

RAPPORT
DIMENSIONERANDE PERSONANTAL FÖR
JÄRNVÄGSTUNNLAR OCH UNDERMARKSTATIONER

Trafikverket publ.nr: 2017:106



Dokumenttitel: Dimensionerande personantal för järnvägstunnlar och undermarkstationer
Skapat av: Karin Magnusson, Johan Häggström, Katja Vuorenmaa Berdica, Christian Nilsson;
WSP Sverige AB

Dokumentdatum: 2017-06-02

Dokumenttyp: Rapport

Publikationsnummer: 2017:106

ISBN: 978-91-7725-103-3

Version: 1.0

Publiceringsdatum:

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Jan Malmtorp, Trafikverket, jan.malmtorp@trafikverket.se

Uppdragsansvarig: Jan Malmtorp, Trafikverket

Distributör: Trafikverket, telefon: 0771-921 921

SAMMANFATTNING

Vid projektering av uppgångar från stationer och utrymningsvägar från tunnlar är ofta utrymningskapaciteten dimensionerande.

Utrymningskapaciteten styrs av antalet personer som ska utrymma och för stationer handlar det om vilka kötider som kan accepteras. Ett dimensionerande personantal fastställs som ligger till grund för att säkerställa utrymningskapaciteten. Praxis idag är vanligtvis att två fulla tåg ska kunna utrymmas med god marginal innan kritiska förhållanden uppstår. Detta medför att stationer och tunnlar med relativt låga resandemängder kan dimensioneras för extrema situationer, som normalt endast är relevanta för de allra hårdast belastade anläggningarna.

Eftersom det saknas standardiserade metoder för att fastställa personantal utifrån exempelvis trafikprognoser leder detta till att kostnaderna för projekten kan bli onödigt stora eller att det skapas en stor osäkerhet i projekten. Ur ett riskperspektiv kan frågan ställas vilken percentil som är rimlig att använda för dimensionerade personantal och om valet kan spegla den allmänna synen på risk och vad som kan anses vara ett rimligt val.

I detta inledande utvecklingsprojekt utreds möjligheterna att ta fram en alternativ metod för val av dimensionerande personantal. Vårt arbete har utgått ifrån följande problemställning: *Hur kan befintliga prognosmodeller utnyttjas (och eventuellt utvecklas) för att få fram antal resenärer på tågen + antal personer på stationen, fördelning under högtrafik m.m.?*

Projektet startade med en inventering av tidigare använda principer för val av dimensionerande personantal. Angreppssättet avseende dimensionerande personantal vid verifiering av utrymningssäkerhet skiljer sig åt i tunnlar, undermarkstationer och markstationer, vi valde att i det fortsatta arbetet fokusera på undermarkstationer. Några enklare utrymningsanalyser genomfördes för en undermarkstation för att visa vad olika personbelastningar medför för krav på utrymningskapaciteten.

En alternativ ansats presenteras i rapporten som ett beräkningsexempel för en planerad pendeltågstation utanför Stockholm. Den alternativa ansatsen utgörs av en beräkningsprincip där en kombination av trafikprognosresultat och statistik ger stationens maxbelastning. Vi har här kompletterat prognosdata med statistik från en liknande befintlig station. Resultaten och slutsatserna från våra analyser ger en indikation om att det kan vara intressant att gå vidare med vår idé för alternativ ansats till dimensioneringsmetod. Ytterligare utredningar och analyser behövs för att kunna ta fram en vägledning eller utarbetad metodik.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
1.1	BAKGRUND	6
1.2	PROBLEMSTÄLLNING	6
1.3	MÅL	6
1.4	AVGRÄNSNINGAR	7
1.5	ARBETSSÄTT OCH RAPPORTENS UPPLÄGG	7
2	FÖRUTSÄTTNINGAR	9
2.1	LAGAR OCH FÖRESKRIFTER	9
2.2	SÄKERHETSKONCEPT	10
3	DAGENS METODIK	12
3.1	METODER FÖR VAL AV DIMENSIONERANDE PERSONANTAL	12
3.1.1	Metod A – Trafikprognoser för maxkvarten	12
3.1.2	Metod B – Trafikprognoser för störningar	12
3.1.3	Metod C – Dimensionering med fullbelagda fordon	12
3.1.4	Metod D - Evenemangsscenario	13
3.1.5	Metod E – Dimensionering utifrån medelantal i fordon	14
3.1.6	Kombination av metoder, exempel från Västlänken	14
3.1.7	Metoder från regelverk och standarder	15
3.1.8	Kommentar	15
3.2	DIMENSIONERANDE PERSONANTAL FÖR UNDERMARKSTATIONER HITTILLS	16
3.2.1	Brandutsatt plattform	16
3.2.2	Annan plattform och biljetthall	18
3.3	DIMENSIONERANDE PERSONANTAL TUNNLAR	19
4	UTRYMNING UNDERMARKSTATION	22
4.1	INLEDNING OCH BAKGRUND	22
4.2	UTRYMNING FRÅN PLATTFORM	22
4.2.1	Generellt	22
4.2.2	Utrymningskapacitet	23
4.3	STUDERADE SCENARIO	25
4.3.1	Grundfallet	25
4.3.2	Utrymningskapacitet ifrån plattform	25
4.3.3	Resultat	27
5	ALTERNATIV ANSATS	29
5.1	UNDERLAG	29
5.1.1	Trafikprognoser	29
5.1.2	Statistik	29
5.2	BERÄKNINGSPRINCIP	30
5.3	EXEMPEL VEGA STATION	30
5.3.1	Trafikprognos	30
5.3.2	Statistik	32

5.3.3	Kombination av modell och statistik	35
6	DISKUSSION	36
6.1	RISKPERSPEKTIV	36
6.2	OSÄKERHETER	36
6.2.1	Trafikmodeller	36
6.2.2	Statistik	37
6.3	JÄMFÖRELSE BEFINTLIG METOD OCH ALTERNATIV ANSATS	37
6.4	TRANSPORTSTYRELSENS FÖRSLAG TILL NYA FÖRESKRIFTER	37
7	SLUTSATSER OCH FORTSATT ARBETE	39
7.1	KOMMENTARER OCH SLUTSATSER	39
7.2	FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	40
8	REFERENSER	41

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Nationell lagstiftning Plan och bygglagen (PBL) och Plan och byggförordningen (PBF) ställer övergripande krav på brandsäkerhet för byggnadsverk. Bland annat anges att:

”... ett byggnadsverk ska vara projekterat och utfört på ett sätt som innebär att personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt”

Enligt Boverkets Byggregler (BBR) bör dimensioneringen av utrymningsväg och väg till utrymningsväg baseras på det maximala antalet personer som kan förväntas befinna sig i lokalen. I en tabell finns uppgifter på dimensionerande persontäthet (personer/ m²) för olika typer av verksamheter (kontor, köpcentrum, samlingslokaler med flera). De angivna riktvärdena för dimensionerande persontäthet bedöms inte direkt tillämpbara för järnvägstunnlar och undermarkstationer. Ett annat angreppssätt måste väljas.

Enligt Trafikverkets tekniska krav i TRVK Tunnel 11 ⁽¹⁾ är det ett objektsspecifikt byggherreval som ska göras: byggherren ska ange dimensionerade antal personer i förhållande till utrymningstid.

1.2 PROBLEMSTÄLLNING

Vid projektering av uppgångar från stationer och utrymningsvägar från tunnlar är ofta utrymningskapaciteten dimensionerande. Utrymningskapaciteten styrs av antalet personer som ska utrymma och för stationer handlar det om vilka kötider som kan accepteras. Ett dimensionerande personantal fastställs som ligger till grund för att säkerställa utrymningskapaciteten. Dimensionerade personantal tillämpas i utrymningsberäkningar där utrymningstider jämförs med beräkningar på olika brandförlopp. Praxis idag är vanligtvis att två fulla tåg ska kunna utrymmas med god marginal innan kritiska förhållanden uppstår. Med ett konservativt angreppssätt används, för respektive projekt, aktuell tågtyp med flest antal passagerare som dimensionerande. Tågen antas vara helt fullsatta med maximalt antal såväl sittande som stående resenärer. Detta medför att stationer och tunnlar med relativt låga resandemängder kan dimensioneras för extrema situationer, som normalt endast är relevanta för de allra hårdast belastade anläggningarna. Eftersom det saknas standardiserade metoder för att fastställa personantal utifrån exempelvis trafikprognoser leder detta till att kostnaderna för projekten kan bli onödigt stora eller att det skapas en stor osäkerhet i projekten. En nyansering av säkerhetskraven utifrån den förväntade riskbilden kan medföra en effektivare projektering och minskade kostnader för projekten.

1.3 MÅL

Projektets mål är att se över möjligheterna att ta fram en alternativ metod, där vägledningen för val av dimensionerande personantal baseras på trafikprognoser. Utgångspunkten är frågan om trafikprognoser kan utgöra

¹ Trafikverkets nya Krav Tunnelbyggande, 2016 har inte beaktats i denna rapport

underlag för utrymningsdimensioneringen och en viktig frågeställning för vårt utvecklingsuppdrag är:

Hur kan befintliga prognosmodeller utnyttjas (och eventuellt utvecklas) för att få fram antal resenärer på tågen + antal personer på stationen, fördelning under högtrafik m.m.?

Syftet med en alternativ metodik för att ta fram ingångsvärden till dimensioneringen är att hitta en annan väg än det mycket konservativa angreppssättet att max antal resenärer i största typen av persontåg används. Metodiken ska kunna tillämpas som en allmän vägledning i kommande projekt som innefattar tunnlar och undermarkstationer. Det övergripande målet är att projekteringslösningarna ska kunna bli mer homogeniserade, kostnadseffektiva och mer realistiska.

1.4 AVGRÄNSNINGAR

Baserat på vad som angavs i projektspecifikationen och synpunkter som framkommit i projektgruppen under ett antal workshops har projektet avgränsats enligt nedan.

Projektet omfattar:

- Järnvägstunnlar, undermarkstationer och markstationer, dock har fokus lagts på undermarkstationer (se avsnitt 1.5).
- Övergripande inventering av dagens metodik
- Förslag till alternativ ansats till dimensioneringsmetod vid val av dimensionerande personantal.

Projektet omfattar inte

- Detaljerade sammanställningar av statistik och prognoser.
- Genomarbetad metodik eller detaljerad vägledning.

1.5 ARBETSSÄTT OCH RAPPORTENS UPPLÄGG

Arbetet i detta utvecklingsuppdrag inleddes med att skapa en projektgrupp som tillsammans har en bred kunskap och erfarenhet av såväl riskfrågor kopplat till tunnelsäkerhet som trafikanalyser och trafikprognoser. Stor del av arbetet har skett i ett antal arbetsmöten/ workshops där projektgruppen diskuterat förslag till angreppssätt och metodik.

I kapitel 2 beskrivs de förutsättningar som ligger till grund för vårt arbete. Det innefattar en övergripande beskrivning av gällande lagar och föreskrifter tillsammans med en beskrivning av hur säkerhetsarbetet vid planering och projektering av järnvägstunnlar med undermarkstationer redovisas i säkerhetskoncept.

Kapitel 3 redovisar en inventering av tidigare använda principer för val av dimensionerande personantal. Angreppssättet avseende dimensionerande personantal vid verifiering av utrymningssäkerhet skiljer sig åt i tunnlar, undermarkstationer och för markstationer. Efter genomförd inventering fokuserade vi i det fortsatta arbetet på undermarkstationer.

I kapitel 4 presenteras exempel på enklare utrymningsanalyser för en undermarkstation för att visa vad olika personbelastningar medför för krav på utrymningskapacitet.

Vid vårt analysarbete uppstod behovet att se hur antalet passagerare på olika stationer varierar över dygnet/året och för att göra detta behövde vi hitta någon datakälla som vi kunde utgå ifrån för att komplettera prognosdata. Vi valde att genomföra ett "beräkningsexempel" med utgångspunkt i statistik över påstigande, avstigande och passerande resenärer från en befintlig station. Kapitel 5 beskriver en alternativ ansats med en beräkningsprincip där en kombination av trafikprognosresultat och statistik ger maxbelastning.

Diskussion kring riskperspektiv, osäkerheter i prognoser och statistik med koppling till projektets alternativa ansats förs i kapitel 6.

Avslutningsvis presenteras i kapitel 7 några kommentarer och slutsatser till genomförda analyser tillsammans med förslag på fortsatt arbete för vidareutveckling av en alternativ ansats till dimensioneringsmetod.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 LAGAR OCH FÖRESKRIFTER

Tunnlar

Gällande lagar och regler avseende brand- och personsäkerhet i tunnlar:

- Järnvägslagen (2004:519 med ändringar t.o.m. SFS 2015:360).
- Plan- och bygglagen, PBL (2010:900) samt Plan- och byggförordning, PBF (2011:338).
- Lag om skydd mot olyckor, LSO (2003:789 med ändringar t.o.m. SFS 2014:1223) och Förordning om skydd mot olyckor (2003:789) med tillhörande föreskrifter och allmänna råd.
- Kommissionens förordning (EU) nr 1303/2014 av den 18 november 2014 om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende "säkerhet i järnvägstunnlar" i järnvägssystem i Europeiska järnvägen.

Vidare har Trafikverket ett antal egna krav och råd som ska tillämpas som byggherrens interna krav avseende brand- och personsäkerhet/ utrymningssäkerhet.

Stationer

Gällande lagar och regler avseende brand- och personsäkerhet i station:

- Plan- och bygglagen, PBL (2010:900) samt Plan- och byggförordning, PBF (2011:338).
- Boverkets byggregler, BBR 22 (BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2015:3). ⁽²⁾
- Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BBRAD3 (BFS 2013:12).
- Lag om skydd mot olyckor, LSO (2003:789 med ändringar t.o.m. SFS 2014:1223) och Förordning om skydd mot olyckor (2003:789) med tillhörande föreskrifter och allmänna råd.

Vidare finns Trafikverkets råd och krav som tillämpas som byggherrens interna krav avseende brand- och personsäkerhet/ utrymningssäkerhet. Ett exempel är Vägledning för Trafikverkets krav och råd avseende brandskydd i undermarkstationer 1.0, 2014-07-10, Trafikverket.

Gränsdragning mellan regelverk

I Trafikverkets FOI-rapport *Vägledning för Trafikverkets krav och råd avseende brandskydd för undermarkstationer* presenteras övergripande krav för brandskyddsprojektering av undermarkstationer förvaltade av Trafikverket. Med stöd av denna har Trafikverkets projekt tillämpat följande gränsdragning mellan regelverken ⁽³⁾:

- Stationen, exklusive plattformsrums och spårrområde, betraktas som byggnad enligt PBL och dimensioneras därför efter Boverkets byggregler (BBR).
- Tunneldelar, plattformsrums och spårrområde klassificeras som annan anläggning och dimensioneras enligt Plan- och bygglagen (PBL) och Plan- och byggförordningen (PBF).

² BBR gäller för stationsbyggnad men inte för plattformsrumsrummet.

³ Kraven finns nu införda i Tdok Krav Tunnelbyggnad 2016.

- Brandavskiljningen mot uppgångarna/rulltrapporna utgör gränsdragningen mellan byggnadsverken.

Trots att plattformsrummet inte betraktas som byggnad har flera projekt tagit utgångspunkt i BBR vad gäller projekteringen av brandskydd för att hitta en rimlig nivå. (4)

2.2 SÄKERHETSKONCEPT

Järnvägsanläggningar med tunnlar och stationer undermark ska tillgodose höga krav på säkerhet för människor, egendom och miljö. Anläggningen ska erbjuda ett säkert sätt att resa för de trafikanter som väljer att färdas där. Hög säkerhet nås genom att säkerhetstänkandet förs in från tidigt skede och följer med hela vägen, från planering och projektering till byggande och drift.

I tidiga skeden, vid planering och projektering av järnvägstunnlar med och utan undermarkstationer bedrivs omfattande säkerhetsarbeten vilket bland annat innefattar bestämning av anläggningens säkerhetskoncept. Säkerhetskoncepten vilar på tre huvudpelare, anläggningsutformning, utrustning för säkerheten samt organisation och övervakning av anläggningen.

Säkerhetskoncepten beskriver krav, strategier och skyddsåtgärder för säkerhet mot olyckor i driftskedet. Tyngdpunkten (i händelse av en olycka) ligger på strategier för utrymning och räddningsinsats då dessa påverkar anläggningens utformning i stor utsträckning. Huvudstrategin är att vid brand i tåg ska det brinnande tåget köras till närmaste säkra utrymningspunkt, det vill säga närmaste station eller ut ur tunnelsystemet, och sedan utrymmas. På stationen sker utrymningen i god miljö med normal urstigning, god belysning och via effektiva utgångar som är de uppgångar som normalt används av resenärerna. 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 anordnas utrymningsvägar även i tunnlarna.

En helhetsbild av personsäkerheten i driftsatt anläggning redovisas i säkerhetskoncepten. Åtgärder för att möjliggöra självutrymning är en viktig del i anläggningens säkerhet. Som underlag för dimensionering av utrymningskapaciteten tas dimensionerande personantal fram för station respektive tunnel. Utrymningskapaciteten styr projekteringen av uppgångar på station och utrymningsvägar från tunnel.

Praxis är att säkerhetskoncepten bygger på filosofin att två av varandra oberoende händelser/olyckor inte inträffar samtidigt. Ett exempel är att en brand i ett tåg i tunneln/ undermarkstationen inte antas inträffa samtidigt som elkraftförsörjningen slås ut orsakat av en annan händelse. Sannolikheten för att två oberoende allvarliga händelser inträffar samtidigt bedöms som extremt liten.

Säkerhetskoncepten redovisar anläggningstekniska säkerhetsåtgärder och strategier för hantering av olika typ av händelser. Ett exempel är händelser med överfull plattform som skulle kunna inträffa vid omfattande trafikstörningar/ förseningar och i samband med olika "event" (konserter,

⁴ Vägledning för Trafikverkets krav och råd avseende brandskydd för undermarkstationer anger inte detaljerade kravnivåer.

fotbollsmatcher med mera). Säkerhetskoncepten hänvisar här ofta till att rutiner ska finnas för hantering av överfulla plattformar. I rutinerna kan det till exempel finnas instruktioner om att vid behov ska nedgång till plattform och/eller plattform för resenärer stängas. Utrymningsvägarna dimensioneras normalt inte för två samtidigt händelser med brand (som kräver snabb utrymning) och överfull plattform i enlighet med filosofin att två av varandra oberoende händelser inte inträffar samtidigt.

3 DAGENS METODIK

3.1 METODER FÖR VAL AV DIMENSIONERANDE PERSONANTAL

3.1.1 Metod A – Trafikprognoser för maxkvarten

Eftersom flödet av resenärer varierar över dygnet utgår det dimensionerande personantalet från den period där flest personer passerar stationer och tunnlar. Rusningstrafiken morgon och kväll är den period med högst antal resande och definieras som maxtimmen. Vidare har varje maxtimma ett högsta uppmätt värde, vilket definieras som maxkvart. Detta bedöms vara den perioden på dygnet med mest intensiv personbelastning och blir därför dimensionerande.

Personantal vid maxkvart beräknas separat för morgon samt kväll där det högsta totala personantalet av de två skall tillämpas. Metoden bygger på att trafikprognoser för rusningstrafik morgon och kväll finns tillgänglig.

Exempel på antagen definition av maxtimma och maxkvart från Projekt Västlänken [1]:

- Tiden 6-9 på morgonen samt 15-18 på eftermiddagen antas utgöra den största belastningen av trafikanter under ett dygn. Under dessa timmar sker större delen av trafiken vid den så kallade maxtimmen. Trafikantflödet, det vill säga det totala antalet resenärer, under denna timma antas utgöra 55 % av trafikantflödet under tiden 6-9 respektive 15-18.
- Även under maxtimmen råder en fördelning av resandets intensitet. Den mest intensiva perioden definieras som maxkvarten. Denna kvart (15 minuter) antas trafikantflödet bestå av 33% av personerna från maxtimmen.

3.1.2 Metod B – Trafikprognoser för störningar

En störning av trafiken som till exempel medför att vartannat tåg är inställt medför fler resande i de tåg som fortsätter att trafikera systemet. Personbelastningen kan då tillfälligt vara högre än "normal" rusningstrafik eller maxkvart.

3.1.3 Metod C – Dimensionering med fullbelagda fordon

Antalet trafikanter varierar över dygnet. Enstaka tåg kan vid dygnets maxtimmar vara belastade till 100%. Belastningen på tågen kan tidvis vara högre än vad genomsnittliga fyllnadsgrader från trafikprognoser uppvisar. För att ta hänsyn till detta så tillämpas ett antagande som säkerställer ett absolut maximalt personantal vid normal drift. Den teoretiska personbelastningen i ett tåg baseras på uppgifter från tågleverantören och redovisar sammanlagda antalet stå- och sittplatser i tåget. Som dimensionerande tågtyp används den som har flesta antal max passagerare per tåg.

Vid brandhändelser på station ska den teoretiska personbelastningen även beakta väntande resenärer och möjlig närvaro av flera tåg. Om detaljerad information saknas om trafiken rekommenderas i [2] en metod som kommer ifrån EBA, Eisenbahn Bundesamt (federala järnvägsmyndigheten i Tyskland).

Värderingen bygger på följande formel:

$$P_{max} = n(P1+P2)+P3$$

- Där
- n = antal spår kring plattformen
(normalt 1 för sidoplattformar och 2 för mellanplattformar)
 - P1 = maximalt antal sittande personer i det längsta tåget
 - P2 = maximalt antal stående personer i det längsta tåget
 - P3 = 0.3(P1+P2) (väntande personer på plattformen)

Kapacitet i tågen

Det finns inga bestämmelser i Sverige om maximalt antal resenärer per tågsätt. Frågan är relaterad till säkerhet ombord och ytterst är det järnvägsföretaget som är ansvarig för resenärernas säkerhet under resan. Det finns en variation i beräkningsansatser för att ta fram totalt antal resenärer per tåg. Beräkningar varierar utifrån olika antaganden om antal stående resenärer. En internationell undersökning [3] visar på att uppgifter varierar beroende på världsdel och om det är "peak hour" eller "crush load" enligt följande ⁽⁵⁾:

Tabell 3-1 Antal stående resenärer under "peak hour" respektive "crush load"

Antal stående resenärer	"Peak hour" personer/ m ²	"Crush load" personer/ m ²
Nordamerika	4	6
Europa	4-5	6-7
Asien	5-6	8

I Projekt Västlänken antogs 4-5 resenärer per kvm ("Peak hour Europa") för att beräkna totalt antal stående resenärer per tåg. För lokaltågen användes 5 resenärer per kvm medan för regionalstågen användes 4 resenärer per kvm. För höghastighetståg förväntas inga stående eftersom platsbiljetter krävs (Projekt Ostlänken [4]).

3.1.4 Metod D - Evenemangsscenario

Vid större evenemang i anslutning till en station, kan personbelastningen tillfälligt vara mycket högre än vanligt. Det gäller primärt väntande personer på plattformen.

⁵ Peak hour = max timme. Crush load = extrem passagerarbelastning, vilket innebär att passagerare står i direkt fysisk kontakt med varandra.

3.1.5 Metod E – Dimensionering utifrån medelantal i fordon

Metoden utgår ifrån antal resande i fordon i medeltal i aktuell anläggning relativt medeltal resande i fordon i andra liknade system enligt följande samband (från Ostlänken [4] och Varbergstunneln [5]):

- $(\text{Antal resande i fordonen i medeltal i aktuell tunnel} / \text{Antal resande i fordon i medeltal i annat liknande system}) \times \text{Dimensionerade personantal för det liknande systemet.}$

Liknande system utgörs här av system med ungefär samma antal resande och medelantal resande i fordon. Här ingår även en värdering av när medelbeläggningen är i nivå med hela landet.

Utgångspunkten är att dimensionerade personantal för en mellanplattform ska motsvara minst två persontåg samt för en sidoplattform minst ett tåg.

3.1.6 Kombination av metoder, exempel från Västlänken

Nedan beskrivs metodik för definition av dimensionerande personantal vid utrymning av Västlänken vilken baseras på den metodik som tillämpats i Citybanan.

Som dimensionerande tågtyp ur utrymningssynpunkt antas den tågtyp med störst maximalt antal passagerare per tåg, som kommer att trafikera Västlänken. Ett fullsatt dimensionerande tåg i Västlänken rymmer 1 840 personer (sittande+stående).

Antal utrymmande från respektive station ska dimensioneras utifrån två alternativ där det alternativet med högst personantal gäller. Alternativen tillämpas separat för respektive plattform varför det ena alternativet kan gälla för en plattform men inte nödvändigtvis för den andra:

- A Personantal baserat på trafikantprognoser för brandutsatt respektive ej brandutsatt plattform där maxkvarten är dimensionerande.
- B Personantal motsvarande två fullsatta tåg på brandutsatt plattform samt ett fullsatt tåg på ej brandutsatt plattform

Antal tåg under maxtimmen i Västlänken är 20 stycken. Det dimensionerade värdet för alternativ B är 3680 (1840+1840) personer i två fordon. Värdet jämförs i Tabell 3-2 med antal resande i tåg och per plattform vid maxtimmen, antal resande vid en störning då vartannat tåg är inställt samt vid ett extremfall med trafikstörning kombinerat med att ett onormalt stort antal resande går ner på plattformarna utan att stoppas.

Tabell 3-2 Analys dimensionerade personantal, exempel från Västlänken

Händelse	Antal personer/ plattform	Andel personer jämfört med metod B
Metod B (två fulla tåg)	3 680	
Maxtimma	550-1 050	15-29 %
Störning (vartannat tåg inställt)	1 300-2 200	35-60 %
Extremfall	2 500-2 700	68-74 %

3.1.7 Metoder från regelverk och standarder

BBR (Boverkets byggregler) ⁽⁶⁾ anger som dimensionerande personantal:

- Maximalt antal personer som kan vistas i lokalen samtidigt

National Fire Protection Agency, NFPA 130 ⁽⁷⁾ [6] anger att:

- "The occupant load for a station shall be based on the train load of trains simultaneously entering the station on all tracks in normal traffic direction plus the simultaneous entraining load awaiting trains."

3.1.8 Kommentar

Ovan redovisas en övergripande sammanställning över ett antal metoder för att ta fram underlag för val av dimensionerande personantal. Det har inte ingått i vårt arbete att vidare utvärdera för- och nackdelar med respektive metod. Följande två av de inventerade metoderna bedöms dock inte ändamålsenliga:

- Metod B bygger på att trafikanalys och trafikprognoser finns tillgängliga för att kunna ta fram antalet resande i tågen och plattformar vid en störning. I avsaknad av relevanta störningsprognoser bedöms metoden inte tillämpbar i nuläget.
- Metod D, evenemangsscenario, bedöms inte tillämpbar då antal personer i tågen alltid är en faktor som skall ingå när dimensionerade personantal tas fram. Vidare har flera projekt (Västlänken, Mälardalen, Ostlänken) i samband med projektering antagit/ förutsatt att organisatoriska åtgärder finns för att förhindra att plattformarna blir överfulla vid större evenemang och trafikstörningar.

⁶ BBR gäller endast för stationsbyggnader, inte för tunnlar.

⁷ NFPA 130 hanterar "fixed guideway transit" och "passenger rail system".

3.2 DIMENSIONERANDE PERSONANTAL FÖR UNDERMARKSTATIONER HITTILLS

3.2.1 Brandutsatt plattform

Angreppssättet avseende dimensionerande personantal vid verifiering av utrymnings säkerhet skiljer sig åt i olika tunnelprojekt. I Tabell 3-3 redovisas en jämförelse av olika tunnelsystem avseende prognoser för antal resande, persontåg och medelbeläggningen i fordonen tillsammans med valt dimensionerande personantal ⁽⁸⁾.

Tabell 3-3 Jämförelse dimensionerande personantal olika tunnelsystem

System	Antal resande per dygn	Antal persontåg per dygn	Resande i medeltal per tåg	Dim. personantal station	Kommentar
Hela landet			Cirka 115		
Varbergstunnelns station (år 2030)	14 000	132	106	1 360	Två tåg (metod E)
Västlänken	75 000	520	144	1 840+1 840= 3 680	Två fullsatta* tåg (metod C)
Citybanan i Stockholm	250 000	600	416	1840+1840= 3680	Två fullsatta tåg (metod C)
Citytunneln i Malmö (år 2030)	92 000	450	204	788+1 576 el. 788+788+788 =2 364	Två eller tre tåg**
Södertunneln i Helsingborg (år 2037)	100 000	372	268	960+1 560= 2 520	Tåg 1 fullt sittande+ tåg 2 helt fullsatt
Strängnäs-tunneln (år 2030)	7 200	66	109	504	I tunnel ett tåg fullt sittande
Mälardalen (år 2030)	52 000	378	137	1 840+1 844= 3 684	Fullsatt X60+ fullsatt X40 (metod C)
Ostlänken (år 2040)*** Järna-Skavsta/ Skavsta- Linköping	32 900 / 28 800	224 / 176	147 / 163	2091	Två tåg (metod E)

* Fullsatt tåg = tåg med fullt antal sittande och fullt antal stående resenärer.

** Två tåg avser ett kort + ett långt tåg, tre tåg avser tre korta tåg

*** Pågående projekt, nya prognoser/ uppgifter tas fram.

Inventering av använda principer och hur dessa tillämpats vid val av dimensionerande personantal på plattform i olika projekt kommenteras kort nedan.

⁸ Uppgifterna är sammanställda från framtagna säkerhetsanalyser inom projekten.

Västlänken

Tillämpar metod C – dimensionering med fullbelagda fordon. Som dimensionerande tågtyp ur utrymningssynpunkt antas den tågtyp med flest antal max passagerare per tåg, som kommer att trafikera Västlänken. Ett fullsatt dimensionerande tåg i Västlänken rymmer 1 836 personer. Antal utrymmande från respektive station dimensioneras utifrån ett personantal motsvarande två fullsatta tåg på brandutsatt plattform samt ett fullsatt tåg på ej brandutsatt plattform.

Varbergstunneln

Använder metod E- dimensionering utifrån medelantal i fordon jämfört med andra system. Dimensionerande personantal för scenariot med hög beläggning hamnar mellan 1 062-1 391 personer fördelat på två tåg. Dimensionerande personantal på brandutsatt plattform är 1 360 personer i två persontåg vilket motsvarar hög beläggning på två persontåg, X50 eller X40 med 2 enheter. Beläggning med 680 personer i ett fordon utgör (baserat på trafikprognoser) endast 2 % av scenarierna i säkerhetsvärderingen.

Mälärbanan

Utgår från metod C – dimensioneras med två fullbelagda tåg vid plattform, ett lokaltåg och ett regionaltåg. Dimensionerande personantal på plattform uppgår till 3684 personer, vilket motsvarar ett fullsatt (fullt antal sittande och fullt antal stående resenärer) X60-tåg och ett X40-tåg med 4 sammankopplade enheter.

Personantalet enligt metod D evenemangsscenario bedöms bli större än för metod C. Här planeras att åtgärder tas fram för att hantera händelser vid trafikstörningar och större evenemang då behov finns att begränsa personantalet i stationen.

Ostlänken

Använder metod E- dimensionering utifrån medelantal i fordon jämfört med andra system. Dimensionerande personantal för stationer hamnar mellan: 1 442-2 091 personer fördelat på två fordon. Konservativt väljs 2 091 personer i två fordon för mittenplattformar och 1 045 personer i ett fordon för sidoplattformar.

Vid värderingar av utrymningssäkerheten väljs kombinationer med fullt sittande och drygt 2 personer/m² stående i regionaltåg samt fullt sittande i höghastighetståg.

3.2.2 Annan plattform och biljetthall

I det fall som utrymning sker från en brandutsatt plattform så kan, för stationer med flera plattformar även utrymning från den icke brandutsatta plattformen behöva beaktas. Detta eftersom utrymmande personer från båda plattformarna kan komma att mötas vid exempelvis biljetthallar eller uppgångar och dessa behöver dimensioneras för att hantera den sammanlagda belastningen.

Västlänken

Antal utrymmande från respektive station dimensioneras utifrån ett personantal motsvarande två fullsatta tåg på brandutsatt plattform samt ett fullsatt tåg på ej brandutsatt plattform.

Ytor inom mellanplan och markplan används enbart som kommunikationsutrymmen. Ytor inom mellanplan och markplan innebär därmed inga tillkommande verksamheter där personantalet är dimensionerande för utformningen.

Ostlänken

Personbelastning antas vara 50 % av största belastningen på branddrabbad plattform. Personantalet avser ej branddrabbad plattform och dimensionering av gemensamma ytor för de utrymmande ifrån branddrabbad plattform och ej branddrabbad plattform. Vid värderingar av utrymningssäkerheten utreds om belastningen skall fördelas på ett eller två tåg samt regionaltåg och höghastighetståg.

Mälärbanan

Då det i station Sundbyberg finns två stycken (från varandra separerade) plattformsområden som mynnar till samma biljetthall måste ett personantal från icke brandutsatt plattform även beaktas vid dimensionering av utrymningsvägar från biljetthallen. I ett scenario kan två fullsatta tåg på icke brandutsatt plattform behöva utrymmas samtidigt som den brandutsatta plattformen. Dimensionerande personantal för biljetthallen uppgår till 2 456 personer, baserat på att personerna antas fördelas jämnt över tillgängliga utrymningsvägar och att en utrymningsväg kan vara blockerad av branden på den brandutsatta plattformen. Detta scenario tar dock ej hänsyn till en eventuell trafikstörning där extra mycket personer kan befinna sig på stationen samtidigt.

3.3 DIMENSIONERANDE PERSONANTAL TUNNLAR

Resenärernas säkerhet i tunneln analyseras i en säkerhetsvärdering enligt BVH 585.30, detta innefattar bland annat analyser av utrymningssäkerheten och konsekvenser. För att kunna utföra detta krävs att en fördelning över tiden av olika personbelastningar väljs i tågen för att representera den trafikprognos inklusive antal resande som är dimensionerade för systemet. I säkerhetsvärderingen analyseras ett stort antal scenarier med olika beläggning på tågen. Dimensionerade personantal i tunnlarna inklusive trafikprognoser och fördelningar över tid mellan antal resande utgör viktiga förutsättningar för säkerhetsvärderingen.

För dubbelspårstunnelar skall utrymningssäkerheten även utvärderas för två persontåg i tunneln som utrymmer vid brand i ena tåget. Generellt antas att ett tåg i vardera riktningen behöver stanna inom en begränsad sträcka av en tunnel. Det förutsätts att de två persontågen stoppar inom sådan närhet av varandra att de måste utrymma via gemensamma utrymningsvägar och till viss del gemensam tunnelsträckning.

Nedan presenteras övergripande hur fördelningen av antalet resenärer över tid har hanterats i olika projekt.

Citybanan

I säkerhetsvärderingen genomfördes en bedömning om självräddning är möjlig i Citybanans tunnelar. Detta för att visa att Citybanan uppfyllde då gällande krav i Förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. och de krav som ställdes på projektet i Regeringens tillåtlighetsprövning. En samlad bedömning av om självutrymning ska anses möjlig i tunneln vid brand genomfördes där ett antal brandscenarier studerades. Ett fullsatt dimensionerande tåg rymmer 1840 personer. Fördelning av antal utrymmande över tid varierades i analysen enligt:

Tabell 3-4 Fördelning av antal utrymmande i Citybanans tunnelar

Trafik	Antal utrymmande	Fördelning, %
Störning	1 840	1
Högtrafik	1 200	27
Lågtrafik	400	72

Denna fördelning motsvarar en medelbeläggning på drygt 630 resenärer per tåg. Trafikprognosen visar på en uppskattad medelbeläggning på 416 resenärer per tåg.

Västlänken

Säkerhetsvärdering enligt BVH 585.30 används som underlag för verifiering av att "självutrymning ska vara möjlig i de flesta fallen" i tunnlarna. Flera olika scenarier med varierande personantal värderas. Maximalt personantal väljs baserat på personantal motsvarande två tåg som stannat i tunneln. Ett fullsatt (brandutsatt) tåg i ena riktningen och ett halvfullt tåg i andra riktningen.

En samlad bedömning utförs av möjligheten att självutrymma vid större bränder i ett fordon som stannat i Västlänkens tunnel. Syftet är att visa att självräddning är möjlig i de flesta scenarierna där även sannolikheten för varje scenario ingår i värderingen. Ett fullsatt dimensionerande tåg rymmer 1836 personer. Fördelning av antal utrymmande över tid varierades i analysen enligt:

Tabell 3-5 Fördelning av antal utrymmande i Västlänkens tunnlar

Personbelastning	Antal resande	Fördelning, %
Fullsatt*	1 836	1
Fullt	1 212	2
Halvfullt	508	30
Normalt	150	67

* Fullsatt tåg = tåg med fullt antal sittande och fullt antal stående resenärer

Med ovanstående fördelning av personbelastning kan medelbeläggningen i anläggningen beräknas till nästan 300 personer per tåg. Trafikeringen i Västlänken bedöms i framtagna trafikprognoser bli cirka 520 tåg per dygn vilket med ovan antagen medelbeläggning ger cirka 156 000 resande per dygn. Trafikprognoser anger 75 000 resande per dygn. Använd fördelning enligt ovan betraktas i genomförd säkerhetsvärdering som konservativ och inrymmer en ökning av antal resande i Västlänken jämfört med prognosen.

Varbergstunneln

I säkerhetsvärderingen analyseras ett stort antal scenarier med olika beläggning på tågen, fördelningen utgör en konservativ bedömning baserat på framtagna trafikprognoser.

Tabell 3-6 Fördelning av antal utrymmande i Varbergstunneln

Beläggning	Antal resande	Fördelning, %
Fullt	680	2
Halvfullt	250	48
Normalt	150	50

Personbelastning "fullt" (680 personer) motsvarar fullt sittande i Reginatåg (två enheter med tre vagnar). Personbelastning enligt Tabell 3-6 ger en teoretisk medelbeläggning på 913 personer, samt antal resande per dygn som är cirka 25% fler resande per dygn än trafikprognosen för år 2030.

Ostlänken

I säkerhetsvärderingen analyseras ett stort antal scenarier med olika beläggning på tågen, fördelningen utgör en konservativ bedömning baserat på framtagna trafikprognoser.

Tabell 3-7 Fördelning av antal utrymmande i Ostlänkens tunnlar

Trafik/beläggning	Tågtyp	Antal resande	Fördelning, %
Lågtrafik	Regional	100	35
Normaltrafik	Regional	163	55
Högtrafik (Fullt)	Regional	490	5
Högtrafik (Fullt)	HHT	888	4
Fullsatt	Regional	1045	1

I dubbelspårstunnlar > 1 km ska utrymningssäkerheten även värderas när det befinner sig två persontåg samtidigt inne i tunneln. I detta specialfall används för dimensionerande personantal ett fullsatt tåg som brinner (antal resande enligt Tabell 3-7) och ett halvfullt tåg (ej brand drabbat).

Mälarbanan

Säkerhetsvärdering används som underlag för verifiering av självutrymning i tunnarna, där flera olika scenarier med varierande personantal värderas. Maximalt personantal som ska studeras i säkerhetsvärderingen bedöms utgöras av ett personantal enligt metod C då ett fullbelastat tåg samt ett till hälften fullsatt tåg samtidigt stannar i tunneln och kräver samtidig utrymning. Personantalet enligt metod C uppgår till 2760 personer.

I säkerhetsvärderingen analyseras ett stort antal scenarier med olika beläggning på tågen. Analyserna baseras på en antagen belastningsfördelning enligt:

Tabell 3-8 Fördelning av antal utrymmande i Mälarbanans tunnlar

Trafik/ Beläggning	Antal resande	Fördelning, %
Maxkvart (fullsatt)	1840	2
Högtrafik	920	10
Lågtrafik	240	88

Denna fördelning motsvarar en medelbeläggning för år 2050 på drygt 380 resenärer per tåg. En trafikprognos har tagits fram i ett tidigare skede med en uppskattad medelbeläggning på drygt 240 resenärer per tåg år 2020. Ansatt medelbeläggning år 2050 motsvarar 60 % ökning av medelbeläggningen jämfört med prognosen för 2020.

4 UTRYMNING UNDERMARKSTATION

4.1 INLEDNING OCH BAKGRUND

I detta kapitel genomförs enklare utrymningsanalyser för en undermarkstation för att visa vad olika personbelastningar medför för krav på utrymningskapacitet i antal rulltrappor och trappor ifrån en mellanplattform med ett tåg på vardera sidan av plattformen, då det i ett av tågen brinner i en vagn. Utrymning vidare från eventuella mellanplan och anslutande resecentrum hanteras inte. Här förväntas utrymningskapacitet vara tillräcklig för att inte påverka utrymnings säkerheten på plattformen.

Kriterier för säker utrymning följer BBRAD [10] avseende kökriterier d.v.s. maximalt 8 minuter.

I denna utredning antas att branden och brandgaslagret inte utgör kriterier för säker utrymning i undermarkstationen då brandgaskontrollsystem förväntas dimensioneras för att säkerhetsställa att brandgaslagret inte påverkar utrymningen. D.v.s. kökriterierna kommer att vara dimensionerade för utrymningskapaciteten ifrån plattformen, inte branden och brandgaslagret.

4.2 UTRYMNING FRÅN PLATTFORM

4.2.1 Generellt

Från plattformens plan antas utrymning kunna ske via både rulltrappor och gångtrappor. För rulltrapporna kommer gångriktningen att vara väsentlig. För rulltrappor som är nedåtgående i händelse av brand antas att det stoppas för att göras tillgängliga för utrymning men utan att reverseras. Eftersom rulltrappor ibland måste utsättas för mer omfattande service innefattar värderingen även blockerade rulltrappor.

I de plattformsavskiljande glasburarna kring respektive uppgång kommer dörröppningar att placeras. Dörröppningarnas bredd ska anpassas så att full utrymningskapacitet kan erhållas i uppgången.

Fem trånga sektioner kan alltså identifieras vid utrymning från plattform.

- Uppåtgående rulltrappa
- Stillastående rulltrappa (ur drift alternativt nedåtgående som stoppats vid brand)
- Blockerad rulltrappa
- Gångtrappa
- Dörröppning i glasbur ⁽⁹⁾

Utgångspunkten för rulltrappor i denna värdering har varit:

- Utformningen uppfyller SS-EN 115 [11]
- Bredden på stegen är minst 1 meter breda
- Hastighet är 0,65 m/s och lutningen 30°
- Trappsteget är ca 15-19 cm.

⁹ Förutsätts i analysen vara tillräckligt breda för att inte vara en trång sektion

4.2.2 Utrymningskapacitet

Uppåtgående rulltrappor

Utifrån tidigare mätningar och utredningar erhöles följande kapacitet för uppåtgående rulltrappor:

- SL 80-120p/min [12]
- London tunnelbanan, 108-120p/min [13]
- Citybanan, 80p/min [14]
- NFPA 130, 75p/min [6]
- Västlänken, 100 p/min [16]

Det kan konstateras att en trolig kapacitet i uppåtgående rulltrappor är åtminstone 100 p/min. Vid en utrymning där situationen upplevs som hotfull är det dessutom möjligt att kapaciteten i uppåtgående rulltrappor blir högre än vid normal drift. Kapaciteten är dock inte konstant utan varierar beroende på enskildas beteenden vid påstigning samt i rulltrappsloppet.

Med grund i detta ansätts personflödet i uppåtgående rulltrappor för tunnelbanans plattformar till 100 p/min. Det förutsätts då att stighöjden understiger 30 m.

Gångtrappor (uppåt)

I BBRAD [10] anges gånghastighet uppåt och nedåt i trappor vid hög persontäthet till 0,5 m/s. Vid utrymning nedåt anges också personflödet till 1 person/sekund och breddmeter, inget motsvarande värde anges för utrymning uppåt. I Pedestrian Planning and Design [17] anges flöden i trappor uppåt till ca 40-56 person/minut och breddmeter vid höga persontätheter. Flöden nedåt i trappor är ca 5-10 personer/minut och breddmeter högre. De högre värdena avser en situation där persontätheten är hög, men där kön fortfarande flyter på bra utan större trängsel.

Detta stämmer överens med det dimensionerande värde på 60 personer/minut och breddmeter för flöden nedåt vid hög persontäthet som anges i BBRAD. Med hänvisning till [17] så bör flödet i en trappa uppåt väljas 10 personer/minut och breddmeter lägre än angivna flöden i trappor nedåt, dvs. 50 personer/minut och breddmeter för trappor utan riktningsändring d.v.s. en rak trappa.

Det förutsätts här att stighöjden understiger 15 m samt att ingen riktningsändring förekommer. Konservativt i värderingen används 45 p/min och breddmeter (effektiv bredd) vilket har använts i projekt Västlänken och Citybanan utrymningsanalyser [14,16] medan tunnelbanans utbyggnad FUT [18] har använt 50 p/min och breddmeter för stighöjder understigande 15 m.

Tabell 4-1 Personflödet i rak trappa uppåt

Rak trappa	p/min 45*(D-0,18 ¹)	p/min 45*(D-0,240 ¹)
2 m	81,9 p/min	79,2 p/min
2.5 m	104,4 p/min	101,7 p/min
3 m	126,9 p/min	124,2 p/min
3.5 m	149,4 p/min	146,7 p/min
4 m	171,9 p/min	169,2 p/min

¹ Effektiv bredd är den verkliga bredden minskad med **90** mm vid trappräcken och **150** mm vid väggar invid trappan. Vid värderingen förutsätts vägg mot enda sidan och trappräcke mot andra sidan vara begränsande (90+150 = 240 mm)

Stillastående rulltrappor

Eftersom rulltrappor har andra förhållanden mellan steghöjd och stegdjup än vanliga gångtrappor är det rimligt att anta att utrymningskapaciteten per breddmeter kommer att vara något lägre. Det förutsätts här att stighöjden understiger 15 m.

- Kapacitet gående uppåt i en stillastående rulltrappa, bredd minst 1 m, med stighöjden understigande 15 m: 30 p/min

Det ger att kapaciteten är ca 33 % lägre än för en trappa som är bredare än en meter.

Det kan jämföras med [18] som anger 40 p/min för stighöjd understigande 15 m och 25 p/min för stighöjd mellan 15-30 m. Kapaciteten 30 p/min har använts i [14] och [16] och bedöms vara ett rimligt värde att använda i denna analys, det högre värdet som använts i FUT uppdraget [18] bygger på forskningsförsök och teoretiska beräkningar.

Försök som genomförts avseende gående i stillastående rulltrappor ger inte en rättvisande bild av flödet i rulltrappor med hög personbelastning under hela utrymningsförloppet då antalet försökspersoner vid gruppörsök var 21 personer samt medelålder var ca 30 år (Västra Skogens tunnelbanestation 2014) [24].

Sammanställning av personflöden i stillastående rulltrappor ifrån försöken i vid olika höjder. Högre personflöden observerades i början av rulltrappan som sedan minskade längre upp, se nedan.

- 0-10 m: 46 p/min
- 10-20 m: 23p/min
- 20-30 m: 14 p/min
- >30 m: 12.5 p/min

Försöken indikerar att 30 p/min sannolikt är ett mera rimligt antagande för stighöjder understigande 15 m med hög personbelastning än 40 p/min.

4.3 STUDERADE SCENARIO

4.3.1 Grundfallet



Figur 4-1 Utrymning ifrån en mittenplattform med två uppgångar och två tåg

I grundfallet antas följande:

- Utrymning pågår i tre minuter innan en uppgång blockeras på grund av branden.
- Samtidigt är en rulltrappa blockerad i den andra uppgången, exempelvis på grund av större renoveringsarbete. Kapaciteten i denna rulltrappa sätts till 0 personer/minut.
- Minst hälften av övriga rulltrappor är uppåtgående
- Nedåtgående rulltrappor stoppas vid en utrymning och blir därmed tillgängliga för gående.

4.3.2 Utrymningskapacitet ifrån plattform

En mängd olika utformningar av uppgångar är tänkbara och kapaciteten kan även fördelas på flera olika uppgångar. I detta fall studeras en plattform med en uppgång i varje ände. Vardera uppgången antas vara utformad enligt ett av tre alternativ som presenteras nedan.

Tabell 4-2 Symboler i utformning 1-3 och vad de står för

Symbol	Beskrivning	Kapacitet
RÖTT	Blockerad rulltrappa	0 p/min
GULT	Stoppad rulltrappa	30 p/min
GRÖNT	Fungerade trappa	Trappa: Beroende på trappbredd, kapacitet se Tabell 4-1
GRÖNT	Fungerade rulltrappa	100 p/min
Överstruket	Branden blockerar uppgången efter 3 minuter	0 p/min efter 3 minuter

Stighöjder antas i detta fall vara mindre än 15 meter vid samtliga scenarier.

Dörrpartierna har inte särskilt studerats i utformningen. Det antas dock att kapaciteten överstiger kapaciteten i uppgångarna.

Utformning nr 1: 2 rulltrappor vid varje uppgång

	Uppgång nr 1 Kapacitet pers/ min			Uppgång nr 2 Kapacitet pers/ min	
0-3 min	100	0		100	30
3-8 min	100	0		0	0
Totalt	800			390	

Utformning 1 har vid uppgång 1 en fungerande rulltrappa med kapaciteten 100 p/min och en blockerad rulltrappa d.v.s. totalt en kapacitet på 100 p/min. Uppgång nr 2 har en fungerande rulltrappa och en stillastående rulltrappa vilket ger en kapacitet på 130 p/min. Uppgång nr 2 blockeras efter tre minuter. Det ger en total kapacitet under 8 minuter för utgång 1 och som är följande

- Utgång nr 1: 100 p/min * 8 min = 800 personer
- Utgång nr 2: 130 p/min * 3 min = 390 personer

Dvs total kapacitet under 8 minuter är 1190 personer.

Utformning nr 2: 3 rulltrappor vid varje uppgång

	Uppgång nr 1 Kapacitet pers/ min				Uppgång nr 2 Kapacitet pers/ min		
0-3 min	100	0	30		100	30	30
3-8 min	100	0	30		0	0	0
Totalt	1040				480		

Utformning 2 har vid uppgång 1 en fungerande rulltrappa med kapaciteten 100 p/min, en stillastående rulltrappa med kapaciteten 30 p/min och en blockerad rulltrappa d.v.s. totalt en kapacitet på 130 p/min. Uppgång nr 2 har en fungerande rulltrappa och två stillastående rulltrappor vilket ger en kapacitet på 160 p/min. Uppgång nr 2 blockeras efter tre minuter. Det ger en total kapacitet under 8 minuter för utgång 1 och som är följande

- Utgång nr 1: 100 p/min * 8 min = 1040 personer
- Utgång nr 2: 160 p/min * 3 min = 480 personer

D.v.s. total kapacitet under 8 minuter är 1520 personer.

Utformning nr 3: 2 rulltrappor + rak trappa (bredd 2-4 m) vid varje uppgång.

	Uppgång nr 1 Kapacitet pers/ min			Uppgång nr 2 Kapacitet pers/ min		
0-3 min	80-170	0	100	80-170	100	30
3-8 min	80-170	0	100	80-170	0	30
Totalt	1434-2154			627-897		

Utformning 2 har vid uppgång 1 en trappa där olika trappbredder värderas, en blockerad rulltrappa och en fungerande rulltrappa med kapaciteten 100 p/min. Uppgång nr 2 har en fungerande trappa där olika trappbredder värderas (2-4 m), en fungerande rulltrappa med kapaciteten 100 p/min och en stillastående rulltrappa med kapaciteten 30 p/min. Uppgång nr 2 blockeras efter tre minuter.

4.3.3 Resultat

Resultatsammanställning, maximalt antal utrymmande vid maximal kötid 8 minuter vid utformning 1 -3.

Tabell 4-3 Resultatsammanställning, utformning 1-2

Utformning	Tillgänglig kapacitet (personer/min)		Antal utrymmande innan kö > 8 min
	Uppgång 1	Uppgång 2	
1	100	130 i 3 min	1190 personer
2	130	160 i 3 min	1520 personer

Tabell 4-4 Resultatsammanställning, utformning 3

Utformning	Trappbredd	Tillgänglig kapacitet (personer/min)		Antal utrymmande innan kötid >8 min
		Uppgång 1	Uppgång 2	
3	2,0 m	179,2	209 i 3 min	2061
3	2,5 m	201,7	232 i 3 min	2309
3	3 m	224,2	254 i 3 min	2504
3	3,5 m	246,7	277 i 3 min	2804
3	4,0 m	269,2	299 i 3 min	3051

Resultatet visar hur antalet rulltrappor och trappbredd ökar beroende på vad som väljs som dimensionerande personantal. Här ska enligt tidigare dimensioneringsmetoder antal utrymmande innan kötiden > 8 min vara mindre eller lika med dimensionerade personantal.

Resultatet i antal trappor och dess bredd samt antal rulltrappor visar att stora skillnader föreligger om dimensionerade personantal är t.ex. 1500 personer i två tåg jämfört med 3000 personer, se jämförelsen i Tabell 4-5.

Tabell 4-5 Behov av rulltrappor/trappor vid olika dimensionerade personantal

Dimensionerade personantal	Behov av rulltrappor/trappor vid varje utgång
1000 personer	Två rulltrappor
1500 personer	Ca tre rulltrappor
2000 personer	Tre rulltrappor och en 2 m bred trappa
2500 personer	Ca tre rulltrappor och en 3 m bredd trappa
3000 personer	Tre rulltrappor och en 4 m bredd trappa

Bredden på uppgångarna påverkar plattformsbredden vilket kan vara kritiska mått och kostnadsdrivande vid projekteringen (kan t.ex. medföra ändring av spårlinjen).

Det finns givetvis möjlighet att använda andra kombinationer av trappor/rulltrappor samt flera utgångar än två stycken men detta exempel illustrerar att dimensionerande personantal har stor betydelse för hur man kan utforma stationen.

5 ALTERNATIV ANSATS

5.1 UNDERLAG

5.1.1 Trafikprognoser

Trafikverket använder sig av ett nationellt modellsystem benämnt Sampers. Modellsystemet används bland annat för att göra prognoser för framtida resande och utvärdera hur resandet beräknas förändras till följd av investeringar i infrastruktur, förändrade biljettpriser eller förändrad körkostnad för bil. Beräkningarna omfattar resor med bil, buss, tåg och flyg, och systemet är uppbyggt med en nationell modell samt separata regionala modeller för olika delar av Sverige. I den nationella modellen beräknas resor över 100 km, medan resorna i de regionala modellerna är kortare.

Något förenklat kan modellsystemet delas in i tre olika delar:

- Indata
- Beräkningssamband
- Resultat

Indata uppdateras årligen då befolkningsdata och trafiknät korrigeras enligt de senaste prognoserna och planerna. Beräkningssambanden ger hur många resor som görs mellan olika start- och målpunkter, vilket färdmedel som används och vilken färdväg som väljs.

Från modellen kan till exempel resande på en viss väg eller kollektivtrafiklinje, på- och avstigande på en station och liknande tas fram för både ett så kallat nuläge och ett eller flera prognosår. För närvarande avser nuläget år 2014 och prognosåret år 2040.

5.1.2 Statistik

För att komplettera informationen från trafikprognoserna behöver vi ta fram hur många personer som befinner sig i tåg och på perronger vid olika tidpunkter under dygnet.

För tunnelbanetåg och pendeltåg i Stockholm finns en teknik där axellasterna vägs. Genom antaganden om genomsnittlig vikt per resenär kan man sedan ta fram *vagnslastdata*, dvs. hur många personer som vid varje tillfälle befinner sig i en tunnelbane- eller pendeltågsvagn (gäller "nya" vagnar). MTR samlar in och bearbetar data för tunnelbanan. Pendeltågen har realtidsuppkoppling där data skickats till Stockholmstågs applikation "Pendelprognos" som visar belastningen (grönt, gult, rött) i enskilda vagnsdelar för att man som resenär ska kunna välja rätt vagn. Det är dock oklart om data hittills har sparats någonstans, vilket gör det svårt att använda historiska pendeltågsdata för analys.

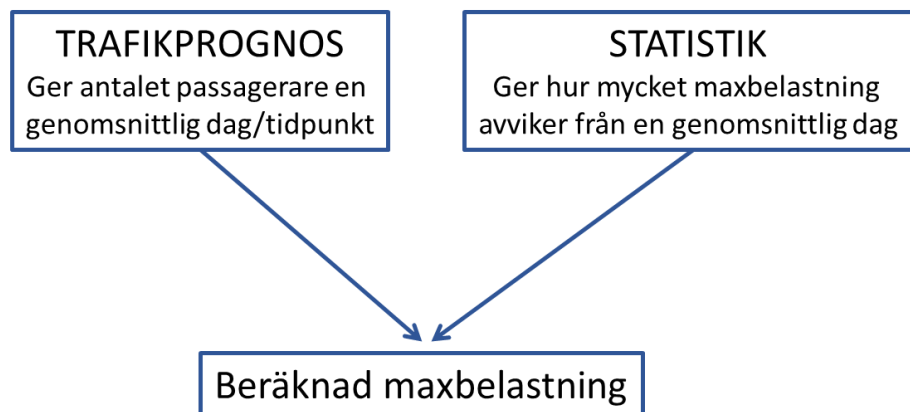
I pendeltågen i Stockholm finns även utrustning för *automatisk trafikankräkning* i dörrparen. Data samlas in och analyseras hos SL. Det är möjligt att plocka ut rapporter för antal påstigande och avstigande samt belastning (antalet passagerare ombord vid avgång) från SL:s system RUST. Flera olika typer av rapporter finns och det är möjligt att få ut data över enskilda avgångar. Detta möjliggör i sin tur analyser av hur belastningen varierar mellan olika avgångar och mellan olika dagar. Att följa en viss

tågavgång en viss dag är så nära rådata vi kan komma. Statistiken är uppdelad på dörrpar/vagnslägen och för att få totalt antal personer ombord på tåget får man summera samtliga vagnslägen.

5.2 BERÄKNINGSPRINCIP

Trafikprognoser ger hur många passagerare som förväntas använda en station en *genomsnittlig* dag, men då en station skall dimensioneras för utrymning är förväntat *maximalt* antal passagerare det som är intressant.

För att beräkna hur det maximala antalet passagerare förhåller sig till genomsnittet, kan statistik användas. Genom att kombinera uppgifter från trafikprognoser med statistik kan således förväntad maxbelastning beräknas.



Figur 5-1. Beräkningsprincip, kombination av trafikprognos och statistik ger maxbelastning.

5.3 EXEMPEL VEGA STATION

Nedanstående beräkningsexempel avser Vega station, en pendeltågsstation som ansluter till befintligt pendeltågsnät i Haninge kommun i den södra delen av Stockholms län. Stationen byggs för närvarande och beräknas öppna för trafik under 2019. Eftersom Vega station inte har öppnat ännu finns det såklart ingen information om det faktiska resandemönstret för just Vega station, istället har statistik för Stuvsta station använts. Karaktären för Stuvsta station påminner om Vega station eftersom både Stuvsta och Vega är områden med bostäder, ca 10-15 km söder om Stockholms central.

5.3.1 Trafikprognos

Modellsystemet Sampers har använts för att göra en prognos över antalet resande vid Vega station år 2040. Tabellerna nedan presenterar modellresultat för ett vardagsmedeldygn respektive förmiddagens högtrafikperiod en vardag.

Med på- och avstigande avses de passagerare som stiger på respektive av vid Vega station, och personer ombord är det antal passagerare som passerar Vega. Totalt blir det i genomsnitt 256 personer som befinner sig (passerar, stiger av eller stiger på) vid Vega station per avgång, se Tabell 5-1.

Motsvarande siffra för morgonens maxtimme är 222 passagerare per avgång, se

Tabell 5-2. Att det är färre resenärer under morgonens högtrafikperiod än dygnsgenomsnittet förklaras av att trafiken under morgonen är tydligare riktningsuppdelad (många resenärer i riktning in mot centrum, färre i motsatt riktning) samt att turtätheten är bättre under rusningsperioderna.

Tabell 5-1. Antal passagerare vid Vega station ett vardagsdygn år 2040, prognos enligt Sampers modellsystem.

	Påstigande	Avstigande	Personer ombord
Prognosvärden:			
- Norrgående riktning	2 000	700	13 500
- Södergående riktning	700	2 000	13 500
Antal avgångar per dygn	126		
Beräknat genomsnitt per tåg:			
- Norrgående riktning	16	6	107
- Södergående riktning	5	15	107
SUMMA	16 + 6 + 107 + 5 + 15 + 107 = 256		

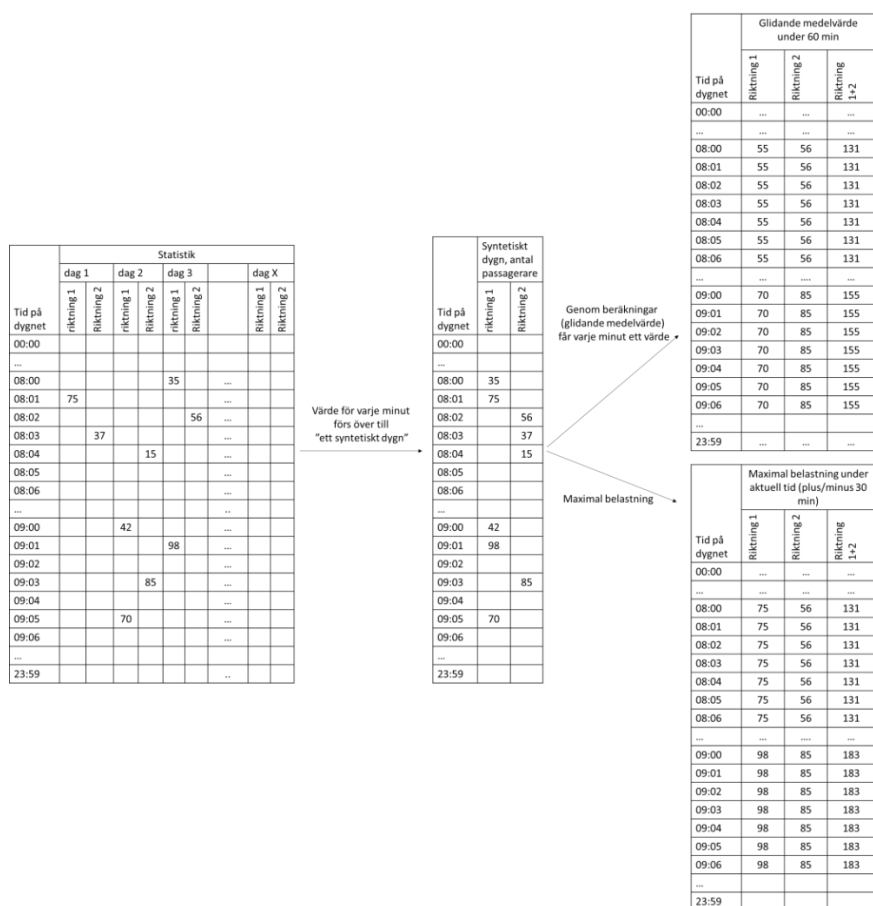
Tabell 5-2. Antal passagerare vid Vega station under förmiddagens högtrafikperiod (kl 7:00-9:00) år 2040, prognos enligt Sampers modellsystem.

	Påstigande	Avstigande	Personer ombord
Prognosvärden:			
- Norrgående riktning	320	80	1 950
- Södergående riktning	90	160	950
Antal avgångar under morgonens högtrafikper.	16		
Beräknat genomsnitt per tåg:			
- Norrgående riktning	20	5	122
- Södergående riktning	6	10	59
SUMMA	20 + 5 + 122 + 6 + 10 + 59 = 122		

5.3.2 Statistik

Underlagsdata har hämtats från RUST och avser avgångar vid Stuvsta station mellan 2016-01-15 och 2016-04-08. Trafiken uppgår till ca 170 avgångar dagligen, mellan 05:30 och midnatt. Då analysarbetet genomfördes framkom dock att statistikunderlaget inte var så heltäckande som förväntat eftersom åtskilliga avgångar saknades. Det beslutades då att ta fram *ett syntetiskt dygn*.

Det syntetiska dygnet skapades genom att kombinera allt tillgängligt statistikunderlag, och för varje minut under dygnet ta det högsta antalet passagerare från statistikunderlaget ⁽¹⁰⁾. Då statistikunderlaget är begränsat saknas sannolikt data för tidpunkter då det är extra hög belastning, till exempel då två tåg med ovanligt många passagerare kommer in till stationen samtidigt. För att i någon mån kompensera för denna sannolika avsaknad av extremfall beräknades det för varje minut under dygnet ett genomsnittligt antal personer genom glidande medelvärde för 60 minuter (exklusive alla minuter med 0 personer registrerade) samt maximalt antal personer under motsvarande tidsperiod ⁽¹¹⁾. Proceduren visas schematiskt i Figur 5-2.



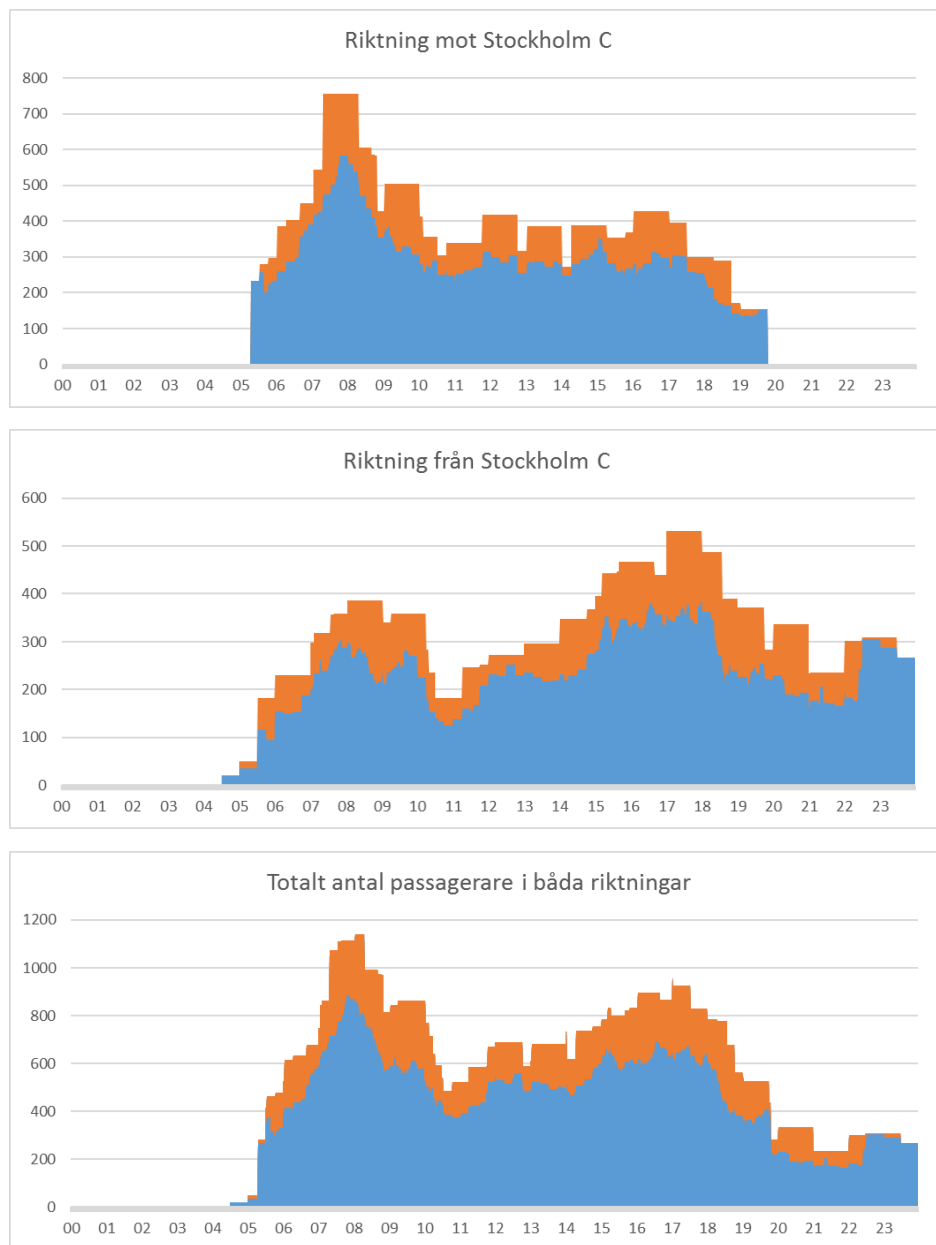
Figur 5-2. Schematisk bild över hur statistik används för att skapa ett syntetiskt dygn samt maximal belastning. Statistikuppgifterna i bilden ovan är påhittade och enbart några få av dygnets timmar visas (det glidande medelvärdet för t.ex. 8:01 baseras på maximalt antal passagerare mellan 7:32-8:31).

¹⁰ Detta innebär om det för en viss minut fanns data från mer än en dag användes det högsta av värdena.

¹¹ Det syntetiska dygnet skapades för att testa beräkningsprincipen och gör inte anspråk på att vara en korrekt beskrivning av passagerarflöden på Stuvsta station. Om det funnits ett komplett underlag över en längre period hade beräkningarna kunnat genomföras för varje dag och ett syntetiskt dygn hade inte behövt skapas. Inte heller hade det behövt göras beräkningar med glidande medelvärde, utan det hade kunnat antas att alla som stiger på vid stationen anländer fördelat under t.ex. 10 minuter innan tågets avgång, och att alla som stiger av har lämnat stationen inom t.ex. 5 minuter.

Maxbelastning

Baserat på beräkningarna skapades ett antal diagram som visar hur antalet passagerare varierar över dygnet vid Stuvsta station. De blå fälten i Figur 5-3 avser genomsnittligt antal passagerare, medan de orangea fälten visar maximalt antal passagerare.



Figur 5-3. Genomsnittligt och maximalt antal passagerare vid Stuvsta station för en given tidpunkt.

För att kunna kombinera modelldata och statistik har beräkningar gjorts för förmiddag respektive dygn.

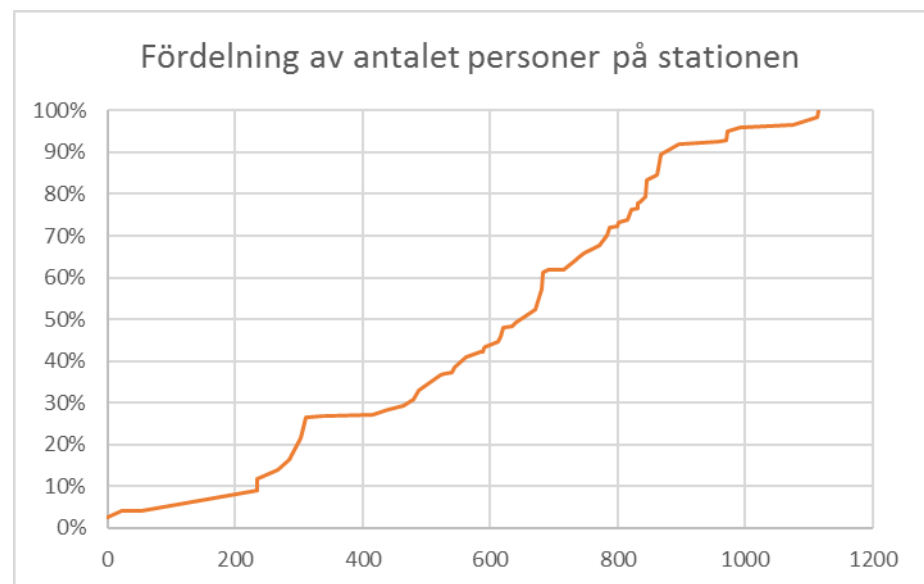
Bearbetningar av statistikunderlaget visar att det under trafikdygnet ⁽¹²⁾ befinner sig i genomsnitt 500 personer på Stuvsta station vid en given tidpunkt. Under morgonens högtrafikperiod (definierad som kl 7:00-9:00) är den genomsnittliga belastningen högre, 730 personer. Maximal belastning är 1 140 passagerare (avser båda riktningarna) och inträffar omkring kl 8 på morgonen.

Mellan 7:00-9:00 är det alltså 56% ⁽¹³⁾ fler passagerare under maximal belastning jämfört med genomsnittlig. Motsvarande siffra för trafikdygnet (06-22) är 128% ⁽¹⁴⁾.

95%-nivån

Baserat på det syntetiska dygnet gjordes även beräkningar av hur antalet passagerare fördelas över dygnet. Syftet med detta var att få reda på hur fördelningen ser ut under det syntetiska dygnet.

Diagrammet skall utläsas som att under 95 procent av tiden är det 993 personer eller färre på stationen. Förhållandet mellan 95-procentig och genomsnittlig belastning under trafikdygnet (06-22) blir då 1,98 ⁽¹⁵⁾.



Figur 5-4. Fördelning av antal passagerare under det syntetiska dygnet. Tider då det inte befinner sig någon på stationen har uteslutits.

¹² Definierat som mellan kl 6-22 för att matcha trafikprognosen.

¹³ Beräknat enligt $1140/730=1,56$

¹⁴ Beräknat enligt $1140/500=2,28$

¹⁵ Beräknat enligt $993/500 = 1,98$

5.3.3 Kombination av modell och statistik

I avsnitt 5.3.1 var det modellberäknade antalet passagerare per avgång vid Vega station 222 passagerare under förmiddagens maxtimme och 256 under dygnet. Genom att kombinera detta med det beräknade förhållandet mellan genomsnittligt och maximalt antal passagerare i avsnitt 0 fås att maximalt antal passagerare blir 345 om förmiddagens högtrafikperiod används, och 583 om dygnssiffror används (se Tabell 5-3). Det kan tyckas vara ologiskt att det blir fler personer om dygnssiffror snarare än förmiddagens högtrafikperiod används, men det kan bero på flera olika faktorer. Det kan dels vara att trafiken under förmiddagens högtrafikperiod är tydligt riktningssuppdelat och få personer åker i motsatt riktning mot rusningstrafiken, men det kan även bero på att eftermiddagstrafiken (som inte har en separat tidsperiod i modellerna) är den med högst belastning. En tredje orsak kan vara att den station som prognosen gjorts för inte har samma dygnprofil som den station som statistikunderlaget hämtats från.

Tabell 5-3. Beräknat maximalt antal personer om statistik med "maxbelastning" används.

	Förmiddagens maxtimme	Dygn	Kommentar
Antalet personer per avgång i genomsnitt	222	256	Från modellberäkningar
Kvot mellan maxbelastning och genomsnitt	1,56	2,28	Från statistik, beräknat med "maxbelastning"
Beräknad maxbelastning	$222 \times 1,56 = 345$	$256 \times 2,28 = 583$	Använd det högsta av de två värdena

Tabell 5-4. Beräknat maximalt antal personer om statistik med "95%-nivån" används.

	Dygn	Kommentar
Antalet personer per avgång i genomsnitt	256	Från modellberäkningar
Kvot mellan maxbelastning och genomsnitt	1,98	Från statistik, beräknat med "95%-nivån"
Beräknad maxbelastning	$256 \times 1,98 = 506$	

6 DISKUSSION

6.1 RISKPERSPEKTIV

Frågan är vilken percentil som är rimlig att använda för dimensionerade personantal och om valet kan spegla den allmänna synen på risk och vad som kan anses vara ett rimligt val.

Nedanstående följer en jämförelse mellan val som genomförts av percentiler som använts i andra risksammanhang.

- Dimensionerade bränder (maxeffekt MW och tillväxthastighet) i byggnader enligt BBRAD 3 täcker in ca 95-98 % av alla bränder [19]
- Dimensionerade brandbelastning (MW/m²) för byggnader anges oftast till 80 % fraktilen [22]
- Dimensionerade brand, en värsta trolig brand på stationer ska täcka ca 98 % av alla bränder [20]
- Samhällsekonomiska beräkningar enligt ASEK [21] används en 50 % nivå i grundkalkylen samt vid känslighetsanalyser en 85 % nivå enligt succesivkalkylmetoden.

Det kan utifrån ovanstående jämförelse, vara ett rimligt val att inte utgå ifrån en maxbelastning (fullt sittande och max fullt stående) i tågen utan använda en percentil utifrån antal resande, se kapitel 5. Förslagsvis används en generell percentil av 95 %. Percentilen ökar eller minskar beroende på hur känsligt anläggningen är för trafikstörningar. Det förutsätts här att trafikstörningar medför inställda och mer belastade persontåg. Det innebär att om percentilen 95 % används så exkluderas extremfallen. Extremfallen bör ingå i känslighetsanalyser beroende på hur stor sannolikheten är för att de inträffar. Vid känslighetsanalyserna är inte kökriteriet 8 min dimensionerade utan endast utrymmandes påverkan ifrån branden. Som stöd för att bedöma störningskänsligheten så kan beräkning av banans kapacitetsutnyttjande vid maxperiod 2 timmars användas enligt [23].

6.2 OSÄKERHETER

6.2.1 Trafikmodeller

Då modellresultat analyseras är det viktigt att beakta att det finns osäkerheter i både indata och beräkningssamband. Indata som hur befolkning och markanvändning utvecklas kan komma att skilja mot det som antogs i prognosarbetet. Vidare har det antagits ett visst trafikeringsutbud och vad resan kommer att kosta, till exempel att ett månadskort kostar 900 kr och att turtätheten under rusningstid kommer att vara 10 minuter medan det under övriga dygnet kommer att vara 20-minuterstrafik. Om den verkliga trafikeringen eller reskostnaden då stationen tas i drift avviker från detta kommer prognosresultaten inte att avspegla den faktiska trafikeringsituationen.

Man bör också komma ihåg att beräkningssambanden som finns i prognosmodellerna är en förenkling av verkligheten.

6.2.2 Statistik

Den statistik över antalet personer som stiger på/av samt befinner sig på tåget vid olika stationer vid olika tidpunkter som vi har använt oss av i det här uppdraget gäller pendeltågen i Stockholm. Därför är det naturligtvis osäkert i vilken mån dessa data i sig är överförbara, dels till andra typer av tågssystem (regionaltåg, snabbtåg), dels till andra typer av stationer i andra delar av landet. Syfte här har dock varit att undersöka principen för en alternativ ansats, inte att fastställa absoluta faktorer för eventuell framtida användning. I det vidare arbetet bör man se över tillgången på data med den detaljeringsgrad som krävs (exempelvis biljettstatistik från SJ?) för att ta fram olika faktorer för olika typfall av undermarkstationer och tunnlar.

6.3 JÄMFÖRELSE BEFINTLIG METOD OCH ALTERNATIV ANSATS

I kapitel 5 gjordes beräkningar för Vega station där modellresultat och statistik kombinerades. Baserat på dessa beräkningar blir dimensionerande passagerarantal för år 2040 583 resenärer om maxbelastning används, och 506 personer om kriteriet är att dimensionera stationen för den belastning som råder under 95 procent av tiden. Detta kan jämföras med 3 640 passagerare om befintlig dimensionering som motsvarar två fullsatta tåg används (se Tabell 3-3). Skillnaden är alltså betydande, och kan förklaras av att en station som Vega har en tydlig riktningssuppdelning under morgonens högtrafikperiod (många passagerare i rusningsriktningen men få åt andra hållet) samt att det är en station som ligger en bit ut från de centrala delarna av trafiknätet. Sannolikheten att två fullsatta tåg verkligen skall mötas vid Vega station bedöms i princip obefintlig.

6.4 TRANSPORTSTYRELSENS FÖRSLAG TILL NYA FÖRESKRIFTER

Transportstyrelsen har tagit fram ett förslag till *föreskrifter och allmänna råd om personsäkerhet i tunnlar och plattformsrum för tunnelbana och spårväg* som varit ute på remiss under hösten 2016 ⁽¹⁶⁾.

Transportstyrelsens krav är främst inriktade på utrymning vid olycka. ”De utgår från minimikrav där målsättningen är att dessa ska vara rimliga utifrån ett samhällskostnadsperspektiv.” (Transportstyrelsens missiv 2016-09-30 Dnr TSF 2016-124) Kraven baseras på att i första hand självutrymning ska kunna genomföras vid en brand.

Föreslagen kravtext innefattar en paragraf om att byggherren vid projektering ska genomföra en riskanalys och riskvärdering med en etablerad metod. (I allmänt råd hänvisas till att metodiken i TDOK 2015:0166 BVH 585.50 – Personsäkerhet i järnvägstunnlar kan användas.)

¹⁶ Kort bakgrund till Transportstyrelsens förslag är att det länge varit oreglerat vilka krav som gäller för personsäkerhet i tunnlar för tunnelbana och spårväg. Det är även otydligt kring var gränsen går utanför själva spårområdet i tunneln mellan Boverkets och Transportstyrelsens krav

I allmänna råd till Transportstyrelsens föreslagna kravtext om riskvärdering anges följande:

”Vid beräkning av maximalt antal personer som måste utrymmas bör hänsyn tas till:

1. Antal tåg som kan bli drabbade.
2. Fullsatta tåg (maximalt antal sittande plus maximalt antal stående som ryms i de tåg som avses att trafikera den aktuella anläggningen)
3. Antal personer som beräknas stå och vänta i plattformsrummet
4. Prognostiserat antal resande upp till 20 år efter trafikstart.”

Förslaget ovan gäller inte järnvägssystem (som denna rapport fokuserar på) men det är ändå intressant att ta med här kopplat till bakgrunden till vårt utvecklingsuppdrag (se kap.1.1).

7 SLUTSATSER OCH FORTSATT ARBETE

7.1 KOMMENTARER OCH SLUTSATSER

Statistikunderlag

De beräkningar som genomförts och presenterats under "Alternativ ansats" ovan skall ses som ett exempel på en möjlig beräkningsmetod. Det genomförda arbetet visar att metoden verkar fungera men att den behöver vidareutvecklas, främst när det gäller statistikunderlag. Det behövs ett mer omfattande underlag från olika typer av stationer och tågtyper för att se hur mycket det skiljer mellan genomsnittlig och maximal belastning. Exempelvis kan det förväntas att resandeunderlaget för en fjärrtågstation skiljer sig från en pendeltågsstation. Vidare bör det studeras vidare hur många avgångar som behöver ingå i underlaget för att man skall fånga extremfallen med en viss sannolikhet.

Trafikprognoser

Det är en omfattande planeringsprocess som ligger till grund för arbetet i infrastrukturprojekt. Resan från planeringsstart, projektering, byggande till driftstart är lång. Valet av dimensioneringsförutsättningar sker tidigt i denna process. Här måste man komma ihåg att alla prognoser innehåller antaganden och därmed osäkerheter om faktiskt antal passagerare som kommer att använda stationen. Befolkningsutveckling, markanvändning, trafikering och de tåg som slutligen kommer att användas kan skilja sig från de antaganden som gjordes i prognosarbetet.

Möjligheterna för en löpande uppdatering av trafikprognoser och analyser (under arbete med planering och projektering) behöver ses över.

Förhållande mellan "värsta tänkbara situation" och alternativ ansats

Det behöver utredas vidare hur Trafikverket ska förhålla sig till förhållandet mellan "värsta tänkbara situation" (två fullsatta tåg) och det som beräknats i denna utredning. Ett upplägg är att använda percentilen 95 % för resande när utrymningskapacitet ska tas fram för undermarkstationer. Värsta tänkbara fall föreslås då ingå i känslighetsanalyser men utan att kökriterier (8 min) är dimensionerade. Det kan jämföras med Transportstyrelsen förslag (se kap. 6.4) som i rådtexten anger att två fullsatta tåg bör användas plus resande på plattformen, det vill säga en ännu större personbelastning än vad som används idag vid dimensioneringen i Västlänken och Citybanan. Det är helt motsatta inriktningar på upplägg, där den ifrån Transportstyrelsen är konservativt deterministisk medan den andra som använder percentilen 95 % är probabilistiskt där sannolikheten har betydelse. Valet av dimensioneringsmetod bör utvärderas vidare via LCC analyser.

7.2 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE

Denna rapport redovisar resultatet av ett inledande utvecklingsprojekt för att utreda möjligheterna att ta fram en alternativ metod för val av dimensionerande personantal. Resultaten och slutsatserna från våra analyser ger en indikation om att det kan vara intressant att gå vidare med vår idé för alternativ ansats till dimensioneringsmetod. Ytterligare utredningar och analyser behövs för att kunna ta fram en vägledning eller utarbetad metodik.

Baserat på våra kommentarer och slutsatser ovan ges här några idéer till vad fortsatt arbete kan inriktas på i nästa steg för en vidareutveckling av alternativ ansats till dimensioneringsmetod.

- Djupare kartläggning av vilken statistik som finns tillgänglig, hur den är beskaffad (riktningsuppdelning, för- respektive eftermiddagsmax, olika dygnsprofiler etc.) och hur den kan användas tillsammans med modelldata.
- Utvärdera om ett scenario med vartannat tåg inställt kan användas som extremfall för känslighetsanalyser. Det är också möjligt att detta extremfall kan komma att bli det dimensionerade, beroende på utfall av den fortsatta utredningen.
- Kökriteriet 8 min bör utmanas för extremfall där utrymningen inte ska medföra några allvarligt skadade exklusive restrisken
- LCC-analys, värdering av sparade kostnader med alternativa dimensioneringsmetoder jämfört med förväntad riskbild.

8 REFERENSER

1. K. Magnusson *PM Dimensionerande personantal*. Trafikverket Västlänken PM AKF03-006. 2013.
2. *An Engineering Methodology for Performance-Based Fire Safety Design of Underground Rail Systems*, IAT-COSUF, 2014, ISBN : 978-2-9700858-2-9.
3. Railway Technical Web Pages Infopaper No 2 *Railway Passenger Vehicle Capacity* 2011-08-13
4. *Dimensionerande personantal driftskedet, Ostlänken*. Koncept 1. 2016
5. J. Häggström *PM Dimensionerande personantal Varbergs station driftskedet*. Trafikverket Varbergstunneln, Västkustbanan. 101107-31-025-001. 2015
6. NFPA 130, *Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail System*, National Fire Protection Agency, NFPA, 2010
7. D. Rådemar *Dimensionerande personantal* Trafikverket Mälarbanan, Huvudsta – Duvbo. 9921-00-025-R01. 2016
8. J. Häggström *Säkerhetsvärdering enligt BVH 585.30 för Västlänkens tunnlar*. Trafikverket Västlänken Verifikationsdokument AKF03-01-024-00_014. 2014
9. J. Häggström *Säkerhetsvärdering Varbergstunneln*, Trafikverket, Varbergstunneln Västkustbanan. 101107-22-025-112. 2016.
10. *Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*, BBRAD 3 (BFS 2011:6, med ändringar t.o.m. 2013:12)
11. SS-EN 115-1:2008+A1:2010, *Rulltrappor och rullramper - Säkerhet - Del 1: Konstruktion och installation*
12. Stockholms Lokaltrafik, SL. *Utrymning av T-stationer* 1999-03-23. SL Fastigheter, Projektavdelningen. 1999
13. *Estimation of Capacity of Escalators in London Underground*. Davis. P.London och Dutta. G. Indien.
14. *Verifierande brand- och utrymningsberäkningar av Citybanans Station City och Station Odenplan*, Rapport T0-0204-0207-03. Citybanan.
15. Remiss av Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om personsäkerhet i tunnlar och plattformsrum för tunnelbana och spårväg TSF 2016-124.
16. Verifieringsdokument *Utrymning av Västlänkens stationer*, Rapport AKF03-01-024-00_003, Västlänkens systemhandling, 2014-12-01
17. J.J. Fruin, *Pedestrian Planning and Design*, revised ed., Elevator World Educational Services Division, Mobile, AL (1987).
18. *FUT (förvaltning för utbyggnad tunnelbana) – utrymningskapacitet på stationer*, 2014-09-24.
19. J.Norén, J.Bengtsson, T.Rantalo, The effect of new detailed regulations on fire safety engineering and social risk acceptance, SFPE , 2012
20. Tunnelsäkerhet, Dimensionerade brandeffektkurvor i persontåg. Publ. nr 2014, Trafikverket.
21. ASEK 6.0, Trafikverket
22. <http://wuz.se/category/rakna-pa-risk/page/6/>
23. Järnvägens kapacitet 2015, Trafikverket 2016:038
Ronchi, Norén, Delin, Kuklane, Halder, Arias, & Fridolf (2015). Ascending evacuation in long stairways: Physical exertion, walking speed and behaviour. (TVBB-3192; Vol. 3192). Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.
24. Ronchi, E., Norén, J., Delin, M., Kuklane, K., Halder, A., Arias, S., & Fridolf, K. (2015). Ascending evacuation in long stairways: Physical exertion, walking speed and behaviour. (TVBB-3192; Vol. 3192). Department of Fire Safety Engineering and Systems Safety, Lund University.



Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1.

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 99 97

www.trafikverket.se