddsavstånd eftersom det överskattar risken på längre avstånd. I rekommendationerna tas viss hänsyn till detta genom att utgå från att skyddsavstånd har betydelse för många händelser, även om det inte får så stort genomslag i denna modell.

4.3.2 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. På samma sätt som för standardberäkningen i avsnitt 4.2 har detta gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar¹³.

Känslighetsanalysen belyser osäkerheten i de beräkningar som genomförts med fokus på vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

Känslighetsanalysen har tagits fram genom att upprepa beräkningarna med förändrade indata avseende:

1. Fördubblad trafikmängd
2. Ökad persontäthet

För känslighetsanalysen avseende fördubblad trafikmängd har trafiksiffror för parametrarna "ÅDT total" samt "ÅDT tung" fördubblats gentemot standardberäkningen i avsnitt 4.2.

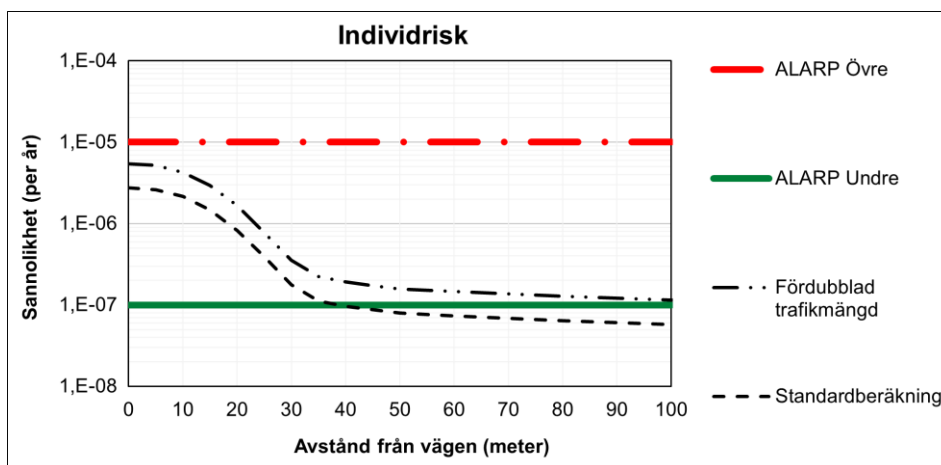
För känslighetsanalysen avseende ökad persontäthet har en persontäthet på 500 personer per kvadratkilometer inom skyddsavståndet antagits. Vidare har en persontäthet på 1000 personer per kvadratkilometer antagits bortom skyddsavståndet. En sådan persontäthet skulle innebära att den kvadratkilometer som planområdet i Stora Bråta befinner sig i skulle få ungefär samma persontäthet som Lerums tätort år 2040 (se avsnitt 3).

Resultaten av beräkningarna med ändrade indata beskrivs nedan.

¹³ Se avsnitt 1.2.2 för mer information om denna metodik.

Tabell 4: Beräkningsunderlag känslighetsanalys för fördubblad trafikmängd, Stora Bråta Lerum

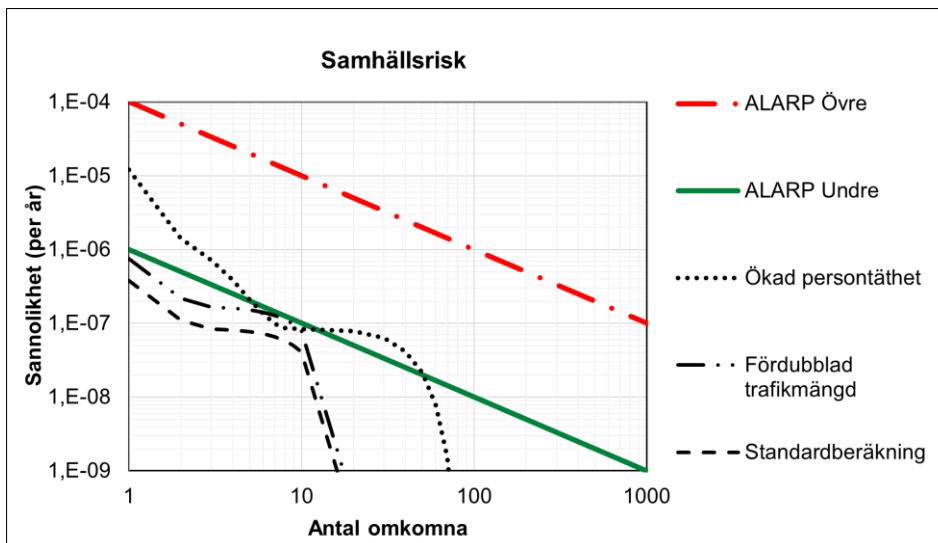
Parametrar	Indata fördubblad trafikmängd	Indata ökad persontäthet
ÅDT total	48 000	24 000 (prognos 2040)
ÅDT tung	5 000	2530 (prognos 2040)
Hastighet	100 km/h	100 km/h
Skyddsavstånd från transportled	80 meter	80 meter
Persontäthet inom skyddsavstånd (0 – 80 meter)	100 personer per km ²	500 personer per km ²
Persontäthet bortom skyddsavstånd	500 personer per km ²	1000 personer per km ²
Andel farligt godstransporter	2,5 %	2,5 %



Figur 13: Känslighetsanalys för individrisknivån avseende transport av farligt gods på väg E20 förbi planområdet.

Känslighetsanalysen för individrisknivån visar att även om trafikmängden på E20 förbi planområdet fördubblas så fortsätter risknivån befinna sig inom ALARP-området, även vid 80 meter från vägen. Detta illustreras i Figur 13 ovan. Däremot befinner sig risknivån vid fördubblad trafikmängd efter ungefär 50 meter från väg mycket nära ALARP-områdets undre gräns. I och med att indata i standardberäkningen för trafikmängd (se avsnitt 4.2.1) redan avser Trafikverkets prognos för år 2040, där dagens trafiksiffror har räknats upp, bedöms det vara osannolikt att trafiken fördubblas ytterligare jämfört med dessa siffror.

Ökad persontäthet inverkar inte på individrisknivån, varför känslighetsanalysen i Figur 13 endast visar standardberäkning och fördubblad trafikmängd.



Figur 14: Känslighetsanalys för samhällsrisiknivån avseende transport av farligt gods på väg E20 förbi planområdet.

För samhällsrisik visas förändringar i risknivån både när trafikmängden har fördubblats och när persontätheten (inom och bortom skyddsavstånd) ökas. Som kan ses i Figur 14 ovan innebär fördubblad trafikmängd ingen förändring i acceptansen av samhällsrisiken, då risknivån fortsatt befinner sig under ALARP-området oavsett antal omkomna.

Däremot innebär en ökad persontäthet att risknivån delvis befinner sig inom ALARP-området. För dessa olyckor är risknivån acceptabel om riskreducerande åtgärder vidtas. Sannolikheten att persontätheten skulle öka på detta sätt till år 2040 bedöms dock i denna rapport som låg. Däremot visar känslighetsanalysens olika scenarier på känsligheten i beräkningarna.

Det är även viktigt att notera att även fast en känslighetsanalys avseende ökad persontäthet görs i denna utredning, så skall risker med transport av farligt gods på E20 beaktas även i framtida detaljplaner. Detta i linje med rådande länsstyrelseriktlinjer, se avsnitt 2.4.

Sammantaget bedöms inte resultaten från känslighetsanalysen motivera särskild försiktighet vad gäller riskreducerande åtgärder.

5. Samlad bedömning och riskreducerande åtgärder

Olyckor med farligt gods kan medföra stor negativ omgivningspåverkan (se olycksscenarioen beskrivna i bilagorna) men inträffar mycket sällan. Detta beror på att förhållandevis få transporter med farligt gods förekommer på vägarna i Sverige (cirka 2,5% av alla tunga transporter i Sverige utgörs av transporter med farligt gods). Det beror även på att transporter med farligt gods måste ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på tankar och behållare. Utformning av dessa utgör i sig en riskreducerande barriär. Sannolikheten för allvarliga olyckor med transporter av farligt gods är därför låg och de olycksscenarioen som teoretiskt sett skulle kunna inträffa gör det i praktiken mycket sällan.

Denna riskutredning har redogjort för väg E20 som riskobjekt avseende transport av farligt gods. Riskerna för det nya planområdet har utretts kvantitativt genom att risknivåer för individrisk och samhällsrisk har beräknats i programmet @Risk. Resultaten visar att individrisknivån ligger under ALARP-området bortom 30 meter från väg. Detta innebär att individrisknivån för det aktuella planområdet kan accepteras utan riskreducerande åtgärder. Vidare visar resultaten från beräkningarna att även samhällsrisknivån ligger helt inom acceptabel risk, vilket innebär att samhällsrisken kan accepteras utan riskreducerande åtgärder.

Beräkningarna beaktar inte de topografiska förutsättningarna på platsen. Att den del av E20 som löper direkt söder om planområdet går genom bergskärning bedöms dock innebära en potentiellt förmildrande omständighet. Den höjdskillnad som bergskärningen innebär hindrar vätska från att rinna ut från vägen och torde ha viss hindrande effekt på spridning av gaser mot planområdet.

I avsnitt 4.3 genomfördes en känslighetsanalys där beräkningarna upprepades med förändrade indata avseende trafikmängd och persontäthet. Resultaten visade att fördubblad trafikmängd innebär att individrisknivån befinner sig i ALARP-områdets nedre del även vid 80 meter från väg. Då en allt större mängd gods transporteras på järnväg istället för väg bedöms det inte troligt att trafikmängden och godsmängden på väg E20 fördubblas till år 2040. Av denna anledning bedöms inte några riskreducerande åtgärder erfordras.

Vad gäller ökad persontäthet torde det vara rimligt att anta att området Stora Bråta med omnejd kan komma att förtätas ytterligare i framtiden. Känslighetsanalysen med de förändrade indata som presenteras i Tabell 4 visar att ökad persontäthet gör att samhällsrisknivån delvis befinner sig inom ALARP-området. En sådan förtätning för kringliggande områden ligger emellertid

utanför föreliggande utredning. Det belyser dock vikten av riskhänsyn för nya detaljplaner inom 150 meter från väg E20 i enlighet med rådande riktlinjer från Länsstyrelsen. Sett till att brandfarliga gaser är den farligt gods-klass som utgör det största samhällsrisksbidraget så skulle placering av friskluftsintag bort från väg E20 kunna ha en riskreducerande effekt. Detta är dock inte något som denna riskutredning bedömer bör utgöra krav för att medge planerad bebyggelse.

Genom denna riskutredning bedöms de bestämmelser som presenterades i avsnitt 2.1 "Plan- och bygglag", 2.2 "Miljöbalk", 2.3 "Väglag" samt 2.4 "Rekommendationer från Trafikverket för väg" uppfyllas för den föreslagna detaljplanen.

Sammantaget görs bedömningen att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att risknivån för det planerade området i Stora Bråta skall kunna anses acceptabel, givet att det skyddsavstånd på 80 meter som använts i beräkningarna i denna utredning bibehålls.

Referenser

- Backman, M. (den 7 10 2021). Kapacitetsanalytiker Järnväg, Trafikverket. (J. Paulsson, Intervjuare)
- Boverket. (2019). *Begreppen hälsa, säkerhet och risk i PBL*. Hämtat från PBL Kunskapsbanken - en handbok om plan- och bygglagen: [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/halsa-sakerhet-och-risker/begreppen-halsa-sakerhet-och-risk-i-pbl/\[2022-03-11\]](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/halsa-sakerhet-och-risker/begreppen-halsa-sakerhet-och-risk-i-pbl/[2022-03-11])
- Davidsson, G., Lindgren , M., & Mett , L. (1997). *Värdering av risk*. Räddningsverket.
- Finansdepartementet. (2010:900). Plan- och bygglag. SFS 2010:900.
- Lantmäteriet. (2021). *Geodata - PD.Befolkningsfördelning. Totalbefolkning*. Hämtat från https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search#/search?resultType=swe-details&_schema=iso19139*&type=dataset%20or%20series&from=1&to=20&fast=index&_content_type=json&sortBy=relevance&or=befolkning
- Lantmäteriet. (2022). *Lantmäteriet - Min Karta*. Hämtat från <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen. Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- Miljödepartementet. (1998:808). Miljöbalk. SFS 1998:808.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (den 1 Januari 2021). ADR-S 2021. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng. MSBFS 2020:9.
- SCB. (den 19 april 2018). *Vanligast för barn att bo i småhus*. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/>
- SCB. (2021). *Statistiska tätorter 2020, befolkning, landareal, befolkningstäthet per tätort*. Statistiska Centralbyrån. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter/pong/tabell-och-diagram/statistiska-tatorter-2020-befolkning-landareal-befolkningstathet-per-tatort/>
- Sveriges kommuner och landsting. (2012). *Transporter av farligt gods. Handbok för kommunernas planering*.
- Sweco. (2020). *Riskutredning av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Markaryds tätort, stöd till fysisk planering*.

- Trafikverket. (2018). *Säkerhetsavstånd vid byggande intill väg*. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Sakerhetsavstand-mellan-infrastruktur-ny-bebyggelse-samt-ovriga-anordningar/sakerhetsavstand-vid-byggande-intill-vag/>
- Trafikverket. (2022). *NVDB på webb*. Hämtat från Nationell vägdatabas: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> [2022-10-16]

Bilaga A

Frekvensberäkningar

Uppdrag: Riskutredning Stora Bråta
Uppdragsnummer: 30049409
Kund: Stiftelsen Skogssällskapet
Datum: 2022-11-28
Upprättad av: Elvira Sörman Laurien

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Händelseförlopp för olika typer av farligt gods	3
2.1	Explosiva ämnen (ADR 1)	3
2.2	Tryckkondenserade gaser (ADR 2)	4
2.3	Brandfarliga gaser (ADR 2.1)	4
2.4	Giftiga gaser (ADR 2.3)	5
2.5	Brandfarliga vätskor (ADR 3)	6
2.6	Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR 5.1 och 5.2)	6
3	Frekvensberäkningar för lastbilstrafik.....	8
3.1	Trafikprognos.....	8
3.2	Frekvensberäkningar för trafikolycka med lastbil	8
3.3	Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil	8
3.4	Frekvens för scenario med farligt gods på väg	9
4	Referenser	11

1 Inledning

Riskanalysen bygger i detta fall på en uppskattning av sannolikheter för dödsfall per år, dels som individrisk dels som samhällsrisk. Sannolikhet per år kan också tolkas som en förväntad frekvens, dvs. att en händelse förväntas inträffa ett visst antal gånger under en tidsperiod.

I många fall saknas tillförlitlig statistik för olika scenarier, och när antaganden måste göras har värden valts som ligger i närheten av antaganden i liknande utredningar som gjorts i Sverige. På så vis finns en strävan mot att resultaten av riskbedömningen blir liknande jämfört med andra platser inom landet, även om vissa parametrar är baserade på ingenjörsmässiga bedömningar.

Ett vanligt förekommande sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall vid en olycka är genom händelseträdd. Av praktiska skäl utgår metodiken från ett begränsat antal utfall där det egentligen handlar om ett spektrum av möjliga utfall. I denna rapport redovisas inte olika händelseträdd utan läsaren hänvisas istället till de olika konsultrapporter som ligger till grund för den sammanställning som redovisas.

Det finns olika sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall. Därför har en sammanställning gjorts med sannolikheter för olika scenarier som använts i andra riskutredningar i Sverige (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (WSP, 2014) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag, tillsammans med Swecos egna beräkningar och ingenjörsmässiga uppskattningar, har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats för järnväg och väg.

2 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

2.1 Explosiva ämnen (ADR 1)

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader.

För transport av explosiva varor finns omfattande bestämmelser och restriktioner för att minska sannolikheten för olyckor och begränsa konsekvenser vid olyckor.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR/RID-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd än ett 10-tal meter (Göteborgs stad, 1999). Massexplosiva varor är explosiva ämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning undersöks endast transporter med massexplosiva varor eftersom det endast är dessa som bedöms kunna leda till allvarliga skador på lite längre avstånd, 10% av samtliga transporter med explosivämnen antas vara av denna klass.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand uppstå och sprida sig till det explosiva ämnet eller så måste de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara så stora att de utlöser en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. Av

dessa bränder släcks sannolikt ett flertal bränder av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert eftersom denna typ av statistik inte finns att tillgå.

Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utväldig brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosiva ämnen att brinna upp istället för att detonera vid en brand.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. Hur stora laster som ingår i konsekvensberäkningar varierar mellan olika utredningar och bygger på ingenjörsmässiga bedömningar (WUZ, 2016) (WSP, 2016). Detta påverkar fördelningen för konsekvensavstånden.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. Konservativt görs en ingenjörsmässig bedömning i de flesta riskutredningar att 0,2% sannolikhet för att mekanisk påverkan på godstågsvagn är tillräcklig för en explosion.

2.2 Tryckkondenserade gaser (ADR 2)

Tryckkondenserade brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tjockväggiga tankar vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en olycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska- och topografiska förhållanden inom planområdet.

2.3 Brandfarliga gaser (ADR 2.1)

Vid ett läckage av brandfarliga gaser kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning.

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt eftersom en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller ett gatljus skulle potentiellt kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds har följande tre scenarier beaktats:

- **Jetflamma:** Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman nå storlekar på från några få meter upp till 75 m. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman och dels genom värmestrålning från flammen.
- **BLEVE** (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från t.ex. tryckkärlet. Denna händelse förväntas endast ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet. En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 1 % av de olyckor där en vagn med brandfarlig gas är involverad.
- **Gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion:** Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Ett gasmoln kan då driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste vara väl omblandad med luft så att explosiva koncentrationer uppstår. En spridningsvinkel för gasmolnsbrand antas konservativt till 45°.

2.4 Giftiga gaser (ADR 2.3)

Farligt godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar. I denna riskutredning antas alla vindriktningar vara lika sannolika.

Spridning av gasmoln påverkas till stor del av rådande väderförhållanden. Beroende på bland annat vindstyrka och solinstrålning påverkas riktning och gaskoncentration. Gasmolnet sprids som en plym vars form är beroende av ett flertal faktorer, bland annat källstyrka och vindstyrka. Vid högre vindstyrkor blir plymen längre men smalare och vid lägre vindstyrkor blir plymen bredare men kortare (WSP, 2016). Siffror för spridningsvinkel som redovisas i olika rapporter varierar mellan 15° (Thomasson, 2017) och 60° (WSP, 2016). Hänsyn har tagits till detta genom att anta att plymens vinkel vid ett utsläpp kan variera med 15–60°.

Exempel på mycket giftiga gaser som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. Statistik över vilka gaser som transporteras under klass RID 2 finns inte tillgänglig, men efter att Akso Nobel lade ner sin tillverkning av klor i Bohus och Skoghall 2005 respektive 2011 bedöms transporter med klor vara försvinnande få. Klor tillverkas fortfarande i Stenungssund men transporter är sällsynt, under 2013 skedde inga transporter av klor (INEOS Sverige AB, 2014).

Ammoniak och svaveldioxid är exempel på de mer giftiga gaser som transporteras på väg. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 25 ton gas per fordon.

2.5 Brandfarliga vätskor (ADR 3)

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 mycket snabbare än diesel. Eftersom transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska (hexan) vilket är en konservativ ansats då det är mer brännbart än bensin.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätskan är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva iväg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Denna händelse bedöms dock som osannolik och antas ske i cirka 1,5% av fallen.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl ligger mellan 10 och 30% för järnväg i de riskutredningar som gått igenom, vilket huvudsakligen baseras på siffror från rapport som publicerades 1993 för att analysera riskerna med farligt gods i Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln ligger sannolikheten för antändning mellan 5 och 70%.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl vid olycka på väg uppskattas vanligen till cirka 3% (WSP, 2016) (WUZ, 2016), vilket precis som för järnvägstransporter baseras på den riskanalys som gjordes 1993 för Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50%. Spridning av eventuellt gasmoln följer spridning enligt brandfarlig gas ovan.

2.6 Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR 5.1 och 5.2)

Oxiderande ämnen (RID-klass 5.1) utgör en stor andel av alla vagnar innehållande farligt gods och är klassade som farliga i den mån att de kan fungera som katalysatorer vid brandförlopp men är inte brandfarliga i sig. Om ämnet kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (till exempel diesel, motorolja etcetera) kan det leda till självantändning och kraftiga brand- eller explosionsförlopp.

Organiska peroxider utgör endast en marginell del av antalet försändelser med farligt gods och har ur ett riskperspektiv liknande egenskaper som oxiderande ämnen. Antalet transporter av klass 5.2 läggs därför till antalet transporter av klass 5.1.

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60% väteperoxid. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas

ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Även ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. När det transporteras som ADR/RID klass 5.1 är det dock i blandningar som minskar sannolikheten för detonation så mycket att detta bedöms vara mycket osannolikt. Enligt regelverket är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar (det vill säga utan flegmatiseringsmedel) med över 60% väteperoxid på järnväg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2% brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

Regler kring transport såsom användandet av skyddsvagnar mellan vagnar med farligt gods gör det mycket osannolikt att oxiderande ämnen kommer i kontakt med innehållet i en annan vagn med till exempel brandfarliga vätskor.

Genomgång av olika riskutredningar för farligt gods Sverige visar att de ingenjörsmässiga bedömningarna avseende explosion eller brand med klass RID/ADR 5.1 och 5.1 skiljer sig relativt mycket. Det intervall för sannolikheter bedöms dock vara tillräckligt konservativa.

Gemensamt är att en uppskattning görs av sannolikhet för utsläpp av oxiderande ämnen samtidigt som ett utsläpp av organiskt material som därefter ger upphov till brand eller explosion. Bedömningarna skiljer sig relativt mycket mellan olika rapporter (WUZ, 2016) (Sweco, 2016) (WSP, 2016). Blandning med annat organiskt material antas till mellan 10 och 50%, och att det därefter uppstår brand till cirka 1%, alternativt att en explosion inträffar med 1 till 10% sannolikhet. För vägtransporter ökar sannolikheterna för omblandning med organiskt material eftersom lastbilen som transporterar ämnet och andra fordon har drivmedel som kan läcka ut vid en olycka.

3 Frekvensberäkningar för lastbilstrafik

3.1 Trafikprognos

Trafikmängder har erhållits från Trafikverkets prognos på väg.

Det krävs en relativt stor förändring i trafikmängd för att ge utslag på samhälls- och individrisk. Trafikmängderna bedöms vara konservativt beräknade för att undvika att risknivåerna underskattas. För att illustrera hur risknivåerna påverkas fördubblas trafikmängderna i känslighetsanalyserna.

3.2 Frekvensberäkningar för trafikolycka med lastbil

Sannolikheten för olycka med lastbil beräknas enligt följande ekvation:

- N = Antalet lastbilar per dygn (ÅDT_{tung})
- Q = Olyckskvot (antalet olyckor/fordonskilometer)
- L = Längd för berörd vägsträcka (kilometer)
- F = Korrigeringsfaktor för antalet fordon per olycka

$$P_o = N \cdot Q \cdot L \cdot F \cdot 365$$

Denna beräkning upprepas för varje ADR-klass för 1 km väg.

Statistik för Sverige visar att av antalet körda kilometer utgörs cirka 2,5% av transporter med farligt gods.

Olyckskvoten Q baseras på Vägverkets modell för olycka med tunga fordon (1998). Korrigeringsfaktorn för antalet fordon per olycka (F) ansätts till 1,8 för tätort och 1,5 i landsbygd enligt Vägverket (1998). För att få med parametern i osäkerhetsanalysen ansätts en variation på +/- 25%. Beräknade frekvenser (sannolikhet per år) för olycka med fördelat på olika godsklasser redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1: Beräkning av olycksfrekvenser (sannolikhet per år) på E20 i Stora Bråta, Lerum.

Kategori	E20
Antal lastbilar per dygn (med farligt gods)	63,25
Olyckskvot (per miljon fordonskm)	5,25E-07
Korrigerig flera fordon	1,5
Olyckfrekvens per år, farligt gods	1,21E-02
ADR 1 Explosiva ämnen	3,88644E-06
ADR 2.1 Brandfarlig gas	7,7928E-06
ADR 2.3 Giftig gas	5,16471E-08
ADR 3 Brandfarlig vätska	1,59E-03
ADR 5 Oxiderande ämne och peroxider	7,52E-05

3.3 Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil

För att beräkna hur stor sannolikheten för ett utsläpp i händelse av en olycka är, studeras sannolikheten för att en tank brister. Ofta har en modell utvecklad av Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) och detaljerat beskriven i VTI-modellen använts för att uppskatta detta (Statens räddningsverk, 1996). I senare studier har man konstaterat att en del av underlaget och antaganden

som modellen bygger på innebär stora osäkerheter för resultatet av beräkningarna (Ardin & Markselius , 2016).

Till exempel har andelen singelolyckor motsatt effekt i VTI-modellen jämfört med verkligheten, där en hög andel minskar beräknad frekvens när antalet singelolyckor i själva verket utgör majoriteten av olyckor med farligt gods.

Det har konstaterats att parametern olycksindex för farligt gods, som är ett mått på sannolikheten att en tank brister, är baserad på otillräckligt underlag och trots korrigering för hastighetsbegränsning bidrar den med betydande osäkerheter i beräkningen av frekvensen för olycka mer farligt gods. Man har sett att till exempel vägrenens lutning, liksom korsningar har större påverkan på sannolikheten för om tanken välter i samband med en olycka och därmed sannolikheten för utsläpp.

Sannolikheten för läckage på tank med vätska kan enligt Trafikverkets modell för Yt- och grundvattenskydd (2013) ansättas till 0,03 oavsett hastighetsbegränsning på vägen. Det är dock ointuitivt att hastighet inte skulle ha någon betydelse så i brist på bättre underlag används VTI-modellen med en justering för att lastbilar inte ska ha högre hastighet än 90 km/h. Detta ger värden på index för farligt godsolycka som presenteras i Tabell 2 nedan. I beräkningarna antas en osäkerhet på +/- 50%.

Tabell 2: Sannolikhet för utsläpp givet olycka.

Hastighetsbegränsning (km/h)	50	60	70	80	90	100	110
Index för olycka med farligt gods, tunnväggig tank	0,02	0,07	0,11	0,195	0,28	0,28	0,28

Gaser transporteras under tryck i tankvagnar med större tjocklek än vätskor och därmed större tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med vätskor (Länsstyrelsen Skåne län, 2007).

3.4 Frekvens för scenario med farligt gods på väg

I Tabell 3 nedan redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive ADR-klass. Sannolikhetsfördelningen för respektive scenario bygger på en sammanställning av ett flertal olika riskutredningar som utförts av ett flertal olika konsultfirmor i Sverige de senaste åren.

I tabellen nedan är (P) = sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%).

Tabell 3: Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av E20 genom Stora Bråta, Lerum. Kolumnerna för min, mest troligt och max indikerar sannolikhet (*P*) att omkomma inomhus angivet i procent.

Klass	Scenario	Min (<i>P</i>)	Mest troligt (<i>P</i>)	Max (<i>P</i>)	E20 Beräknad frekvens (medelvärde, per år)
1	Explosion*	0,01	0,1	1	3,88644E-06
2.1	BLEVE	0,1	1	2	7,92268E-08
	Jetflamma	2	6	20	5,97448E-07
	Gasmolnexplosion (UCVE)	6	30	60	2,41577E-06
2.3	Giftigt gasmoln	100			5,16471E-08
3	Pölbrand	2	3	13	7,02421E-05
	Gasmolnsbrand	0,1	1,5	3	2,41209E-05
5.1	Explosion	0,04	0,3	1	2,8068E-07
	Brand	0,3	0,35	0,4	2,63137E-07

*För ADR-klass 1 är det istället krockvåld och brand som kan utlösa en explosion.

4 Referenser

- Ardin & Markselius . (2016). *Utsläpp av farligt gods vid vägtransport - Utvärdering av modell för frekvensberäkning*. Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds Tekniska Högskola.
- Brandskyddslaget. (2015). *Riskanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- INEOS Sverige AB. (2014). *Miljörapport 2013*.
- Länsstyrelsen Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*. Malmö.
- Purdy. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*.
- Statens räddningsverk. (1996). *Farligt gods riskbedömning vid transport - Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder*.
- Thomasson, M. (2017). *Riskreducerande åtgärder: Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Trafikverket. (2013). *Yt- och grundvattenskydd. Publikation 2013:135*.
- Vägverket. (1998). *Föroreningar av vattentäkt vid trafikolycka*.
- WSP. (2014). *Detaljerad riskbedömning för detaljplan. Transport av farligt gods på järnväg - Yllestad 1:21 m.fl. Kättilstorp*.
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad*.

Bilaga B

Konsekvensberäkningar

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Typ av utbredning	3
1.2	Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd	3
1.3	Beräkning av areor för samhällsrisk	4
1.4	Persontäthet.....	4
1.5	Sannolikhet att omkomma inne/ute.....	5
2	Sammanställning över konsekvensavstånd	6
3	Förväntat antal omkomna per scenario	7
4	Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser	8
5	Referenser.....	10

1 Inledning

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

Kriterier för vad som ska betraktas som risk för dödlig skada diskuteras för

- tryckpåverkan vid explosion
- värmestrålning vid brand
- förgiftning vid exponering av giftig gas

Avstånden inom vilka dessa kriterier uppnås för de olika scenarierna för varje godsklass har beräknats.

1.1 Typ av utbredning

Beroende på typ av ämne som är inblandat blir utbredningen av konsekvensområdet runt olyckan olika. En del av de möjliga scenarierna påverkas av vindriktning och väderförhållanden medan andra beror på vilket håll ett läckage är riktat mot. För att beräkna risken för det planerade planområdet används värdena i Tabell 1 nedan.

Beroende på konsekvensavståndet och typ av spridning justeras den beräknade frekvensen för att få fram individrisken på olika avstånd.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell 1: Typ av spridningsutbredning.

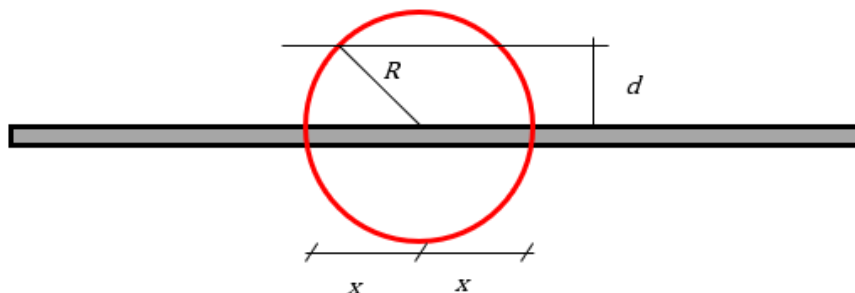
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15–60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför görs en korrigering för att räkna ut hur stor andel av frekvensen (som gäller på hela sträckan) som bidrar till individrisken på ett visst avstånd från transportleden. Andelen beräknas enligt följande formel, med de olika avstånden förklarade i Figur 1 nedan.

$$\text{Andel av frekvensen för hela sträckan} = \frac{2 \cdot x}{1 \text{ km}}$$

$$x = \sqrt{(R^2 - d^2)}$$



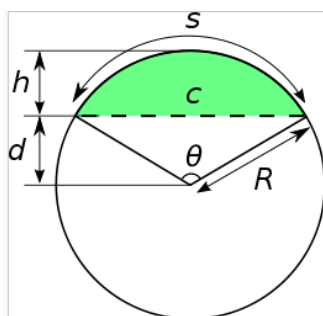
Figur 1: Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

1.3 Beräkning av areor för samhällsrisk

Samhällsrisk beräknas som en summa av de areor som kan påverkas vid en olycka multiplicerat med sannolikheten per år (uppskattad frekvens) för påverkan för respektive area, detta multipliceras slutligen med befolkningstätheten som antas variera med avståndet från transportleden enligt avsnitt 1.4.

Samhällsrisk har uppskattats för ett område på 150 meter på var sida om vägen.

Eftersom scenarierna med farligt gods har någon typ av cirkulär utbredning beräknas areorna på olika avstånd från transportleden som segment av en cirkel (se Figur 2 nedan).



Figur 2: Principskiss för hur arean som påverkas bortom ett visst avstånd beräknas vid cirkulärt konsekvensavstånd.

1.4 Persontäthet

Persontätheten som använts för de tre olika scenarierna för samhällsriskberäkningarna i redovisas i Tabell 2 nedan.

I samhället i stort befinner sig människor till största delen inomhus, därav ansätts att 95% (99% nattetid) av befolkningen befinner sig inomhus på avstånd av 80 meter från transportleden och längre.

Det bebyggelsefria avståndet bedöms vara fritt från personer. Detta behöver nödvändigtvis inte stämma om det exempelvis finns befintlig väg, cykelbanan eller

liknande närmare. Det bedöms dock ej vara avgörande för att bedöma vilka bebyggelsefria avstånd som är lämpliga att upprätthålla vid planering av tillkommande verksamhet och tas därmed inte med i beräkningarna.

Tabell 2: Antaganden om persontäthet som använts i beräkningarna.

Avstånd från transportled (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Väg E20 Persontäthet per km ²
Inom skyddsavstånd	100 %	0 %	100 %	0 %	100
Bortom skyddsavståndet	5 %	95 %	1 %	99 %	500

1.5 Sannolikhet att omkomma inne/ute

Att befinna sig inomhus ger i många scenarier ett viss skydd, exempelvis mot värmestrålning eller gas (VROM, 2005). Vid beräkning av samhällsrisik har därför antaganden gjorts om att sannolikheten att omkomma inomhus är lägre enligt Tabell 3.

För RID/ADR 1 – Explosiva ämnen och föremål är det istället omvänt så att avståndet för dödliga skador är kortare utomhus än inomhus. Avståndet för där en tryckökning är så stor att det kan leda till dödliga skador på en människa är betydligt kortare än det avstånd där väggar kan raseras och fönster splittras. Även om en person överlever en tryckvåg kan de skadas allvarligt av glassplitter eller att byggnadsdelar kollapsar. Därför används i beräkningarna två konsekvensavstånd, ett inomhus och ett utomhus men där sannolikheten att omkomma inomhus inte är 100% inom detta avstånd utan det avstånd som anges i tabellen.

Antaganden om att omkomma inomhus antas vara konstant inom konsekvensavståndet, vilket precis som för konsekvensavståndet utomhus är en förenkling eftersom värmestrålning, tryckpåverkan och giftiga koncentrationer avtar med avståndet. För de flesta scenarier antas den fördelning som redovisas i Tabell 3 vara en konservativ uppskattning då byggnader bör ge gott skydd.

I tabellen nedan är (P) = sannolikhet att omkomma inomhus (%) inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

Tabell 3: Sannolikhet att omkomma inomhus vid de konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer. Kolumnerna för min, mest troligt och max indikerar sannolikhet (P) att omkomma inomhus angivet i procent.

Scenario	Fördelning	Min (P)	Troligt (P)	Max (P)
ADR/RID 1 – Explosion, raserade byggnader/splitter	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 2.1 – Jetflamma, gasmolnsbrand	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 2.1 – BLEVE	Pertfördelning	5	10	15
ADR/RID 2.3 – Giftigt gasmoln	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 3 – Gasmolnsbrand ADR/RID 3 – Pölbrand	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 5 – Brand ADR/RID 5 – Explosion	Pertfördelning	25	50	75

2 Sammanställning över konsekvensavstånd

Konsekvensavstånd för olika scenarier vid utsläpp av farligt gods har beräknats i många olika riskanalyser i Sverige. Flera konsultfirmor i Sverige med specialister inom riskanalys av farligt gods har utarbetat egna modeller för konsekvensberäkningar.

Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och eftersom inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats (se Tabell 4). Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

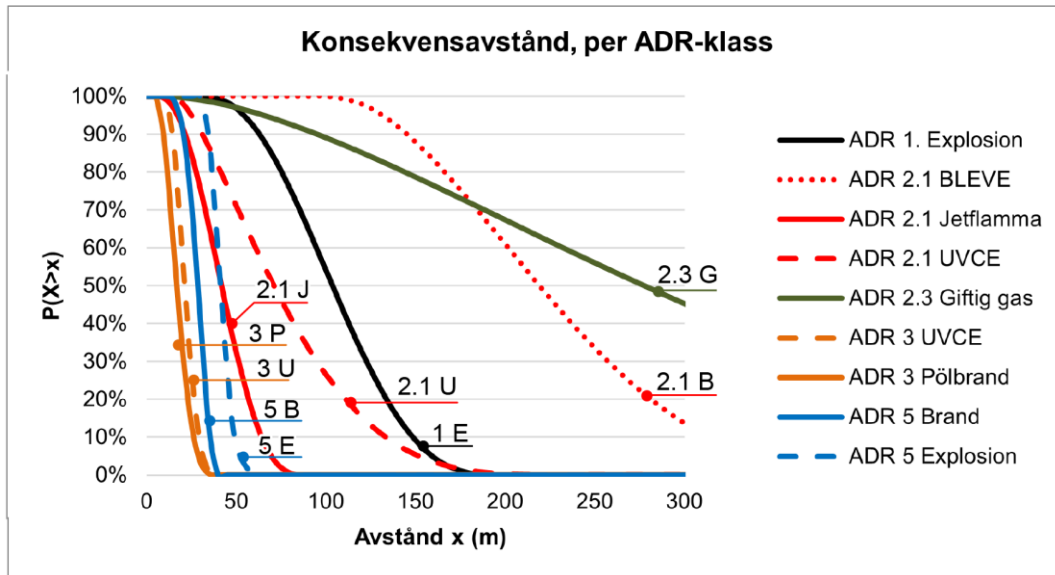
Eftersom det finns anledning att tro att mindre utsläpp är mer sannolika än större (VTI, 1994) påverkas sannolikhetsfördelningen för konsekvensavstånden med en förskjutning mot de kortare avstånden. Detta beror på att behållarna och tankarna är utformade för att tåla påfrestningar och det därför är mer sannolikt med mindre hål än större.

I tabellen nedan är (intervall) = intervall för konsekvensavstånd.

Tabell 4: Sammanställning över uppskattade intervall för indata till konsekvensavstånd som använts i beräkningarna för väg.

Klass	Scenario	Fördelning	Min (intervall)	Troligt (intervall)	Max (intervall)
1	Explosion, raserade byggnader	Pertfördelning	30	100	200
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	Pertfördelning	10	50	140
2.1	BLEVE	Pertfördelning	100	200	450
	Jetflamma	Pertfördelning	5	40	90
	Gasmolnsexplosion/UVCE	Pertfördelning	15	50	250
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	10	200	1000
3	Pölbrand	Pertfördelning	5	15	40
	Gasmoln från avdunstning (UVCE)	Pertfördelning	10	20	40
5	Explosion	Pertfördelning	30	40	60
	Brand	Pertfördelning	10	30	40

I Figur 3 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.



Figur 3: Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.

3 Förväntat antal omkomna per scenario

Baserat på konsekvensavstånden ovan summeras medelvärden för hur många som beräknas omkomma vid varje scenario, se Tabell B-5. Det är detta värde som tillsammans med frekvensberäkningarna för varje scenario utgör samhällsrisken (sannolikheten att N eller fler omkommer med en viss sannolikhet per år).

Tabell B-5. Förväntat antal omkomna för respektive scenario med en persontäthet på 500 personer/km² räknat med bebyggelsefritt avstånd på 80 meter (närmaste avstånd mellan väg E20 och planområdet).

Klass	Scenario	Bebyggelsefritt 80 meter. Förväntat antal omkomna (medelvärde), både inom- och utomhus.
1	Explosion, raserade byggnader	1
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	1
2.1	BLEVE	10
	Jetflamma	0
	Gasmolnexplosion - och brand	0
2.3	Giftigt gasmoln	1
3	Pölbrand	0
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0
5	Explosion	1
	Brand	0

4 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

Övriga ADR/RID-klasser, som inte beskrivits ovan, bedöms inte utgöra någon betydande risk för området och anledningarna till detta motiveras nedan.

- ADR/RID-klass 4 - Brandfarliga fasta ämnen, beräknas inte eftersom en brand med brandfarliga fasta ämnen inte bedöms spridas särskilt långt utanför olycksområdet och mängderna som transporteras på det svenska väg- och järnvägsnätet är små.
- ADR/RID-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella område främst p.g.a. två anledningar. Den första är att det transporteras små mängder. Den andra är att olyckstypen förutsätter att ytterligare en händelse (uppblandning med vatten) ska inträffa förutom läckage och antändning. Frekvensen för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala samhällsrisk.
- ADR/RID-klass 6 - Giftiga och smittförande ämnen omfattar ämnen för vilka det av erfarenhet är känt eller efter djurförsök kan befaras att de vid påverkan vid ett enstaka tillfälle eller under kort tid av relativt små mängder, genom inandning, hudabsorption eller förtäring, kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor. Smittförande ämnen avser ämnen som är kända för att kunna innehålla patogener. Patogener är mikroorganismer (inklusive bakterier, virus, parasiter och svampar) eller andra smittförande substanser, exempelvis prioner, som kan orsaka sjukdomar hos människor eller djur. Det bedöms som osannolikt att en olycka med giftiga ämnen ger konsekvenser för omgivningen eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenser av olycka med giftiga ämnen bedöms därför inte i denna utredning.
- ADR/RID-klass 7 - Radioaktiva ämnen omfattar ämnen som kan ge upphov till strålskador, både på kort och lång sikt. Det bedöms som osannolikt att

en olycka med radioaktiva ämnen skall ske eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenserna bedöms därför inte i denna utredning.

- ADR/RID-klass 8 – Frätande ämnen. Ett utsläpp av frätande ämnen (exempelvis svavelsyra eller salpetersyra) kan resultera i häftiga reaktioner vid kontakt med metall, vatten eller brandfarliga ämnen och i vissa fall även brand med strålningspåverkan och brandspridning som följd. Konsekvenserna av ett utsläpp bedöms dock vara begränsade till utsläppsplatsens närområde. Därför bedöms inte konsekvenserna av en olycka med denna klass. Åtgärder som begränsar vistelse i närområdet till transportleden, skyddar mot spridning av vätskor och mot bränder skyddar även mot händelser som kan orsakas av frätande ämnen.
- ADR/RID-klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål omfattar ämnen och föremål som utgör en fara under transport, vilka inte omfattas av definitionen för andra klasser. Exempel på ämnen och föremål är miljöfarliga ämnen, litiumbatterier, vattenförorenade vätskor mm. Olyckor med denna klass bedöms inte kunna ge några betydande konsekvenser och bedöms därför inte i denna utredning.

5 Referenser

- **Brandskyddslaget. (2015).** *Risکاناليس Härnevi 1:17 Upplands bro.*
- **BRIAB. (2016).** *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.*
- **Sweco. (2016).** *Riskutredning Riddersvik studentbostäder.*
- **VROM. (2005).** *Guidelines for quantitative risk assessment.*
- **VTI. (1994).** *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods.*
- **WSP. (2016).** *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun.*
- **WUZ. (2016).** *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig risکاناليس för väg och järnväg i Borås Stad.*