



Dokumentinformation

Titel: Utformning av BRT-liknande kollektivtrafiksystem med hänsyn till trafiksäkerhet och framkomlighet

Projektnummer: 21151

Rapportnummer: 2022:130

Författare: Frida Odbacke, Stephan Bösch, PG Andersson, Jakob Mellin

Kvalitetsgranskning: Hanna Wennberg

Bild på framsida: MalmöExpressen. Foto: PG Andersson

Förord

I många svenska städer planeras införandet av nya eller utbyggnad av befintliga högkvalitativa kollektivtrafiksystem, så kallade BRT-liknande kollektivtrafiksystem. Ofta diskuteras också BRT-system och spårväg som två olika möjliga lösningsalternativ för stadens kollektivtrafiksystem. Samtidigt är kunskapsluckorna stora för hur BRT-liknande kollektivtrafiksystem bör utformas i svenska städer utifrån trafiksäkerhet och framkomlighet för olika trafikantgrupper.

Trivector har studerat hur BRT-liknande kollektivtrafiksystem i Sverige, i jämförelse med spårväg och annan kollektivtrafik, påverkar trafiksäkerheten och vilka utformningsprinciper som bör användas för BRT-systemen för att säkerställa trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter och framkomlighet för kollektivtrafiken. I projektet har litteraturgenomgång, olycksanalyser och expertworkshop ingått och i denna rapport presenteras resultaten samt slutsatser och rekommendationer.

Från Trivector har Frida Odbacke (projektledare), Jakob Mellin, PG Andersson, Stephan Bösch och Hanna Wennberg medverkat. Deltagare i expertworkshopen har bidragit med kunskap inom trafiksäkerhet, bussinfrastruktur och spårväg.

Slutrapporten är framtagen med ekonomiskt stöd från Trafikverkets Skyldfonden. Ståndpunkter, slutsatser och arbetsmetoder i rapporten reflekterar författaren och överensstämmer inte med nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter, slutsatser och arbetsmetoder inom rapportens ämnesområde.

Lund, 2023-01-31

Sammanfattning

Slutrapporten är framtagen med ekonomiskt stöd från Trafikverkets Skyltfonden. Ståndpunkter, slutsatser och arbetsmetoder i rapporten reflekterar författaren och överensstämmer inte med nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter, slutsatser och arbetsmetoder inom rapportens ämnesområde.

Om projektet

Ofta diskuteras högkvalitativ kollektivtrafik (BRT-system) och spårväg som två olika möjliga lösningsalternativ för städers kollektivtrafiksystem, men kunskapsluckorna är stora för hur BRT-system bör utformas i svenska städer utifrån trafiksäkerhet och framkomlighet för olika trafikantgrupper. Detta projekt syftar till att svara på hur BRT-system i Sverige, i jämförelse med spårväg och annan kollektivtrafik, påverkar trafiksäkerheten och vilka utformningsprinciper som bör användas för BRT-systemen för att säkerställa såväl trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter som kollektivtrafikens framkomlighet.

Projektet genomförs med sammanställningar av den litteratur som finns om BRT-liknande kollektivtrafiksystem med koppling till trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter. Det görs också en genomgång av branschgemensamma och lokala råd och riktlinjer för utformningen av trafiksäkra BRT-liknande kollektivtrafiksystem. I projektet ingår även analyser och sammanställning av olycksdata, dels för att svara på hur trafiksäkerheten skiljer sig mellan olika kollektivtrafiksystem, dels för att ta reda på hur olika principiella utformningar i buss/spårvägssystem påverkar trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter.

Med utgångspunkt i kunskapssammanställning och analyser, samt efterföljande expertworkshop, har generella rekommendationer tagits fram för hur ett BRT-liknande kollektivtrafiksystem kan utformas utifrån såväl trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter som framkomlighet för kollektivtrafiken. Förslag på vad som bör studerats vidare har också formulerats.

Trafiksäkerhet på övergripande nivå

Sammanställningen av tillgängliga mått för risken att råka ut för en olycka kopplat till buss eller spårväg visar att det inte finns ett entydigt svar kring vilket kollektivtrafiksystem som innebär en högre risk än det andra. De olika riskmåten är svåra att jämföra då de har olika avgränsningar och kommer från olika länder med olika rapporteringssystem. Resultatet av analysen i denna rapport antyder att det är en större risk att bli påkörd av en spårvagn eller en buss. Siffrorna är dock i samma storleksordning och beaktar man osäkerheterna i beräkningen bör man se skillnaderna som en antydning och inte ett tydligt svar på frågan om vilket system som är mer trafiksäkert.

Olika principiella utformningar av BRT-system påverkar trafiksäkerheten

Några av de vanligaste rekommendationerna för trafiksäker utformning av buss- och spårvägsinfrastruktur handlar om att hastighetssäkra stråk, att utforma hållplatser och korsningar med hänsyn till oskyddade trafikanter säkerhet, separera flöden samt vikten av självförklarande och tydliga trafikmiljöer. Analysen av olika utformningsprinciper visar att busskörfält utan fysisk avgränsning verkar vara mer osäkert än med fysisk avgränsning. Den visade också att exponeringen är en viktig påverkande faktor för utfallet, en annan slutsats var att många olyckor skett i stråk där komplexiteten är hög och där utrymmet är begränsat kombinerat med utrymmesanspråk från flera funktioner i gatan. Stråk med stora parallella trafikflöden och korsande flöden av oskyddade trafikanter kräver mer noggrann utformning och analysen tyder på att reserverade körfält utan fysisk avgränsning kan vara en olämplig utformning i denna typ av trafikmiljö.

Rekommendationer för utformning av trafiksäkra BRT-system

Svårigheten i att förena hög trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter i kollektivtrafikstråk med hög framkomlighet i stadsmiljö har gång på gång blivit bekräftad i detta projekt. Rekommendationerna som presenteras i följande avsnitt ger vägledning i viktiga aspekter i utformningen som kan leda till ett trafiksäkert BRT-stråk, men det krävs mer forskning i hur man ska hantera behovet av högkvalitativ och snabb kollektivtrafik i städer, där trafiksäkra miljöer för oskyddade trafikanter är ett måste.

- ▷ **Sikt.** Med bättre sikt längs BRT-stråk kan antalet olyckor mellan bussar och oskyddade trafikanter reduceras. För att uppnå bättre siktförhållanden längs BRT-stråk kan buffertutrymmen anläggas gentemot oskyddade trafikanter och träd kan placeras med avstånd till kollektivtrafikens körfält så att oskyddade trafikanter är tydligt synliga vid BRT-stråken. Genom att ta bort kantstensförlagd bilparkering vid platser där många oskyddade trafikanter rör sig kan de oskyddade trafikanterna bli mer synliga i gaturummet. Med ökad sikt finns också möjlighet för kollektivtrafiken att hålla en högre hastighet, vilket är viktigt för att skapa en attraktiv kollektivtrafik.
- ▷ **Hastighet.** Hastighet är en viktig parameter att beakta och ha en tydlig princip för vid utformning av BRT-system. Kollektivtrafikfordonens hastigheter är mycket betydelsefulla när det kommer till att skapa en trafiksäker miljö för oskyddade trafikanter. En tydlig motsättning finns mellan hög hastighet och hög trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter och det finns ingen generell rekommendation för hur motsättningen ska hanteras. Hög hastighet är en viktig parameter för att kunna erbjuda högkvalitativ kollektivtrafik och högre hastigheter ställer krav på en större grad av separering gentemot oskyddade trafikanter.
- ▷ **Komplexitet.** För att skapa trafiksäkra BRT-stråk bör enkla trafikmiljöer eftersträvas. Fler körfält skapar flera punkter som oskyddade trafikanter måste hålla koll på

samtidigt när de korsar vägen. Refuger kan underlätta för oskyddade trafikanter eftersom vägen då kan korsas i mindre, lättöverskådliga segment. Signalregleringen vid passage över kollektivtrafikstråk kan också bidra till en enklare trafikmiljö för korsande oskyddade trafikanter, men det måste vara tydligt för de oskyddade trafikanterna hur trafiksignalen fungerar.

- ▷ **Avgränsning av reserverat utrymme.** Trafikmiljön behöver vara så tydlig och självförklarande som möjligt för att minska olycksrisken för oskyddade trafikanter. Vid införande av BRT-infrastruktur är det därför viktigt att synliggöra busskörfäl- tet, exempelvis med avvikande färg i körbanan. En fysisk avgränsning ökar tydligheten och minskar även risken för oväntade och farliga situationer med felkörande bilister i busskörfälten. I denna studie har det skett färre personskador per utbudskilometer i stråk med fysisk avgränsning, jämfört med stråk utan avgränsning.
- ▷ **Helhetsgrepp och separering av flöden.** Vid planering av BRT-stråk är det viktigt att se till helheten för både det aktuella gaturummet, men också i ett större perspektiv. Utformning för fotgängare och cyklister måste ses över generellt i stråket för att trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter inte ska försämrans vid införande av BRT. En bedömning av hur trafikflöden av olika trafikslag förväntas förändras vid införandet av BRT-infrastruktur behövs för att undvika att trafiksäkerheten försämrans i andra delar av vägnätet.

Rekommendationer för fortsatt forskning

I projektet har fokus varit på risken för oskyddade trafikanter att skadas i kollisionsolyckor med buss eller spårvagn, samt på hur BRT-infrastruktur kan utformas på ett trafiksäkert sätt. En fråga att fortsätta forskning kring är huruvida mittförlagda eller ytterförlagda busskörfält är mest optimalt utifrån trafiksäkerhetssynpunkt, varken i rapporter eller i branschen verkar det finnas konsensus för detta. För framtida forskning är det därför av intresse att jämföra mitt- och ytterförlagda busskörfält mer ingående för att kunna säga mer om hur de påverkar trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter. I en uppföljande studie finns det också möjlighet att studera mer i detalj hur utformning av hållplatser i BRT-stråk i Sverige kan utformas på ett trafiksäkert sätt, exempelvis genom beteendestudier i fält. Fortsatt forskning kan också belysa diskrepanserna mellan olycks- och händelserapportering samt uppföljning av trafiksäkerhet inom buss- och spårvägsbranschen.

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
1.1. Syfte och mål	7
1.2. Metod.....	8
1.3. Avgränsningar	9
1.4. Definition av BRT	10
2. Trafiksäkerhet för olika kollektivtrafiksystem	11
2.1. Litteraturgenomgång	11
2.2. Olycksanalys.....	20
2.3. Sammanfattande analys	24
3. Trafiksäkerhet i olika principiella utformningar	26
3.1. Litteraturgenomgång	26
3.2. Olycksanalys.....	33
3.3. Sammanfattande analys	41
4. Slutsatser och rekommendationer	43
4.1. Hur skiljer sig trafiksäkerheten mellan olika kollektivtrafiksystem?	43
4.2. Hur påverkar olika principiella utformningar trafiksäkerheten?	43
4.3. Hur kan ett BRT-liknande kollektivtrafiksystem utformas trafiksäkert?	44
4.4. Rekommendationer för framtida forskning	46
5. Källförteckning	48
Bilaga 1	Studerade stråk
Bilaga 2	Ingångsvärden och resultat av olyckskartläggning i BRT-/BRT-liknande stråk
Bilaga 3	Ingångsvärden och resultat av olyckskartläggning i spårvägsstråk
Bilaga 4	Intervaller för fordonsflöden i tabeller

1. Inledning

I många svenska städer planeras införandet av nya eller utbyggnad av befintliga högkvalitativa kollektivtrafiksystem, så kallade BRT-liknande kollektivtrafiksystem. Ofta diskuteras också BRT-system och spårväg som två olika möjliga lösningsalternativ för stadens kollektivtrafiksystem. Samtidigt är kunskapsluckorna stora för hur BRT-liknande kollektivtrafiksystem bör utformas i svenska städer utifrån trafiksäkerhet och framkomlighet för olika trafikantgrupper.

Det uppstår ofta intressekonflikter vid planering av städer med kollektivtrafik eftersom framkomlighetsanspråken är stora från flera trafikantgrupper, samtidigt som utrymmet ofta är begränsat. En hög trafiksäkerhet kräver säkra passager för fotgängare och cyklister samt begränsade hastigheter för motorfordon. Detta är i sin tur inte optimalt för kollektivtrafiken som behöver god framkomlighet för att minimera restider. Dessa olika intressen kan vara svåra att förena.

1.1. Syfte och mål

Detta projekt syftar till att svara på hur BRT-liknande kollektivtrafiksystem i Sverige, i jämförelse med spårväg och annan kollektivtrafik, påverkar trafiksäkerheten och vilka utformningsprinciper som bör användas för BRT-systemen för att säkerställa såväl trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter som kollektivtrafikens framkomlighet. Ambitionen i projektet har även varit att anta ett hela-resan-perspektiv på trafiksäkerheten med utgångspunkt i människors användning av transportsystemet som gående, cyklister och kollektivtrafikresenärer.

Följande frågeställningar belyses i projektet:

- ▷ Hur skiljer sig trafiksäkerheten mellan olika kollektivtrafiksystem (BRT-system, spårväg och andra kollektivtrafiksystem) på en övergripande nivå och utifrån ett hela-resan-perspektiv?
- ▷ Hur påverkar olika principiella utformningar trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter?
- ▷ Hur kan ett BRT-liknande kollektivtrafiksystem utformas utifrån såväl trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter som framkomlighet för kollektivtrafiken?

Detta projekt bidrar med kunskap för att öka förståelsen för trafiksäkerhetsproblematiken, och hur motsättningar mellan kollektivtrafikens framkomlighet och trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter kan hanteras på ett lämpligt sätt. Sådan kunskap kan bidra till väl underbyggda val av lösningar i planeringen och utformningen av nya och utbyggda BRT-liknande kollektivtrafiksystem i Sverige.

1.2. Metod

Projektet har genomförts genom följande huvudsakliga moment.

Del 1: Kunskapssammanställning

Inledningsvis har en sammanställning gjorts av den litteratur som finns om BRT-liknande kollektivtrafiksystem med koppling till trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter. En genomgång har gjorts av branschgemensamma och lokala råd och riktlinjer för utformningen av trafiksäkra BRT-liknande kollektivtrafiksystem.

Del 2: Olycksanalys i kollektivtrafikstäder

För att studera hur trafiksäkerheten skiljer sig mellan olika kollektivtrafiksystem och mellan olika principiella utformningar har olycksdata inhämtas och analyserats från de svenska städer som har buss, spårväg eller BRT-liknande system. I första hand har data från olycksdatabasen STRADA använts. Även data från händelse-/tillbudsrapportering i städer med spårväg har samlats in, men för denna data har jämförbarheten varit begränsad.

Analysen är genomförd dels på en övergripande nivå mellan buss- och spårvägssystem och dels på en mer detaljerad nivå där specifika buss- eller spårvägsstråk med olika utformningsprinciper har studerats. I analysen av olika utformningsprinciper har BRT-liknande stråk studerats i relation till motsvarande utformning för spårväg. I den övergripande analysen har det inte varit möjligt att avgränsa specifika BRT-liknande system, utan där har buss respektive spårväg analyserats generellt.

Studierna som genomförts i projektet har anpassats till coronapandemin som i Sverige blev aktuell i mars 2020 och som pågick i omgångar med olika intensitet under hela projektperioden (fram till februari 2022). Eftersom resandet med kollektivtrafiken förändrades i hög grad under pandemin har den övergripande analysen baserats på data fram till och med 2019.

Olycksdata har hämtats från olycksdatabasen STRADA samt från händelseregister från Göteborgs, Lunds och delar av Stockholms spårvägssystem. STRADA är ett register för data om skador och olyckor inom vägtransportområdet och bygger på rapportering från polis och sjukvård.

När man inhämtar uppgifter om trafiksäkerheten från STRADA finns inte alltid olyckor i spårvägssystemet med, eftersom de inte definieras som vägtransportolycka. Om man kompletterar med uttag från händelserapporteringen, som ska finnas inom spårtrafik, finns problem med att dessa datakällor inte är kompatibla med varandra på grund av olika sätt att definiera olyckor och personskador (dessutom finns det inte en enhetlighet mellan olika städers händelserapporteringssystem). Inom spårvägssäkerhet är fokus på olyckorna/händelserna, medan vägtrafiksäkerheten har fokus på *personerna* i olyckorna och skadeföljden för dessa personer i linje med Nollvisionen. I detta projekt har primärt STRADA-datan använts.

Del 3: Framtagning av råd och rekommendationer

Med utgångspunkt i kunskapssammanställningen och de analyser som gjorts för några svenska städers kollektivtrafiksystem formuleras råd och rekommendationer för hur ett BRT-system kan utformas utifrån såväl trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter som framkomlighet för bussen. Inom detta moment ordnades en workshop med experter inom buss/BRT, spårväg och trafiksäkerhet den 15 november 2022. Resultaten från del 1–2 presenterades och diskuterades i syfte att skapa underlag för råd och rekommendationer. Följande personer deltog i workshopen:

- ▷ Julia Bengtsson, Lunds kommun
 - ▷ Fredrik Landgren, Göteborg stad
 - ▷ Mattias Sjöholm, Göteborg stad
 - ▷ Julia Cederbrant, Jönköpings kommun
 - ▷ Jonas Sjöholm, Linköping
 - ▷ Martin Schmidt, Norrköpings kommun
 - ▷ Carl Silfverhielm, Region Stockholm
 - ▷ Gustaf Bergeröd, Stockholm stad
 - ▷ Helena Ma, Järfälla kommun
 - ▷ PG Andersson, Trivector
 - ▷ Frida Odbacke, Trivector
 - ▷ Hanna Wennberg, Trivector
- Inkommit med reflektioner i efterhand:*
- ▷ Per Wisenborn, Malmö stad
 - ▷ Emma Ljungblad, Malmö stad

1.3. Avgränsningar

Projektet har haft fokus på trafiksäkerhet för *oskyddade trafikanter* (som här avser gående och cyklister). Spårväg och buss har också en inverkan på såväl trafiksäkerhet som framkomlighet för biltrafiken i staden och för andra kollektivtrafikslag. Detta har dock inte varit fokus i för projektet.

Projektet fokuserar på *personskador* i olyckor med buss och spårväg, där omkomna och allvarligt skadade är mest angeläget att förhindra. Litteraturen som berör trafiksäkerhet i buss- och spårvägssammanhang tenderar att istället fokusera på olyckor, vilket även omfattar exempelvis plåtskador på fordon.

Trafiksäkerhet avser här antal dödade och allvarligt skadade personer i *vägtrafiken*. Vägtrafiksäkerhet omfattar all trafik som finns på väg. Det exkluderar således exempelvis olyckor som sker ombord på spårvagnen, eftersom spårvagn inte är ett vägtrafikfordon. Fokus i denna rapport är oskyddade trafikanter som skadats i kollisionsoolyckor i spårvägs- eller buss-tråk. Avgränsningen är gjord för att kunna göra jämförelser mellan buss och spårväg, då data

för denna typ av olycka är kompatibla. Det krävs mer omfattande studier för att även analysera och jämföra andra typer av olyckor där en oskyddad trafikant blivit skadad på väg till, från eller under resan med kollektivtrafiken som inte involverat en kollision med annat fordon i det aktuella stråket. Det kan exempelvis handla om fallolyckor ombord på bussen, omkullkörning av cykel i spår eller att en person snubblat då den gått till en hållplats.

1.4. Definition av BRT

BRT står för ”Bus Rapid Transit” och är en benämning för busslinjer med hög standard och hög kapacitet. BRT kännetecknas av hög turtäthet, punktlighet, kapacitet och komfort. BRT har ofta ett visuellt synbart formspråk med specialbyggda fordon, körbana i annorlunda material och välutrustade stationer. Den visuella synbarheten bidrar till att skapa ett tydligt varumärke och en egen identitet åt BRT-systemet (X2AB 2015a).

För att uppnå en hög punktlighet och korta restider har BRT-system en hög grad av prioritering i trafiksystemet. BRT körs på separata körbanor och ges signalprioritering i korsningar, vilket minimerar risken för trängsel och köer. Punktligheten kan ökas även genom förvisering av biljetter samt på- och avstigning i alla fordonets dörrar, vilket reducerar stopptiden vid stationer (X2AB 2015a).

BRT har i jämförelse med vanliga busslinjer längre avstånd mellan hållplatserna, vilket reducerar restiderna. För BRT eftersträvas även gena och mjuka linjedragningar, vilket också sänker restider längs linjerna. Gena linjer kan dock även bidra till ett enkelt och lättbegripligt linjenät, samt verka strukturbildande i stadsmiljön (Kottenhof med flera 2009). I många BRT-system används bussar med hög kapacitet, exempelvis dubbelledade bussar. Användandet av fordon med hög kapacitet bidrar till att öka antalet resenärer som kan resa längs varje linje.

BRT innefattar inte alla bussystem med högre standard. System som exempelvis stombusslinjerna i Stockholm, eller Malmöexpressen i Malmö uppfyller endast delvis de kriterier som ställs för ett BRT-system. Internationellt satta kriterier och rankingverktyg finns för BRT-system (ITDP 2016). I Sverige används ofta BRT Guidelines (X2AB 2015a) för riktlinjer anpassade till svensk kontext.

I denna rapport används både begreppet BRT-system och BRT-liknande system eftersom det i Sverige inte finns något system som till fullo uppnår BRT-karaktär. Dock finns det ett antal stråk där ambitionen har varit att efterlikna flera av kvaliteterna och kan därför benämnas som BRT-liknande.

2. Trafiksäkerhet för olika kollektivtrafiksystem

I detta kapitel presenteras en analys av trafiksäkerheten i olika kollektivtrafiksystem på en övergripande nivå med utgångspunkt i en litteraturgenomgång och analys av olyckor och riskmått. Syftet med kapitlet är att svara på frågeställningen: *Hur skiljer sig trafiksäkerheten mellan olika kollektivtrafiksystem (BRT-system, spårväg och andra kollektivtrafiksystem) på en övergripande nivå och utifrån ett hela-resan-perspektiv?*

2.1. Litteraturgenomgång

Trafiksäkerhet i kollektivtrafiken

I följande avsnitt görs en sammanställning av den kunskap som finns om hur trafiksäkerheten skiljer sig mellan olika kollektivtrafiksystem. Fokus ligger på i vilken grad oskyddade trafikanter löper risk att utsättas för olyckor och personskador när de befinner sig i eller intill kollektivtrafiksystemet.

Buss

I Skåne sker flest bussrelaterade olyckor (olyckor i samband med bussresa som inträffat i någon del av hela reskedjan till/från/under bussresa) i samband med sträckor (38 %). Efter sträckor är de vanligaste olycksplatserna för bussolyckor busshållplatser (22 %) respektive korsningar (20 %) (Berntman m.fl. 2012). I bussrelaterade olyckor får oskyddade trafikanter allvarligare skador i jämförelse med de passagerare som skadats på bussen.

För oskyddade trafikanter sker de allvarligaste olyckorna i synnerhet under vintertid. Flest olyckor med dödlig utgång för oskyddade trafikanter har skett vid gryning, skymning eller då det varit mörkt ute (Larsson 2009). För bussresor varierar olycksfördelningen beroende på typ av resa. I en studie utförd i Köpenhamn (Jørgensen 1996) har olyckor i pendlingsresor från Köpenhamns ytterområden jämförts med olyckor för resor i centrala Köpenhamn. Antalet olyckor som uppkommit under pendlingsresorna med buss är betydligt fler än för bussresor centralt. Vidare skiljer sig också fördelningen av olyckor. För pendlingsresorna sker en större andel av olyckorna i fordonet i jämförelse med bussresorna centralt.

För bussrelaterade olyckor är oskyddade trafikanters singelolyckor den dominerande olyckstypen, och halka samt ojämnt underlag är vanliga orsaker bakom dessa. Eftersom singelolyckor är underrapporterade i polisens olycksstatistik, så medför det att studier som baserats på olycksdata från polisen skattar riskerna vid bussresor betydligt lägre. För olyckor som inträffat när resenärer väl är ombord på bussen, så är inbromsningar den främsta olycksorsaken. Nära hälften av de som skadas ombord på bussar är 75 år eller äldre (Berntman m.fl. 2012).

I vissa situationer kan bussen också vara indirekt inblandad i trafikolyckor. Den indirekta inblandningen i en olycka kan exempelvis ske när en buss visuellt döljer en oskyddad trafikant som sedan blir påkörd i en korsning när den försöker korsa vägen, eller då en oskyddad trafikant korsar gatan utan uppsikt för att försöka hinna med en buss (Brenac & Clabaux 2005). När bussrelaterade olyckor studerats konstateras kvinnor mer drabbade än män. I Skåne står kvinnor för 67 % av de skadade i bussrelaterade olyckor (Berntman m.fl. 2012).

BRT

Vid en genomgång av den litteratur som belyser trafiksäkerhet i BRT-system blir det tydligt att det finns stora kunskapsluckor. Detta gäller både internationellt och i Sverige samt särskilt gällande påverkan på oskyddade trafikanter.

I Malmö finns exempel på BRT-liknande system i svensk kontext där man utvärderat trafiksäkerhetseffekter av införandet. MalmöExpressen som busskonceptet kallas, öppnade på en av de tidigare stadsbusslinjerna (med viss modifiering) i Malmö 2014. För att anpassa infrastrukturen till MalmöExpressen anlades bland annat busskörfält på delar av sträckan och trafiksäkerhetshöjande åtgärder infördes på några platser längs stråket.

Tre år efter införandet gjorde Malmö stad en utvärdering där trafiksäkerhet var en av aspekterna som belystes (Malmö stad & Ramböll 2018). Slutsatserna var dels att det inte gick att se någon tydlig skillnad i olycksutveckling för MalmöExpressens stråk i förhållande till hela staden. Inte heller i en jämförelse före och efter införandet av MalmöExpressen på Amiralsgatan, den del av stråket som innehåller den största andelen busskörfält, går det att se någon signifikant skillnad. Dock har andelen olyckor på Amiralsgatan minskat i förhållande till totalt antal olyckor på hela MalmöExpressens sträckning.

När endast de bussrelaterade olyckorna på Amiralsgatan analyseras, finns en antydning om att antalet skadade fotgängare ökat efter införande av MalmöExpressen. Detta kan delvis ha att göra att antalet personer som rör sig i trafiken har ökat i samband med att resandet på MalmöExpressen ökat stadigt jämfört med innan införandet. Dock kan det konstateras att det är svårt att dra tydliga slutsatser när det i detta fall inträffat ett relativt litet antal olyckor.



Figur 1. MalmöExpressen (Foto: PG Andersson)

I en amerikansk studie (Bia & Ferenchak 2022) har trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter i BRT-system studerats. Efter omvandling från ett traditionellt busstråk till ett BRT-stråk längs en huvudgata sjönk antalet dödliga och allvarliga olyckor med 70%. Motsvarande sänkning för kontrollgatorna i studien uppgick endast till 6 %.

Ett annat exempel på en internationell studie presenteras av Dudata m.fl. (2012), där man studerat trafiksäkerhet kopplat till BRT-system i flera städer på olika kontinenter. Författarna lyfter fram New York som ett exempel där gator med busstrafik innebär större risk för oskyddade trafikanter. Denna trafikantgrupp är alltså särskilt utsatt på huvudvägnätet, vilket oftast är där som BRT-system implementeras. Detta genererar fler fotgängar- och cykelrörelser, vilket i sin tur ökar risken för olyckor. Författarna betonar vikten av rätt utformning av gatuummet och av hållplatser för att begränsa denna risk. Studien visar att den vanligast förekommande olyckan i några studerade BRT-stråk var kollision mellan personbilar (det vill säga ej direkt relaterat till busstrafiken), men bland de skadade förekommer fotgängare till störst del (54 %). Den vanligaste olyckan där en fotgängare var inblandad inträffade då personer korsade busskörvägen och blev påkörda av buss, vilket oftast förekom vid stationer.

Tidigare forskning om hur utformningen av BRT-system påverkar trafiksäkerhet presenterar blandade resultat. I en australiensisk studie (Goh m.fl. 2014) konstateras att införandet av BRT-stationer förlagda vid egna kollektivtrafikkörvägen har bidragit med ett reducerat antal olyckor jämfört med innan. Samtidigt presenterar en colombiansk studie (Boccarejo m.fl. 2014) utförd i Bogota att antalet olyckor där ökat vid de större stationerna.



Figur 2. Station i bussystemet Transmilenio i Bogota (KPBS Public Media)

Utformningen av korsningar och kollektivtrafikkorridorers geometri konstateras i studier som en av de viktigaste påverkansfaktorerna för trafiksäkerheten. Utformningen konstateras som mer betydande för trafiksäkerheten än valet mellan BRT och spårvagn (Dudata m.fl. 2012).

I Sverige har en studie av BRT-system och trafiksäkerhet gjorts av Sarvik med flera (2019). Som handlar om att skapa bättre förståelse för hur trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter kan inkluderas vid planering av BRT-liknande stråk i Sverige. Sarvik drar slutsatsen att trafiksäkerhetsperspektivet ofta är svårt att förena med kollektivtrafikens mål om hög framkomlighet. Ofta beaktas trafiksäkerheten i ett sent skede av planeringen, vilket begränsar möjligheterna för genomtänkta lösningar som gynnar både trafiksäkerhet och framkomlighet. Studien konstaterar att det finns ett behov av att mer systematiskt inkludera trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter i ett hela resan-perspektiv i kollektivtrafikplaneringen och att kunskapsunderlaget om effekter av trafiksäkerhetshöjande åtgärder är bristfälligt.

Spårväg

Spårvagnar har i jämförelse med bil och buss en längre bromssträcka på grund av sin vikt samt den glatta ytan på rälsen, vilket gör det svårare för spårvagnar att bromsa för oskyddade trafikanter i spårområdet (SWOV 2021). Dock är det osäkert hur stor skillnaden är mellan spårvagn och buss när man jämför med långa, dubbelledade bussar. Vidare är alla oskyddade trafikanter inte medvetna om sin väjningsplikt gentemot spårvagnar, vilket ger upphov till många olyckor (SWOV 2021). När spårvagnar kolliderar med oskyddade trafikanter är sannolikheten högre för en allvarlig utgång av olyckorna. I en schweizisk studie har utgången

av olyckor mellan spårvagnar och andra trafikanter studerats (Marti m.fl. 2016). Studien konstaterar att andelen spårvagnsolyckor som lett till allvarliga skador eller dödsfall är 90 % för fotgängare och 83 % för cyklister, i jämförelse med bilister och lastbilar där motsvarande andelar är 25 % och 4%. Hastighet är en viktig indikator för allvarlighetsgraden i spårvagnsolyckor. För varje ökad km/h ökar risken för en dödlig olycka vid kollision med spårvagn med 12 % (Naznin m.fl. 2016).

Ett exempel från Dresden visar att andelen trafikolyckor med personskador med spårvägsinblandning ett år utgjorde cirka 4 % av det totala antalet personskador i stadens trafikolyckor. Dresden har 470 000 invånare med ett spårvagnsnät på 129 km varifrån cirka 70 % av nätet trafikeras i blandtrafik. I Zürich (342 000 invånare, 69 km spårvagnsnät varav 80 % i blandtrafik) gjordes en studie som visade att olyckor mellan spårvagn och gångtrafikanter utgjorde 6 % av alla olyckor i gångtrafiken.



Figur 3. Station längs spårvägslinje i Zürich (Kanton Zürich)

De flesta olyckor mellan spårvagn och fotgängare sker vid hållplatser. Särskilt barn och äldre råkar ut för olyckor. I Zürich står människor som är 60 år eller äldre för 66 % av spårvägsolyckorna vid hållplatserna. En studie från Stuttgart visar att antalet skadade av spårvagnar vid fotgängarövergångar är starkt beroende av spårvagnarnas bromsar. Man kan se att antalet skadade utanför fordonet håller på att minska medan antalet skadade i fordonet ökar på grund av mer effektiv inbromsning (Beer & Brenac 2006).

Fordonsparken i spårvagnssystem har också en stor påverkan på trafiksäkerheten. I Göteborg har en stor förbättring av trafiksäkerhet skett under 90- och 00-talet. Spårvagnar har gått från att vara inblandade i 48 % av olyckor där fotgängare skadats eller dödats till 16 %. Flera skäl ligger bakom reduktionen av antalet olyckor, men två anledningar är förbättrade fordon (Trafikkontoret Göteborg 2009). De moderna spårvagnarna har ett bättre bromssystem, och har en annorlunda utformad front som reducerar risken för olyckor. Dessutom har man de senaste åren arbetat mer aktivt med stängsling för att förhindra spårsprung.



Figur 4. Äldre spårvagn (M21) i Göteborg.
(Bild: Bruse LF Persson)



Figur 5. Modern spårvagn (M33) i Göteborg (Göteborgs Spårvägar)

De flesta olyckor som sker mellan fotgängare och spårvagnar sker vid spårvagnens hållplatser. Barn och äldre är överrepresenterade i olyckor mellan spårvagn och fotgängare. Allvarlighetsgraden för fotgängarolyckor beror på graden av separering för spårvagnen. Där spårvagnen har reserverat utrymme så har olyckornas allvarlighetsgrad varit högre än där spårvagnen trafikerar i blandtrafik, vilket kan förklaras genom att spårvagnar kan hålla högre hastighet i reserverat utrymme (Beer & Brenac 2006).

Trafiksäkerhet i ett hela resan-perspektiv

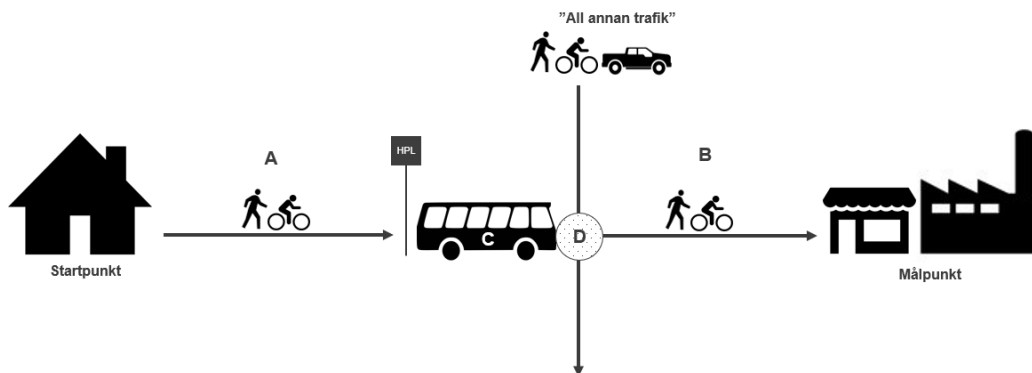
När trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter i buss- och spårvägssystem beaktas är det viktigt att även belysa olycksrisken i ett hela resan-perspektiv. Frågan har endast hanterats övergripande i detta projekt, men det blir tydligt i litteraturgenomgången hur kunskapen om detta är begränsad. Ett exempel på en rapport som belyser trafiksäkerheten ur ett hela resan-perspektiv i busstrafiken är Berntman m.fl. (2012) som menar att flera av tidigare jämförelsestudier av risker för olika färdssätt inte har inkluderat risken vid förflyttningen till/från kollektivtrafiken eller risk för fall ombord på kollektivtrafiken. Dessa risker kan även skilja sig för olika kollektivtrafikslag, till exempel utifrån hur långt det är till hållplats/station eller hur lång tid resan tar.

Berntman har belyst den totala skadebilden vid bussresor och orsaken till att människor skadas samt har beräknat risktal som är av relevans för de jämförande analyser som genomförs i det här projektet. I en studie utförd i Skåne konstateras att risken är 75 % högre att utsättas för en olycka som bussresenär i jämförelse med bilresenärer. Risken härstammar ur det längre gångavstånd mellan hem och färdmedel som buss innebär jämfört med bil. Resan till och från bussen (inklusive på- och avstigning) är betydligt mer olycksdrabbad, i jämförelse med när resenären väl är på bussen. Exempelvis är risken 7 gånger större att råka ut för en lindrig olycka på väg till eller från bussen jämfört med när resenären väl är på bussen.

Fokus i Berntmans studie är busstrafik och inte spårväg eller BRT-system. Motsvarande studier om trafiksäkerhet i ett hela resan-perspektiv för BRT har inte hittats och inte heller

studier om singelolyckor kopplat till BRT-system. När det gäller spårvägssystem finns studier i Oslo som belyser singelolyckor i spår m.fl. som pekar på omkullkörning i spårvägs-skenor som en vanligt förekommande olycksorsak. Cirka 10 % av cykelolyckorna i Oslo 2014 orsakades av omkullkörning i spårvägsskenor (Melhuus m.fl. 2015). I ett spårvägssystem med en stor andel separat utrymme minskar dock risken att cyklister kör omkull i spårren.

För att få en överblick för hur trafiksäkerheten i ett hela resan-perspektiv kan förstås kan Figur 6 nedan vara en utgångspunkt. I figuren illustreras hur oskyddade trafikanter utsätts för trafiksäkerhetsrisker kopplat till kollektivtrafik. Dels är de exponerade för trafiksäkerhetsrisker vid sina gång- eller cykelresor till eller från hållplatsen (A och B), dels finns det en risk att falla när man som resenär befinner sig ombord på fordonet (C). Dessutom riskerar kollektivtrafikfordonet att köra på oskyddade trafikanter som inte ska resa med kollektivtrafiken, men som befinner sig i trafiken där fordonen passerar (D). I analyser av trafiksäkerhet kopplat till kollektivtrafikresor är det vanligast att olyckor D analyseras, men hur trafiksäkerhet för A och B skiljer sig mellan buss- respektive spårvägsresor behövs undersökas vidare.



Figur 6. Illustration av oskyddade trafikanters exponering kopplat till buss-/spårvägstrafik

Riskmått för analys av trafiksäkerhet i olika kollektivtrafiksystem

I detta avsnitt sammanfattas riskmått från tidigare studier som beskriver risk för olycka eller att skadas eller omkomma kopplat till buss- eller spårvägstrafik. Studiernas riskmått relateras dels till *utbudskilometer*, som baseras på transportarbetet för fordonet och dels till *personkilometer*, som baseras på transportarbetet för resenären.

Risk för olycka

I Frankrike sammanställs olycksstatistik från landets spårvägssystem av STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés) som är ett nationellt kompetenscenter inom den statliga myndigheten för ekologisk omställning. I Tabell 1 nedan finns en sammanfattning de gjort av olyckor mellan 2010 och 2019. I den sammanställningen har de även tagit fram liknande nyckeltal för bussystem. Dessa bussystem omfattar både

”vanlig” buss och BRT-liknande system (STRMTG, 2020). Denna sammanställning visar antalet olyckor som rapporterats vid incidenter mellan spårvagn/buss och samtliga trafikantgrupper.

I städerna som ingår i denna sammanställning är alltså risken större per utbudskilometer att råka ut för en olycka kopplat till buss än till spårväg. Risken i spårvägssystemen ligger stabilt på runt 0,35 olyckor/10 000 utbudskilometer medan buss rör sig mellan 0,65 och 0,8 olyckor/10 000 utbudskilometer under det senaste decenniet. Snittvärdet för buss uppgår till 0,725. I samma rapport nämns vidare att olyckornas karaktär fördelar sig på ett liknande sätt för spårväg och buss där olyckor i fordonet och olyckor med tredje part är vanligast (STRMTG, 2020).

Tabell 1. Jämförelse av antalet olyckor per 10 000 utbudskilometer mellan spårväg och buss i fem franska städer (STRMTG, 2020)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Buss	0,80	0,80	0,79	0,73	0,67	0,75	0,68	0,65	0,68	0,70
Spårväg	0,35	0,36	0,34	0,34	0,37	0,35	0,35	0,36	0,35	0,35

Det finns mycket få studier gjorda av europeiska BRT-system, men i en sådan studie gjord av Cerema (2016) presenteras en sammanställning av antalet olyckor i BRT-systemet Mettis i franska staden Metz (linje A och B), se Tabell 1.

Tabell 2. För år 2014 motsvarar detta 0,36 olyckor per 10 000 utbudskilometer, vilket är jämförbart med motsvarande tal för spårvägstrafiken i Tabell 1.

Tabell 2. Antal olyckor för Mettis-linjerna A och B år 2014 och 2015 (Cerema 2016).

Olyckor	Materiella skador	Kroppsskador	Materiella- + kroppsskador	Utbudskilometer per år
2014		29	25	1 500 000
2015*		19	11	1 125 000

*Mätning under 9 månader

Trafikkontoret i Göteborg rapporterar varje år trafiksäkerheten på spårväg och kommunala järnvägar (Trafikkontoret, 2020). Under 2019 har det redovisats nära 500 olyckshändelser med spårväg på 14,7 miljoner utbudskilometer. Översatt till den franska redovisningsenheten ”olyckor/10 000 utbudskilometer” innebär detta runt 0,34. Det innebär att Göteborgs spårväg är jämförbar med de franska spårvägsstädernas snitt.

Göteborgs Spårvägar, som även kör busstrafik, redovisar i verksamhetsberättelsen olyckorna även för buss (för deras trafikavtal, GS 2019). I denna framgår att GS busstrafik var

inblandad i 246 olyckshändelser 2018 (2017: 223; 2016: 193; 2015: 165; 2014: 180), se Tabell 3. Okänt förblir dock antalet utbudskilometer för respektive år (då busstrafiken är upphandlad kan den ha förändrats kraftigt under tiden).

Tabell 3. Olyckshändelser buss samt utbudskilometer för Göteborgs spårvägars busstrafik (GS 2019).

Buss	2014	2015	2016	2017	2018
Tot antal olyckor	180	165	193	223	246
Utbudskilometer*	2 242 167	2 398 859	2 601 941	2 633 847	2 665 746

*Kilometerproduktionsvärden från Västtrafik

Används data från Göteborgs Spårvägars olycksfallssammanställning och kilometerproduktionsvärden från Västtrafik kan det konstateras att det totala antalet olyckor per 10 000 utbudskilometer uppgår till mellan 0,69 och 0,92 beroende på år. Snittvärdet ligger på 0,8 olyckor/10 000 utbudskilometer.

Risk att skadas eller omkomma

Berntman m.fl. (2012) har gjort analyser av personskador i bussrelaterade olyckor som skett mellan 2006 och 2009 i de skånska tätorterna Malmö, Lund, Helsingborg och Kristianstad. Resultatet av analyserna ger ett riskmått på 1,1 skadade och dödade per miljon personkilometer. När författarna jämfört detta resultat med andra liknande studier är variationerna stora. Skillnaderna beror på om man inkluderat singelolyckor eller inte, samt om man analyserat olyckor i tätort eller landsbygd. I Tabell 4 nedan visas två riskmått som båda inkluderar singelolyckor.

Tabell 4. Jämförelse av antalet skadade eller omkomna per miljon personkilometer från svenska Berntman mfl (2012) och norska Vaa (1993). Singelolyckor är inkluderade.

	Berntman mfl (2012)	Vaa (1993)
Antal skadade och dödade i bussrelaterade olyckor per miljon personkm	1,1	0,6
	<i>Tätorter: 4 svenska städer 2006-2009</i>	<i>Tätorter: 3 norska städer 1985-1986</i>

Hedelin m.fl. (2002) analyserade under åren 1988–1994 hur säkerheten skilde sig mellan buss och spårvagn i Göteborg. Analysen baserades på sjukhusrapporterad olycksstatistik samt annan olycksdata och inkluderade olyckor ombord, vid av- och påstigning samt de som skadats vid kollision med buss/spårvagn. Slutsatserna av analysen var att olycksrisken i spårvägstrafiken var 4 gånger högre än för busstrafik, medan risken att omkomma var 9-15 gånger högre. I Tabell 5 visas rapportens riskmått. Observera att dessa baseras på utbudskilometer och inte personkilometer som ovan.

Tabell 5. Antalet skadade, oskyddade trafikanter i buss- respektive spårvägstrafiken per miljon utbudskilometer i Göteborg 1988-1994. Innehåller ej singelolyckor. Större spårvägsolycka 1992 exkluderad.

Olyckor	Spårvagn	Buss
Skadade	2,99	0,76
Omkomna	0,21	0,02
Skadade + omkomna	3,1	0,78

Sammantaget om riskmått

Baserat på de sammanställningar som redovisats ovan från ett begränsat antal städer eller operatörer, så finns en antydning till att risken att råka ut för en olycka kopplat till buss eller spårväg (utan hänsyn till skadegrad eller trafikantgrupp som är inblandad i olyckan) är större kopplat till bussystem än vad den är i spårvägssystem. Analyserna som baseras på endast skadade eller omkomna visar dock inte samma bild. Studien från Göteborg från 1998-1994 visar att risken var fyra gånger större att skadas eller omkomma i spårvägstrafiken jämfört med busstrafiken. Dock har utvecklingen av trafiksäkerhet i utformning av infrastruktur och fordon i spårvägssystemet utvecklats sedan dess, så motsvarande analys idag skulle möjligen visa på en mindre skillnad mellan spårväg och buss.

2.2. Olycksanalys

De riskmått som hittats i litteraturgenomgången bygger på data som utgörs antingen av alla fordonstyper/trafikantgrupper eller som har fokus på olyckor (inte personsador). Ambitionen i detta projekt är att jämföra trafiksäkerheten för olika kollektivtrafiksystem, men med fokus på skadade, oskyddade trafikanter i svenska städer.

Metod

Målet med analysen har varit att ta fram ett genomsnittligt riskmått för oskyddade trafikanter som beskriver risken att skadas i buss-, BRT-, respektive spårvägssystem i Sverige. Detta riskmått baseras på antalet skadade per utbudskilometer.

Tidigt identifierades begränsningar i att få fram generella data för BRT-liknande system, därför fokuserades denna analys på alla typer av bussystem samt spårväg. Nästa begränsning identifierades i att det finns mycket få tillgängliga data för utbudskilometer för buss i svenska städer. Det finns data för stadsbusstrafik samt all busstrafik i landet, men mycket lite för alla typer av busstrafik inom tätorterna. Ett riskmått baserat på utbudskilometer som även inkluderar all regionbusstrafik i landet blir inte intressant i jämförelse med spårvägstrafiken som enbart sker i städer.

Metoden som valdes för att få fram riskmättet var att utgå från andel busstrafik inom tätort i förhållande till hela regioner. Den data som ligger till grund för andelarna för respektive region i Sverige samlades in 2000 av Svenska Lokaltrafikföreningen (2000). Uppgifterna kom från trafikhuvudmän och primärkommunala trafikhuvudmän i samtliga län. Att äldre data använts för andelarna innebär en osäkerhet i beräkningarna, men trots det bedömdes den ha en tillräcklig träffsäkerhet för att kunna användas. Hur andelen tätortstrafik ändrats sedan 2000 är okänt.

Analysen är baserad enbart på STRADA-data, eftersom händelserapporteringen inte är kompatibel med STRADA-datan. För att riskmättet ska bli så jämförbart som möjligt har analysen begränsats till endast olyckor utanför buss respektive spårväg samt enbart oskyddade trafikanter som blivit skadade. Singelolyckor har ej heller inkluderats.

Resultat

Resultat av analysen visas i Tabell 6 nedan. Siffrorna anger vilken risk det är per miljoner utbudskilometer att en oskyddad trafikant blir påkörd av buss respektive spårvagn. Resultatet antyder att det är en större risk att bli påkörd av en spårvagn än av en buss. Siffrorna är dock i samma storleksordning och beaktar man osäkerheterna i beräkningen bör man se skillnaderna som en antydning och inte ett tydligt svar på frågan om vilket system som är mer trafiksäkert.

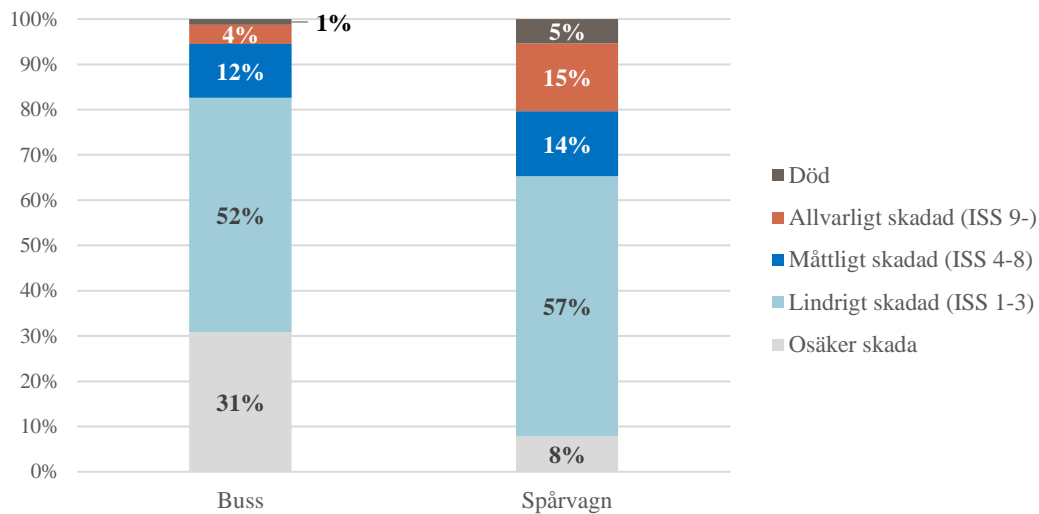
Tabell 6. Skadade, oskyddade trafikanter i olyckor med buss i svenska tätorter (tätortsgränser SCB) samt med spårväg i Lund, Göteborg, Norrköping och Stockholm. Ej singelolyckor eller ombord-/på-/avstigandeolyckor.

Kollektivtrafikslag	Antal skadade, oskyddade trafikanter	Miljoner utbudskilometer	Antal olyckor per miljoner utbudskilometer*
Buss	1787	2280	0,72
Spårväg	167	177	0,94

*I genomsnitt mellan 2010-2019

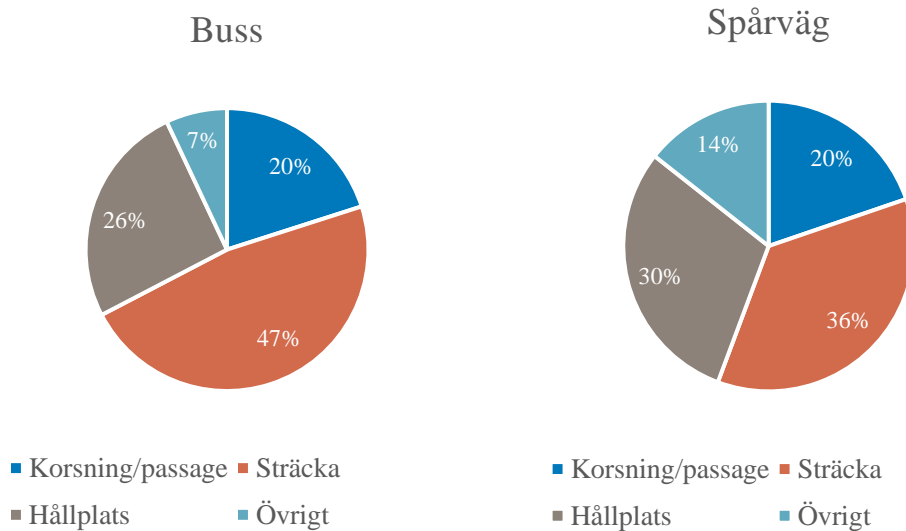
Om resultatet ovan appliceras på frågan om buss eller spårväg i ett specifikt stråk skulle generera störst olycksrisk, behöver man inkludera kapacitet i analysen. Det krävs nämligen fler trafikerande fordon per timme för att uppnå samma kapacitet i ett bussystem än vad som krävs i ett spårvägssystem eftersom en spårvagn rymmer fler passagerare. Den högre kilometerproduktionen leder således till att skillnaden mellan olycksrisken för buss- respektive spårvägssystem blir mindre. Resultatet inkluderar dock inte risken att skadas ombord på fordonet eller på väg till/från bussen eller spårvagnen. Då hållplatsavstånden (och därmed gångavstånd till hållplats) generellt kan vara längre i spårvägssystem jämfört med i bussystem (SKL och Trafikverket 2012), kan risken att skadas på väg till/från spårvägen antas vara större än till/från bussen.

I Figur 7 nedan visas fördelning mellan allvarlighetsgrader i analyserade kollisionsolyckor mellan oskyddade trafikanter och buss respektive spårvagn. Resultatet visar att fler blir allvarligt skadade eller omkommer i spårvägsolyckor jämfört med bussolyckor. Andelen okänd skadegrad är stor i bussrelaterade olyckor, men träffsäkerheten i statistiken är som störst för allvarliga skador och för dödsolyckor, så det bör rimligtvis finnas mycket få av dessa bland de olyckor som har okänd skadegrad.



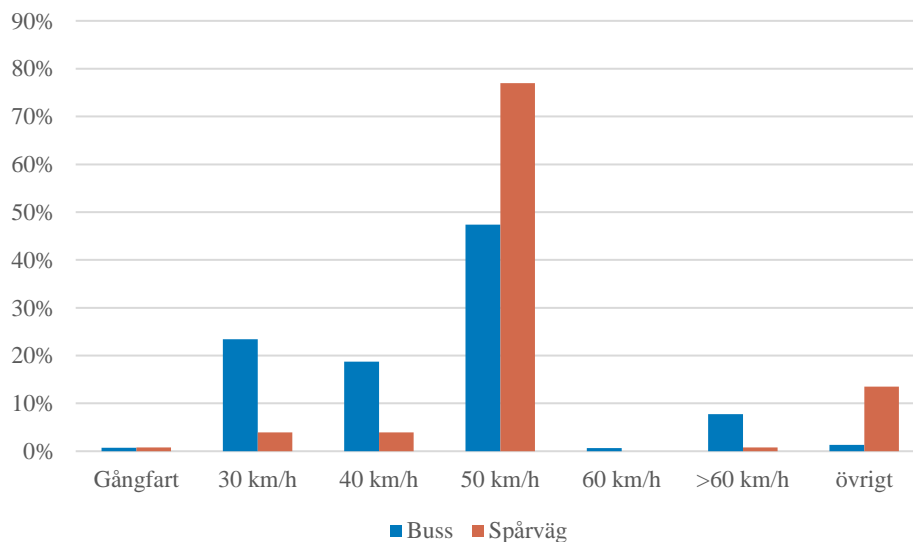
Figur 7. Fördelning mellan allvarlighetsgrader i kollisionsolyckor mellan oskyddade trafikanter och buss respektive spårvagn.

I Figur 8 visas fördelning av var olyckan inträffat för buss- respektive spårvagnsrelaterade olyckor med oskyddade trafikanter. Resultatet visar att de flesta identifierade olyckorna inträffat på sträcka (47 % respektive 36 %). Knappt en tredjedel av olyckorna har inträffat vid hållplats (26 respektive 30 %). Dock är det 7 respektive 14 % av olyckorna där plats-typ inte angetts i rapporteringen.



Figur 8. Fördelning mellan "platstyp" i buss-/spårvägsrelaterade kollisionsolyckor med oskyddade trafikanter där någon blivit skadad.

I Figur 9 nedan visas fördelning mellan vilka hastigheter som angetts vid rapportering till STRADA. Trots osäkerhet i hur tillförlitlig denna data är och hur väl känd hastighetsbegränsning varit vid rapportering, går det att se en antydning till att det är vanligare med högre hastigheter i de stråk där spårvägsolyckorna inträffat.



Figur 9. Fördelning mellan vilka hastighetsbegränsningar som angetts vid rapportering av studerade olyckor.

2.3. Sammanfattande analys

Detta kapitel har syftat till att svara på frågeställningen *Hur skiljer sig trafiksäkerheten mellan olika kollektivtrafiksystem på en övergripande nivå och utifrån ett hela-resan-perspektiv?*

Sammanställningen av tillgängliga mått för risken att råka ut för en olycka kopplat till buss eller spårväg visar att det inte finns ett entydigt svar kring vilket kollektivtrafiksystem som innebär en högre risk än det andra. De olika riskmåten är svåra att jämföra då de har olika avgränsningar och kommer från olika länder med olika rapporteringssystem. Resultatet av analysen i denna rapport antyder att det är en större risk att bli påkörd av en spårvagn eller en buss. Siffrorna är dock i samma storleksordning och beaktar man osäkerheterna i beräkningen bör man se skillnaderna som en antydning och inte ett tydligt svar på frågan om vilket system som är mer trafiksäkert.

Genom litteraturgenomgången och analysen av olyckor har följande skillnader och likheter identifierats:

▷ **Var olyckor inträffar**

Det är för få studier i litteraturstudien för att ge ett tydligt svar, men det finns en antydning till att de flesta olyckor med oskyddade trafikanter och spårvägssystem sker vid hållplatser. Detta gäller även BRT-system i andra länder, men är inte lika tydligt som i svenska bussystem. Spårvägssystem och BRT-system i andra länder har ett betydligt större antal resenärer, vilket tyder på att exponeringen och därmed olycksrisken, är som störst vid hållplatser i dessa system. Resultaten från olycksanalysen visar att det varken i de buss- eller spårvägsrelaterade olyckorna är vanligast med olyckor vid hållplats, de flesta sker längs sträckor. Dock finns en antydning till att det är vanligare med olyckor vid hållplatser i spårvägsstråk jämfört med i busstråk.

▷ **Hastighet**

Hastighet är en viktig indikator för risken att en olycka sker och för hur allvarlig skadan blir. Vilken hastighet fordonet tillåts nå i stråket är alltså en tydligt bidragande faktor till hur trafiksäkert stråket är för oskyddade trafikanter. Detta gäller oavsett utformning, men vissa utformningstyper kan bidra till att bussen eller spårvagnen uppnår en hög hastighet. Det är alltså utformning och skyltad hastighet som avgör hastigheten i ett stråk och inte vilken typ av fordon som trafikerar. Analysresultatet tyder på att det är vanligare med högre hastigheter i spårvägsstråk jämfört med i busstråk.

▷ **Allvarlighetsgrad**

Litteraturstudien ger inget entydigt svar på om buss- eller spårvägsrelaterade olyckor generellt leder till störst andel allvarliga skador. Analysresultatet visar att

andelen allvarligt skadade och omkomna var större i spårvägsstråk jämfört med i busstråk.

Det finns ytterligare en slutsats att dra utifrån litteraturstudien, nämligen att utformningen är avgörande för hur trafiksäkert systemet blir för oskyddade trafikanter. I följande kapitel belyses hur olika utformningsprinciper påverkar trafiksäkerheten.

3. Trafiksäkerhet i olika principiella utformningar

Detta kapitel består av litteraturgenomgång samt analys av kollektivtrafik och trafiksäkerhet med fokus på generella utformningsprinciper. Syftet med kapitlet är att svara på frågeställningen: *Hur påverkar olika principiella utformningar trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter?* I detta kapitel läggs ett särskilt fokus på utformningsprinciper för BRT-liknande system, men med referens till utformning av spårvägssystem som (förutom spåren) ofta kan liknas vid de principer som används vid utformning av BRT-infrastruktur.

3.1. Litteraturgenomgång

Följande litteraturgenomgång har sin utgångspunkt i frågan vad det finns för övergripande råd och riktlinjer för trafiksäker utformning av buss, BRT och spårväg, samt vad det finns för tillgänglig forskning kring vilka utformningsprinciper i dessa system som har visat sig vara av betydelse för trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter.

Rådande riktlinjer för utformning

Ett urval av planeringsdokument för svenska buss-, BRT- eller spårvägssystem har analyserats utifrån vilka trafiksäkerhetsaspekter som betonas. Efter genomläsning av dessa dokument har en sammanställning gjorts av vilka riktlinjer som finns kring sido-/ytterförlagt vs mittförlagt busskörfält/spår, samt vad som generellt sägs om trafiksäkra lösningar. I Tabell 7 nedan visas en översikt av vilka dokument som analyserats och i följande avsnitt görs en sammanfattning av riktlinjerna.

Tabell 7. Genomgång av rekommendationer i olika planeringsdokument

Dokument	Rekommendationer för placering/avgränsning av busskörfält och spår	Viktigt för trafiksäker utformning
Buss/BRT		
Handbok för attraktiv kollektivtrafik	Lyfter fram fördelar med reserverat busskörfält, men rekommenderar inte hur de bör placeras.	Hastighetssäkring och hållplatsutformning
BRT Guidelines	Viktigt med busskörfält, men förespråkar inte typ av utformning/placering. Prioritering samt få andra fordonsrörelser i korsning förespråkas.	Trafikseparering, fordonsteknik, hastighetsdämpning.
BRT Standard	Mittförlagda busskörfält förespråkas. Så få andra fordonsrörelser som möjligt i korsningar.	Säker hållplatsutformning
BRT Planning guide	Mittförlagda busskörfält förespråkas. Minska antalet svängrörelser för övrig trafik.	Separering av bussar från övrig trafik, refuger (väntytor) vid passager.
MEX-standarder (MalmöExpressen)	Inga riktlinjer för mitt/ytterförlagda körfält. Bussar bör prioriteras i signalreglerade korsningar, i första hand ska övrig trafik vara medlöpande på sträckor.	Hastighetsbegränsning, särskilt noggrann utformning vid korsning med gång- och cykelstråk.
Spårväg		
Guidelines för attraktiv kollektivtrafik med fokus på modern spårväg	Rakt genom cirkulationer	Självförklarande gaturum.
Spårvägshandledning Skåne (SPIS)	Mittförlagda spår att föredra, i vissa fall bättre med sidoförlagda. Spåren bör passera rakt igenom cirkulationer, cykeltrafik och spårtrafik ska alltid separeras.	Hög prioritet, självförklarande gaturum, begränsade vänstersvängsrörelser över spår, ljud- och ljussignaler, tydliga visuella markeringar.
Riktlinjer för gestaltning av spårväg Lund	-	Visuellt tydliga passager för oskyddade trafikanter.

▷ Placering av körfält/spår

För utformning av reserverade körfält eller spår finns olika praxis och principer. För buss är de vanligaste alternativen att anlägga busskörfält i körbanekant på

vardera sida, alternativt mittförlagda i mitten av gaturummet. Ett annat alternativ är att låta bussen trafikera i ett utrymme utan parallell trafik intill, detta brukar benämnas bussgata.



Figur 11. Ytterförlagt busskörfält längs Östra Varvsgatan, Malmö. (Foto: PG Andersson)



Figur 10. Mittförlagt busskörfält på Amiralsgatan, Malmö. (Foto: PG Andersson)



Figur 12. Bussgata i Lindholmen, Göteborg. (Google Maps)

Genomgången av planeringsdokument för buss/BRT visar att där det ges rekommendationer för mitt-, alternativt ytterförlagda busskörfält, så är det mittförlagda busskörfält som förespråkas. Detta beror främst på framkomlighetsanspråket då ett mittförlagt busskörfält i högre grad undviker korsade fordonsflöden jämfört med

yttreförlagda busskörfält, samt undviker störningar på grund av felparkerade bilar (SKL och Trafikverket 2012, ITDP 2016, ITDP 2017, Odbacke 2018). Några av planeringsdokumenten ger inga särskilda rekommendationer, men betonar att busskörfält är viktiga för bussens framkomlighet (X2AB 2015a, Finn mfl 2011, Malmö stad & Skånetrafiken 2020). Huruvida det ena eller andra är mest trafiksäkert är dock inget som konstateras i dokumenten.

För spårväg är rekommendationerna tydligare. I Handledning för spårvägsplanering i Skåne (SPIS 2011) förespråkas mittförlagda spår framför alternativet sidoförlagda spår på ena sidan av gatan eller det mer ovanliga alternativet med yttreförlagda spår på var sin sida. Skälet till att mittförlagda spår rekommenderas är att de medför minst antal konflikter med övrig trafik samt att tillgängligheten till fastigheter underlättas. Kopplingen till vad som är mest trafiksäkert för andra trafikanter är dock inte tydlig, mer än att de betonar vikten av tydlig och självförklarande utformning samt att utforma passager noggrant med väntutrymme mellan körfält och färdriktningar. I Guidelines (X2AB 2015) nämns endast att spåren ska korsa rakt genom cirkulationer, vilket antyder att mittförlagda spår är förutsatta.



Figur 13. Mittförlagt spårvägssystem i Lund. (Foto: PG Andersson)

▷ Avgränsning av busskörfält/spårområde

Det finns olika principer kring hur busskörfält eller spårområde markeras i gatan och huruvida det är fysiskt avgränsat eller ej. I BRT Planning Guide (ITDP 2016) betonas vikten att upprätthålla exklusiviteten för bussar i busskörfälten, men perspektivet att framkomligheten annars är hotad av annan trafik. För att minska risken att fordon kör fel avsiktligt eller oavsiktligt behöver busskörfältet markeras så tydligt som möjligt, med avvikande färg på asfalt eller tydliga gränser kring körfältet. Dessa gränser kan göras fysiska så att det blir obekvämt eller mycket svårt för andra fordon att köra in i busskörfältet. Även för spårvägsutformning finns principer för markering och avgränsning av spårområdet. Enligt Handledning för spårvägsplanering i Skåne (Region Skåne 2011) bör spårområdet markeras tydligt i gatan, exempelvis med heldragen vit linje eller med staket utmed spåren. Den fysiska

avgränsningen tydliggör spårområdet och minskar risken för felkörningar. Risken med ett otydligt reserverat utrymme är att felkörningar leder till oväntade situationer för andra trafikanter och att medvetet felkörande fordon lockas hålla höga hastigheter.

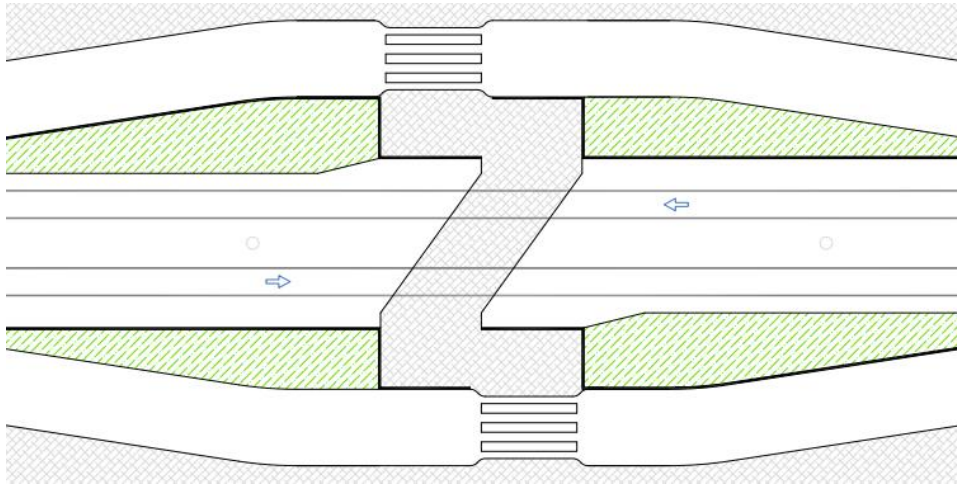


Figur 14. Spårvägen i Lund där spårområdet avgränsas med en vit kantsten längs stråket.
(Foto: PG Andersson)

Förutom risken med felkörningar finns även risker med cyklister eller mopedister i busskörfält, dessa är tillåtna i busskörfält som är placerade i ytterkant (Trafikförordningen 1998:1276 8kap §2). I en studie om bussprioritering från Vägverket (2001) lyfts några studier fram som pekar på en ökad olycksrisk då cyklar/mopeder får använda busskörfältet. Ofta krävs då extra brett busskörfält.

▷ **Utforma hållplatser och passager med hänsyn till oskyddade trafikanter**

I Handbok för attraktiv kollektivtrafik (SKR 2022) betonas vikten av att ta stor hänsyn till oskyddade trafikanters rörelser vid planering av hållplatser och passager. Utformningen måste göras så att trafiksäkerheten för gående blir mycket hög även vid svåra trafiksituationer och felaktiga beteenden. För att skapa en hållplats med en hög grad av säkerhet för passagerare är det exempelvis viktigt med bra belysning, tillräckligt stora väntytter samt rätt placering med god sikt. I BRT Standard (ITDP 2016) beskrivs hur trafiksäkerheten kring passager och hållplatser är avgörande för att uppnå målsättningar för ett BRT-stråk. Om passagerare inte kan nå stationer eller korsa gaturummen på ett säkert sätt fungerar inte stråket för människorna det är planerat för. Detta kan exempelvis åstadkommas genom att undvika för stora avstånd mellan passager, en lägre skyltad hastighet förbi hållplatser och en utformning av körfälten som stödjer skyltad hastighet. Ett exempel från spårsäkerhet är att passager ofta rekommenderas att utformas som saxade passager för att reducera fotgängarnas hastighet och öka uppmärksamheten (Region Skåne 2011).



Figur 15. Exempel på saxad passage. (Region Skåne 2011)

▷ Separera flöden

Några av planeringsdokumenten rekommenderar separering av olika flöden för att trafikmiljön ska bli säker. I BRT Guidelines (X2AB 2015a) beskrivs det till exempel att bussgator innebär en förbättrad säkerhet eftersom det innebär en fysisk separering av bussar från den övriga trafiken. I BRT Planning Guide, som framförallt ger rekommendationer för BRT-system i mycket stora städer, konstateras att stora flöden av oskyddade trafikanter i miljöer med stora fordonsflöden utgör en risk och att man i vissa fall bör separera flödena (ITDP 2017). Enligt Spårvägshandledning för Skåne (Region Skåne 2011) bör spårvägar och cykeltrafik alltid separeras. En gemensam körbana för cyklister och spårvagnar skapar en risk att cyklister fastnar i rännskenan och faller. Likaså bör platser där cykelbanor korsar spårväg utformas med en vinkelrät passage över spåren, för att undvika cykelolyckor.

▷ Utforma självförklarande och tydliga trafikmiljöer

Principen att självförklarande och tydliga trafikmiljöer är viktiga för trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter är tydlig i spårvägsriktlinjer, men inte lika tydliga för buss/BRT. Spårvägshandledning för Skåne (Region Skåne 2011) beskriver vikten av att spårområdet är tydligt så att andra trafikanter förstår vilken yta som är avsett för spårvagnen. Rekommendationer ges även kring att utforma ett självförklarande gaturum som minskar risken för felbeteende, vilket även nämns i Guidelines (X2AB 2015b). I riktlinjer för gestaltning av Lunds spårväg (Lunds kommun 2014) beskrivs hur gestaltningen ska stödja trafiksäkerheten genom att göra stadsmiljön runt spårvägen lätt att förstå och tolka. Riktlinjerna betonar även vikten av en konsekvent utformning för att undvika misstolkningar av trafiksituationen.

Generellt är riktlinjer för spårväg tydligare än för buss/BRT, där en särskild brist på trafiksäkerhetsperspektivet identifieras i de svenska BRT-riktlinjerna som ingått i analysen. I många avseende är spårsäkerhet starkt styrd genom lagar och regler. För all spårtrafik ska det finnas ett säkerhetsstyrningssystem som ska vara godkänt av Transportstyrelsen och syfta till att verksamheten kan genomföras på ett säkert sätt för såväl de egna medarbetarna som övriga trafikanter och tredje man. Något liknande krav finns inte inom vägtrafik där till exempel bussverksamhet regleras av ekonomiska resurser samt att förare har rätt behörighet i körkortet och genomgått YKB.

Rapporter om trafiksäkra utformningsprinciper i befintliga BRT-system

I spårvägssystem är det vanligast att spåren placeras i mitten av gaturummet, men eftersom detta inte är lika vanligt i svenska bussystem är det särskilt intressant att titta på erfarenheter av trafiksäkerhet i ytterförlagda- respektive mittförlagda busstråk. Generellt finns dock en brist på tillgänglig forskning om vilka utformningsprinciper som är mest trafiksäkra i BRT-system, särskilt i kontexter som kan liknas vid svenska förhållanden. Ett exempel på en internationell forskningsrapport för trafiksäkerhet i BRT-system presenteras av Duduta mfl (2012). Författarna drar slutsatsen att mittförlagda busskörfält är säkrare än ytterförlagda, just av skälet att det förstnämnda innebär en ombyggnation som generellt ökar trafiksäkerheten i hela gaturummet. I observationsstudier såg författarna att ytterförlagda busskörfält genererade fler konfliktpunkter mellan buss och bil, då det generellt är enklare att begränsa vänstersvängande än högersvängande rörelser. Dessutom observerades både cyklister och fotgängare i busskörfälten i större utsträckning än i mittförlagda busskörfält, vilket således utgjorde en ökad risk för kollisioner i den ytterförlagda placeringen. Placering av busskörfältet verkar dock ha störst påverkan på risken för kollision mellan buss och andra motorfordon. I studien konstateras att det finns flera generella trafiksäkerhetshöjande effekter av införande av BRT, oavsett var busskörfältet är placerat. För de studerade stråken antar författarna att en bidragande faktor har varit att omkringliggande delar av gaturummet såsom passager och korsningar, i sin helhet byggts om och förbättras i samband med byggnation av BRT-infrastruktur. Faktum är att över 90% av olyckorna i BRT-stråken inträffat utanför busskörfälten och har därför inte involverat någon buss. Trafiksäkerheten verkar alltså i dessa fall bero mer på helheten av gatuutformningen än specifikt på hur busskörfälten eller hållplatser är utformade.

3.2. Olycksanalys

För att svara på hur trafiksäkerheten skiljer sig mellan olika utformningsprinciper för BRT och spårväg i Sverige har olycksanalyser genomförts på utvalda stråk i Sverige.

Metod

I analysen ingår dels BRT/BRT-liknande stråk i Sverige som vi har kännedom om, samt ett antal spårvägsstråk som går att relatera till de utformningsprinciper som identifierats för de utvalda BRT-stråken. BRT-stråken har avgränsats utifrån var det finns infrastruktur som förknippas med BRT, såsom busskörfält, signalprioritering och/eller mittförlagda hållplatser.

Olycksdata är insamlad i respektive stråk med ca 10 meters radie från mittlinjen, från åren 2010-2019 och i vissa fall även 2020. Analysen är baserad enbart på STRADA-data, eftersom händelserapporteringen inte är kompatibel med STRADA-data. För att resultaten ska bli så jämförbara som möjligt har analysen begränsats till endast olyckor utanför buss respektive spårväg samt enbart oskyddade trafikanter som blivit skadade. Singelolyckor har ej heller inkluderats.

Antalet identifierade kollisionsolyckor med oskyddade trafikanter har relaterats till antal utbudskilometer på respektive studerad sträcka, för att få fram ett mått på hur ofta olyckor skett relaterat till hur ofta en buss/spårvagn passerar. Utbudskilometer är framtaget från tidtabeller för samtliga buss/spårvägs-linjer som trafikerar aktuella sträckor 2022. Trots att detta inte motsvarar exakt trafikering under alla studerade år har denna approximering bedömts rimlig.

Då antalet olyckor är få i varje stråk har analysen inte kunnat ge ett tydligt svar på vilken utformningsprincip som utgör störst risk för oskyddade trafikanter, utan fokus i analysen ligger på olyckskaraktär och kluster av olyckor kopplat till olika delar av stråken.

Stråken som är analyserade visas i Figur 16 nedan (se bilaga 1 för fullständig sammanställning av studerade stråk). Stråken är kategoriserade efter olika utformningstyper. I det fall där ett stråk utgörs av en kombination av utformningstyper har det sorterats under den princip som den huvudsakligen består av.



Figur 16. Stråk som analyserats.

I följande avsnitt beskrivs vilka utformningsprinciper som studerats samt analysresultat. Gatans funktion är kategoriserad efter Trafikrumsmodellen från *Trafikstrategisk handbok* (Boverket, SKL & Trafikverket 2022) som en av de ingående parametrarna i analysen.

Utformningstyper för BRT/BRT-liknande stråk

Utformningstyp 1 – bussgata. Busskörfälten är sidoförlagda och fysiskt separerade från övriga ytor i gaturummet. Denna utformningstyp innebär oftast att korsningspunkter med andra trafikflöden förekommer i liten omfattning. Denna typ förekommer oftast i trafikmiljöer med relativt få korsningsanspråk från oskyddade trafikanter.



Figur 17. Busskörfält längs Lergökgatan, Göteborg. Google Maps.

Utformningstyp 2 – mittförlagt, fysiskt avgränsat busskörfält. Busskörfältet är placerat i mitten av gaturummet och har någon form av fysisk avgränsning mellan busskörfält och bilkörfält. I några fall är den fysiska avgränsningen utformad med en bredd som gör att det skapas väntor för korsande fotgängare vid passager (se bild till höger). Utformningstypen har ett relativt stort utrymmesanspråk eftersom hållplatser behöver vara mittförlagda vilket ofta kräver mer utrymme än ytterförlagda hållplatser. Dock undviks störningar mellan busstrafik, angöringstrafik och högersvängande trafik samt gående på trottoar och väntande bussresenärer på hållplats.



Figur 18. Busskörfält på Barkarbyvägen i Barkarbystaden. Google Maps.

Utformningstyp 3 – mittförlagt, ej fysiskt avgränsat busskörfält. Busskörfältet är placerat i mitten av gaturummet utan en fysisk avgränsning, men markerat med heldragen linje. Denna typ förekommer ofta i gaturum där det finns begränsat utrymme, eller i stråk där det inte ansetts lämpligt eller nödvändigt med fysisk avgränsning. Lösningen är också billigare i förhållande till att bygga en fysisk avgränsning. I övrigt för- och nackdelar som utformningstyp 2.



Figur 19. Busskörfält på Vasatorpsvägen, Helsingborg. Google Maps.

Utformningstyp 4 – ytterförlagt, ej fysiskt avgränsat busskörfält. Busskörfältet är placerat på var sin sida om gaturummet, s.k. kantstensförlagt. I några fall upphör busskörfältet några meter innan korsningar för att möjliggöra högersväng för övrig trafik. Utformningstypen kan i vissa fall vara enklare att utforma än mittförlagda busskörfält, men medför fler störningar mellan busstrafik, angöringstrafik och högersvängande trafik. Förekommer ofta i gaturum med begränsat utrymme, eller i gaturum där man inte vill påverka framkomligheten för övrig motorfordonstrafik i för stor utsträckning. Detta är även en relativt billig lösning.



Figur 20. Busskörfält på Stora Varmsgatan, Malmö. Google Maps.

Analysresultat för BRT-/BRT-liknande stråk

I bilaga 1 finns en förteckning över vilka stråk som studerats. I bilaga 2 finns en sammanställning av vilka ingångsvärden som använts som utgångspunkt för analysen, samt resultat från olyckskartläggning. I avsnittet nedan redovisas analysen av dessa värden.

Utformningstyp 1 – bussgata

Denna utformningstyp har identifierats i sex utvalda stråk (i Göteborg, Jönköping, Karlstad, Kristianstad och Linköping). Stråken förekommer i de flesta fallen i trafikmiljöer motsvarande ”Transportrum” enligt trafikrumsmodellen. I dessa stråk förekommer relativt få korsande flöden av oskyddade trafikanter, vilket hör ihop med den typ av trafikmiljö som bussgator placeras i.

I stråken har få kollisionsolyckor med oskyddade trafikanter identifierats och antal kollisionsolyckor per (miljoner) studerade utbudskilometer finns inom intervallet 0-2,2. I hälften av stråken har det inte förekommit några kollisionsolyckor, medan det i Kristianstad har förekommit flest. Stråket i Kristianstad sticker ut i förhållande till de andra, både utifrån antalet kollisionsolyckor, men även utifrån att stråket är placerat mycket centralt med stora bussflöden och relativt stora korsningsanspråk från oskyddade trafikanter. I övrigt skulle de låga antalet kollisionsolyckor kunna ha att göra med den höga graden av separering eller det låga korsningsanspråket. Allvarlighetsgraden på olyckorna är generellt lindriga, med undantag för en måttlig skada i Kristianstad. Olyckorna har inträffat vid hållplats, korsning eller på sträcka.

Utformningstyp 2 – Fysiskt avgränsat, mittförlagt busskörfält

Fem stråk har studerats inom denna utformningstyp (i Göteborg, Barkarbystaden, Helsingborg och Mölndal). Bland dessa förekommer olika trafikmiljöer, både större ”transportrum” och ”mjuktrafikrum”. Flödena är medelstora, både bussflöden och övriga trafikflöden. Det finns även en variation i storlek på korsande flöden av oskyddade trafikanter.

I dessa stråk har ett fåtal kollisionsolyckor med oskyddade trafikanter inträffat under de studerade åren, antal kollisionsolyckor per studerade (miljoner) utbudskilometer finns inom intervallet 0-3,1. Det högsta antalet per kilometer förekommer i Helsingborg, men det är endast en kollisionsolycka som identifierats, men på en kort studerad sträcka. Denna olycka skedde då en cyklist kolliderade med buss där busskörfältet sträcker sig genom en cirkulation. Övriga olyckor har inträffat vid hållplatser där fotgängare blivit påkörda. Allvarlighetsgraden på olyckorna är lindriga.

Utformningstyp 3 – Mittförlagt busskörfält utan fysisk avgränsning

Analysen av utformningstyp 3 har tagit utgångspunkt från tre stråk (i Stockholm, Helsingborg och Malmö). Längs två av stråken; Amiralsgatan i Malmö och Odengatan i Stockholm, förekommer mycket stora fordonsflöden, både buss och övriga fordon i parallella körfält. I

dessa stråk finns även stora flöden av korsande oskyddade trafikanter. Stråket i Helsingborg skiljer sig både vad gäller parallella fordonsflöden, korsande flöden och trafikmiljö. Stråken i Malmö och Stockholm finns i en trafikmiljö som motsvarar ”Integrerat transportrum” medan stråket i Helsingborg har mer likheter med ett renodlat ”Transportrum”. Stråken i Malmö och Stockholm är förlagda i gaturum som generellt har begränsade ytor där flera funktioner har utrymmesanspråk.

Längs Amiralsgatan i Malmö och Odengatan i Stockholm har ett relativt stort antal kollisionsolyckor identifierats, antal kollisionsolyckor per studerade (miljoner) utbudskilometer finns inom intervallet 3,2 (Odengatan) - 4,3 (Amiralsgatan). De stora korsande flödena korrelerar med stor sannolikhet med att dessa stråk sticker ut i analysen sett till antalet kollisionsolyckor, men gemensamt för de båda är att de har bland de högsta värdena för antalet olyckor per miljoner utbudskilometer. Flera av olyckorna längs Amiralsgatan har inträffat då personbilar använt busskörvägen och kolliderat med en oskyddad trafikant. Ett par cyklister har skadats då de cyklat i busskörvägen där det inte finns parallellt cykelstråk. Olyckorna har inträffat huvudsakligen vid hållplatser och passager. Flera kollisionsolyckor har inträffat mellan fotgängare och bilister intill hållplatser i bilkörvägen (ingår dock inte i analysen). Längs Odengatan är dessa olyckstyper inte lika tydliga, här har kollisionsolyckor främst skett mellan buss och oskyddad trafikant och de har inträffat både vid hållplatser, i korsningar och på sträcka. Allvarlighetsgraden på olyckorna är främst lindriga eller måttliga. En allvarlig olycka har identifierats längs Odengatan där en fotgängare blivit påkörd av buss vid hållplats i samband med att fotgängaren sprang ikapp bussen. Längs Vasatorpsvägen i Helsingborg har ingen kollisionsolycka identifierats. Resultatet av analysen är att de studerade stråken inom denna utformningstyp visar på bland de högsta olyckstalen, även med hänsyn till de höga bussflödena. Möjligen är de stora flödena av korsande oskyddade trafikanter en orsak till de höga siffrorna, men resultaten tyder på att denna utformningstyp är mer riskfylld än fysiskt avgränsade busskörvägar samt att utformningstypen inte är lämplig i miljöer där det finns stora korsande flöden av oskyddade trafikanter.

Utformningstyp 4 – Sidoförlagt busskörväg utan fysisk avgränsning

Utformningstyp 4 förekommer i två av de studerade stråken (i Helsingborg och Malmö). Dessa stråk är placerade i centrala och halvcentrala delar av städerna och kan båda liknas vid ”Integrerade stadsrum”. I stråket i Helsingborg (Drottninggatan) finns stora bussflöden, parallella flöden samt korsande flöden av oskyddade trafikanter, medan stråket i Malmö (Stora Varvsgatan) innehåller lägre flöden av dessa slag. Antal kollisionsolyckor per studerade (miljoner) utbudskilometer finns inom intervallet 0,7 (Malmö) – 3,8 (Helsingborg). Dock är den studerade längden relativt kort och antalet identifierade olyckor är 1 respektive 3 och det är svårt att dra en slutsats då skillnaden på olyckstalet är stort. Dock antyder den höga siffran i Helsingborg att denna utformningstyp inte är lämplig i miljöer med stora korsande flöden av oskyddade trafikanter. Olyckorna har inträffat både mellan buss och fotgängare samt mellan buss och cyklist. Skadegraden har varit lindrig.

Utformningstyper för spårvägsstråk

Utformningstyp 1 - Spårväg på särskild banvall.

Många likheter finns mellan utformningstyp 1 och traditionell järnväg. Spårvagnen går i eget utrymme, oberoende av andra vägar och gator. Spårområdet trafikeras endast av spårvagn, förutom i korsningar med annan trafik. Spårområdet är avgränsat gentemot övrig trafik, för att se till att övrig trafik endast korsar spårområdet vid avsedda korsningar/gångpassager. Den starka separeringen möjliggör för spårvagnarna att kunna hålla högre hastigheter vid särskild banvall, men den särskilda banvallen skapar också en starkare barriäreffekt. Spårområdet får inte beträdas av obehöriga.



Figur 21. Spårväg på särskild banvall vid Grängsgatan, Solna. Google Maps.

Utformningstyp 2 - Spårväg i gatumiljö i reserverat utrymme.

Även för utformningstyp 2 går spårvagnen i separat körutrymme gentemot resterande trafik. Skillnaden är att spårvägen för utformningstyp 2 ligger integrerat i gator för resterande trafikslag. Ofta ligger spårvagnsutrymmet mittförlagt i vägbanan. Separeringen gentemot resterande trafik är svagare än för utformningstyp 1, vilket möjliggör enklare passager för resterande trafikanter samt en svagare barriäreffekt. Spårområdet är en del av gatan och får beträdas av fotgängare som dock ska lämna spårvagn fri väg.



Figur 22. Spårväg i gatumiljö i reserverat utrymme vid Ostindiegatan, Göteborg. Google Maps.

Utformningstyp 3 - Spårväg i gatumiljö i separerat kollektivtrafikutrymme.

Utformningstyp 3 följer samma principer som utformningstyp 2, med skillnaden att bussar och spårvagnar delar utrymme i utformningstyp 3. Spårvagnarnas framkomlighet kan påverkas av förekomsten av buss. Spårområdet behöver vara hårdgjort på grund av busstrafik och blir därmed mer tillgängligt för fotgängare och cyklister. Utformningstypen är ofta förknippad med höga underhållskostnader.



Figur 23. Spårväg i gatumiljö i separerat kollektivtrafikutrymme vid Hammarby Allé, Stockholm. Google

Utformningstyp 4 - Spårväg i gatumiljö i blandtrafik. För utformningstyp 4 förläggs spårvägen i körbanan tillsammans med biltrafik och/eller busstrafik. Spårvagnens framkomlighet kan påverkas av övrig trafik. Korsande gång- och cykeltrafik förekommer generellt i samma utsträckning som för annan typ av gatutrafik. Spårvagnars hastighet är generellt lägre för utformningstyp 4. Då trafikant ska lämna fri väg för spårvagn kan övergångsställe inte anordnas då det blir tvetydigt hur en fotgängare ska bete sig. Ofta anläggs gångpassager som inte ger fotgängare något företräde.



Figur 24. Spårväg i gatumiljö i blandtrafik vid Trädgårdsgatan, Norrköping. Google Maps.

Utformningstyp 5 - Spårväg i gatumiljö över torg/öppen plats. Utformningstyp 5 är aktuell då spårväg dras genom områden med stora flöden av oskyddade trafikanter. Spårområdet används för utformningstyp 5 tillsammans med oskyddade trafikanter. Spårvagnarnas hastighet är låga i områden av utformningstyp 5. Området bör inte skyltas som gångfartsgata då osäkerhet om företräde då förekommer.



Figur 25. Spårväg i gatumiljö över torg/öppen plats vid Drottninggatan, Norrköping. Google Maps.

Analysresultat för spårvägsstråk

I bilaga 1 finns en förteckning över vilka stråk som studerats. I bilaga 3 finns en sammanställning av vilka ingångsvärden som använts som utgångspunkt för analysen, samt resultat från olyckskartläggning. I avsnittet nedan redovisas analysen av dessa värden.

Utformningstyp 1 – Särskild banvall

Två spårvägsstråk har studerats inom utformningstyp 1, särskild banvall (i Stockholm och Göteborg). Dessa stråk finns i trafikmiljöer som motsvarar ”Transportrum” och är placerade i utkanten av centrummiljöer. De parallella flödena är i något fall mycket stora, medan de korsande flödena av oskyddade trafikanter är relativt små och passagerarna är placerade med ett större avstånd än i andra, mer centrala miljöer. Denna utformningstyp möjliggör ofta för spårvagnar att uppnå högre hastigheter.

I det studerade stråket i Stockholm har inga kollisionsolyckor med oskyddade trafikanter identifierats, medan det i stråket i Göteborg har inträffat två olyckor (antal kollisionsolyckor per studerade (miljoner) utbudskilometer är 1,6). Dessa skedde vid hållplats och allvarlighetsgraden var lindrig respektive allvarlig. Den allvarliga olyckan inträffade då en fotgängare missbedömde spårvagnens hastighet och trodde att hen skulle hinna över spåret innan spårvagnen kom.

Utformningstyp 2 – Spårväg i gatumiljö i reserverat utrymme

De stråk som studerats inom utformningstyp 2 (i Norrköping, Göteborg och Lund) motsvarar ”Integrerat transportrum” och har små eller medelstora flöden av parallell trafik. Stråket i Göteborg har till skillnad från de övriga stråken ett relativt stort flöde av spårvagnstrafik. De korsande flöden antas vara högre i dessa stråk än i utformningstyp 1 och hastigheterna generellt lägre.

Få kollisionsolyckor med oskyddade trafikanter har inträffat i de studerade stråken. I Norrköping har inga olyckor identifierats, i Göteborg är antalet kollisionsolyckor per studerade (miljoner) utbudskilometer 1,1 och i Lund 17. Det höga talet i Lund ska tolkas med stor försiktighet, då det endast bygger på 1 olycka med ett mycket lågt turintervall på den studerade sträckan. Olyckan i Lund är en cyklist som blivit påkörd i signalreglerad korsning och blivit allvarligt skadad. Övriga olyckor har inträffat mellan spårvagn och fotgängare i det studerade stråket i Göteborg. Inga tydliga gemensamma nämnare går att identifiera mellan stråken.

Utformningstyp 3 – Spårväg i gatumiljö i separerat kollektivtrafikutrymme

Även stråken i utformningstyp 3 (två stråk i Stockholm) motsvarar ”Integrerat transportrum”. Det ena stråket har medelstora spårvagnsflöden och små parallella fordonsflöden, medan det andra stråket har stora parallella flöden.

I stråket med stora parallella flöden har även flest kollisionsolyckor med oskyddade trafikanter skett (2,2 per år och studerade (miljoner) utbudskilometer), i det andra stråket har inga sådana olyckor identifierats. De identifierade olyckorna har inträffat mellan fotgängare och spårvagn och allvarlighetsgraden har varit lindrig och måttlig.

Utformningstyp 4 – Spårväg i gatumiljö i blandtrafik

Längs stråken i denna utformningstyp (i Stockholm, Göteborg och Norrköping) finns små respektive mycket stora flöden av andra fordon som delar utrymme med spårvagnen. Det korsande flödet av oskyddade trafikanter är dock relativt stora i alla studerade miljöer och spårvagnens hastighet antas vara låg. Endast en olycka har identifierats, vilket är i stråket i Göteborg som har det största flödet av spårvagnar och övrig motorfordonstrafik. Olyckan som identifierats skedde mellan en fotgängare och en spårvagn där fotgängaren blev lindrigt skadad. Trots det stora flödet av spårvagnar och bussar har relativt få kollisionsolyckor skett per miljoner utbudskilometer (0,4).

Utformningstyp 5 – Spårväg i gatumiljö över torg eller öppen plats

Denna utformningstyp är ovanlig i Sverige¹ och endast ett stråk (i Norrköping) är studerat som är utformad enligt denna princip. Data för fordonsflöden saknas i analysen, men likt utformningstyp 4 går det att anta att det i denna miljö finns ett stort korsande flöde av oskyddade trafikanter och att spårvagnen inte uppnår några höga hastigheter. Inga olyckor har identifierats i de studerade stråket.

3.3. Sammanfattande analys

I litteraturstudien finns det flera exempel på hur införandet av BRT-infrastruktur gett positiva trafiksäkerhetseffekter när omkringliggande delar av gaturummet såsom passager och korsningar i sin helhet byggts om och förbättras i samband med byggnation. Trafiksäkerheten i ett stråk avgörs alltså ofta av helheten av gatuutformningen, vilket är viktigt att tänka på vid införandet av högkvalitativa kollektivtrafikstråk.

Vid placering av reserverade utrymmen för buss eller spårväg finns det olika principer, men de flesta rapporterna i litteraturstudien förespråkar mittförlagda busskörfält/spår, eftersom man då i högre grad undviker korsande fordonsflöden jämfört med ytterförlagda körfält. För spårväg är det dock mycket ovanligt med ytterförlagda spår, dock kan det ibland förekomma sidoförlagda spår (samlade på ena sidan av gatan). Om principen med mittförlagt utrymme ger trafiksäkerhetseffekter för oskyddade trafikanter är dock inte lika tydligt. Någon rapport nämner att det främst handlar om att minska risken för kollisioner mellan buss och andra motorfordon, men i viss mån finns påverkan på risk för cyklister att bli påkörda då det är tillåtet att cykla i ytterförlagda busskörfält. Fler rapporter betonar vikten av att utforma

¹ I Frankrike däremot är denna typ vanligt förekommande i nya spårvägsstäder

passager med tillräckliga väntutrymmen och självförklarande utformning. I rapporterna pekas fysisk avgränsning ut som viktig för att tydliggöra det reserverade utrymmet. Den tydligaste effekten som nämns kopplat till oskyddade trafikanter är att den fysiska avgränsningen minskar risken för felkörningar (andra fordon i busskörfält/spårrområde) som kan leda till oväntade situationer vid passager.

I planeringsdokument för buss/BRT respektive spårväg ges ett antal rekommendationer för trafiksäker utformning. Några av de vanligaste rekommendationerna handlar om att hastighetssäkra stråk för motorfordonstrafik i anslutning till busstrafiken, att utforma hållplatser och korsningar med hänsyn till oskyddade trafikanters säkerhet, separera flöden samt vikten av självförklarande och tydliga trafikmiljöer.

Syftet med analysen av ovanstående stråk var att försöka svara på hur trafiksäkerheten skiljer sig mellan olika utformningsprinciper för BRT och spårväg i Sverige. Generellt visade analysen att det förekommer ett mycket litet antal kollisionsolyckor i de studerade stråken, vilket har påverkat möjligheten att dra säkra slutsatser av analysen. Dock är just det låga antalet olyckor också en slutsats. Analysresultatet visar att det förekommer fler olyckor (per utbudskilometer) i de studerade stråken där det finns busskörfält utan fysisk avgränsning. Hur den fysiska avgränsningen ser ut i stråk med mindre antal olyckor är dock olika, två av dem har en bred remsa längs stråket medan det tredje är avskilt med en kant. Det förekommer även fler olyckor i stråk med stora korsande flöden av oskyddade trafikanter. Detta är ett väntat resultat, men visar på att det är olämpligt med busskörfält utan fysisk avgränsning i dessa miljöer. Det är fler busstråk än spårvägsstråk som återfinns bland de med flest identifierade olyckor, men det går inte att utesluta att detta beror på urvalet av stråk.

De två busstråk där det inträffat flest olyckor är Drottninggatan i Helsingborg och Odengatan i Stockholm som båda är starkt trafikerade av buss- och övrig motorfordonstrafik samt har stora korsande flöden av oskyddade trafikanter. Exponeringen bedöms alltså vara en viktig faktor i analysresultatet, men det går inte att svara på hur utformningen påverkat. Komplexiteten är också relativt hög, där en korsande trafikant behöver förhålla sig till olika flöden och där väntytur i passagen antingen saknas eller är mycket små. I dessa stråk är utrymmet generellt begränsat, kombinerat med utrymmesanspråk från flera funktioner i gatan. Stråk med stora trafikflöden och korsande flöden av oskyddade trafikanter kräver mer noggrann utformning. Resultatet är inte lika tydligt för spårvägsstråken, mer än att det inte identifierats någon kollisionsolycka i stråk där spårvagnen trafikerar i blandtrafik eller över torg (typ 4 och 5), vilket kan höra ihop med låga hastigheter.

Bland de stråk där det inte identifierats någon kollisionsolycka mellan oskyddad trafikant och buss/spårväg finns endast en tydlig gemensam faktor och det är att exponeringen generellt är låg i dessa stråk. De parallella flödena är medelstora eller låga och i flera fall är även de korsande flödena låga. Stråken finns i olika typer av miljöer och tillhör olika utformningstyper.

4. Slutsatser och rekommendationer

I detta kapitel presenteras de slutsatser som kan dras från analyser av olyckor, litteraturstudier och expertworkshopen som genomförts i projektet och generella rekommendationer för trafiksäkerhet för gående och cyklister i BRT-liknande kollektivtrafiksystem. Spårväg är inkluderad i analyserna som referens och inspiration till utformning av BRT-stråk, eftersom det finns likheter mellan dessa system. En del av de rekommendationer som presenteras nedan handlar om fortsatt forskning.

4.1. Hur skiljer sig trafiksäkerheten mellan olika kollektivtrafiksystem?

Sammanställningen av tillgängliga mått för risken att råka ut för en olycka kopplat till buss eller spårväg visar att det inte finns ett entydigt svar kring vilket kollektivtrafiksystem som innebär en högre risk än det andra. De olika riskmått är svåra att jämföra då de har olika avgränsningar och kommer från olika länder med olika rapporteringssystem. Resultatet av analysen i denna rapport antyder att det är en större risk att bli påkörd av en spårvagn eller en buss. Siffrorna är dock i samma storleksordning och beaktar man osäkerheterna i beräkningen bör man se skillnaderna som en antydning och inte ett tydligt svar på frågan om vilket system som är mer trafiksäkert.

4.2. Hur påverkar olika principiella utformningar trafiksäkerheten?

I rapporter och planeringsdokument gällande buss/BRT respektive spårväg ges ett antal rekommendationer för trafiksäker utformning. Några av de vanligaste rekommendationerna handlar om att hastighetssäkra stråk, att utforma hållplatser och korsningar med hänsyn till oskyddade trafikanter säkerhet, separera flöden samt vikten av självförklarande och tydliga trafikmiljöer.

Analysen av olika utformningsprinciper visade att det förekommer ett mycket litet antal kollisionsolyckor både i buss- och i spårvägsstråk. Den visade också att det förekommer fler olyckor per utbudskilometer, det vill säga fler olyckor per passage av buss, i de studerade stråken där det finns busskörfält utan fysisk avgränsning. Resultatet är inte lika tydligt för spårvägsstråken, mer än att det inte identifierats någon kollisionsolycka i stråk där spårvagnen trafikerar i blandtrafik eller över torg (typ 4 och 5), vilket kan höra ihop med låga hastigheter. Det förekommer fler olyckor i stråk med stora korsande flöden av oskyddade trafikanter, vilket visar att exponeringen är viktig påverkande faktor för utfallet. En annan slutsats var att många olyckor skett i stråk där komplexiteten är hög och där utrymmet är begränsat kombinerat med utrymmesanspråk från flera funktioner i gatan. Stråk med stora parallella trafikflöden och korsande flöden av oskyddade trafikanter kräver mer noggrann

utformning och analysen tyder på att reserverade körfält utan fysisk avgränsning kan vara en olämplig utformning i denna typ av trafikmiljö.

4.3. Hur kan ett BRT-liknande kollektivtrafiksystem utformas trafiksäkert?

Svårigheten i att förena hög trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter i kollektivtrafikstråk med hög framkomlighet i stadsmiljö har gång på gång blivit bekräftad i detta projekt. Rekommendationerna som presenteras i följande avsnitt ger vägledning i viktiga aspekter i utformningen som kan leda till ett trafiksäkert BRT-stråk, men det krävs mer forskning i hur man ska hantera behovet av högkvalitativ och snabb kollektivtrafik i städer, där trafiksäkra miljöer för oskyddade trafikanter är ett måste.

Sikt

Med bättre sikt längs BRT-stråk kan antalet olyckor mellan bussar och oskyddade trafikanter reduceras. Stöd för detta återfinns i litteraturstudien. Även experterna i workshopen framförde god sikt som en nyckelfaktor för de buss- och spårvagnsstråk där få olyckor skett. Siktförhållanden har inte studerats ingående i rapporten, men de mest olycksdrabbade BRT-liknande stråken ligger alla i miljöer med ett väldigt kompakt gaturum och små buffertzoner. För att uppnå bättre siktförhållanden längs BRT-liknande stråk kan buffertutrymmen anläggas gentemot oskyddade trafikanter, träd kan placeras med avstånd till kollektivtrafikens körfält och stammas upp så att skymmande grenverk inte stör förarens sikt, så att oskyddade trafikanter är tydligt synliga vid de BRT-liknande stråken. Genom att ta bort kantstensförlagd bilparkering vid platser där många oskyddade trafikanter rör sig kan de bli mer synliga i gaturummet. Med ökad sikt finns också möjlighet för kollektivtrafiken att hålla en högre hastighet, vilket är viktigt för att skapa en attraktiv kollektivtrafik.

Hastighet

Hastighet är en viktig parameter att beakta vid utformning av BRT-system. I litteraturstudien konstateras det att BRT-stråk där bussar kan hålla högre hastigheter medför fler olyckor med oskyddade trafikanter. De studerade BRT-liknande stråken har inte jämförts ingående med hänsyn till rådande hastigheter. En enklare jämförelse mellan BRT-stråk med olika hastigheter är svår att genomföra, eftersom stråken med högre hastigheter ofta (men inte alltid) är lokaliserade mer perifert, där exponeringen gentemot oskyddade trafikanter är lägre än i de centralt belägna busstråken.

Dock framförde även experterna i workshopen att kollektivtrafikens hastigheter är mycket betydelsefulla när det kommer till att skapa en trafiksäker miljö för oskyddade trafikanter. En tydlig motsättning finns mellan hög hastighet och hög trafiksäkerhet för oskyddade trafikanter. Samtidigt är hög hastighet en viktig parameter för att kunna erbjuda högkvalitativ kollektivtrafik.

Således bör utformningen av BRT-liknande stråk göras med hänsyn till den hastighet som är planerad att framföra bussarna med. Högre hastigheter ställer krav på en högre grad av separering gentemot fotgängare. Förbättrade siktförhållanden i BRT-liknande stråk kan också möjliggöra för högre hastigheter hos kollektivtrafiken, vilket kan vara ett alternativ till stark separering på platser där minimala barriäreffekter är önskvärt. På vissa centralt belägna platser med många oskyddade trafikanter finns ingen möjlighet att framföra kollektivtrafik i höga hastigheter. Om de centralt belägna gatorna har många målpunkter kan de ändå vara värda att trafikera, även om det innebär lägre hastigheter för kollektivtrafiken, eftersom en stor del av resenärerna vill dit i slutändan.

Komplexitet

För att skapa trafiksäkra BRT-liknande stråk bör enkla trafikmiljöer eftersträvas. I tidigare litteratur nämns bland annat att korsningar med fler körfält ökar olycksrisken för oskyddade trafikanter. Även experterna i workshopen höll med om att en enkel trafikmiljö är viktigt för att uppnå trafiksäkerhet i kollektivtrafikstråk. Fler körfält skapar flera punkter som oskyddade trafikanter måste hålla koll på samtidigt när de korsar vägen. Refuger kan underlätta för oskyddade trafikanter eftersom vägen då kan korsas i mindre, lättöverskådliga segment.

Signalregleringen vid passage över kollektivtrafikstråk kan också bidra till en enklare trafikmiljö för korsande oskyddade trafikanter. Från workshopen framgick dock att det behöver vara tydligt för de oskyddade trafikanterna hur trafiksignalen fungerar. Signaler som är släckta när buss/spårvagn inte är i närheten har skapat förvirring hos oskyddade trafikanter på flera platser i landet. I workshopen resonerades det också om ”gulblink”-signaler skulle kunna användas i BRT-liknande stråk för att påkalla oskyddade trafikanters uppmärksamhet när bussar är i närheten.

Avgränsning av reserverat utrymme

Trafikmiljön behöver vara så tydlig och självförklarande som möjligt för att minska olycksrisken för oskyddade trafikanter. Vid införande av BRT-infrastruktur är det därför viktigt att synliggöra busskörfältet, exempelvis med avvikande färg i körbanan. En fysisk avgränsning ökar tydligheten och minskar även risken för oväntade och farliga situationer med felkörande bilister i busskörfälten.

Analysen av olika utformningstyper visar att det sker flest kollisionsolyckor per utbudskilometer i gator där det finns busskörfält utan fysisk avgränsning. Hur den fysiska avgränsningen ser ut i stråk med mindre antal olyckor är dock olika och analysen svarar inte på hur den fysiska avgränsningen bör utföras för att öka trafiksäkerheten. Under workshopen diskuterades möjligheterna med att avgränsa busskörfälten fysiskt. I många fall finns en utrymmesbrist vilket gör att man istället gör avgränsningen med linjemålning, medan det i andra fall handlar om framkomlighet för andra fordon eller driftaspekter. I Malmö har det förts diskussioner om att införa fysisk avgränsning i form av en kantsten i miljöer som liknar Amiralsgatan, men detta har ännu inte testats.

Helhetsgrepp och separering av flöden

Vid planering av BRT-stråk är det viktigt att se till helheten för både det aktuella gaturummet, men också i ett större perspektiv. Utformning för fotgängare och cyklister måste ses över generellt i stråket för att trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter inte ska försämrans vid införande av BRT. Parallella cykelbanor i stråk eller i anslutning till stråk rekommenderas för att minska risken att cyklister blir skadade i busskörfältet.

Under workshopen diskuterades vikten av att ha en övergripande trafikstrategi. En bedömning av hur trafikflöden av olika trafikslag förväntas förändras vid införandet av BRT-infrastruktur behövs för att undvika att trafiksäkerheten försämrans i andra delar av vägnätet. I vissa fall har trafik flyttats till sidogator när framkomligheten försämrats för biltrafik i ett stråk, vilket ökat olycksrisken i sidogatorna. I ett annat exempel har man genomfört åtgärder för att öka framkomlighet för bil i ett annat stråk för att styra trafiken dit så att trafikmängderna minskar i BRT-stråket. I vissa fall kan man behöva överväga att stänga BRT-stråk för biltrafik för att åstadkomma en säker miljö för oskyddade trafikanter.

4.4. Rekommendationer för framtida forskning

- ▷ I workshopen fanns ingen konsensus hos experterna huruvida mittförlagda eller ytterförlagda busskörfält var mest optimalt utifrån trafiksäkerhetssynpunkt. Inte heller i den här studien finns något entydigt resultat för om det ena eller andra är mest trafiksäker. För framtida forskning är det därför av intresse att jämföra mitt- och ytterförlagda busskörfält mer ingående för att kunna säga mer om hur de påverkar trafiksäkerheten för oskyddade trafikanter. Detta skulle exempelvis kunna göras genom beteendestudier i fält.
- ▷ Ett annat tema som diskuterades i samband med workshopen var hur hållplatser och passager bör utformas för att skapa en trafiksäker miljö. Exempelvis om försaxning eller eftersaxning bör användas eller hur korsandet av eventuella bilkörfält skall hanteras. De råd och riktlinjer som finns idag för spårvägs- respektive busstrafik är inte helt överensstämmande. Vidare verkar utformningsprinciperna i olika städer påverkas i stor utsträckning av planeringstradition. Olika typer av hållplats- eller passageutformning har inte studerats i den här rapporten, men för framtida forskning hade det varit av intresse att jämföra hur olika utformningar påverkar trafiksäkerheten. Detta skulle exempelvis kunna göras genom beteendestudier i fält.
- ▷ För fortsatt forskning är det också relevant att ta helhetsgrepp om trafiksäkerheten i buss- respektive spårtrafik. När man inhämtar uppgifter om trafiksäkerheten från Strada så finns inte alla olyckor i spårvägssystemet med (i STRADA finns uppgifter om kollisioner mellan spårvagn och vägtrafikfordon samt om omkullkörning i spår, men inte fall ombord exempelvis). Om man kompletterar med uttag från

händelserapporteringen, som ska finnas inom spårtrafik, finns problem med att dessa datakällor inte är kompatibla med varandra på grund av olika sätt att definiera olyckor och personskador (dessutom finns det inte en enhetlighet mellan olika städers händelserapporteringssystem). Inom spårvägssäkerhet är fokus på olyckorna/händelserna, medan vägtrafiksäkerheten har fokus på personerna i olyckorna och skadeföljden för dessa personer i linje med Nollvisionen. De olika systemen gör det också svårt för forskare och kommuner och andra myndigheter att få en bild över trafiksäkerhetssituationen. Här finns det relevanta utvecklingsmöjligheter för framtiden.

- ▷ I många avseende är spårsäkerhet starkt styrd genom lagar och regler. För all spårtrafik ska det finnas ett tillstånd för spårinnehav som styr säkerhetsstyrningen meddelat av Transportstyrelsen och syfta till att verksamheten kan genomföras på ett säkert sätt för såväl de egna medarbetarna som övriga trafikanter och tredje man. Något liknande krav finns inte inom vägtrafik. Där finns dock systematiska metoder för uppföljning och målstyrning som är gemensamt för alla delar av vägtrafiken i Sverige som inte spårsäkerhet har på samma sätt. Det finns alltså potential för både väg- och spårsäkerhet att lära av varandras arbetssätt.

5. Källförteckning

Beer, S. & Brenac T., *Tramway et sécurité routière, l'expérience des pays germanophones*, TEC Nr. 190, 2006.

Berntman, Holmberg & Wretstrand, 2012. *Hur säker är bussen? Skador och risker i samband med bussresor i tätort*. Lunds Universitet.

Bia & Ferenchak 2022 - Bia, E. M., & Ferenchak, N. N. (2022). *Impact of Bus Rapid Transit Construction and Infrastructure on Traffic Safety: A Case Study From Albuquerque, New Mexico*. *Transportation Research Record*, 2676(9), 110–119.
<https://doi.org/10.1177/03611981221085532>

Boccarejo, J. Velasquez, J. Tafur, L., 2014. *Impact of bus rapid transit systems on road safety – Lessons from road Bogota, Colombia*.

Boverket, SKL och Trafikverket 2022. *Handbok för trafikstrategiskt arbete - Tillgänglighet i ett hållbart samhälle*. Publikationsnummer: 2022:164

Cerema, 2016, *L'accidentologie des bus à haut niveau de service, Lyon* (160930_AccidentologieBHNS_Phase1_RapportFinal_mi-senligne_cle16933b.pdf (cerema.fr))

Duduta, Adriazola, Hidalgo, Lindau och Jaffe, 2012. *Understanding Road Safety Impact of High-Performance Bus Rapid Transit and Busway Design Features*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2317 2012

Finn, B., Heddebaut, O., Kerkhof, A., Rambaud, F., Sbert-Lozano, O., & Soulas, C. (Eds.), (2011). *Buses with high level of service: fundamental characteristics and recommendations for decision making and research*, cost action TU0603, final report, October 2011.

Goh, K. Currie, G. Sarvi, M. Logan, D., 2014. *Road safety benefits from bus priority – An empirical study*.

GS, 2019, *Verksamhetsberättelse med hållbarhetsrapport 2018*, Göteborg

ITDP (Institute for Transportation & Development Policy). (2017a). *The BRT Planning Guide*. New York.

ITDP (Institute for Transportation & Development Policy), ClimateWorks Foundation, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), International Council on Clean Transportation, and Rockefeller Foundation. (2016). *The BRT standard 2016*. New York.

Kottenhof mfl 2009 - Andersson, P.G., Gibrand, M., & Kottenhoff, K. (2009). *Bus Rapid Transit i Sverige? - Kunskapssammanställning med identifiering av forskningsfrågor*. KTH.

Krantz mfl 2009 - Krantz, L.-G., Lindahl, L., Nunes, J. F., & Schmidtbauer, P. (2009). *Färd med förbehåll. En utvärdering av KOLLA-projektets arbete för förbättrad tillgänglighet i kollektivtrafiken*. Göteborg: FoU i Väst, Göteborgsregionens kommunalförbund.

Lunds kommun. *Riktlinjer för gestaltning – Spårväg Lund C-ESS*. 2014.
<https://docplayer.se/7475828-Riktlinjer-for-gestaltning-sparvag-lund-c-ess-2014-02-05.html>

Malmö stad & Ramböll, 2018. *Utvärdering av MalmöExpressen – trafiktekniska aspekter*.

Malmö Stad & Region Skåne, 2020. *MEX-standarder*. Planeringsdokument antaget i Malmö stads Tekniska nämnd.

Marti mfl 2016 - Marti, C. M., Kupferschmid, J., Schwertner, M., Nash, A., & Weidmann, U. (2016). *Tram Safety in Mixed Traffic: Best Practices from Switzerland*. Transportation Research Record, 2540(1), 125–137. <https://doi.org/10.3141/2540-14>

Melhuus, K., Siverts, H., Enger, M., Schmidt M, 2015. *Sykkelskader i Oslo 2014. Olso Skadelegevakt*. Olso universitetssykehus, Helseidrettsvesen og Statens vegvesen.

Nygaard, Hilde Cathrine (1989) *Trafiksikkerhet på hovedveger med kollektive felt, hovedoppgave i samferdselteknikk, institutt for samferdselteknikk, Norges Tekniske Høgskole*

Odbacke, 2018. *Bedömningsverktyg för svensk BRT - Redskap för planering och utvärdering av högkvalitativa bussystem i Sverige*. Lunds Tekniska Högskola.

Region Skåne 2011. *Handledning för spårvägsplanering i Skåne (SPIS)*. Regional samverkan mellan Region Skåne, Lunds kommun, Malmö stad och Helsingborgs stad.

Sarvik, J. med flera (2019). *BRT-liknande systems påverkan på oskyddade trafikanters trafiksäkerhet*. Rapport från ett Skyltfonden-finansierat projekt. Afry.

SKL 2022. *Handbok för attraktiv kollektivtrafik*.

SPIS, Spårvagnar i Skåne, Regional samverkan, 2011. *Handledning för spårvägsplanering i Skåne*. Region Skåne, Malmö stad, Helsingborg stad, Lunds kommun.

STRMTG, 2020, *Rapport annuel 2019 Parc - trafic - événements d'exploitation Tramways*, Saint Martin d'Hères (F), C:\Users\v.de-labonne-fon\Desktop\Accidentologie

2019\rapport-parc-traffic-evenement-tramways-2020-page1-v6_cle774b93 (development-durable.gouv.fr)

Svenska Lokaltrafikföreningen, 2000. *Branschstatistik 2000*. SLTF branschstatistik 2000.pdf

Trafikkontoret Göteborg, 2009, *Historik, kunskap och analys för trafiksäkerhetsprogram 2010–2020*.

Trafikkontoret, 2020, *Årsrapport 2019 Trafiksäkerhet spårväg- och järnvägsinnehav*, Göteborg

Trivector 2022. *Spårväg och oskyddade trafikanter: Fältstudier före och efter införande av spårväg i Lund*. Finansierat av Trafikverkets Skyltfonden.

Vägverket 2001. *Bussprioritering – Effekter på framkomlighet och säkerhet*. Vägverket Publikation 2001:1

X2AB, Energimyndigheten, Sveriges Bussföretag och Trafikverket (2015a). *BRT Guidelines - Guidelines för attraktiv kollektivtrafik med fokus på BRT*. Stockholm: X2AB

X2AB, Energimyndigheten, Spårvägsstäderna och Trafikverket (2015b). *BRT Guidelines - Guidelines för attraktiv kollektivtrafik med fokus på BRT*. Stockholm: X2AB

Bilaga 1 - Studerade stråk

BRT-/BRT-liknande stråk		
1	Göteborg	Radiovägen/Näsetvägen - Hpl Frölunda Torg
2	Göteborg	Början på Lindholmsallén - Säterigatan
3	Jönköping	Östra Strandgatan/Stenhuggaregatan till Museirondellen
4	Karlstad	Tingvallagatan, Nygatan/Fabriksgatan - Nygatan/Tysta gatan, Nokiagatan - Mossgatan
5	Kristianstad	Tivolibadsgatan/Västra Boulevarden - Snapphanevägen/Södra Kaserngatan
6	Linköping	Olaus Magnus väg vid parkering - Kunskapslänken östra
7	Barkarbystaden	Akallalänken/Norrviksvägen - Stora torget Järfälla
8	Helsingborg	Planeteringsvägen/Hästhagsvägen - Planteringsvägen/Sydhamsngatan
9	Göteborg	Litteraturgatan i höjd med Glisterbackegatan - Litteraturgatan vid Nils Holgerssons gata
10	Mölnadal	Bifrostrondellen
11	Stockholm	Odengatan/Upplandsgatan - Odengatan/Valhallavägen
12	Helsingborg	Vasatorpsvägen/Regementsvägen - Vasatorpsvägen/Dalhemsvägen
13	Malmö	Amiralsgatan/Bergsgatan – Amiralsgatan/Inre Ringvägen
14	Helsingborg	Järnvägsgatan/Trädgårdsgatan - Drottninggatan/Roskildegatan
15	Malmö	Stora varvsgatan/Isbergsgatan - Östra Varvsgatan/Riggaregatan
Spårvägsstråk		
16	Stockholm	Johannesfred –Karlsbodav.
17	Göteborg	Eketräg. -Vågmästareplatsen
18	Norrköping	Ljura C.- Hageby C
19	Göteborg	Sandarna -Mariaplan
20	Lund	Kung Oskars väg-LTH
21	Stockholm	Mårtensdal-Sickla udde
22	Stockholm	Nybrop. – Djurgårdsbron
23	Stockholm	Gröndals kyrka – Liljeholmen
24	Norrköping	Trädgårdsg.
25	Göteborg	Annedalskyrkan-Sahlgrenska huvudentré
26	Norrköping	Drottningg.

Bilaga 2 – Ingångsvärden och resultat av olyckskartläggning i BRT-/BRT-liknande stråk

	Stråkar	Utformningstyp	Gatans funktion (livsrumsmodellen)	Bussflöden	Parallella fordonsflöden (inkl buss)	Avstånd mellan passagerer ⁺	Elastighets säkring i parallella körfält vid passagerer	Antal studerade år	Antal identifierade kollisionsolyckor / olyckor per milj utbudskm ^{**}	Olyckstyp	Skador
Göteborg Fr.Torg	1	1	TR	••	••	200-300	Nej	10,5	1 / 0,7	Fotgängare-buss	Lindriga skador
Göteborg N Älvstr (del 1)	2	1	I TR	••	•	200-300	Nej	12	1 / 0,3	Fotgängare-buss	Lindriga skador
Jönköping	3	1	TR	••	••	200-300	Nej	2,5	0	-	-
Karlstad	4	1	I TR	••	Information saknas	-	Nej	3	0	-	-
Kristianstad	5	1	I TR	•••	••	100-200	Nej	8	4 / 2,2	Fotgängare-buss, Cykel-buss	Måttliga och lindriga skador
Linköping	6	1	MTR/I TR	•	Information saknas	300-400	Ja	5	0	-	-
Göteborg N Älvstr. (del 2)	2	2	I TR	••	•	100-200	Nej	12	1 / 0,3	Fotgängare-buss	Lindriga skador
Barkarby-staden	7	2	MTR	•	Information saknas	Information saknas	Nej	1,5	-	-	-
Helsingborg Planteringsv	8	2	TR	••	Information saknas	200-300	Ja	2,5	1 / 3,1	Cykel-buss	Lindriga skador
Göteborg Litteraturg	9	2	ITR	••	•	200-300	Ja	5	1 / 1,4	Fotgängare-buss	Lindriga skador
Mölnadal	10	2	TR	••	••	Information saknas	Nej	8	0	-	-

*övergångsställen, cykelpassager, gångpassager

** Beräkningarna baseras på ett litet antal olyckor, vilket gör att siffran ska tolkas med försiktighet.

	Stråknr	Utformningstyp	Gatans funktion (livsrumsmodellen)	Bussflöden	Parallella fordonsflöden (inkl buss)	Avstånd mellan passager*	Hastighets säkring i parallella körfält vid passager	Antal studerade år	Antal identifierade kollisionsolyckor / olyckor per milj utbudskm**	Olyckstyp	Skador
Stockholm Odengatan	11	3	ITR	●●●●	●●●●●	0-100	Nej	12	14 / 3,2	Fotgängare-buss, cykel-buss, modped-personbil i bkf.	Allvarliga, måttliga och lindriga skador. Flest lindriga.
Helsingborg Vasatorpsv	12	3	TR	●	Information saknas	400-500	Ja	2,5		-	-
Malmö Amiralsg	13	3	ITR	●●●	●●●●	200-300	Ja	7,5	10 / 4,3	Fotgängare-buss, Fotgängare-personbil i bkf, cykel-buss/personbil	Allvarliga, måttliga och lindriga skador. Flest lindriga.
Helsingborg Drottningg	14	4	ITR	●●●●	●●●●●	0-100	Nej	2,5	3 / 3,8	Fotgängare-buss	Lindriga skador
Malmö S Varvsg	15	4	ITR	●●	●	200-300	Ja	7,5	1 / 0,7	Fotgängare-cyklist	Lindriga skador

*övergångsställen, cykelpassager, gångpassager

** Beräkningarna baseras på ett litet antal olyckor, vilket gör att siffran ska tolkas med försiktighet.

Bilaga 3 - Ingångsvärden och resultat av olyckskartläggning i spårvägsstråk

	Stråknr	Utformningstyp	Gatans funktion (livsrumsmodellen)	Spårvagnsflöden	Parallella fordonsflöden	Avstånd mellan passager*	Hastighetssäkring i parallella körfält vid passager	Antal studerade år	Antal identifierade kollisionsolyckor / olyckor per milj utbudskm**	Olycksstyp	Skador
Stockholm: Johannesfred - Karlsbodav.	16	1	TR	••	-	-		9	0/0	-	-
Göteborg: Eketräg. - Vägmästareplatsen	17	1	TR	•••	•••••	1000	Ja	12	2 / 1,6	Fotgängare-spårvagn	Lindrigt och allvarligt skadade
Norrköping: Ljura C.- Hageby C.	18	2	ITR	•	••	85	Nej	11	0/0	-	-
Göteborg: Sandarna - Mariaplan	19	2	ITR	•••	•	80	Ja	12	2 / 1,1	Fotgängare-spårvagn	Lindrig och osäker skadegrad
Lund: Kung Oskars väg- LTH	20	2	ITR	•	•	150	Nej	1	1 / 17,0	Cyklist-spårvagn	Allvarlig skada
Stockholm: Mårtensdal- Sickla udde	21	3	ITR	••	•	100	Ja	12	0/0	-	-
Stockholm: Nybropl. - Djurgårdsbron	22	3	ITR	••	•••••	120	Nej	12	4 / 2,2	Fotgängare-spårväg	Lindriga och måttliga skador
Stockholm: Gröndals kyrka - Liljeholmen	23	4	ITR	•	••	120	Nej	12	0/0	-	-
Norrköping: Trädgårdsg.	24	4	ITR	•	•	100	-	12	0/0	-	-
Göteborg: Annedal	25	4	ITR	•••••	•••••	250	Nej	12	1/0,4	Fotgängare-spårväg	Lindrigt skadad
Norrköping: Drottningg.	26	5	IFR	•	-	-	-	12	0/0	-	-

*övergångsställen, cykelpassager, gångpassager

** Beräkningarna baseras på ett litet antal olyckor, vilket gör att siffran ska tolkas med försiktighet.

Bilaga 4 – Intervaller för fordonsflöden i tabeller

	Parallellt fordonsflöde (Ådt)
●●●●●●	16000-
●●●●●	14000 - 16000
●●●●	12000 - 14000
●●●	10000 - 12000
●●	8000 - 10000
●	Under 8000

	Utbudskilometer per år
●●●●	300 000 -
●●●	200 000 – 300 000
●●	100 000 – 200 000
●	under 100 000