

STRÅLNINGSBERÄKNING

Riskreducering med skyddsmur, Kungsängen 35:4

Denna PM är upprättad på uppdrag av *SH bygg, sten och anläggning AB* och ämnar utreda möjligheten att reducera infallande strålning mot planerad kontorsbyggnad vid pölbrand i anslutning till lossningsplats för drivmedel.

Berörda fastigheter är Kungsängen 35:4 (planerad bebyggelse) och 35:7 (drivmedelsstation) i Uppsala.

Uppförande av en mur eller skärm för att minska den infallande strålningen har föreslagits som riskreducerande åtgärd i en övergripande riskanalys [1] kring lämplighet i att förlägga verksamhet i nära anslutning till drivmedelsstation.

Internkontroll

I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Fredrik Larsson (Brandingenjör/Civilingenjör riskhantering)

Förutsättningar

Enligt föreslagen utformning placeras fasad på den planerade byggnaden fem meter från lossningsplatsen för drivmedelsstationen. Dimensionerande läckage och frekvenser hämtas från utförd riskanalys och framgår i tabell 1.

Tabell 1. Frekvens för dimensionerande läckage. Läckage leder till antändning i 3,3 % av fallen [2].

Typ av läckage	Pölarea	Frekvens/år
Stort utsläpp - G2	200	$5 \cdot 10^{-7}$
Mellan utsläpp - L1 (slang går av)	100	$4 \cdot 10^{-6} \cdot (98 \cdot 0,5) = 1,96 \cdot 10^{-4}$
Litet utsläpp - L2 (slang läcker)	50	$4 \cdot 10^{-5} \cdot (98 \cdot 0,5) = 1,96 \cdot 10^{-3}$

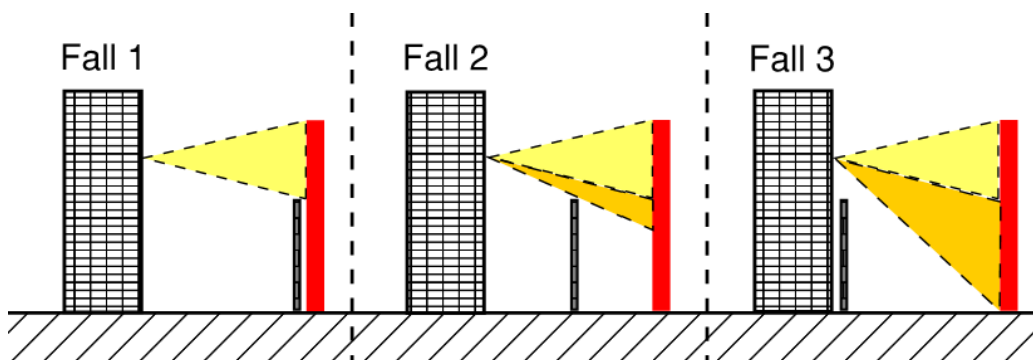
Murens placering

Murens inverkan i strålningsreduktion mot byggnaden beror av dess placering relativt flammans. Vilken position som är mest gynnsam beror av relationen mellan byggnads- och flamhöjd.

För aktuellt fall erhålls störst strålningsreduktion genom att placera muren så nära riskkällan som möjligt. Detta bidrar även till att förhindra en pölutbredning mot byggnaden. Figur 1 åskådliggör hur placeringen påverkar den infallande strålningen.

I figuren visas hur strålningsmaximum i en specifik punkt ökar till följd av att en större del av flammans ligger i siktlinjen. För fall tre kan det argumenteras att den nedre delen av byggnaden inte påverkas alls vid brand. Det bedöms dock inte rimligt att en ökad spridning i infallande strålning mot olika delar av huskroppen kan anses ge ett lägre riskmått än ett förhållningssätt som baseras på min-max mot någon del av byggnaden. En placering i direkt anslutning till byggnaden är dessutom direkt opraktisk då muren i

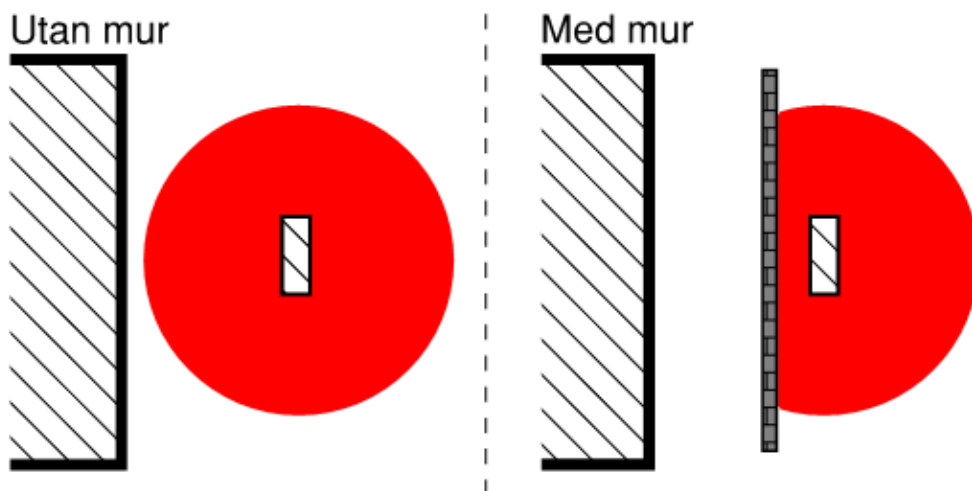
så fall lika gärna kan vara del i fasad. En vinning i en skärm placerad mycket nära byggnaden är att den redan vid låga höjder kan skydda personer som vistas utomhus i nära anslutning till fasaden. Detta bedöms dock inte uppväga för övriga fördelar i en skärm placerad enligt *Fall 1*.



Figur 1. Schematisk åskådning i hur murens placering kan påverka infallande strålning mot en specifik punkt i fasaden. Orangermarkerade fält visar på ökande strålning.

Flammans utformning

På ett helt jämnt underlag kommer en pöl teoretiskt att ha en homogent radiell utbredning vilket resulterar i en cirkulär pöl, vilket ger en cirkulär flamma approximerad till en jämn cylinder. Då muren placeras i direkt anslutning till riskkällan bedöms det dock rimligt att ett läckage landar mot muren vilket resulterar i en flamfront parallell med byggnaden. Strålningen beräknas därför för ett fall med en rektangulär flamma, även den parallell med byggnaden.

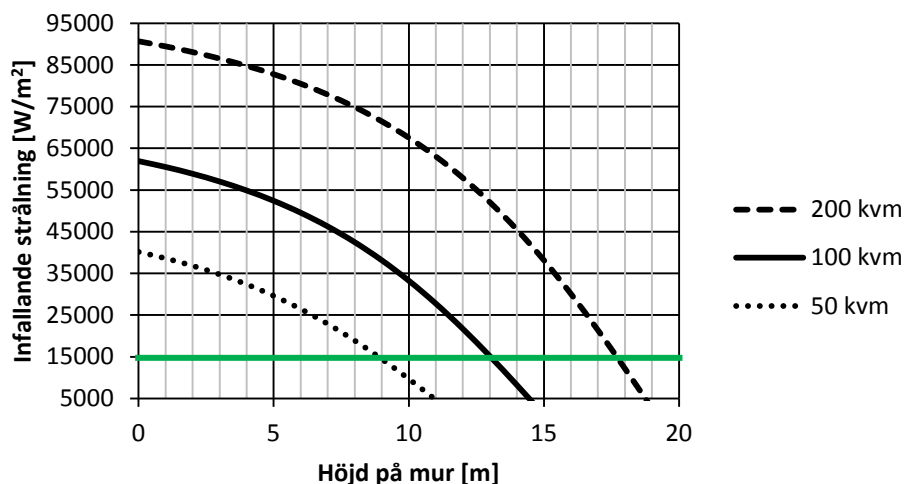


Figur 2. Murens effekt på flamfrontens position och form.

Beräkningar

Syftet med beräkningarna är att visa på vid vilken höjd muren resulterar i en infallande strålningsnivå mot byggnaden understigande 15 kW/m^2 . Beräkningar har utförts för de tre dimensionerande pölareorna. Beräkningar är utförda enligt beräkningsgång i FOA [3] för strålning från rektangulär flamma mot punkt. Beräkningar utförs även för att redogöra för murens bredd.

Resultatet av beräkningarna redovisas i figur 3 där infallande strålning presenteras som en funktion av murens höjd. Avståndet mellan flamfront och byggnad är fem meter.



Figur 3. Utdata från beräkningar vilken beskriver infallande strålning mot huskroppen som funktion av murens höjd för de tre dimensionerande pölutbredningarna.

Vid avläsning i grafen inses att en strålningsmur måste byggas till en betydande höjd för att ge önskvärd effekt. Fordrad höjd på mur relativt flamhöjd visas i tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning över fordrad höjd på mur relativt flamhöjd för respektive scenario. Behovet av skyddsbarriär utgår vid en maximal pölarea understigande 14 m^2 .

Scenario	Flamhöjd	Höjd mur	% av flamhöjd
200 m^2	20 meter	18 meter	90 %
100 m^2	15 meter	13 meter	86 %
50 m^2	12 meter	9 meter	75 %
14 m^2	8 meter	-	-

Murens bredd i horisontalled bör uppgå till motsvarande pöldiameter för respektive scenario vilket ger en bredd om 16,11 respektive 8 meter. Murens centrum punkt placeras i positionen för lossningsplatsen.

Riskenivå

Riskenivån bestäms utifrån en sammanvägning av de olika scenariernas konsekvens och sannolikhet. Det bedöms att en strålning överstigande 15 kW/m^2 kommer leda till dödsfall för personer som befinner sig utomhus och inomhus i direkt anslutning till den fasad som vetter mot lossningsplatsen. Individrisken beräknas baserat på att de scenarier, vilka inte åtgärdas mer mur enligt tabell 2 kommer leda till dödsfall med frekvens enligt tabell 1. En mur om nio meter kommer alltså förhindra dödsfall till följd av pölbrand för alla pölstorlekar understigande 50 m^2 .

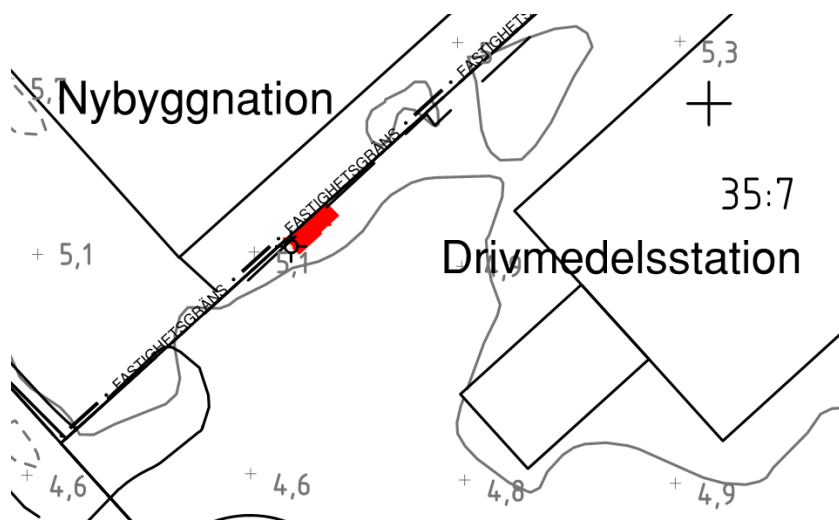
Resultatet av beräkningarna i relation till DNV:s kriterier [4] för individriskenivå presenteras i tabell 3.

Tabell 3. Individriskenivå för att omkomma per år beroende av murhöjd i relation till DNV:s kriterier för bedömning av individriskenivå.

Ingen mur	Oacceptabel risk	Mur 9 meter	Acceptabel risk	Mur 13 meter
$7,12 \cdot 10^{-5}$	$> 10^{-5}$	$6,49 \cdot 10^{-6}$	$< 10^{-7}$	$1,65 \cdot 10^{-8}$

Topografi

Marklutning påverkar pölutbredningen i händelse av ett läckage. Karta över nivåskillnader kring lossningsplatsen i figur 4 visar att ett utsläpp troligtvis rör sig bort från planerad nybyggnation.

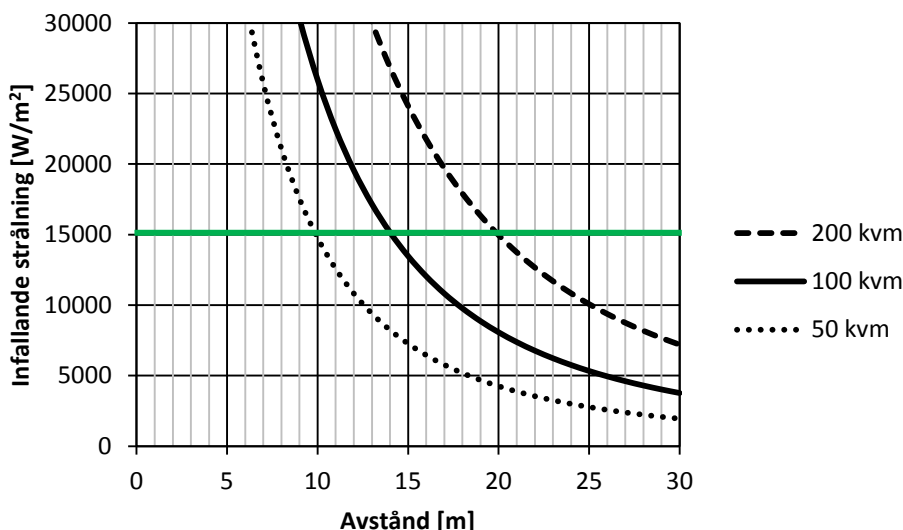


Figur 4. Nivåskillnader i anslutning till lossningsplatser. Slutning i sydlig riktning bort från nybyggnation. Lossningsplats markerad med rött.

Marklutningen bedöms vara till fördel och i kombination med den begränsade utbredningen mot nybyggnad till följd av fysisk barriär i form av strålningsmur bedöms att en pölutbredning i huvudsak kommer ske bort från utrett objekt. Vid ett större läckage bedöms dock troligt att läckagets storlek ger upphov till en pölbildning där pölen trots marklutning kommer finnas även i direkt anslutning till strålningsmuren.

Skyddsavstånd

Strålningsnivåer för olika avstånd (figur 5) för respektive dimensionerande pölbrand presenteras för att ge en uppfattning i vad riskreducing endast med skyddsavstånd ger för förutsättningar.



Figur 5. Infallande strålningsnivå som funktion av avstånd mellan riskkälla och skyddsvärt objekt. Kurvorna representerar de tre dimensionerande pölbränderna.

Slutsats

WSP bedömer att upprättande av en mur, vilken syftar till att reducera infallande strålning mot planerad kontorsbyggnad, är en teoretiskt möjlig åtgärd i strävan att uppnå en acceptabel risknivå. Muren bör vara minst 13 meter hög och 11 meter bred. Med avseende på kostnad-nytta samt lösningens praktiska genomförbarhet bedöms dock att alternativa lösningar bör övervägas.

Alternativa åtgärder till skyddsmur för riskreducering kan innebära att:

- brandskyddet placeras i fasaden, vilket ställer ökade krav på fasadbeklädnader, brandmotstånd, konstruktion och glasytor,
- pölbredningen vid läckage begränsas genom dränering och/eller invallning,
- skyddsavstånd mellan riskkälla och skyddsvärde anpassas efter beräknade strålningsnivåer

Åtgärder kan implementeras ensamma eller i kombination med varandra.

Stockholm 2014-12-15

WSP Sverige AB

Joakim Almén
Uppdragsansvarig

Gustav Nilsson
Handläggare

Litteraturförteckning

- [1] J. Fälth, "Detaljerad riskbedömning för detaljplan - Transport av farligt gods på järnväg samt närhet till bensinstation, Kungsängen 35:4, Uppsala," WSP Sverige AB (ref: 10194801), Stockholm, 2014.
- [2] Ministerie van VROM, Guideline for quantitative risk assessment "Purple book" CPR 18E Part one: establishments, 2005.
- [3] S. Fischer, R. Forsén, O. Hertzberg, A. Jacobsson, B. Koch, P. Runn, L. Thaning och S. Winter, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor," Försvarets forskningsanstalt, 1998.
- [4] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, "Värdering av risk," Statens räddningsverk, Karlstad, 1997.