

RISKUTREDNING

Riskutredning för detaljplan, Boländerna 35:1 - Uppsala

UPPDRAGSNUMMER: 30044880

2022-06-23

DOKUMENTINFORMATION

UPPDRAGSBENÄMNING: Riskutredning för detaljplan, Boländerna 35:1 - Uppsala

UPPDRAGSNUMMER: 30044880

BESTÄLLARE LSTH Svenska Handelsfastigheter AB
Jan Andersson

UPPDRAGSANSVARIG: Magnus Cederlund
Telefon: 0721783897
E-post: magnus.cederlund@sweco.se

KVALITETSGRANSKNING

UTFÖRD AV Alexander Lauge Pedersen
E-post: alexander.laugepedersen@sweco.se

Rev.	Handlingsstatus	Datum	Upprättad av	Kvalitetsgranskad av
---	Rapport	2022-06-23	Magnus Cederlund	Alexander Lauge Pedersen

SAMMANFATTNING

Sweco Sverige AB har fått i uppdrag av LSTH Svenska Handelsfastigheter AB att genomföra en riskutredning för fastigheten Boländerna 35:1 i Uppsala kommun.

Fastigheten Boländerna 35:1 ligger på Bolandsgatan 18 A i kvarteret Flänsen mellan Tycho Hedéns väg och Bolandsgatan. Planprojektet syftar primärt till att ändra användningen från industri till handel för att möjliggöra en permanentning av den markanvändning som har tidsbegränsat bygglov samt undersöka möjligheten för ytterligare exploatering.

En inventering har utförts som har identifierat nio riskobjekt i närområdet som kan påverka planområdet. Vid närmare undersökning anses Vattenfalls anläggning på grannfastigheten samt transporter på Tycho Hedéns väg och Stålgatan vara riskobjekt som kan påverka planområdet då de ligger i direkt anslutning till planområdet. Övriga riskobjekt anses ligga på så långt avstånd att dess riskbidrag på planområdet är försumbart.

Beräkningarna i utredningen visar på att det avstånd som idag finns mellan Boländerna 35:1 och Vattenfalls anläggning är tillräckligt långa för att en olycka inne på Vattenfalls anläggning inte ska påverka riskbilden nämnvärt på planområdet. Enbart en olycka med ammoniak inne på Carpe Futurum anses ha tillräckligt långa konsekvensavstånd för att påverka riskbilden, och då enbart för AEGL-1 som ej anses vara dödligt (därmed påverkar det ej individ- och samhällsriksnivåerna).

Det som antas påverka planområdet är transporter på Tycho Hedéns väg samt Stålgatan. Antalet transporter, trots konservativ uppskattning, är låga och består främst av ADR-klass 3 transporter vilket har begränsade konsekvensavstånd. Individ- och samhällsriskberäkningarna för Tycho Hedéns väg hamnar under ALARP redan från 0 meter.

Resultatet från utredningen är att risknivåerna är acceptabla för fastigheten Boländerna 35:1 utan att några vidare riskreducerande åtgärder behöver införas. För att visa på god riskhänsyn och att säkerställa att den låga risknivån vidhålls rekommenderas att följande åtgärder implementeras vid ny bebyggelse:

- Vid införande av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från Tycho Hedéns väg, Stålgatan samt Vattenfalls anläggning.
- Möjliggöra utrymning bort från Tycho Hedéns väg, Stålgatan samt Vattenfalls anläggning. Detta innebär inte att det inte får finnas entréer på sida mot Tycho Hedéns väg, Stålgatan eller Vattenfalls anläggning, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	6
1.1	Uppdragsbeskrivning	6
1.2	Syfte och mål	6
1.3	Kvalitetsplan	6
1.4	Omfattning	6
1.5	Avgränsning	6
2	Metod och arbetsgång	8
2.1	Begrepp och definitioner väsentliga för riskutredningen	8
2.2	Riskidentifiering	9
2.3	Riskuppskattning	10
2.4	Riskvärdering	10
2.5	Valda riskkriterier för denna riskutredning	13
2.6	Hantering av osäkerheter	14
3	Områdesbeskrivning	15
3.1	Planområdet	15
3.2	Omgivningsbeskrivning	15
3.3	Sevesoanläggningar	16
3.4	Transport av farligt gods	21
3.5	Drivmedelstationer	25
3.6	Vindförhållanden	25
4	Riskidentifiering	27
4.1	Inledande inventering av riskobjekt	27
4.2	Förtydligande ADR-klasser	29
5	Riskuppskattning och värdering	30
5.1	Individrisk Tycho Hedéns väg	30
5.2	Samhällsrisk Tycho Hedens Väg	30
5.3	ALOHA beräkningar Vattenfalls Anläggning	31
5.4	Riskvärdering	32
6	Slutsats	34
7	Referenser	35
	Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar	37
	Olycka med farligt gods på väg	37

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Bilaga B – Konsekvensbedömningar	46
Skadekriterier	46
Konsekvenser vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1	48
Konsekvenser vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3	49
Konsekvenser vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3	50

1 Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning

Sweco Sverige AB har fått i uppdrag av LSTH Svenska Handelsfastigheter AB att genomföra en riskutredning för fastigheten Boländerna 35:1 i Uppsala kommun.

LSTH Svenska Handelsfastigheter AB utreder möjligheten att utveckla och exploatera fastigheten Boländerna 35:1 som ligger i närhet till Vattenfalls Fjärrvärmeverk i Uppsala.

I denna rapport redogörs riskbilden för fastigheten med hänsyn till olycksrisker förknippade med närliggande fjärrvärmeverk och transporter förbi. Riskutredningen avser utgöra ett underlag för att möjliggöra framtida exploatering.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att beakta riskhanteringsprocessen för fastigheten och planområdet med närhet till fjärrvärmeverket samt transporter till och från anläggningen.

Målet är att genom en riskutredning presentera en riskbild för fastigheten baserat på de beaktade riskkällorna. Utifrån detta är målet att bedöma huruvida den aktuella risknivån kan anses acceptabel eller inte, samt att vid behov presentera riskreducerande åtgärder som erfordras för att erhålla en acceptabel risknivå.

1.3 Kvalitetsplan

SWECO Brand- och Riskteknik är certifierade enligt bland annat ISO 9001, där rutiner finns för fortlöpande gransknings- och kontrollarbete. Kvalitetskontroll har för denna dokumentation gjorts i form av egenkontroll och intern kvalitetsgranskning.

1.4 Omfattning

Denna riskutredning omfattar följande delmoment:

- Områdesbeskrivning
- Riskidentifiering
- Riskberäkning/uppskattning
- Riskvärdering
- Vid behov föreslås riskreducerande åtgärder

De resultat som presenteras i riskutredningen gäller endast under de förutsättningar som specificeras i rapporten. Vid ändrade förutsättningar, till exempel om andra riskkällor tillkommer nära området, kan denna riskutredning behöva revideras.

1.5 Avgränsning

Riskutredningen är begränsad till utredning av risker förknippade med närliggande fjärrvärmeverk samt övriga transporter i området och dess inverkan på framtida exploatering av fastigheten Boländerna 35:1. Andra eventuella riskkällor som skulle kunna påverka den totala riskbilden för området inventeras men hanteras ej kvantitativt i denna riskutredning.

De risker som beaktats är plötsliga olyckor som kan leda till utsläpp av farligt gods, och som kan innebära livshotande konsekvenser för tredje man. I denna riskutredning beaktas inte egendomsskador, naturskador, extraordinära händelser eller långtgående dominoeffekter. Övriga hälsorisker, som exempelvis buller, utreds inte i denna riskutredning.

2 Metod och arbetsgång

Nedan redovisas begrepp och definitioner som används i denna rapport samt en beskrivning av den metod som använts för respektive delmoment i riskutredningen.

2.1 Begrepp och definitioner väsentliga för riskutredningen

I en riskutredning används vanligen ett flertal olika begrepp för att beskriva olika olyckshändelser och delar av utredningen. Nedan förtydligas de begrepp som använts i denna riskutredning.

Risk definieras som en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka eller skadehändelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att olyckan inträffar och konsekvensen beskriver hur omfattande skador som uppstår, exempelvis i form av antal döda.

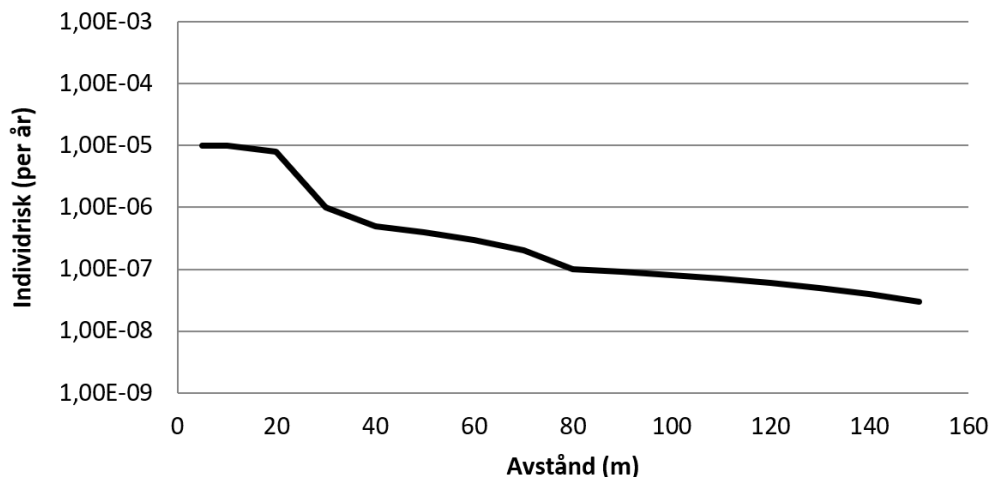
Riskutredning avser både genomförande av *riskanalys* och *riskvärdering*.

Riskanalysen är den del av riskutredningen där tänkbara olycksscenarier och oönskade händelser identifieras. Sannolikhet och konsekvens för de identifierade scenarierna bestäms i en riskuppskattning för att sedan kunna värdera huruvida risken är acceptabel eller ej.

I denna riskutredning har en kvantitativ riskanalys genomförts, vilket innebär att sannolikhet för och konsekvens av varje identifierad olyckshändelse/skadehändelse beskrivs med absoluta värden. Sannolikhet och konsekvens har sedan sammanvägts och risken illustreras med riskmått individrisk och samhällsrisk.

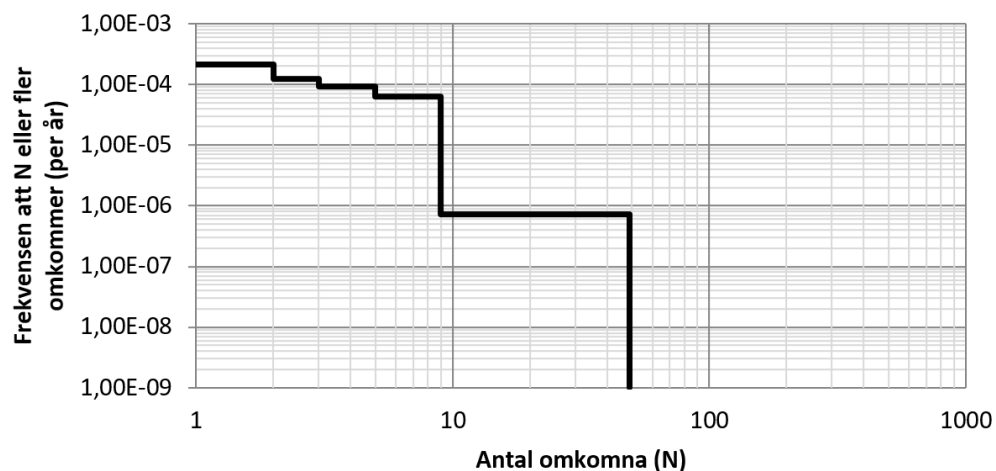
Riskvärdering avser den fas i riskutredningen där uppskattade risker bedöms acceptabla eller ej. I denna del av utredningen kan det även bli aktuellt att föreslå och verifiera riskreducerande åtgärder eller kvalitativt beskriva vilka effekter sådana åtgärder medför ur riskhänseende.

Individrisk är ett riskmått som beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en riskkälla. Riskmålet tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan och förutsätter att en person står på samma plats dygnet runt under ett års tid. Målet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått då man utifrån måttet kan avgöra om enskilda individer utsätts för en oacceptabelt hög risknivå. Individrisken kommer i denna riskutredning presenteras i form av en individriskkurva där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan, se exempel i Figur 1 nedan.



Figur 1. Exempel på en individriskkurva, individrisken representeras av den svarta linjen. Y-axeln anger risken att omkomma per år och X-axeln avståndet från riskkällan.

Samhällsrisik är ett riskmått som beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika befolkningstätheten samt dygnsvariationer i befolkningstätheten. Samhällsrisiken presenteras i ett F/N-diagram. I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer till följd av en olycka i anslutning till riskkällan. Se ett exempel på F/N – diagram i Figur 2 nedan.



Figur 2. Exempel på en samhällsrisikkurva redovisad i ett F/N-diagram. Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln antalet individer som omkommer.

2.2 Riskidentifiering

Underlag om de risker som identifierats har hämtats från statistik, relevant facklitteratur, myndigheter, platsspecifika utredningar för området/närområdet, tidigare erfarenheter och riskutredningar. Utifrån detta underlag har dimensionerande olycksscenarier arbetats fram.

2.3 Riskuppskattning

Riskuppskattningen är en del av riskanalysen och syftar till att bestämma storleken på riskerna. Riskernas storlek är beroende av sannolikheten för en olycka och konsekvensen av olyckan. Nedan beskrivs därför hur sannolikheter och konsekvenser bedömts samt hur dessa sammanvägts för att avgöra riskernas storlek.

Sannolikhet för trafikolycka med efterföljande utsläpp av farligt gods har för väg uppskattats med hjälp av metod enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport* (Räddningsverket, 1997).

Sannolikheten för olika händelseförlopp och skadehändelser efter att utsläppet har inträffat har bedömts mot bakgrund av uppgifter i facklitteratur och logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts. Konsekvenserna av de aktuella olyckorna/skadehändelserna har bedömts mot bakgrund av litteraturstudier och simuleringar i programvaran ALOHA v.5.4.7.

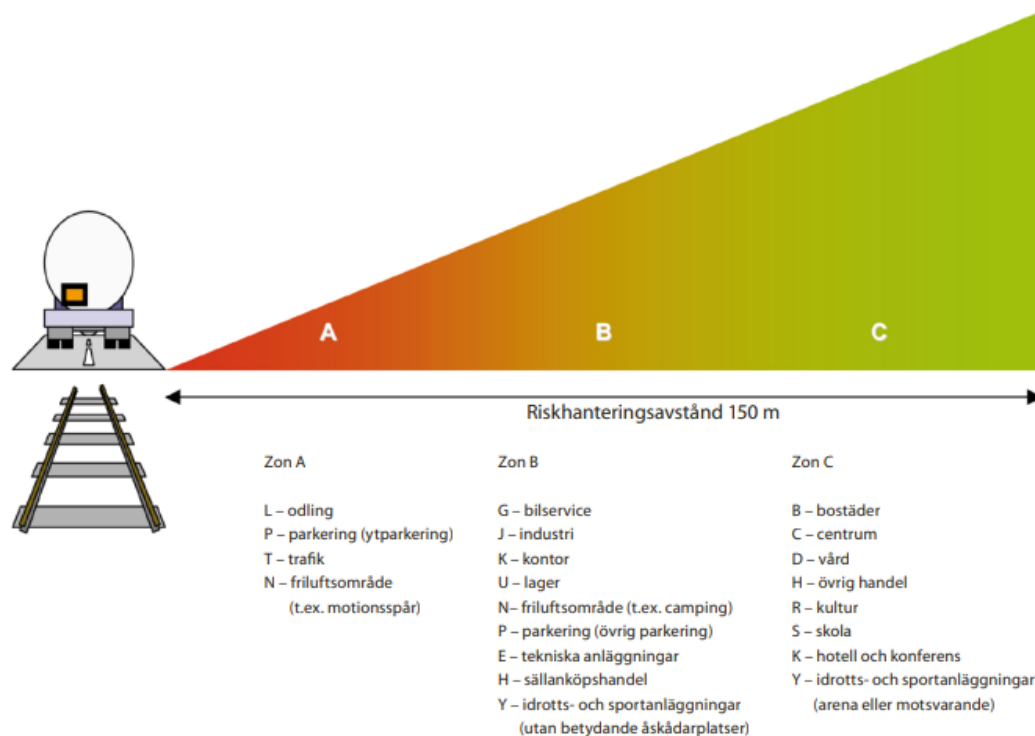
2.4 Riskvärdering

I respektive underkapitel nedan presenteras de rapporter och publikationer som legat till grund för den riskvärdering som genomförts i denna riskutredning. Publikationerna används i denna utredning som ett bedömningsstöd.

Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län –
Riskhantering i detaljplaneprocessen

I riskpolicyn *Riskhantering i detaljplaneprocessen* (Länsstyrelserna Skåne, Stockholm och Västra Götalands län, 2006) presenteras en vägledning i hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas i samband med planprocessen se

Figur 3.



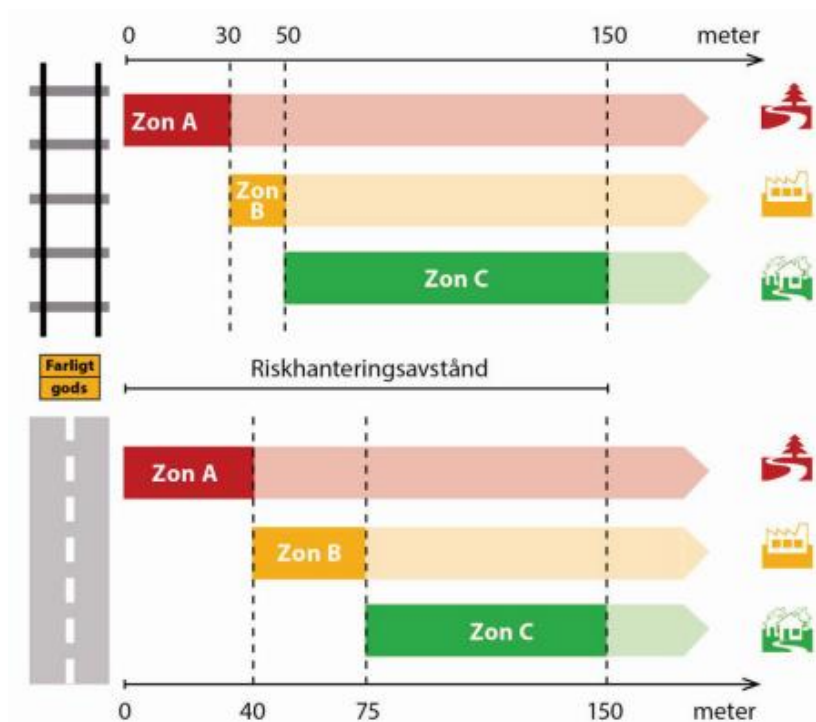
Figur 3. Vägledning för riskhanteringsavstånd, zonerna representerar möjlig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods enligt Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län. Källa: (Länsstyrelserna Skåne, Stockholm och Västra Götalands län, 2006).

Länsstyrelsen Stockholm – Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods

I riktlinjen (Länsstyrelsen Stockholm, 2016) presenteras rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning, se Figur 4. Avstånden kan användas för vägledning kring hantering av riskfrågor relaterat till farligt gods i planprocessen.

Intill vägar där farligt gods transporteras anger Länsstyrelsen att det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 40 meter.

Farligt gods får även transporteras på vägar som inte utgör rekommenderade transportleder. Oavsett om transportleden är rekommenderad eller inte anger Länsstyrelsen att riskerna ska beaktas om det är sannolikt att farligt gods kommer transporteras i närheten av det aktuella planområdet.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad)	E – tekniska anläggningar	B – bostäder
L – odling och djurhållning	G – drivmedelsförsörjning (bemannad)	C – centrum
P – parkering (ytparkering)	J – industri	D – vård
T – trafik	K – kontor	H – detaljhandel
	N – friluftsliv och camping	O – tillfällig vistelse
	P – parkering (övrig parkering)	R – besöksanläggningar
	Z – verksamheter	S – skola

Figur 4. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning enligt Länsstyrelsen Stockholm. Källa: (Länsstyrelsen Stockholm, 2016).

Drivmedelstationer

Länsstyrelsen i Stockholm har gett ut riktlinjerna *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* (Länsstyrelsen i Stockholms Län, 2000). Rapporten föreslår följande skyddsavstånd till drivmedelstationer:

- Ett minimiavstånd på 25 meter bör hållas från drivmedelsstation till kontor och liknande.
- Ett minimiavstånd på 50 meter bör hållas till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser där oskyddade människor uppehåller sig.
- I nyplaneringsfallet bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från drivmedelstationen till bostäder, daghem, åldershem och sjukhus.

Räddningsverkets rapport – Värdering av risk

Följande vägledande principer för värdering av risk presenteras i *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997):

- ***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 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 begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

Räddningsverket föreslår i rapporten *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997) även acceptanskriterier lämpade för värdering av risker presenterade med riskmåten individrisk och samhällsrisk.

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). Risker som överstiger ALARP-området är för stora och åtgärder måste vidtas för att reducera risknivån. För risker inom ALARP-området ska risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. Risker understigande ALARP-området bedöms som acceptabla, men där risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ändå ska reduceras.

2.5 Valda riskkriterier för denna riskutredning

I denna riskutredning har riskerna värderats mot kriterier som presenteras i *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997). Således har acceptanskriterierna för individrisk respektive samhällsrisk enligt publikationen, även kända som DNV-kriterierna, valts att användas.

Individrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av individrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området (där risker under vissa förutsättningar kan tolereras, se avsnitt 2.4) har varit 10-5 per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området (där risker kan anses som små och kan accepteras, se avsnitt 2.4) har varit 10-7 per år oberoende avstånd från riskkällan.

Samhällsrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området (där risker under vissa förutsättningar kan tolereras, se avsnitt 2.4) har varit 10⁻⁴ per år för N = 1, med en lutning på FN-kurvar på -1.
- Undre gräns för ALARP-området (där risker kan anses som små och kan accepteras, se avsnitt 2.4) har varit 10⁻⁶ per år för N = 1, med en lutning på FN-kurvar på -1.

2.6 Hantering av osäkerheter

Risicanalyser av den typ som redovisas i denna rapport är generellt behäftade med stora osäkerheter. Dessa osäkerheter tillskrivs främst indata, underlagsmaterial, beräkningsmodeller, expertbedömningar och statistiska underlag.

Generellt har osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter förelegat. Anledningen till detta är att säkerställa att risken inte underskattas eftersom konsekvensen av en underskattad risk medför större sannolikhet att människor omkommer medan en något överskattad risk medför att kostnaden för åtgärder riskerar att bli högre. Nedan presenteras de konservativa bedömningar avseende sannolikheter samt konsekvenser som gjorts i rapporten.

Exempel på konservativa antaganden sannolikhets-/konsekvensbedömning

- Det antas att samtliga brandfarliga vätskor som transporteras på väg utgörs av hexan, som har både högre förbränningshastighet och energivärde jämfört med exempelvis bensen och framförallt eldningsolja. En stor del av den transporterade mängden av brandfarliga vätskor i Sverige utgörs av betydligt mindre brandfarliga vätskor så som exempelvis diesel och andra oljor. Detta är extra relevant för transportererna till och från fjärrvärmeverket som består av främst eldningsolja. Detta har därför bedömts vara ett konservativt antagande.
- Konsekvensberäkningar för Vattenfalls anläggning har gjorts med "Worst Case" antaganden där exempelvis vindriktning väljs som är exakt mot planområdet. För läckage vid oljecistern antas att hela tanken släpps ut (10 000 m³), samt att placering av gasoltanken sätts på närmast möjliga läge till planområdet.

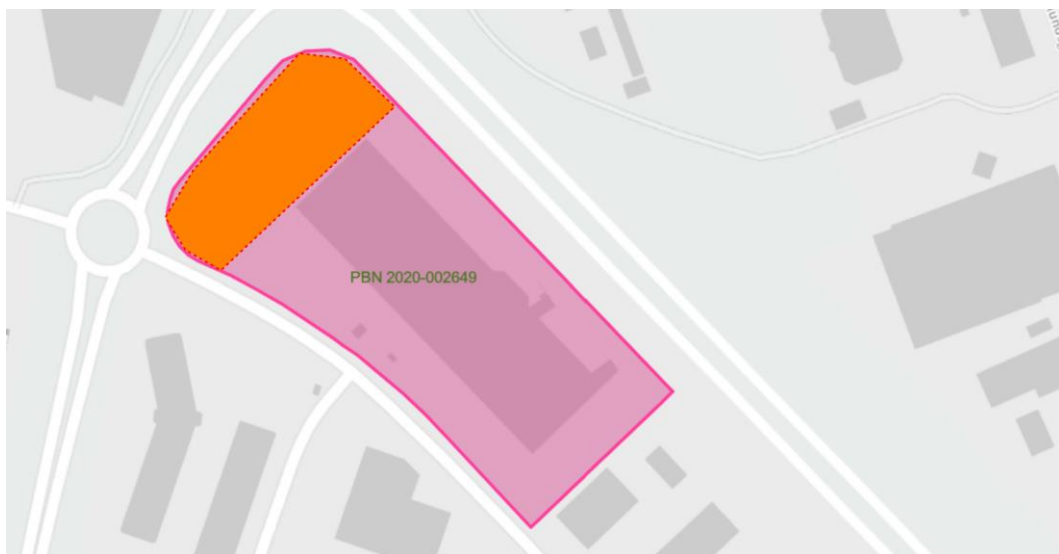
3 Områdesbeskrivning

I detta kapitel beskrivs det aktuella området.

3.1 Planområdet

Fastigheten Boländerna 35:1 ligger på Bolandsgatan 18 A i kvarteret Flänsen mellan Tycho Hedéns väg och Bolandsgatan. Planprojektet syftar primärt till att ändra användningen från industri till handel för att möjliggöra en permanentning av den markanvändning som har tidsbegränsat bygglov. Dessutom ska planen möjliggöra en framtida gång och cykelbana på Bolandsgatans nordvästra sida. Denna riskutredning undersöker även vidare exploatering i det nordvästra hörnet av fastigheten, se Figur 5.

På fastigheten finns det idag främst sällanvaruhandel, och en stor del av fastighetsområdet består av ytparkering. Boländerna 35:1 ligger inklämd mellan vägarna Tycho Hedéns väg, Stålgatan samt Bolandsgatan.



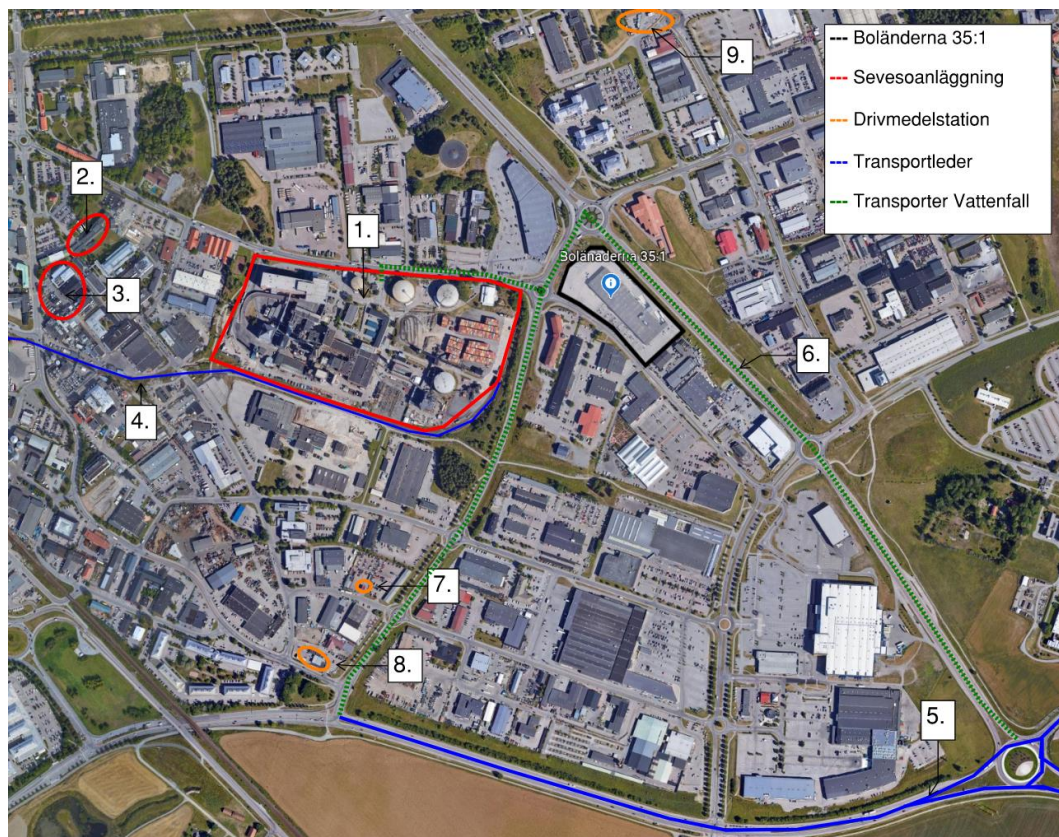
Figur 5. Fastighetsområde Boländerna 35:1 med möjligt exploateringsområde (orange yta) i nordvästra hörnet (Uppsala kommun, 2022).

3.2 Omgivningsbeskrivning

Boländerna är en stadsdel i östra Uppsala, söder om Strandbodgatan och söder om Fålhagsleden–Tycho Hedéns väg, med en utsträckning österut till Gnistarondellen.

Inom stadsdelen finns flertalet olika verksamheter, kontor och handelsområden, dock återfinns inga bostäder eller bostadsområden i direkt anslutning till fastigheten Boländerna 35:1. Detta medför att majoriteten av personer vistas inom området är under en begränsad tid, antingen under arbetstider (vanligtvis dagtid även om vissa verksamheter har personal dygnet runt) eller för att besöka ett handelsområde eller annan verksamhet.

I närheten av fastigheten Boländerna 35:1 har nio riskobjekt identifierats, se Figur 6, som antas kunna påverka riskbilden negativt, mer detaljerad genomgång av riskobjekten finns i avsnitt 4.1.



Figur 6. Riskobjekt i närhet till Boländerna 35:1 (se Tabell 6 för numrering av riskobjekt).

3.3 Sevesoanläggningar

3.3.1 Vattenfall Fjärrvärmeverk

Vattenfalls anläggning i Uppsala består av flera olika enheter som producerar el, fjärrvärme, fjärrkyla och ånga. Det huvudsakliga bränslet i anläggningen är hushålls- och industriavfall. I mars 2022 kompletterades Vattenfalls huvudanläggning i Boländerna med biobränsleanläggningen Carpe Futurum. Vattenfall håller på att fasa ut de fossila bränslena i sina värmeverk vilket ska ske till senast 2025 (Vattenfall, 2022b).

Carpe Futurum anläggs i den del av tomten som ligger närmast Boländerna 35:1.

I Figur 7 visas de nya anläggningsdelarna för Carpe Futurum, de nya byggnaderna är följande (enligt numrering i Figur 7):

1. Mottagningsbunker för lastbil
2. Mottagningsbunker för tågagnar
3. Bränsletransportband under mark
4. Bränsletransportband ovan mark
5. Byggnad för bränslebehandling
6. Bränsletransportband
7. Bränslesilos, cirka 5000 m³ biomassa per silo
8. Bränslehissar och transportband
9. Pannhus
10. Skorsten (samt ammoniaktank)
11. Flygskahantering
12. Turbinhall (option)

Den nya ammoniaktanken är den nya anläggningsdel som antas kunna påverka fastigheten Boländerna 35:1. Cisternen kommer att innehålla 60 m³ ammoniak som består av 25 % vattenlösning. Cisternen kommer att anläggas i en för ändamålet anpassad kassun som rymmer hela tankens volym. Transporter av ammoniak förväntas ske 10 – 20 gånger per år med en uppskattad leveransstorlek på 20 m³ per leverans. Ammoniaken som används är en vattenlösning (25 %) vilket även transportererna kommer att vara (Brandgruppen, 2018).

Enligt riskutredningen som utfördes 2018 av Brandgruppen blir konsekvenserna av ett utsläpp av 25 % ammoniaklösning inte lika kritiskt jämfört med om förvaringen hade skett genom tryckkondensering, det samma gäller för transportererna av ammoniak till anläggningen. Enligt riskutredningen så anses sannolikheten för olycka involverande ammoniaktanken som 2 av 5 medan för transportererna 1 av 5 (Brandgruppen, 2018).



Figur 7. Nya biobränsleanläggningen Carpe Futurum med nya byggnader (Brandgruppen, 2018).

Vattenfalls anläggning ligger inom ett industriområde och det finns ingen känslig markanvändning i eller intill dess fastighet (Uppsala kommun, 2017). Anläggningen avgränsas i öst mot Stålgatan av en bullervall, vilket även minskar risken för pölspridning av bland annat brandfarliga vätskor ifall ett utsläpp sker på området. De oljecisterner som finns ligger även på en lägre höjdnivå än fastigheten Boländerna 35:1 vilket gör att en pölspridning mot Boländerna 35:1 anses osannolikt. Ena oljecisternen som ligger närmast fastigheten Boländerna 35:1 byggs om för bioolja, se Figur 8. Bioolja räknas ej som farligt gods och anses därför inte påverka risknivåerna nämnvärt.

I Tabell 1 redovisas bränsletyperna som användes år 2019 vid Vattenfalls anläggning i Boländerna (senast tillgängliga miljödeklaration). Eldningsoljan är som tidigare nämnts på väg att fasas ut.

Tabell 1. Bränslemix för år 2019 (Vattenfall, 2020).

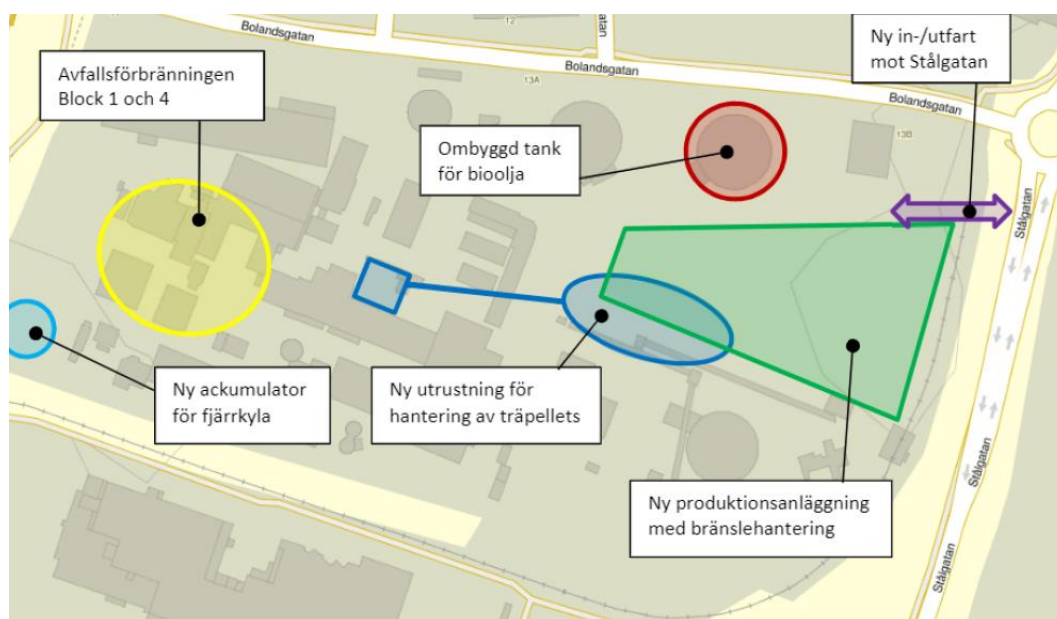
Bränsletyp	Andel	Energimängd
Avfall	61 %	1188 GWh
Torv	9 %	176 GWh
Trä	9 %	178 GWh
EI	8 %	153 GWh
Fossilolja	5 %	93 GWh
Bioolja	5 %	92 GWh
Kol	3 %	60 GWh
Spillvärme	1 %	21 GWh

Vattenfalls anläggning i Boländerna har tillstånd för en stor mängd farligt ämnen, se Tabell 2. Värt att notera är att Vattenfall håller på att fasa ut alla fossila bränslen, främst torv och eldningsolja. Eldningsoljan kommer att ersättas av bioolja, ombyggnad av en cistern har redan utförts vilket är den cistern som ligger närmast Boländerna 35:1. För Carpe Futurum används enbart fossilfria bränslen.

Exakt placering av tankar och cisterner har ej erhållits för anläggningen förutom den nya ammoniaktanken samt de två oljecisternerna (varav en numera är ombyggd till bioolja). Ingen av de andra cisternerna/tankarna är dock lokaliserade inom Carpe Futurum, så i vidare analys kommer "Worst Case" att användas där samtliga tankar (där lokalisering ej är känd) att läggas precis utanför Carpe Futurums västra område vilket är det kortaste teoretiska avståndet till Boländerna 35:1.

Tabell 2. Vattenfalls tillstånd för hantering av farliga ämnen vid anläggningen i Boländerna.

Ämne	Mängd	Notis
Eldningsolja	5 000 m ³ + 10 000 m ³	Eldningsolja håller på att fasas ut för att ersättas med bioolja som ej är en brandfarlig vätska (Ovesson, 2010).
Ammoniak	120 ton	Transporteras och förvaras i vätskeform (25 %). En tank om 60 m ³ är lokaliserad i det östra hörnet.
Saltsyra	50 ton	-
Acetylen	1 ton	-
Gasol	8 ton	-
Vätgas	0,1 ton	-



Figur 8. Ungefärliga platser för planerade om- och tillbyggnader för Vattenfalls kraftvärmeverk (Vattenfall, 2016).

Transporter till och från fjärrvärmeverket sker på Tycho Hedéns väg samt Stålgatan (Uppsala Kommun, 2018). Ingen av nämnda vägar är rekommenderade transportleder för farligt gods vilket medför att utöver transporterna till fjärrvärmeverket kan farligt godstransporterna antas vara få. Majoriteten av transporterna sker på vintern när värmebehovet är störst och anläggningen går på full effekt. Den nya in- och utfarten är

utförd så att Stålgatan ej behöver korsas (transporter sker "enkelriktat"), detta minskar risken för kollision vid in och utkörning, se Figur 9.



Figur 9. Transporter till och från Vattenfalls kraftvärmeverk (Uppsala Kommun, 2018).

3.3.2 Cytiva Sweden AB

Cytiva Sweden AB är beläget på Björkgatan 30 i industriområdet Boländerna i Uppsala och omfattas av Sevesolagstiftningen, lag (1999:381). Cytivas produkter används inom forskning och läkemedelsindustrin. I de processer som behövs för produktion används ett antal farliga kemikalier främst olika lösningsmedel och syror (exempelvis etanol, heptan och saltsyra) (Uppsala brandförsvär, 2021).

Cytiva Swedens verksamhet är lokaliserad över en kilometer ifrån planområdet och antas därmed ej påverka dess risknivå nämnvärt. Transporterna av farligt gods till och från Cytiva Swedens anläggning sker på Kungsängsleden (Väg 255) via Stålgatan och Björkgatan (Uppsala kommun, 2022). Transporterna passerar därmed ej i närhet till planområdet och antas ej påverka dess risknivå.

3.3.3 Recipharm Uppsala AB

Recipharm Uppsala AB bedriver sin produktionsverksamhet som hyresgäst hos hyresvärderna Cytiva Sweden AB vid anläggningen i Boländerna. Verksamheten omfattas även av Sevesolagstiftningen.

Recipharm Uppsala AB är kontraktstillverkare av läkemedel och i Boländerna tillverkas både läkemedelssubstans och farmaceutiska produkter. Dessutom sker förpackning av de farmaceutiska produkterna. I verksamheterna hanteras frätande ämnen och organiska lösningsmedel (exempelvis aceton, natriumnitrit samt saltsyra).

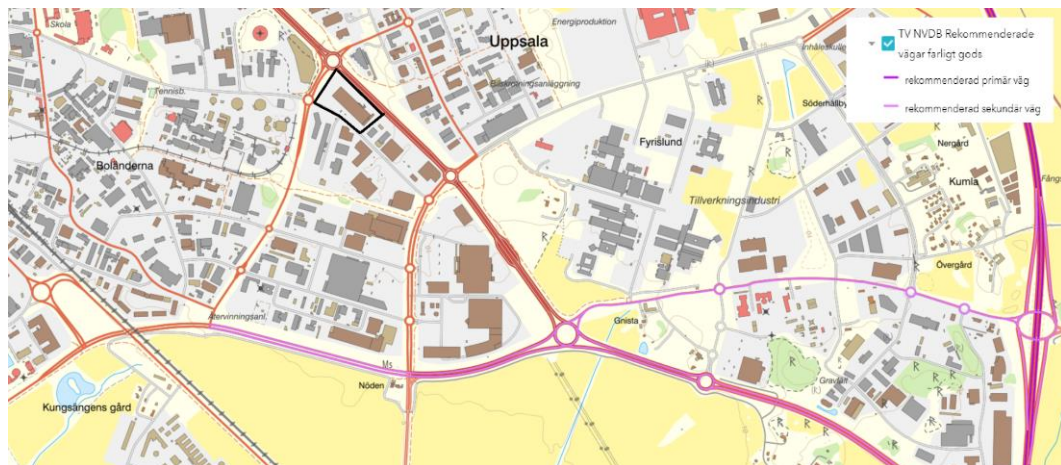
Recipharm Uppsalas verksamhet är lokaliserad över en kilometer ifrån planområdet och antas därmed ej påverka dess risknivå nämnvärt. Transporterna av farligt gods till och från Recipharm Uppsalas anläggning sker på Kungsängsleden (Väg 255) via Stålgatan och Björkgatan (Uppsala kommun, 2022). Transporterna passerar därmed ej i närhet till planområdet och antas ej påverka dess risknivå.

3.4 Transport av farligt gods

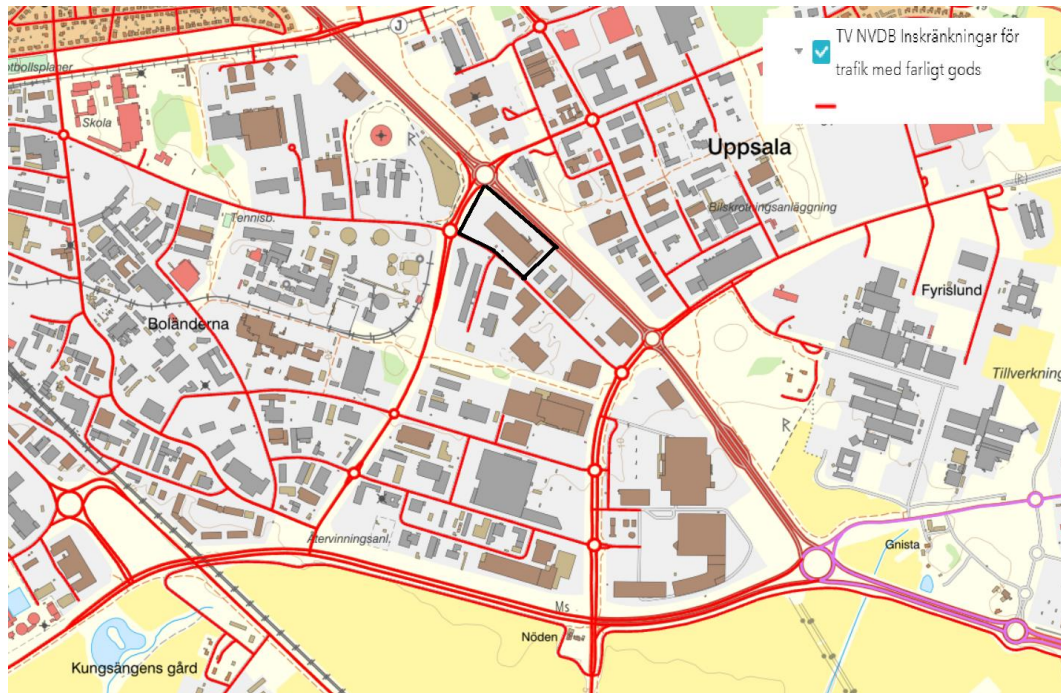
Inom industriområdet Boländerna så finns det inga rekommenderade transportleder för farligt gods, närmaste rekommenderade trafikled är Kungsängsleden (Väg 255) som

ligger över 900 meter bort från planområdet, se Figur 10. Majoriteten av vägarna inom industriområdet har inskränkningar mot transporter av farligt gods, se Figur 11. Enligt uppgifter från Uppsala kommun så transporteras det ändå farligt gods inom området, exempelvis på Stålgatan samt Björkgatan. I denna riskutredning så tas det därmed ingen hänsyn till att det finns inskränkning för transporter av farligt gods, vilket kan anses vara konservativt.

Det antas därmed inte gå någon genomfartstrafik av farligt gods inom industriområdet Boländerna utan enbart transporter med slutdestination inom området, exempelvis transporter till Vattenfalls kraftvärmeverk samt till drivmedelstation INGO som antas gå på Tycho Hedéns väg. Då Tycho Hedéns väg ligger 15 meter ifrån planområdets fastighetsgräns (35 meter till närmaste fasad) så antas vägen kunna påverka risknivån, och kommer därmed att inkluderas i vidare utredning.



Figur 10. Rekommenderade transportleder för farligt gods runt industriområdet Boländerna i Uppsala (Boländerna 35:1 utritat i svart).



Figur 11. Inskränkning för transporter med farligt gods i och runt industriområdet Boländerna i Uppsala (Boländerna 35:1 utritat i svart).

Då det inte finns någon framtagen ADR-fördelning för Tycho Hedéns väg så har en inventering gjorts. INGO säljer enbart bensin och diesel, macken är obemannad och ligger ej längsmed en högt trafikerad väg. Antalet transporter till obemannade drivmedelstationer brukar vanligtvis ligga runt 1 – 3 i veckan, i detta fall väljs det högre, tre transporter i veckan vilket motsvarar 156 transporter per år.

En stor andel transporter antas också gå till Vattenfalls anläggning. Exakt information om antalet transporter har ej kunnat erhållas varvid en uppskattning baserat på vad tillstånden medger samt vad liknande anläggningar har. Som referensanläggning används Löfstaverket i Stockholm. Löfstaverket har förvaring för 3300 m³ olja och har vid full drift 230 transporter per år, baserat på att tillståndet för Vattenfalls anläggningen om 15 000 m² motsvarar det cirka 1 050 transporter per år. Detta är ett väldigt konservativt antagande då det som tidigare nämnts att eldningsolja håller på att fasas ut till bioolja som inte är en brandfarlig vätska. Gällande saltsyra har Löfstaverket en förvaring om 20 m³ som genererar 5 transporter per år, då vattenfalls tillstånd tillåter 50 ton saltsyra motsvarar det 12,5 transporter per år. De brandfarliga gaserna som hanteras på Vattenfalls anläggning förvaras i mindre mängder. För att vara konservativ antas det ske 10 transporter per ämne vilket är väldigt högt räknat för exempelvis 0,1 ton vätgas och 1 ton acetylen som Vattenfalls tillstånd medger. Totalt ger det 30 transporter per år för brandfarliga gaser.

Tabell 3. Transporter till Vattenfalls anläggning.

ADR-klass	Ämne (förvarad mängd enligt tillstånd)	Transporter per år	Notis
3 brandfarlig vätska	Eldningsolja 15 000 m ³	1050 st	Konservativt antagande då eldningsolja fasas ut.
2.3 Giftiga gaser	Ammoniak (25 %) 120 ton	40 st	60 m ³ på Carpe Futurum som genererar 10 – 20 transporter per år. Antagande 20 – 40 transporter per år totalt för 120 ton
8 Frätande ämnen	Saltsyra 50 ton	12,5 st	Frätande ämnen påverkar främst i direkt anslutning till tanken.
2.1 Brandfarliga gaser	Acetylen 1 ton	10 st	Konservativ uppskattning
2.1 Brandfarliga gaser	Gasol 8 ton	10 st	Konservativ uppskattning
2.1 Brandfarliga gaser	Vätgas 0,1 ton	10 st	Konservativ uppskattning

Baserat på de uppskattade transportererna till Vattenfalls anläggning samt till drivmedelstation INGO har en ADR-fördelning tagits, se Tabell 4.

Tabell 4. Framtagen ADR-fördelning för Tycho Hedéns väg.

ADR-klass	Fördelning (%)
1 Explosiva ämnen och föremål	0 %
2.1 Brandfarliga gaser	2,33 %
2.3 Giftiga gaser	0,97 %
3 Brandfarliga vätskor	93,6 %
4 Brandfarliga fasta ämnen	0 %
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0 %
6.1 Giftiga ämnen	0 %
6.2 Smittsamma ämnen	0 %
7 Radioaktiva ämnen	0 %
8 Frätande ämnen	3,10 %
9 Övriga farliga ämnen	0 %

3.5 Drivmedelstationer

Det finns tre drivmedelstationer i närområdet, INGO, Q Star samt Shell. Transporterna av drivmedel till Q Star antas ske från Väg 255 via Tycho Hedéns väg och antas därmed kunna påverka planområdet. För INGO och Shell antas transporterna ske från Väg 255 via Stålgatan södra infart och påverkar därmed ej planområdet.

Länsstyrelsens riktlinjer föreslår vid nybyggnation att man ska eftersträva minst 100 meter bebyggelsefritt avstånd till en befintlig drivmedelstation. Då samtliga avstånd är över 500 meter så anses länsstyrelsens riktlinjer uppfyllas. Riskpåverkan på planområdet från drivmedelstationerna kan därför anses vara försumbara. Transporterna till och från Q Star kommer att inkluderas i vidare riskutredning.

Tabell 5. Drivmedelstationer i närhet till planområdet.

Drivmedelstation	Hanterade bränslen	Avstånd till planområde
INGO - Sylveniusgatan 10	Bensin Diesel	<700 meter
Q Star - Stångjärnsgatan 6	Bensin Diesel E85	<550 meter
Shell - Danmarksgatan 34 B	Bensin Diesel E85	<850 meter

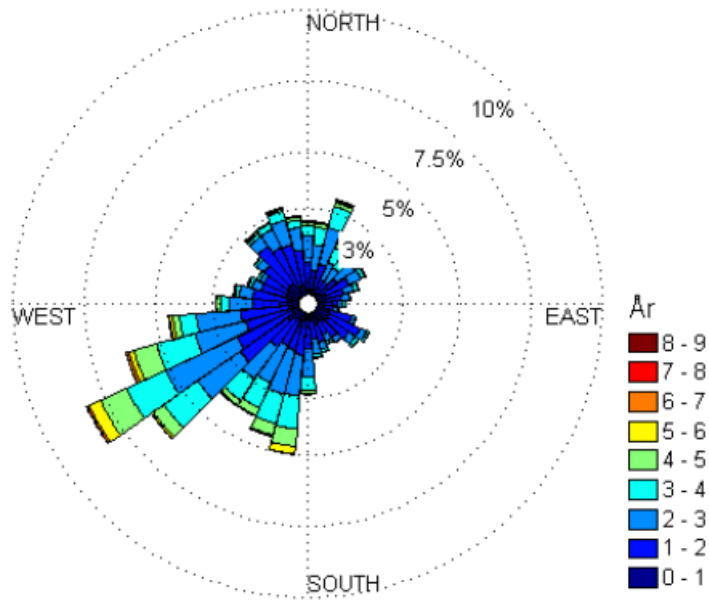
3.6 Vindförhållanden

Vindförhållanden har påverkan på beräkningsresultatet i samband med olyckor där brandfarlig och giftig gas kan spridas till omgivningen. Fastigheten Boländerna 35:1 är lokaliserat nordost om Vattenfalls anläggning, och sydväst om Tycho Hedéns väg.

Vid en eventuell olycka involverande utsläpp av gas samtidigt som det råder västliga vindar kan gasutsläppet ledas med vinden in över aktuellt område (en västlig vind blåser från väster till öster).

Vindrosen i Figur 12 visar att närmare 50 % av den uppmätta vinden historiskt sett har kommit ifrån nordost och enbart 15 – 20 % från sydväst. Det betyder gynnsamma förhållande kring olyckor med giftig gas på Vattenfalls anläggning, men sämre förutsättningar för transporter på Tycho Hedéns väg.

I beräkningar har det konservativt ansatts att vindriktningen är ogynnsam i 2/3 av fallen för Tycho Hedéns väg för att ta höjd för osäkerheter i mätningar och indata. Vid beräkningar av gasspridning från Vattenfalls anläggning utgår utredningen från "Worst Case" där vindriktning är mot planområdet.



Figur 12. Vindros SMHI automatstation Uppsala för hela året. Färgerna indikerar vindhastighet i m/s, ringarna visar vindriktningarnas frekvens i % (COWI, 2015).

4 Riskidentifiering

4.1 Inledande inventering av riskobjekt

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som kan inträffa. Riskidentifieringen bygger på de identifierade riskkällor som finns i närområdet. Tabell 6 nedan presenterar riskobjekt i närheten av närmaste fastighetsgräns.

Tabell 6. Riskidentifiering.

Riskobjekt	Rek. avstånd enligt riktlinjer	Aktuellt avstånd till fastighetsgräns	Fortsatt utredning?
1. Vattenfall Kraftvärmeverk (Seveso-anläggning)	-	80 meter (fastighetsgräns till fastighetsgräns)	Ja
2. Recipharm Uppsala AB (Seveso-anläggning)	-	<1 km	Nej. Transporter till och från går på Kungsängsleden via Stålgatan och Björkgatan (Uppsala kommun, 2022).
3. Cytiva Sweden AB (Seveso-anläggning)	-	<1 km	Nej. Transporter till och från går på Kungsängsleden via Stålgatan och Björkgatan (Uppsala kommun, 2022).
4. Industrispår till Vattenfall Kraftvärmeverk	150 meter	100 meter	Nej, inget farligt gods transporteras på industrispåret till Vattenfalls Kraftvärmeverk (Håkan & Winberg, 2021).
5. Väg 255, Kungsängsleden Sekundär transportled för farligt gods	150 meter	<900 meter	Nej

Riskobjekt	Rek. avstånd enligt riktlinjer	Aktuellt avstånd till fastighetsgräns	Fortsatt utredning?
6. Tycho Hedéns Väg	-	15 meter (vägkant till närmaste fastighetsgräns) 35 meter (vägkant till närmaste befintlig fasad)	Ja. Tycho Hedéns väg är ej rekommenderad transportled för farligt gods, men transporter till och från Vattenfalls kraftvärmeverk samt till drivmedelstationen INGO antas gå på vägen.
7. Q Star – Drivmedelstation	100 meter	<700 meter	Nej
8. Shell – Drivmedelstation	100 meter	<850 meter	Nej
9. INGO – Drivmedelstation	100 meter	<550 meter	Nej. Transporter till och från inkluderas i utredningen för Tycho Hedéns Väg.

Resultatet från inventeringen av riskobjekt visar på att Vattenfalls Fjärrvärmeverk samt transporter av farligt gods på Tycho Hedéns väg (samt Stålgatan för transporter till Vattenfalls anläggning) är de riskobjekt som antas kunna påverka fastigheten Boländerna 35:1. Övriga riskobjekt ligger antingen över de rekommenderade skyddsavstånden enligt riktlinjer, eller på så pass långa avstånd att de ej antas påverka fastigheten.

4.2 Förtydligande ADR-klasser

I Tabell 7 redovisas tänkbara olyckor och konsekvenser för respektive ADR-klass (Helmersson, 1994) .

Tabell 7. Klassindelning över farliga ämnen samt vad de skulle kunna ge upphov till för konsekvenser.

ADR-klass	Skadehändelse				Exempel på konsekvens vid olycka
	Explosion	Brand	Förgiftning	Övrigt	
1 Explosiva ämnen och föremål	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor.
2 Gaser	X	X	X		<i>Brännbara gaser</i> Värmestrålning genom jetflamma, BLEVE, brännbart gasmoln eller gasmolnsexplosion som kan påverka människor och egendom. <i>Giftiga gaser</i> Toxiska effekter genom giftiga gasmoln som kan påverka miljö och människor
3 Brandfarliga vätskor	X	X	X		Värmestrålning genom pölbrand som kan påverka människor och egendom. Även gasmolnsbränder kan vid vissa väderförhållanden skada människor.
4 Brandfarliga fasta ämnen		X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom lokalt med korta konsekvensavstånd.
5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	X	X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom. Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen som exempelvis organiska material (olja eller drivmedel). Reaktionen mellan ämnena kan leda till brand och/eller explosion med tryck- och värmestrålningsskador som följd.
6 Giftiga ämnen			X		Toxiska effekter på miljö och människa.
7 Radioaktiva ämnen			X	X	Strålskada på miljö, människa och egendom.
8 Frätande ämnen				X	Frätskador på egendom och människor.
9 Övriga farliga ämnen och föremål				X	Konsekvenser är generellt begränsade till vägens närområde.

Att döma av Tabell 7 ovan är det främst farligt gods i ADR-klasserna 1, 2, 3 och 5 som förväntas leda till dödliga konsekvenser för tredje man bortom en vägs direkta närområde. Detaljerade indata till beräkningarna finns i *Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar*; och *Bilaga B – Konsekvensbedömningar*.

5 Riskuppskattning och värdering

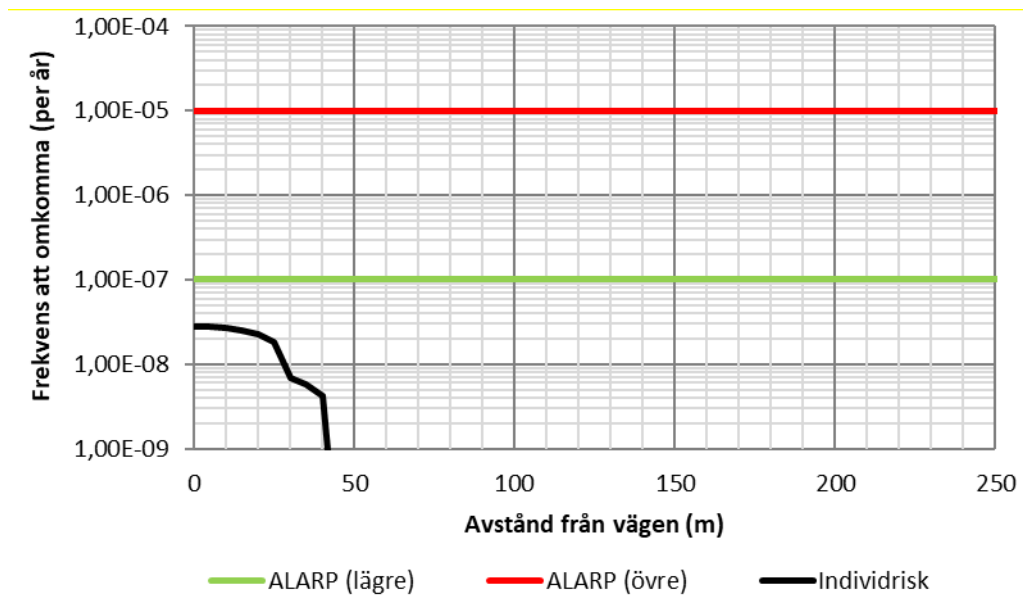
I detta avsnitt presenteras beräknade risknivåer förknippade med riskkällorna som redogjordes för i föregående avsnitt.

Frekvensen för olycka med farligt gods på väg har beräknats med bakgrund av de olycksfrekvensmodeller som Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) (Hedenström & Lange, 1997) presenterat. Konsekvensberäkningar i denna riskutredning har gjorts med hjälp av litteraturstudier gällande gränsvärden för exponering av olika sorters farliga ämnen, och programvaran ALOHA (Office of Emergency Management & Emergency Response Division).

I Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar redovisas tillvägagångssätt för beräkningar och antaganden utförligare. De framräknade frekvenserna för olyckor och konsekvensavstånd har använts för att beräkna individrisk i en Excel-baserad beräkningsmodell.

5.1 Individrisk Tycho Hedéns väg

I Figur 13 visas individrisken förknippad med transporter på Tycho Hedéns väg. Av figuren framgår att individrisken befinner sig på acceptabla risknivåer, under ALARP-området redan från noll meter.

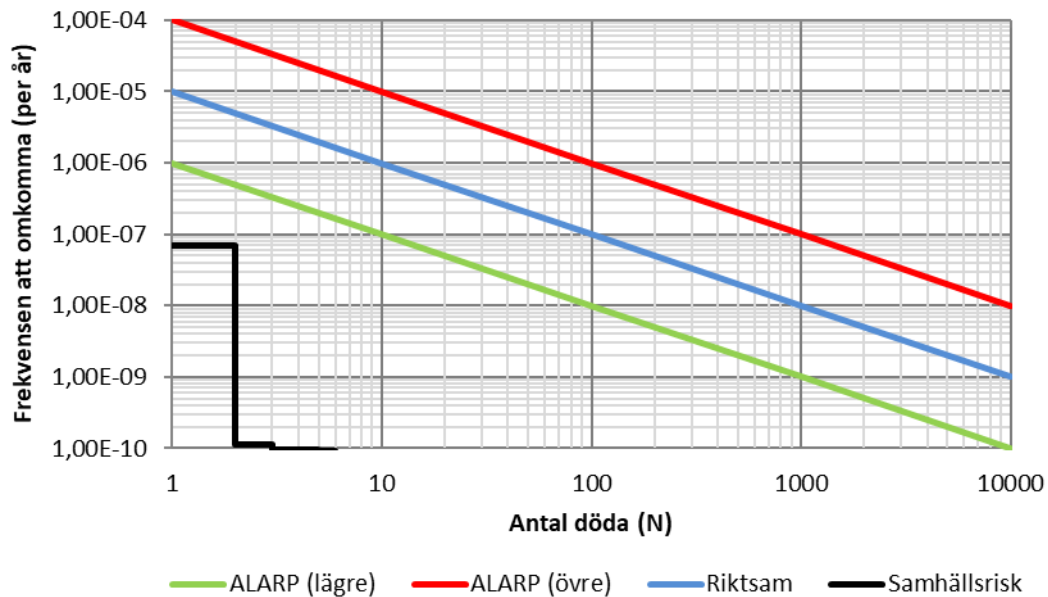


Figur 13. Individrisken (svart kurva) från transporter på Tycho Hedéns väg.

5.2 Samhällsrisk Tycho Hedens Väg

För att räkna fram samhällsrisk används individrisken som indata. Individrisken visar vilken sannolikhet samt vilka konsekvensavstånd olika olycksscenarier har. En förenklad samhällsriskberäkning har utförts för Tycho Hedéns väg där det antas finnas 15 meter bebyggelsefritt avstånd från väggkant, och inom övrigt område antas det finnas 20 000 personer inom kvadratkilometern. Som visas i Figur 14 så hamnar samhällsrisknivåerna under ALARP. Detta beror på att majoriteten av transporter antas vara ADR-klass 3 som normalt sett påverkar inom 50 meter från olyckan. Gastransporterna som kan ha längre konsekvensavstånd är få, och har konservativt

uppskattats till totalt strax över 40 per år. Samhällsrisken från Tycho Hedéns väg kan utifrån resultaten därmed antas vara acceptabla.

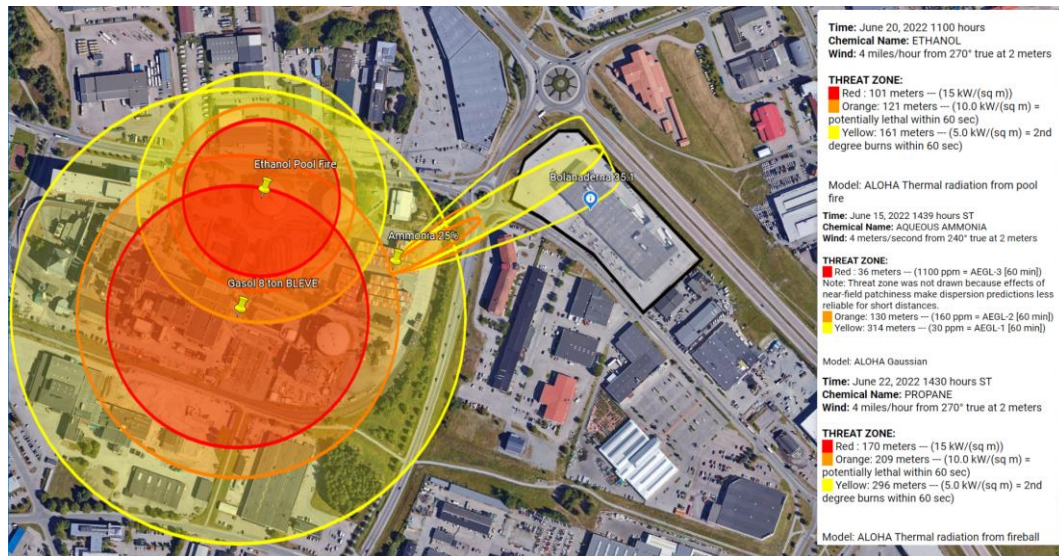


Figur 14. Samhällsriskberäkning (svart kurva) med 10 000 personer per km².

5.3 ALOHA beräkningar Vattenfalls Anläggning

En semikvantitativ undersökning har utförts för Vattenfalls anläggning för att se om det finns några riskhändelser som kan påverka fastigheten Boländerna 35:1. Beräkningar har utförts i ALOHA där "Worst Case" har använts. För giftig gas (ammoniak) antas vindriktningen ligga i exakt rätt vindriktning för att påverka planområdet samt med en vindhastighet om 4 m/s. Tanken antas även vara full (60 m³) där hela innehållet antas läcka ut. För eldningsolja har etanol använts i stället för eldningsolja vilket är ett konservativt antagande då etanol är mycket mer lättantändligt än eldningsolja. I beräkningsscenariot har hela tanken om 10 000 m³ antagits läcka ut. På grund av nivåskillnad så kommer dock inte pölen att röra sig mot planområdet. För gasol har beräkningar utförts med propan där tanken antas vara helt full (8 ton).

Som beräkningarna i Figur 15 visar på så har varken scenarierna med etanol eller propan tillräckligt långa konsekvensavstånd för att de ska påverka risknivån för planområdet. Endast en olycka med ammoniak antas kunna påverka området, och det endast när optimala förhållanden råder. Beräkningarna visar också på att endast AEGL-1 uppnås för planområdet vid en olycka. AEGL-1 definieras som den mängd där en befolkning kan uppleva besvär eller vissa effekter som inte ger symptom. Effekterna är dock övergående och påverkar inte personens förmåga att agera. Beräkningarna visar på att en olycka på Vattenfalls anläggning inte kommer påverka risknivån för planområdet nämnvärt. Riskerna från Vattenfalls anläggning på Boländerna 35:1 kan därmed anses vara acceptabla.



Figur 15. ALOHA beräkningar för Etanol, Gasol och ammoniak (25 %).

5.4 Riskvärdering

Av föregående avsnitt framgår att individrisken och samhällsrisken hamnar under ALARP-området för vägtransporter. Risken förknippad med framtida exploatering av fastigheten Boländerna 35:1 kan således betraktas som acceptabel. Om det finns rimliga åtgärder för att reducera risken ytterligare så ska de dock vidtas.

Anledningen till att risknivåerna blir låga är för att det inte finns några rekommenderade transportleder av farligt gods i närhet till planområdet. Det kan därmed antas att den transport som sker på Tycho Hedéns väg enbart är transporter som har målpunkter i närområdet. Inventeringen visar på att det troligen endast är Vattenfalls anläggning samt drivmedelstation INGO som antas ha transporter på Tycho Hedéns väg. Övriga verksamheter använder andra vägar. Transporterna blir därmed relativt låga vilket påverkar sannolikheten för en olycka. Då exakta uppgifter från Vattenfalls anläggning saknas har konservativa antaganden gjort baserat på de mängder som tillstånden medger. Resultatet är en stor andel transporter med ADR-klass 3, vilket kan anses vara konservativt då Vattenfall håller på att fasa ut fossila bränslen, i detta fall eldningsolja till biolja som ej räknas som en brandfarlig vätska. Trots den konservativa uppskattningen av fordon så blir det totala antalet transporter med farligt gods under 1300 per år vilket är lågt jämfört med rekommenderade transportleder för farligt gods som ofta kan ha totals upp till hundratal transporter av farligt gods per dag.

Vattenfalls anläggning ligger på grannfastigheten och hanterar stora mängder farliga ämnen. Det ämne som antas kunna ha stora konsekvensavstånd är främst lagringen av ammoniak. I detta fall är det 25 % ammoniaklösning som inte är lika farligt som ren ammoniak. Beräkningarna visar på att AEGL-3 (livshotande effekter) endast uppnås 36 meter bort från tanken. För Boländerna 35:1 som ligger över 150 meter bort uppnås enbart AEGL-1 och enbart när förutsättningarna är optimala. På grund av höjdskillnader där vattenfalls anläggning ligger på en lägre nivå än Boländerna 35:1 så antas inte heller pölbränder ha en stor påverkan då pölen antas stanna eller till och med rinna åt annat håll ifall ett läckage sker. Beräkning utfördes även för BLEVE på en tank om 8 ton propan (beräkning motsvarar gasol) som resulterade i dödliga konsekvenser 220 meter bort från

tank. Nybyggnationen av Carpe Futurum visar på att ingen Gasoltank finns i den östra delen av anläggningen, så även fast med ett "Worst Case" där tanken sätts precis utanför Carpe Futurum så är avstånden till Boländerna 35:1 över 300 meter bort vilket medför att en BLEVE inte påverka planområdet nämnvärt.

Resultatet från utredningen är att risknivåerna är acceptabla för fastigheten Boländerna 35:1 utan att några vidare riskreducerande åtgärder införs. För att visa på god riskhänsyn och att säkerställa att den låga risknivån vidhålls rekommenderas att följande åtgärder implementeras vid ny bebyggelse:

- Vid införande av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från Tycho Hedéns väg, Stålgatan samt Vattenfalls anläggning.
- Möjliggöra utrymning bort från Tycho Hedéns väg, Stålgatan samt Vattenfalls anläggning ifall ny byggnad uppförs. Detta innebär inte att det inte får finnas entréer på sida mot Tycho Hedéns väg, Stålgatan eller Vattenfalls anläggning, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.

6 Slutsats

Resultatet från utredningen är att risknivåerna är acceptabla för fastigheten Boländerna 35:1 utan att några vidare riskreducerande åtgärder införs. För att visa på god riskhänsyn och att säkerställa att den låga risknivån vidhålls rekommenderas att följande åtgärder implementeras vid ny bebyggelse:

- Vid införande av centralstyrda friskluftsintag, exempelvis FTX, ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från Tycho Hedéns väg, Stålgatan samt Vattenfalls anläggning.
- Möjliggöra utrymning bort från Tycho Hedéns väg, Stålgatan samt Vattenfalls anläggning ifall ny byggnad uppförs. Detta innebär inte att det inte får finnas entréer på sida mot Tycho Hedéns väg, Stålgatan eller Vattenfalls anläggning, utan att det ska finnas ytterligare utgång på annan sida.

7 Referenser

- Andersson, B. (1992). *Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall*. Lund: Department of Fire Safty Engineering, Lund University.
- Brandgruppen. (2018). *Kv. Brännugnen - Projekt Carpe Futurum*. Uppsala.
- Cision. (den 17 mars 2022). *Vattenfall inviger ny värmeanläggning Carpe Futurum i Uppsala*. Hämtat från <https://news.cision.com/se/vattenfall/r/vattenfall-inviger-ny-varmeanlaggning-carpe-futurum-i-uppsala,c3526533>
- COWI. (2015). *Vind- och luftkvalitetsstudie. Östra Sala Backe och Årsta torg, Uppsala*.
- Fischer, S., Hertzberg, R., Jacobsson, O., Runn, K., Thaning, P., & Winter, S. (1997). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker*. Stockholm: Forsvarets Forskningsanstalt.
- Google. (den 10 05 2022). *Google Maps*. Hämtat från <https://www.google.se/maps/>
- Hedenström, R., & Lange, T. (1997). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport*. Karlstad: Räddningsverket.
- Hedström, K. (2015). *ADR-S 2015*.
- Helmersson, L. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4)*. Banverket.
- Håkan, N., & Winberg, D. (2021). *Kv. Ställverket, Uppsala*. Malmö: Briab Brand & Riskingenjörer AB.
- Länsstyrelsen i Kronobergs län. (2005). *Tillstånd enligt 9 kap 6 § miljöbalken (1998:808) till befintlig och utökad verksamhet vid fjärrvärmeverket på fastigheten Plåtslagaren 8 i Älmhult, Älmhults kommun*.
- Länsstyrelsen i Skånes län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn vid samhällsplanering - Bebyggelse intill väg och järnväg med transport av farligt gods (Rapport 2007:06) (RIKTSAM)*. SKåne län: Länsstyrelsen i Skånes län.
- Länsstyrelsen i Stockholms Län. (2000). *Riskhänsyn vid bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt drivmedelstationer*.
- Länsstyrelsen Stockholm. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Stockholm.
- Länsstyrelsen Stockholm. (den 10 05 2022). *LST WebG/S*. Hämtat från <https://www.lansstyrelsen.se/stockholm/om-oss/vara-tjanster/karttjanster-och-geodata.html>
- Länsstyrelserna Skåne, Stockholm och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen*.
- MSB. (2020). *Statistikverktyg IDA*. Hämtat från <https://ida.msb.se/ida2#page=c2a7aea1-1ca6-43c2-9fb1-84f1bf0b5e6e>
- Nilsson, G. (1994). *Vägtransporter med farligt gods. Farligt gods i vägtrafikolyckor (VTI rapport 3 387:3)*. Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI).
- Nordlander, A., & Ingemar, P. (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport*.
- Office of Emergency Management & Emergency Response Division. (u.d.). *ALOHA v. 5.4.2*.
- Olsson, B. (2012). *Biooljeprojekt för Umeå Energi AB*. Umeå: Umeå Universitet.

- Ovesson, M. (2010). *Bioljas egenskaper vid brand och släckning samt släckmedelsalternativ för en första släckinsats*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*, p. 234.
- RiskTec Projektledning. (2016). *Riskutredning avseende människors hälsa. Gasverket Östra och Lilla Gasverket*. Stockholm.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Sellerholm, P. (2010). *Invallningsmodeller för Petroleumcisterner*. Stockholm : KTH Bygghälsa.
- Stockholm, L. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*.
- Trafikverket. (den 25 05 2017). *Vägflödeskartan*. (Trafikverket) Hämtat från <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#> den 26 03 2020
- Trafikverket. (2019). *NVDB på webb*. Hämtat från <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> den 21 07 2021
- Uppsala brandförsvär. (2021). *Viktig säkerhetsinformation från Uppsala brandförsvär och Cytiva Sweden AB*. Uppsala.
- Uppsala kommun. (2017). *Planbeskrivning - Detaljplan för nytt kyllager på del av Boländerna 13:2*.
- Uppsala Kommun. (2018). *Detaljplan för nytt kraftvärmeverk i Boländerna*. Uppsala: Kommunfullmäktige, Uppsala Kommun.
- Uppsala kommun. (2022). *Planbeskrivning Detaljplan för kvarteret Ställverket med flera*. Uppsala: Plan- och byggnadsnämnden.
- Uppsala kommun. (den 22 06 2022). *Samhällsbyggnad och planering*. Hämtat från Boländerna 35:1: <https://www.uppsala.se/bygga-och-bo/samhallsbyggnad-och-planering/detaljplaner-program-och-omradesbestammelser/hitta-detaljplaner-och-omradesbestammelser/2020/bolanderna-351/#startskede>
- Vattenfall. (2016). *Samrådsunderlag - Miljöprövning av fjärrvärmeanläggningen i Boländerna*. Vattenfall AB Värme Uppsala.
- Vattenfall. (2020). *Miljöredovisning - Vattenfall Värme Uppsala 2019*.
- Vattenfall. (den 16 juni 2022). *Vattenfall Uppsala*. Hämtat från <https://powerplants.vattenfall.com/sv/upsala/>
- Vattenfall. (den 17 mars 2022b). *Vattenfall inviger ny värmeanläggning Carpe Futurum i Uppsala*. Hämtat från <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/pressmeddelanden/2022/vattenfall-inviger-ny-varmeanlaggning-carpe-futurum-i-upsala>

Bilaga A – Sannolikhetsbedömningar

För att kunna uppskatta risknivån i det aktuella området måste en bedömning av sannolikhet för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods göras.

För transport med farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) (Hedenström & Lange, 1997). Med hjälp av denna modell uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods. Vad som sker efter att utsläppet uppstått beskrivs separat för respektive farligt godsclass i nedanstående underkapitel.

Olycka med farligt gods på väg

Olyckor på den aktuella vägsträckan med omedelbara dödliga konsekvenser på tredjeman inom det aktuella området har enbart bedömts kunna uppstå ifall en eventuell olycka på den aktuella vägsträckan involverar en transport med farligt gods.

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka (Hedenström & Lange, 1997).

$$P_{\text{olycka}} = N * W_{\text{ADR}} * Q * 10^{-6} * s * 365 * ((Y * X) + (1 - Y) * (2X - X^2)) * I_{\text{FG}}$$

Ekvation 1

där

P_{olycka}	=	sannolikheten för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods
N	=	ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)
W_{ADR}	=	Andel för den specifika klassen farligt gods
Q	=	olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)
s	=	Sträcka där olycka kan påverka planområdet (km)
X	=	Andelen fordon skyltade med farligt gods
Y	=	Andelen singelolyckor
365	=	antal dagar på ett år
I_{FG}	=	Index för farligt gods olycka

Tabell 8. Indata för sannolikhetsfördelningar

Indata	Värde	Kommentar
N	13 100	Årsdygnsmedeltrafik för år 2021.
W_{ADR}	-	Andel för respektive farligt godsklass, se Tabell 9 nedan
Q	1,50	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 50 km/h inom tätort av vägtyp trafikled.
s	-	Beräknas genom addition av aktuellt planområdes sträckning längs vägsträcka (cirka 100 meter) och längsta konsekvensavståndet för respektive klass av farligt gods (multipliserat med två, eftersom olycka kan ske på båda sidor om planområde).
X	0,0045	Baserat på statistik från Trafikverkets Vägtrafikflödeskarta (cirka 9 % tung trafik på aktuell väg) samt rapporter från Trafikanalys där andelen farligt gods är 3-5 % av total transporterad godsmängd.
Y	0,1	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 50 km/h inom tätort av vägtyp trafikled.
I_{FG}	0,02	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 50 km/h inom tätort av vägtyp trafikled.

Tabell 9. Fördelningen mellan de olika ADR-klasserna för aktuell sträcka (inventerad).

ADR-klass	Fördelning
1 Explosiva ämnen och föremål	0%
2.1 Brandfarliga gaser	2,33%
2.3 Giftiga gaser	0,97%
3 Brandfarliga vätskor	93,6%
4 Brandfarliga fasta ämnen	0%
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0%
6.1 Giftiga ämnen	0%
6.2 Smittsamma ämnen	0%
7 Radioaktiva ämnen	0%
8 Frätande ämnen	3,10%
9 Övriga farliga ämnen	0%

Frekvensen för en eventuell farligt gods olycka på den aktuella sträckan av vägen har beräknats till $1,47 \cdot 10^{-5}$ per år. Vidare olyckshändelseförlopp för ADR-klasser redovisas i följande avsnitt.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1

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 då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle 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. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckage antänder. I denna riskutredning undersöks endast strålningspåverkan och de toxiska effekterna.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. 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 bli upp till ca 80 m. Jetflamman kan skada människor och egendom genom värmestrålning från flammen.

Det andra scenariot är mycket osannolikt, men kan inträffa om två tryckkärl transporteras med samma fordon och tryckkärlens säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för 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 till exempel tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller mycket kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om gasmolnet inte antänder direkt efter att utsläpp inträffat. Då kan ett gasmoln driva i väg 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 var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför som mycket osannolik och gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion hanteras därför i denna riskutredning under samma scenario.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för gasmolnet, och även vindhastigheten påverkar spridningen. Utifrån framtagna vindros bedöms vindriktningen vara sådan att personer som vistas inom det aktuella området exponeras i ca 66,6 % av fallen och vindhastigheten bedöms vara hög (> 4 m/s) i 50 % av fallen om en olycka inträffar.

Skulle ett läckage uppstå så är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. I denna riskutredning bedöms följande utsläppscenarier representativa, se Tabell 10 nedan.

Tabell 10. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av brandfarlig gas.

Farlig godsolycka på väg		
Utsläppbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,625
Medelstort utsläpp	30	0,208
Stort utsläpp	110	0,167

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder fås stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 11 följer de antändningsscenarioer som har beräknats.

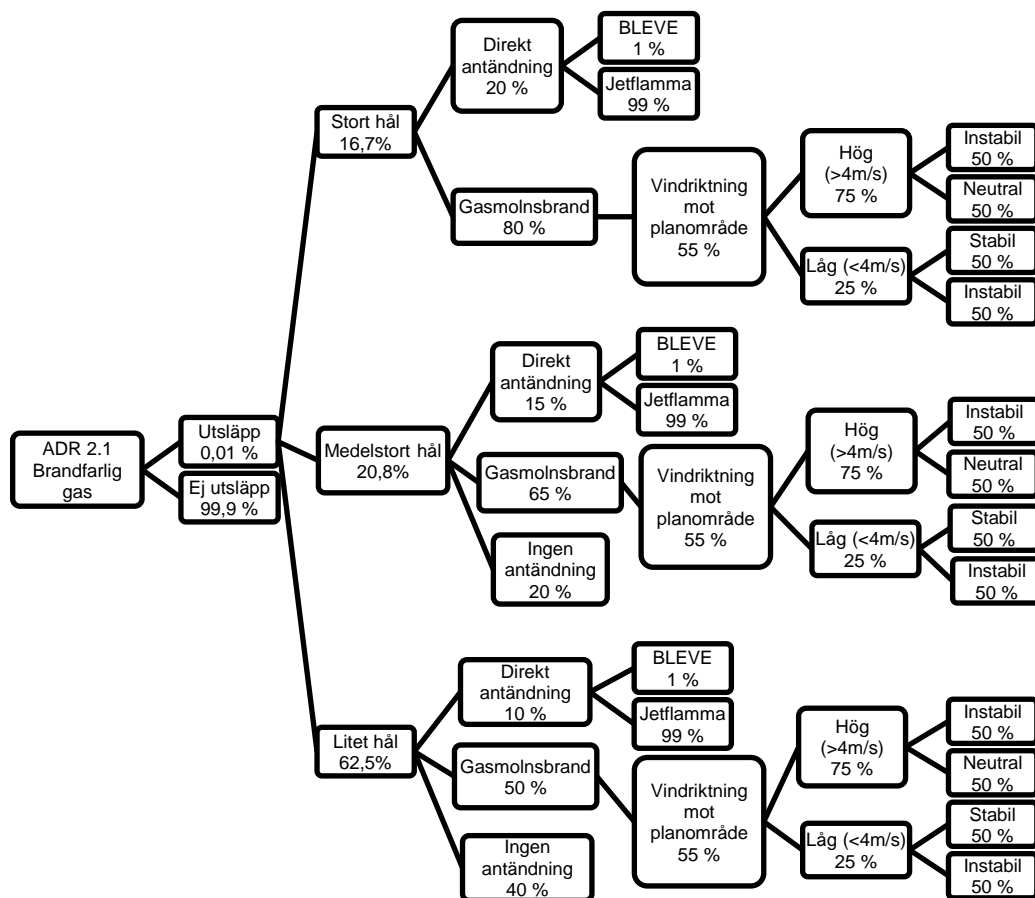
Tabell 11. Antändningsscenarioer vid utsläpp av brandfarlig gas för väg.

Utsläpp VÄG	Direkt antändning	Ingen antändning	Fördröjd antändning
Litet utsläpp	0,1	0,4	0,5
Medelstort utsläpp	0,15	0,2	0,65
Stort utsläpp	0,2	0	0,8

En BLEVE hanteras som en dominoeffekt av en jetflamma och bedöms mycket konservativt inträffa i 1 % av de fall som en jetflamma uppstår.

Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp $0,02/30 = 0,07\%$ för olyckor på väg.

Händelseträdet i Figur 16 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig gas.



Figur 16. Händelsetråd för ADR-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3

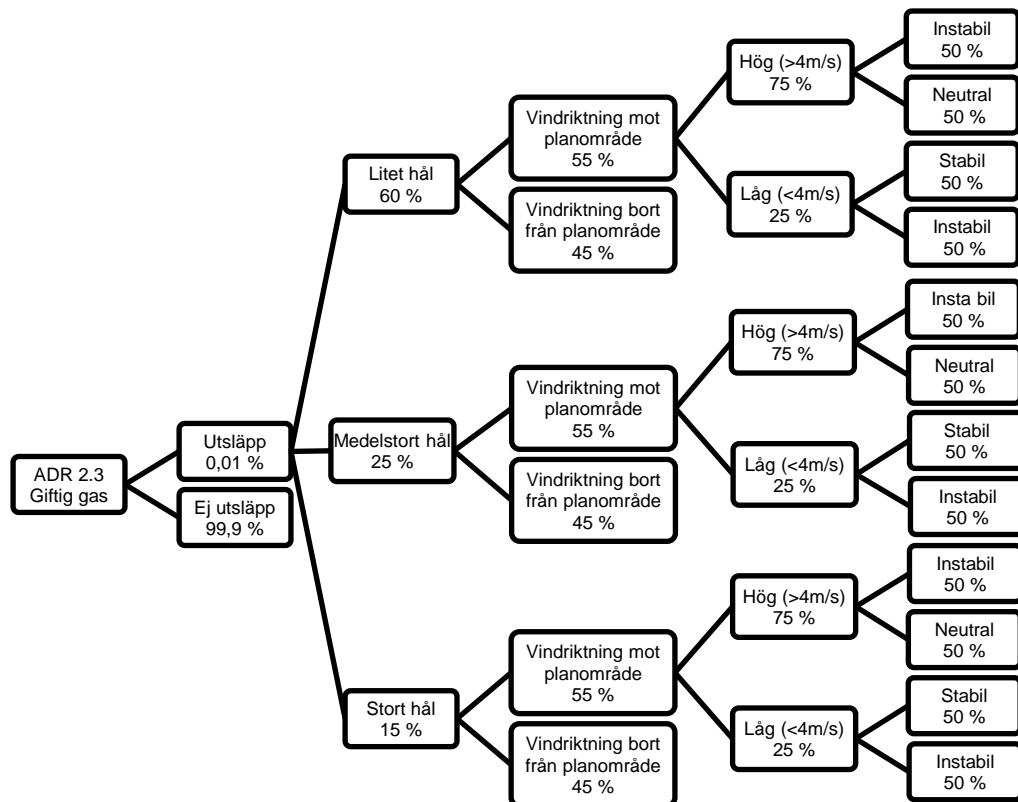
Farlig godsclass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

De vanligaste giftiga gaserna med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 40 ton gas. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska och topografiska förhållanden. För väg representeras utsläppets storlek i denna riskutredning av ett litet hål (3 mm), medelstort hål (9 mm) och stort hål (31 mm). Givet en farlig godsolycka (trafikolycka och punktering av tryckkärl) med giftig gas bedöms sannolikheten för litet, medelstort och stort utsläpp vara: 0,6; 0,25; 0,15.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, och även vindhastigheten påverkar spridningen. Utifrån framtagen vindros bedöms vindriktningen vara sådan att personer som vistas inom det aktuella området exponeras i ca 66,6 % av fallen och vindhastigheten bedöms vara hög (> 4 m/s) i 50 % av fallen om en olycka inträffar.

Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp $0,02/30 = 0,07\%$ för olyckor på väg.

Händelseträdet i Figur 17 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med giftig gas.



Figur 17. Händelsetråd för ADR-klass 2.3 – Giftiga gaser.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 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 sannolikt bensin och E85 mycket enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, hexan.

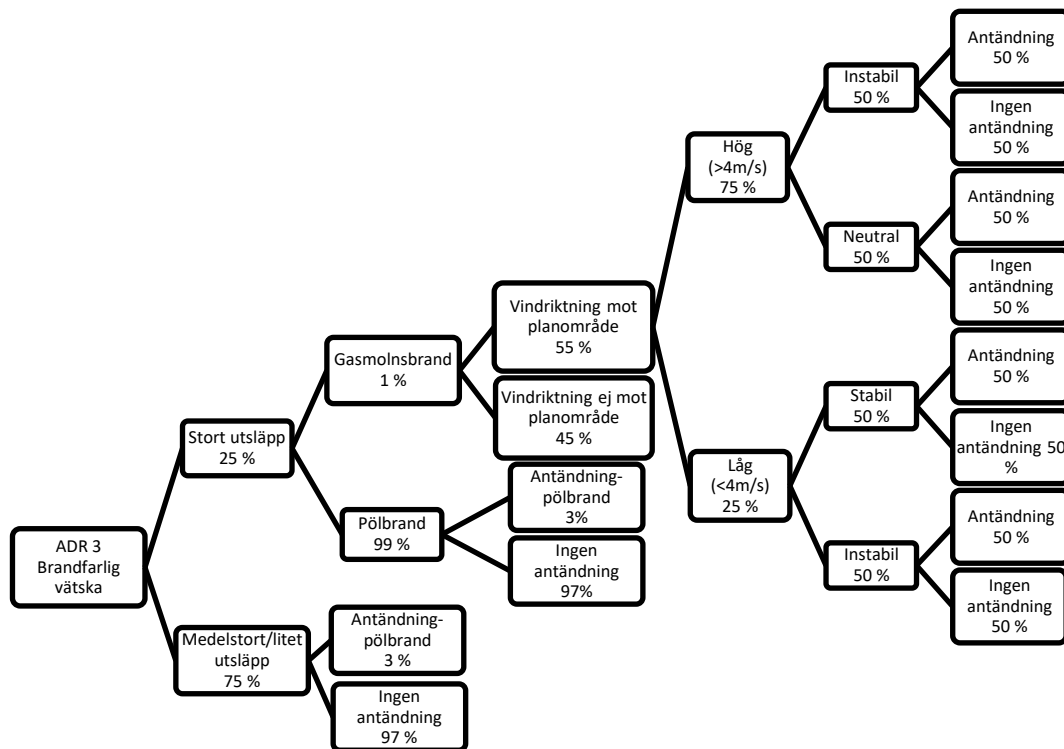
Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Dödliga skador bedöms osannolikt på ett avstånd om mer än 50 m från en pölbrand, men kan ske längre från branden vid olyckliga omständigheter. 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 i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Denna händelse bedöms dock som mycket osannolik och bedöms ske i 1 % av fallen givet ett stort utsläpp. Nedan i Tabell 12 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farligt godsolycka med brandfarlig vätska.

Tabell 12. Farlig godsolycka på väg: Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka.

Utsläppbeskrivning	Area [m ²]	Sannolikhet
Medelstort/litet utsläpp	200	0,75
Stort utsläpp	400	0,25

Sannolikhet för antändning av vätskepöl vid vägtrafikolyckor antas vara 3 % vid ett utsläpp. För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50 %.

Händelseträdet i Figur 18 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska.



Figur 18. Händelsetråd för ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

Bilaga B – Konsekvensbedömningar

För att kunna bestämma individ- och samhällsrisk har konsekvensavstånden vid en olycka på väg beräknats. Nedan redovisas de skadekriterier och beräkningar som gjorts.

Skadekriterier

Nedan redovisas de skadekriterier som använts för att bestämma vilka konsekvensavstånd som uppstår vid en olycka.

Explosion

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som t.ex. splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion, speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i byggnader kan drabbas värre än personer som befinner sig utomhus. Gränsen för direkta dödliga tryckskador vid en explosion för oskyddade personer har satts till 180 kPa (1 % omkomna) och 260 kPa (50 % omkomna). Vid 70 kPa kan det uppstå allvarliga skador på oskyddade personer (lungskador).

Byggnader skyddar dåligt mot explosioner och därför antas dödligheten för personer som befinner sig inomhus i konsekvensområdet vara mycket hög. För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) kan vara dödliga sätts i denna utredning gränsen för dödliga skador vid 70 kPa inomhus och utomhus med ett konservativt antagande att 100 % av de personer som befinner sig inom olyckssfären orsakad av en explosion omkommer.

Värmestrålning

I denna riskutredning har avståndet för dödlig värmestrålning satts till 15 kW/m². I de fall ett gasmoln antänder bedöms de personer som vistas inom gasmolnet omkomma men inte personer utanför. Dödligheten för personer som befinner sig utomhus/inomhus på olika avstånd från riskkällan och som befinner sig skyddade av omgivande faktorer som exempelvis av byggnader, vegetation, bilar och andra föremål har inte tagits hänsyn till. Detta för att illustrera en konservativ risknivå.

Som jämförelse kan anges att vid 15 kW/m² bedöms 1 % av utsatta personer omkomma efter 20 sekunder, 50 % efter 1 minut och 99 % efter 2 minuter.

Sannolikheten för dödsfall till följd av värmestrålning är beroende av exponeringstiden. I Tabell 13 presenteras de exponeringstider som krävs för att sannolikheten för dödsfall ska uppgå till 1, 50 respektive 99 % vid olika infallande strålningsnivåer, hämtade från institutionen för Brandteknik vid Lunds universitet.

Tabell 13. Erforderlig exponeringstid för att ge viss andel dödsfall.

Strålning, kW/m ²	1 %	50 %	99 %
1,6	500 s	1300 s	3200 s
4,0	150 s	370 s	930 s
12,5	30 s	80 s	200 s
37,5	8 s	20 s	50 s

Några längre exponeringstider bedöms ej vara relevanta då händelseförlopp som genererar värmestrålning antingen är kortlivade (exempelvis BLEVE och gasmolnsbrand) eller får människor att flytta sig bort från värmekällan (exempelvis pölbrand och jetflamma).

Förgiftning vid exponering för giftig gas

Vid ett utsläpp av giftiga gaser kan personer omkomma om de utsätts för höga koncentrationer av gas. Vid konsekvensberäkningarna har svaveldioxid varit dimensionerande gas för vägtrafikolyckor. Gränsen för dödliga skador har satts vid den koncentration som motsvarar LC50. Vid denna koncentration kan man förvänta sig att 50 % dör om de exponeras för gasen i mer än 30 min. I denna utredning har avståndet till denna koncentration satts som det avstånd där personer förväntas omkomma.

Dödligheten för personer som befinner sig utomhus antas vara 50 %. Detta eftersom en stor del av dessa personer kan antas hinna sätta sig i säkerhet. Inomhus antas 10 % av den exponerade befolkningen omkomma.

- LC₅₀ för svaveldioxid är 750 ppm

Svaveldioxid är en mycket giftig gas och att anta att samtliga gaser som transporteras på väg är svaveldioxidtransporter anses som ett konservativt antagande som mycket troligt leder till fler döda än om antalet döda beräknats utifrån giftighet för "genomsnittsgasen". Därutöver får det anses konservativt att personer utsätts för gas i mer än 30 minuter.

Konsekvenser vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1

Konsekvenserna för utsläpp av brandfarlig gas har beräknats i mjukvaran ALOHA. Beräkningarna är gjorda för kondenserad gas, vilket är konservativt då de förväntade konsekvenserna är högre för dessa gaser jämfört med komprimerade gaser. Nedan i Tabell 14 redovisas indata för beräkningarna och resultat.

Tabell 14. Indata för konsekvensberäkningar. Värde 1, 2 och 3 representerar olika modellkörningar där data har varierats. Där det är tomt (-) är det samma värde som under kolumn "Värde 1".

Indata	Värde 1	Värde 2	Värde 3
Vind (m/s)	2	6	-
Stabilitetsklass	A	E	D
Temperatur (°C)	15	-	-
Ytrådhet	Stad/Skog	-	-
Luffuktighet	50%	-	-
Väder	Molnigt	-	-
Ämne	Propan	-	-
Tank	D:2 m L:18	D:2,5 m L:20	-
Massa propan (ton)	25	25	-
Fyllnadsgrad	80%	-	-
Hålet	Mitten av vätskenivå	-	-
Håldiameter (mm)	31	9	3
Övertryck i tank	7 bar	-	-

Nedan i Tabell 15 redovisas resultaten av beräkningarna i ALOHA. Resultaten ska tolkas på följande sätt:

- BLEVE: Längden avser det avstånd från centrum där människor förväntas få andra gradens brännskador under den tid som eldklotet varar. Tiden är utskrivet inom parentes. Vid andra gradens brännskador förväntas 15 % av en exponerad befolkning omkomma till följd av skadorna. Avståndet bedöms därför konservativt.
- Jetflamma: Längden avser jetflamman längd. Bredden avser avstånden från jetflamman till 15 kW/m². Konsekvensområdet beräknas som en rektangel där bredden utgörs av det dubbla avståndet för avståndet till 15 kW/m² eftersom strålningen sker i två riktningar. Inom detta område förväntas oskyddade personer omkomma närmast vägen. Utbredningen av jetflamma antas vara vinkelrät (90°) från vägområdet och längs med markplanet. Detta innebär att området som drabbas alltid är det största möjliga, vilket är ett mycket konservativt antagande.
- Gasmolnsbrand: Gasplymen bedöms ha formen av en liksidig triangel. Längden avser triangelns höjd (avstånd in på planområdet) och bredden avser halva plymens bas (halva spridningsavstånd i sidled på längsta konsekvensavstånd).

Tabell 15. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA.

Scenario	Längd (m)	Bredd (m)
BLEVE	150 (11s)	
Jetflamma (liten)	2	5
Jetflamma (medelstor)	5	10
Jetflamma (stor)	23	28
Gasmolnsbrand (liten)	11	3
Gasmolnsbrand (medelstor)	11-19	3-10
Gasmolnsbrand (stor)	51-154	18-145

Konsekvenser vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3

Konsekvenserna för utsläpp av giftig gas har beräknats i mjukvaran ALOHA. Vid beräkningarna har svaveldioxid varit dimensionerande för utsläpp vid vägolycka. Detta med anledning av att klorgastransporter är mycket osannolika på väg, de flesta transporteras på järnväg. Nedan i Tabell 16 redovisas indata för beräkningarna och resultat.

Tabell 16. Indata för konsekvensberäkningar. Värde 1, 2 och 3 representerar olika modellkörningar där data har varierats. Där det är tomt (-) är det samma värde som under kolumn "Värde 1".

Indata	Värde 1	Värde 2	Värde 3
Vind (m/s)	2	6	-
Stabilitetsklass	A	E	D
Temperatur (°C)	15	-	-
Ytrådhet	Stad/Skog	-	-
Luffuktighet	50%	-	-
Väder	Molnigt	-	-
Ämne	Svaveldioxid	Svaveldioxid	-
Tank	D:2 m L:18	D:2,5 m L:20	-
Fyllnadsgrad	80%	-	-
Hålets placering	Mitten av vätskenivå	-	-
Håldiameter (mm)	31	9	3
Ångtryck (kPa)	Svaveldioxid: 330	-	-
Gränsvärde (LC ₅₀)	Svaveldioxid: 750 ppm	-	-

Nedan i Tabell 17 redovisas resultaten av konsekvensberäkningarna. Plymen har konservativt betraktats som en rektangel. Längden i Tabell 17 beskriver rektangelns längd och bredden beskriver halva rektangelns bredd (spridning i sidled).

Tabell 17. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA för giftig gas.

Scenario	<i>Längd (m)</i>	<i>Bredd (m)</i>
Svaveldioxid (liten)	2-36	6-12
Svaveldioxid (medelstor)	47-100	10-40
Svaveldioxid (stor)	187-452	45-200

Konsekvenser vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3

Konsekvensberäkningarna är utförda med mjukvaran ALOHA. Nedan redovisas scenarier, indata och resultat.

Följande förutsättningar gäller för beräkningarna:

- Bränsle: Hexan¹
- Pölarea: 200 och 400 m²
- Temperatur: 15 °C
- Vind: 3-6 m/s
- Stabilitetsklass: D

Nedan i Tabell 18 redovisas resultaten av beräkningarna. Konsekvensavståndet beskriver avståndet (längden) till 15 kW/m² för pölbrand.

Tabell 18. Resultat av konsekvensberäkningar vid utsläpp av brandfarlig vätska.

Scenario	<i>Längd (m)</i>	<i>Bredd (m)</i>
Stor pölbrand	58	-
Medelstor/liten pölbrand	30	-
Gasmolnsbrand	15-30	

¹ Högre förbränningshastighet och energivärde än bensin och därmed konservativt.