

Bilaga A - Frekvensberäkningar

Uppdragsnamn Henriksdalsbacken, Ny bostadsplanering			
Uppdragsgivare Stockholms Kooperativa bostadsförening (SKB)	Uppdragsnummer 504969	Datum 2023-07-13	
Handläggare Felicia Klint	Egenkontroll FKT	Internkontroll RKL	2022-11-09

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för bebyggelse inom det studerade planförslaget.

I den inledande analysen framkom det att följande risker kan påverka området i sådan utsträckning att en fördjupad riskanalys är nödvändig:

- Brand och explosion vid transport av farligt gods.

Ovanstående kan inträffa vid transport av brandfarliga gaser (tankbil och gasolflaskor).

2. Henriksdalsbacken

2.1 Förutsättningar och indata

I den inledande och den fördjupande analysen studeras nytt område för bebyggelse i anslutning till Henriksdalsbacken. Vägen är inte en rekommenderad väg för transporter av farligt gods, men det förekommer enstaka transporter av gas till Henriksdals reningsverk, det kan även förekomma enstaka transporter till närliggande verkstad. Aktuellt område illustreras i figur A.1.

Vägen har ett körfält i respektive riktning.

Hastighetsbegränsningen på Henriksdalsbacken utmed planförslaget är 40 km/h.



Figur A.1 Aktuellt planförslag. Henriksdalsbacken är vägen som går mellan bostadshusen. (AIX Arkitekter)

2.1.1 Trafik

Henriksdalsbacken är inte en rekommenderad väg för farligt gods. Från den inledande analysen framkom det att det i huvudsak är följande verksamheter som kan tänkas generera transporter med farligt gods förbi det aktuella området:

- Scandinavian Biogas (gastransporter LNG och CBG)
- Henriksdals reningsverk (gastransporter klass 2.1)

Enligt Scandinavian Biogas /1/ sker transporter med flytande biogas (LNG) och komprimerad biogas (CBG). Det förekommer cirka 1-2 transporter i månaden med LNG, där varje transport transporterar cirka 22 ton. Utöver detta sker det dagliga transporter av CBG, där varje transport innehåller mellan 4000 - 5000 kubikmeter biogas. Transport sker med komprimerad gas på flak. Uppskattningsvis går det i snitt en transport om dagen antingen ut eller in till anläggningen.

¹ Carl Tullberg. Scandinavian Biogas. Telefonsamtal 2021-10-06.

Det kan även förekomma transporter till Henriksdals reningsverk via Henriksdalsbacken. Det är dock inga transporter som förekommer regelbundet.

På Henriksdalsbacken kan det förekomma enstaka stycketransporter till närliggande verkstad. Verkstaden är av mindre storlek och det förväntas inte förekomma några tankbilar och enbart enstaka mindre mängder så som dunkar eller fat.

2.1.2 Framtid

Inga nya verksamheter planeras i området vilket kan generera transporter av farligt gods på aktuella vägar.

2.1.3 Indata till frekvensberäkningarna

Den fördjupade riskanalysen baseras på trafik med farligt gods för nuläget samt en uppskattning av den totala trafiken. Det finns ingen statistik angående den totala transporten på vägar och trafikmängden har antagits utifrån liknande vägar. Huruvida siffrorna kan komma att förändras i framtiden är osäkert. De osäkerheter som kan uppkomma med eventuellt ytterligare transporter hanteras i känslighetsanalysen i Bilaga C.

Mängden transporterad farligt gods utgår från kartläggningen i den inledande analysen /**Fel! Bokmärket är inte definierat.**/ vilket beskrivs i avsnitt 2.1.1 ovan. I tabell A.1 redovisas fördelning samt antal transporter av respektive farlig godsklass utifrån trafiksiffrorna.

Tabell A.1 Uppskattad fördelning och antal transporter av farligt gods på respektive vägar

Klass	Henriksdalsbacken	
	Andel	Antal FaGo
1. Explosiva ämnen och föremål	0,0%	0
2. Gaser – Flaskor	94%	365
2.Gaser - LNG	6%	25
3. Brandfarliga vätskor	0,0%	0
4. Brandfarliga fasta ämnen	0,0%	0
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	0,0%	0
6. Giftiga ämnen	0,0%	0
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0
8. Frätande ämnen	0,0%	0
9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,0%	0
Totalt	100,0%	390

* Beräkningarna utgår från Hamnvägen.

2.2 Beräkningar Trafikolycka

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på Henriksdalsbacken. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /2/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt 2.1.1 avseende faktorerna:

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

2.2.1 Trafikolycka allmänt

Frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan beräknas utifrån en schablonolyckskvot enligt /2/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning. För den aktuella sträckan blir den genomsnittliga olyckskvoten 1,2 trafikolyckor per 10⁶ fordonskilometer.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

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

Frekvensen för trafikolycka beräknas utifrån maximala trafiksiffror på den aktuella vägsträckan. Frekvensen beräknas för total trafik på en **1 km vägsträcka** i anslutning till det aktuella planförslaget. För aktuell väg har det ingen statistik kring antal transporter. På Henriksdalsbacken gå enbart fordon till Scandinavian biogas, enstaka bilar till bilverkstad samt trafik till bostadsbebyggelse. Det bedöms inte förekomma transporter i någon högre grad på vägen. För att inte underskatta risken antas det att det förekommer cirka 1500 fordon om dagen vilket kan jämföras men mindre vägar.

$$\text{Henriksdalsbacken: } O = 1,2 \times (365 \times 1500 \times 1,0) \times 10^{-6} = 0,7 \text{ olyckor per år}$$

2.2.1.1 Fordonsbrand

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

/2/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /3/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /4/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personskador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

2.2.1.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation /2/:

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

där

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

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen.

Andelen singelolyckor ansätts utifrån uppgifter i /2/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning. För aktuella sträckor blir värdet på Y maximalt 15 %.

Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farlig godstransport är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas därmed vara densamma som andelen av respektive klass enligt tabell A.1.

I tabell A.2 redovisas den beräknade frekvensen för trafikolycka med farligt gods på Henriksdalsbacken

Tabell A.2 Beräknad olycksfrekvens per farlig godsklass på studerad vägsträcka.

Scenario	Frekvens [per år] Henriksdalsbacken	
	Andel	Frekvens
Klass 1	0,0%	0,0E+00
Klass 2 Gaser	94,0%	8,1E-04
Klass2 LNG	6,0 %	5,5E-5
klass 3	0,0%	0,0E+00
klass 4	0,0%	0,0E+00
Klass 5	0,0%	0,0E+00
Klass 6	0,0%	0,0E+00
Klass 7	0,0%	0,0E+00
klass 8	0,0%	0,0E+00
klass 9	0,0%	0,0E+00
Totalt		8,7E-04

/3/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/4/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

2.2.1.3 Klass 2.1 Brännbara gaser

På aktuell väg kan det förekomma transporter av flytande biogas (LNG) och komprimerad biogas (CBG) som tillhör ADR-klass 2.1 (brännbara gaser).

Enligt den inledande riskinventeringen förekommer det dagliga transporter av CBG på sträckan till Scandinavian biogas.

Sannolikheten för utsläpp av farligt gods till följd av en trafikolycka (Index för farligt godsolyckor) ansätts utifrån uppgifter i /2/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning. För aktuell sträcka blir sannolikheten för utsläpp 1 %.

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

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

Transporter med tankbil - LNG

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /2/. Sannolikheten för läckage av gas blir då 1 % · 1/30 = 0,033 %.

Givet utsläpp antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /2/:

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

För utsläpp vid trafikolycka med tankbil ansätts följande fördelning över sannolikhet för antändning beroende på utsläppsstorlek /5/:

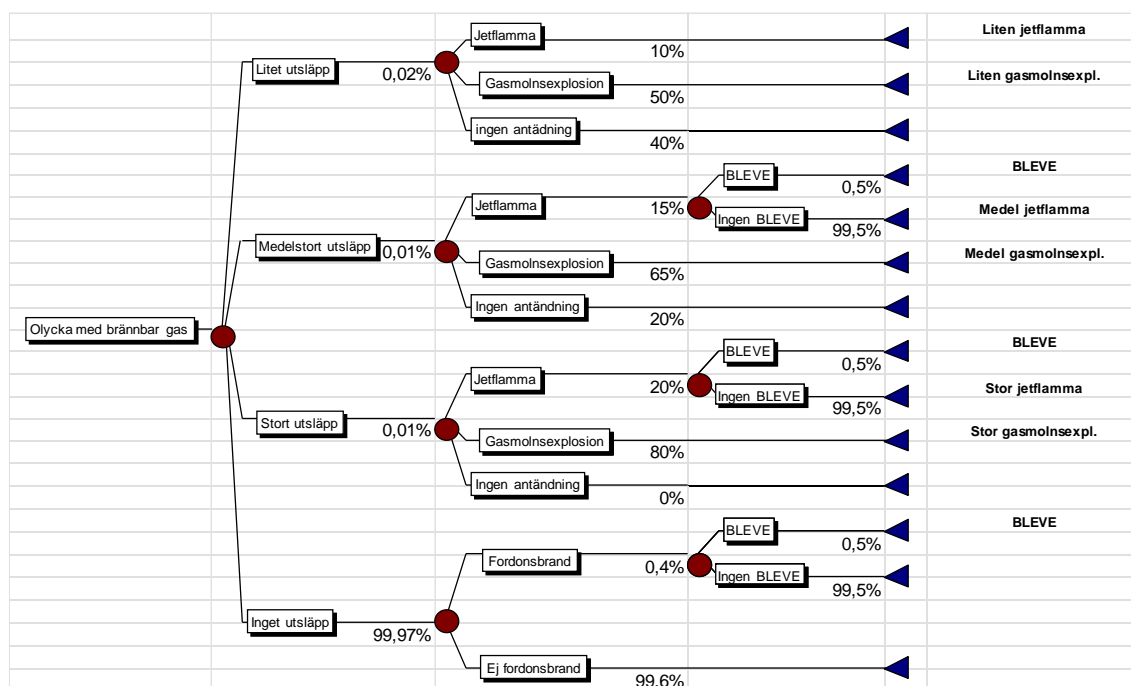
	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• Jetflamma (omedelbar antändning):	10 %	15 %	20 %
• Gasmolnexplosion (fördröjd antändning):	50 %	65 %	80 %

/5/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

- ingen antändning: 40 % 20 % 0 %

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolycka leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

Figur A.2 redovisar händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbar gas i flaskpaket. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.3.



Figur A.2 Händelsetråd över olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1) där gasen transporteras i tankbil.

Tabell A.3 Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbar gas i tankbilar på aktuell vägsträcka.

Scenario	Frekvens [per år] Henriksdalsbacken
Olycka med klass 2.1	5,5E-05
Liten jetflamma	1,2E-09
Liten gasmolnsexplosion	5,8E-09
Medelstor jetflamma	5,7E-10
Medelstor gasmolnsexplosion	2,5E-09
Stor jetflamma	6,1E-10
Stor gasmolnsexplosion	2,5E-09
BLEVE	
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	6,0E-12

- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	1,1E-09
--	---------

Transporter med flaskpaket i lastbil

För gastransporter med flaskpaket i lastbil antas det att sannolikheten för läckage motsvarar Index för farligt godsolyckor enligt ovan, dvs. 3 %. Någon reduktion görs inte på grund av eventuell högre tålighet. Vidare så antas sannolikheten för läckage vara oberoende av antalet flaskor per transport.

Den mest kritiska punkten på en gasflaska för utsläpp bedöms vara ventilen som vid en olycka kan slås av. Flaskornas egentyngd innebär att sannolikheten för att det ska gå håll på själva flaskan bedöms vara mycket låg. Utsläppsmängden beror därmed på antalet flaskor som skadas så allvarligt vid olyckan att dess respektive ventil slås av. Det antas att maximalt 5 flaskor skadas tillräckligt allvarligt, vilket utgör scenariot stort utsläpp.

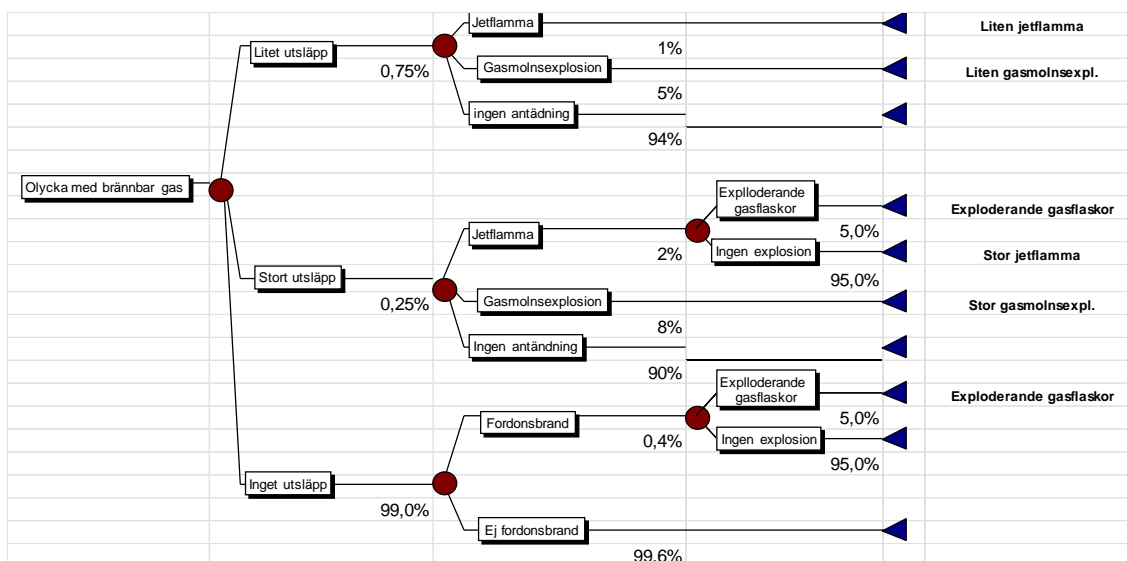
Sannolikhetsfördelningen för utsläpp från en flaska och 5 flaskor bedöms vara 75 % respektive 25 %.

För gasflaskor uppskattas sannolikheten för antändning baserat på fördelingsstatistiken för tankbil enligt ovan, men hänsyn tas till de begränsade utsläppsmängderna. Vid utsläpp från gasflaskor uppskattas sannolikheten för antändning mycket grovt vara 10 % av sannolikheten för utsläpp från tankbil:

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

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

Figur A.3 redovisar händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbar gas i flaskpaket. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.



Figur A.3 Händelsetråd över olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1) där gasen transporteras i gasflaskor.

Tabell A.4 Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbar gas i gasflaskor på aktuella vägsträckor.

Scenario	Frekvens [per år] Henriksdalsabcken
Olycka med klass 2.1	8,1E-04
Liten jetflamma	6,1E-08
Liten gasmolnsexplosion	3,0E-07
Stor jetflamma	3,8E-08
Stor gasmolnsexplosion	1,6E-07
Exploderande gasflaskor	
- P.g.a. jetflamma	2,0E-09
- P.g.a. fordonsbrand	1,6E-07