



BRVT 2006:03:19  
2006-02-09

Järnvägsutredning inklusive  
miljökonsekvensbeskrivning (MKB)

# Västlänken

en tåg tunnel under Göteborg

## Underlagsrapporter

- 03 Byggskedet
- 04 Gestaltning
- 05 Grundvatten
- 06 Kapacitet
- 07 Kostnadskalkyl och byggtid
- 08 Kulturmiljö
- 09 Linjesträckningar
- 10 Ljud och vibrationer
- 11 Luftmiljö
- 12 Magnetfält
- 13 Mark, vatten och resursanvändning
- 14 Park- och naturmiljö
- 15 Samhällsekonomisk bedömning
- 16 Samrådsredogörelse, utökat samråd
- 17 Sociala konsekvenser
- 18 Stationslägen och stadsutveckling
- 19 Säkerhet och robusthet
- 20 Teknik
- 21 Trafikering och resanalys

**BANVERKET**  
Banverket Västra banregionen  
Box 1014  
405 21 GÖTEBORG  
e-post: vastrabanregionen@banverket.se  
www.banverket.se

Västlänken Underlagsrapport Säkerhet och robusthet



Underlagsrapport  
Säkerhet och robusthet

Obs! En del mindre justeringar i materialet har gjorts efter det att denna underlagsrapport godkänts. Där det finns skillnader gentemot huvudrapporten gäller vad som sägs i den.

Projektledare:	Inger Ranheim, Banverket	
Författare:	Patrik Hult, civ.ing. Swepro	uppdragsledning
Övriga medverkande:	Katja Berdica, tekn.dr. Transek	sårbarhet i transportsystem
	Arne Brodin, branding. Swepro	brandventilation
	Johan Häggström, civ.ing. Brandskyddslaget	riskanalyser
	Daniel Rudqvist, fil.mag. Swepro	GIS-hantering
	Bo Wahlström, branding. Brandskyddslaget	säkerhetskoncept driftskede

## INNEHÅLL

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Detta är Västlänken .....</b>	<b>13</b>
1.1 Västlänkens utbyggnadsalternativ .....	13
1.2 Delvarianter vid centralstationen.....	14
1.3 Västlänken, bakgrund och syfte.....	14
<b>2 Så har säkerhetsgruppen arbetat.....</b>	<b>15</b>
<b>3 Mål för säkerhet och robusthet .....</b>	<b>15</b>
3.1 Om risk, sårbarhet och robusthet.....	15
3.2 Mål för Västlänken .....	16
<b>4 Trafiksystemets sårbarhet (Mål A).....</b>	<b>18</b>
4.1 Minsta möjliga trafikstörningar under byggskedet.....	18
4.2 Robust transportsystem i Göteborgsregionen.....	18
<b>5 Omgivningens säkerhet (Mål B).....</b>	<b>23</b>
5.1 Minsta möjliga påverkan på omgivningen under byggskedet .	23
5.2 Mycket liten påverkan på omgivningen under driftskedet .....	24
<b>6 Trafikanternas säkerhet (Mål C) .....</b>	<b>26</b>
6.1 God säkerhet – riskaspekter .....	26
6.2 God säkerhet – krav på utformning och funktion .....	31
<b>7 Sammanställning av Säkerhet &amp; robusthet.....</b>	<b>41</b>
<b>8 Att gå vidare med ett program för säkerheten....</b>	<b>43</b>

BILAGA 1: Godstrafik i Västlänken – Nej!

BILAGA 2: Omgivningsrisker – exponeringsanalys

BILAGA 3: Säkerhetsvärdering av tunnlar och stationer

BILAGA 4: Självutrymning från spårtunnlar

BILAGA 5: Ventilation i tunnlar och stationer

BILAGA 6: Utrymning från stationsutrymmen

BILAGA 7: Simulering av brandgaser i enkel- och dubbelspårstunnel

BILAGA 8: Säkerhetskoncept driftskedet – tunnlar och stationer

BILAGA 9: Robusthetsanalys – tabellbilaga

## Sammanfattning

### Inledning

Säkerhetsarbetet i Västlänken syftar till att åstadkomma en anläggning som uppfyller höga säkerhetskrav såväl under byggande som under drift. Krav på robusthet i ett vidare perspektiv ska också beaktas.

Västlänken ska inte påverka sin omgivning negativt samt ska vara tekniskt tillförlitlig och säker för den som använder Västlänken. Dessutom ska eventuella avbrott i trafiksystemet när Västlänken har tagits i drift vara hanterbara. Med detta som utgångspunkt har vi formulerat följande strategiska mål för vårt arbete med risk, säkerhet och sårbarhet i Västlänken:

Västlänken ska...

- ...minska kollektivtrafiksystemets sårbarhet i ett regionalt och interregionalt perspektiv.
- ...byggas, utformas och användas så att skaderisker för människor, egendom och miljö i Västlänken och dess omgivning minimeras.
- ...erbjuda ett säkert sätt att resa för de trafikanter som väljer att färdas i Västlänken.

### Robust transportsystem i Göteborgsregionen

Vi har genomfört en robusthetsanalys för att illustrera Västlänkens roll och funktion som transportlänk i regionen. Syftet med analysen är att illustrera hur avbrott i kollektivtrafiken påverkar resandet i systemet, med respektive utan Västlänken. Förändringar i restid samt antal byten jämförs dels mellan Nollalternativet och utredningsalternativen, dels mellan olika utredningalternativ.

Vi har antagit att det totala antalet kollektivtrafikresenärer inte förändras. Med andra ord har vi analyserat hur de resenärer som redan väljer att resa kollektivt skulle påverkas om det sker en störning. Störningsscenarierna är:

- S1: Stopp för spårvagnar på grund av strömavbrott i Brunnsparken
- S2: Stora förseningar i busstrafiken på grund av köer i Tingstadstunneln
- S3: Stopp för fjärrtågstrafiken i Gårdatunneln

Vi har rangordnat utredningsalternativen med avseende på total restidsökning samt ökat antal byten i respektive scenario (se Figur 1). Dessa "poäng" har sedan summerats och ju högre totalpoängen blir, desto högre är störningskänsligheten i det aktuella alternativet.

Figur 1 Rangordning av utredningsalternativen med hänsyn till total restidsökning och ökat antal byten i de olika störningsscenarierna; ju högre "poäng", desto högre störningskänslighet.

Faktor	Scen.	Nollalternativet	Haga-Korsvägen	Haga-Chalmers	Korsvägen	Förstärkningsalt.
Restidsökning	S1	5	2	3	1	4
	S2	5	1	4	2	3
	S3	5	2	3	1	4
Summa		15	5	10	4	11
Ökat antal byten	S1	5	2	3	1	4
	S2	5	4	3	2	1
	S3	5	3	2	4	1
Summa		15	9	8	7	6
TOTALT		30	14	18	11	18

Sammantaget visar analysen att alternativ Korsvägen är bäst ur robusthetssynpunkt, följt av alternativ Haga-Korsvägen och alternativ Haga-Chalmers samt Förstärkningsalternativet. Nollalternativet visar sig vara mest störningskänsligt.

### Minsta möjliga påverkan på omgivningen under byggskedet

Säkerhetsgruppen har haft som en uppgift att jämföra Västlänkens utredningsalternativ samt Förstärkningsalternativet med avseende på hur människor, miljö, egendom och infrastruktur (så kallade skyddsobjekt) längs sträckningarna eventuellt kan påverkas under byggtiden om det sker någon plötslig oönskad händelse.

Genom att beräkna ett så kallat exponeringstal har vi rangordnat utredningsalternativen avseende olika typer av skyddsobjekt. Ju högre rangen blir, desto större är riskexponeringen för det aktuella skyddsobjektet. Rangen har vi sedan summerat till ett övergripande värde som används för att jämföra de olika utredningsalternativen med avseende på omgivningens säkerhet.

Enligt Figur 2 är Förstärkningsalternativet det nybyggnadsalternativ som ger minsta möjliga

riskexponering på omgivningen under byggskedet medan alternativ Haga-Korsvägen via Stora Hamnkanalen är det alternativ som ger störst potentiell påverkan. Detta gäller om man ser till samtliga analyserade skyddsobjekt.

Nollalternativet är självfallet det alternativ som exponerar omgivningen minst i byggskedet, eftersom några byggnationer inte är planerade längs befintlig bana.

### Mycket liten påverkan på omgivningen under driftskedet

Vi har konstaterat att kollaps av konstruktion inte är en betydande risk i driftskedet, vilket innebär att järnvägen då inte exponerar omgivningen direkt, annat än där banan går i dagen.

För samtliga utredningsalternativ utom Förstärkningsalternativet går större delen av sträckan i tunnel och delen utanför tunneln är i stort sett densamma för alla Västlänkens alternativ. Sträckan Sävenäs-Olskroken (brovarianter) går i öppen dag, vilket innebär viss exponering för omgivningen jämfört med de delar som går i tunnel. Längs sträckan förekommer dock relativt få skyddsobjekt, vilket medför en begränsad exponering på grund av banan.

Figur 2 Rangordning av utredningsalternativ med avseende på omgivningens säkerhet i byggskedet

Skyddsobjekt	Haga-Korsv. (Älvstr)	Haga-Korsv. (St Hamnk)	Haga-Chalmers (Älvstr)	Haga-Chalmers (St Hamnk)	Korsv. (Johannebergsg.)	Korsv. (Skånegatan.)	Förstärkn. alt.
Boende	4	6	3	5	2	7	1
Dagbefolkning	5	7	4	6	2	3	1
Parkmark & trädtrader	7	6	3	2	5	4	1
Byggnader	5	7	4	6	2	3	1
Fornlämningar, yta	5	7	4	6	2	3	1
Fornlämningar, punkter	5	5	3	3	2	1	7
Folk i rörelse	5	7	2	3	5	3	1
Vattenleder, kanaler	4	6	4	6	2	2	1
Infrastruktur	7	6	5	4	2	2	1
SUMMA	47	57	32	41	24	28	15
TOTAL RANGORDNING	6	7	4	5	2	3	1

<p><b>Brand</b> undermarksstation persontåg på station persontåg i tunnel installationer eller föremål i tunneln anslutningar till systemet godståg</p>	<p><b>Urspårning</b> persontåg godståg</p>	<p><b>Sammanstötning</b> persontåg och lätt föremål persontåg och tungt föremål godståg och lätt föremål godståg och tungt föremål</p>
<p><b>Utsläpp av giftiga/ hälsovådliga ämnen</b> station tunnel anslutningar till systemet</p>	<p><b>Explosion</b> station tunnel anslutningar till systemet</p>	<p><b>Personolyckor</b> person blir överkörd person faller person kläms</p>
<p><b>Personolyckor vid brott</b> personöverfall som leder till personskada rån som leder till personskada obehörigt beträdande av spår som leder till personskada</p>	<p><b>Övrigt</b> konstruktionskollaps vatteninträning ras och skred tappad last (godståg) elolyckor annat</p>	

Figur 3 Olyckskatalog framtagen vid riskanalys och säkerhetsvärdering i projekt Västlänken

Förstärkningsalternativet innebär att en ny tunnel byggs för fjärrtåg och godstrafik. Övrig persontrafik sker i befintlig Gårdatunnel. Den nybyggda tunneln hamnar något längre österut och berör några hus vid Örgryte, med eventuella inköp och avveckling av aktuella byggnader som följd.

En skadehändelse som är viktig att poängtera är översvämning, såväl i bygg- som i driftskede. Denna risk bedöms framför allt öka på lång sikt beroende på eventuella klimatförändringar, men kan även uppstå på kort sikt i samband med kraftiga regn- och stormoväder.

**God säkerhet – riskaspekter**

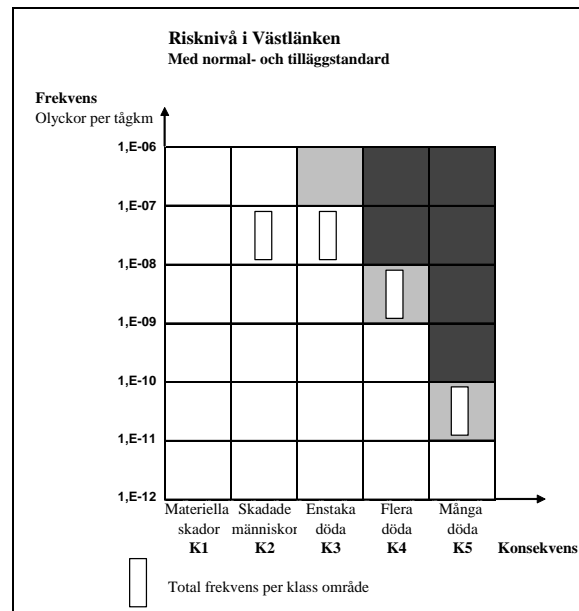
Västlänken ska erbjuda ett säkert sätt att resa för de trafikanter som väljer att färdas i Västlänken. Banverkets ambitionsnivå för säkerhet i tunnlar ska hållas och säkerheten vid stationerna ska vara tillräckligt hög.

Vid genomförd riskanalys och säkerhetsvärdering har vi tagit fram en olyckskatalog som presenteras i Figur 3. Den redovisar tänkbara olyckshändelser i Västlänkens tunnlar och stationer

Riskenivån i Västlänkens tunnlar

Om man utrustar tunnlar enligt Banverkets normalstandard och inför särskilt anpassad tilläggstandard kommer säkerheten för resande i Västlänkens tunnlar att bli så hög som Banverket kräver. Exempel på sådana åtgärder ges nedan.

Den förväntade säkerhetsnivån framgår av matrisen i Figur 4. Denna bedömning har vi i Säkerhetsgruppen gjort efter en genomgång av alla kända förutsättningar och beslut om preliminär utformning för Västlänken. Bedömningen baseras även på tidigare genomförda säkerhetsvärderingar som vi gjort för liknande system (exempelvis Citybanan i Stockholm, Citytunneln i Malmö, Hallandsåstunneln och Nygårdstunneln).



Figur 4 Riskmatris för Västlänkens tunnlar

I riskmatrisen representerar de rektangulära fälten en bedömning av den riskenivån som kan förväntas vid en fortsatt planering av Västlänken. Denna bedömning av riskenivån för person-

säkerheten visar att säkerheten minst kommer att hamna samma nivå som säkerheten på markspår. Koderna i figuren tolkas som följer:

#### Vitt fält =

ambitionsnivån är uppnådd. Säkerställ nivån genom kontinuerlig uppföljning av förändringar, incidenter och säkerhetsåtgärder.

#### Ljusgrått fält =

risknivån ligger i nivå med risken vid markspår. Värdera säkerhetshöjande åtgärder mot ytterligare förbättrad säkerhet.

#### Mörkgrått fält =

ambitionsnivån är ej uppnådd. Omvärdera koncept + säkerhetshöjande åtgärder.

För att kunna uppfylla detta krävs att tunnelnarna utformas med normalstandard enligt BVH 585.30 samt med följande viktiga tilläggsstandard:

- Fordonskrav utifrån den kommande Europeanormen för tunnelar (SRT TSI), drift-kategori B.
- Avstånd mellan utrymningsvägar 500 m. (Kortare avstånd kan bli aktuella med hänsyn till självräddningskravet)
- Gångbanans bredd 1,8 m i spårtunneln (två stycken)
- Detektorer för tjuvbroms och hjulfel utanför tunnelnarna samt branddetektorer vid tekniska installationer i tunneln
- Extra belysning vid nödutgångar och i spårtunneln

I Förstärkningsalternativet behöver man rusta upp den befintliga Gårdatunneln så att den uppfyller samma säkerhetsnivå som tunnelnarna i de övriga utredningsalternativen.

De här åtgärderna omfattas av det förslag till Säkerhetskoncept som vi har specificerat för Västlänken. Det beskrivs närmare i avsnittet ”God säkerhet – krav på utformning och funktion”.

#### Alternativa tunnelkoncept

I järnvägsutredningen har vi redovisat en tunnelösning med dubbelspårstunnel med tillhörande service- och räddningstunnel. Från säkerhetssynpunkt kan man lika väl välja två enkelspårstunnelar om man tar hänsyn till detta i utformningen av säkerhetskoncept. Två enkelspårstunnelar ger exempelvis möjligheten att utnyttja den ena tunneln som säker plats vid utrymning från den andra tunneln, i händelse av brandolycka. Man kan därmed spara in på extra servicetunnelar. Då måste dock de två tunnelnarna separeras brandtekniskt. Val av tunnelkoncept görs i järnvägsplaneskedet.

Jämförelse av säkerhetsnivån i tunnel mellan olika utredningsalternativ

Även om man med tekniska och organisatoriska åtgärder kan höja säkerheten till en önskad och acceptabel nivå kan man ändå urskilja vissa skillnader i de olika utredningsalternativens förutsättningar för säkerheten. Sammantaget bedömer vi att Förstärkningsalternativet kan få den högsta personsäkerheten i tunneln medan Nollalternativets tunnel har den lägsta. Figur 5 ger en samlad bedömning av trafikanternas säkerhet i utredningsalternativen jämfört med alternativ Korsvägen.

#### Jämförelse av säkerhetsnivån i tunnel mellan olika utredningsalternativ

Figur 5 Samlad bedömning av trafikanternas säkerhetsnivå i tunnel, uttryckt relativt referensobjektet alternativ Korsvägen.

Noll-alt. (Gårdatunneln)	alt. Haga – Korsvägen	alt. Haga – Chlamers	alt. Korsvägen	Förstärkn.alt (G:a Gårdatunneln)
Lägre säkerhet	Ingen skillnad	Ingen skillnad	Referensnivå	Högre säkerhet

Det skall påpekas att Förstärkningsalternativet också innebär en förflyttning av godstrafik och fjärrtrafik till en ny tunnel parallell med den nuvarande Gårdatunneln. Detta bedöms medföra en i huvudsak oförändrad säkerhet för de trafikanter som berörs men frågan har inte studerats närmare i denna utredning.

Tabellen i Figur 5 visar med en samlad bedömning hur troligt det är att skadehändelser inträffar och hur stora konsekvenserna kan tänkas bli i de olika alternativa tunnelsystemen. Med andra ord: hur säker är tunneln i relation till de tänkta skadehändelserna? Ett stort antal olika händelser har studerats. I bedömningen används alternativ Korsvägen som referensobjekt.

Nollalternativet belastas av att tunneln trafikeras av både godståg och persontåg. Dessutom har den befintliga Gårdatunneln en äldre standard och lägre säkerhetsnivå. Där finns även en undermarkstation som inte uppfyller Västlän-

kens högre säkerhetskrav. Detta alternativ bedömer vi därför har den lägsta säkerhetsnivån i jämförelsen.

Den positiva bedömningen av Förstärkningsalternativet beror huvudsakligen på att tunneln är betydligt kortare än för de övriga alternativen. Dessutom trafikeras den här uppgraderade Gårdtunneln enbart av persontrafik.

Risken för skred och ras samt vatteninträning är större för de utredningsalternativ som ligger i närheten av Göta älv. Andra områden som har förhöjda risker för skred, ras och vatteninträning är tunnlar som ligger i närheten av eller korsar kanaler och Mölndalsån.

#### Säkerhetsnivå på Västlänkens stationer

Personsäkerheten på stationerna fordrar att det i tillräcklig omfattning finns trappor, rulltrappor, slussar och brandgasventilation vid varje plattform, men också att det finns en organisation som har en handlingsplan och resurser för att hantera olyckor och incidenter. Vidare är det av stor vikt att organisationen och de tekniska åtgärderna utformas så att de ger korta reaktions- och beslutstider vid en olycka. De tekniska installationer som föreslås i Västlänkens stationer beskrivs i Säkerhetskonceptet i avsnittet ”God säkerhet – krav på utformning och funktion”.

För att illustrera den säkerhetsnivå som Västlänkens stationer ska få har vi gjort en jämförande riskanalys där stationerna i Västlänken ställs i relation till de befintliga stationerna vid Liseberg (nollalternativet) och Arlanda Norra, tillkomna under 80- respektive 90-talet. Den senare utgör ett exempel på modern standard för järnvägsstationer under mark.

Figur 6 visar med en samlad bedömning hur troliga olika skadehändelser är och hur stora konsekvenserna kan tänkas bli i de olika alternativa stationerna. Med andra ord: hur säker är stationen i relation till olika skadehändelser? I bedömningen används Västlänkens station Göteborgs Central som jämförelseobjekt.

Efter att ha studerat ett stort antal potentiella skadehändelser med brandorsaker gör vi den samlade bedömningen att Västlänkens station Göteborgs Central kommer att få en lika hög eller högre säkerhetsnivå än Arlanda Norra samt en högre nivå jämfört med den nuvarande

stationen vid Liseberg. En förväntad större personbelastning i Västlänken och närheten till Göta Älv gör däremot att risken för allmänna personolyckor samt vatteninträning och konstruktionskollaps är något högre. Då tyngdpunkten ligger på brand och utrymning drar vi dock slutsatsen att det eftersträvade resultatet att ”personsäkerheten i Västlänken ska vara lika hög som/högre än i jämförbara infrastrukturer i Sverige” uppnås.

Figur 6 Samlad bedömning av trafikanternas säkerhetsnivå på station, uttryckt relativt referensobjektet VL stn Göteborgs Central

stn Liseberg (Nollalternativ)	stn Gbg C (alla UA)	stn Arlanda N (modern std)
Lägre säkerhet	Referensnivå	Ingen skillnad

#### **God säkerhet – krav på utformning och funktion**

Säkerhetskonceptet sammanfattar förutsättningarna för och beskriver utformningen av säkerhet mot olyckor i driftskedet.

Samråd har skett med berörda myndigheter bland annat genom regelbundna möten.

Säkerhetskonceptet har utformats utifrån de regelverk som är nu gällande:

- Banverkets föreskrifter (BVF), handböcker (BVH) och standarder (BVS)
- Byggnadsverklagen och tillhörande förordning för stationer och tunnlar
- Boverkets byggregler, BBR för stationer

Nya regelverk är under utarbetande, såväl i Sverige som inom EU, och ska beaktas i det fortsatta arbetet.

Säkerhetskonceptet bygger på filosofin att två av varandra oberoende allvarliga händelser/olyckor inte inträffar samtidigt. Exempel härpå är att en brand i tåg inte antas inträffa samtidigt som elkraftförsörjningen på stamnätet slås ut. Sannolikheten för detta är extremt liten.

Västlänken dimensioneras och utformas för god säkerhet vid alla typer av bränder. Brand i persontåg är dimensionerande brand vid utformningen av stationernas plattformar och tunnlar.



Utrymningsvägarna ska dimensioneras för ett personantal som motsvarar en mycket hög belastning på anläggningen.

Därför används en personbelastning motsvarande två fulla tåg för stationernas brandutsatta plattform och två halvfylla tåg på en eventuell andra plattform (vid 4-spårsstationer). För utrymning i tunnel används ett fullt tåg för dimensionering.

#### Utrymningskoncept

Vid brand i tåg ska det brinnande tåget köras till närmaste säkra utrymningspunkt, dvs. närmaste station eller ut ur tunnelsystemet, och sedan utrymmas. Utrymning ska således normalt ske på station och endast i undantagsfall i tunnel.

Utrymningsvägar anordnas av säkerhetsskäl även i tunnlar.

#### Utrymning av station

Vid utrymning av station omfattas både personer på plattform, i biljetthall, i stillastående tåg vid plattform och i inkommande tåg.

Utrymning av station sker via de normala in- och utgångarna (uppgångar) eventuellt kompletterade med särskilda utrymningsvägar.

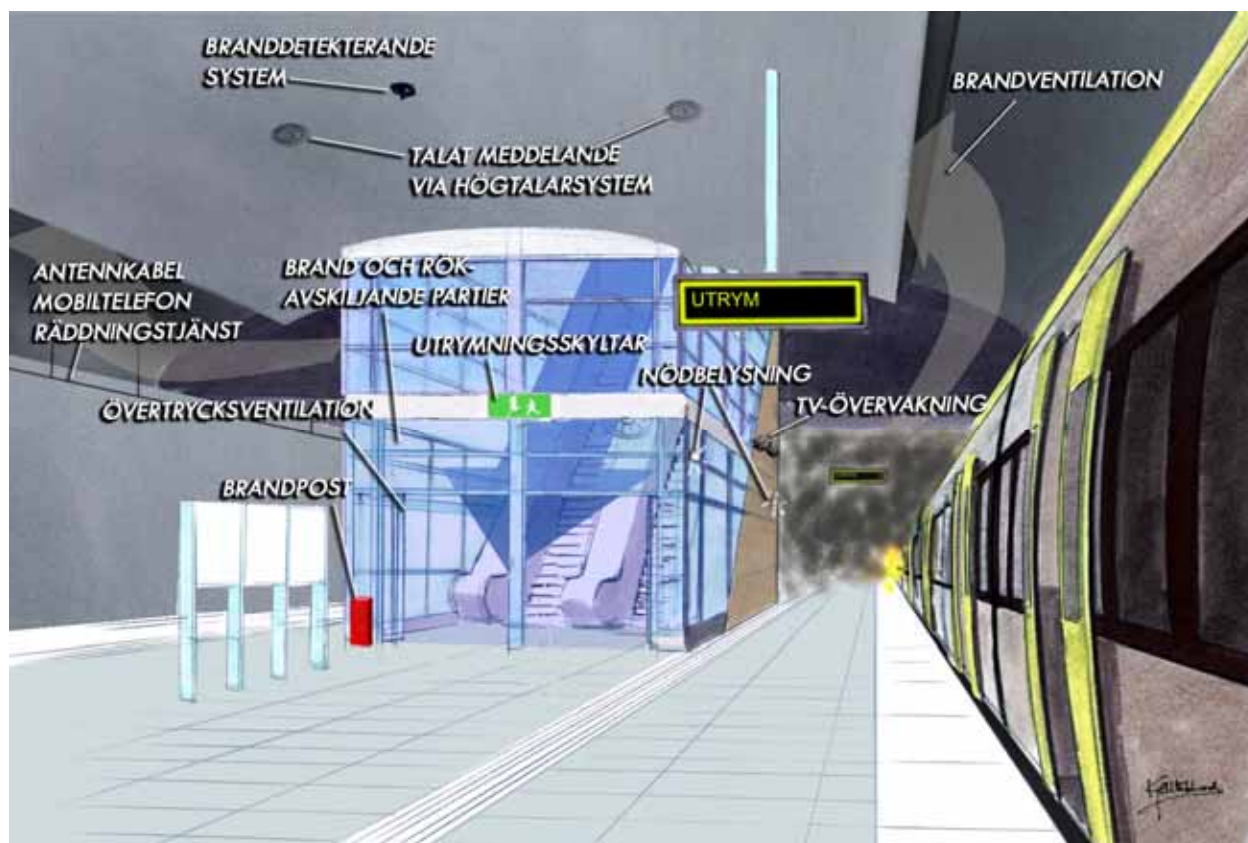
Stationerna har brandgasventilation av plattformar och brandteknisk avskiljning av uppgångar i plattformsplånet för att säkerställa att utrymmande hinner från tåget till en rökfri miljö.

För att säkerställa att utrymningsvägarna hålls fria från brandgaser bör övertryck/tilluft installeras i dessa.

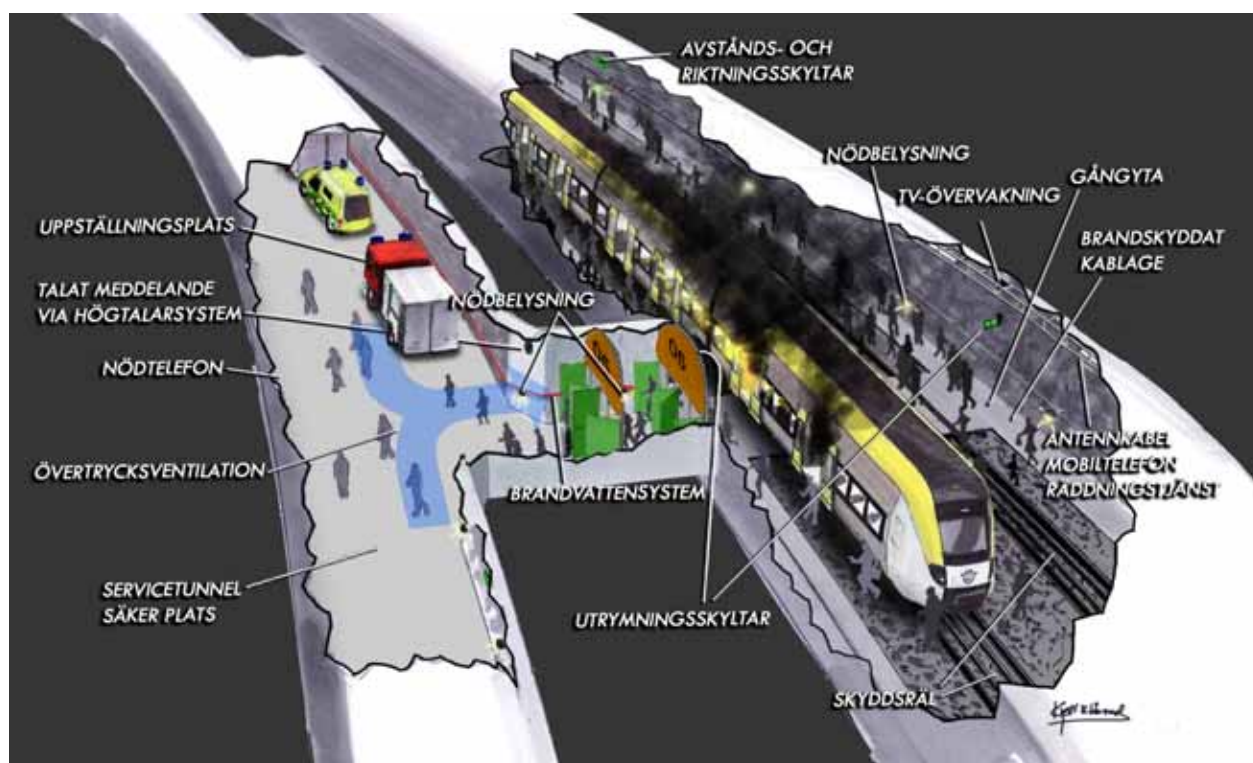
#### Utrymning i tunnel

Om tåget vid brand inte kan köras ut ur tunnelsystemet eller till station sker utrymning i tunnel (se Figur 8).

Utrymning sker längs tunneln på belysta, hårdgjorda gångytor med handföljare som finns på båda sidor av tunneln tills man når en utgång via tunnelmynningar, via stationer eller via särskilt anordnade utrymningsvägar. Utrymning sker dels via tunnelmynningar och stationer, dels enligt någon av följande principer:



Figur 7 Säkerhetssystem på plattform



Figur 8 Säkerhetssystem i tunnel

**A.** Parallell tågtunnel som är brandtekniskt avskiljd (som Citytunneln i Malmö), enligt illustration i Figur 9.

**B.** Särskild servicetunnel som är brandtekniskt avskiljd (som Åsatunneln i Kungsbacka eller Citybanan i Stockholm), enligt illustration i Figur 10.

**C.** Utgångar vertikalt direkt till det fria via trappor eller liknande enligt illustration i Figur 11.

För varje tunnelsträcka, mellan två stationer eller mellan station och tunnelmynning, bör man hålla fast vid en princip och inte kombinera dem. Man kan däremot välja olika principer för de olika delsträckorna. Här gäller följande:

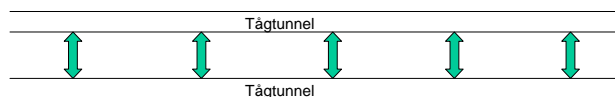
Princip A får endast tillämpas på hel obruten delsträcka, för att inte den avskiljande funktionen ska gå förlorad och brand- och rökspredning därmed ska kunna ske fritt mellan tunnelarna.

För princip B och C gäller motsvarande, att man inte bör kombinera dessa med varandra, med motiveringen att räddningstjänsten då får sämre möjligheter att utföra en effektiv hjälpinsats.

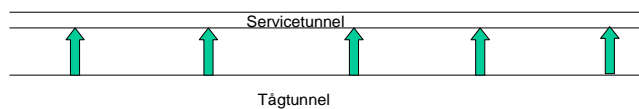
Att välja olika princip för olika delsträckor är dock möjlig. Se exemplet i Figur 12.

Vid val av lämpligaste princip kan konstateras att princip C ofta är svår att tillämpa generellt i stadsmiljö eftersom det är svårt att finna lämpliga lägen för uppgångarna. Av de två andra principerna är B att föredra framför A främst av tre skäl:

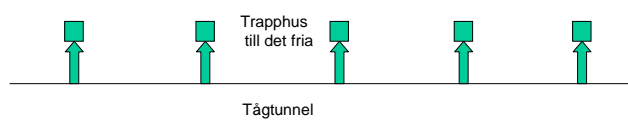
- Möjligheten till kryssväxlar mellan spåren. För princip A krävs omfattande tekniska installationer för att säkerställa att brand och brandgaser inte sprids mellan tågtunnelarna.
- Utrymning av personer vidare till markytan går enklare i en tunnel med plan mark och som är körbar med vägfordon exempelvis ambulanser.
- Räddningsinsats kan ske effektivare från en körbar servicetunnel.



Figur 9 Princip A. Utrymning via tvärförbindelser mellan parallella tågtonnar



Figur 10 Princip B. Utrymning via tvärförbindelse från tågtunnel till parallel servicetunnel



Figur 11 Princip C. Utrymning direkt till det fria via t.ex. trapphus.



Figur 12 Exempel på hur olika principer används för olika delsträckor. (Princip A och C)

Insatskoncept

Vid brand i tåg ska det brinnande tåget köras till närmaste station eller ut ur tunnelsystemet och utrymmas, vilket också ger bra förutsättningar för en effektiv räddningsinsats. Räddningsinsats ska således normalt ske på station eller utanför tunneln och endast i undantagsfall i tunnel.

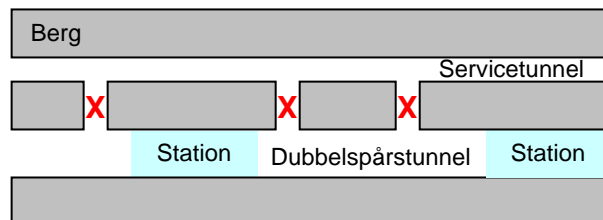
De uppsatta funktionskraven för insats i Västlänken är följande:

- Räddningstjänsten ska på station ges möjlighet att vid brand i en tågagn rädda och hjälpa utrymmande personer samt begränsa skador på miljö och egendom.

- Utformning och installationer på station ska medge att släckning av en brand i modernt persontåg ska kunna ske.
- Räddningstjänsten ska i tunnlar ges möjlighet att utföra genomsökning och räddning, samt släcka en liten initial brand.
- Utformning och installationer i tunnlar ska underlätta genomsökning och räddning i tunnel vid brand, samt stödja släckning av liten initial brand.

I Säkerhetskonceptet ingår bland annat följande tekniska anordningar:

- Utrymningsvägar med skyltning, belysning m.m.
- Brandteknisk avskiljning mellan utrymnen under mark (se Figur 13).
- Angreppsvägar för räddningstjänsten
- Uppställningsplatser för räddningsfordon.
- Övervaknings- och informationssystem
- Detektering av brand
- Manuell larmgivning
- Nödtelefoner
- Högtalarsystem och/eller utrymningslarm på stationer
- Radiokommunikationssystem
- Belysning och utrymningsmarkering
- Släckvatten
- Brandgaskontrollsystem
- Reservkraft och avbrottsfri kraft
- Kabelstråk
- Materialval
- Organisation för drift av station och tunnlar, hantering av larm m.m.



X Brand- och rökgasavskiljning

Figur 13 Brandsektionering mellan utrymnen

**Sammanställning säkerhet och robusthet**

I Figur 14 presenterar vi en översikt av resultatet av vårt arbete med säkerhet och robusthet i projekt Västlänken. Där har vi översatt våra mål för säkerhet och robusthet till de utredningsmål som har satts upp för järnvägsutredningen som helhet.

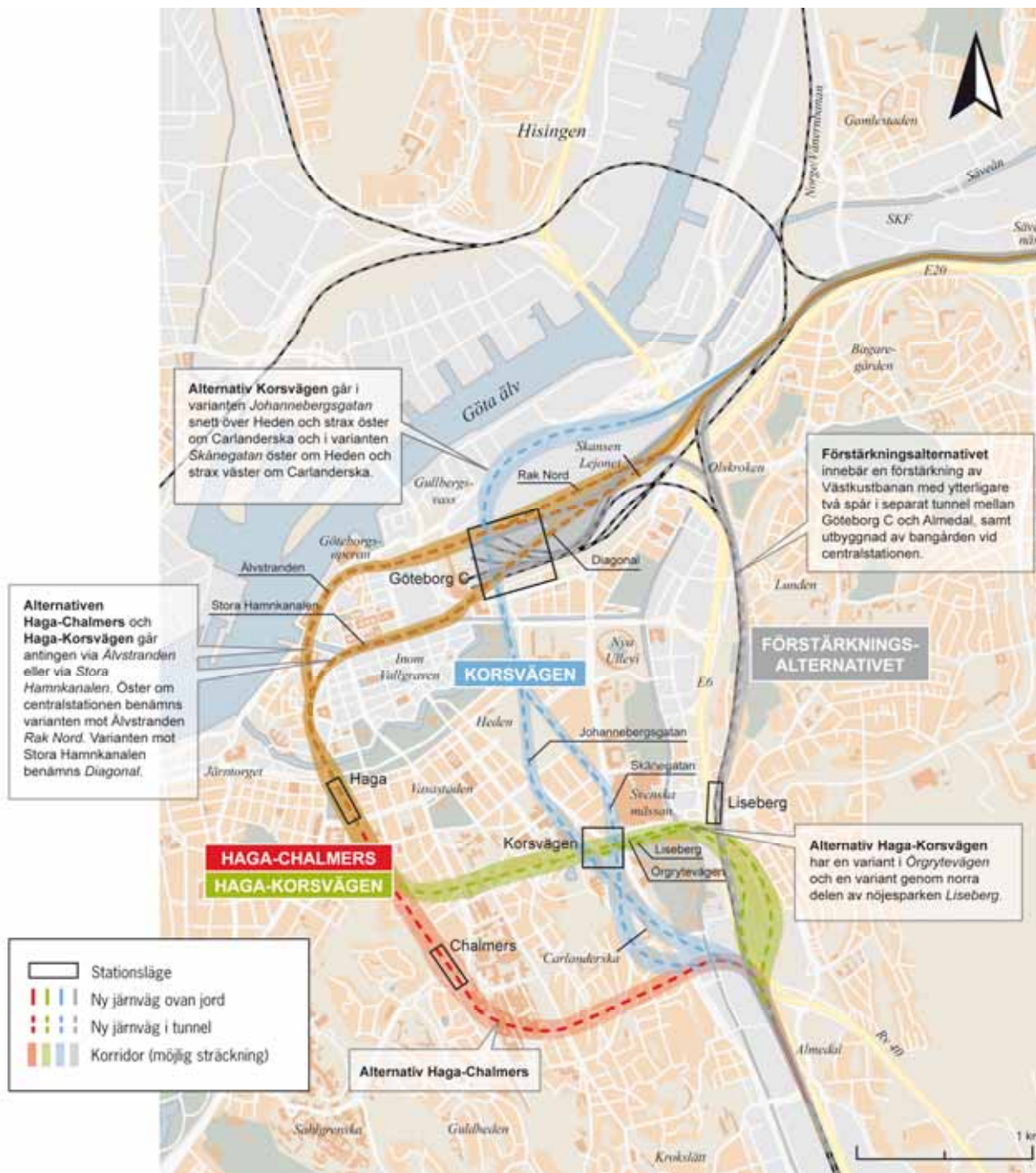
Sett över samtliga mål konstaterar vi måluppfyllnaden bli högst för alternativ Korsvägen följt av Förstärkningsalternativet. Lägst blir måluppfyllnaden för Nollalternativet med alternativ Haga-Chalmers och alternativ Haga-Korsvägen däremellan.

Figur 14 Samlad säkerhetsbedömning/jämförelse av Noll- och utredningsalternativ i järnvägsutredningen för Västlänken i form av "gråskala".

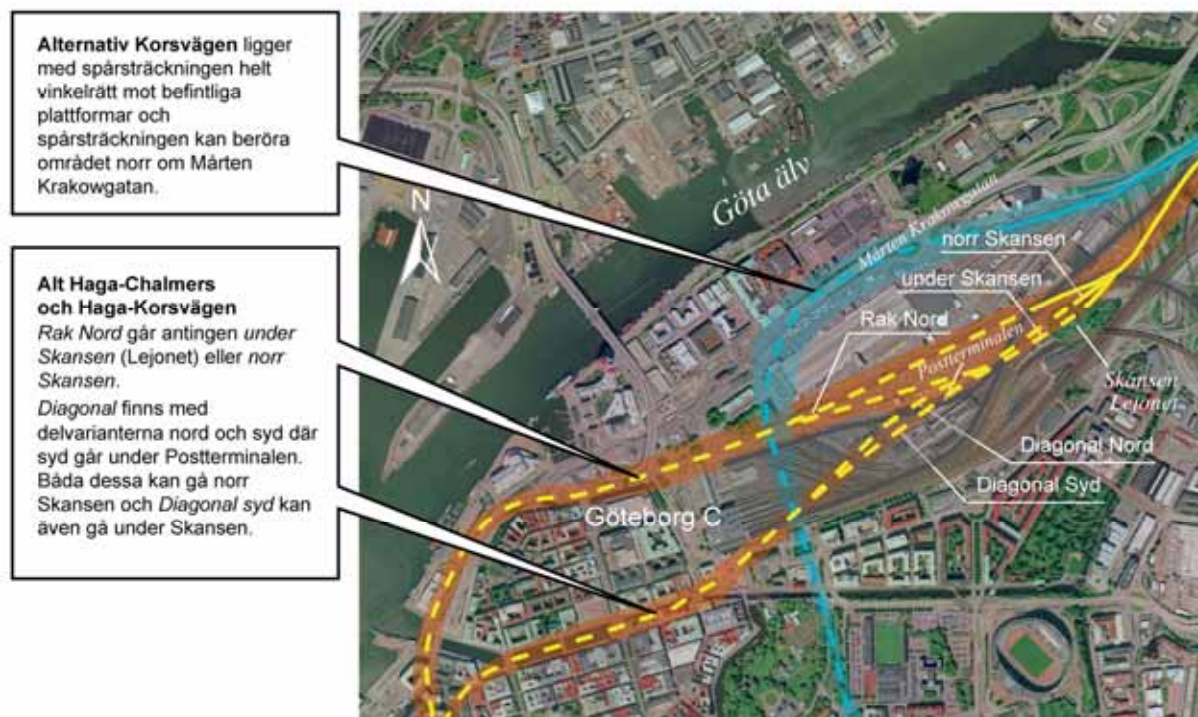
Mål	Nollalternativet	Haga-Korsv.	Haga-Chalmers	Korsv.	Förstärkningsalt.
God säkerhet för trafikanterna	3	4	4	4	5
Robust transportsystem	3	5	4	5	4
God säkerhet, omgivn. (bygg)	5	1	2	3	4
God säkerhet, omgivn. (drift)	3	5	5	5	3

# 1 Detta är Västlänken

## 1.1 Västlänkens utbyggnadsalternativ



## 1.2 Delvarianter vid centralstationen



## 1.3 Västlänken, bakgrund och syfte

Kapaciteten vid Göteborgs Central är maximalt utnyttjad. Järnvägsnätet i Västsverige behöver förstärkas för att regionen ska kunna utvecklas i gynnsam riktning och Göteborgs Central är navet i spårsystemet.

I en förstudie år 2002 presenterades Västlänken som en lösning på problemet. Västlänken är en tunnel för genomgående tågtrafik under centrala Göteborg. Med Västlänken kan nya stationer för pendeltågen byggas i staden så att fler resenärer kan nå sitt mål utan att behöva byta färdmedel.

Tre utbyggnadsalternativ med nya stationer studeras vidare i järnvägsutredningen samt ett förstärkningsalternativ. Västlänksalternativen benämns efter de nya stationslägena.

- Haga – Chalmers
- Haga – Korsvägen
- Korsvägen
- Förstärkningsalternativet

Utredningsalternativen jämförs med Nollalternativet, det vill säga att ingen utbyggnad sker.

Tågtunneln innehåller två spår för persontrafik. Godset körs via Gårdatunneln, i princip som i dag. Den nya tunneln går i berg på vissa sträckor och som betongtunnel i jord på andra.

## 2 Så har säkerhetsgruppen arbetat

Säkerhetsarbetet i Västlänken syftar till att åstadkomma en anläggning som uppfyller höga säkerhetskrav under drift, men också under byggandet. En jämförelse med avseende på säkerhet görs mellan olika utredningsalternativ. Krav på robusthet i ett vidare perspektiv ska också beaktas

Arbetet har bedrivits av en konsultgrupp under ledning av Banverket, med syftet att beskriva dels de effekter (risker) som en utbyggnad av Västlänken kan medföra, dels vilka åtgärder som bör vidtas för att säkerhet och robusthet ska bli en integrerad del i de utbyggnadsalternativ som omfattas av järnvägsutredningen.

Utredningsuppdraget kräver en både bred och djup kompetens inom det mångfasetterade området risk och sårbarhet. Av detta skäl består konsultgruppen för Säkerhet och robusthet av flera olika kompetenser från flera olika företag. Det löpande arbetet har letts av Swepro, som ansvarar för uppdraget som helhet gentemot beställaren Banverket.

Samråd med berörda intressenter och myndigheter är en viktig del i utredningsarbetet. Detta har därför skett regelbundet i en särskild samrådsgrupp benämnd ”Samrådsgrupp Säkerhet”, där representanter från Räddningsverket, Länsstyrelsen, Stadsbyggnadskontoret, Räddningstjänsten och Järnvägsstyrelsen har medverkat.

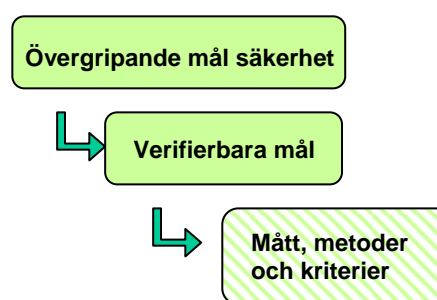
## 3 Mål för säkerhet och robusthet

### 3.1 Om risk, sårbarhet och robusthet

Sårbarhet handlar om att uppvisa en känslighet för störningar av olika slag, vilka beskrivs av olika risker. Stora risker innebär störningar som med stor sannolikhet kan inträffa, och/eller som får stora konsekvenser om de inträffar. Starkt förenklat kan vi alltså minska sårbarheten i ett system genom att vidta åtgärder som antingen inriktas på att undvika att störningen inträffar eller som fokuserar på att mildra en eventuell störnings konsekvenser.

Ett annat sätt att uttrycka det på är att vi genom olika åtgärder ökar *robustheten* i systemet. Om sårbarhet definieras som en mottaglighet eller känslighet för störningar, så är robusthet helt enkelt dess motsats och definieras som förmåga att *motstå* störningar.

Under utredningsarbetet i projekt Västlänken har vi formulerat preliminära övergripande mål som sedan har utvecklats och preciserats. Vidare har vi konkretiserat begreppen och tagit fram lämpliga mått för att mäta måloppfyllelse. Detta illustreras i Figur 15.



Figur 15 Arbetet med mål i Västlänken

### 3.2 Mål för Västlänken

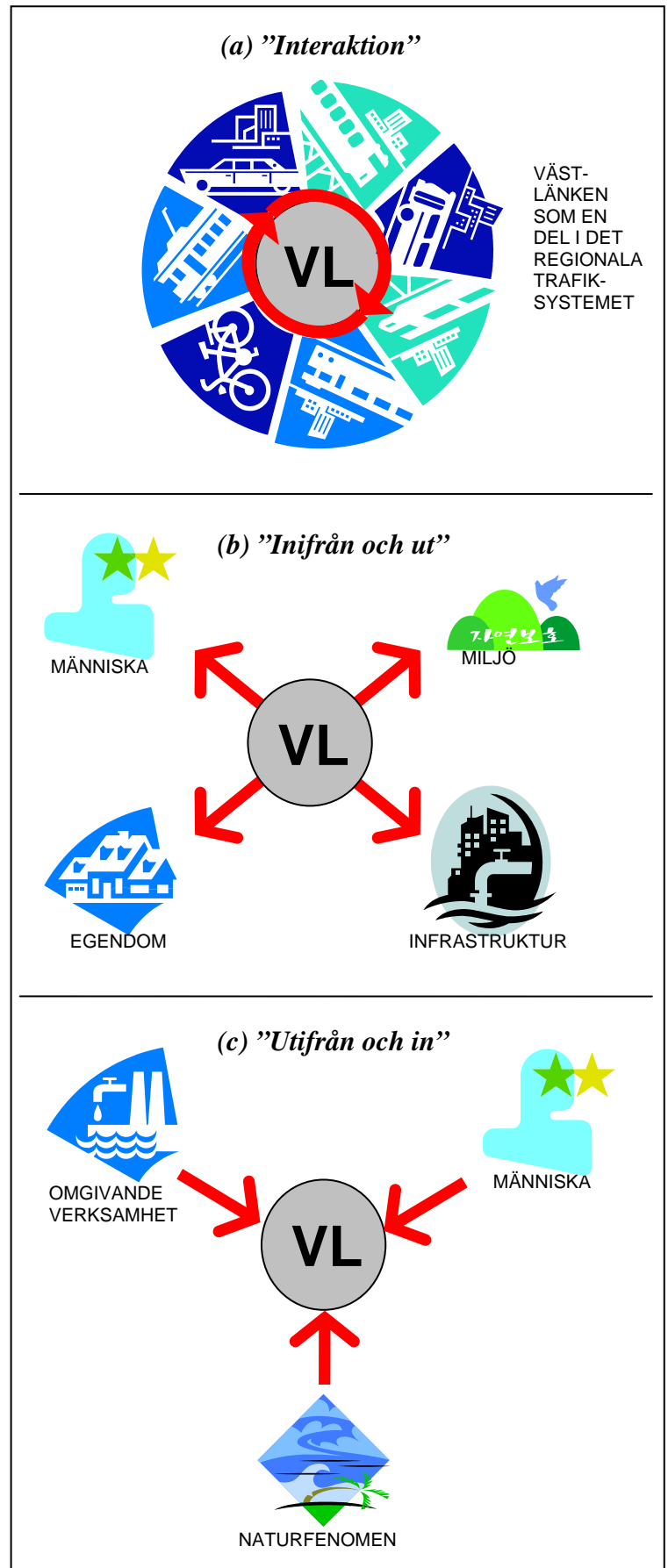
Västlänken ska inte påverka sin omgivning negativt och ska vara tekniskt tillförlitlig och säker för den som använder Västlänken. Dessutom ska eventuella avbrott i trafiksystemet när Västlänken har tagits i drift vara hanterbara. Detta har vi valt att uttrycka i form av tre perspektiv på risk- och sårbarhetsfrågor (se Figur 16):

- ”Interaktion” = hur fungerar Västlänken som transportlänk i regionen?
- ”Inifrån och ut” = hur påverkar Västlänken sin omgivning?
- ”Utifrån och in” = hur påverkas Västlänken av sin omgivning?

Interaktionsperspektivet (a) innebär att vi lyfter blicken lite högre och studerar systemet som helhet, medan perspektiven (b) och (c) kan beskrivas som en sårbarhetsanalys av Västlänken som sådan. Ett av Västlänkens syften är att öka tillgängligheten och tillförlitligheten i regionen genom att bland annat avlasta andra delar av transportsystemet som idag är överbelastade. Perspektiv (a) blir då ett sätt att beskriva hur stor denna ”robusthetsvinst” blir för de olika korridoralternativen, jämfört både sinsemellan och framför allt med Nollalternativet. Västlänken kan därmed benämnas som ett robusthetsprojekt i sig, och det vi egentligen genomför i Interaktionsperspektivet är en ”robusthetsanalys”.

Målen som vi har ställt upp för Västlänken är kopplade till dessa tre perspektiv. Dessa mål är i sin tur utgångspunkten för vårt utredningsarbete. I Figur 17 tabelleras de strategiska målen med tillhörande resultatbeskrivningar och resultatmått. De senare utgör även metoder för målverifiering, vilka är av tre olika typer:

- Kvantitativa metoder som resulterar i *mätbara* storheter;
- Kvalitativa metoder som bygger på *bedömningar*;
- Tillvägagångssätt, vilket innebär att vi *försäkrar oss om* att något inte missas i utredningen.



Figur 16 Våra tre sårbarhetsperspektiv a, b och c



Figur 17 Mål för Västlänken – en överblick

STRATEGISKA MÅL	Skede & perspektiv						RESULTATBESKRIVNING	RESULTATMÅTT	ALT. VÄRDERING	
	Bygg			Drift					Jmf. UA/UA	Abs. krav
	a	b	c	a	b	c				
<b>Västlänken ska...</b>										
A. ...minska <u>kollektivtrafiksystemets sårbarhet</u> i ett regionalt och interregionalt perspektiv.	+			+			Konsekvenserna av ett representativt urval av olycks- och tillbudsscenarioer i någon del av trafiksystemet genom Göteborg ska begränsas genom att omfördelning och/eller omledning av trafik blir möjlig. Systemet med Västlänken ska om möjligt redovisa lägre störningskänslighet än 0-alternativet och kunna tillgodose transportbehovet både på kort och lång sikt.	<b>Kvantitativt</b> Restider Färdmedelsfördelning Antal bytespunkter/resalternativ Kapacitetsmarginal Störningsfrekvenser	+	
B. ...byggas, utformas och användas så att <u>skaderisker för människor, egendom och miljö i Västlänken och dess omgivning</u> minimeras		+	+		+	+	Minsta exponering mot skyddsobjekt ska eftersträvas.	<b>Kvalitativt</b> Avstånd till och påverkan från/på riskobjekt/skyddsobjekt: människor, byggnader, infrastruktur	+	
							Största möjliga trygghet för resenärer ska eftersträvas.	<b>Tillvägagångssätt</b> Checklista över trygghetsfrämjande aspekter som ska uppfyllas och funktioner som ska tillgodoses tas fram i samarbete med Gestaltning	(+)	
							Metoder för byggande ska föreslås och kostnadsberäknas ur ett säkerhetsperspektiv. Föreslagna metoder ska ge möjlighet för noggrant förfarande, styrning och uppföljning.	<b>Tillvägagångssätt</b> Granska, kommentera och komplettera Teknikkonsultens förslag, t.ex. med kostnader för nödvändiga säkerhetsanordningar	(+)	
C. ...erbjuda ett <u>säkert sätt att resa för de trafikanter</u> som väljer att färdas i Västlänken.					+	+	Personsäkerheten ska i Västlänken vara lika hög som, eller högre än, i jämförbara infrastrukturer i Sverige.	<b>Kvantitativt</b> BVH's acceptkriterier för tunnlars ska uppfyllas		+
								<b>Kvalitativt</b> En kvalitativ jämförelse av Västlänkens stationer med stationerna vid Liseberg och Arlanda Norra		+
							Största möjliga säkerhet och tillgänglighet för funktionshindrade ska eftersträvas.	<b>Tillvägagångssätt</b> Dessa aspekter inkluderas i checklistan för trygghet (se mål B)	(+)	

I de sista kolumnerna i måltabellen anges hur respektive mål kan användas i värderingen av utredningsalternativen. Vissa av målen är alternativskiljande (både mellan utredningsalternativ och mot Nollalternativet) medan andra är absoluta krav för säkerhet som ska uppfyllas oavsett vilket utredningsalternativ som betraktas.

Det ska nämnas att absoluta krav kan bli alternativskiljande i kostnadsavseende, om olika utredningsalternativ kräver olika investeringsnivåer för att uppfylla uppställda krav. Det samma gäller mål med skrivningen att till exempel "största möjliga trygghet eftersträvas", eftersom uppställda kriterier kan uppfyllas i olika stor utsträckning, till olika stora kostnader, för olika utredningsalternativ. Detta har markerats som (+) i Figur 17.

Beträffande Mål C, där personsäkerheten i Västlänken ställs mot densamma andra jämförbara infrastrukturer i Sverige, avses järnvägssystemet. I en övergripande jämförelse av säkerheten på järnväg kontra väg så är tåg generellt ett säkrare transportmedel än bil; det rör sig om i storleksordningen en faktor 5-25, beroende på hur statistiken behandlas. Den förväntade förändringen i färdmedelsfördelning mellan bil och tåg hanteras i Trafikkonsultens prognoser och den förväntade trafiksäkerhets-effekten av en eventuell överflyttning av resor från bil till tåg ingår som en faktor i den samhällsekonomiska kalkylen.

Slutligen vill vi påpeka att vårt arbete utgår från förutsättningen att Västlänken endast kommer att trafikeras av persontåg. Endast vid totalstopp i Gårdatunneln (vilket statistiskt sett inträffar var 20:e år) kan det efter samråd med berörda myndigheter vara aktuellt med godstrafik i Västlänken. Detta efter beslut av Banverket, grundat på en separat utredning om huruvida godstrafik ska tillåtas i tunneln (Bilaga 1).

## 4 Trafiksystemets sårbarhet (Mål A)

### 4.1 Minsta möjliga trafikstörningar under byggskedet

Enligt figuren över våra tre sårbarhetsperspektiv och måltabellen i föregående kapitel handlar Mål A om Västlänken i ett större interaktivt sammanhang, som transportlänk i regionen. Under byggskedet är ju inte Västlänken en del av trafiksystemet ännu. Målet är dock fortfarande relevant, i det att vi under tiden som Västlänken byggs fortfarande ska kunna resa och förflytta oss i Göteborg, på ett säkert och inte alltför omständligt sätt. Trafik i byggskedet hanteras dels genom övergripande analys av möjliga trafikomläggningar etc., dels genom djupanalys av ett antal särskilt utsatta konfliktpunkter, och redovisas närmare i underlagsrapport *Byggskedet*.

### 4.2 Robust transportsystem i Göteborgsregionen

#### Olycksscenarier

Enligt Mål A ska Västlänken minska kollektivtrafiksystemets sårbarhet i ett regionalt och interregionalt perspektiv. Därför har vi genomfört en robusthetsanalys i trafikprognosmodellsystemet VISUM, för att studera Västlänkens roll och funktion som transportlänk i regionen. Syftet med analysen är att illustrera hur avbrott i kollektivtrafiken påverkar resandet i systemet, med respektive utan Västlänken. Effekterna redovisas i termer av restidsuppföring samt antal byten på dygnsnivå och hur dessa skiljer sig åt, främst mellan Nollalternativet och utredningsalternativen men också mellan olika utredningsalternativ.

Under en övning i Samrådsgrupp Säkerhet diskuterades olika händelser som kan påverka transportfunktionen på systemnivå och vi försökte göra oss en bild av hur denna påverkan kan te sig. Därefter formulerades, i samråd med Banverket och Trafikkonsulten, ett antal olika scenarier som innebär att olika delar av kollektivtrafiksystemet blir helt otillgängligt:

S1: Stopp för spårvagnar orsakat av strömavbrott vid Brunnsparken

Spårvagnsresenärerna får gå av och byta/gå enligt följande:

- från Torp/Mölndal vid Valand
- västerifrån vid Domkyrkan
- österifrån vid Drottningtorget
- Hisingslinjerna vid Nordstaden

S2: Stora förseningar i busstrafiken på grund av köer i Tingstadstunneln

Alla bussar på sträckan Brunnsbo-Hjalmar Brantingsplatsen får stora restidsökningar, som även fortplantar sig i systemet med en viss restidsökning på angränsande länkar.

S3: Stopp för fjärrtågstrafiken i Gårdatunneln

I de tre utredningsalternativen stängs *gamla* Gårdatunneln och i Förstärkningsalternativet stängs *nya* Gårdatunneln. Fjärrtågspassagerarna får byta i Kungsbacka, Borås eller på Göteborgs Central och ta pendeltåget en sträcka istället.

I Nollalternativet kommer inte tågtrafiken alls fram till/förbi centrala Göteborg, utan samtliga tågresenärer får gå av och byta enligt följande:

- Fjärrtåg söderifrån i Kungsbacka
- Pendeltåg söderifrån i Mölndal
- Fjärrtåg från sydost i Borås
- Pendeltåg från sydost i Mölnlycke
- Alla tåg norrifrån i sacken vid Gbg C

För respektive störningsscenario redovisas resulterande restidsförändringar samt antal byten per dygn i Nollalternativet, de tre Västlänksalternativen samt Förstärkningsalternativet (se Figur 18 till Figur 20). Analys och redovisning görs på övergripande systemnivå. I Bilaga 9 presenteras ytterligare information på mer detaljerad nivå, i form av en rad matriser som visar förändringen i total restid mellan *olika zoner* i Göteborgs trafiksystem.

Vi har antagit att det totala antalet kollektivtrafikresenärer inte förändras. Med andra ord har vi analyserat hur de resenärer som redan väljer att resa kollektivt skulle påverkas om det sker en störning.

Figur 18 S1: Spårvagnsstopp – förändring i restid [h/dygn] i kollektivtrafiksystemet jämfört med normalläget utan störning. Inom parentes anges förändringen i utredningsalternativen med Nollalternativet som bas.

Restidskomponent	Nollalternativet	Haga-Korsv.	Haga-Chalmers	Korsvägen	Förstärkningsalt.
Initial väntetid	+1037,6	+809,0	+732,5	+999,8	+1170,3
Åktid	+50,7	-910,7	-1040,7	-677,8	-182,2
Bytestid	+1253,6	+1346,5	+1698,7	+408,1	+875,7
Gångtid vid byte	+4934,0	+4712,0	+4643,6	+4937,5	+4821,1
<b>Total restid</b>	<b>+7276,0</b>	<b>+5956,8</b> (82%)	<b>+6034,0</b> (83%)	<b>+5667,6</b> (78%)	<b>+6684,9</b> (92%)
<b>Antal byten [st/dygn]</b>	<b>+17004</b>	<b>+13063</b> (77%)	<b>+13203</b> (78%)	<b>+12159</b> (72%)	<b>+15884</b> (93%)

Figur 19 S2: Buszförseningar – förändring i restid [h/dygn] i kollektivtrafiksystemet jämfört med normalläget utan störning. Inom parentes anges förändringen i utredningsalternativen med Nollalternativet som bas.

Restidskomponent	Nollalternativet	Haga-Korsv.	Haga-Chalmers	Korsvägen	Förstärkningsalt.
Initial väntetid	+42,9	+133,3	+144,6	+107,1	+85,0
Åktid	2874,1	+2944,0	+2858,9	+2929,3	+2951,9
Bytestid	+440,1	+67,3	+230,4	+139,8	+69,7
Gångtid vid byte	+144,5	+9,6	+86,4	+32,2	+149,7
<b>Total restid</b>	<b>+3501,6</b>	<b>+3154,2</b> (90%)	<b>+3320,3</b> (95%)	<b>+3208,3</b> (92%)	<b>+3256,2</b> (93%)
<b>Antal byten [st/dygn]</b>	<b>+3054</b>	<b>+1401</b> (46%)	<b>+1156</b> (38%)	<b>+939</b> (31%)	<b>+626</b> (20%)

Figur 20 S3: Tunnelstopp – förändring i restid [h/dygn] i kollektivtrafiksystemet jämfört med normalläget utan störning. Inom parentes anges förändringen i utredningsalternativen med Nollalternativet som bas.

Restidskomponent	Nollalternativet	Haga-Korsv.	Haga-Chalmers	Korsvägen	Förstärkningsalt.
Initial väntetid	-458,0	+265,9	+216,9	+298,4	+416,8
Åktid	+8522,7	+818,4	+872,3	+614,3	+766,3
Bytestid	+3457,9	+340,6	+261,6	+412,1	+536,2
Gångtid vid byte	-905,9	+62,6	+182,8	+35,6	-2,5
<b>Total restid</b>	<b>+10616,7</b>	<b>+1487,6</b> (14%)	<b>+1533,6</b> (14%)	<b>+1360,4</b> (13%)	<b>+1716,6</b> (16%)
<b>Antal byten [st/dygn]</b>	<b>+28315</b>	<b>+1824</b> (6%)	<b>+1655</b> (6%)	<b>+2579</b> (9%)	<b>+1303</b> (5%)

Enligt resultatbeskrivningen för Mål A i Figur 17 ska Västlänken medföra att konsekvenserna av en störning i kollektivtrafiksystemet begränsas, och ett system med Västlänken ska redovisa lägre störningskänslighet än Nollalternativet. Ökningen i total restid samt antalet byten är större för Nollalternativet än för utredningsalternativen i samtliga störningsscenarioer som vi har studerat. Västlänken, liksom Förstärkningsalternativet, ger således ett mindre störningskänsligt system i enlighet med målet.

Skillnaden gentemot Nollalternativet är som väntat störst i scenariot med stopp i Gårdatunneln, och minst i scenariot med stora buszförseningar. I båda dessa scenarier är skillnaden de olika utredningsalternativen emellan relativt liten. Störst spridning bland utredningsalternativen får vi i scenariot med stopp för spårvagnarna i Brunnsparken. Där är i gengäld inte skillnaden mot Nollalternativet lika stor.

Bakom alla modellkörningar ligger en rad antaganden och konstruerade samband som innebär att resultaten är behäftade med olika typer av osäkerheter. Detta är dock av underordnad betydelse i analyser som denna, som främst är till för att jämföra Nollalternativet, de tre Västlänksalternativen och Förstärkningsalternativet med varandra. Syftet inte således inte att mäta konsekvenserna av de studerade störningarna i absoluta tal. Därför har vi rangordnat utredningsalternativen med avseende på total restidsökning samt ökat antal byten i respektive scenario (se Figur 21). Dessa ”poäng” har sedan summerats och ju högre totalpoängen blir, desto högre är störningskänsligheten i det aktuella alternativet.

Sammantaget visar analysen att samtliga utredningsalternativ är bättre än Nollalternativet ur robusthetssynpunkt. Alternativ Korsvägen är bäst, följt av alternativ Haga-Korsvägen och alternativ Haga-Chalmers samt Förstärkningsalternativet.

#### Långsiktig robusthet

De restidsförluster som simuleringen av olycks-scenarier resulterar i beskriver omedelbara effekter i ett relativt kort perspektiv. Ett annat mått som ger en uppfattning om hur väl systemet kan klara av en störning är antalet bytespunkter och resmöjligheter som står till buds, under antagandet att ett bredare utbud är en robusthetsfaktor i sig. Detta ingår i trafikanalysen, som har till uppgift att studera bland annat knutpunkter och bytesmöjligheter i systemet.

Ett robust transportsystem innebär också att transportbehovet ska kunna tillgodoses på längre sikt. Detta ingår i en rad olika underlagsrapporter (bland annat *Trafikering och resanalys*, *Stationslägen och stadsutveckling*, *Kapacitet*) kopplat till dels kapacitet i trafikeringsuppläget för själva Västlänken, dels antalet spår i säcken på Gbg C och möjligheterna för framtida utbyggnad från två till fyra spår på övriga stationer. Dessutom undersöks om de olika alternativen kan byggas ut mot Hisingen i norr och Askim i söder.

Figur 21 Rangordning av utredningsalternativen med hänsyn till total restidsökning och ökat antal byten i de olika störningsscenarioerna; ju högre ”poäng”, desto högre störningskänslighet.

Faktor	Scen.	Nollalternativet	Haga-Korsvägen	Haga-Chalmers	Korsvägen	Förstärkningsalt.
Restidsökning	S1	5	2	3	1	4
	S2	5	1	4	2	3
	S3	5	2	3	1	4
Summa		15	5	10	4	11
Ökat antal byten	S1	5	2	3	1	4
	S2	5	4	3	2	1
	S3	5	3	2	4	1
Summa		15	9	8	7	6
TOTALT		30	14	18	11	18

### Drift- och underhållsaspekter

En viktig aspekt av robusthet är att man ska kunna upprätthålla transportfunktionen i själva Västlänken vid olika mindre störningar – orsakade av såväl olyckor som vardagliga drift- och underhållsrelaterade incidenter. En riskanalys av akut underhåll (genomförd i form av en gruppövning med representanter för trafik, drift, underhåll och teknik inom Västra banregionen) visar att Västlänken skulle vara under reparation ca 240 timmar årligen, på ett eller två spår. Med vidtagande av olika åtgärder kan denna ”störningstid” minska till ca 89 timmar per år. Till detta kommer sedan förebyggande underhåll/åtgärder, utbyten samt besiktningar – insatser som bör utföras nattetid, för att minimera störningen för trafiken och öka tillgängligheten i Västlänken.

En närmare redovisning av riskanalysen, möjliga åtgärder för att minska/eliminera olika risker samt tillhörande kostnader, redovisas i en bilaga till underlagsrapport *Teknik*.

För att bibehålla trafiken så lång det är möjligt i händelse av tillbud av något slag kommer Västlänken förses med ett antal krysstationer (övergångsväxlar), som medger vändning av tåg och enkelspårsdrift på olika sträckor. En simuleringsstudie i programmet Open Track visar hur detta kan te sig för olika växelplaceringar, samt hur stora förseningarna blir. Scenariet som användes var ett ”rälsbrott” på uppspåret mellan Almedal och Haga, vilket tvingar uppgående tåg att använda nedspåret mellan växlarna:

#### Enkelspårsdrift förbi Chalmers och Haga

Övergångsväxlar mellan Gbg C och Haga samt väster om Almedal; tågen drabbas av förseningar på 2-25 min.

#### Enkelspårsdrift förbi Chalmers, Haga & Gbg C

Övergångsväxlar omedelbart öster om plattformarna på Gbg C och väster om Almedal; tågen drabbas av förseningar på 5-40 min.

#### Enkelspårsdrift bara förbi Chalmers

Övergångsväxlar omedelbart norr om plattformen på Chalmers och väster om Almedal; tågen drabbas av förseningar på 2-7 min.

Utöver detta gjordes även simuleringar för att undersöka hur tågtrafiken påverkas om båda spåren i Västlänken skulle vara ofarbara på en

delsträcka, exempelvis på grund av brand, översvämning, kollision eller liknande. En mer detaljerad redovisning av simuleringsanalyserna, dess resultat och slutsatser, ingår i underlagsrapport *Kapacitet*.

## 5 Omgivningens säkerhet (Mål B)

### 5.1 Minsta möjliga påverkan på omgivningen under byggskedet

#### Exponering

Säkerhetsgruppen har haft som en uppgift att bedöma hur människor, miljö, egendom och infrastruktur (så kallade skyddsobjekt) längs Västlänkens olika utredningsalternativ samt Förstärkningsalternativet eventuellt kan påverkas under byggtiden om det sker plötsliga oönskade händelser. Händelser som inte betraktas som plötsliga ingår i andra delar av järnvägsutredningen. Identifiering av skyddsobjekt, oönskade händelser samt deras konsekvenser etc. har skett bland annat i form av två MIR-övningar (Modul för Identifiering av Risker; se Bilaga 2).

Metodiken som vi använder har tagits fram specifikt i projekt Västlänken och går ut på att jämföra och rangordna respektive typ av skyddsobjekt för de olika utredningsalternativen. Detta har vi gjort genom att med GIS-programvara (Geografiskt Informationssystem) analysera geografiska data och beräkna skyddsobjektens så kallade exponeringstal. Detta är ett grovt mått på den risk som byggandet av Västlänken påför omgivningen och beaktar både sannolikhet och konsekvens, enligt resonemanget nedan.

Skyddsobjektens riskexponering beror i huvudsak på avståndet till det aktuella skyddsobjektet. Vidare omfattar exponeringstalet en variabel som är en kvantifiering av själva skyddsobjektet (så som bostädens yta eller antalet större rörledningar som riskerar att påverkas) vilket benämns skyddsobjektstal. Detta ger ett mått på konsekvensens storlek, i termer av "hur mycket". Slutligen varierar effekten beroende på vilken byggmetod som används på den aktuella sträckan (vilket i sin tur beror främst på de rådande geologiska och hydrogeologiska förutsättningarna). Byggmetodens "vidlyftighet" kan då sägas beskriva sannolikheten för att problem kan uppstå.

En av de största riskerna under byggandet av Västlänken är att byggarbetsplatsen ligger i ett

område med mycket folk i rörelse. Vissa utredningsalternativ kan i detta avseende innebära en större exponering än andra, vilket hanteras genom att vi även bedömer varje utredningsalternativ med hänsyn till en faktor benämnd "folk i rörelse".

För respektive typ av skyddsobjekt och summerat för respektive utredningsalternativ beräknas exponeringstalet enligt följande principiella ekvation (den matematiska formuleringen samt de värden som använts framgår av Bilaga 2):

$$\text{Exponeringstal} = \text{Skyddsobjektstal} \times \text{Avståndsvärde} \times \text{Byggmetodsvärde}$$

Eftersom beräkningen bygger på olika uppgifter för olika typer av skyddsobjekt är inte själva exponeringstalet jämförbart mellan olika typer av skyddsobjekt, utan endast mellan olika utredningsalternativ. Exponeringstalet används sedan för att rangordna utredningsalternativen (se Figur 22) avseende olika typer av skyddsobjekt. Ju högre rang, desto större är riskexponeringen för det aktuella skyddsobjektet. Rangerna summeras sedan till ett övergripande värde som kan användas för att jämföra olika alternativ med varandra med avseende på omgivningens säkerhet.

Metodiken som vi har använt är neutral, vilket innebär att vi har inte gjort någon viktning av de olika skyddsobjektens bidrag till rangordningen. Detta förfarande har vi valt för att få en så objektiv bedömning som möjligt av hur en rad skyddsobjekt exponeras för projekt Västlänken i byggskedet. I vissa lägen kan det dock vara intressant att studera hur något eller några enskilda skyddsobjekt påverkas. I tabellen i Figur 22 redovisar vi därför rangordningen för varje skyddsobjektstyp för de olika utredningsalternativen.

Metodiken gör inte anspråk på att vara heltäckande. Ytterligare skyddsobjektstyper kan därför i vissa fall vara relevanta för hur projekt Västlänken exponerar omgivningen. Analyserade skyddsobjektstyper bör dock täcka in en stor del av den exponerade omgivningen.

Den korridor som har använts vid bedömning av olika skyddsobjektstal för respektive utredningsalternativ visas på karta i Bilaga 2.

Enligt Figur 22 är Förstärkningsalternativet det nybyggnadsalternativ som ger minsta möjliga riskexponering på omgivningen under byggskedet medan alternativ Haga-Korsvägen via Stora Hamnkanalen är det alternativ som ger störst potentiell påverkan. Detta gäller om man ser till samtliga analyserade skyddsobjekt.

Nollalternativet är självfallet det alternativ som exponerar omgivningen minst i byggskedet, eftersom några byggnationer inte är planerade längs befintlig bana.

#### Riskreducerande åtgärder

Vi har studerat och kommenterat de byggmetoder som föreslås för Västlänken inom den tekniska projekteringen. Dessa delar med tillhörande kostnadsberäkningar redovisas i underlagsrapporterna *Teknik* (med bilagor) samt *Kalkyl och byggtid*. Vi konstaterar att de metoder och åtgärder som föreslås beaktar de viktigaste säkerhetsriskerna.

## 5.2 Mycket liten påverkan på omgivningen under driftskedet

### Exponering

När det gäller utredningsalternativens påverkan på omgivningen i driftskedet konstaterade vi vid MIR-övningarna att sannolikheten för kollaps av konstruktion är marginell vilket innebär att järnvägen endast direkt exponerar omgivningen där banan går i dagen. Olyckshändelser utanför tunneln som kan påverka både järnvägen och dess omgivning bedömdes i MIR-övningen vara brand, ras och skred vid tunnelymningar, urspårning, personpåkörning, kemikalieutsläpp samt explosioner.

Figur 22 Rangordning av utredningsalternativen i järnvägsutredningen för Västlänken med avseende på omgivningens säkerhet i byggskedet

Skyddsobjekt	Haga-Chalmers (Älvstr)	Haga-Chalmers (St Hamnk)	Haga-Korsv. (Älvstr)	Haga-Korsv. (St Hamnk)	Korsv. (Johannebergsg.)	Korsv. (Skånegatan)	Förstärkn. alt.
Boende	3	5	4	6	2	7	1
Dagbefolkning	4	6	5	7	2	3	1
Parkmark & trädtrader	3	2	7	6	5	4	1
Byggnader	4	6	5	7	2	3	1
Fornlämningar, yta	4	6	5	7	2	3	1
Fornlämningar, punkter	3	3	5	5	2	1	7
Folk i rörelse	2	3	5	7	5	3	1
Vattenleder, kanaler	4	6	4	6	2	2	1
Infrastruktur	5	4	7	6	2	2	1
<b>SUMMA</b>	<b>32</b>	<b>41</b>	<b>47</b>	<b>57</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>15</b>
<b>TOTAL RANGORDNING</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>



För alla tre Västlänksalternativ går större delen av sträckan i tunnel och delen utanför tunneln är i stort sett densamma. Sträckan Sävenäs – Olskroken, brovarianten, går i öppen dag, vilket innebär viss exponering för omgivningen jämfört med de delar som går i tunnel. Längs sträckan förekommer dock relativt få skyddsobjekt, vilket medför en begränsad exponering på grund av banan.

Förstärkningsalternativet innebär att en ny tunnel byggs för fjärrtåg och godstrafik och att övrig persontrafik sker i den befintliga Gårdatunneln. Den nya tunneln kommer att ligga något längre öster ut och beröra några hus vid Örgryte. Det korta avståndet mellan den nya banan och befintlig bebyggelse kan komma att kräva inköp och avveckling av aktuella byggnader så att tillräckligt skyddsavstånd till järnvägen skapas.

En skadehändelse som är viktig att poängtera är översvämning. Detta gäller såväl i byggskede som i driftskede. Denna risk bedöms framför allt öka på lång sikt beroende på eventuella klimatförändringar, men kan även uppstå på kort sikt i samband med kraftiga regn- och stormoväder.

#### Riskreducerande åtgärder

En av de viktigaste riskerna att hantera är översvämning med potentiella inflöden till tunnlar och kulvertar vilka kan orsaka stora skador på anläggningar under mark, i värsta fall också risker för människor i anläggningar under mark. Systemet i projekt Västlänken kommer att utformas med lämpliga barriärer och trösklar för att motverka detta scenario.

Urspåring och sammanstötning kan under extrema fall ge konsekvenser för omgivningen. Åtgärder bedöms sällan som kostnadsnyttiga men bör övervägas där spåret är nära känsliga objekt. Med skyddsvall, betongbarriär eller eventuellt urspåningsräl kan tåget förhindras att lämna banvallen.

I driftskedet innebär tågdriften normalt en liten risk för omgivningen men under onormala fall, vid reparation, ombyggnad eller underhållsarbete tillförs brännbara och kanske explosiva ämnen. Denna situation hanteras främst med krav och rutiner för arbetenas utförande.

#### Trygghetsaspekter

Säkerhet och trygghet är lätt att blanda ihop och för vissa människor och i vissa situationer innebär de kanske samma sak. Säkerhet kan beskrivas som att någon har kontroll över faror och brister i ett system medan trygghet innebär *en individuell känsla av att själv, tillsammans med andra, ha kontroll över olika faror, brister och funktioner i systemet i fråga.*

Arbetet med trygghetsaspekter i projekt Västlänken fokuserar främst på trygga och säkra hållplatser och terminaler med ett rumsligt perspektiv i fokus. Konkreta tekniska specifikationer och krav på detaljutformning för utrustning och inredning, samt operationella och organisatoriska rutiner för trafik huvudman etc. har därmed lämnats därefter i detta skede. Det är dock viktigt att utformningen av stationsentréer m.m. inte försvårar en trygg och säker hantering av framtida frågor som till exempel utformning av gator och platser som leder till stationen, underhåll och tillgänglighet för anslutande gång- och cykelbanor etc.

Krav och gestaltningsprinciper för att uppnå största möjliga trygghet, säkerhet och tillgänglighet presenteras i underlagsrapport *Gestaltningssprinciper*.

## 6 Trafikanternas säkerhet (Mål C)

Som en del av säkerhetsarbetet i projekt Västlänken har vi utfört riskanalyser och upprättat Säkerhetskoncept för driftskedet – tunnlar och stationer (Bilaga 8). Dessa två arbeten, inriktade på trafikanternas säkerhet, har utförts parallellt i en iterativ process för att i samtliga utredningsalternativ nå de mål som ställts upp för projektet.

En grundläggande förutsättning i arbetet med Västlänken har varit att inga godstransporter i normala fall ska trafikera tunnelsystemet. I Förstärkningsalternativet ska den nya tunneln i Gårda vara avsedd för fjärrtåg och godståg medan pendeltågstrafiken går i den gamla Gårdatunneln.

### 6.1 God säkerhet – riskaspekter

#### Inledning

Västlänken ska erbjuda ett säkert sätt att resa för de trafikanter som väljer att färdas i Västlänken. Banverkets ambitionsnivå för säkerhet i tunnlar ska hållas och säkerheten vid stationerna ska vara tillräckligt hög.

Vi har värderat risker i driftskedet för resande och tågpersonal i Västlänkens tunnlar och un-

dermarksstationer. Vi har även redovisat mindre skillnader i risk mellan de olika utredningsalternativen. Säkerhetsåtgärder som kan medföra stora kostnader för projektet har vi också identifierat.

Vid genomförd riskanalys och säkerhetsvärdering har vi tagit fram en olyckskatalog som presenteras i Figur 23. Denna innehåller tänkbara olyckshändelser i Västlänkens tunnlar och stationer och som kan leda till skador eller dödsfall för resande och tågpersonal.

Kvalitativa bedömningar av sannolikheter och konsekvenser finns redovisade för tunnelarna. För stationer utförs en relativ jämförelse av riskerna mellan Västlänkens station vid Göteborgs Central, Lisebergsstationen (nuläge) samt Arlanda Norra (en av Arlandabanans stationer). På stationerna har vi även fokuserat på brand- och utrymningsrisker, som har bedömts separat.

För mer ingående beskrivningar av arbetet som ligger bakom resultatet av säkerhetsvärderingen som redovisas här hänvisar vi till Bilaga 3.

#### Riskenivån i Västlänkens tunnlar

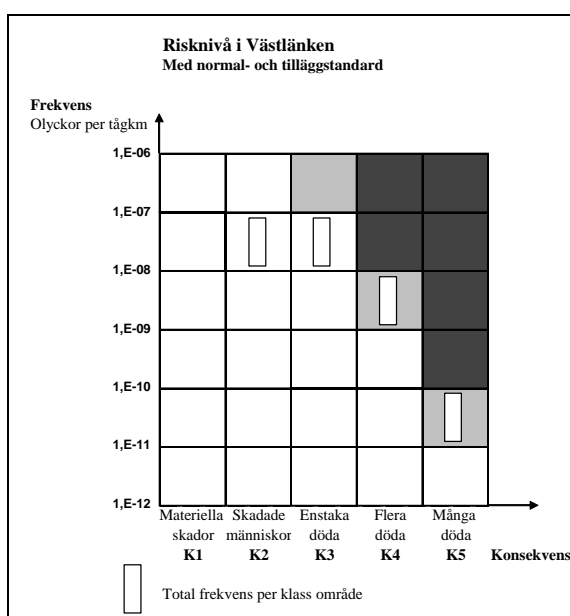
Om man inför normal- och tilläggstandard, systemkrav samt fordonskrav enligt vad som har antagits i järnvägsutredningen, kommer riskenivån i Västlänkens tunnlar att vara enligt matrisen i Figur 24.

<p><b>Brand</b> undermarksstation persontåg på station persontåg i tunnel installationer eller föremål i tunneln anslutningar till systemet godståg</p>	<p><b>Urspårning</b> persontåg godståg</p>	<p><b>Sammanstötning</b> persontåg och lätt föremål persontåg och tungt föremål godståg och lätt föremål godståg och tungt föremål</p>
<p><b>Utsläpp av giftiga eller hälsovådliga ämnen</b> station tunnel anslutningar till systemet</p>	<p><b>Explosion</b> station tunnel anslutningar till systemet</p>	<p><b>Personolyckor</b> person blir överkörd person faller person kläms</p>
<p><b>Personolyckor vid brott</b> personöverfall som leder till personskada rån som leder till personskada obehörigt beträdande av spår som leder till personskada</p>	<p><b>Övrigt</b> konstruktionskollaps vatteninträning ras och skred tappad last (godståg) elolyckor annat</p>	

Figur 23 Olyckskatalog framtagen vid riskanalys och säkerhetsvärdering i projekt Västlänken

Denna bedömning har vi gjort efter en genomgång av alla kända förutsättningar och beslut om utformning för Västlänken. Bedömningen baseras även på tidigare genomförda säkerhetsvärderingar som gjorts för liknande system (exempelvis Citybanan i Stockholm, Citytunneln i Malmö, Hallandsåstunneln och Nygårdstunneln).

I riskmatrisen representerar de rektangulära fälten en tidig bedömning av risknivån i Västlänken. Denna bedömning av risknivån för personsäkerheten, tillräckligt preciserad i det här skedet av projektet, visar att säkerheten minst kommer att hamna på tolerabel nivå.



Figur 24 Riskmatris för Västlänkens tunnlar

Koderna i figuren tolkas som följer:

#### Vitt fält =

ambitionsnivån är uppnådd. Säkerställ nivån genom kontinuerlig uppföljning av förändringar, incidenter och säkerhetsåtgärder.

#### Ljusgrått fält =

risknivån ligger i nivå med risken vid markspår. Värdera säkerhetshöjande åtgärder mot ytterligare förbättrad säkerhet.

#### Mörkgrått fält =

ambitionsnivån är ej uppnådd. Omvärdera koncept + säkerhetshöjande åtgärder.

För att kunna uppfylla detta krävs det att tunnelarna utformas med normalstandard enligt BVH 585.30 samt med följande viktiga tilläggstandard:

- Fordonskrav utifrån den kommande Europeanormen för tunnlar (SRT TSI), driftkategori B.
- Avstånd mellan utrymningsvägar 500 m. (Kortare avstånd kan bli aktuella med hänsyn till självräddningskravet)
- Gångbanans bredd 1,8 m i spårtunneln (två stycken)
- Detektorer för tjuvbroms och hjulfel utanför tunnelarna samt branddetektorer vid tekniska installationer i tunneln
- Extra belysning vid nödutgångar och i spårtunneln

I Förstärkningsalternativet behöver man rusta upp den befintliga Gårdatunneln så att den uppfyller samma säkerhetsnivå som tunnelarna i de övriga utredningsalternativen.

#### Alternativa tunnelkoncept

I järnvägsutredningen har vi redovisat en tunnelösning med dubbelspårstunnlar. Det är dock principiellt möjligt att i stället välja en lösning med två enkelspårstunnlar. Det finns skillnader i risk mellan enkelspårstunnlar och dubbelspårstunnlar men det finns också tekniska lösningar som begränsar riskerna till en acceptabel nivå. Det innebär att två parallella enkelspårstunnlar eller en dubbelspårstunnel med tillhörande service- och räddningstunnel är alternativa lösningar från säkerhetssynpunkt.

Två enkelspårstunnlar ger exempelvis möjligheten att utnyttja den ena tunneln som säker plats vid utrymning från den andra tunneln, i händelse av brandolycka. Man kan därmed spara in på extra servicetunnlar. Då måste dock de två tunnelarna separeras brandtekniskt. Med två separerade enkelspårstunnlar kan utrymningskonceptet bli enkelt, eftersom man kan utrymma från det ena tunnelröret in i det andra. Frågan om räddningstjänstens insats samt tillgänglighet för drift och underhåll blir dock mer komplicerad när detta arbete måste ske via en spårtunnel i stället för en separat körbar servicetunnel. Val av tunnelkoncept görs i järnvägsplaneskedet.

### Jämförelse av säkerhetsnivå i tunnel

Även om man med tekniska och organisatoriska åtgärder kan höja säkerheten till en acceptabel nivå kan man urskilja vissa skillnader i de olika utredningsalternativens riskbild. De olika tunnelsträckningarna kan således skiljas åt på vissa punkter, vilket vi redovisar i Figur 25 på nästa sida. Tabellen i Figur 25 visar med en sammanvägd bedömning hur trolig en potentiell skadehändelse är och hur stora konsekvenserna kan tänkas bli i de olika alternativa tunnel-systemen. Med andra ord: hur säker är tunneln i relation till en viss typ av skadehändelse? I bedömningen används alternativ Korsvägen som jämförelseobjekt.

Sammantaget bedömer vi att Förstärkningsalternativet har den högsta personsäkerheten i tunneln medan Nollalternativets tunnel har den lägsta.

I Nollalternativet samtrafikerar godståg och persontåg den befintliga Gårdatunnel, en tunnel med äldre standard och lägre säkerhetsnivå. I tunneln finns en undermarkstation som därmed inte uppfyller Västlänkens högre säkerhetskrav. Detta alternativ bedömer vi därför har den lägsta säkerhetsnivån i jämförelsen.

Bedömningarna för Förstärkningsalternativet avser enbart persontrafik i en Gårdatunnel som är uppgraderad till att uppfylla Västlänkens säkerhetsstandard. Den nya godstågstunneln som tillkommer i Förstärkningsalternativet ingår inte i jämförelsen.

Skillnaderna i säkerhetsbedömningen mellan alternativ Korsvägen, alternativ Haga-Korsvägen och alternativ Haga-Chalmers beror huvudsakligen på att Korsvägen har färre stationer och kortare tunnel. Detta gäller även Förstärkningsalternativet där Gårdatunneln endast är 2,2 km lång jämfört med Korsvägen, som är ungefär 4 km lång och dessutom har en mer komplex spårlinje.

Risken för skred och ras samt vatteninträning är större för de utredningsalternativ som ligger i närheten av Göta älv. Andra områden som har förhöjda risker för skred, ras och vatteninträng-

ning är tunnlar som ligger i närheten av eller korsar kanaler och Mölndalsån.

### Säkerhetsnivå på Västlänkens stationer

Personsäkerheten på stationerna fordrar att det i tillräcklig omfattning finns trappor, rulltrappor, slussar och brandgasventilation vid varje plattform, men också att det finns en organisation som har en handlingsplan och resurser för att hantera olyckor och incidenter. Vidare är det av stor vikt att organisationen och de tekniska åtgärderna utformas så att de ger korta reaktions- och beslutstider vid en olycka. De tekniska installationerna som föreslås i Västlänkens stationer beskrivs i Säkerhetskonceptet (se Bilaga 8).

För att illustrera den säkerhetsnivå som Västlänkens stationer ska få har vi gjort en jämförande riskanalys där stationerna i Västlänken ställs i relation till de befintliga stationerna vid Liseberg och Arlanda Norra, tillkomna under 80- respektive 90-talet. Den senare utgör ett exempel på modern standard för järnvägsstationer under mark.

I Figur 26 på sidan 30 visar vi med en sammanvägd bedömning hur trolig en potentiell skadehändelse är och hur stora konsekvenserna kan tänkas bli i de olika alternativa stationerna. Med andra ord: hur säker är stationen i relation till en viss typ av skadehändelse? I bedömningen används Västlänkens station Göteborgs Central som jämförelseobjekt.

Vi gör den samlade bedömningen att Västlänkens station Göteborgs Central kommer att få en lika hög eller högre säkerhetsnivå som Arlanda Norra samt en högre nivå jämfört med den nuvarande stationen vid Liseberg, när det gäller brand och utrymningsrisker. Den högre risken för allmänna personolyckor beror främst på en större personbelastning. Vidare innebär närheten till Göta Älv att risken vatteninträning och konstruktionskollaps kommer att bli högre. Då tyngdpunkten i Säkerhetskonceptet (Bilaga 8) ligger på brand och utrymning drar vi slutsatsen att vi uppnår det eftersträvade resultatet att personsäkerheten i Västlänken ska vara lika hög som, eller högre än, i jämförbara infrastrukturer i Sverige.

Figur 25 Jämförelse av trafikanternas säkerhetsnivå i tunnel med **alternativ Korsvägen** som referensobjekt

Skadehändelse	Gårda-tunneln (Nollalt)	Haga – Korsvägen	Haga – Chalmers	Förstärkningsalt.
Brand i undermarksstation	--	-	-	+
Brand i persontåg på station	--	-	-	+
Brand i persontåg i tunnel	--	-	-	+
Brand i installationer eller föremål i tunneln	--	-	-	+
Brand i anslutning till tunneln				
Brand i godståg	--	0	0	0
Urspårning persontåg	-	-	-	+
Urspårning godståg	-	0	0	0
Sammanstötning persontåg och lätt föremål	+			
Sammanstötning persontåg och tungt föremål	-			
Sammanstötning godståg och lätt föremål	-	0	0	0
Sammanstötning godståg och tungt föremål	-	0	0	0
Utsläpp av giftigt eller hälsovådligt ämne på station under mark	-			+
Utsläpp av giftigt eller hälsovådligt ämne i tunnel	--			+
Utsläpp av giftigt eller hälsovådligt ämne i anslutningarna mot systemet	-			
Explosion i undermarksstation	-			
Explosion i tunneln	--			
Explosion i anslutning till systemet				-
Person blir överkörd				
Person faller	-			
Person kläms	-			
Obehörigt beträdande av spår	0	0	0	0
Personöverfall som leder till personskada				
Rån som leder till personskada				
Konstruktionskollaps	+			-
Vatteninträngning	+	-	-	+
Ras och skred	+	--	--	+
Tappad last	--	0	0	0
Elolycka	-			
Annat				

Följande beteckningar och färgkoder har använts vid säkerhetsjämförelsen i tabellen:

Högre säkerhet	+
Ingen märkbar skillnad	
Lägre säkerhet	-
Ännu lägre säkerhet:	--
Ej relevant	0

Figur 26 Jämförelse av säkerhetsnivå på stationer med VL stn Gbg Central som referensobjekt

Skadehändelse	Stn Liseberg (Nollalternativ)	Stn Arlanda Norra
Brand i undermarksstation- spårrområde	--	
Brand i undermarksstation- plattform	--	
Brand i undermarksstation- rulltrappor	--	
Brand i undermarksstation-biljetthall	--	
Brand i persontåg på station	--	-
Brand i persontåg i tunnel	-	-
Brand i installationer eller föremål i tunneln	-	
Brand i anslutning till tunneln		+
Brand i godståg	--	
Utrymning ifrån plattform	-	
Utrymning via rulltrappor		-
Utrymning via biljetthall		
Urspårning persontåg	-	
Urspårning godståg	-	
Sammanstötning persontåg och lätt föremål		
Sammanstötning persontåg och tungt föremål	+	
Sammanstötning godståg och lätt föremål	--	
Sammanstötning godståg och tungt föremål	--	
Utsläpp av giftigt eller hälsovådligt ämne på station under mark	-	
Utsläpp av giftigt eller hälsovådligt ämne i tunneln	--	
Utsläpp av giftig eller hälsovådligt ämne i anslutning till tunnel		
Explosion i undermarkstation	--	+
Explosion i tunneln	-	
Explosion i anslutning till tunneln		+
Person blir överkörd	+	+
Person faller	+	+
Person kläms	+	+
Obehörigt beträdande av spår	+	+
Rån som leder till personskada		+
Personöverfall som leder till personskada		+
Konstruktionskollaps	+	+
Vatteninträngning	+	+
Ras och skred	+	+
Elolycka		
Tappad last	-	
Annat		

Följande beteckningar och färgkoder har använts vid säkerhetsjämförelsen i tabellen:

Högre säkerhet	+
Ingen märkbar skillnad	
Lägre säkerhet	-
Ännu lägre säkerhet:	--

### Säkerhetsåtgärder på stationer

Åtgärder som minskar brand- och utrymningsriskerna samt allmänna personrisker finns omnämnda och utvecklade i föreslaget Säkerhetskoncept för Västlänkens stationer (se Bilaga 8) och bör analyseras vidare i järnvägsplaneskedet.

## 6.2 God säkerhet – krav på utformning och funktion

*Säkerhetskonceptet* (se Bilaga 8) sammanfattar förutsättningarna för och beskriver utformningen av säkerhet mot olyckor i driftskedet.

Samråd har skett med berörda myndigheter bland annat genom regelbundna möten i syfte att:

- skapa samförstånd kring funktionskraven,
- visa att erforderlig säkerhet kan uppnås i redovisade utredningsalternativ, och
- diskutera alternativa lösningar eller utformningar.

Säkerhetskonceptet har utformats utifrån de nu gällande regelverk som finns:

- Banverkets föreskrifter (BVF), handböcker (BVH) och standarder (BVS)
- Byggnadsverkslagen och tillhörande förordning för stationer och tunnlar
- Boverkets byggregler, BBR för stationer

Nya regelverk är under utarbetande och ska beaktas i det fortsatta arbetet. Det gäller bland annat det regeringsuppdrag som har lämnats till Boverket, Banverket, Vägverket och Räddningsverket att tillsammans utforma principer för hur personsäkerhet ska åstadkommas i tunnlar.

Inom EU pågår också ett arbete med att ta fram gemensamma riktlinjer, TSD (Tekniska specifikationer för driftskompatibilitet) för tunnlar "Safety in Railway Tunnels". Säkerhetskonceptet följer i princip vad som anges i utkastet till dessa arbeten.

Säkerhetskonceptet bygger på filosofin att två av varandra oberoende allvarliga händelser/olyckor inte inträffar samtidigt. Exempel

härpå är att en brand i tåg inte antas inträffa samtidigt som elkraftförsörjningen på stamnätet slås ut. Sannolikheten för detta är extremt liten.

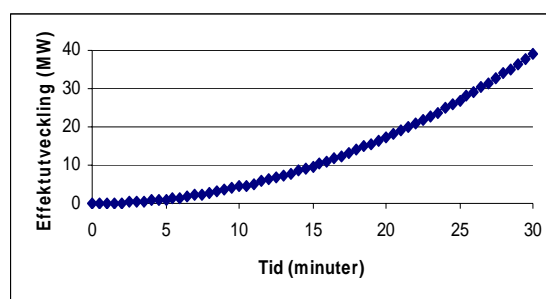
### Brandscenarion

Västlänken dimensioneras och utformas för god säkerhet vid alla typer av bränder. Brand i persontåg är dimensionerande brand vid utformningen av stationernas plattformar och tunnlar.

Brandscenariot för persontåg har valts utifrån den kunskap som är tillgänglig, bland annat

- fullskaleförsök som utförts (främst EUREKA-försöken),
- pågående forskning (FireStarr, modellstudier inom SP etc.),
- förslag till brandteknisk standard för tåg (prEN 45545), och
- utredningar i tidigare Banverksprojekt (Citytunneln och Citybanan).

Dimensionerande brand för utrymning anger brandens tillväxthastighet i en tid-effektkurva. Den beskriver hotet och bestämmer den tid man har tillgänglig för att sätta sig i säkerhet utan att skadas av branden (se Figur 27).



Figur 27 Tid-effektkurva för brandtillväxthastighet

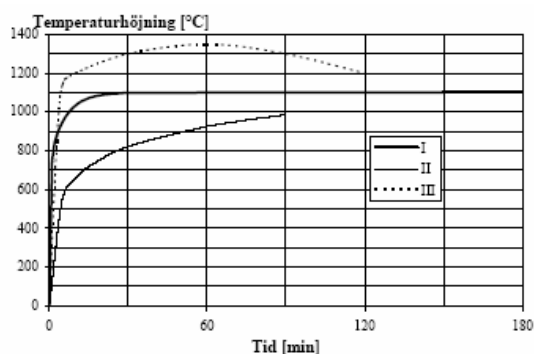
Valet av dimensionerande brand görs med syfte att täcka in de flesta tänkbara bränder som kan uppstå. Med den kunskap som finns tillgänglig idag dras slutsatsen att en medium brandtillväxt täcker in de flesta möjliga bränder i nuvarande och planerade tågtyper.

Anlagda bränder förekommer och även dessa täcks in när man ser till vilka antändningskällor som använts vid fullskaleförsöken.

Dimensionerande brand för bärande konstruktioner beskrivs i en tid-temperaturkurva. Den initiala temperaturstegringen, maxtemperaturen

och varaktigheten påverkar dimensionering och utformning av de bärande konstruktionernas brandskydd, bland annat med hänsyn till spjälkning, materialval och isolering.

Teoretiska studier i tidigare projekt och Banverkets BV Tunnel ger båda underlag att välja dimensionerande brand för bärande konstruktioner vid spår område enligt den standardiserade HC-brandkurvan (SS-EN 1363-2) med en häftig initial temperaturstegring och en hög maxtemperatur (se Figur 28).



Figur 28 Gastemperatur vid brand: brandkurva I visar vald HC-kurva för bärande konstruktioner.

Varaktigheten bör bestämmas av energimängden som kan frigöras. I detta skede har varaktigheten konservativt valts 180 minuter och avsvlningsfas med 600 grader per timme i hela Västlänken. Därmed finns konstruktionsutrymme och utformas lösningar som klarar förekommande persontåg och arbetståg, samt de skärpta kraven för passage under vatten och byggnader.

Utrymningsvägarna ska dimensioneras för ett personantal som motsvarar en mycket hög belastning på anläggningen. Inom tidigare projekt har personantalet beräknats genom personflödesstudier alternativt med antaganden om maximalt fulla tåg. Överensstämmelsen har visat sig god mellan dessa två värden.

Därför används en personbelastning motsvarande två fulla tåg för stationernas brandutsatta plattform och två halvfulla tåg på en eventuell andra plattform (vid 4-spårsstationer). För utrymning i tunnel används ett fullt tåg för dimensionering.

Kontrollberäkning av utrymningssäkerheten har genomförts och redovisas i Bilaga 6.

Motivet kan även beskrivas med att trafik och anläggning byggs för att kunna utnyttjas till sin maximala kapacitet. Därmed är fulla tåg och täta turer rimliga förutsättningar för dimensionering.

Vilka tågtyper som kan bli aktuella i Västlänken och vilka plattformslängder som planeras har utretts i andra uppdrag. Baserat på dessa uppgifter har den nya pendeltågstypen i Stockholm X60 den högsta personkapaciteten med 920 personer i ett vagnsset med längden 107 m. Två ihopkopplade vagnsset ger då maximala 1840 personer i ett fullsatt tåg. Detta är vida fler personer än vad som idag ryms i de persontåg som trafikerar Göteborgsregionen.

#### Utrymningskoncept

Vid brand i tåg ska det brinnande tåget köras till närmaste säkra utrymningspunkt, dvs. närmaste station eller ut ur tunnelsystemet, och sedan utrymmas. Utrymning ska således normalt ske på station och endast i undantagsfall i tunnel.

Skälen för detta är många. Vid stationer finns bland annat följande fördelar:

- Utrymning sker i god miljö med normal urstigning, god belysning, inga el- eller påkörningsrisker, effektiva utgångar m.m.
- Kontroll av incidenter sker bäst vid station.
- Insats av personal och räddningstjänst underlättas.
- Möjlighet till god brandgaskontroll finns.

Sannolikheten är stor för att tåg kan föras till station så att utrymning kan genomföras där, men sannolikheten för att utrymning behöver genomföras i tunnel är inte så liten att den kan anses försumbar. Därför ska utrymningsvägar anordnas även i tunnlarna.

Motiven för detta är främst:

- Kombinationen av tät trafik och stoppsignaler i tunneln kan hindra eller fördröja körning till station.



- Stillastående tåg i tunnel kan ge spontan utrymning vid brand och rökutveckling.
- Brand kan orsaka att tåget stoppar.
- Brand och rök från annat brinnande material kan medföra problem att framföra tåget samt föranleda utrymning i tunnel.
- Sammanstötning eller urspårning kan ge brand som följdolycka.

Utrymning på stationer (se Figur 29) ska kunna ske innan kritiska förhållanden uppstår, enligt definition i BBR. Till följd av luft rörelser i stationerna kommer troligen viss rök omblandas och finnas i hela stationsrummet. Därför anses det också acceptabelt med förhållanden där utrymmande personer har minst 10 meters sikt. Resenärer med nedsatt rörelseförmåga ska ha en rimlig möjlighet att bli räddade.

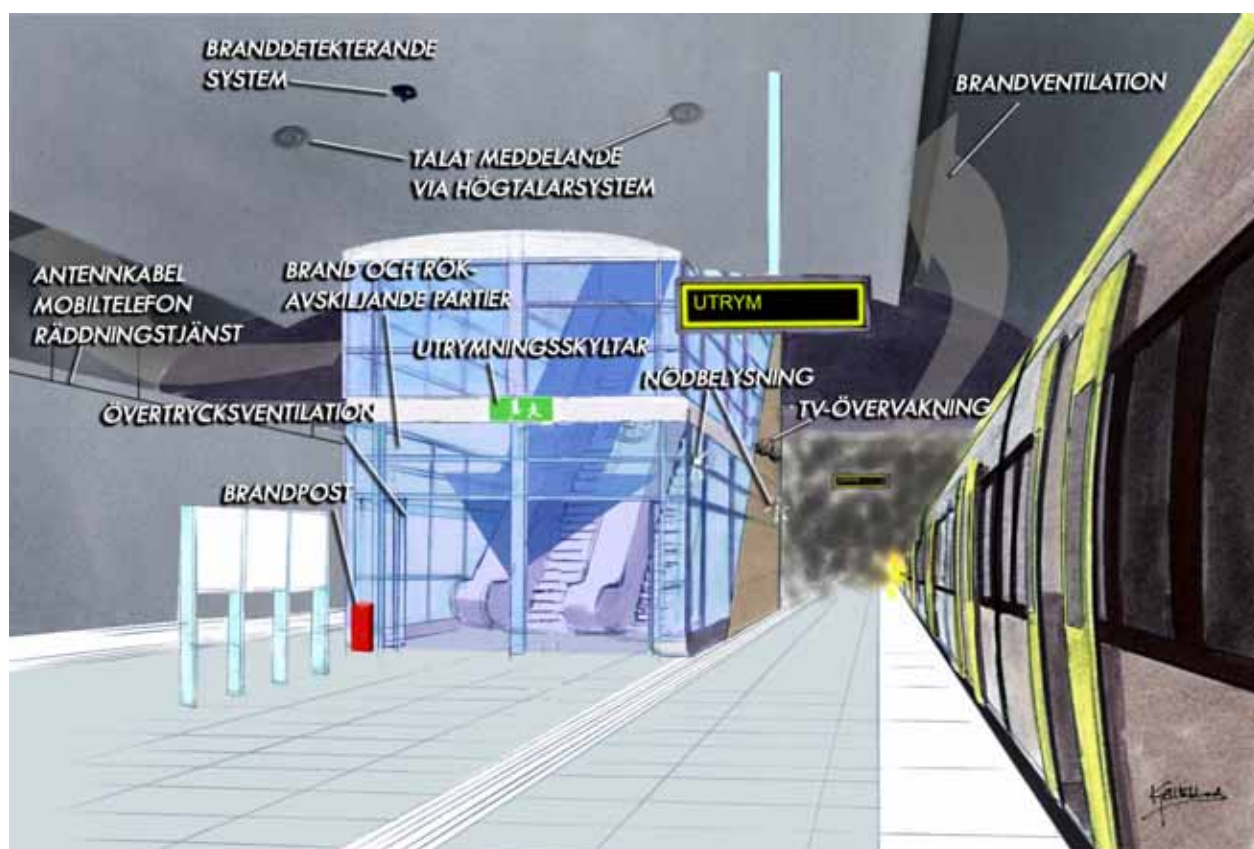
Då en utrymningsväg slås ut, ett utrymningskritiskt system slås ut eller ett mänskligt felhandlande sker, ska utrymning från stationer ändå kunna ske vid de flesta brandscenarion.

I de fall tåget på grund av felfunktion eller felhandlande inte går att köra till station utan måste utrymmas i tunneln ska utrymning kunna ske vid de flesta bränder. Utrymning ska då kunna ske innan brandgaserna hindrar vidare utrymning. Bestämning av detta sker genom sammanvägning av utrymning i nedsatt sikt och toxicitet, FED (Fractional Encapacitation Dose).

#### Utrymning av station

Vid utrymning av station omfattas både personer på plattform, i biljetthall, i stillastående tåg vid plattform och i inkommande tåg. Resenärerna på tåg utryms från tåget av ombordansvarig genom meddelande i tågets högtalare.

Utrymning av personer på station hanteras av tågtrafikledning eller tunnelns ledningscentral. De tekniska systemen för utrymning aktiveras, till exempel talat utrymningsmeddelande, utrymningsmeddelande på informationstavlor, brandgaskontrollsystem och styrning av rulltrappor.



Figur 29 Säkerhetssystem på plattform

Utrymning av station sker sedan via de normala in- och utgångarna (uppgångar) eventuellt kompletterade med särskilda utrymningsvägar.

Stationerna har brandgasventilation av plattformar (se luftpilarna i Figur 29) och brandteknisk avskiljning av uppgångar i plattformsplenet för att säkerställa att utrymmande hinner från tåget till en rökfri miljö. Innanför avskiljningen bör finnas en yta för utrymmande i väntan på vidare utrymning via trappor och rulltrappor, samt för rullstolsburna i väntan på assistans. Storleken på ytan påverkar tiden till personer är i säkerhet dvs. ökar tillgänglig utrymningstid och är då en samverkande faktor med utrymningsvägarnas och brandgaskontrollsystemets kapacitet.

För att säkerställa att utrymningsvägarna hålls fria från brandgaser bör övertryck/tilluft installeras i dessa.

Trappor etc. för vidare utrymning till det fria dimensioneras så att ingen köbildning sker.

### Utrymning i tunnel

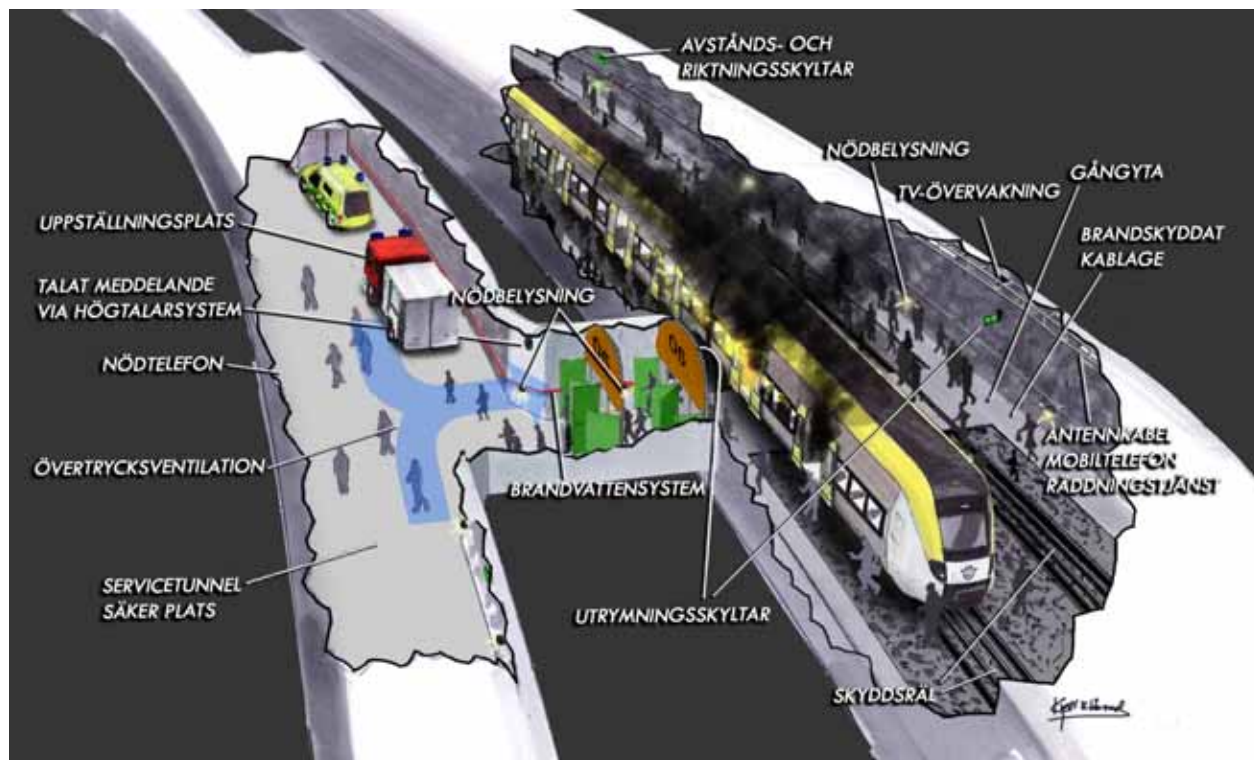
Om tåget vid brand inte kan köras ut ur tunnel-systemet eller till station sker utrymning i tunnel (se Figur 30). Sannolikheten för att utrymning ska behöva ske i tunnel har sökt minimeras bland annat genom införande av nödbromsblockering på persontågen, minimering av urspårningsrisk etc.

Kontrollberäkning av utrymningssäkerheten har genomförts och redovisas i Bilaga 4.

En eventuell utrymning i tunnel beordras av tågtrafikledningen eller tunnelns ledningscentral efter det att tunnelmiljön säkrats för utrymning genom att tågtrafiken stoppats och strömmen slagits från.

Utrymningen verkställs av tågpersonalen som meddelar passagerarna via tågets högtalare och ger då instruktioner hur utrymning ska ske.

Spontanutrymning kan ske genom att passagerarna använder de nödöppningsanordningar för dörrar som finns.



Figur 30 Säkerhetssystem i tunnel

Utrymning sker längs tunneln på belysta, hårdgjorda gångytor med handföljare som finns på båda sidor av tunneln tills man når en utgång via tunnelmynningar, via stationer eller via särskilt anordnade utrymningsvägar.

Utrymning sker - utöver via tunnelmynningar och stationer - enligt någon av följande principer:

A. Parallell tåg tunnel som är brandtekniskt avskiljd (som Citytunneln i Malmö), enligt illustration i Figur 31.

B. Särskild servicetunnel som är brandtekniskt avskiljd (som Åsatunneln i Kungsbacka eller Citybanan i Stockholm), enligt illustration i Figur 32.

C. Utgångar vertikalt direkt till det fria via trappor eller liknande enligt illustration i Figur 33.

För varje tunnelsträcka, mellan två stationer eller mellan station och tunnelmynning, bör man hålla fast vid en princip och inte kombinera dem. Man kan däremot välja olika principer för de olika delsträckorna. Här gäller följande:

Princip A får endast tillämpas på hel obruten delsträcka, för att inte den avskiljande funktionen ska gå förlorad och brand- och rökspredning därmed ska kunna ske fritt mellan tunnelnarna.

För princip B och C gäller motsvarande, att man inte bör kombinera dessa med varandra, med motiveringen att räddningstjänsten då får sämre möjligheter att utföra en effektiv hjälpinsats.

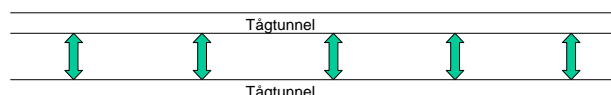
Att välja olika princip för olika delsträckor är dock möjlig. Se exemplet i Figur 34.

Vid val av lämpligaste princip kan konstateras att princip C ofta är svår att tillämpa generellt i stadsmiljö eftersom det är svårt att finna lämpliga lägen för uppgångarna. Av de två andra principerna är B att föredra framför A främst av tre skäl:

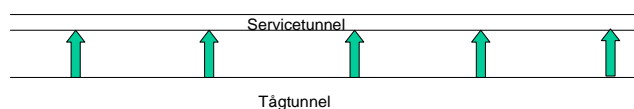
- Möjligheten till kryssväxlar mellan spåren. För princip A krävs omfattande tekniska installationer för att säkerställa

att brand och brandgaser inte sprids mellan tåg tunnelnarna.

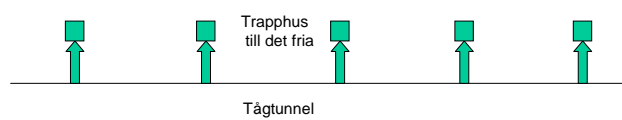
- Utrymning av personer vidare till markytan går enklare i en tunnel med plan mark och som är körbar med vägfordon exempelvis ambulanser.
- Räddningsinsats kan ske effektivare från en körbar servicetunnel.



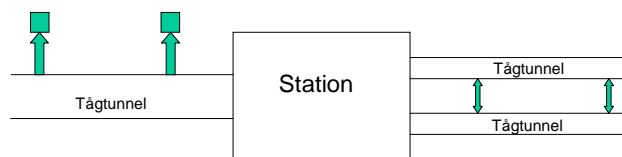
Figur 31 Princip A. Utrymning via tvärförbindelser mellan parallella tåg tunneln



Figur 32 Princip B. Utrymning via tvärförbindelser från tåg tunnel till parallell servicetunnel



Figur 33 Princip C. Utrymning direkt till det fria via trapphus eller liknande.



Figur 34 Exempel på hur olika principer används för olika delsträckor. (Princip A och C)

Västlänken har valt att redovisa utrymning från spår tunnel till särskild service- eller räddningstunnel och för Förstärkningsalternativet utrymning mellan spår tunneln. Detta har projektet bedömts som mest fördelaktigt när alla kostnader och effekter sammanvägts. I det fortsatta arbetet med Västlänken finns dock möjlighet att byta principer enligt vad som angivits ovan utan att säkerheten äventyras. Eventuella övergångar mellan olika principer kan behöva studeras djupare och kan medföra justering eller komplettering av andra skyddssystem.

### Insatskoncept

Vid brand i tåg ska det brinnande tåget köras till närmaste station eller ut ur tunnelsystemet och utrymmas, vilket också ger bra förutsättningar för en effektiv räddningsinsats. Räddningsinsats ska således normalt ske på station eller utanför tunneln och endast i undantagsfall i tunnel.

De uppsatta funktionskraven för insats i Västlänken är följande:

- Räddningstjänsten ska på station ges möjlighet att vid brand i en tågagn rädda och hjälpa utrymmande personer samt begränsa skador på miljö och egendom.
- Utformning och installationer på station ska medge att släckning av en brand i modernt persontåg ska kunna ske.
- Räddningstjänsten ska i tunnlar ges möjlighet att utföra genomsökning och räddning, samt släcka en liten initial brand.
- Utformning och installationer i tunnlar ska underlätta genomsökning och räddning i tunnel vid brand, samt stödja släckning av liten initial brand.

### Insats på station

Räddningstjänsten kan vara på plats redan 10 minuter efter larm. Via en separat angreppsväg kan de nå plattformarna. På station finns informationstablå för brandgaskontrollsystem, utrymningslarm m.m. och genom direktförbindelse till ledningscentral kan direktiv om manövrering kunna ske.

Samtidigt som larm sker måste flera åtgärder vidtas för insats såsom start av brandgaskontrollsystem, räddningsfrånkoppling, skyddsjordning m.m.

Brandgaskontrollsystem m.m. utformas för att medge att insats sker i lätt rök endast en kort sträcka vid den brinnande vagnen.

Räddningstjänsten gör insats från avskild plats vid utrymnings- eller angreppsväg i plattformplanet där särskilda anordningar som exempelvis släckvatten finns för räddningstjänsten.

### Insats i tunnel

Larm med angivande av tågets och brandens position ges till räddningstjänsten. Via stationer, tunnelmynningar och de särskilt anordnade utrymningsvägarna når räddningstjänsten till en lämplig angreppspunkt. Om särskilda utrymningsvägar utgörs av parallell tågtunnel, som i Förstärkningsalternativet, behövs tillgång till tågtunnlarna för räddningstjänsten, samt möjlighet att förflytta sig i parallell tågtunnel.

Styrning av övriga tåg till närmaste utrymningsplats, räddningsfrånkoppling av elström och skyddsjordning måste vara gjorda före räddningsinsats i tunnel.

I anslutning till angreppsväg finns informationstablå för brandgaskontrollsystem m.m. och genom direktförbindelse till ledningscentral kan räddningstjänsten ge direktiv om manövrering.

Samtidigt med larm måste ledningscentralen vidta flera åtgärder för insats såsom att full belysning tänds i systemet, tunnlar töms på tåg, räddningsfrånkoppling görs, skyddsjordning görs m.m.

Räddningstjänsten gör insats från närmaste avskilda angreppspunkt. De kopplar upp brandvatten (se Figur 35) vid aktuell angreppsväg och påbörjar insats.



Figur 35 Gångväg vid sidan av spåret och uttag för brandvatten i Åsatunneln.

### Konstruktioner och tekniska system

#### Generella funktionskrav avseende tekniska system för utrymning

Driftsäkerheten för varje delsystem ska medge att underhåll normalt kan ske utan att erforderlig kapacitet underskrids.

Vid utformning av de olika delsystemen för utrymning ska interaktionen med andra system beaktas så att delmålen uppnås. Det gäller både sammanlänkade system till exempel detektering och ventilation, och separata system som kan motverka varandra till exempel stationsventilation och tunnelventilation.

Många åtgärder måste vidtas på kort tid vid en eventuell utrymning. Automatisk styrning bör därför eftersträvas. Automatisk styrning får dock inte medföra ökad risk vid felaktig aktivering eller styrfunktion. Där manuell styrning behövs ska antalet valmöjligheter för operatören begränsas om möjligt.

#### Tunnlars inredning för utrymning

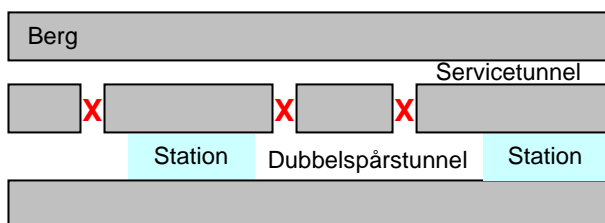
Avstånden mellan utrymningsvägar och kapaciteten har översiktligt beräknats och blir ca 300 m för dubbelspårstunnelar och 200-300 m för enkelspårstunnelar med storleksordningen 4 m fri bredd för varje utrymningsväg (se Bilaga 4).

I tågtunnelar ska det på båda sidor av tunneln finnas ca 1,8 meters gångyta, nödbelysning, obruten handföljare, avståndsmarkeringar till utrymningsväg, riktningssinformation och standardiserad nödutrymningsmarkering (se utrymningberäkning i Bilaga 4). Tåg eller installationer får inte inkräkta på gångytans fria bredd.

Gångvägar, belysning, utrymningsdörrar m.m. utformas så att en snabb och säker utrymning erhålls.

#### Brandteknisk avskiljning

Vid särskilda utrymningsvägar mellan tågtunnelar eller till servicetunnel ska brand- och rökspredning mellan tunnelrören förhindras (se Figur 36).



X Brand- och rökgasavskiljning

Figur 36 Brandsektionering mellan utrymmen

På stationer skapas avskiljning så att vägar från plattform och spår (samt från stationens teknikutrymmen) ut till det fria hålls brand- och rök-fria.

#### Brandskydd av konstruktioner

Tunnelar ska konstrueras så att risken för kollaps elimineras under påverkan av dimensionerande brandscenario för konstruktioner.

Bärande konstruktioner för stationer ska uppfylla det högsta kravet av dem som anges i Boverkets konstruktionsregler eller BV Tunnel samt dimensionerande brandscenarion.

#### Angreppsvägar

Separat angreppsväg, skild från utrymning av station, anordnas på stationer. I övrigt utgörs angreppsvägar av utrymningsvägar.

Angreppsväg bör ha minst 1,2 m fri bredd, vara försedd med vilplan, bör medge bårtransport och ha normal belysning samt nödbelysning. Angreppsväg med större än 30 meters höjdskillnad bör ha brandhiss.

Ovan mark ska uppställning av räddningsfordon kunna ske i omedelbar närhet av angreppsväg. Platsen ska ha god belysning och tillgång till släckvatten ska finnas.

Vid angreppsväg ska funktioner för räddningstjänstens kommunikation, styrning och information samlas.

I spårplanet vid angreppsväg anordnas brandpostuttag eller uttag från stigarledning.

Vid tunnelmynningar ska beaktas möjligheten att uppfylla ovanstående krav för angreppsväg.

Arbetstunnelar ska om möjligt behållas för att kunna erbjuda körbarhet ned till spårnivå.

#### Generella krav för tekniska installationer

I första hand ska de system som används vid normal drift utnyttjas. Systemen bör ha samma eller likartad funktion som vid normaldrift dvs. omvänd/motsatt funktion ska undvikas.

Automatiska funktioner bör eftersträvas då antalet manuella styrfunktioner vid olycka utgör en begränsning och ska minimeras. För manuellt aktiverade system och funktioner ska anges

vem som ska styra manuellt och vilket beslutsstöd som planeras.

#### Övervaknings- och informationssystem

Den personal och central som har att bevaka, kontrollera och åtgärda inkommande prioriterade larm ska snabbt kunna verifiera om omedelbara åtgärder behöver vidtas ur säkerhetsynpunkt. Räddningstjänsten ska ges möjlighet att ta del av insamlad information vid insats.

TV-övervakning installeras i hela tunnel-systemet och på stationer för övervakning och informationsinsamling. Säkerheten och tillgängligheten i systemet ökar därmed då de larmsignaler som inkommer från andra system kan verifieras via TV-övervakning. Det gäller även befarade risker/förhållanden i tunneln som då kan verifieras visuellt. Exempelvis kan utrymning av tåg i tunneln övervakas och risken för påkörandeolyckor av obehöriga i tunnlarna minskas.

#### Detektering av brand

Brand i tunnlar och på stationer måste upptäckas tidigt för att säkerställa utrymning. System för detektering av brand i tunnlar och på stationer installeras utifrån att detektering ska ge väsentlig tidsvinst i larmning. Brand i persontåg kan bli detekterat av tågets system eller bli upptäckt av personer ombord på tåget.

Preliminärt bedöms att tunnlar, stationer och tekniska utrymmen ska förses med rökdetekterande/gasdetekterande brandlarm.

Utformning av brandlarmssystem ska medge anslutning till valfri mottagande larmcentral. Vissa larmcentraler ställer exempelvis krav på utformning enligt SBF 110, eller motsvarande, för att ansluta anläggningen.

#### Manuell larmgivning

Manuell larmning med talkommunikation till bemannad central bör finnas på stationer.

Larmmöjligheter för tågpersonal, stationspersonal med flera bör omfatta både intern larmning till egen central och larmning externt via 112. Larmmöjligheter för allmänheten ska utgöras av vanliga system, till exempel mobiltelefon kompletterat med larmpunkter med talkommunikation placerade med beaktande av

risk för skadegörelse och möjlighet till övervakning.

#### Nödtelefoner

Telefoner, BV-nätet, installeras på max 300 m avstånd i tunnlarna, vid stationer och vid tunnelmynningar i enlighet med Banverkets standard. De placeras även i utrymningsväg i angränsning till spårtunnel.

#### Högtalarsystem/utrymningslarm

Högtalarsystem ska installeras på stationer för att initiera utrymning. I övriga delar kan lokala högtalarsystem eller andra larmdon övervägas för tekniska utrymmen etc. Eventuella variabla/elektroniska informationsskyltar på stationer bör användas även för textat utrymningsmeddelande.

Utrymningsmeddelande via högtalare ska ges på sådant sätt att hörbarheten är god. Det ska beaktas att brandgaskontrollsystem m.m. kan ge höga ljudnivåer. SBF Rekommendationer för utrymningslarm används i tillämpliga delar.

#### Radiokommunikationssystem

De normala system som används av tåg, banpersonal m.fl. bör utformas för att kunna nyttjas vid en olycka.

Radiokommunikationssystem för räddningstjänstens insats ska installeras så att samtliga utrymmen täcks in. Radiokommunikation måste fungera mellan tunnelrören, inom ett tunnelrör och upp till markytan dvs. mellan två valfritt placerade punkter i systemet.

Systemet ska medge att räddningstjänstens ordinarie utrustning används. Tills vidare förutsetts RAKEL vara räddningstjänstens system.

#### Belysning och utrymningsmarkering

Samtliga publika delar, servicetunnel och spårtunnel utförs med nödbelysning och vägledande markering.

Belysning av tunnelsystemet utförs enligt BVF 543.11810, Elutrustning i tunnlar.

Utformning av utrymningsvägar ska sträva efter att göra dem väl synliga. Numrering av utrymningsvägar ska finnas väl synliga vid utrymningsvägen.

### Släckvatten

Brandpostssystemet ska trycksättas med fast pumpanläggning, alternativt ska det anordnas uttag i närhet av uppställning för brandfordon så att tryckförhöjning kan ske där med räddningstjänstens fordon. I det senare fallet ska tomrör också anordnas från brandfordon till angreppsvägens mynnande i spårplanet.

Brandkåren beräknas göra insats med två rökdykargrupper med var sitt strålrör och dessutom har ena gruppen ett backup-strålrör. Erforderlig kapacitet totalt är då 400+400+1500 liter per minut. Erforderlig kapacitet för en brandpost är 1500 liter per minut.

Vatten från brandsläckning ska eventuellt omhändertas och senare kunna pumpas ut ur tunneln.

### Brandgaskontrollsystem

Brandgaskontrollsystem vid stationer ska installeras som komplement till avskiljningar, i första hand för att säkerställa utrymning, i andra hand för att möjliggöra räddningsinsats.

Brandgaskontrollsystem för stationer ska dimensioneras med erforderlig kapacitet och driftsäkerhet. Den erforderliga kapaciteten är bedömd till 150-200 kubikmeter per sekund, beroende på detaljutformning, för att acceptabla utrymningsförhållanden ska upprätthållas under den tid utrymning beräknas ta (se Bilaga 6 Utrymning från stationsutrymnen).

Brandgaskontrollsystem i tunnel ska installeras för att stödja räddningsinsats. Den ska förstärka den för tillfället rådande luftriktningen i tunneln med impulsfläktar i syfte att kunna styra alla brandgaserna åt ett håll. Två till fyra stycken impulsfläktar per tunnelavsnitt (tunnel mellan två stationer/mykning) kan bli aktuellt för att åstadkomma en lufthastighet om ca 1 m/s.

Tilluft för övertryckssättning av utrymnings- och angreppsvägar ska anordnas på stationer, i servicetunnel och i trapphus. Storleksordningen en till tre impulsfläktar per schakt till station respektive två till sex impulsfläktar per servicetunnel kan vara erforderligt.

Styrfunktioner och andra anordningar för räddningstjänsten ska placeras i samråd med räddningstjänsten.

För mer information hänvisas till Bilaga 5 Ventilation i tunnlar och stationer.

### Reservkraft och avbrottsfri kraft

Vid strömbortfall på allmänna kraftnätet och Banverkets nät ska Västlänken på ett säkert sätt kunna utrymmas och stängas.

Vid en olyckssituation ska förutsättas att räddningsfrånkoppling av elström kommer att ske.

Samtliga säkerhetssystem ska försörjas med reservkraft eller på annat sätt upprätthålla sin funktion vid strömbortfall under en olyckssituation. Reservkraft definieras här som annan kraftmatning än ordinarie matning och den del av Banverkets nät som kan beröras av räddningsfrånkoppling.

För personsäkerheten särskilt kritiska system ska dessutom försörjas med avbrottsfri kraft (UPS) genom batteribackup eller motsvarande. Avbrottsfri kraft medger avbrottsfri övergång mellan olika kraftmatningsalternativ. Nödbelysning och kommunikation är exempel på system som ska ha avbrottsfri kraft.

Ovanstående krav på reservkraft och avbrottsfri kraft kompletterar kraven i BVF 543.11810, Elutrustning i tunnlar och Boverkets byggregler.

### Kabelstråk

Kabelstråk för elkraft, styrning och säkerhetssystem förläggs så att kablar skyddas mot fel-funktion till följd av olycka.

Kabelstråk ska inte väsentligt bidra till brandens effektutveckling, spridning och rökproduktion. Kabelstegar ska skyddsjordas.

Redundanta system bör övervägas som alternativ till särskilt brandskydd av kablar. Detta gäller exempelvis läckande kabel för radio-kommunikation som med fördel förses med två basstationer och för brandgaskontrollsystem som ofta med fördel istället förses med någon extra fläkt istället för högre brandtålighet.

BVF 543.11810, Elutrustning i tunnlar ska följas.

### Materialval

Inredningsmaterial i stationer ska utföras minst enligt Boverkets byggregler. Brännbart material

bör inte användas i inredning på plattform eller väg ut till det fria.

Inredningsmaterial och installationer i tunnlar ska i första hand vara obrännbart och endast i undantagsfall godtas självslocknande material.

### Organisation

Organisationen för säkerheten i Västlänken består av många samverkande parter. En väl fungerande kommunikation och styrning är väsentlig för säkerheten, och en samordnande central för själva tunnelns drift bör anordnas, exempelvis i form av utökning av befintlig driftledningscentral. Nedan beskrivs en sådan centrals arbetsuppgifter översiktligt.

En viktig del av driftsfrågorna är larmmottagning och larmhantering. I det kan ingå:

- Mottagning av fellarm från tekniska system för järnväg, stationer och tunnlar.
- Åtgärdande av inkomna fellarm.
- Mottagning av akuta larm från tekniska system för järnväg, stationer och tunnlar.
- Mottagning av manuella larm via SOS eller manuella larpunkter på stationer eller i tåg.
- Hantering av manuella larm och akutsituationer.
- Hantering av akutsituationer, inkluderande följande uppgifter:
  - Tåg ska styras
  - Räddningstjänsten ska larmas
  - Räddningsfrånkoppling ska ske.
  - Inpassering på stationerna ska stoppas.
  - Personerna på plattform ska beordras utrymma.
  - Arbetande personal i tunneln och på stationer ska informeras/larmas.
  - Brandgaskontrollsystem ska startas



## 7 Sammanställning av Säkerhet & robusthet

För att ge en översikt av resultatet av vårt arbete med säkerhet och robusthet i projekt Västlänken har vi gjort den sammanställning som presenteras i figurerna nedan. De mål för säkerhet och robusthet som vi har använt oss av hittills för att systematisera vårt arbete är här översatta till de utredningsmål som projektledningen har satt upp för järnvägsutredningen som helhet. Utredningsmålen har delats upp i tre övergripande målkategorier:

- vad Västlänken ska ge människor
- Västlänkens bidrag till samhället
- vad Västlänken innebär för miljön

I respektive kategori finns ett antal delmål formulerade. Vi har jämfört samt bedömt måluppfyllelsen för Västlänkens utredningsalternativ samt Noll- och Förstärkningsalternativet med utgångspunkt i de utredningsmål som avser området säkerhet och robusthet (Figur 37):

- God säkerhet – ett trafiksystem byggt för att minska skaderisken för människor, egendom och miljö.
- Robust transportsystem i Göteborgsregionen – störningar av olika slag får små eller måttliga konsekvenser för trafiken.
- Minsta möjliga påverkan på omgivningen under byggskedet.
- Mycket liten påverkan på omgivningen under driftskedet.

Vi har även gjort en bedömning av ett par olika varianter (Figur 38), relativt deras respektive utredningsalternativ. Slutligen visas den övergripande måluppfyllelsen ur säkerhets- och robusthetssynpunkt i ”fyra nyanser av grått” (Figur 39). Skalan för måluppfyllelsen (om inget annat anges) är följande:

5. Mycket hög
4. Hög
3. Måttlig
2. Låg
1. Obetydlig/negativ

Figur 37 Samlad säkerhetsbedömning/jämförelse av Noll- och utredningsalternativ i järnvägsutredningen för Västlänken.

Mål	Nollalternativet		Haga-Korsv. (S Älvstr)		Haga-Chalmers (S Älvstr)		Korsv. (Johanbergsg.)		Förstärkningsalt.	
<b>God säkerhet för trafikanterna i Västlänken</b>	Säkerhetsnivån i Gårdatunneln är lägre än den som är önskvärd idag.	3	Höga krav på tekn. utformn.	4	Höga krav på tekn. utformn.	4	Höga krav på tekn. utformn.	4	Höga krav på tekn. utformn.	5
<b>Robust transportsystem i Gbg-regionen</b>	En viss robusthet vid störningar finns i systemet.	3	Minst res-tidsökningar vid störning.	5	Relativt få bytesresor trots störn.	4	Minst res-tidsökningar vid störning.	5	Relativt få bytesresor trots störn.	4
<b>God säkerhet för omgivningen i byggskedet</b>	Inga byggnadsarb. Ingen risk	5	Stora öppna schaktarb. Känsliga obj i närh. Hög risk.	1	Stora öppna schaktarb. Känsliga obj i närh. Hög risk.	2	Stora öppna schaktarb. Mellanhög risk.	3	Huvudsak tunnelarb. Liten konflikt med omgivning. Låg risk.	4
<b>God säkerhet för omgivningen i driftskedet</b>	Samtrafik gods- och persontrafik förbi station i bef. tunnel.	3	Mindre expon. m tunnel.	5	Mindre expon. m tunnel.	5	Mindre expon. m tunnel.	5	Godstrafik flyttar närmare bef. bebygg.	3

Figur 38 Samlad säkerhetsbedömning/jämförelse av varianter i järnvägsutredningen för Västlänken. Värdet för måluppfyllelsen relaterar till den värdering som gjorts för jämförbara korridoravsnitt av respektive utredningsalternativ, där 0 = ingen skillnad, +/- 1 = högre/lägre måluppfyllelse.

Mål	Haga-Chalmers resp. Haga-Korsvägen via Stora Hamnkanalen		Korsvägen via Skånegatan.	
<b>God säkerhet</b>	Höga krav på teknisk utformning. Ingen skillnad.	0	Höga krav på teknisk utformning. Ingen skillnad.	0
<b>Robust transportsystem</b>	Ingen skillnad.	0	Ingen skillnad.	0
<b>God säkerhet för omgivningen i byggskedet</b>	Stora öppna schaktarbeten. Känsliga objekt nära. Högre risk.	-1	Stora öppna schaktarbeten i stadsmiljön. Högre risk.	-1
<b>God säkerhet för omgivningen i driftskedet</b>	Samma som för huvudvarianten via Älvstranden.	0	Ingen skillnad mot Johannebergsg?	0

Figur 39 Samlad säkerhetsbedömning/jämförelse av Noll- och utredningsalternativ i järnvägsutredningen för Västlänken i form av "gråskala".

Mål	Nollalternativet	Haga-Korsv.	Haga-Chalmers	Korsv.	Förstärkningsalt.
<b>God säkerhet för trafikanterna</b>	3	4	4	4	5
<b>Robust transportsystem</b>	3	5	4	5	4
<b>God säkerhet, omgivn. (bygg)</b>	5	1	2	3	4
<b>God säkerhet, omgivn. (drift)</b>	3	5	5	5	3

Med avseende på trafikantsäkerhet kommer samtliga utredningsalternativ att uppnå hög eller mycket måluppfyllnad.

Målet om säkerhet för omgivningen i driftskedet uppfylls i mycket hög grad för de tre Västlänksalternativen.

Beträffande omgivningens säkerhet i byggskedet är det istället Nollalternativet och det lite mer avsidet belägna Förstärkningsalternativet som uppfyller målet (mer än) väl.

När det gäller robust transportsystem uppfyller samtliga fyra utredningsalternativ målet, men de mer centralt belägna alternativen Haga-Korsvägen samt Korsvägen bedömer vi vara något bättre än de andra två.

Sett över samtliga mål i Figur 39 konstaterar vi att ur säkerhets- och robusthetssynpunkt bedöms måluppfyllnaden bli högst för alternativ Korsvägen följt av Förstärkningsalternativet. Lägst blir måluppfyllnaden för Nollalternativet med alternativ Haga-Chalmers och alternativ Haga-Korsvägen däremellan.

## 8 Att gå vidare med ett program för säkerheten

Säkerhetsfrågorna har utretts relativt noggrant i projekt Västlänken redan i järnvägsutredningen. Resultatet har vi redovisat i form av jämförande analyser och i ett preliminärt Säkerhetskoncept. Syftet har varit att stödja den tekniska utformningen, kostnadskalkylen och valet av bästa korridor för fortsatt utredning.

Kommande skeden, järnvägsplan och bygghandling, behöver inledas med att man upprättar ett program för säkerheten. Detta program ska ge underlag för en styrning och uppföljning av det fortsatta säkerhetsarbetet. I samband med detta är det även lämpligt att se över konkreta tekniska specifikationer och krav på detaljutformning för utrustning och inredning ur både gestaltungs- och säkerhetssynpunkt, samt slå fast operationella och organisatoriska rutiner för trafikhuvudman etc. som en del i detta arbete.

Följande huvudrubriker kan ingå i programmet:

- Syfte, mål och principer för säkerhetsarbetet
- Fortsatt säkerhetsarbete
- Säkerhetsutformning
- Avvikelser
- Samråd
- Referenser

Programmet upprättats för att ge Banverket och andra berörda myndigheter en plattform för det fortsatta arbetet och samrådet i de säkerhetsfrågor som är av gemensamt intresse. Programmet behandlar frågor som till exempel redovisning av tekniska lösningar, rutiner för samråd och överenskommelser med regelbundna avstämningar av arbetet, ansvarsfördelning etc.

Banverket ska härutöver bedriva ett säkerhetsinriktat arbete som är mer detaljerat och behandlar alla tekniska komponenter och funktioner i järnvägssystemet. För detta arbete fordras en strategi för att följa upp att krav på funktion och säkerhet verkligen uppfylls i den färdiga anläggningen.

De nya direktiven från EU inom järnvägsområdet innebär att den fortsatta planeringen och projekteringen dessutom ska granskas av en utomstående, ett så kallat "anmält organ", med uppgift att kontrollera att de europeiska kraven uppfylls. Kraven är under utveckling och presenteras i en samling dokument under benämningen TSD (Tekniska Specifikationer för Driftkompatibilitet) och syftar till att skapa en gemensam standard inom Europa.

Alla dessa förhållanden skall beskrivas i programmet och utgöra grund för den slutliga inbyggda säkerheten i Västlänken.

