

FEBRUAR 2012  
KØBENHAVNS KOMMUNE, CENTER FOR TRAFIK

# TRAFIKSIKKERHED I BUSSE, LETBANER OG METRO

- EN GENNEMGANG AF UDVALGTE KILDER  
OM TRAFIKSIKKERHED

TEKNISK NOTAT

FEBRUAR 2012  
KØBENHAVNS KOMMUNE, CENTER FOR TRAFIK

# TRAFIKSIKKERHED I BUSSE, LETBANER OG METRO

- EN GENNEMGANG AF UDVALGTE KILDER  
OM TRAFIKSIKKERHED

TEKNISK NOTAT

PROJEKTNR. P-75847-A / A019059  
DOKUMENTNR. P-75847-A-002  
VERSION 4.0  
UDGIVELSESDATO 15. februar 2012  
UDARBEJDET MSD/LJR  
KONTROLLERET PV/  
GODKENDT PV/

# INDHOLD

0	Resumé	4
1	Indledning	6
2	Definitioner, begreber, forudsætninger etc.	7
3	Kildegennemgang	10
4	Opsamling af resultater fra de analyserede kilder	19
5	Nye ulykkestyper ved letbaner og imødegåelse heraf	22

## 0 Resumé

Dette notat er udarbejdet af COWI for Københavns Kommune, Center for Trafik. Notatet beskæftiger sig med trafikikkerhed i hhv. busser, letbaner og metro via en gennemgang af udvalgte kilder herom.

Det har været en udfordring ved gennemgangen, at de foreliggende kilder er baseret på så forskellige forudsætninger, at de ikke kan benyttes til med sikkerhed at konkludere samlet om trafikikkerhed for busser, letbaner og metro i København. Dette skal bl.a. ses i lyset af, at mange kilder sammenblander data om forskellige uheldsoplysninger på tværs af kategorier, ligesom de ikke skelner mellem transportrisiko og ulykkesrisiko og de acceptkriterier, som myndighederne har opstillet for sikkerhedsgodkendelse.

De gennemgåede kilder viser til gengæld, at sikkerheden varierer mellem de forskellige transportsystemer, afhængigt af hvilke krav der stilles til dem, både vedrørende placering af de enkelte elementer af systemet i forhold til den øvrige trafik, hvordan afgrænsningen mellem trafiksystemer er, og hvilke reguleringskrav der stilles i forhold til den krydsende trafik (både biler, cykler og fodgængere).

For letbanesystemer gælder specielt, at der er væsentlige forskelle på sikkerheden, afhængigt af om systemet er baseret på gamle sporevognsanlæg (som i høj grad findes i bycentre i blandet trafik), eller om der er tale om moderne letbanesystemer, der kører i egen tracé og bruger signalregulering mm. ved skæring med øvrig trafik.

De gennemgåede kilder er dog helt enige om, at trafikikkerheden for passagererne i bus, letbane og metro (*transportrisiko*) er markant højere end for bil og cykel. Overflytning af bilpassagerer til kollektiv trafik vil derfor - alt andet lige - medvirke til færre ulykker.

Til forskel fra busser og letbaner forekommer der stort set ikke ulykker med andre trafikarter (*ulykkesrisiko*) i metrosystemer, der ligesom den københavnske kører i egne traceer, der fysisk er helt adskilt fra andre trafiksystemer. Sådanne metrosystemer er derfor de mindst ulykkesbelastede af de betragtede transportsystemer.

Kilderne er også generelt enige om, at når busser eller letbaner bliver involveret i ulykker med tredjepart (*ulykkesrisiko*), medfører det forholdsvis flere alvorlige til-

skadekomne end ved ulykker med biler. Ligesom ved lastbiler er størrelsen og dermed tyngden af letbanemateriel og busser en væsentlig faktor heri.

Nogle kilder vurderer desuden, at letbaner har større ulykkesrisiko end busser. Der peges på, at dette bl.a. hænger sammen med en større rejsehastighed for letbanen, samt bindingerne til skinnerne, der hindrer undvigemanøvrer. Andre kilder peger på, at der ikke er særlig stor forskel på ulykkesrisiko for letbaner og busser.

Det skal i sammenhæng med ovenstående nævnes, at der generelt er tale om meget få ulykker med den kollektive trafik. Nyeste statistik fra Norge viser således, at ulykker med henholdsvis busser og letbaner hver for sig udgør i størrelsesordenen 1 % af alle alvorligt tilskadekomne eller dræbte i trafikken (*ulykkes- og transportrisiko under ét*).

Der er ikke i dette projekt fundet kilder om ulykker med BRT-løsninger, men et forsigtigt skøn er, at de næppe adskiller sig meget fra letbaner.

Kildeanalyserne og en vurdering af de "nye slags" ulykker, som letbanen genererer, tyder på, at man vil kunne opnå et godt og acceptabelt sikkerhedsniveau ved at formulere de rette myndighedskrav (*acceptkriterier*), samt ved at vælge den rette fysiske udformning af de forskellige elementer af letbanesystemet, baseret på en trafikikkerhedsmæssig tilgang fra projektets "fødsel".

For eksempel skal der være fokus på krav vedrørende letbanens hastighed og separeringsgrad set i forhold til det byrum og den trafik, letbanen skal køre i. Desuden er det meget vigtigt ved lokaliteter, hvor anden trafik krydser letbanetraceen - herunder ikke mindst ved standsningssteder - at benytte optimale virkemidler som signalregulering, et godt belysningsniveau, samt eventuelt særlige lyd- og lyseffekter tilpasset forholdene på netop denne lokalitet.

En mere præcis konklusion, end der her kan præsenteres, vurderes at forudsætte en væsentlig større og mere systematisk undersøgelse, end den der er udført i forbindelse med nærværende rapportering.

# 1 Indledning

Københavns Kommune er i gang med at undersøge, hvordan den fremtidige højklassede kollektive trafik på 20-30 års sigt mest hensigtsmæssigt kan udbygges, bl.a. i forhold til attraktion, komfort, passagemængder og anlægsomkostninger. Følgende højklassede kollektive transportmidler indgår i analysen:

- › Udbygning af Københavns Metro
- › Introduktion af letbaner
- › Introduktion af højklassede busser (BRT).

I den forbindelse ønsker kommunen en vurdering af trafikikkerheden ved de forskellige kollektive transportmidler med særlig fokus på letbaner, som vil være et nyt element i den københavnske trafik.

Vurderingen i dette notat er baseret på screening af statistiske ulykkesoplysninger baseret på offentligt tilgængelige dokumenter i form af rapporter og notater fundet på internettet.

Derudover har COWI haft kontakt til udenlandske rådgivere – Systra i Frankrig og ETC i Tyskland – med henblik på supplerende af de indsamlede data. Henvendelsen til Systra og ETC indikerede, at COWI har medtaget relevant materiale.

Det kan konstateres, at foreliggende data ikke er umiddelbart sammenlignelige af en række grunde:

- › Begrænsninger i tilgængeligt datamateriale
- › Inkonsistens i datamaterialet
- › Transportsystemernes tekniske og lovgivningsmæssige forskelle
- › Forskellige acceptkriterier
- › Færdselsloven i de forskellige lande.

I det følgende afsnit defineres en række begreber, der er anvendt i forbindelse med screeningen. Derefter gives i afsnit 3 en oversigt over de kilder, der er fundet og benyttet, samt lidt om hvilke typer data disse kilder giver informationer om. I afsnit 4 sammenfattes oplysningerne fra de enkelte kilder. I det sidste afsnit 5 beskrives, i det omfang data giver mulighed herfor, hvilke uheldstyper der typisk kan forventes at opstå ved etablering af letbanesystemer, ligesom der gives et bud på, hvad man kan gøre for at imødegå disse, ud fra et rent sikkerhedsmæssigt synspunkt.

## 2 Definitioner, begreber, forudsætninger etc.

I denne rapport bruges en række begreber, afgrænsninger mm. Definitionen af disse begreber fremgår af det efterfølgende.

### Transportrisiko

Især i forbindelse med kollektiv trafik, men også når flere transportmidler ved markant forskellig teknik og regler skal sammenlignes, kan man med fordel fokusere på ulykker, der hører under begrebet transportrisiko. Ved dette forstås den risiko, som passagerer i et givent transportmiddel udsættes for. Transportrisikoen registrerer alene ulykker, der direkte relateres til passagererne. Ulykker med passagerer, der opholder sig på en perron, medregnes dog normalt også som en transportulykke.

### Ulykkesrisiko

Et transportmiddels sikkerhed omfatter også ulykker, som transportmidlet er involveret i forbindelse med almindelig drift. Dette vil i langt overvejende grad omfatte ulykker med tredje part. Som eksempler kan nævnes bus kontra cykel eller letbane kontra bil. Metro, der føres i egen tracé og med niveaufrie krydsninger med andre transportmidler, vil derfor generelt ikke have ulykkesrisiko ved almindelig drift.

Begrebet ulykkesrisiko omfatter samtlige skader - og dermed også materielskader - som for eksempel personskaden af en fodgænger og materielskaden af bilen ved en ulykke med letbane eller bus.

### Afreportering af ulykker

Der er principielle forskelle i forbindelse med afreporteringen af ulykker. I forbindelse med den kollektive transport gælder det generelt, at det er de enkelte operatører, der er ansvarlige for afreporteringen. I forbindelse med vejtrafikken vil politiet i forbindelse med større ulykke være hidkaldt, og politiet vil således også afreportere. Dette medfører flere fejlkilder, dels er der risiko for dobbeltregistrering og dels er der risiko for, at ulykker ikke altid bliver afreporteret af operatørerne. Denne usikkerhedskilde omtales bl.a. i kilde nr. 6: "Accidentology of Tramways - Analysis of reported events - year 2009 - evolution 2003 - 2009", samt i kilde nr. 1: "Unfallstatistik - Verkehrsmittel im Risikovergleich". Her angives, at ca. 70 % af operatørerne afreporterer ulykkerne.

Definitioner, forskelle i kriterier	I forbindelse med registrering af ulykker eksisterer der også metodiske forskelle, dels mellem de enkelte lande, dels mellem transportmidlerne i de enkelte lande. Forskellene, der bl.a. kan bestå i forskellige definitioner for dræbte, svært tilskadedkomne, lettere tilskadedkomne eller selvmord, er med til at vanskeliggøre sammenligner mellem lande og på tværs af transportmidler. I EU er der på vejsiden sket en harmonisering af ulykkesregistrering og herunder definitionen af dræbte, alvorligt tilskadedkomne og lettere tilskadedkomne. Samme harmonisering findes endnu ikke indenfor jernbanesektoren, som bl.a. omfatter metro, letbaner mm.
Lovgivning, Færdselsloven	I flere lande herunder Norge, Schweiz og Tyskland gælder der særlige regler for letbaner. I de fleste lande har letbaner en særstatus forstået således, at al anden trafik skal vige for letbaner - vel at mærke de steder, hvor trafikken ikke reguleres ved for eksempel et signalanlæg.
Begrænsningerne	I en række tilfælde foreligger der ikke datamateriale på byniveau. De fleste data er baseret på landeniveau. Erfaringer fra uheldsanalyser viser, at der kan være store forskelle fra by til by – ja endog fra bydel til bydel. I ganske få tilfælde har det været muligt at få uheldsoplysninger for mere end ét transportmiddel fra en given by eller land. Med andre ord vil det være vanskeligt at sammenligne korrekt på tværs af transportmidlerne, da uheldsoplysninger i de fleste tilfælde er "stykket sammen" for forskellige byer, og dermed f.eks. baseret på forskellige acceptkriterier mm.
Systemforskelle	En sammenligning af uheldsdata for specielt letbaner på tværs af lande og byer er reelt ikke muligt (eller korrekt), fordi de dækker over specifikke forskelle i systemerne. Ved de eksisterende systemer er der f.eks. en stor forskel i indpasningen i gaderummet (blandet trafik, egen tracé), samt om letbaner er etableret langs hovedindfaldsveje eller i bykerner. Desuden er der store forskelle i trafikmiljøet. Mange af de franske letbaner kendetegnes ved at være placeret på lokaliteter med ringe eller ingen cykeltrafik, mens f.eks. hollandske letbaner er placeret ved betydelig eller stor cykeltrafik.
Inkonsistens	Uheldsdata vedr. kollektiv trafik registreres på forskellige måder. Der er ikke sket en harmonisering, ligesom tilfældet er i EU på vejområdet. Inden for kollektiv transport er der tradition for, at uheldsoplysningerne i videst mulige omfang indregistreres af operatørerne samt, når der er tale om ulykker med personskaade, af politiet.
Acceptkriterier	De anvendte acceptkriterier <sup>1</sup> varierer afhængig af hvilket system der ses på. Metroer, der modsat letbaner og busser, kører i egen tracé, opererer typisk med langt højere acceptkriterier - bl.a. fordi systemet, set ud fra trafikale forhold, er enkelt og homogent, og derfor er lettere at regulere. Der er en lang tradition for, at jernbaners acceptkriterium reguleres af en central myndighed - f.eks. Trafikstyrelsen i Dan-

---

<sup>1</sup> Begrebet acceptkriterium bruges primært i forbindelse med traditionel jernbanedrift. Acceptkriterium formuleres typisk som et kvalitativt mål og et kvantitativt mål. Acceptkriteriet bruges også inden for vejtrafikken, dog mere i form af hensigtserklæringer som f.eks. formuleret i Færdselssikkerhedskommissionens handlingsplan.

mark. Dette kan lade sig gøre, da jernbanetrafikken stort set er adskilt fra anden trafik, og man derfor kan overlade styringen til avancerede systemer.

For letbaner gælder typisk vejtrafikens acceptkriterium. Dette kriterium er afhængig af mere lokale forhold, idet vejtrafikens acceptkriterier snarere er formuleret som målsætninger frem for krav. Dette skyldes, at vejtrafikken er langt mere kompleks i sin sammensætning, afvikling og regulering. Modsat banetrafikken er det i vejtrafikken individet og ikke systemet, der styrer hastighed, vigepligt mm.

### 3 Kildegennemgang

I det efterfølgende gives en kort præsentation af de kilder, der har været tilgængelig ved undersøgelsen sammen med en kort præsentation af de data og vurderinger, som kilden fremlægger. Først præsenteres de kilder, der vedrører transportrisiko og derefter de kilder, der primært vedrører ulykkesrisiko.

- 1 "Unfallstatistik - Verkehrsmittel im Risikovergleich". Udgiver: Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik. Udgivet i december 2010. *Vedrører transportrisiko.*

I dette notat gennemgås transportrisikoen for en lang række transportmidler på landsbasis (Tyskland). Vurderingen i notatet er baseret på en 5-årig periode (2005-2009), som der er tradition for inden for ulykkesanalyser. Analysen kommer frem til, at det sikreste transportmiddel er flyet, mens bilen har den største transportrisiko.

Vurderingen af analyserne vanskeliggøres umiddelbart af det faktum, at metro (U-bahn) og letbaner (Strassenbahn) behandles som ét og samme transportmiddel. Tilsvarende problematik gælder for turist-, linje- og bybusser.

- 2 "Rapport annuel sur les événements d'exploitation des métros et du RER (hors RFN) 2009". Udgiver: Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, France. Udgivet i maj 2011. *Vedrører transportrisiko.*

Denne statistik omfatter samtlige indrapporterede transportulykker for franske metroer. Statistikken omfatter oplysninger om antal årlige passagerer, længden på nettet og antal stationer. I statistikken skelnes mellem transportulykker og selvmord (forsøg og gennemførte selvmord).

Tolkningen af begrebet selvmord varierer kraftigt fra land til land. En sammenligning på tværs af lande vedr. metroer kan derfor være vanskelig. Således kan det nævnes, at antallet af selvmord i forbindelse med metroer i Paris er registreret til 70 personer i 2006, mens samme tal for New Yorks City Subway er opgjort til 30 personer (jf. kilde nr. 3). Disse to systemer er stort set lige store med hensyn til net og passagemængder. Informationen er interessant i den

henseende, at selvmord ikke indgår i officielle statistikker for transportulykker, samt at ulykker med passagerer på perroner officielt indgår som en transportulykke.

Det påvirker selvsagt statistikken for den franske metro set i forhold til statistikken for Subway'en i f.eks. New York City.

Denne kilde er medtaget, fordi den viser, hvorledes traditioner for registrering og kategorisering af ulykker kan have stor indflydelse på de data, der sammenlignes mellem.

Metro	Dræbte
Transportrisiko <sup>1</sup>	0,008

<sup>1</sup> pr. mio. passagerkilometer ekskl. selvmord

- 3 "Epidemiology of subway-related fatalities in New York City, 1990 - 2003". Udgiver: Journal of Safety Research, Elsevier, England. Udgivet i november 2008. Vedrører transportrisiko.

Artiklen afrapporterer et forskningsarbejde vedr. ulykkers art i New York City's Subway fra 2006. På baggrund af dette arbejde konkluderes, at ca. 30 dødsuheld skyldes selvmord. Selvmord indgår ikke i officielle statistikker for metroers transportulykker.

- 4 "Risikoen i trafikken 2000–2007". Udgiver: DTU Institut for Transport. Udgivet i 2008. Vedrører transportrisiko.

Denne forskningsrapport forholder sig til transportrisikoen for forskellige transportmidler - herunder busser, men ikke letbane. Forskerne på DTU konkluderer, at det er sikrest at køre med bus. Ifølge rapporten er busser et 10 gange mere sikkert transportmiddel end biler og har 100 gange højere sikkerhed end fodgængere og cyklister. Konklusionen er i tråd med udenlandske analyser.

Transportrisiko, dræbte og alvorligt tilskadekomne pr. 10 mio. km	
Buspassagerer	0,02
Personbil (førere og passagerer)	0,2 - 0,3
Fodgængere og cyklister	2 - 3
Knallertkørere (knallert-30)	> 25

- 5 "Light Rail Transit – A Safe Means of Transport". Udgiver: UITP som et Core Brief. Udgivet i juni 2009. Vedrører transportrisiko.

Analysen er baseret på et noget usikkert grundlag. Således fremgår det ikke af materialet, om der er tale om femårige ulykkesperioder mm. I Core Brief konkluderes dog på linje med f.eks. DTU's, Unfallstatistik - Verkehrsmittel im Ri-

sikovergleich og SWOV's analyse (kilderne nr. 1, 4 og 9), at letbaner (og anden kollektiv transport) er markant sikrere transportmiddel end bilen.

Letbane	Alvorligt tilskadekomne pr. mio. km
Bremen	1,4
The Hague	0,3
Düsseldorf	1,1
Leipzig	0,7
Stuttgart	1
Vienna	0

	Ulykker pr. mio. passagerer/km <sup>1</sup>
Letbane	0,09
Bil	0,4

<sup>1</sup> Gennemsnit for de berørte byer.

- 6 "Accidentology of tramways - Analysis of reported events - year 2009 - evolution 2003 - 2009". Udgiver: Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, France. Udgivet i december 2010. Vedrører transport- og ulykkesrisiko.

Denne rapport omfatter alene letbaneulykker i Frankrig. Oplysningerne er baseret på de forskellige operatørers afrapportering, som i dag er på ca. 70-75 % af de stedfundne ulykker. Rapporten går ikke ned på byniveau og tallene dækker derfor over større variationer. Der gøres i rapporten opmærksom på, at informationen i afrapporteringerne afhænger af operatørernes definitioner og at disse er ikke standardiseret.

Rapporten viser, at ca. 60 % af de indrapporterede ulykker skyldes kollisioner med tredje part (ulykkesrisiko), mens 40 % skyldes transportulykker (transportrisiko). Her skal gøres opmærksom på, at også i de franske statistikker betragtes ulykker på perroner som transportulykker.

I rapporten forsøges ulykkesstatistikken for letbaner sammenholdt med busser. Der foreligger imidlertid alene data for samtlige hændelser, dvs. både ulykker med personskade og materialeskade, men også en række tekniske og trafikale hændelser, der på en eller anden vis forstyrrer trafikafviklingen.

Data foreligger kun for fem udvalgte franske byer, nemlig Bordeaux, Marseille, Nantes, Nice og Paris. Tal fra disse dækker over en stor spredning, men ses der på antallet af hændelser, så registreres der næsten dobbelt så mange hændelser i busser som i letbaner. Der er ikke lavet en tilsvarende analyse for f.eks. dræbte og alvorligt tilskadekomne.

	Alvorlig personskade	Dræbte
Transportrisiko <sup>1</sup>	0,009	0,00
Ulykkesrisiko <sup>2</sup>	0,380	0,134

<sup>1</sup> pr. mio. passagerkilometer

<sup>2</sup> pr. mio. køretøjskilometer

- 7 "Verkehrsunfälle - Unfälle von Kraftomnibussen im Strassenverkehr". Udgiver: Statistisches Bundesamt, Deutschland. Udgivet i december 2010. *Vedrører transportrisiko.*

Denne kilde vurderer, at transportrisikoen (gældende for alvorlige personskader/dræbte) ved letbaner er mindst tre gange større end for busser, men stadig markant mindre end for biler mm. En forklaring herpå kan være de forskellige kategoriseringer af ulykker, der forekommer, herunder at ulykker i forbindelse med perroner ved banetrafik (metro, letbaner mm.) betragtes/håndteres som transportulykker i modsætning til busstoppesteder.

- 8 "Road safety hazards of public transport". Udgiver: SWOV, Netherland. Udgivet i februar 2011. *Vedrører transport- og ulykkesrisiko.*

SWOV's fact sheet er en afrapportering af 200 trafikulykker (dødsuheld og uheld med alvorlig tilskadekomne), som den kollektive transport (bus, jernbane, letbane og metro) har været part i. Kendetegnende er det, at kun 10 % af de dræbte eller alvorligt tilskadekomne er passagerer i den kollektive transport. De resterende 90 % er andre trafikanter - altså ulykker vedrørende 3. part. SWOV konkluderer derfor, at trafikulykker, hvor den kollektive transport er involveret, oftere har mere alvorlige konsekvenser end øvrige trafikulykker. Endvidere konkluderes, at letbaner i denne sammenhæng udgør en større risiko i trafikken end busser.

- 9 "Veiligheidsrisico's van de Nederlands stadstram". Udgiver: Raad voor de Transportveiligheid, Netherland. Udgivet i 2000. *Vedrører ulykkesrisiko.*

Denne rapport beskæftiger sig med ulykkesrisikoen for letbaner i forhold til busser i Holland og har som baggrundskilde nr. 8. Undersøgelsen konkluderer, at selv om både busser og letbaner er involveret i få ulykker, så er deres andel af ulykker med alvorligt tilskadekomne og/eller dræbte uforholdsmæssigt høj. Transportarbejdet er ikke oplyst, derfor kan ulykkesfrekvensen ikke udregnes. Således er risikoen, for at en eller flere af de implicerede parter i ulykker kommer alvorligt til skade eller bliver dræbt, ca. 7 gange højere, hvis en bus er involveret i ulykken, end hvis det er en bil, og ca. 14 gange højere, hvis en letbane er involveret i en ulykke. Risikoen er beregnet på en opgørelse af kørte km (personbiler, busser, letbaner) i forhold til antallet af uheld med alvorligt tilskadekomne og/eller dræbte.

- 10 "De 'vrije' trambaan: veiligheidsstudie tramongevallen: botsveiligheid, infrastructur en de bestuurlijke factoren". Udgiver: Raad voor de Transportveiligheid, Netherland. Udgivet i 2003. *Vedrører ulykkesrisiko.*

I dette studie analyseres, hvilke trafikanter der især er udsat for at komme alvorligt til skade eller blive dræbt i trafikulykker med letbaner. Det konkluderes, at det især er lette trafikanter, der kommer enten alvorligt til skade eller bliver dræbt i ulykker med letbaner involveret. Ifølge undersøgelsen skyldes det, at letbaner oftere har en højere rejsehastighed end busser (og dermed også længere bremseafstand) kombineret med andre trafikanters manglende overholdelse af vigepligten. Desuden konkluderes det, at trafikanterne har større vanskelighed med at vurdere letbanens hastighed i forhold til andre transportmidler.

Ifølge rapportens konklusion udgør ulykker med letbaner en uforholdsmæssig stor risiko for, at fodgængere og cyklister bliver dræbt eller kommer alvorligt til skade i en ulykke med en letbane. Det anføres, at dette især skyldes to faktorer: dels har letbaner en reduceret mulighed for katastrofeopbremsning i forhold til lastbiler, busser eller andre tunge køretøjer og dermed ikke mulighed for at reducere kollisionshastigheden, dels kan en sporvogn - modsat tunge køretøjer som lastbiler, busser mm. - ikke foretage undvigemanøvre. Kombineret med den traditionelt højere rejsehastighed, set i forhold til f.eks. busser, øges risikoen for alvorlige ulykker. Rapporten angiver ikke ulykkesfrekvenser.

- 11 "ASVV Aanbeveligen voor verkeersvoorzieningen binnen bebouwde kom, Publicatie 110". Udgiver: CROW, Netherland. Udgivet 1996. *Vedrører ulykkesrisiko.*

Denne rapport, som primært beskæftiger sig med anbefalinger for en sikker udformningen af infrastrukturen i bebyggede områder, har de samme konklusioner som nævnt i (kilde nr. 10) "De 'vrije' trambaan: veiligheidsstudie tramongevallen: botsveiligheid, infrastructur en de bestuurlijke factoren". Også i dette studie konkluderes det, at risikoen for alvorlige tilskadekomne eller dræbte er mærkbart højere ved letbaner end ved biler.

- 12 "Comparative performance data from French tramway systems". Udgiver: Egis Semaly Ltd., Faber Maunsell. Udgivet i 2003. *Vedrører ulykkesrisiko.*

Denne rapport er udarbejdet for South Yorkshire Passenger Transport Executive med det formål at sammenligne engelske og franske letbaner for at afdekke den relativt store succes, som letbaner i Frankrig har haft - set i relation til tilsvarende engelske systemer. I den forbindelse er der også foretaget en ulykkesanalyse for tre franske byer – Grenoble, Lyon og Nantes. Det konkluderes i rapporten, at der er en endog stor variation i ulykkesfrekvensen for de tre byer (fra 3,9 til 10,8 ulykker pr. strækningsskilometer). Variationen indikerer, at der ikke er en éntydig sammenhæng mellem afviklingen af driften eller systemernes udformning. Endvidere konkluderes det i rapporten, at ulykkesrisikoen (ulykker med alvorligt tilskadekomne og/eller dræbte) er lidt højere,

men ikke markant, for letbaner end for busser. Dette er dog alene baseret data fra Nantes.

- 13 "Etude des accidents entre un tram et un piéton en région de Bruxelles-Capitale". Udgiver: BIVV, Belgien. Udgivet i 2009. *Vedrører ulykkesrisiko.*

Denne rapport undersøger letbaneulykker og ulykker i forbindelse med personer. Det konkluderes, at letbaner er involveret i relativt få ulykker med fodgængere. Derimod er andelen af ulykker med alvorligt tilskadekomne uforholdsvis stor. Ifølge rapporten udgør andelen af ulykker med letbaner og fodgængere ca. 2,1 % af samtlige registrerede ulykker. Ses der derimod på andelen af ulykker med alvorligt tilskadekomne, stiger denne til 6,7 %.

- 14 "Light Rail Accidents in Europe and North America". Udgiver: Transport and Road Research Laboratory. Udgivet i 1992. *Vedrører transport- og ulykkesrisiko.*

Rapporten er baseret på analyser af letbaneulykker i en række europæiske og nordamerikanske byer. Analysen baseres på samtlige registrerede ulykker. På grund af manglende oplysninger er alvorlige ulykker og ulykker med dræbte ikke særskilt behandlet.

Analysen forsøger tillige at sammenligne letbaner med busser. Der tages dog en række forbehold. Samme gælder for vurderingen af indførelsen af letbaner og sammenhæng med ulykkesudviklingen.

Analysen er på trods af, at den er publiceret for ca. 20 år siden, interessant, idet der forsøges at skelne mellem transportrisiko og ulykkesrisiko. (*From the passenger's point of view, it is probably the accident rate per passenger-km, which is most important, because it determines the probability that a passenger will be involved in an accident on a given journey.*" og *"From the point of view of pedestrians and other road users, it is the vehicle-km accident rate which is important, because the risk of injury depends on the presence of the light rail vehicle, not on how many passengers it carries."*).

Rapporten indeholder rigtig mange data om ulykkesrisiko for busser og letbane (alle ulykker) for en række byer i Europa og Nordamerika, men data er gamle og da man ikke kan udskille alvorlige ulykker og dræbte, er det valgt ikke at gengive data her.

Rapporten summerer, at der ikke er signifikant forskel i transportrisiko mellem letbaner og busser, og at letbaner har en højere ulykkesrisiko i forhold til busser. Endelig vurderes det, at det ikke er muligt at overføre erfaringer fra by til by, da forskellene (færdselslovgivning, udpeget tracé, valgt system, blanding af trafikarter, effekten på modal split mm.) medfører for mange variable, hvorfor det ikke muliggør en reel sammenligning.

- 15 "Integrerad stadsspårväg med focus på trafiksäkerhet - En kunskapsöversikt". Udarbejdet af Sweco. Udgiver: Stockholms Stad - Trafikkontoret. Udgivet i 2010. *Vedrører ulykkesrisiko.*

Rapporten tager udgangspunkt i ulykkesoplysninger fra Göteborg, Norge og Sheffield. I rapporten fremhæves det blandt andet, at busser har en ca. 4 gange højere risiko for at skade andre trafikanter end personbiler og at sporvognes risiko er ca. 50 gange højere end personbiler. Tallene er baseret på oplysninger fra kilde nr. 16 (TØIs Trafiksikkerhedshåndbog), som er baseret på gamle data, og som omfatter alle ulykkestyper.

Baseret på oplysningerne fra Göteborg påpeger rapporten endvidere, at ca. 90 % af de tilskadekomne personer kommer til skade de steder, hvor letbanen kører i blandet trafik og peger samtidig på, at de tilskadekomne primært er cyklister og/eller fodgængere.

En stor del af rapporten giver en række retningslinjer og eksempler på mulige afværgeforanstaltninger for letbaner i blandet trafik samt retningslinjer for tilfældig rejsehastigheder for sporvogne i blandet trafik.

- 16 "Trafiksikkerhedshåndboken - online version". Udgiver: Transportøkonomisk Institutt - TØI. Udgivelse: opdateres løbende. *Vedrører transport- og ulykkesrisiko.*

Trafiksikkerhedshåndboken beskriver 124 trafiksikkerhedstiltag og deres effekt samt omkostninger. Oplysningerne i håndbogen er baseret på en gennemgang af tilgængelige forskningspublikationer/data med relation til de specifikke emner. TØI kommer under kapitel "3.18 Sambruksfelt, kollektivfelt og kjørefeltsrestriksjoner for tunge køretøjer" frem til, at skadesrisiko (alle ulykkestyper) for busser er 0,87 pr. mio. køretøjskilometer, mens den for personbiler er 0,23 pr. mio. køretøjskilometer. Samme tal for letbaner er 11,57 pr. mio. køretøjskilometer - svarende til 50 gange højere risiko end personbiler. Tallene er baseret på ulykkestal for perioden 1993-1997.

Som det fremgår af kilde nr. 17, viser nyere tal for perioden 2006-2010 markant lavere skadesrisiko for letbaner.

- 17 "Ulykkesstatistikk 2010". Udgiver: Statens Jernbanetilsyn, Norge. Udgivet i 2011. *Vedrører transport- og ulykkesrisiko.*

"Ulykkesstatistikk", som udgives af Statens jernbanetilsyn, Norge, angiver både personskadeuheld og dræbte opgjort for både passagerer og tredje part. Oplysningerne er angivet for almindelige jernbaner, T-bane (Metro) og Trikk (letbane). Baseret på de nyeste ulykkesoplysninger reduceres skadesrisikoen til ca. 2,1 pr. mio. køretøjskilometer for letbaner (i modsætning til de 11,6 pr. mio. køretøjskilometer nævnt i kilde nr. 16) i forhold til personbiler, og resultatet er dermed på linje med andre landes tal (Frankrig, Holland og Tyskland).

På baggrund af denne statistik samt Statistisk Sentralbyrå, Norge, er der for 2010 og for den forudgående 5 års periode beregnet et gennemsnitligt årligt ulykkesniveau for alvorlig personskade og dræbte. I statistikken gøres opmærksom på, at rapporteringsmetoder mm. er ændret i 2010, med en forøgelse af registrerede ulykker for letbane, tog og busser til følge.

Ulykker fordelt på transportmidler	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Gennemsnit 2005 - 2009	Gennemsnit 2005-2009 i %
Alv. personskade i alt	977	940	879	867	751	714	830,2	100 %
Dræbte i alt	224	242	233	255	212	208	230	
<b>Personbil/varebil:</b>								
- alv. personskade	606	530	520	505	445	463	521,2	62,8 %
- dræbte	137	152	149	160	133	139	146,2	63,6 %
<b>Lastbil:</b>								
- alv. personskade	18	20	26	22	16	10	20,4	8,9 %
- dræbte	12	8	5	9	9	8	8,6	1,0 %
<b>Bus:</b>								
- alv. personskade	6	6	15	5	4	3	7,2	0,9 %
- dræbte	0	0	4	0	1	2	1	0,4 %
<b>Banetrafik:</b>								
Traditionel jernbane:								
- alv. personskade	3	2	2	1	3	5	2,2	0,3 %
- dræbte	2	0	2	1	3	9	1,6	0,7 %
T-bane:								
- alv. personskade	1	0	1	0	1	0	0,6	0,1 %
- dræbte	0	1	0	0	1	0	0,4	0,2 %
Trikk:								
- alv. personskade	3	0	2	2	2	10	1,8	0,2 %
- dræbte	0	0	2	1	0	0	0,6	0,3 %

Note: I 2010 forbedrede Oslo-trikken sine rutiner i forbindelse med registrering af personskader. Øgningen i antal af ulykker med trikk må derfor ses i dette lys. Kilde: Statens Jernbanetilsyn - Ulykkesstatistik 2010.

**Tabel 1 Ulykkes- og transportrisiko under ét for bil- og banetrafik.** Trikk omfatter både ældre sporvogne, lignende systemer i blandet trafik og nyere letbanetog i egen tracé. Baseret på oplysninger fra Statistisk Sentralbyrå, Norge samt Statens Jernbanetilsyn, Norge.

**18 "Letbaner - europæiske erfaringer". Udgiver: Transportøkonomisk Institutt - TØI. Udgivet i 2005. Vedrører transport- og ulykkesrisiko.**

Rapporten er en gennemgang af en række europæiske letbaneløsninger. Den omhandler både ulykkesrisiko og transportrisiko, og er baseret dels på en gennemgang af tilgængelig litteratur, og dels på TØIs Trafiksikkerheshåndboken.

Det konkluderes: *"Litteraturen viser ikke til at letbaner er specielt ulykkesutsatt. Dette forklares med at letbaner i hovedsak går på atskilt og til dels skjernet trasé eller kjøres svært langsomt når de befinner seg i blandet trafikk. Noen enkeltundersøkelser har imidlertid vist et utforholdsmessig stort antall konflikter med fotgjengere."*

Med reference til TØIs Trafiksikkerheshåndboken konkluderes, at transportrisikoen ved at rejse med kollektiv transport i forhold til personbiler er ca. 3 gange lavere for den kollektive transport, men at ulykkesrisikoen er væsentlig højere for letbaner end for biler.

Med baggrund i en analyse, som Sagberg og Sætermo har udarbejdet i 1997, konkluderes, at letbaner har en ca. 3 gange større risiko end busser. Sagberg og Sætermos har analyseret på ulykkesoplysninger for strækninger i Oslo, hvor der både færdes letbaner og busser. En af grundene til de noget højere ulykkestal for letbaner skyldes kollisioner med parkerede biler.

Med hensyn til ulykkestyper peges der på, at ca. 60 % af transportulykkerne sker i forbindelse med perroner, og skyldes i mange tilfælde for trange vilkår/ manglende plads.

Rapporten konkluderer afslutningsvis: *"Vårt inntryk fra denne korte gjennomgangen er at det finnes begrenset kunnskap om ulykkesrisiko for moderne lettbanesystemer. Det kan tolkes som at det ikke har vært ansett som et tema av betydning og at man derved ikke har etablert et system for å fange opp denne type ulykker spesielt. Det kan også hende at man ikke har sett dette som en nødvendig eller viktig oppgave eller det kan rett og slett skyldes at systemene er nye, ikke sammenlignbare eller at der ikke skjer mange ulykker på de nye systemer."*

- 19 "Spårfaktoren på spåret - Forutsättningar för spårväg i svenska städer i ett internationellt perspektiv - en förstudie". Udgiver: Vejteknisk Institut - VTI, Sverige. Udgivet i 2011. Vedrører transport- og ulykkesrisiko.

Rapporten er baseret på studiebesøg og en række interview med centrale personer med direkte tilknytning til de enkelte byers letbanesystemer, frem for egentlige analyser af ulykkesstatistikker.

Det kommer også til udtryk i sammenfatningen: *"I alla städer som ingår i studien är övertygelsen stark bland de intervjuade att spårväg är ett säkert trafikslag. Det finns ingen statistik eller annat underlag som man säger sig känna till som på något sätt skulle tyda på att det finns något "säkerhetsproblem" kopplat till spårväg som skiljer ut spårvägen från andra trafikslag i städer. I alla städer finns det miljöer där fotgängare och spårväg blandas utan separerande åtgärder utan att detta leder till några avvikande trafiksäkerhetsproblem i negativ riktning. Det finns också många exempel på sträckor där hastigheterna är högre och spårvagnar trafikerar ytor med reserverat utrymme där separerande åtgärder av olika slag kan hantera säkerhetskraven."*

## 4 Opsamling af resultater fra de analyserede kilder

### Transportrisiko

Baseret på kilderne beskrevet i afsnit 3 kan det konkluderes, at sikkerheden for letbaner, metro og busser alene kan sammenlignes direkte, hvis man ser på transportrisikoen - altså den risiko, som passagerer udsættes for ved brug af et givent transportmiddel.

Som udgangspunkt kan det konkluderes, at kilderne entydigt peger på, at kollektiv transport er det mest sikre transportsystem - uanset om der ses på metro, letbaner, BRT eller busser. Kollektiv transport er som minimum 10 gange mere sikkert end biler og mere end 100 gange mere sikkert end cyklister/ fodgængere.

Resultaterne peger desuden på, at forskellene mellem de enkelte kollektive transportsystemer er moderate, med metroen som det sikreste persontransportsystem. Derefter følger busser og letbaner. Nogle kilder peger på, at busser er mere sikre end letbaner, andre at sikkerheden er den samme.

Med til usikkerheden i de analyserede data hører også, at til forskel fra bussen så medregnes ulykker omkring metro- og letbaneperroner til transportrisiko.

### Ulykkesrisiko

Letbaner og busser adskiller sig fra metroen, ved at disse også udgør en ulykkesrisiko i forhold til 3. part.

Derfor kan det (sammenholdt med ovenstående om transportrisiko) konkluderes, at metro er det mest sikre af de tre vurderede transportsystemer metro, letbane og bus.

Nogle kilder peger på, at selv om busser og letbaner er involveret i få ulykker, så er deres andel af ulykker med alvorligt tilskadekomne og dræbte uforholdsmæssigt høj. Dette svarer til bl.a. danske erfaringer vedrørende andre tunge køretøjer, som f.eks. lastbiler.

Kilder peger også på, at ulykkesrisikoen for letbaner ved alvorlige ulykker og dødsulykker er fra "lidt højere end busser" (kilde nr. 12) til "dobbelt så stor som busser" (kilde nr. 9). Ofrene i disse ulykker er typisk lette trafikanter – cyklister og fodgængere. For letbanens vedkommende sker ulykkerne typisk ved stoppesteder, i vigepligtsregulerede kryds og i forbindelse med letbanens kørsel i egen tracé (dvs. med høj hastighed).

Den højere ulykkesrisiko, der er forbundet med letbaner, skyldes primært, at letbaner har en højere rejsehastighed end almindelige busser i ruter (selv om letbanen typisk har samme hastighedsbegrænsning som vejtrafikken), samt at letbaner ikke er i stand til at foretage undvigemanøvre. En BRT-løsning vil typisk have samme rejsehastighed som en letbane.

Det spiller også ind, at nogle landes færdselslove indeholder bestemmelser om, at den øvrige trafik generelt har vigepligt for letbanen. Dette synes at være vanskeligt for trafikanterne at forholde sig til, da der ofte registreres ulykker, hvor trafikanterne ikke overholder deres vigepligt.

Den væsentligste årsag, til at de udvalgte kilder beskriver letbanesystemer som særligt farlige, er formentlig, at de fleste af de analyserede kilder også omfatter letbanesystemer svarende til gammeldags sporvogne, som kører i blandet trafik, hvorimod moderne letbaner kører afskærmet fra den øvrige trafik. De foreliggende data gør det ikke muligt at skelne her imellem.

Rent teknisk stilles der samme krav til letbaners og bussers bremseevne i forbindelse med katastrofeopbremsning, men en række tekniske elementer gør, at reaktionstiden i letbaner er længere end i busser, hvilket kombineret med den højere rejsehastighed medfører større bremselængder.

Kilderne peger desuden på, at risikoen for alvorlige ulykke eller risikoen for at blive dræbt især gælder for lette trafikanter.

Endvidere nævner nogle kilder, at ulykkesfrekvensen ikke nødvendigvis hænger sammen med systemets alder eller udformning - eller den driftspolitik, der er gældende. Der er eksempler på, at selv de nyeste letbanesystemer har en højere ulykkesfrekvens end ældre systemer. Årsagen hertil er især, at nyere systemer - der typisk anlægges i egen tracé - har højere rejsehastighed, og at letbaner er blevet mere lydsvage.

Det skal desuden nævnes, som det bl.a. fremgår af kilde nr. 14, at det er vanskeligt - eller snarere problematisk - at overføre udenlandske data og vurderinger om ulykker til andre lande. Der peges også på, at det ikke umiddelbart er muligt at vurdere, hvilken effekt indførelsen af et nyt kollektiv transportsystem har for det samlede ulykkesbillede for en by. Dertil er der for mange faktorer, der har indflydelse - herunder f.eks. ændret modalsplit, længere adgangsveje til den kollektive transport ved nogle systemer, mm.

Dette kildeudsagn understøtter af kilde nr. 12, som nævner, at ulykkesbilledet varierer markant fra by til by i et land, at nye systemer ikke nødvendigvis er mere sikre end ældre systemer, at busser generelt er mere sikre end letbaner, men at dette i alle tilfælde afhænger meget af de lokale forhold (geometri, trafikal sammensætning mm.).

De hollandske undersøgelser (kilde nr. 8) viser, at ulykkesraten i Holland siden 2006 er stigende for letbaner. Den relativt høje andel af cyklister i trafikken vurderes at være den primære årsag hertil.

Sammenfattende peger de forskellige kilder på, at busser og letbaner kun er involverede i en lille andel af samtlige de registrerede uheld. Nyeste statistik fra Norge (kilde nr. 17) viser således, at ulykkes- og transportrisiko med alvorligt tilskadekomne eller dræbte for letbaner og busser hver for sig kun udgør i størrelsesordenen 1 % af ulykkerne i trafikken.

Afsluttende må det nævnes, at datagrundlaget på tværs af de analyser, kilderne refererer, og på tværs af data fra lande og byer, er indsamlet og analyseret under væsentlige forskellige forudsætninger, og at de derfor ikke er særligt egnede til en direkte sammenligning, eller til at overføre til andre lande.

## 5 Nye ulykkestyper ved letbaner og imødegåelse heraf

I udgangspunktet har Københavns Kommune ønsket, om man kunne beskrive og opgøre den trafikikkerhedsmæssige ændring for byen København, hvis man eventuelt etablerede letbaner i København. Dette er imidlertid ikke muligt, fordi det vil påvirke en lang række parametre, som ikke vil kunne opgøres på grund af væsentlige ændringer i en række forhold som eksempelvis trafikmængder, modal split, ændringer af ruter og adgangsveje til stationer/standsningsteder mm.

Det er derfor aftalt at se på, hvilke nye eller anderledes typer ulykker der særlig kan følge af eventuel indførelse af et for København nyt kollektivt transportsystem - en letbane. Derefter kan det vurderes hvilke tiltag, der kan gøres for at imødegå og minimere negative konsekvenser for trafikikkerheden (i lighed med, hvad nogle af de refererede kilder også gør).

I såvel kilde nr. 6: "*Accidentology of tramways - Analysis of reported events - year 2009 - evolution 2003 - 2009*", som kilde nr. 13: "*Etude des accidents entre un tram et un piéton en région de Bruxelles-Capitale*" peges der på fire hovedgrupperinger, hvor der forekommer personskadeulykker og hvor letbane er involveret (både transportulykker og ulykker med 3. part):

- › stoppesteder (ca. 21 %)
- › vigepligtsregulerede kryds (ca. 33 %)
- › rundkørsler (ca. 12 %)
- › særskilt kørespor (ca. 20 %).

Ses der alene på ulykker med 3. part, ændres ulykkesbilledet til:

- › vigepligtsregulerede kryds (ca. 42 %)
- › rundkørsler (ca. 17 %)
- › særskilt kørespor (ca. 11 %).

Tallene ovenfor viser implicit, at en stor del af *transportulykkerne* i forbindelse med letbaner sker i forbindelse med stoppestederne. Det skyldes bl.a., at der forekommer langt flere ulykker i forbindelse med dørlukninger. Endvidere skyldes en del af ulykkerne ved stoppestederne, at fodgængere bevæger sig på tværs af bane-

legemet på steder, hvor dette ikke er tilladt og/eller hvor oversigtsforholdene for føreren af letbanen kan være vanskelige.

*Ulykkerne med 3. part* domineres af ulykker i vigepligtsregulerede kryds og dernæst ved rundkørsler. En del af ulykkerne skyldes som tidligere nævnt, at de forskellige landes færdselslove har særlige regler om bl.a. vigepligt for letbaner og at det må konstateres, at der er en manglende overholdelse heraf.

En anden vigtig årsag er, at letbaner har en højere rejsehastighed end busser, hvilket dels kommer bag på især lette trafikanter, der krydser en vej, dels at den højere rejsehastighed medfører en længere bremsevej. Sidstnævnte, kombineret med at en letbane ikke har mulighed for at foretage en undvigende manøvre, vurderes at være en hovedårsag til de flere ulykker med letbane end med busser.

Det har ikke været muligt at udlede tilsvarende informationer om årsag til ulykker med busser. Dog nævnes i kilde nr. 8: "*Road safety hazards of public transport*", at busulykker typisk sker i forbindelse med særskilte busbaner. Som for letbaner skyldes dette formodentlig bl.a. den højere rejsehastighed.

Af kilde nr. 6 fremgår det, at ca. 42 % af ulykkerne med 3. part sker i forbindelse med vigepligtsregulerede kryds, mens tallet er nede på ca. 10 % ved signalregulerede kryds. Det må derfor antages, at signalregulering udført efter optimale sikkerhedsmæssige hensyn umiddelbart vil være en god afværgeforanstaltning, når det drejer sig om letbaneulykker.

Et andet centralt element er letbanens højere rejsehastighed end bussers. Her kunne en afværgeforanstaltning være, at letbaner, hvor hensynet tilsiger det, fremføres ved lavere hastighed. Ulempen ved at sænke rejsehastigheden er dog, at den højklassede kollektive transport herved nedprioriteres, hvilket medfører, at letbaner vil blive mindre attraktive at rejse med.

Etablering af hegn eller andre lignende fysiske foranstaltninger vil nogle steder kunne reducere ulykkestallet. Hegn kan placeres midt i traceen eller på hver side af sporene. Hvis der hegnes, øges tracébredden med diverse sikkerhedsafstande, afhængig af hvor hegnet placeres.

Man skal dog være opmærksom på, at hegning øger barriereeffekten. Hegning kan også være med til at øge alvorsgraden i forbindelse med ulykker, idet risiko for at blive fanget mellem hegn og letbane øges.

Med en optimal fokus på trafiksikkerhed fra start til slut af et letbaneprojekt - således som det i dag sker løbende ved trafiksikkerhedsrevisioner af næsten alle trafik anlæg - vurderes det, at der vil kunne udvikles trafiksikre løsninger, baseret på nyeste erfaringer herom og ved anvendelse af mulighederne i den teknologiske udvikling på området. Kombinationer af lys- og lydeffekter og signalteknisk regulering, særlig godt belysningsniveau samt hegning og afskærmning vil formodentlig - sammen med optimal fysisk udformning - kunne bidrage til at afværge traditionelle sikkerhedsmæssige problemer ved letbanekørsel.