

JUNI 2017

KVALITATIV RISKUTREDNING ÖVERDÄCKNING AV GÖTALEDEN

JUNI 2017

KVALITATIV RISKUTREDNING ÖVERDÄCKNING AV GÖTALEDEN

PROJEKTNR. A098109
DOKUMENTNR A098109/4/02/RAP001 – Kvalitativ riskutredning överdäckning av Götaleden
VERSION 1.0
UTGIVNINGSDATUM 2017-06-12
UTARBETAD Viktor Sturegård
GRANSKAD Christoffer Käck
GODKÄND Gert Swenson

Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg arbetar med en detaljplan inom stadsdelen Gullbergsvass i Göteborg i samband med överdäckning av Götaleden mellan Stadstjänarebron och Torsgatan. Detaljplanen syftar till att möjliggöra stadsutveckling i form av kvartersbebyggelse ovanpå överdäckad Götaled. WSP har sedan tidigare genomfört en övergripande riskbedömning för ett större område.

COWI har av Stadsbyggnadskontoret i Göteborg fått i uppdrag att genomföra en fördjupad och konkretiserad riskutredning i samband med projekt för framtagande av detaljplan för kvartersbebyggelse på överdäckning av Götaleden med utgångspunkt i den tidigare riskutredning som genomförts utav WSP.

Följande skyddsåtgärder rekommenderas för studerad detaljplan med avseende på överdäckning av Götaleden:

- › Utrymning från byggnad med entré som vetter direkt mot ramp A respektive ramp B skall vara möjlig bort från rampen.
- › För byggnad, vilken ramp D löper igenom, skall fasad i obrännbart material (EI60) upprättas för genomlöpande ramps väggar och tak. Notera att denna skyddsåtgärd ej gäller byggnadens yttre fasad.

Inga ytterligare skyddsåtgärder, med avseende på olyckor i överdäckad Götaleden, anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen **förutsatt att gasbussar ej kommer att trafikera studerat område.**

Följande skyddsåtgärd, utöver ovanstående skyddsåtgärder, rekommenderas även för studerad detaljplan med avseende på överdäckning av Götaleden **förutsatt att gasbussar kommer att trafikera studerat område.** Detta förutsätter även att överdäckningens bärrighet är dimensionerad för eventuella olyckor med gasbussar.

- › Byggnad, vilken ramp D löper igenom, skall dimensioneras för att motstå en dimensionerande explosionslast motsvarande 0,3 bars övertryck i genomlöpande ramp. Notera att skador på byggnaden kan accepteras men att explosionslasten inte skall leda till fortskridande ras givet explosionscentrum placerat i genomlöpande ramp.

Inga ytterligare skyddsåtgärder, med avseende på olyckor i överdäckad Götaleden, anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen.

INNEHÅLL

| | |
|----------------------------------------------------|----|
| Sammanfattning | I |
| 1 Inledning | 4 |
| 1.1 Bakgrund och syfte | 4 |
| 1.2 Metod | 4 |
| 1.3 Avgränsningar och omfattning | 4 |
| 2 Beskrivning av risk och kriterier | 6 |
| 2.1 Risk | 6 |
| 2.2 Riskvärdering | 7 |
| 3 Planerad bebyggelse och omgivningar | 9 |
| 3.1 Uppskattade trafikmängder | 12 |
| 4 Riskanalys | 15 |
| 4.1 Identifierade risker | 15 |
| 4.2 Sammanställning av identifierade riskscenarion | 18 |
| 4.3 Värdering av identifierade risker | 21 |
| 5 Diskussion och slutsats | 23 |
| 5.1 Rekommenderade skyddsåtgärder | 24 |
| 6 Referenser | 25 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg arbetar med en detaljplan inom stadsdelen Gullbergsvass i Göteborg i samband med överdäckning av Götaleden mellan Stadstjänarebron och Torsgatan. Detaljplanen syftar till att möjliggöra stadsutveckling i form av kvartersbebyggelse ovanpå överdäckad Götaled. WSP har sedan tidigare genomfört en övergripande riskbedömning för ett större område.

COWI har av Stadsbyggnadskontoret i Göteborg fått i uppdrag att genomföra en fördjupad och konkretiserad riskutredning i samband med projekt för framtagande av detaljplan för kvartersbebyggelse på överdäckning av Götaleden med utgångspunkt i den tidigare riskutredning som genomförts utav WSP.

1.2 Metod

Den riskanalysmetod som används är i huvudsak kvalitativ där riskscenarier identifieras, konsekvensbeskrivs och åtgärder definieras. Sannolikheter och konsekvenser har uppskattats utifrån enklare beräkningar och erfarenhetsbaserade resonemang.

Riskanalysen har även utgått ifrån tidigare genomförda riskanalyser för överdäckningen (Trafikverket, 2015) samt med avseende på bebyggelse ovan överdäckning (WSP, 2014).

1.3 Avgränsningar och omfattning

Riskanalysen baseras på de personer som vistas inuti och rör sig till/från planerad bebyggelse för studerat område.

Riskanalysen förutsätter att överdäckningens bärighet är dimensionerad för att klara ett dimensionerande brandförlopp samt lasten från ovanliggande bebyggelse utan att överdäckningens bärighet överskrids. Ett rimligt dimensionerande brandförlopp förutsätts ligga till grund för Trafikverkets projektering av

överdäckning. Denna avgränsning har stämts av med Stadsbyggnadskontoret vid initialt startmöte.

Riskanalysen förutsätter även att överdäckningen kommer att tilldelas tunnelkategori E enligt ADR-S, vilket innebär att transport av märkningspliktigt farligt gods är förbjuden genom tunneln. Därmed har risker kopplat till transport av farligt gods ej studerats.

2 Beskrivning av risk och kriterier

I detta kapitel presenteras bakgrund och begrepp för risk och kriterier för tolerabel risk i samhällsplanering.

2.1 Risk

Riskenivå är ett abstrakt begrepp. Olika individer uppfattar risker på olika sätt och accepterar olika risker beroende på om risken till exempel är frivillig, känd eller gagnar ett intresse. En risk kan beskrivas som produkten av sannolikhet (händelsefrekvens) och konsekvens.

$$\text{RISK} = \text{SANNOLIKHET} \cdot \text{KONSEKVENNS}$$

I denna analys behandlas sannolikheter som är så låga att de allra flesta människor inte förmår ta dem till sig. Konsekvenserna är emellertid synnerligen påtagliga. Effekten av en olycka *kan* resultera i ett stort antal omkomna eller skadade människor. Händelsefrekvensen för en sådan olycka är i allmänhet dock så låg att den över huvud taget inte skulle beaktas om konsekvensen inte hade varit så stor.

Den låga sannolikheten är en viktig parameter som i en bedömning av riskenivån skall värderas tillsammans med konsekvenserna på ett balanserat sätt.

2.2 Riskvärdering

Identifierade risker har värderats med avseende på sannolikhet och konsekvens för att få en samlad bild av risknivån. Värderingen av sannolikhet och konsekvens har baserats på definitioner hämtade ur '*Handbok för riskanalys*', Räddningsverket (Davidsson, 2003) samt '*Olycksrisker och MKB*' (MSB, 2012). Klassificering av konsekvens återfinns i Tabell 1 och klassificering av sannolikhet återfinns i Tabell 2. Notera att i följande riskanalys har konsekvenser enbart värderats med avseende på personskada eller liv.

Tabell 1. *Klasser för bedömning av konsekvenser avseende personskada/liv (Davidsson, 2003; MSB, 2012).*

| Klass | Konsekvens för liv |
|-------|---------------------------------------|
| 1 | Övergående lindriga obehag |
| 2 | Enstaka skadade, varaktiga obehag |
| 3 | Enstaka svårt skadade, svåra obehag |
| 4 | Enstaka dödsfall, flera svårt skadade |
| 5 | Flera dödsfall, tiotals svårt skadade |

Tabell 2. *Klasser för bedömning av sannolikhet (Davidsson, 2003; MSB, 2012).*

| Klass | Benämning | Frekvens |
|-------|-------------------|----------------------|
| A | Liten sannolikhet | < 1 gång / 1000 år |
| B | | 1 gång / 100-1000 år |
| C | Sannolik | 1 gång / 10-100 år |
| D | | 1 gång / 1-10 år |
| E | Mycket sannolik | > 1 gång / år |

När värdering av sannolikhet och konsekvens förs in i en riskmatris kan en sammanvägd risk utläsas vilket ger en risknivå. Genom att kategorisera olika nivåer av sannolikheter och konsekvenser i tre kategorier fås tre risknivåer vilka representeras av tre olika färger, se Figur 1 nedan. I riskmatrisen indikerar gröna områden låga risknivåer, gula områden medelhöga risknivåer och röda områden höga risknivåer.

Frekvens

| | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| E | Yellow | Red | Red | Red | Red | |
| D | Yellow | Yellow | Red | Red | Red | |
| C | Green | Yellow | Yellow | Red | Red | |
| B | Green | Green | Yellow | Yellow | Red | |
| A | Green | Green | Green | Yellow | Yellow | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Konsekvens |

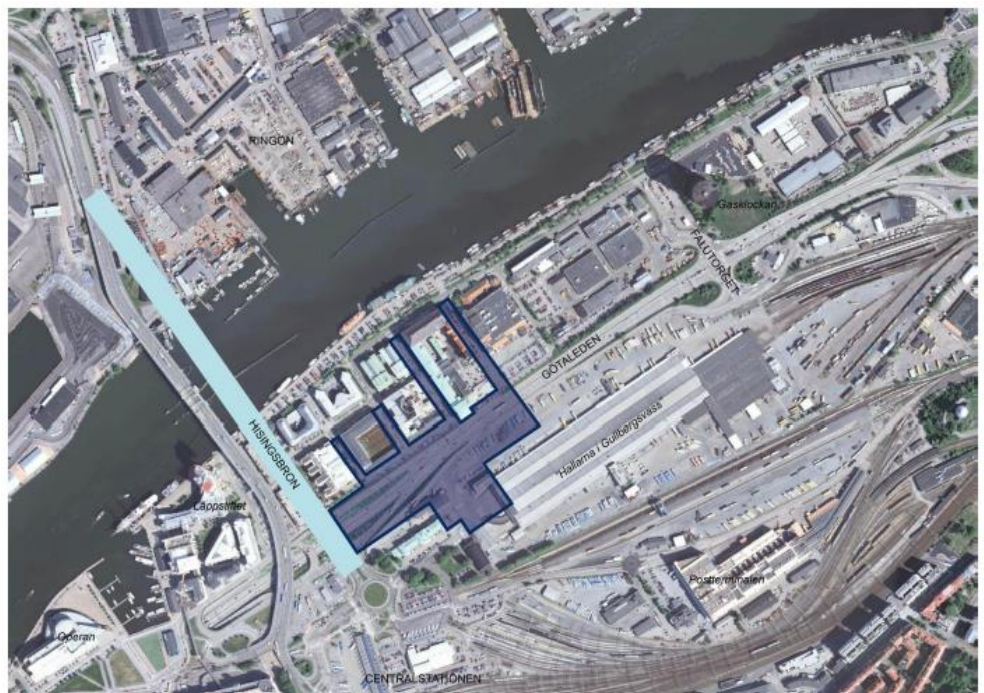
Figur 1. Riskmatris där grönt representerar låg risk, gult representerar medelrisk och rött representerar hög risk.

Riskenivån är som högst i matrisens övre högra hörn, där både sannolikhet och konsekvens är hög, och risker inom detta område bör reduceras omedelbart. Risknivån avtar diagonalt i matrisen och är som lägst i matrisens vänstra hörn, där både sannolikhet och konsekvens är låg. Risker inom detta område är oftast mindre allvarliga eller obetydliga och behöver därmed troligtvis inte åtgärdas (MSB, 2012).

Mellan dessa områden återfinns risknivåer där säkerhetshöjande åtgärder skall värderas ut kostnads-nytta synpunkt, gult område i Figur 1. Vid beräkningar av samhällsrisk kallas detta område för ALARP vilket står för 'As Low As Reasonably Possible'.

3 Planerad bebyggelse och omgivningar

Studerat planområde är beläget vid Gullbergsvass, se markerat område i Figur 2, ca 500 meter nordöst om Göteborgs centrum. Planområdet ligger längs Götaleden, från Stadstjänarebron till Torsgatan, och omfattar ca 7,7 hektar som till största del ägs av Göteborgs kommun och Älvstranden Utveckling AB.



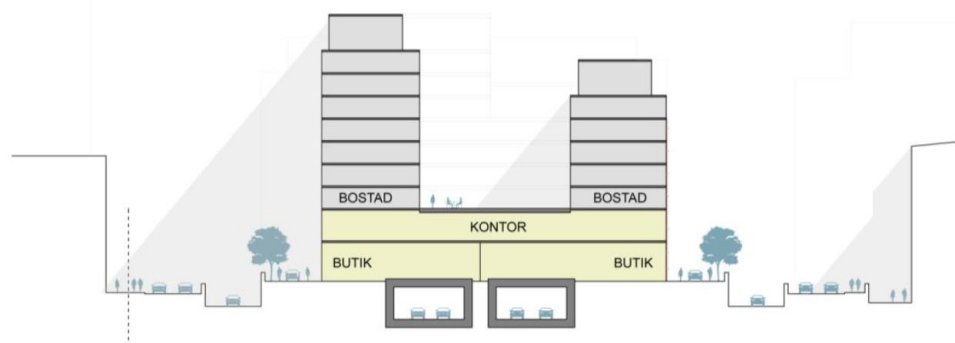
Figur 2. Område som berörs av studerad detaljplan (Mörkblått område).

I dagsläget utgörs planområdet huvudsakligen av trafikområde för Götaleden med genomfartstrafik och befintlig bebyggelse på både södra och norra sidan utav leden.

Planer föreligger att nedsänka Götaleden mellan Stadstjänaregatan till Torsgatan och i samband med detta lägga leden i tunnel vilket skulle innebära en ca 420 meter lång överdäckning. Denna tunnel skall utformas för att ge möjlighet till bebyggelse ovanpå överdäckningen av leden. Det finns även planer på att i senare skeden förlänga överdäckningen i nordöstlig riktning fram till Falutorget samt att

förlänga överdäckningen i sydvästligriktning för att på så vis sammanbinda överdäckningen med den befintliga Götatunneln (Trafikverket, 2015; WSP, 2014). De två sistnämnda skedena behandlas inte i denna riskanalys.

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra stadsutveckling i form av kvartersbebyggelse ovanpå del av Götaleden. Figur 3 nedan illustrerar möjlig utformning ovanför överdäckning.



Figur 3. Tvärsnittssektion som illustrerar möjligt sätt att kunna bygga ovanpå överdäckning (Stadsbyggnadskontoret, 2015).

Planerat användningsområde för kvartersbebyggelsen är bostäder, centrumverksamhet, parkering och utbildning. I centrumverksamhet ingår bl.a. kontor, samlingslokaler, handel m.m. Tunneln förbinds med markplan via fyra stycken på- och avfartsrampar som benämns ramp A, B, C och D i följande analys. Rampernas placering redovisas i Figur 4 nedan.



Figur 4. Placering av på- och avfartsrampar A,B,C och D.

Ramp A, B och C kommer att utgöras av en ramp i gata och en illustration av hur detta kan se ut redovisas i Figur 5 nedan.



Figur 5. Exempel på hur en ramp i gata kan se ut. (Google.com, Stadsbyggnadskontoret, 2015)

Ramp D kommer att utgöras av en ramp som skall löpa igenom byggnad och en illustration av hur detta kan se ut redovisas i Figur 6 nedan. Till skillnad från rampen i figuren skall planerad ramp dock löpa igenom ovanvarande byggnads fasad och huskropp.



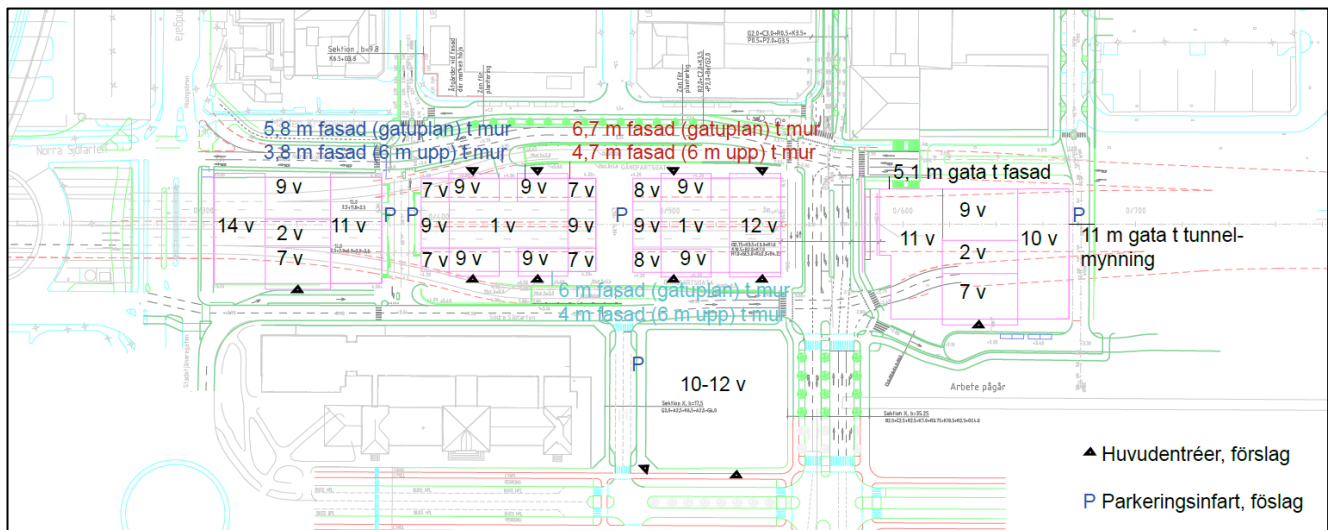
Figur 6. Exempel på hur en ramp i byggnad kan se ut. Foto: Sören Gustafsson. (Stadsbyggnadskontoret, 2015)

I riskanalysen har rampområdet definierats som den punkt där körfältet separerar från körfält i tunnel till den punkt där körfält är i höjd med markplan. I Tabell 3 nedan redovisas de ramplängder som använts för beräkningar.

Tabell 3. Ungefärlig längd för ramper från den punkt där körfältet separerar från körfält i tunnel till den punkt där körfält är i höjd med markplan.

| Ramp | Ungefärlig längd i meter |
|------|--------------------------|
| A | 110 |
| B | 142 |
| C | 127 |
| D | 120 |

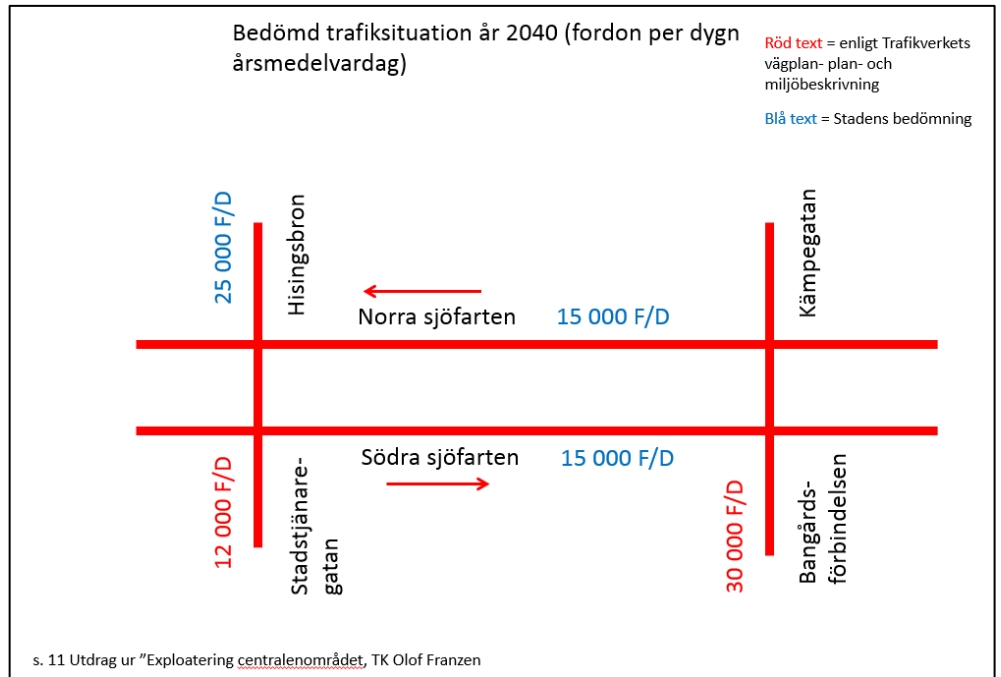
I Figur 7 nedan redovisas planerade byggnadshöjder, avstånd mellan föreslagen bebyggelse och körfält för av- och påfartsramper samt huvudentréers lokalisering.



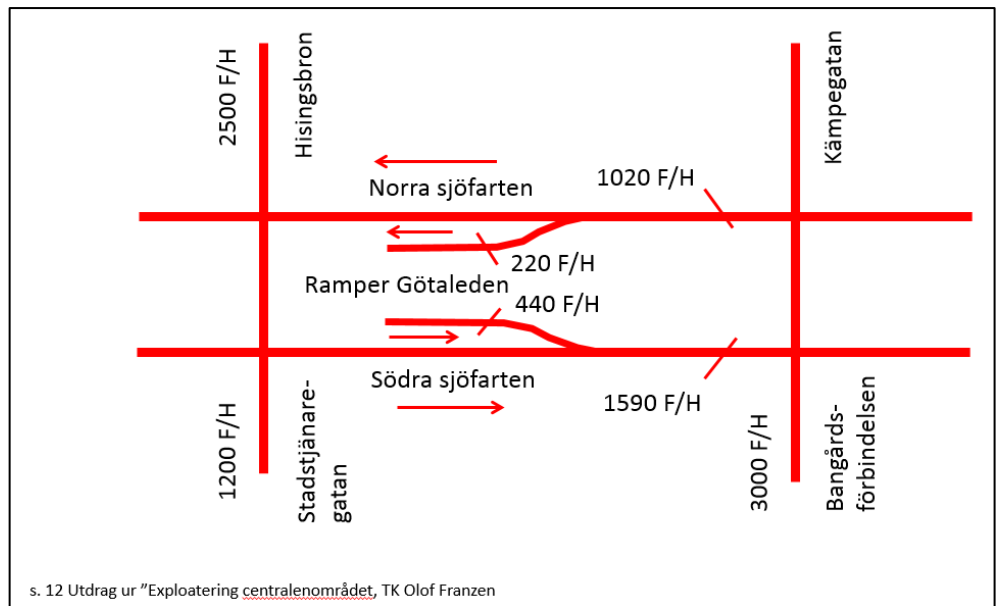
Figur 7. Byggnadshöjder, avstånd mellan bebyggelse och körfält för av- och påfartsramper samt huvudentréers lokalisering.

3.1 Uppskattade trafikmängder

Stadsbyggnadskontoret har försett COWI med trafikprognoser för år 2040 för studerat område, se Figur 8 och 9 nedan, vilket har använts i riskanalysen.



Figur 8. Trafikprognos för år 2040 i tunnel under studerat område angivet i fordon per dygn.



Figur 9. Trafikprognos för år 2040 för ramper vid studerat område angivet i fordon per maxtimme.

I erhållna trafikprognoser anges att trafik per maxtimme motsvarar 10% av årsmedeldygnstrafiken. För att erhålla antalet fordon per dygn har värdet för trafik per maxtimme därmed multiplicerats med en faktor 10.

3.1.1 Transporter av farligt gods

Trafikverket har ansökt om tunnelkategori för överdäckningen men tilldelningen är inte klar. Besked väntas i samband med tunnelns öppnande.

Som nämns i Kapitel 1.3 utgår riskanalysen från att överdäckningen tilldelas sökt tunnelkategori (tunnelkategori E enligt ADR-S) vilket innebär att transport av märkningspliktigt farligt gods är förbjuden genom tunnel (MSB, 2016). Med anledning av detta har risker kopplat till transport av farligt gods ej studerats.

4 Riskanalys

4.1 Identifierade risker

Riskidentifikationen har utgått från tidigare riskanalyser för överdäckningen (Trafikverket, 2015) samt med avseende på bebyggelse ovan överdäckning (WSP, 2014). De risker som undersökt i denna riskanalys är sådana som härrör från skadehändelser som kan uppstå i överdäckad Götaled med tillhörande ramper och som kan innebära negativa konsekvenser för studerat område.

Som nämnts tidigare i rapporten har risker relaterat till tunnelns bärighet inte tagits upp då riskanalysen gjorts under förutsättning att överdäckningens bärighet är dimensionerad för att klara ett dimensionerande brandförlopp samt lasten från ovanliggande bebyggelse utan att överdäckningens bärighet överskrids.

De potentiella skadehändelser som identifierats och bedömts närmare är:

- › Brand i fordon i tunnel eller på ramp
- › Explosion i fordon på ramp

Nedan beskrivs dessa risker utförligare samt vilka konsekvenser de kan leda till för studerat område.

4.1.1 Fordonsbrand

Vanliga orsaker till brand i personbilar är tekniska fel eller att den är anlagd med uppsåt. En stor andel bilbränder har dock okänd orsak. Enligt engelsk statistik från 2011 (Home Office, 2011) är andelen olycksrelaterade bränder ca 35 % medan andelen uppsåtliga är ca 65%.

Denna riskanalys värderar två brandscenarier av olika magnitud; brand i personbil och brand i tung trafik (lastbil ej lastad med farligt gods).

Enligt MSB (tidigare Svenska Räddningsverket) uppstår 0,1-0,2 bränder av betydelse i personbilar och 0,8 bränder av betydelse i lastbilar (utan farligt gods) per 10 miljoner fordonskilometer (SRV, 2005). För bränder i personbilar har

riskanalysen utgått från medelvärdet 0,15 bränder av betydelse per 10 miljoner fordonskilometer. Givet de uppskattade trafikmängder samt de dimensionerande sträckorna för ramper som redovisas i kapitel 3 erhålls frekvens och återkomsttid för brand i tunnel respektive ramp enligt Tabell 4. Se bilaga A för beräkningar av dessa värden.

Tabell 4. Frekvenser och återkomsttid för bränder vid olika områden av studerat område.

| Område | Fordonstyp | Frekvens (per år) | Återkomsttid (år) |
|----------|-------------|-------------------|-------------------|
| I tunnel | Personbilar | 0,0076 | 132 |
| | Tung trafik | 0,0035 | 285 |
| I ramp A | Personbilar | 0,0012 | 820 |
| | Tung trafik | 0,0006 | 1769 |
| I ramp B | Personbilar | 0,0031 | 318 |
| | Tung trafik | 0,0015 | 685 |
| I ramp C | Personbilar | 0,0065 | 153 |
| | Tung trafik | 0,0030 | 330 |
| I ramp D | Personbilar | 0,0096 | 104 |
| | Tung trafik | 0,0045 | 224 |

Återkomsttid är ett mått på den tid som statistiskt kan förväntas passera mellan två likadana händelser. Med en händelses återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar en gång under denna tid. Med andra ord innebär detta att ju högre återkomsttiden för en händelse är, desto mer sällan förväntas denna händelse inträffa.

Brandförlopp och strålningsnivå vid brand i bil beror på många olika faktorer som antändningsorsak, typ av bil med mera. Bilar brinner ofta under stark rökutveckling vilket minskar strålningsnivån i omgivningen.

Den maximala brandeffekten beror förutom på typen av fordon också på om ett eller flera fordon är inblandade i branden. Brandeffekten vid brinnande bil har studerats i olika sammanhang, bland annat när det gäller att fastställa dimensionerande effekt vid bilbränder i vägtunnlar (SRV, 2005).

För att räkna på strålningsintensiteter i tunnlar har brandscenarion beräknats av Räddningsverket (2005), se Tabell 5.

Tabell 5. Brandscenarier som använts för att analysera strålningsintensiteter i tunnlar (SRV, 2005).

| Brandscenario | Typ av fordon | Brandeffekt [MW] |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | 2 personbilar | 8 |
| 2 | Buss | 25 |
| 3 | Lastbil och en buss | 75 |
| 4 | Långtradare med relativt låg fritt exponerad godsytta och bulkdensitet | 100 |
| 5 | Långtradare med relativt hög fritt exponerad godsytta och bulkdensitet | 150 |
| 6 | Upphinnande olycka (långtradare + buss + 6 personbilar) | 175 |

| | | |
|---|---------|-----|
| 7 | Tankbil | 200 |
|---|---------|-----|

I tidigare riskbedömning från WSP har brandeffekten bedömts vara 5-10MW för en eller ett par personbilar, 30 MW för en buss och 100 MW för en lastbil (WSP, 2014) vilket stämmer överens med de brandeffekter som redovisas i tabell 5.

De konsekvenser som har studerats vid en fordonsbrand utgörs dels av värmestrålningen och dels av rökutvecklingen.

4.1.2 Explosion

En explosion bedöms främst kunna uppstå från en olycka med en gasbuss. För att en signifikant explosion skall ske krävs antingen ett större utsläpp av gas som därefter orsakar en gasmolnexplosion eller en brand där gastuberna på bussen hettas upp så mycket att tuberna brister på grund av tryckökningen i dessa. För att undvika det sistnämnda finns säkerhetsventiler som automatiskt släpper ut gas vid ett alltför högt tryck. En gasmolnexplosion bedöms därför vara det mest sannolika explosionsscenariot.

Det saknas statistiskt underlag avseende frekvensen för gasmolnexplosioner orsakade av gasbussar men minst en olycka med efterföljande explosion har skett i Göteborg (GP, 2016). Sannolikheten för att en explosion skall ske bedöms dock generellt vara något lägre än för fordonsbrand särskilt då enbart en liten del av den tunga trafiken skulle utgöras av gasbussar.

Värderingen av återkomsttiden för explosion i fordon har utgått ifrån beräknade återkomsttider för brand i personbil och brand i tung trafik (lastbil ej lastad med farligt gods), se Tabell 4, viktat med en faktor 0,1. Dvs. det har antagits att en av tio fordonsbränder leder till en efterföljande explosion.

Vid en brand i gasbuss kan den ökade temperaturen leda till att tanken försvagas samtidigt som trycket i gastanken ökar. Om säkerhetsventilen inte hinner lösa ut kan detta leda till en explosion. En vägtunnel väntas stå emot tryck av denna storleksordning tack vare sin konstruktion samt att tunnlar är öppna och att tryckavlastning därmed kan ske i bägge ändar. Vätgas leder till ca 4 gånger så kraftiga explosioner som CNG och teoretiskt kan 12 bars övertryck uppnås om all vätgas i en vätgasbuss blandas stökiometriskt med luft och antänds. Modellering av olika utsläppsscenarioer med läckage från CNG eller vätgasbussar visar att explosionstrycket blir mellan 0,1 – 0,3 bar (SP, 2016).

Riskanalysen förutsätter att tunneln är dimensionerad för att kunna hantera en explosion i tunneln utan att överdäckningens bärlast överskrids varför enbart explosioner på ramperna har studerats.

4.2 Sammanställning av identifierade riskscenarion

I Tabell 6, 7, 8, 9, redovisas och indelas de olika riskscenarion som har identifierats för studerat område fördelat på område intill ramp A, B,C respektive D, se Figur 10.



Figur 10. Placering av på- och avfartsramp A,B,C och D.

Tabell 6. Identifierade riskscenarion för område i närhet av ramp A.

| Område | Olycksscenario | Fordonstyp | Konsekvens | Riskscenarion |
|--------------------|----------------|-------------|----------------|---------------|
| Tunnel nära ramp A | Brand | Personbil | Värmestrålning | A.1 |
| | | | Rökutveckling | A.2 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | A.3 |
| | | | Rökutveckling | A.4 |
| Ramp A | Brand | Personbil | Värmestrålning | A.5 |
| | | | Rökutveckling | A.6 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | A.7 |

| | | | | |
|--|-----------|---------|---------------|-----|
| | | | Rökutveckling | A.8 |
| | Explosion | Gasbuss | Explosion | A.9 |

Tabell 7. Identifierade riskscenarion för område i närhet av ramp B.

| Område | Olycksscenario | Fordonstyp | Konsekvens | Riskscenarion |
|--------------------|----------------|-------------|----------------|---------------|
| Tunnel nära ramp B | Brand | Personbil | Värmestrålning | B.1 |
| | | | Rökutveckling | B.2 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | B.3 |
| | | | Rökutveckling | B.4 |
| Ramp B | Brand | Personbil | Värmestrålning | B.5 |
| | | | Rökutveckling | B.6 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | B.7 |
| | | | Rökutveckling | B.8 |
| | Explosion | Gasbuss | Explosion | B.9 |

Tabell 8. Identifierade riskscenarion för område i närhet av ramp C.

| Område | Olycksscenario | Fordonstyp | Konsekvens | Riskscenarion |
|--------------------|----------------|-------------|----------------|---------------|
| Tunnel nära ramp C | Brand | Personbil | Värmestrålning | C.1 |
| | | | Rökutveckling | C.2 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | C.3 |
| | | | Rökutveckling | C.4 |
| Ramp C | Brand | Personbil | Värmestrålning | C.5 |
| | | | Rökutveckling | C.6 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | C.7 |
| | | | Rökutveckling | C.8 |
| | Explosion | Gasbuss | Explosion | C.9 |

Tabell 9. Identifierade riskscenarion för område i närhet av ramp D.

| Område | Olycksscenario | Fordonstyp | Konsekvens | Riskscenarion |
|--------------------|----------------|-------------|----------------|---------------|
| Tunnel nära ramp D | Brand | Personbil | Värmestrålning | D.1 |
| | | | Rökutveckling | D.2 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | D.3 |
| | | | Rökutveckling | D.4 |
| Ramp D | Brand | Personbil | Värmestrålning | D.5 |
| | | | Rökutveckling | D.6 |
| | | Tung trafik | Värmestrålning | D.7 |
| | | | Rökutveckling | D.8 |
| | Explosion | Gasbuss | Explosion | D.9 |

4.3 Värdering av identifierade risker

Vid värdering av identifierade risker har utgångspunkt tagits från konsekvensen av ett bedömt rimligt händelseförlopp för varje studerat riskscenario. För ett mindre allvarligt händelseförlopp med en lägre konsekvens blir sannolikheten högre än för allvarligare händelseförlopp med högre konsekvens.

De konsekvensklasser som har använts vid riskvärderingen, se Tabell 1, varierar från övergående lindriga obehag till flertal dödsfall eller många svårt skadade personer. Studerade skadehändelser inne i tunneln har bedömts ha liten påverkan på studerat område varför konsekvensklassningen är låg. Rökutveckling bedöms ha begränsad konsekvens då det antagits att folk i händelse av en olycka avlägsnar sig från närområdet eller stänger fönster och ventilation och att de därmed exponeras för en begränsad mängd.

Skadehändelser vid ramp D har bedömts leda till värre konsekvenser än för de andra ramperna då utformningen av ramp D löper igenom ovanvarande byggnads fasad och huskropp.

De tidigare beräknade sannolikheterna och återkomsttiderna, se Tabell 4, gäller för grundscenariot att ett fordon börjar brinna. För att representera scenarion som leder till studerade konsekvenser har sannolikheterna viktats för att återspegla sannolikheten att någon eller flera skadas eller dör till följd utav en brand i personbil eller tung trafik (lastbil ej lastad med farligt gods). I vissa fall har detta lett till att frekvensklassen har sänkts jämfört med beräknad sannolikhet för grundscenariot medan det i andra fall inte har påverkat frekvensklassen.

I Figur 11 nedan redovisas identifierade risker i en riskmatris baserad på värdering av sannolikhet och konsekvens baserat på definitioner hämtade ur '*Handbok för riskanalys*', Räddningsverket (Davidsson, 2003) samt '*Olycksrisker och MKB*', MSB (MSB, 2012)

Studerade riskscenario återfinns i Tabell 6, 7, 8, 9 ovan, med undantag för X.1-4 vilka utgör A.1-4, B.1-4, C.1-4 samt D.1-4 vilka har slagits ihop i matrisen då de bedömts vara likvärdiga.

Frekvens

| | | | | | |
|----------|--------------------------------------------------|---------------|----------------|----------------------------|-------------------|
| E | | | | | |
| D | | | | | |
| C | | | | | |
| B | X.1, X.2, X.3, X.4, A.6, B.6, C.6 | D.6 | D.8 | C.7, D.5 | D.7 |
| A | | A.8, B.8, C.8 | A.5, B.5, C.5, | A.7, A.9, B.7, B.9, C.9 | D.9 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | Konsekvens |

Figur 11. Riskmatris med identifierade risker. Grönt representerar låg risk, gult representerar medelrisk och rött representerar hög risk.

5 Diskussion och slutsats

Majoriteten av de identifierade riskerna bedöms hamna inom det gröna området i riskmatrisen, se Figur 11, vilket innebär att risken är låg. Den låga riskvärderingen beror att scenarierna bedömts ha låg frekvens och låg konsekvens. Med anledning av detta bedöms inga skyddsåtgärder med avseende på dessa riskscenarier är erforderliga.

Ett antal av de identifierade riskerna bedöms hamna inom det gula området i riskmatrisen, se Figur 11, vilket innebär att rimliga säkerhetskörande åtgärder skall värderas ut kostnads-nytta synpunkt. De aktuella riskerna härrör i huvudsak från värmestrålning från brand i tung trafik och explosion i gasbuss. Tung trafik och gasbussar är generellt accepterade riskkällor i stadsmiljö och de mängder som förväntas på det aktuella planområdet bedöms inte vara markant högre än på liknande platser i staden. Risknivån för det aktuella området bedöms därför inte skilja sig från vad man vanligtvis accepterar med avseende på tung trafik i stadsmiljö och i samhället i övrigt. Med anledning av detta bedömer COWI att inga skyddsåtgärder med avseende på dessa riskscenarier är erforderliga. Ett undantag från denna bedömning är dock ramp D som, på grund av sin dragning genom ovanvarande byggnad, bedöms skilja sig från de risknivåer man accepterat i samhället i övrigt där liknande trafik i jämförbara mängder passerar. För ramp D har även risknivån med avseende på explosion i gasbuss bedömts hamna på en sådan nivå i att säkerhetskörande åtgärder skall vidtas.

Sammantaget bedömer COWI att riskvärderingen av identifierade risker har baserats på konservativa antaganden. T.ex. har hela ramplängden, från den punkt där körfältet separerar från körfält i tunnel till den punkt där körfält är i höjd med markplan, iakttagits för sannolikhetsberäkning för brand. Konsekvensbedömningen har däremot baserats på en brand i närheten av rampens mynning, vilket bedömts leda till värst konsekvenser. Det studerade konsekvensområdet utgör enbart en del av det rampområde som studerats vid sannolikhetsberäkningen.

5.1 Rekommenderade skyddsåtgärder

Följande skyddsåtgärder rekommenderas för studerad detaljplan med avseende på överdäckning av Götaleden:

- › Utrymning från byggnad med entré som vetter direkt mot ramp A respektive ramp B skall vara möjlig bort från rampen. För byggnad intill ramp C och D finns inga entréer riktade mot ramperna, se Figur 7, varför denna byggnad ej berörs av ovan nämnda skyddsåtgärd.
- › För byggnad, vilken ramp D löper igenom, skall fasad i obrännbart material (EI60) upprättas för genomlöpande ramps väggar och tak. Notera att denna skyddsåtgärd ej gäller byggnadens yttre fasad.

Inga ytterligare skyddsåtgärder, med avseende på olyckor i överdäckad Götaleden, anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen **förutsatt att gasbussar ej kommer att trafikera studerat område**.

Följande skyddsåtgärd, utöver ovanstående skyddsåtgärder, rekommenderas även för studerad detaljplan med avseende på överdäckning av Götaleden **förutsatt att gasbussar kommer att trafikera studerat område**. Detta förutsätter även att överdäckningens bärrighet är dimensionerad för eventuella olyckor med gasbussar¹.

- › Byggnad, vilken ramp D löper igenom, skall dimensioneras för att motstå en dimensionerande explosionslast motsvarande 0,3 bars övertryck i genomlöpande ramp. Notera att skador på byggnaden kan accepteras men att explosionslasten inte skall leda till fortskridande ras givet explosionscentrum placerat i genomlöpande ramp.

Inga ytterligare skyddsåtgärder, med avseende på olyckor i överdäckad Götaleden, anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen.

¹ Denna aspekt har inte utretts i denna rapport utan varit en grundförutsättning

6 Referenser

Davidsson (2003), *Handbok för riskanalys*, Räddningsverket. ISBN: 91-7253-178-9

GP (2016), URL: <http://www.gp.se/nyheter/g%C3%B6teborg/buss-exploderade-utanf%C3%B6r-tunnel-i-g%C3%B6teborg-1.3475508>

Home Office (2011), *Fire Statistics Great Britain, 2010 – 2011*. URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/6762/568234.pdf

MSB (2012), *Olycksrisker och MKB – att integrera risk- och säkerhetsfrågor i MKB-processen*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. ISBN: 978-91-7383-305-9

MSB (2016), *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2016:8) om transport av farligt gods på väg och i terräng*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. ADR-S 2016. ISSN: 2000-1886

SP (2016), *Risker med nya energibärare i vägtunnlar och underjordiska garage*. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 2016:85

SRV (2005), *Räddningsinsatser i vägtunnlar*. Räddningsverket. ISBN: 91-7253-256-4

Stadsbyggnadskontoret (2015), *Detaljplan för överdäckning av Götaleden*. Stadsbyggnadskontoret. Diarienummer SBK: 0714/13

Trafikverket (2015), *E45 delen Lilla Bommen - Marieholm – Riskanalys tunnelsäkerhet*. Trafikverket. Ärendenummer: TRV 2014/16346

WSP (2014). *Övergripande riskbedömning för detaljplan - Detaljplan för omarbetning av Götaleden inom stadsdelen Gullbergsvass*.

Bilaga A - Beräkningar

I följande bilaga har frekvens och återkomsttid för brand i personbil respektive tung trafik (ej farligt gods) uppskattats dels inne i tunnel under studerat område och dels för de olika ramperna som förbinder tunneln med markplan.

Indata för beräkningarna har utgjorts av bedömd trafiksituation för år 2040, se kapitel 3.1 samt kartläggning av fordonsbränder från MSB, tidigare Svenska Räddningsverket (SRV, 2005), se kapitel 4.1.1.

I TUNNEL

Personbilar

$15\ 000 \text{ fordon/dygn} * 0,92 \text{ andel personbilar} * 365 \text{ dygn/år} = 5\ 037\ 000$
personbilar/år

$5\ 037\ 000 \text{ personbilar/år} * 0,1 \text{ personbilskilometer/foron} = 503\ 700$
personbilskilometer/år

$503\ 700 \text{ personbilskilometer/år} * 0,15 \text{ bränder/10\ 000\ 000 personbilskilometer} =$
 $0,0076 \text{ personbilsbränder/år}$

$1/0,0076 \text{ personbilsbränder/år} = 132 \text{ år/ personbilsbrand}$

Tung trafik

$15\ 000 \text{ fordon/dygn} * 0,08 \text{ andel tung trafik} * 365 \text{ dygn/år} = 438\ 000 \text{ fordon tung}$
trafik/år

$438\ 000 \text{ fordon tung trafik /år} * 0,1 \text{ tung trafikkilometer/foron} = 43\ 800 \text{ tung}$
trafikkilometer/år

$43\ 800 \text{ tung trafikkilometer/år} * 0,8 \text{ bränder/10\ 000\ 000 tung trafikkilometer} =$
 $0,0035 \text{ tung trafik bränder/år}$

$1/0,0035 \text{ tung trafik bränder/år} = 285 \text{ år/ tung trafik brand}$

RAMP A

Personbilar

$220 \text{ fordon/maxtimma} * 10 \text{ (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken)} * 0,92 \text{ andel personbilar} * 365 \text{ dygn/år} = 738\,760 \text{ personbilar/år}$

$738\,760 \text{ personbilar/år} * 0,11 \text{ personbilskilometer/fordon} = 81\,264 \text{ personbilskilometer/år}$

$81\,264 \text{ personbilskilometer/år} * 0,15 \text{ bränder/10 000 000 personbilskilometer} = 0,0012 \text{ personbilsbränder/år}$

$1/0,0012 \text{ personbilsbränder/år} = 820 \text{ år/ personbilsbrand}$

Tung trafik

$220 \text{ fordon/maxtimma} * 10 \text{ (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken)} * 0,08 \text{ andel tung trafik} * 365 \text{ dygn/år} = 64\,240 \text{ fordon tung trafik/år}$

$64\,240 \text{ fordon tung trafik/år} * 0,11 \text{ tung trafik kilometer/fordon} = 7\,066 \text{ tung trafik kilometer/år}$

$7\,066 \text{ tung trafik kilometer/år} * 0,8 \text{ bränder/10 000 000 tung trafik kilometer} = 0,00057 \text{ tung trafik bränder/år}$

$1/0,00057 \text{ tung trafik bränder/år} = 1769 \text{ år/ tung trafik brand}$

RAMP B

Personbilar

440 fordon/maxtimma * 10 (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken) * 0,92 andel personbilar * 365 dygn/år = 1 477 520 personbilar/år

1 477 520 personbilar/år * 0,142 personbilskilometer/fordon = 209 808 personbilskilometer/år

209 808 personbilskilometer/år * 0,15 bränder/10 000 000 personbilskilometer = 0,0031 personbilsbränder/år

1/0,0031 personbilsbränder/år = 318 år/ personbilsbrand

Tung trafik

440 fordon/maxtimma * 10 (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken) * 0,08 andel tung trafik * 365 dygn/år = 128 480 fordon tung trafik/år

128 480 fordon tung trafik/år * 0,142 tung trafik kilometer/fordon = 18 244 tung trafik kilometer/år

18 244 tung trafik kilometer/år * 0,8 bränder/10 000 000 tung trafik kilometer = 0,0015 tung trafik bränder/år

1/0,0015 tung trafik bränder/år = 685 år/ tung trafik brand

RAMP C

Personbilar

1020 fordon/maxtimma * 10 (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken) * 0,92 andel personbilar * 365 dygn/år = 3 425 160 personbilar/år

3 425 160 personbilar/år * 0,127 personbilskilometer/fordon = 434 995 personbilskilometer/år

434 995 personbilskilometer/år * 0,15 bränder/10 000 000 personbilskilometer = 0,0065 personbilsbränder/år

1/0,0065 personbilsbränder/år = 153 år/ personbilsbrand

Tung trafik

1020 fordon/maxtimma * 10 (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken) * 0,08 andel tung trafik * 365 dygn/år = 297 840 fordon tung trafik/år

297 840 fordon tung trafik/år * 0,127 tung trafik kilometer/fordon = 37 826 tung trafik kilometer/år

37 826 tung trafik kilometer/år * 0,8 bränder/10 000 000 tung trafik kilometer = 0,0030 tung trafik bränder/år

1/0,0030 tung trafik bränder/år = 330 år/ tung trafik brand

RAMP D

Personbilar

1590 fordon/maxtimma * 10 (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken) * 0,92 andel personbilar * 365 dygn/år = 5 339 220 personbilar/år

5 339 220 personbilar/år * 0,12 personbilskilometer/for don = 640 706 personbilskilometer/år

640 706 personbilskilometer/år * 0,15 bränder/10 000 000 personbilskilometer = 0,0096 personbilsbränder/år

1/0,0096 personbilsbränder/år = 104 år/ personbilsbrand

Tung trafik

1590 fordon/maxtimma * 10 (omvandling från fordonsfrekvens i maxtimma till årsmedeldygnstrafiken) * 0,08 andel tung trafik * 365 dygn/år = 464 280 fordon tung trafik/år

464 280 fordon tung trafik/år * 0,12 tung trafik kilometer/for don = 55 714 tung trafik kilometer/år

55 714 tung trafik kilometer/år * 0,8 bränder/10 000 000 tung trafik kilometer = 0,0045 tung trafik bränder/år

1/0,0045 tung trafik bränder/år = 224 år/ tung trafik brand