

Risikanalys avseende hantering och transport av farligt gods

**Underlag till förslag till detaljplan för
Hornsbergs bussdepå m.m.**

Kristineberg, Stockholm

BILAGA C

RISKBERÄKNINGAR

C.1 BERÄKNING AV INDIVIDRISK

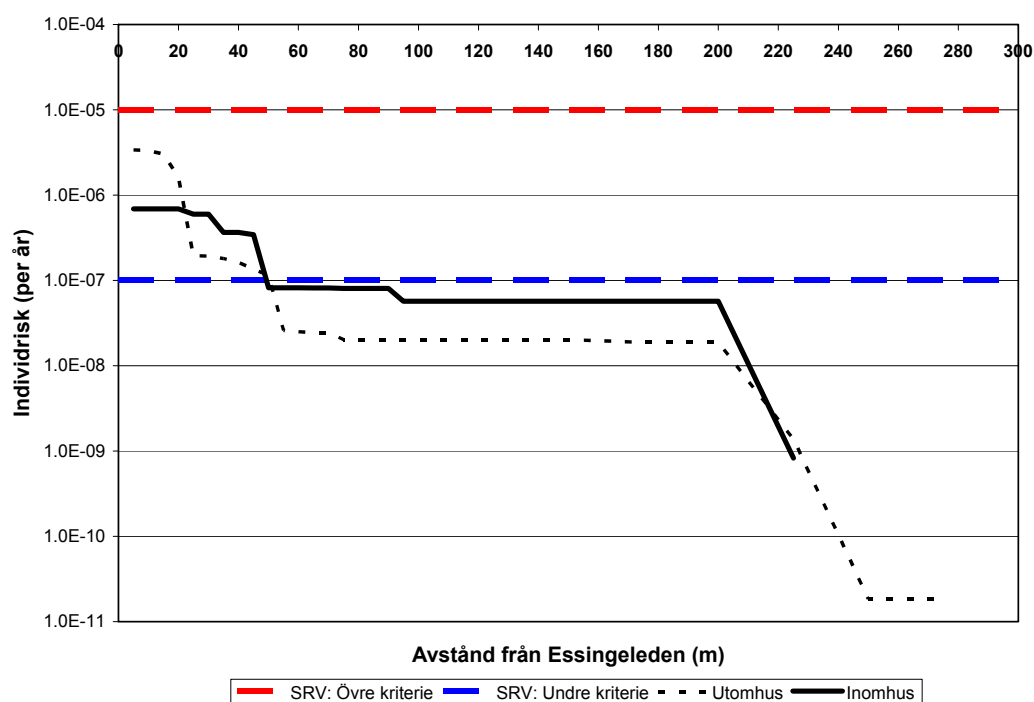
För ny bebyggelse inom planområdet del av Kristinebergs Slott redovisas risken genom att beräkna den platsspecifika individrisken. Detta görs i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

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

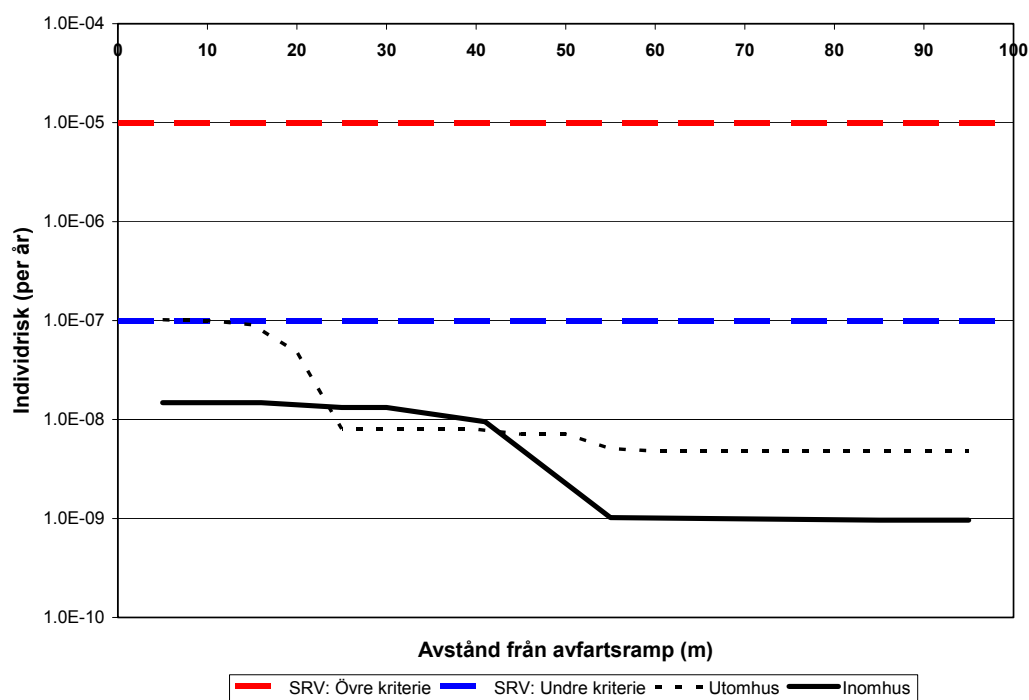
1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till de vägsträckor som studeras. Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan av respektive väg. För skadescenarier med stort skadeområde är fallet det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan. För att ta hänsyn till detta reduceras alternativt ökas frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Frekvensen har beräknats för en sträcka på 500 m för Essingeleden, 100 meter för avfartsrampen respektive 200 meter x 2 för Lindhagensgatan (d.v.s. mellan avfartsramp och bussdepåns infart samt väster om bussdepåns infart). Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir dessutom inte skadeområdet cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

I figur C.1-C.3 redovisas den avståndsberoende individrisken utomhus respektive inomhus för planområdet del av Kristinebergs slott i förhållande till Essingeleden, avfartsrampen mot Lindhagensgatan respektive Lindhagensgatan. Avståndet utgår från närmaste väggkant för respektive vägavsnitt.

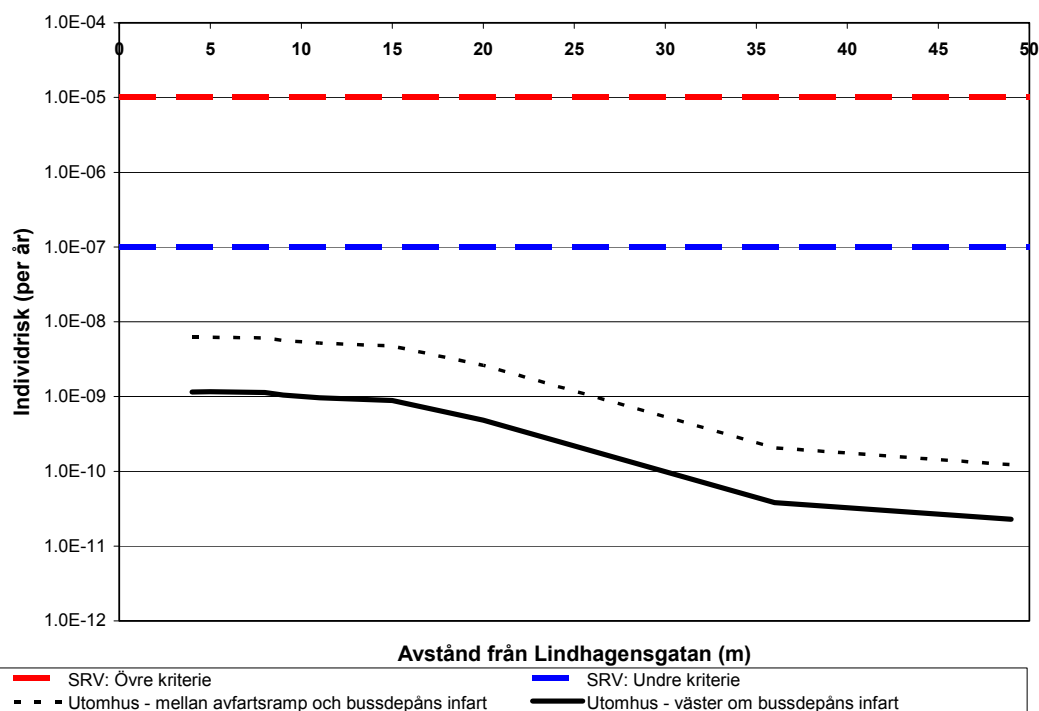
Underlaget som använts för beräkning av individriskprofilerna redovisas i tabell C.2-4 i avsnitt C.3. Den reducerade frekvensen som redovisas utgör frekvensen för respektive skadescenario enligt bilaga A multiplicerat med sannolikheten för ovanstående faktorer (d.v.s. sannolikheten att omkomma, andelen av sträckan respektive andelen av ett cirkulärt område). De redovisade skadeavstånden utgår från att planerad ny bebyggelse utförs, vilket innebär att det bl.a. för olycka med explosivämnen tas hänsyn till byggnadernas skadereducerande effekt.



Figur C.1. Individeriskprofiler för person utomhus respektive inomhus inom planområdet del av Kristinebergs Slott som funktion av avståndet till **Essingeleden**.



Figur C.2. Individeriskprofiler för person utomhus respektive inomhus inom planområdet del av Kristinebergs Slott som funktion av avståndet till **avfartsrampen från Essingeleden**.



Figur C.3. Individriskprofiler för person utomhus inom planområdet del av Kristinebergs Slott som funktion av avståndet till **Lindhagensgatan** på sträckan mellan avfartsramp och bussdepåns infart respektive väster om bussdepåns infart.

C.2 BEDÖMNING AV SAMHÄLLSRISK

Utifrån den motivering som redovisas i huvudrapportens avsnitt 1.4.3 har det inte utförts någon detaljerad beräkning av samhällsrisk för planområdet. Däremot har en bedömning gjorts av hur ny bebyggelse uppskattas påverka samhällsrisknivån. Detta görs genom att räkna baklänges utifrån hur stora konsekvenser (i antal omkomna) som krävs för att de tillsammans med de beräknade olycksfrekvenserna ska medföra en oacceptabel sammanvägd risk. Bedömningen utgår från angivna riskkriterier och redovisas i tabell C.1 nedan.

De angivna riskkriterierna gäller för en 1 000 meter lång sträcka av järnväg alternativt väg. Den studerade sträckan är 500 meter. Hänsyn till detta kan tas antingen genom att räkna om de beräknade frekvenserna alternativt omvandla kriterierna så att de gäller den aktuella sträckan. Valet av metod påverkar inte resultatet. I denna analys kommer kriterierna att omvandlas så att de motsvarar den aktuella sträckan som planområdet angränsar mot Essingeleden.

Även avseende samhällsrisk och grupprisk är det ett par faktorer som behöver beaktas, nämligen:

1. Den planerade bebyggelsen innebär att persontätheten i planområdet kommer att variera kraftigt under dygnet. De nya kontoren i anslutning till Essingeleden kommer huvudsakligen vara befolkade under dagtid. Med hänsyn till detta bedöms konsekvenser till följd av olycka med farligt gods främst kunna uppstå om olyckan inträffar dagtid. De beräknade frekvenserna kommer därför att reduceras till 50 %.

2. Enligt tidigare så blir skadeområdet för vissa av scenarierna förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) inte cirkulära. Utifrån den planerade bebyggelsens placering så reduceras frekvensen med avseende på inom hur stor sektor som utsläppet behöver riktas för att konsekvenserna ska uppnås. Planområdet omfattar enbart ny bebyggelse på en sida om Essingeleden och därför reduceras frekvensen för gasmoln till ca 25 % eftersom scenariot enbart leder till konsekvenser för ny bebyggelse om vinden är riktad mot planområdet.

I tabell C.1 redovisas bedömningen av risknivån i planområdet med hänsyn till bidraget till den kumulerade frekvensen (med hänsyn till ovanstående faktorer) från respektive skadescenario.

Tabell C.1. Sammanställning skadescenarier ordnade utifrån uppskattat största konsekvenser med kritiskt antal omkomna för respektive kumulerad frekvensnivå. Grov bedömning av risknivån i aktuellt projekt.

Scenario	Kumulerad frekvens	Kritiskt antal omkomna		Bedömning av risknivå
		Undre gräns	Övre gräns	
Explosion >5 ton	1.3E-07	4	400	Skadeområdet samt planerad ny bebyggelse innebär att risknivå bedöms kunna hamna inom ALARP. Dock bedöms en oacceptabel risknivå ej kunna uppstå.
BLEVE	1.4E-07	4	400	
Stor gasmolnsexplosion - tankbil	1.7E-07	3	300	
Stort läckage giftig gas	1.7E-07	3	300	
Explosion 1-5 ton	3.0E-07	1-2	180	
Explosion oxiderande ämnen	3.1E-07	1-2	180	
Stor gasmolnsexplosion - gasflaskor	3.2E-07	1-2	180	
Explosion 500-1 ton	5.9E-07	< 1	80	
Medelstor gasmolnsexplosion - tankbil	6.2E-07	< 1	80	
Liten gasmolnsexplosion - gasflaskor	6.3E-07	< 1	80	
Stor jetflamma - tankbil	6.3E-07	< 1	80	
Stor jetflamma - gasflaskor	6.4E-07	< 1	80	
Medelstort läckage giftig gas	6.4E-07	< 1	80	
Exploderande gasflaskor	6.4E-07	< 1	80	
Stor pölbrand	1.7E-05	< 1	3	Med hänsyn till skadeområdet för respektive scenario i förhållande till planerad bebyggelse bedöms de inte var troligt att risknivån hamnar inom ALARP.
Explosion <500 kg	1.9E-05	< 1	3	
Medelstor pölbrand	2.7E-05	< 1	2	
Fordonsbrand - tankbil	2.8E-05	< 1	2	
Litet läckage giftig gas	2.8E-05	< 1	2	
Liten pölbrand	3.6E-05	< 1	1-2	
Medelstor jetflamma - tankbil	3.6E-05	< 1	1-2	
Liten jetflamma - gasflaskor	3.6E-05	< 1	1-2	
Liten jetflamma - tankbil	3.6E-05	< 1	1-2	
Liten gasmolnsexplosion - tankbil	3.6E-05	< 1	1-2	

C.3 TABELLER

Tabell C.2. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet del av Kristinebergs Slott med avseende på **Essingeleden**.

Scenario	Skade-avstånd	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens
Utomhus					
Klass 1					
Explosion <500 kg	15	99%	6.0%	100.0%	2.5E-07
	17	50%	6.8%	100.0%	1.4E-07
	20	1%	8.0%	100.0%	3.4E-09
Explosion 500-1 ton	18	99%	7.2%	100.0%	3.8E-08
	20	50%	8.0%	100.0%	2.1E-08
	25	1%	10.0%	100.0%	5.3E-10
Explosion 1-5 ton	30	99%	12.0%	100.0%	3.1E-08
	35	50%	14.0%	100.0%	1.8E-08
	40	1%	16.0%	100.0%	4.2E-10
Explosion > 5 ton	45	99%	18.0%	100.0%	4.7E-08
	50	50%	20.0%	100.0%	2.6E-08
	60	1%	24.0%	100.0%	6.3E-10
Klass 2.1					
Liten jetflamma	5	50%	2.0%	19.1%	2.3E-10
Medelstor jetflamma	13	50%	5.2%	17.1%	2.6E-10
Stor jetflamma	55	50%	22.0%	14.5%	1.0E-09
Liten gasmolnsexplosion	5	50%	2.0%	1.6%	9.5E-11
Medelstor gasmolnsexplosion	70	50%	28.0%	11.4%	4.1E-09
Stor gasmolnsexplosion	185	50%	74.0%	18.5%	1.7E-08
BLEVE	143	50%	57.2%	100.0%	2.7E-09
	220	15%	88.0%	100.0%	1.2E-09
Klass 2.3					
Litet läckage giftig gas	5	100%	2.0%	12.7%	1.1E-08
	10	50%	4.0%	6.4%	5.4E-09
	20	5%	8.0%	8.0%	1.3E-09
Medelstort läckage giftig gas	35	100%	14.0%	9.1%	7.0E-11
	50	50%	20.0%	9.6%	5.3E-11
	70	5%	28.0%	11.4%	8.8E-12
Stort läckage giftig gas	160	100%	64.0%	5.0%	1.4E-10
	225	50%	90.0%	7.1%	1.4E-10
	275	5%	110.0%	7.5%	1.8E-11

Forts. Tabell C.2.

Scenario	Skade-avstånd	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens
Klass 3					
Liten pölbrand	5	100%	2.0%	100.0%	3.2E-07
	8	50%	3.2%	100.0%	2.6E-07
	20	1%	8.0%	100.0%	1.3E-08
Medelstor pölbrand	11	100%	4.4%	100.0%	7.0E-07
	15	50%	6.0%	100.0%	4.8E-07
	36	1%	14.4%	100.0%	2.3E-08
Stor pölbrand	15	100%	6.0%	100.0%	1.9E-06
	20	50%	8.0%	100.0%	1.3E-06
	49	1%	19.6%	100.0%	6.3E-08
Fordonsbrand - tankbil	4	100%	1.6%	100.0%	4.6E-08
	9	50%	3.6%	100.0%	5.1E-08
	36	1%	14.4%	100.0%	4.1E-09
Klass 5					
Explosion oxiderande ämnen	25	99%	10.0%	100.0%	6.6E-10
	30	50%	12.0%	100.0%	4.0E-10
	35	1%	14.0%	100.0%	9.3E-12
Inomhus					
Klass 1					
Explosion <500 kg	20	50%	8.0%	100.0%	1.7E-07
	30	25%	12.0%	100.0%	1.3E-07
Explosion 500-1 ton	20	50%	8.0%	100.0%	2.1E-08
	40	25%	16.0%	100.0%	2.1E-08
Explosion 1-5 ton	30	50%	12.0%	100.0%	1.6E-08
	90	25%	36.0%	100.0%	2.4E-08
Explosion > 5 ton	100	50%	40.0%	100.0%	5.3E-08
	200	25%	80.0%	100.0%	5.3E-08
Klass 2.1					
Liten jetflamma	5	10%	2.0%	19.1%	4.6E-11
Medelstor jetflamma	13	10%	5.2%	17.1%	5.3E-11
Stor jetflamma	55	10%	22.0%	14.5%	2.0E-10
Liten gasmolnsexplosion	5	10%	2.0%	1.6%	1.9E-11
Medelstor gasmolnsexplosion	70	10%	28.0%	11.4%	8.2E-10
Stor gasmolnsexplosion	185	10%	74.0%	18.5%	3.5E-09
BLEVE	220	10%	88.0%	100.0%	8.3E-10
Klass 2.3					
Medelstort läckage giftig gas	15	50%	6.0%	10.6%	1.8E-11
	25	5%	10.0%	12.7%	3.5E-12
Stort läckage giftig gas	10	100%	4.0%	31.8%	5.6E-11
	55	50%	22.0%	14.5%	7.0E-11
	100	5%	40.0%	12.7%	1.1E-11

Forts. Tabell C.2.

Scenario	Skade-avstånd	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens
Klass 3					
Liten pölbrand	16	10%	3.2%	100.0%	5.1E-08
Medelstor pölbrand	30	10%	6.0%	100.0%	9.6E-08
Stor pölbrand	41	10%	8.2%	100.0%	2.6E-07
Fordonsbrand - tankbil	30	10%	6.0%	100.0%	1.7E-08
Klass 5					
Explosion oxiderande ämnen	20	50%	8.0%	100.0%	2.7E-10
	60	25%	24.0%	100.0%	4.0E-10

Tabell C.3. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet del av Kristinebergs Slott med avseende på **avfartsrampen från Essingeleden**.

Scenario	Skade-avstånd	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens
Utomhus					
Klass 2.1					
Liten jetflamma	25	50%	10.0%	3.8%	1.7E-11
Stor jetflamma	55	50%	22.0%	14.5%	2.8E-10
Liten gasmolnexplosion	85	50%	34.0%	0.1%	7.0E-12
Stor gasmolnexplosion	95	50%	38.0%	36.0%	4.8E-09
Exploderande gasflaskor	20	50%	8.0%	100.0%	9.4E-11
	30	15%	12.0%	100.0%	4.2E-11
Klass 3					
Liten pölbrand	5	100%	10.0%	100.0%	1.0E-08
	8	50%	16.0%	100.0%	8.3E-09
	20	1%	40.0%	100.0%	4.1E-10
Medelstor pölbrand	11	100%	22.0%	100.0%	2.3E-08
	15	50%	30.0%	100.0%	1.6E-08
	36	1%	72.0%	100.0%	7.5E-10
Stor pölbrand	15	100%	30.0%	100.0%	6.2E-08
	20	50%	40.0%	100.0%	4.1E-08
	49	1%	98.0%	100.0%	2.0E-09
Fordonsbrand - tankbil	4	100%	8.0%	100.0%	1.5E-09
	9	50%	18.0%	100.0%	1.7E-09
	36	1%	72.0%	100.0%	1.3E-10

Forts. Tabell C.3.

Scenario	Skade-avstånd	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens
Inomhus					
Klass 2.1					
Liten jetflamma	25	10%	10.0%	3.8%	3.3E-12
Stor jetflamma	55	10%	22.0%	14.5%	5.6E-11
Liten gasmolnsexplosion	85	10%	34.0%	0.1%	1.4E-12
Stor gasmolnsexplosion	95	10%	38.0%	36.0%	9.6E-10
Exploderande gasflaskor	30	10%	12.0%	100.0%	2.8E-11
Klass 3					
Liten pölbrand	16	10%	16.0%	100.0%	1.7E-09
Medelstor pölbrand	30	10%	30.0%	100.0%	3.1E-09
Stor pölbrand	41	10%	41.0%	100.0%	8.5E-09
Fordonsbrand - tankbil	30	10%	30.0%	100.0%	5.5E-10

Tabell C.4. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet del av Kristinebergs Slott med avseende på **Lindhagensgatan – sträckan mellan avfartsramp och bussdepåns infart.**

Scenario	Skade-avstånd	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens
Utomhus					
Klass 3					
Liten pölbrand	5	100%	5.0%	100.0%	6.2E-10
	8	50%	8.0%	100.0%	5.0E-10
	20	1%	20.0%	100.0%	2.5E-11
Medelstor pölbrand	11	100%	11.0%	100.0%	1.4E-09
	15	50%	15.0%	100.0%	9.4E-10
	36	1%	36.0%	100.0%	4.5E-11
Stor pölbrand	15	100%	15.0%	100.0%	3.7E-09
	20	50%	20.0%	100.0%	2.5E-09
	49	1%	49.0%	100.0%	1.2E-10
Fordonsbrand - tankbil	4	100%	4.0%	100.0%	4.3E-10
	9	50%	9.0%	100.0%	4.8E-10
	36	1%	36.0%	100.0%	3.9E-11
Inomhus					
Klass 3					
Liten pölbrand	16	10%	8.0%	100.0%	1.0E-10
Medelstor pölbrand	30	10%	15.0%	100.0%	1.9E-10
Stor pölbrand	41	10%	20.5%	100.0%	5.1E-10
Fordonsbrand - tankbil	30	10%	15.0%	100.0%	1.6E-10

Tabell C.5. Underlag för beräkning av individrisk för person inom planområdet del av Kristinebergs Slott med avseende på **Lindhagensgatan – sträckan väster om bussdepåns infart.**

Scenario	Skade-avstånd	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens
Utomhus					
Klass 3					
Liten pölbrand	5	100%	5.0%	100.0%	1.2E-10
	8	50%	8.0%	100.0%	9.3E-11
	20	1%	20.0%	100.0%	4.6E-12
Medelstor pölbrand	11	100%	11.0%	100.0%	2.6E-10
	15	50%	15.0%	100.0%	1.7E-10
	36	1%	36.0%	100.0%	8.4E-12
Stor pölbrand	15	100%	15.0%	100.0%	7.0E-10
	20	50%	20.0%	100.0%	4.6E-10
	49	1%	49.0%	100.0%	2.3E-11
Fordonsbrand - tankbil	4	100%	4.0%	100.0%	8.0E-11
	9	50%	9.0%	100.0%	9.0E-11
	36	1%	36.0%	100.0%	7.2E-12
Inomhus					
Klass 3					
Liten pölbrand	16	10%	8.0%	100.0%	1.9E-11
Medelstor pölbrand	30	10%	15.0%	100.0%	3.5E-11
Stor pölbrand	41	10%	20.5%	100.0%	9.5E-11
Fordonsbrand - tankbil	30	10%	15.0%	100.0%	3.0E-11