



2019-10-18
~~2018-01-03~~
~~2017-11-24~~
2017-11-14

protek projektstyrning

Utformning av säkerhetsåtgärder (rev. 3)

Underlag till detaljplanen för Glesvingen 12 & 17 i Borås

Inledning

Ett planarbete har initierats för Glesvingen 17 & 12 i Borås i syfte att möjliggöra bostäder på fastigheterna. Fastigheterna ligger i direkt anslutning till Älvsborgsbanan som trafikeras av resandetåg. Godstågstrafiken är för närvarande begränsad och banan trafikeras endast av godståg vid trafikomledningar i samband med olika störningar eller banarbeten. Godstågstrafiken kan dock komma att öka i framtiden och Borås kommun har valt att hänsyn ska tas till detta vid planering längs med järnvägen. Rev 3. av detta PM hanterar synpunkter som inkommit under samrådstitiden.

Riskenivån längs med järnvägen består av dels mekanisk skada vid urspårning och dels skador vid olyckor med farligt gods. Borås stad har under 2016 gjort en övergripande riskanalys¹ av transport av farligt gods på väg och järnväg genom staden och i Tabell 1 redovisas de frågor som ska besvaras för att avgöra om och hur riskenivån kan bli tillfredsställande låg.

Tabell 1 Frågor att besvara för att kunna bedöma om riskenivå är tillfredsställande låg.

Fråga	Kommentar
Är avståndet till järnvägen längre än 150 m?	Länsstyrelsen i Västra Götalands län har fastställt ett riskhanteringsavstånd på 150 m från transportled för farligt gods. Om aktuellt avstånd är längre än så bedöms riskenivån som låg.
Är riktlinjerna tillämpbara?	Vid kortare avstånd än 150 m görs först en bedömning om riktlinjerna är tillämpbara. Riktlinjerna är inte tillämpbara om avståndet till fler än en transportled för farligt gods är kortare än 80 m, eller om markanvändningen avser byggnader med mycket stort skyddsbehov (BrO enligt BBR avsnitt 5:22).
Är avståndet längre än 80 m?	Om riktlinjerna är tillämpbara och avståndet är längre än 80 m kommer bli riskenivån låg om vissa skadebegränsande åtgärder vidtas. Det kan handla om ventilationsåtgärder, utrymningsmöjligheter, etc.

¹ Borås stad, *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods – Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås Stad*, slutrapport, daterad 2016-12-19.



Fråga	Kommentar
Vilket skyddsavstånd krävs med utgångspunkt i planerad markanvändning och aktuell transportled?	Om avståndet är kortare än 80 m går det att nyansera skyddsbehovet ytterligare genom att hämta ett specifikt skyddsavstånd för den aktuella markanvändningen och transportleden i tabeller.
Är avståndet längre än aktuellt skyddsavstånd?	Är avståndet längre än det specifika skyddsavståndet beaktas risknivån som låg givet vissa skadebegränsande åtgärder.
Vilket skyddsavstånd krävs om säkerhetshöjande åtgärder införs?	Om aktuellt avstånd är kortare än det specifika skyddsavståndet går det att i tabeller finna hur avståndet kan minskas om åtgärder som brandskyddad fasad eller invallning införs.
Är avståndet längre än aktuellt skyddsavstånd givet säkerhetsåtgärder?	Är avståndet längre än det specifika skyddsavståndet inkl. säkerhetshöjande åtgärder beaktas risknivån som låg givet vissa skadebegränsande åtgärder. Är avståndet kortare krävs en särskild riskutredning för att bedöma om det går att utforma område och byggnader så att markanvändningen blir lämplig.

För Glesvingen 17 & 12 är aktuellt avstånd till järnvägen är som kortast c:a 25 m, se Figur 1. Järnvägen går på en banvall belägen på 1,3 till 2,0 höjd ovan den intilliggande Herrljungagatan. Föreslagen markanvändning är bostäder och det finns inga andra transportleder för farligt gods i närheten.

Med utgångspunkt i Tabell 1 kan det konstateras att riktlinjerna är tillämpbara och att det behövs en bedömning av specifikt skyddsavstånd med hänsyn till markanvändning och transportled. Borås stad anger ett skyddsavstånd från Älvsborgsbanan till flerbostadshus på 40 m. Aktuellt avstånd är kortare än så och då anger Borås stad att en vall (urspårningsskydd) i kombination med ett skyddsavstånd på 20 m ger en tillfredsställande låg risknivå. Med brandskyddad fasad kan avståndet kortas till 10 m från urspårningsskyddet.



Figur 1 Flygfoto och grundkarta över Glesvingen 17 & 12 i Borås.

För Glesvingen 17 & 12 kan såldes bostäder tillåtas givet att ett urspårningsskydd ordnas mot järnvägen. Urspårningsskyddet bör utformas så att utsläpp av vätskor kvarstannar i anslutning till spårområdet. Om så sker kommer det inte ställas krav på att fönster i fasad utförs i brandteknisk klass.

Detta PM beskriver de säkerhetsåtgärder som krävs om markanvändningen för Glesvingen 17 & 12 ska ändras till känslig verksamhet (t.ex. bostäder) med fokus på utformning av urspårningsskydd (skyddsvall) och de utformningsåtgärder som krävs i byggnader placerade inom Länsstyrelsen i Västra Götalands riskhanteringsområde på 150 m.

Utformning av skyddsvall

För att kunna dimensionera skyddsvallen används en beräkningsmetodik framtagen i samband dubbelspårutbyggnaden av Väst kustbanan mellan Kävlinge där Lunds tekniska högskola fick i uppdrag att utreda av konsekvenser och skyddsåtgärder vid urspårning och kollision². I rapporten redovisas en beräkningsgång och exempel på dimensionering av en skyddsvall. Skyddsvallens dimension avgörs dels av det urspårande tågets hastighet och dels vilken skyddsnivå som ska uppnås.

² Östlund, L., Svensson, S., Thelandersson, S., *Dubbelspårutbyggnad Kävlinge-Lund – Konsekvenser och skyddsåtgärder vid urspårning eller kollision*, rapport TVBK-7048, Avdelningen för Bärande Konstruktioner, Tekniska Högskolan i Lund, 1995.



Dimensionerande förutsättningar

Hastighet

Aktuell banstandrad anger en hastighetsbegränsning på 100 km/h förbi planområdet. Drygt 2 km norr om planområdet är hastigheten begränsad till 80 km/h och knappt 1,5 km söder om planområdet är den begränsad till 40 km/h. Pga. långsam acceleration och långa bromssträckor är det mer troligt att godståg passerar planområdet med en högsta hastighet på 70 till 80 km/h. Det går dock inte att utesluta att de passerar med en hastighet på 100 km/h och gör en kraftigare inbromsning innan tågen når i höjd med Simonsland.

Resandetåg har betydligt snabbare acceleration och kortare bromssträcka. Tåg som har stopp vid Knallelands station passerar planområdet med en hastighet på c:a 40 km/h, medan tåg som har stopp vid Borås C kör förbi i största tillåtna hastighet (100 km/h).

Säkerhetsnivå

Vallens ska dimensioneras så att risken att ett urspårande tåg når byggnaden underskrider 10^{-7} per år, vilket i sammanhanget skulle resultera i en tillfredsställande låg risknivå. I Borås stads övergripande riskanalys framgår att sannolikheten för en urspårning $4,3 \cdot 10^{-3}$ per år. I riskanalysen framgår även att sannolikheten att ett urspårande tåg når 25 m eller längre är 0,9 %. Det innebär att skyddsvallen måste utformas för att kunna fånga upp ett urspårande tåg med en sannolikhet på minst 98 % för att risken för påkörning vid urspårning ska understiga 10^{-7} per år.

Beräkningsmetodik

Ett ensamt lok anses representera ett värsta fall då en urspårning med fler vagnar skulle ge en inbromsande effekt och lägre kollisionshastighet Enligt Östlunds m.fl. rapport³ bestäms skyddsvallens storlek av i första hand den kraft som uppkommer vid direkt kollision mellan ett lok och vallen. Denna kraft beror av kollisionsvinkeln, kollisionshastigheten och lokets vikt.

I beräkningarna finns flera osäkerheter, vilka hanteras enligt gängse praxis för dimensionering av bärande konstruktioner genom att ange medelvärden och standardavvikelser för ingående variabler. Författarna har även valt att ta hänsyn till att urspårning kan ske vid olika typer av markbeläggning (åker, gata, snö, osv.) och tillämpat en säkerhetsnivå på 0,95, vilket innebär att endast i 5 % av fallen blir kraften större än den man räknar med. Resultatet som redovisas i rapporten är att det krävs en jordvall med ett tvärsnitt på $8,4 \text{ m}^2$ för att ta upp den dimensionerande kraften vid urspårning i 200 km/h, givet att vallen placeras 15 m från spåret och önskad säkerhetsnivå är 95 %.

³ Östlund, L., Svensson, S., Thelandersson, S., *Dubbelspårutbyggnad Kävlinge-Lund – Konsekvenser och skyddsåtgärder vid urspårning eller kollision*, rapport TVBK-7048, Avdelningen för Bärande Konstruktioner, Tekniska Högskolan i Lund, 1995.



Det finns en direkt proportionalitet mellan den kraft som vallen kan ta upp och vallens tvärsnittsarea. Därmed blir det möjligt att använda beräkningsresultatet för att hitta det tvärsnitt som krävs för att hantera en urspårning givet en annan hastighet och annan säkerhetsnivå.

För Glesvingen 17 & 12 är det av intresse att undersöka hur stor vall som krävs för att kunna ta upp den kraft som blir resultatet av en urspårning i 100 km/h samt hur vallens mått påverkas av olika avstånd till närmsta spår.

Beräkningarna i Östlunds m.fl. rapport⁴ är generella med generösa antaganden avseende de statistiska spridningsmått i syfte att kunna täcka in många olika scenarier. För planområdet är förutsättningarna i många fall välkända, vilket minskar spridningsmått. Variationskoefficienten för kraften Q bestäms ur nedanstående uttryck:

$$V_Q^2 = V_\alpha^2 + V_\theta^2 + \frac{1}{\left(\frac{y_r}{y} - 1\right)^2} V_\rho^2$$

V_α , V_ρ , V_θ och V_ρ är variationskoefficienterna för kraften, modellosäkerheten, urspårningsvinkel och friktionskoefficienten. y är avståndet mellan spårmittpunkt och vallen och y_r är det maximala avståndet som ett lok kan nå från spårmittpunkt vid en urspårning. Det är endast V_ρ som ändras då markens beskaffenhet är känd. En rimlig bedömning är en halvering av osäkerheten, från 0,5 till 0,25. V_α och V_θ blir oförändrade på 0,2 resp. 0,5.

När det gäller maximalt urspårningsavstånd y_r beror det på hastigheten v_0 och urspårningsvinkeln θ . Eftersom banvallen ligger högre än intilliggande mark kommer loket färdas en viss sträcka y_0 i luften innan dess att friktionen mot marken börjar verka. Denna sträcka kan beräknas med kännedom om initial hastighet, urspårningsvinkel och höjdskillnad h enligt:

$$y_0 = v_0 \sin \theta \cdot \sqrt{2h/g}$$

$$y_r = \frac{v_0^2 \sin \theta}{2\rho g} + y_0$$

Enligt Östlund m.fl. kan den dimensionerande kraften beräknas med följande uttryck.

$$Q = \frac{\mu_Q}{\sqrt{1 + V_Q^2}} \exp\left(k \sqrt{\ln(1 + V_Q^2)}\right)$$

Q är den dimensionerande kraften, μ_Q är kollisionskraftens medelvärde och k är valt säkerhetsindex.

⁴ Östlund, L., Svensson, S., Thelandersson, S., *Dubbelspårutbyggnad Kävlinge-Lund – Konsekvenser och skyddsåtgärder vid urspårning eller kollision*, rapport TVBK-7048, Avdelningen för Bärande Konstruktioner, Tekniska Högskolan i Lund, 1995.



Resultat

I Tabell 2 redovisas dimensionerande kraft och erforderligt tvärsnitt som krävs för att vallen ska kunna stoppa ett urspårande tåg med en tillförlitlighet på 98 %. Krafter och tvärsnitt har beräknats med utgångspunkt i redovisad metodik och en hastighet på urspåret lok på 100 km/h.

Tabell 2 Dimensionerande kraft och erforderligt tvärsnitt för en vall placerad på olika avstånd från spårmit.

Avstånd från spårmit	Dimensionerande kraft	Erforderligt tvärsnitt
3 m	326 kN	6,9 m ²
5 m	299 kN	6,3 m ²
7 m	271 kN	5,7 m ²
9 m	245 kN	5,2 m ²

Vid urspårning (100 km/h) tar det drygt 0,6 s innan loket når marknivå. Givet maximal urspårningsvinkel så kommer loket färdas ett avstånd på knappt 18 m längs med spåret och drygt 2 m i riktning mot vallen (vinkelrätt mot spåret). Det innebär att loket kommer få markkontakt strax innan det dike som finns mellan banvallen och Herrljungagatan, se Figur 2.



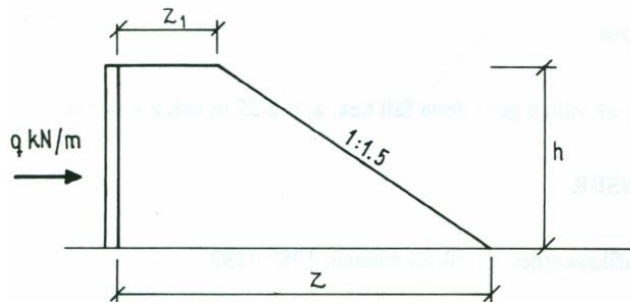
Figur 2 Bild mot banvallen som visar på nivåskillnaden i höjd med Glesvingen 12.

Urspårningsskyddet ska placeras på sådant avstånd att loket har fått markkontakt innan det kolliderar med skyddet. Det innebär att avståndet från urspårningsskyddet till spårmit ska vara minst 3,0 m.



Utformning

Urspårningsskydd kan ordnas på flera olika sätt. Mest effektivt är en perrongkant eller motsvarande, men en sådan är av förklarliga skäl svår att ordna. Det är även svårt att ordna en sluttande vall mot spårområdet då denna behöver ha en mycket hög höjd för att ett urspårande tåg inte ska köra över den. Osäkerheterna är mycket stora och en sådan lösning är inte att rekommendera. En lämplig utformning visas i Figur 3.



Figur 3 Utformning av skyddsvall

Närmst spåret sätts en vertikal betongplatta med uppgift att fördela trycket från påkörningen. Resterande del av vallen utförs t.ex. av jord eller fyllnadsmassor. Skyddsvallens mått beror på avståndet till spårmittpunkt (se Tabell 2) och exempel på möjliga mått redovisas i Tabell 3 resp. Tabell 4 nedan.

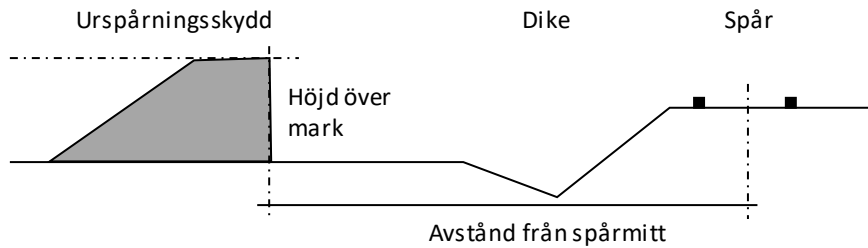
Tabell 3 Möjliga alternativ för utformning av skyddsvall (tvärsnitt 6,3 m²) då avstånd till spårmittpunkt är 5 m. Utformning enligt Figur 3.

Alternativ	Höjd, h	Toppens bredd, z ₁	Total bredd, z
A-5	1,5 m	3,1 m	5,3 m
B-5	2,0 m	1,7 m	4,7 m
C-5	2,5 m	0,6 m	4,4 m

Tabell 4 Möjliga alternativ för utformning av skyddsvall (tvärsnitt 5,7 m²) då avstånd till spårmittpunkt är 7 m. Utformning enligt Figur 3.

Alternativ	Höjd, h	Toppens bredd, z ₁	Total bredd, z
A-7	1,5 m	2,7 m	4,9 m
B-7	2,0 m	1,4 m	4,4 m
C-7	2,5 m	0,4 m	4,2 m

Höjden, h, ska mätas ovan mark där den vertikala betongplattan placeras, se Figur 4. Avstånd till spårmittpunkt får inte understiga 3,0 m.

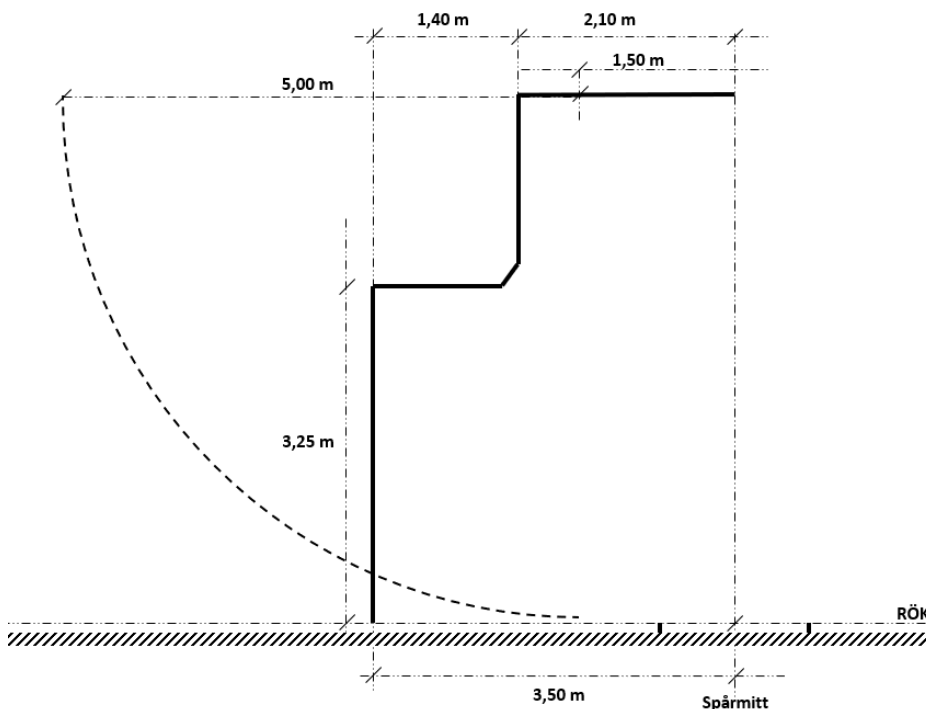


Figur 4 Illustration av måttangivelser.

Urspårningsskydd behövs där avstånd från byggnad till närmsta spår är kortare än 30 m, vilket ger en längd på c:a 140 m. Om vällen placeras på ett avstånd om 5 m från spårmittpunkten får den en volym på c:a 860 m³ och en vikt på c:a 1300 ton. Den vertikala betongplattan (bredd 0,15 m) har en bedömd volym på 32 m³.

Fritt utrymme utmed banan

I TDOK 2014:0555 (tidigare BVS 1586.20) "Banöverbyggnad – Infrastrukturprofiler, Krav på fritt utrymme utmed banan, anges att långsträckta objekt, såsom stängsel, stödmurar, bullerplank o.dyl. ska placeras utanför den s.k. normalsektionen för det fria rummet, vilken illustreras i Figur 5. Skyddsvallen måste placeras minst 3,5 m från spårmittpunkten, samtidigt som det måste säkerställas att TDOK 2014:0505 (tidigare BVS 543.10001) "Tillämpning av Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2008:1" uppfylls. I TDOK 2014:0505 anges att avståndet mellan en vall och kontaktledningen ska vara minst 5 m. Detta illustreras med den streckade linjen i Figur 5. Avståndet mäts 1,5 m från spårmittpunkten då det är detta utrymme som kontaktledningskonstruktionen upptar.



Figur 5 Normalsektion för det fria rummet för långa objekt tillsammans med krav på fritt avstånd till spänningsförande anläggningsdel.



I Tabell 3 och Tabell 4 anges olika mått på vallens placering med hänsyn till avstånd från spårmitt. Med hänsyn till elsäkerhetskraven är mått angivna i Tabell 4 mer aktuella än de i Tabell 3. Dock finns möjlighet till placering av vallen enligt Tabell 3 om särskilda åtgärder vidtas. Vidare bör bullervallar inte placeras närmare än 1 m från stolpar eller andra icke spänningsförande anordningar som tillhör kraftöverföringsanläggningen.

Vidare bör vallen utformas utan skarpa kanter i ändarna. Ett förslag är att vallens höjd minskas gradvis (lutning 1:1,5) och att den betongplatta som finns i vallens framkant följer samma lutning.

Utformning av byggnader

Ventilationssystem

Byggnader ska förses med högt placerade luftintag, minst 8 m ovan mark samt utrustas med mekanisk från- och tilluft. I trappuppgångar bör det placeras don för nödstopp som ger boende en möjlighet att stänga av ventilationen i händelse av en olycka på järnvägen. Nödstopp utförs i enlighet med BBR avsnitt 2:52.

Utrymning

Byggnaderna ska vara möjliga att utrymma i riktning bort från järnvägen (västerut).

Brandskyddad fasad

Om byggnader uppförs på kortare avstånd än 20 m till vallens borte kant (mot spårområdet) ska brandskydd ordnas enligt nedan:

- Fasad och yttervägg utförs av obrännbart material. Puts på cellplast är inte tillåtet. Ytterväggen ska uppfylla lägst brandteknisk klass EI 30.
- Fönster och dörrar som vetter mot järnvägen ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.
- Fönster mot järnvägen får endast vara öppningsbara med verktyg, nyckel eller liknande.
- Takfot mot järnvägen ska utföras i lägst brandteknisk klass EI 30.

Slutsatser och rekommendationer

Bostäder kan uppföras i Glesvingen 17 & 12 givet något av nedanstående alternativ:

- Ett urspårningsskydd placeras så att avståndet mellan vallens borte kant (mot spårområdet) till närmsta byggnad i Glesvingen 17 & 12 uppgår till minst 20 m.
- Ett urspårningsskydd placeras så att avståndet mellan vallens borte kant (mot spårområdet) till närmsta byggnad i Glesvingen 17 & 12 uppgår till minst 10 m samtidigt som byggnaderna förses med brandskyddade fasader.

Urspårningsskyddet kan utformas som en skyddsvall med en vertikal platta av betong närmst spåret och resterande del i jord eller andra fyllnadsmassor. Vallen ska ha ett tvärsnitt på minst 6,3 m² om avståndet från vall till spårmitt är minst 5,0 m och 5,7 m² om avståndet till spårmitt är minst 7,0 m. Utformning och måttangivelser visas i Figur 3 och Figur 4.



Krav på fritt utrymme mot järnvägen behöver beaktas och påverkar ett område upp till 6,5 m från spårmittpunkt. I Figur 5 illustreras de skyddsavstånd som gäller. Minsta avstånd från någon punkt på vallen och närmsta spänningsförande del ska överstiga 5,0 m.

I övrigt ska friskluftsintag placeras högt, minst 8 m ovan mark. Byggnader bör förses med mekanisk till- och frånluft med avstängningsmöjlighet åtkomlig för boende. Vidare ska byggnaderna ska vara möjliga att utrymma i västlig riktning.

Samråd ska ske med räddningstjänsten avseende deras tillgänglighet till spårområdet och förutsättningar för insats med anledning av uppförande av skyddsvall.

Samråd ska ske med Trafikverket angående möjligheterna att uppföra en vall i nära anslutning till spårområdet.

Med vänliga hälsningar

Briab – The right side of risk

Fredrik Nystedt
fredrik.nystedt@briab.se
010-203 83 31