HÅNDBOG

KOLLEKTIV BUSTRAFIK OG BRT

ANLÆG OG PLANLÆGNING

JUNI 2016

VEJREGLER

FORORD

Denne håndbog beskriver anbefalinger og vejledninger til udformning af infrastruktur for kollektiv (bus)trafik på veje.

Håndbogen er en del af serien "Kollektiv trafik på veje", som består af følgende håndbøger:

- Håndbog om Kollektiv trafik på veje (denne håndbog), der beskriver, hvordan byernes trafiknet kan udformes med henblik på at opnå gode forhold for den kollektive bustrafik generelt
- Håndbog om Trafikterminaler og Eksempelsamling om Trafikterminaler, som beskriver udformning af gode og brugervenlige trafikterminaler

Håndbogen om kollektiv trafik på veje er i denne udgave opdateret ift. den tidligere udgave fra 2012 mht.:

- Arealbehov for nye bustyper (hhv. 15 m busser og 12,7 m busser)
- Et nyt afsnit, der beskriver hvordan man kan arbejde med 'Bus Rapid Transit' (BRT) som værktøj til at tilvejebringe højklasset kollektiv bustrafik.

Væsentlige ændringer er beskrevet i afsnit 1.4.

Håndbogen er udarbejdet af Via Trafik Rådgivning A/S for vejregelgruppen Kollektiv trafik på veje. Vejregelgruppen havde i perioden følgende sammensætning:

- Jeppe Gaard, Movia (formand)
- Aleks Danmark, Vejdirektoratet
- Henrik Severin Hansen, Danske Regioner
- Jan Jørgensen, Trafikstyrelsen
- Kristoffer Martens, Nordjyllands Trafikselskab
- Rigmor Korsgaard, Aarhus Kommune
- Thomas Meier, Køge Kommune
- Knud Jensen, Fynbus
- Keld Schumann, COWI
- Mogens Møller, Via Trafik (sekretær)
- Mette Eklund Jakobsen, Vejdirektoratet.

Derudover har Bruno Jespersen og Ida Hvid fra Via Trafik medvirket til udarbejdelsen af håndbogen.

Transportøkonomisk Forening ved Karen Boyd har bidraget med at arrangere en workshop i samarbejde med Malmø Kommune og vejregelgruppen, hvor en række interessenter gav vigtige input ift. definition og serviceniveauer for BRT i Danmark, som grundlag for BRT-afsnittet i denne håndbog.

Håndbogen var i offentlig høring i foråret 2016.

Vejregelrådet blev i februar måned 2016 orienteret om revisionen af håndbogen.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	5
1.1	Håndbog for kollektiv bustrafik og BRT	5
1.2	Håndbogens opbygning	5
1.3	Håndbogens status. Forholdet til andre vejregler m.v.	5
1.4	Ændringer i denne udgave	6
2	FORUDSÆTNINGER	7
2.1	Passagerernes forhold	7
2.2	Bussernes dimensioner og arealbehov	9
2.3	Konsekvenser	13
3	FYSISK UDFORMNING	15
3.1	Indledning	15
3.2	Busbaner, busveje og bussluser	15
3.3	Busbaner	16
3.4	Busveje	24
3.5	Bussluser	28
3.6	Udfordringer for bustrafik	30
3.7	Busser på fartdæmpede veje	31
3.8	Busser i gå- og sivegader	32
3.9	Geometriske forhold	33
3.10	Kryds	34
3.11	Traceringselementer	34
3.12	Tværprofiler	36
4	ITS-LØSNINGER	39
4.1	Indledning	39
4.2	Signalprioritering	39
4.3	Eksempler på samlede løsninger	42
5	STOPPESTEDER	47
5.1	Placering	47
5.2	Stoppestedstyper	50
5.3	Mål og detailudformning	58
5.4	Vendepladser	65
6	BUS RAPID TRANSIT (BRT)	67
6.1	Definition	68
6.2	Anvendelse og linjeføring	70
6.3	Identitet og bymiljø	76
6.4	Udformning	82
6.5	Trafikinformation	112
6.6	Trafiksikkerhed	116
7	ORDFORKLARING	120

1 INDLEDNING

1.1 Håndbog for kollektiv bustrafik og BRT

Vejreglen er en vejledning for udformning af trafiknet og infrastruktur i by og land, specielt med henblik på at opnå tilfredsstillende forhold for den kollektive bustrafik.

Håndbog for kollektiv trafik på veje skal ses som et supplement til vejregler om Byernes Trafikarealer og vejregler for Åbent land, der for alle trafikanter på en mere generel måde beskriver den geometriske udformning af de enkelte dele af trafiknettet. Derfor er mere generelle oplysninger om udformning af trafiknettet kun medtaget i begrænset omfang for at undgå overlap mellem de to vejregelsæt.

Kapitel 6 beskriver, hvordan man kan arbejde med 'Bus Rapid Transit' (BRT) som værktøj til at tilvejebringe højklasset kollektiv bustrafik.

1.2 Håndbogens opbygning

Håndbogen indeholder generelle vejledninger for udformning af vejnettets enkelte dele, således at forholdene for bustrafikken forbedres. Forbedringernes omfang hænger ofte sammen med, hvordan bustrafikken planlægges og afvikles. Af overskuelighedshensyn er foretaget følgende emneinddeling af vejledningerne:

2. Forudsætninger
3. Fysisk udformning (tværprofiler, kryds, bussluser, o.l.)
4. ITS-løsninger
5. Stoppesteder, herunder stoppesteder i landområde og på motorvej
6. Bus Rapid Transit (BRT).

Kapitel 6 indeholder en dybdegående gennemgang af BRT, herunder definition af konceptet (afsnit 6.1). De enkelte elementer af BRT gennemgås detaljeret, og det er hensigten, at kapitlet om BRT kan læses selvstændigt. Kapitlet er derfor mere omfangsrigt end de øvrige kapitler. Overlap mellem traditionelle busløsninger og BRT systemer er beskrevet løbende i håndbogen, og der er så vidt muligt henvist til relevante afsnit.

1.3 Håndbogens status. Forholdet til andre vejregler m.v.

Samtlige anvisninger i denne håndbog har status som vejledning. Nogle anvisninger drejer sig om emner, der også er behandlet i:

- Vejregelserien Byernes Trafikarealer med tilhørende eksempler (seneste udgave).
- Vejregelhåndbogen "Sidearealer i åbent land", 2015.
- Vejregelhåndbogen "Trafikterminaler", 2014.
- Vejregelhåndbogen "Færdselsarealer for Alle, Håndbog i tilgængelighed", 2013.
- Vejregelhåndbogen "Vejsignaler", 2013.
- "Bump og busser", udgivet af HUR i august 2005.
- "Bussen på vej", ny udgave fra MOVIA 2010.
- "Bussen holder", ny udgave fra MOVIA 2013.

Hvor der i denne håndbog henvises til andre vejregelhåndbøger, benævnes disse konsekvent: Håndbogen + ”Titel” (fx håndbogen ”Vejsignaler”).

Flere steder i kapitlet om BRT henvises til Vejreglernes håndbøger for letbaner:

- Letbaner på strækninger
- Standsningssteder for letbaner
- Udformning og regulering af letbaner i vejkryds
- Vejsignaler, tillæg om trafiksignalregulering af letbaner

Letbanehåndbøgerne er sendt i offentlig høring i foråret 2016.

1.4 Ændringer i denne udgave

Generelt er en række afsnit opdateret i forhold til udgaven fra 2012. Herudover er tilføjet et nyt afsnit om Bus Rapid Transit (BRT).

Nedenfor er anført de vigtigste ændringer.

1.3 Afsnit opdateret med enkelte nye publikationer.

2.2 Afsnit opdateret med arealbehov for 12,7 m, 13,7 m og 15 m-busser.

3.5 Fordele og ulemper i forhold til busdrift og bussluser med sporviddebegrænsning er tilføjet.

6 Nyt afsnit som beskriver Bus Rapid Transit, herunder Definition, Anvendelse og linjeføring, Identitet og bymiljø, Udformning, Stoppesteder/højklassede ’stationer’ samt Trafikinformation og Trafiksikkerhed.

2 FORUDSÆTNINGER

Formålet med denne vejregel er at bidrage til en udformning af trafiknet og infrastruktur, der kan forbedre forholdene for passagererne i den kollektive trafik, og samtidig bidrage til et bedre arbejdsmiljø for chaufførerne. Dette gælder både selve rejsen med bus og forholdene omkring på- og afstigning.

Samtidig er der lagt vægt på, at forholdene for de øvrige trafikantgrupper ikke forringes i unødig grad, herunder specielt at trafiksikkerheden ikke forringes.

Dette kapitel gennemgår en række forhold, der indgår som forudsætninger for resten af håndbogen. Der er tale om:

- Forhold for passagererne
- Bussernes dimensioner og arealbehov
- Konsekvenser ved brug af håndbogen.

2.1 Passagerernes forhold

For passagererne er det relevant at forbedre forhold vedrørende rejsetid, trafiksikkerhed og komfort, der alle tre beskrives nøjere i de næste afsnit.

2.1.1 Rejsetid

Det er et meget væsentligt mål at formindske passagerernes rejsetid. Rejsetiden kan opdeles i:

- Transporttid til stoppested
- Ventetid ved stoppested
- Køretid med kollektiv trafik
- Ventetid ved eventuel omstigning
- Transporttid til bestemmelsessted
- Skjult ventetid.

Ved *transporttid til stoppested* forstås den tid, der bruges på transport til eller fra stoppestedet. Den bør indgå i planlægningen af det kollektive trafiksystem, blandt andet ved valg af linjeføring og stoppestedstæthed.

Ventetiden påvirkes ligeledes gennem planlægningen af det kollektive trafiksystem. Det er specielt frekvensen og koordinationen mellem de enkelte buslinjer, der har betydning for ventetidens længde. Det skal bemærkes, at den trafikale udformning af terminaler og placering af omstigningsstoppesteder i forhold til hinanden også har indflydelse på, hvor langt passagererne skal gå og herved også har indflydelse på den samlede rejsetid.

Ved *skjult ventetid* forstås den spildtid, der skyldes, at bussernes ankomst- og afgangstider ikke er afpassede efter den enkeltes behov. Den kollektive trafik kører med et fast tidsinterval mellem afgangene, mens passagerernes rejsebehov opstår uafhængigt heraf. Den samlede ventetid vil med et jævnt opstået rejsebehov i gennemsnit udgøre halvdelen af tidsintervallet mellem to afgange. Den samlede ventetid opdeles i ventetid og skjult ventetid, som beskrevet i ”Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet”, Transportministeriet, marts 2015.

Ved fastlæggelsen af *køretiden* er det vigtigt, at køreplanlæggerne tager højde for vejens hastighedsklasse og fremkommelighed for hver enkelt delstrækning af linjeføringen, således at køreplanerne bliver realistiske, og chaufførerne kan have et ordentligt arbejdsmiljø. Fremkommeligheden afhænger af forhold som vejstandard, signalregulering, føret og trafiktæthed, men også antallet af stoppesteder og særlige krav til deres placering samt passagermængden kan have en væsentlig betydning.

Den nuværende udformning af byernes vejnet forlænger ofte bussens køretid på grund af ringe fremkommelighed for busser. En omfordeling af de vejarealer, der er til rådighed for forskellige trafikantgrupper eller ændringer i udformningen af vejnettet, kan derfor indebære en betydelig prioritering af bussens fremkommelighed og derved bevirke en nedsættelse af bussens køretid.

Hvis man ønsker at nedsætte rejsetiden, er det væsentligt at prioritere bussens fremkommelighed, uden at den samlede rejsetid for alle trafikanter under ét øges væsentligt. Ved busprioritering i byområder kan det dog være et mål, at fremkommeligheden for biltrafikken forringes, som et led i en samlet trafikpolitik.

Man skal være opmærksom på, at de enkelte elementer i rejsetid kan være i indbyrdes modstrid. Hvis man fx reducerer transporttiden til og fra stoppestedet gennem øget stoppestedstæthed, bliver konsekvensen en forøgelse af køretiden med bussen.

2.1.2 Trafiksikkerhed for passagererne

Et andet hovedmål er at øge buspassagerernes trafiksikkerhed, uden at trafiksikkerheden for de øvrige trafikanter forringes.

Det detaljerede kendskab til de faktorer, der påvirker trafiksikkerheden er begrænset, når det drejer sig om bustrafik. På basis af erfaringer og sund fornuft er der i denne vejregel fokus på følgende forhold med henblik på at forbedre trafiksikkerheden for passagererne i den kollektive bustrafik:

- Kollision mellem bus og andre køretøjer. Vejnettet må udformes, så risikoen for kollision mellem kørende gøres mindst mulig.
- Bussen må sikres et roligt kørselsforløb. Mange og pludselige opbremsninger, accelerationer og sving bør undgås for at hindre skade på passagerer ved fald i bussen.
- Stoppesteder må søges udformet, så ind- og udstigning kan foregå trafiksikkert. Specielt skal man være opmærksom på konfliktsituationerne mellem de forskellige trafikantgrupper.
- Gennem planlægning og udformning af busnettet må der tilstræbes en trafiksikker adgang til stoppesteder.
- Konflikter mellem cyklister og buspassagerer.

Ved gennemførelse af konkrete forbedringsforslag vil det endvidere være nyttigt at kende det eksisterende uheldsmønster for herigennem at få oplysning om eventuelle trafiksikkerhedsmæssige problemer.

2.1.3 Komfort

Begrebet komfort kan opfattes forskelligt af de enkelte passagerer, men alligevel kan der udpeges en række forhold, som generelt har betydning for komforten. Der skelnes mellem komforten under selve kørslen og komforten ved stoppesteder og terminaler.

Under selve kørslen vil formålet primært være at sikre, at de foreslåede foranstaltninger fremmer muligheden for at foretage en rolig og glidende kørsel. Pludselige ryk ved kørsel til og fra stoppested eller ved forhindringer i trafikken må søges undgået.

Ved stoppesteder og terminaler vil formålet være at sørge for tilfredsstillende forhold for ventende og skiftende passagerer. Dette kan fx omfatte etablering af læskærme, tilfredsstillende information om busafgange mv. Samtidig er det af betydning, at skift mellem transportmidler kan ske let og ugeneret, fx gennem overdækning af gangarealer og hensigtsmæssig placering af stoppesteder.

Der bør endvidere lægges vægt på at give læskærme, skilte og anden møblering ved busstoppesteder en visuel identitet. Dette kan gøre det lettere for ikke stedkendte rejsende at finde stoppestederne og orientere sig om rejsemuligheder.

Lavgulvsbusser øger tilgængeligheden ved af- og påstigning samt tilgængeligheden inde i bussen under kørsel. Lavgulvsbusser har dog ringe kørekomfort og er derfor mindre egnede på ruter, hvor passagerne kører langt.

2.2 Bussernes dimensioner og arealbehov

2.2.1 Arealbehov og kørekurver.

I håndbogen ”Grundlag for udformning af trafikarealer” er der vist længdesnit for 12 m bus, 13,7 m bus og 15 m bus.

Desuden omtales, at udformningen af bussers undervogn stiller særlige krav til vejes længdeprofil – herunder omtales betydningen af bump.

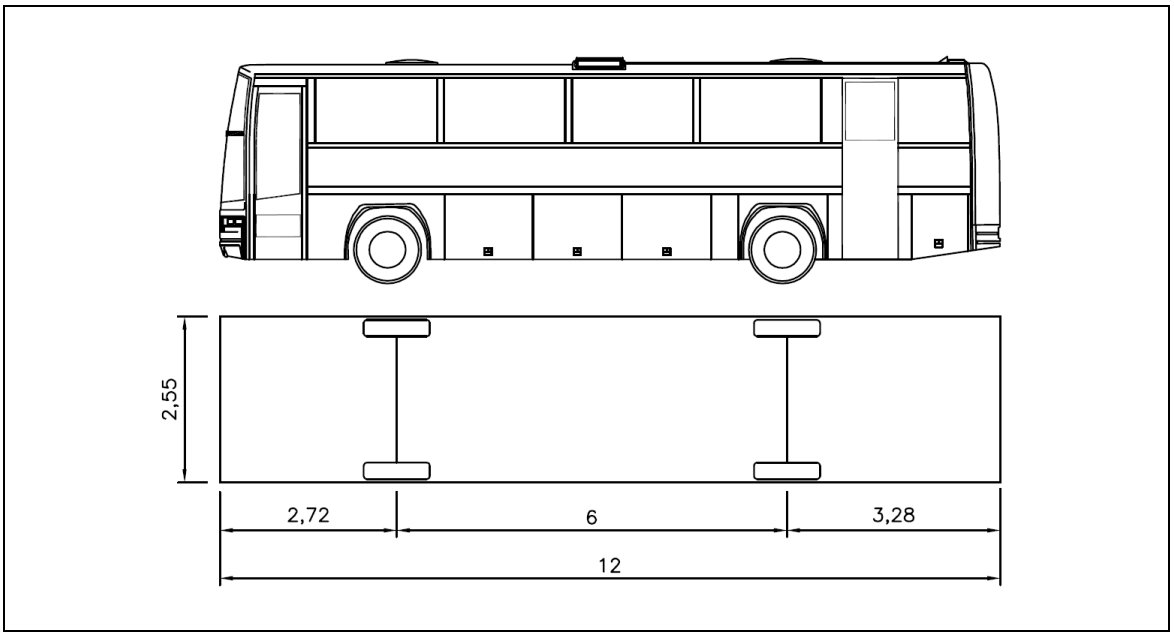
For at sikre den rette dimensionering af de enkelte foranstaltninger er det nødvendigt at kende dimensioner og arealbehov for busser. Figur 2.1 viser målene for typekøretøjet BUS 12 i vejreglerne.

Arealbehovskurver findes på vejregler.lovportaler.dk. For en ledbus kan anvendes arealbehovskurverne for 12 m bussen, idet der dog til arealbehovet for standardbussens bageste venstre hjørne skal tillægges en breddeforøgelse på 0,5 m. Denne breddeforøgelse skyldes anhængerens kontradrejning. Det ekstra arealbehov for ledbussen skal man være særligt opmærksom på ved placering af faste genstande ved fx busstoppesteder og heller.

Det skal bemærkes, at rutekørsel med busser, der er længere end 12 m kræver forudgående tilladelse fra vejbestyrelsen jf. Bekendtgørelse om køretøjers største bredde, længde, højde, vægt og akseltryk (BEK nr. 577 af 06/06/2011), også kaldet ’dimensionsbekendtgørelsen’. Jf. § 8 Stk. 4 må en ledbus ikke have en længde, der overstiger 18,75 m. Kørsel med fx treleddede busser over 18,75 m på udvalgte strækninger, forudsætter en ændring af – eller dispensation fra - den gældende bestemmelse i dimensionsbekendtgørelsen samt tilladelse fra de lokale vejbestyrelser.

De forskellige tabeller i denne håndbog angiver dimensioner, der passer til en standardbus på hhv. 12 og 12,7 meter, en 13,7 meter bus og en 15 meter bus med aktiv medstyrende bagaksel og en ledbus på 18 meter.

Ved stoppesteder kræver ledbussen naturligvis mere plads end standardbussen i længderetningen, mens 15 m bussen er mest pladskrævende i tværretningen på grund af det store bagendeudsving på op til 1,4 meter.



Figur 2.1 Dimensioner for typekøretøjet BUS 12. Bemærk at bussens bredde inkl. sidespejle er ca. 3,00 – 3,10 m, men busser med bredde helt op til 3,40 meters bredde inkl. spejludhæng kan forekomme. Sidespejlene rager ca. 0,27 – 0,30 m ud fra karrosseriet, der dog ikke nødvendigvis er 2,55 m bredt, der hvor spejlene er sat fast. Afstanden mellem dækkenes ydersider er ca. 2,5 m ved bagakslen og ca. 2,35 – 2,40 ved forakslen.

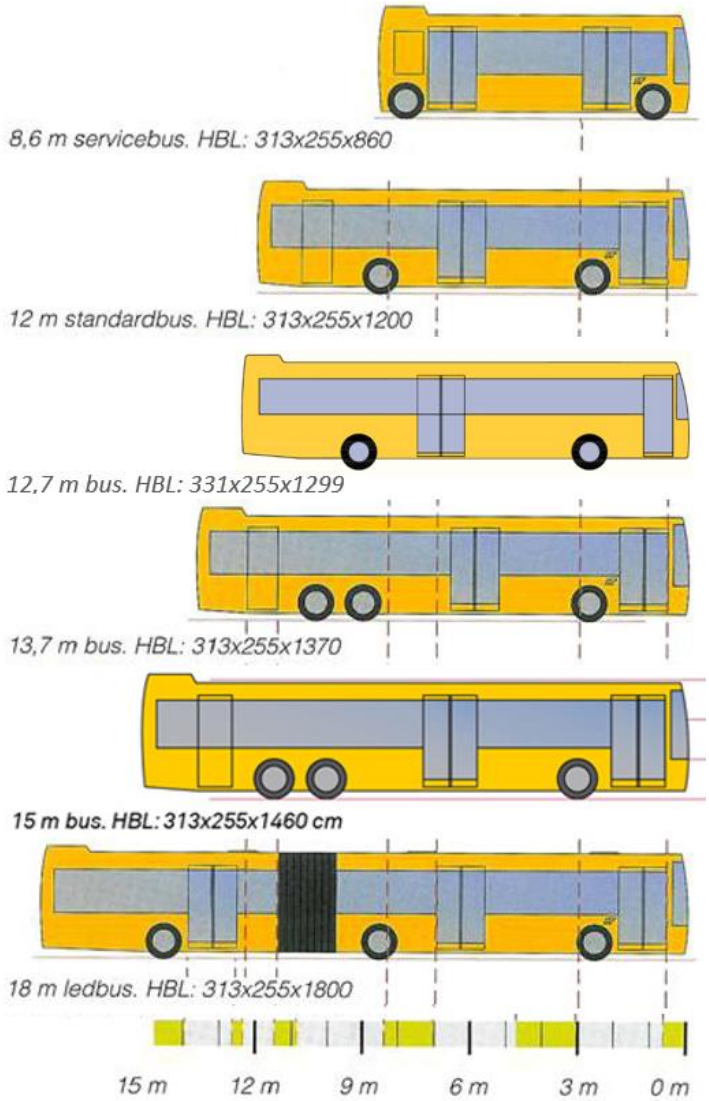
13,7 m bussen er meget hyppig i drift, hvorfor denne bustype som minimum bør anvendes som grundlag for dimensionering af stoppesteder i normalsituationerne. Herudover bør der tages udgangspunkt i det busmateriel, der faktisk anvendes på de berørte buslinjer. I det omfang, det er muligt, kan der planlægges efter 15 m busser. Erfaringer fra Århus viser, at 15 m busser kan anvendes i relativt tætte byrum på trods af bussernes store bagendeudsving. Der anvendes også service- og minibusser i den faste rutekørsel, men på grund af deres begrænsede anvendelse og fordi deres behov stort set dækkes af de ovennævnte bustyper, er der ikke angivet særlige dimensioneringsparametre for de øvrige viste bustyper på figur 2.2.

Pt. er treleddede busser på 24 meter ikke typegodkendt i Danmark og der kræves derfor særlig dispensation for at anvende disse bustyper. Typegodkendelser af køretøjer varetages af Færdselsstyrelsen, og der henvises til styrelsens hjemmeside for nærmere beskrivelse og vejledning ift. procedure, mv.

2.2.2 Dørplacering m.v.

I håndbogen ”Grundlag for udformning af trafikarealer” er ud over bussernes dimensioner også angivet dørplacering.

Figur 2.2 på næste side viser eksempler på dimensioner, herunder dørplacering, for et repræsentativt udvalg af forskellige bustyper i den kollektive bustrafik i Danmark. Der henvises desuden til dimensionsbekendtgørelsen.



Figur 2.2 Eksempler på dimensioner for forskellige bustyper i bustrafikken i Danmark. Der forekommer mange andre typer og mål.

2.2.3 Bagendeudsving

I håndbogen ”Trafikterminaler” er anført følgende:

"Det kræver mindst plads at få den bageste del af bussernes karrosseri tæt til kantstenen, hvis anlægget er designet, således at chaufføren med lav hastighed og agtpågivenhed kan lade bussens forende bevæge sig ind over fodgængerarealet i begyndelsen af tilkørslen til en holdeplads. Denne løsning forudsætter imidlertid, at der er tale om et område, hvor fodgængerne ikke naturligt opholder sig. Der kan fx være tale om de fjerneste ender af busheller, hvor placeringen af inventar (læskærme, bænke og stoppestedsstandere) tilskynder passagererne til at stå på den sikre del af arealet.

Arealbehovskurverne giver her mulighed for at vurdere, hvor svingning ind over fodgængerarealer foregår, og der bør tages stilling til, om det vurderes at være sikkerhedsmæssigt forsvarligt i forhold

til fodgængerne, ligesom der under alle omstændigheder skal tages hensyn ved placering af stoppestedsstandere, læskærme og andet fast udstyr ved holdepladserne.

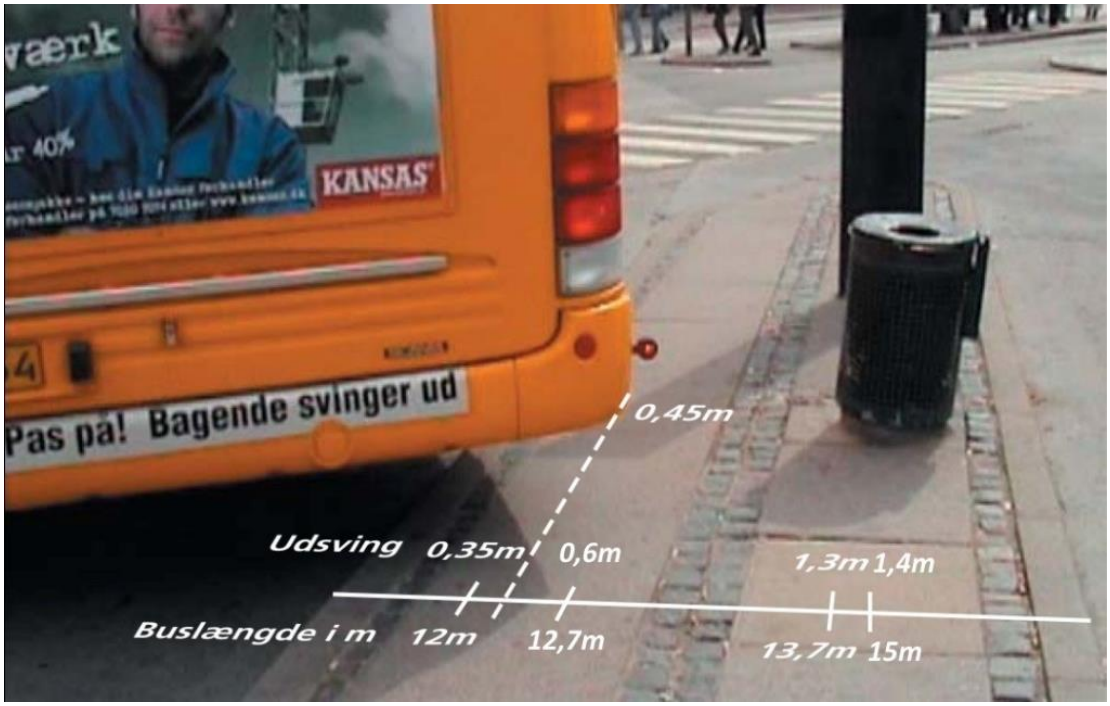
Selvom dimensionerne i kapitel 8 i håndbogen ”Trafikterminaler” overvejende er baseret på kørselsforsøg, bør man være varsom med at benytte dimensionerne lige til grænsen. Dette gælder specielt i tilfælde, hvor busserne skal foretage flere sammensatte bevægelser inden for korte afstande.

Fx kan det være problematisk med tilfælde, hvor busserne skal foretage en 90 eller 180 graders svingmanøvre, og umiddelbart herefter skal køre ind til en holdeplads foran en allerede holdende bus i en længdeopstilling (S-manøvre).

Den modsatte situation, hvor en bus skal svinge ud bag fra en holdende bus og foretage 90° eller 180° sving kræver også overvejelser. I sådanne tilfælde kan der overvejes et sikkerhedstillæg på de mest kritiske steder, eller alternativt foretages en prøvekørsel.

Ved udformning af holdepladser skal der tages hensyn til, at bussernes karosseri kan svinge ind over de tilstødende arealer. Der er gjort nærmere rede herfor i Håndbogen ”Trafikterminaler”. Det skal bemærkes, at især 13,7 og 15 m busser har relativt store bagendeudsving. Fx kan 13,7 m bussens bagende i nogle tilfælde svinge 1,3 m ind over fortov ved maksimalt udsving fra kantsten (som illustreret på figur 2.3), mens 15 m bussen har et maksimalt bagendeudsving på op til 1,4 m

Bagendeudslaget bliver relativt mindre, jo mere plads bussen har i længderetningen til at foretage frakørsel. Dimensionerne for stoppesteder i kapitel 5 er bl.a. angivet under hensyntagen til dette.



Figur 2.3 Illustration af, hvor meget hhv. 12 m, 12,7 m, 13,7 m og 15 m busser svinger ind over fortov med bagenden ved maksimalt udsving fra kantsten i forbindelse med udkørsel fra stoppested (den viste 13,7 m bus svinger ikke maksimalt ud ved manøvren på billedet). Det maksimale udsving optræder i situationer, hvor bussen holder stille, drejer hjulene maksimalt og derefter kører.

2.2.4 Bussernes højde

Bussers højde varierer og er normalt mellem 3,00 m og 3,65 m. Det anbefales, at der tilstræbes en frihøjde på minimum 4,00 m.

Dobbeltdækkerbusser må ikke overstige den normale maksimalt tilladte højde på 4,0 m. Dobbeltdækkerbusser benyttes meget sjældent til almindelig rutekørsel. Erfaringer viser, at det er svært at udnytte passagerkapaciteten i dobbeltdækkerbusserne, da passagerne ikke ønsker at benytte trappen. Endvidere bruger busserne længere tid ved stoppestederne, som følge af at afstigning fra 1. sal sker via trappe.

Ved fastlæggelse af den nødvendige frie højde over kørebanen, må der ud over de ovennævnte højder regnes med et tillæg for belægningsfornyelse, ujævnhed og sne på 20 cm.

2.3 Konsekvenser

Gennemførelse af vej- og trafiktekniske tiltag for bustrafikken kan have en række konsekvenser for trafikanterne, omgivelserne og berørte myndigheder. Derfor er det vigtigt, at man er klar over de væsentligste konsekvenser, inden et tiltag gennemføres.

2.3.1 Økonomi

Et vigtigt område er her de direkte økonomiske konsekvenser for berørte drifts- og anlægsmyndigheder. Her tænkes specielt på anlægs- og vedligeholdelsesudgifter sammenholdt med eventuelle ændrede driftsudgifter for kommuner og regioner, der bestiller buskørslen. Det er dog ikke muligt at opstille en generel økonomimodel til beregning af de forskellige tiltags rentabilitet, bl.a. fordi en sådan model vil rumme for mange usikkerhedsmomenter.

For eksempel er den økonomiske gevinst ved en opnået køretidsnedsættelse i høj grad afhængig af, hvad køretidsnedsættelsen bruges til. Hvis der opnås en reduktion i forbruget af chauffør- og bustimer, er der udsigt til væsentlige driftsbesparelser. Hvis køretidsnedsættelsen konverteres til øget terminalophold eller linjeforlængelse, bliver der stort set ingen driftsbesparelser.

2.3.2 Tidsforbrug og trafiksikkerhed for øvrige trafikanter

Et andet vigtigt område udgør konsekvenserne for de øvrige trafikanter, fx eventuelle ændringer i tidsforbrug og uheldsrisiko. Heller ikke her findes en generel model.

Derimod kan det anbefales, at der foretages skøn over forventede ændringer i tidsforbruget for de forskellige trafikantgrupper ved anlæg af konkrete tiltag. Bl.a. er det vigtigt at klarlægge, om der er trafikanter, som påføres øget tidsforbrug, og om dette er acceptabelt. Tilsvarende er det vigtigt at gøre sig klart, om et tiltag bidrager til øget trafiksikkerhed det pågældende sted og ikke rummer risiko for en stigning i uheldstallet.

Nogle tiltag til at forbedre bussernes fremkommelighed, giver risiko for forøgelse af visse uheldstyper. Eksempelvis kan nævnes ligeudkørende busser i højresvingsbaner, busbaner på strækninger med mange krydsende fodgængere, modstrømsbusbaner i ensrettede gader osv. En hurtigkørende bus i en busbane kan nemt undgå de øvrige trafikanters opmærksomhed, og en konfliktsituation kan pludselig opstå. Fodgængere der træder ud i busbanen for at krydse vejen, venstresvingende i kryds, hvor busser kører ligeud i højresvingsbanen, etc.

Tiltag, der forbedrer bussernes fremkommelighed kan imidlertid også have en positiv indflydelse på trafiksikkerheden. Eksempelvis kan indførelse af busbane begrænse den øvrige trafiks vejareal, hvorved kapaciteten og hastigheden nedsættes samtidig med, at mulighederne for overhaling og vognbaneskift fjernes. Ligeledes reduceres antallet af kantstensparkeringspladser ofte ved indførelse af busbaner, hvilket i sig selv også medfører en forbedret sikkerhed. Bl.a. ved at oversigtsforholdene fra sideveje kan forbedres, risikoen for bagendekollisioner mellem parkerede biler og ligeudkørende reduceres, ligesom uheld med udstigende bilpassagerer og åbne bildøre reduceres.

Samlet vurderes derfor at fremkommelighedstiltagene for busser totalt set har flere positive end negative effekter på trafiksikkerheden. Naturligvis skal man alligevel tilstræbe at gennemføre de enkelte projekter, så trafiksikre som muligt.

2.3.3 Miljøhensyn

Endelig kan det anbefales, at der tages stilling til trafikanlæggenes og buslinjernes påvirkning af det omgivende miljø.

Det kan være nødvendigt at foretage en interesseafvejning mellem på den ene side de kollektive trafikanters tilgængelighed til boliger, butikker og arbejdspladser, og på den anden side hensynet til bymiljøet.

I bevaringsværdige bymiljøer bør man undgå visuel ødelæggelse af byens rum og belastning af boliger og indkøbsstrøg med støj, luftforurening og rystelser.

3 FYSISK UDFORMNING

3.1 Indledning

Afsnittet om fysisk udformning omhandler to principielt forskellige typer løsninger:

- Løsninger som fremmer bussens fremkommelighed, fx ved at lade den køre, hvor andre trafikanter ikke kan komme.
- Løsninger, som principielt er til gene for bussen, men som alligevel som resultat af en samlet afvejning alligevel kan være nødvendige. I disse tilfælde er udfordringen at udforme løsningen, så bussen hindres så lidt som muligt.

Endelig beskrives kort nogle generelle geometriske forhold, som er væsentlige at kende, når man projekterer veje, hvor der skal køre bustrafik.

3.1.1 Busfremkommelighedsløsninger

Busfremkommelighedsløsninger, er fysiske løsninger, der giver bussen en fordel, fx ved at skabe mulighed for at den kan køre uden om en kø eller giver den en smutvej i vejsystemet. Eksempler på busfremkommelighedsløsninger er følgende:

- Busbaner
- Busveje
- Bussluser
- Særligt tracé (BRT).

3.1.2 Løsninger, der giver problemer for bussens fremkommelighed

Løsninger, der kan give problemer for bussens fremkommelighed, er følgende:

- Fartdæmpning (afhængig af udformning)
- Busser i sive- og gågader.

3.2 Busbaner, busveje og bussluser

Busbaner, busveje og bussluser er løsninger, hvor der på en bestemt vejstrækning ændres på arealfordelingen til bussens fordel.

Hvor der er tale om ændringer af eksisterende vejforhold, er det fælles for disse tiltag, at de kan påvirke trafikmønstret væsentligt. Derfor bør der altid gennemføres en forundersøgelse, hvor også andre løsninger overvejes.

Anlæg af busbaner - og i et vist omfang også busveje - foretages ofte samtidig med gennemførelse af signalregulerende tiltag i tilstødende kryds. Tiltagene kan være nødvendige af afviklingsmæssige eller trafiksikkerhedsmæssige grunde. De kan også anvendes for at prioritere bussen yderligere. Signalanlæg med busprioriterende funktioner omtales i kapitel 4 og i håndbogen ”Vejsignaler”.

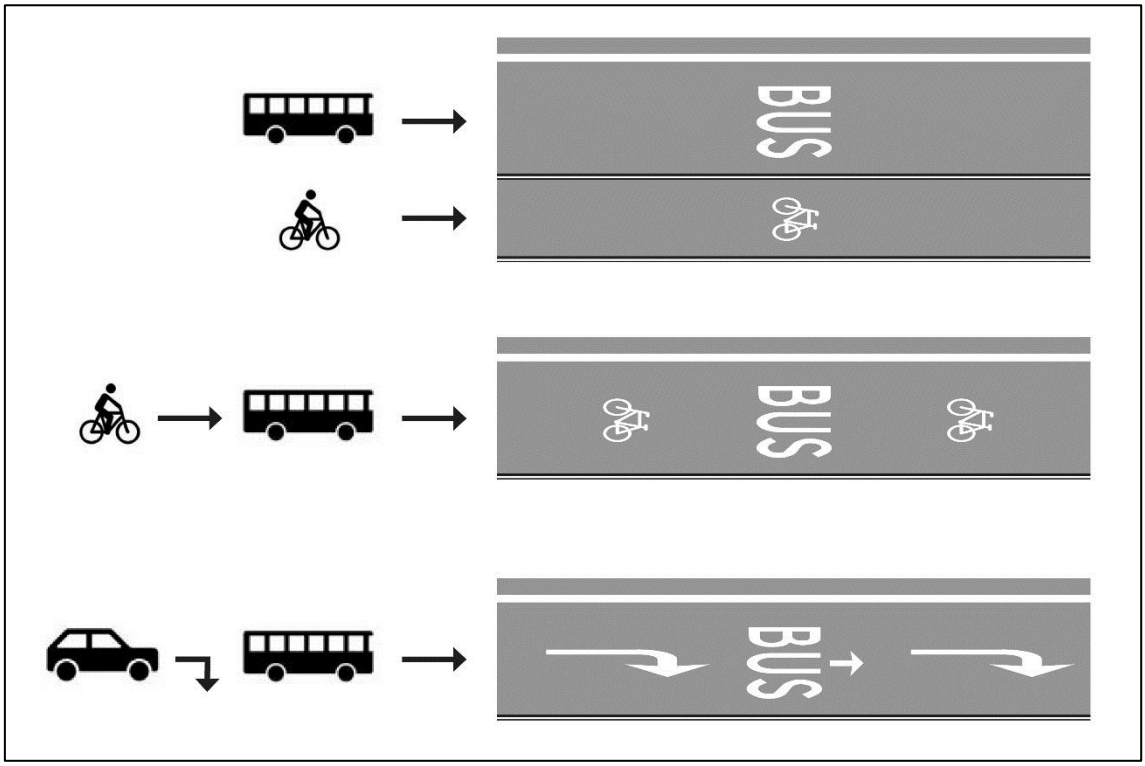
I de følgende afsnit gennemgås kun udformningsforslag for busbaner og busveje, og det vises, hvordan bussluser kan etableres. I afsnit 6 beskrives, hvordan de forskellige tiltag kan kombineres og anvendes i BRT løsninger.

3.3 Busbaner

3.3.1 Definition

Ved en busbane forstås en vognbane forbeholdt busser i rutekørsel. Når busbaner er placeret til højre for den medkørende trafik på veje uden cykelstier, skal de også benyttes af cyklister og førere af små knallerter.

Bekendtgørelse om vejafmærkning (BEK 802 af 04/07/2012), §57:
V 42 Bussymbol
Teksten "BUS" i en bane, der er afgrænset af den i § 51 nævnte *Q 46 Ubrudt kantlinje* eller *Q 44 Dobbelt spærrelinje*, angiver, at banen kun må benyttes af busser i rutekørsel, jf. dog nedenfor vedrørende *V 44 Taxisymbol*.
Busser i rutekørsel er specificeret i Lov om trafikselskaber. Såfremt en given buskørsel eksempelvis handikapkørsel er omfattet af definitionen i lov om trafikselskaber kan busbanerne således benyttes af køretøjet.
Symbolet angiver, at bussen kan vælge at benytte banen. Cyklister og førere af lille knallert skal dog benytte busbane, der ligger til højre i færdselsretningen, jf. færdselslovens § 49, stk. 2, og § 51, stk. 2.
Bussymbolet kombineret med en pil kan forekomme i en svingbane. Dette angiver, at bussen må køre i den viste retning.
Kilde: Bekendtgørelse om vejafmærkning (BEK 802 af 04/07/2012)



Figur 3.1. Eksempler på anvendelse af bussymbol.
Busbane, hvor der er cykelsti
Busbane, hvor der ikke er cykelsti
Kombineret ligeud-busbane og højresvingsbane.

3.3.2 Anvendelseskriterier

Formålet med at anlægge busbaner er primært at øge bussernes rejsehastighed og regularitet for herigennem at forbedre serviceniveauet for bussens passagerer og den kollektive trafiks konkurrenceevne og driftseffektivitet.

Busbaner kan være relevante at anlægge i følgende situationer:

- Hvor bustrafikken har væsentlige forsinkelser, som følge af kødannelser i trafikken på grund af generelle fremkommelighedsproblemer.
- Hvor det ønskes at forøge bustrafikkens rejsehastighed (dette vil typisk tillige kræve signalprioritering for bustrafikken).
- Hvor bustrafikken har en tilstrækkelig tæthed til, at det er relevant at prioritere regulariteten i afviklingen højt i forhold til den øvrige trafik.
- På væsentlige nøglestrækninger for enkelte højtprioriterede buslinjer, selv om der måtte være en mindre tæthed i bustrafikken.
- På strækninger, hvor anlæg af busbaner kan bidrage til en hastighedsdæmpning ved indskrænkning af bilernes kørearеal. Herved kan i nogle tilfælde opnås en miljøforbedring samtidig med en prioritering af bustrafikken.
- På strækninger, hvor man ønsker at begrænse omfanget af gennemkørende trafik ved at nedsætte vejens kapacitet samtidig med, at man vil opretholde en god tilgængelighed for den kollektive trafik.

Ved oprettelse af busbaner på eksisterende gader eller veje, ændres der væsentligt ved fordelingen af det gadeareal, som er til rådighed for de forskellige trafikantgrupper. Det må derfor på forhånd grundigt undersøges, om det pågældende anlæg er en tilfredsstillende løsning, eller om der er andre løsningsmuligheder. Fx kan forbedring gennem parkerings- og standsningsrestriktioner langs vejsiden være en tilstrækkelig løsning i nogle tilfælde.

Ved anlæggelse af busbaner bør følgende indgå i overvejelserne:

- Der bør være eller kunne etableres cykelsti eller cykelbane på strækninger, hvor busbanerne etableres.
- Det bør vurderes, om fordelene for busserne kan opveje ulemperne for den individuelle trafik og for af- og pålæsning.
- Der bør findes løsninger på, hvorledes af- og pålæsning fra godskøretøjer til forretninger og erhverv langs busbanen kan foregå.
- Hvis busbanen anvendes som trafikpolitisk virkemiddel ved at ændre fordelingen af gadearealet mellem trafikanterne i et område, bør dette ske i forbindelse med en samlet vurdering og planlægning af trafikken i det pågældende område.
- Hvis busbanen indgår som led i en større trafikregulering, må busbanen vurderes sammen med denne. Fx anlægges busbaner ofte i forbindelse med signalanlæg, hvori busfremkommelighed prioriteres, jævnfør i øvrigt omtalen heraf i kapitel 4 og i håndbogen ”Vejsignaler”.

Endelig skal man være opmærksom på, at en forøgelse af bussernes rejsehastighed i byområder kun er mulig op til et vist niveau. Dette skyldes, at busserne har hyppige stop ved stoppestederne, og at deres kørehastighed er begrænset til 50 km/h, med mindre andet er skiltet. Disse forhold indebærer, at busbaner normalt ikke vil kunne give mærkbare rejsetidsbesparelser i gader, hvor der ikke er nævneværdige afviklings- eller fremkommelighedsproblemer for den kørende trafik. Der gælder dog særlige forhold på strækninger med "grønne bølger".

3.3.3 Udformning og anvendelse

Busbaner kan på en vejstrækning anlægges enten som medstrøms- eller modstrømsbusbaner. I medstrømsbusbaner kører bussen i samme retning som den øvrige trafik. I modstrømsbusbaner kører bussen mod en i øvrigt ensrettet trafik. Samtidig kan busbaner på forskellig vis etableres i forbindelse med vejkryds.

Ved anlæg og afmærkning af busbaner skal afmærkningsbekendtgørelsen følges (se foran under 3.3.1 samt håndbøgerne med vejregler for afmærkning på kørebanen for uddybning af bekendtgørelsen samt eksempler på afmærkning). Herigennem sikres, at banen kun må benyttes af busser i fast rutekørsel, og i visse tilfælde af cykler og små knallerter.

3.3.4 Medstrømsbusbaner

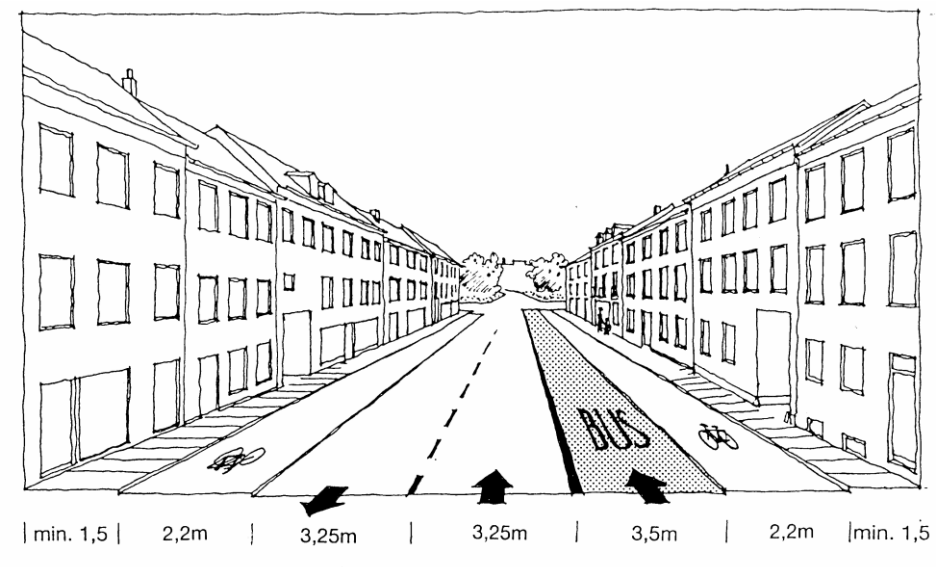
Medstrømsbusbaner kan placeres forskellige steder på kørebanen.

Dog bør der generelt vælges en placering enten helt til højre på kørebanen eller i kørebanens midte. Hvilken af de to placeringer, der bør benyttes, afhænger af de konkrete vejforhold. Specielt vil til- og frakørselsforhold for bussen i busbanens ender være afgørende for den valgte placering. I figur 3.2 og 3.3 er vist de to placeringer af busbaner.

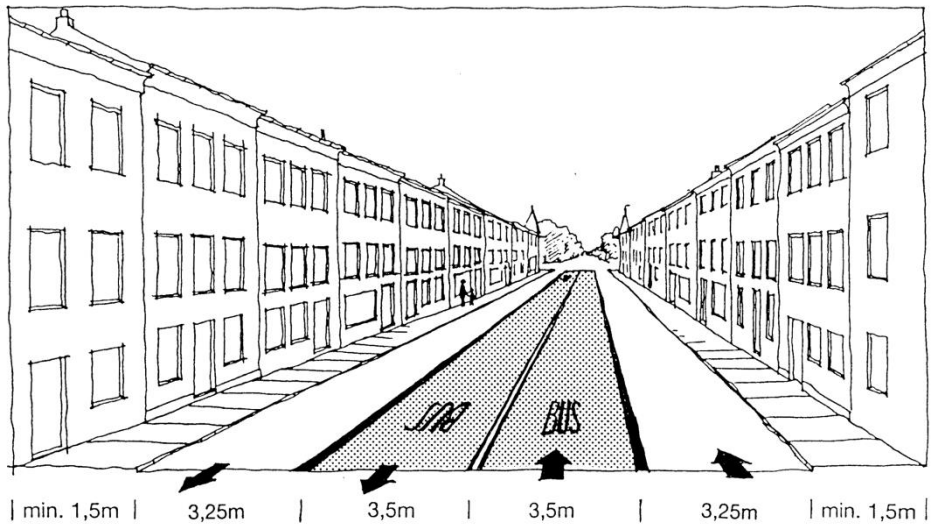
De forskellige placeringer indebærer både fordele og ulemper:

- Ved placering af busbane i højre side af kørebanen kan der opstå forstyrrelser fra ulovligt parkerede køretøjer og fra cykeltrafik, hvis der ikke er cykelsti.
- Busbane i højre side af kørebanen indskrænker parkeringsmulighederne og dermed adgangen til ejendomme i denne vejside. Dog kan der eksempelvis skiltes med, at af- og pålæsning er tilladt fx udenfor myldretiderne. Erfaringer viser, at tidsrestriktioner i busbaner sjældent respekteres, og at der dermed ikke opnås den planlagte fremkommelighedsgevinst.
- Placering i højre vejside kræver relativt større bredde på busbanen, fordi busserne ikke bør køre over dæksler og nedløbsbrønde af hensyn til slitage på både vej og busser samt kørselskomforten. På strækninger uden cykelsti er denne relativt større bredde også vigtig af trafiksikkerhedshensyn, idet cykler og små knallerter typisk vil køre udenfor nedløbsbrøndene.
- Busbanernes placering i højre vejside bevirker mindst mulig forstyrrelse af det eksisterende trafikafviklingsmønster.
- Busbane i vejmidten bevirker, at passagerer skal krydse de øvrige vognbaner ved af- og påstigning ved et eventuelt stoppested med deraf følgende øget uheldsrisiko. Sådanne stoppesteder bør derfor altid placeres i kombination med sikrede krydsningsforanstaltninger fx signalregulerede kryds. Ved krydsninger i niveau bør fodgængerne tilskyndes til at benytte den autoriserede krydsning, ved at der opsættes rækværker både langs bushellen og de omkransende vejsider.
- Busbaner i vejmidten kan give bedre muligheder for indpasning af stoppesteder i nogle situationer. Det kan fx være på vejstrækninger med brede midterheller, hvor stoppesteder bedre kan placeres end i vejsiden, hvor der kan være problemer i forhold til cykeltrafik og parkering.
- For en busbane i vejmidten vil det være nødvendigt med ekstra plads til stoppestedsheller, hvis der skal etableres stoppesteder langs busbanen.
- Busbane placeret i vejmidten vanskeliggør venstresving for anden trafik end busser, med mindre venstresvinget afvikles i en separat signalfase (’bundet’ venstresving).

I forbindelse med BRT løsninger er busbaner i højre vejside mindre egnede, da det vanskeliggør hensigtsmæssig placering i forhold til cykelstier og kantstensparkering (se afsnit 6.4.1 og 0). For BRT løsninger er sidelagte busbaner derfor mest anvendelige på facadeløse strækninger uden parkering.

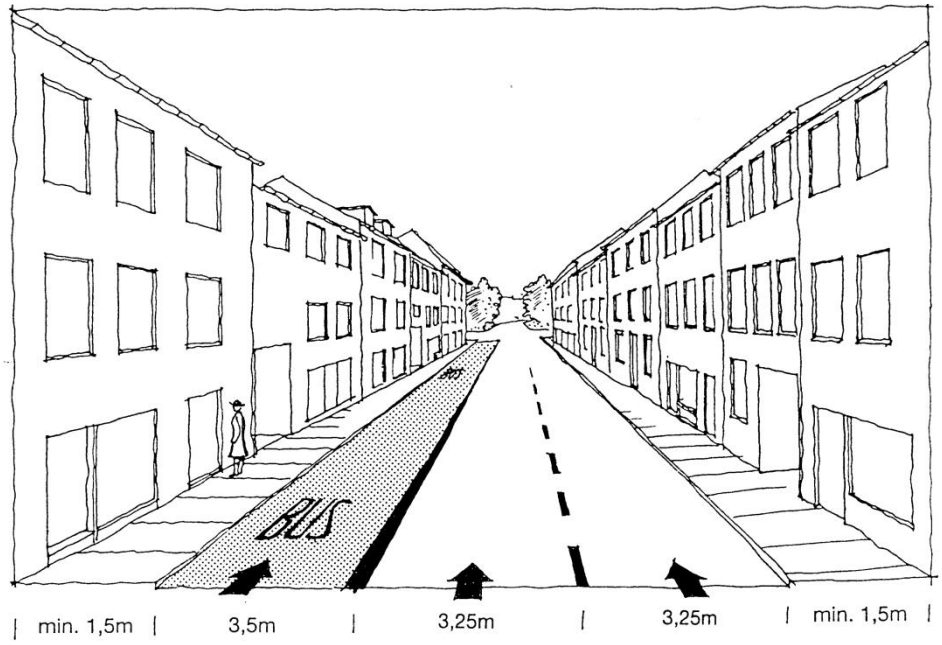


Figur 3.2. Medstrømsbusbane placeret til højre for medkørende trafik (med forslag til mål).



Figur 3.3. Medstrømsbusbaner placeret i kørebanens midte (med forslag til mål).

En tredje mulighed for placering af medstrømsbusbanen er helt til venstre for medkørende trafik i ensrettede gader. Ved valg af denne placering kan venstresving for bussen i kryds gøres lettere. Men placering i venstre vejside, som vist i figur 3.4, kan bevirke forstyrrelser forårsaget af ulovligt parkerede køretøjer. Placeringen nedsætter endvidere adgangen til ejendomme i denne vejside, nødvendiggør behov for areal til stoppestedsheller og bevirker, at af- og påstigende passagerer skal krydse enten busbanen eller de øvrige vognbaner. Denne løsning bør derfor kun vælges på kortere strækninger uden stoppesteder.



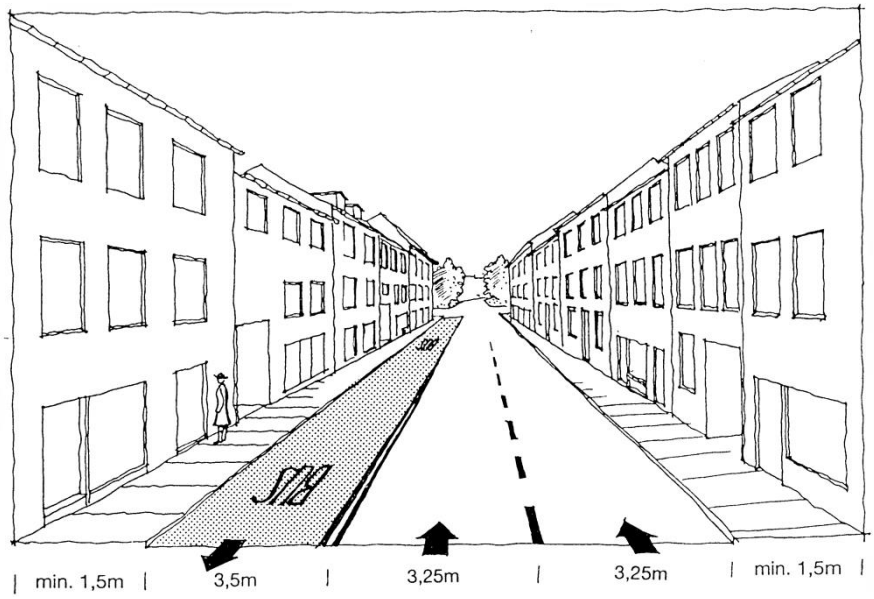
Figur 3.4. Medstrømsbusbane placeret til venstre for medkørende trafik i ensrettet gade (med forslag til mål).

3.3.5 Modstrømsbusbaner

Modstrømsbusbaner kan anvendes, hvor bussen som følge af ensretning ellers vil få en uhensigtsmæssig omvejskørsel. Teoretisk er flere forskellige placeringer på kørebanen mulig, men i praksis anvendes en placering til venstre for modkørende trafik, som vist i figur 3.5.

Benyttes den i figur 3.5. viste placering, synes modstrømsbusbaner ikke at give væsentligt større problemer end medstrømsbusbaner.

Fodgængere har dog en tilbøjelighed til at glemme (overse) bustrafikken. Uheldsrisikoen er særlig stor, hvis bredden af busbanen er minimeret, så busserne kører tættere på kørebanekanten, end man under normale trafikforhold er vant til. I sådanne tilfælde kan et hegn eller anden markering langs fortovskanten anbefales.



Figur 3.5. Modstrømsbusbane placeret til venstre for modkørende trafik (med forslag til mål).

3.3.6 Busbaner ved kryds

De største problemer ved anlæg af busbaner opstår i kryds samt ved afslutning af busbanen.

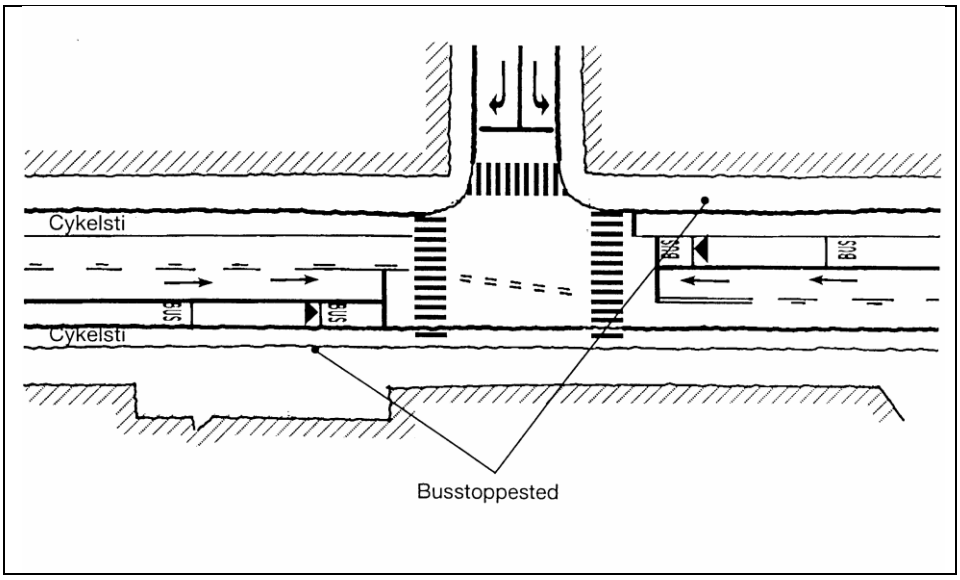
Det vil normalt være hensigtsmæssigt at afslutte busbanen i et signalreguleret kryds, fordi busserne udkørsel fra busbanen kan lettes signalteknisk. Eksempler på afslutning af busbaner i kryds er vist i kapitel 4.

På strækninger med snævre tværprofiler, eller hvor der er store problemer med at afvikle trafikken, kan det være en vanskelig trafikpolitisk prioritering at etablere busbaner over længere stræk i begge retninger, fordi bilernes fremkommelighed vil blive stærkt begrænset.

Her kan løsninger, hvor det sparsomme trafikareal anvendes til busbaner i skiftevis den ene og den anden retning, give busserne en stærkt forbedret fremkommelighed med en mere begrænset forringelse for den øvrige trafik.

Princippet er illustreret på figur 3.6. Såfremt dette princip yderligere kombineres med bussignaler ved krydsene, der giver busserne prioritet i signalreguleringerne, kan fremkommeligheden for busserne forbedres endnu mere jf. håndbogen ”Vejsignaler”.

Etablering af busbaner på snævre trafikarealer kan medføre kraftige restriktioner på parkering og varelevering, ligesom det kan være et problem at få plads til at afvikle trafikken i alle retninger i krydsene. Forbud mod højre- eller venstresving kan derfor blive specielt aktuelle i forbindelse med busbaner i snævre gaderum.



Figur 3.6. Skiftevis busbane i den ene og den anden vejside. Busstoppestederne er placeret ved signalanlæggenes stoplinjer. Der er bussignaler i signalreguleringerne, der giver busserne et forspring for biltrafikken.

3.3.7 Afmærkning og skiltning af busbaner

Afmærkning af busbaner fremgår af bekendtgørelserne om vejafmærkning (BEK nr. 801 og 802 04/07/2012), se under 3.3.1.

Medstrømsbusbaner afmærkes med en bred kantlinje, mens der ved modstrømsbusbaner skal anvendes dobbelt spærrelinje. Teksten "BUS" skal anføres i busbanen efter hver afbrydelse af kantlinje og i øvrigt med passende mellemrum.

Dette betyder, at medstrømsbusbaner afmærkes, som vist på figur 3.2-3.4. Hvor der ikke er cykelsti, vil der i medstrømsbusbaner i højre vejside således være cykler og små knallerter i busbanen. Man skal her være opmærksom på, at dette bevirker en reduceret fremkommelighed for bussen og stiller krav til større bredde af busbanen - alt afhængigt af størrelsen af trafikken med cykler eller små knallerter. Der må således anbefales anlæg af cykelsti, hvor dette er muligt.

Ud over busserne (og naturligvis udrykningskøretøjer) er det kun cykler og små knallerter, som i visse situationer kan benytte medstrømsbusbanen. Dog kan der i forbindelse med øvrige trafikanters svingning i kryds gives mulighed for, at de svingende trafikanter benytter en del af busbanen. Ligeledes kan busser i nogle tilfælde benytte svingbaner til ligeudkørsel eller svingning frem mod et stoppested, busbane eller signalanlæg.

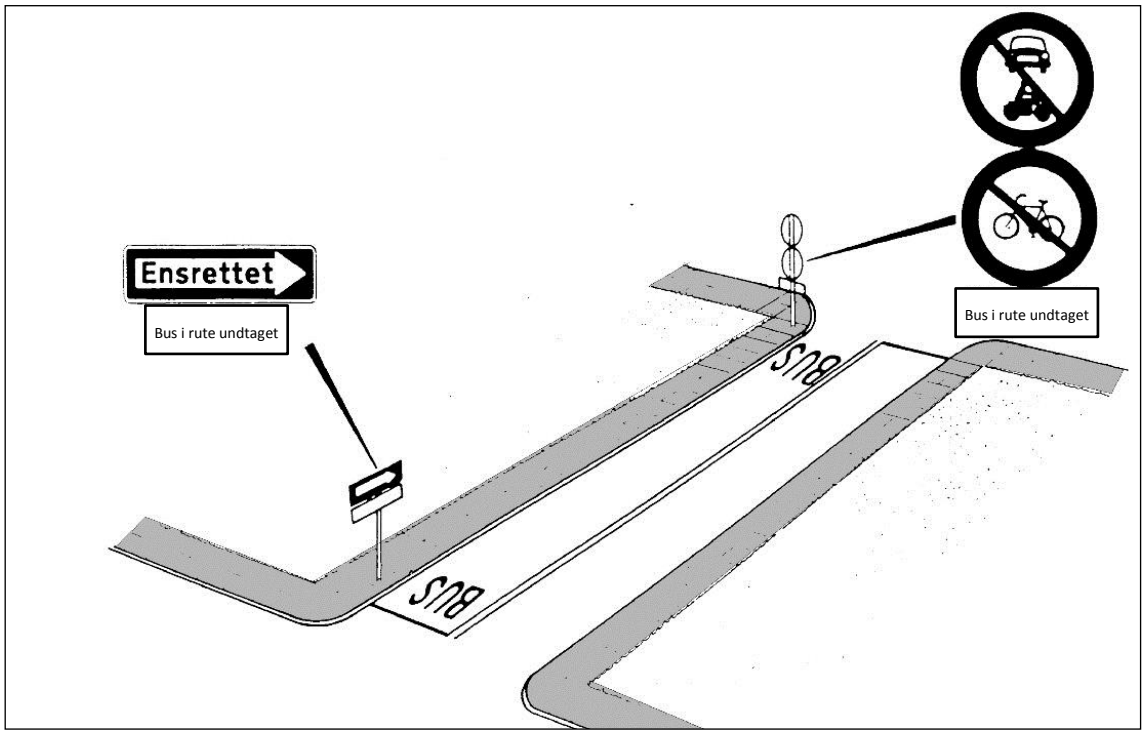
Dette afmærkes med V42 ”Bussymbol” i eksisterende højre- eller venstresvingsbaner sammen med en udgave af R11 ”Vognbanepil” for ligeudkørsel, der er reduceret i længden. Cykelstien bør være fremført til krydset i løsninger med højresvingsbaner.

Modstrømsbusbaner afmærkes som vist på figur 3.7. Udover afmærkning på kørebanen, er det også nødvendigt med den viste skiltning.

Hvis kørsel med cykel og lille knallert ønskes tilladt i modstrømsbusbane, skal forbudstavlen ”Cykel og lille knallert forbudt”, der er vist på figur 3.7, fjernes. Desuden skal underteksten til skiltet for

ensrettet færdsel suppleres med et cyklistsymbol, så man læser budskabet: ”Cyklister og modkørende busser”.

Endelig kan det bemærkes, at der i modstrømsbusbanerne ikke behøver at være skrevet "BUS" på kørebanen, idet den øvrige trafik er tilbageholdt ved hjælp af skiltning. Det anbefales dog at benytte teksten "BUS" på kørebanen med jævne mellemrum til vejledning af trafikanterne, og for at forebygge ulovlig parkering i busbanen.



Figur 3.7. Afmærkning af modstrømsbusbane.

3.3.8 Dimensionering af busbaner

For busbaner uden cykler eller små knallerter anbefales en bredde på 3,50 m. For medstrømsbusbaner kan en minimumsbredde på 3,00 m anvendes over korte afstande, hvor tværprofilet ikke giver mulighed for større bredde. I forbindelse med dimensioneringen skal man være opmærksom på, at dæksler og nedløbsbrønde kan kræve ekstra plads, fordi det af hensyn til slitage på busser og vej samt kørselskomfort ikke er hensigtsmæssigt, at busserne kører over nedløbsbrøndene. Dette gælder især i forhold til BRT løsninger (se afsnit 6.4.1).

For busbaner, hvor der forekommer trafik med cykler eller små knallerter, bør bredden være 4,50 m. Mindre bredder frarådes og bør kun benyttes over helt korte afstande, hvor større bredde ikke er mulig. Også ved busbaner med cykel- og knallerttrafik skal man være opmærksom på, at nedløbsbrønde reelt kræver større bredde af trafiksikkerhedshensyn, fordi cyklister og førere af små knallerter i realiteten oftest kører uden om disse og herved kommer længere ud i busbanen.

3.4 Busveje

3.4.1 Definition

En busvej er en vej forbeholdt bustrafik. Busveje kan inddeles i tre typer:

- Busveje opstået ved lukning af en vejstrækning for den øvrige trafik
- Busveje anlagt som ny vejstrækning kun for busser
- Busveje i et sammenhængende og selvstændigt vejsystem kun for busser.

BRT er en busvej, der ofte er integreret i den eksisterende vejtracé som et 'særligt tracé, typisk over længere strækninger (se afsnit 6.1).

I de følgende afsnit omtales ændring af eksisterende vejstrækninger til busvej og anlæg af nye busveje.

3.4.2 Anvendelseskriterier

Gennem anlæg af busveje kan der tilvejebringes væsentlige fordele for den kollektive bustrafik. Bl.a. kan der være betydelige driftsbesparelser ved den opnåede genvejskørsel. Men anlæg af busveje gennem ændring af eksisterende vejanlægs funktioner kan også betyde væsentlige ændringer for den øvrige trafik, eksempelvis gennem øget omvejskørsel eller forringelse af adgangsforhold.

Det vil derfor være nødvendigt at vurdere planlagte ændringer i lyset af den samlede trafikale planlægning for det pågældende område. De påførte gener for forskellige trafikantgrupper bør afvejes mod de opnåede fordele for bustrafikken, også hvis ændringen bruges som trafikpolitisk virkemiddel.

Der er ofte mange forretninger eller servicefunktioner langs busveje i de centrale bydele, hvorfor det skal vurderes, hvorledes varelevering kan foregå hensigtsmæssigt uden samtidig at skabe problemer for bustrafikken.

For nyoprettede vejstrækninger for bustrafik bør man tilsvarende kræve, at anlægget vurderes ud fra en samlet trafikal planlægning.

Vedrørende anvendelseskriterier for BRT løsninger henvises til afsnit 6.

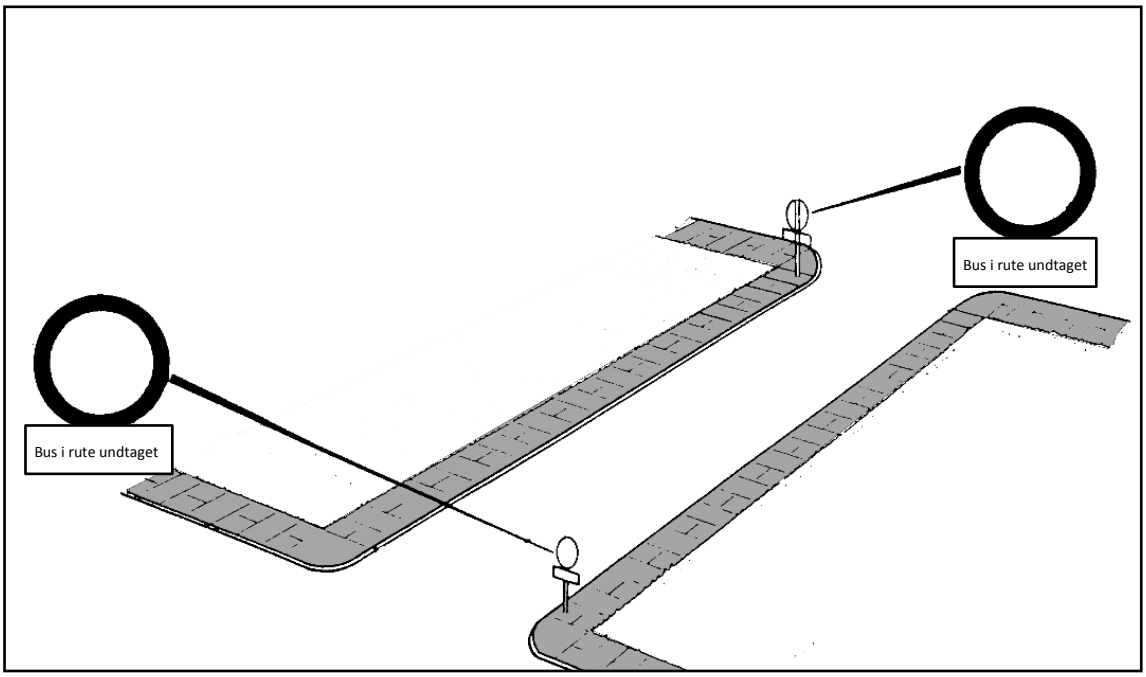
3.4.3 Udformning og anvendelse

Ved anlæg og afmærkning af busveje skal Bekendtgørelse om vejafmærkning (BEK 802 af 04/07/2012) og vejreglerne for færdselstavler og afmærkning på kørebanen følges. En busvej markeres, som for modstrømsbusbaner, ved hjælp af forbudstavler forsynet med undertavler som vist i figur 3.8 - 3.10. På figur 3.8 og 3.9 kan tavlerne, som viser kørsel forbudt i begge retninger, erstattes af tavlerne "Motorkøretøj forbudt" (C22,1) og "Cykel og lille knallert forbudt" (C25,1) placeret over hinanden. Dette anbefales på steder, hvor det erfaringsmæssigt er vanskeligt at få tavlen "Kørsel forbudt i begge retninger" respekteret.

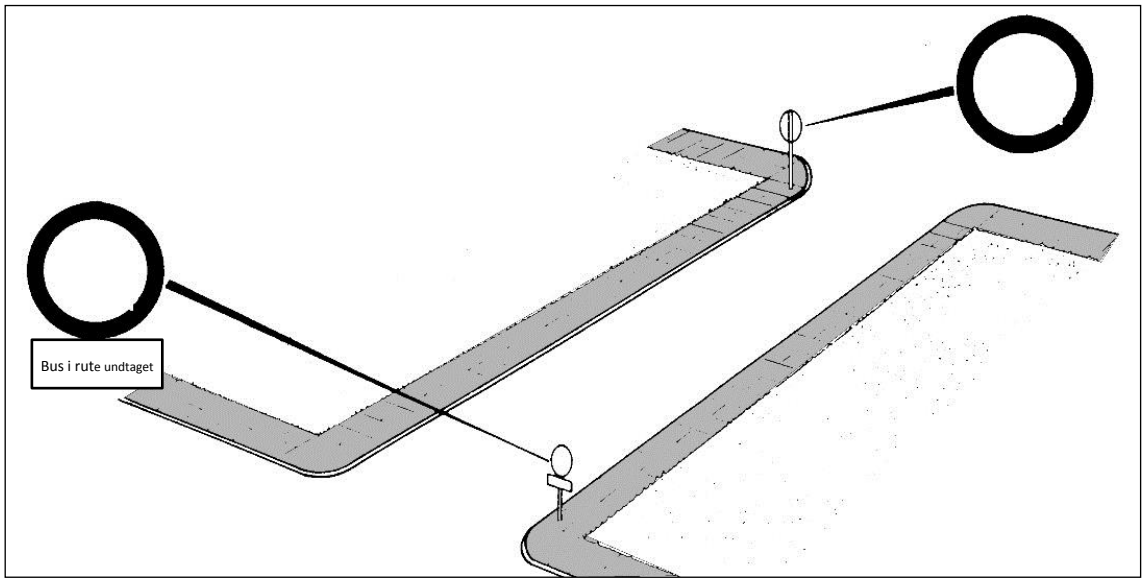
Med skiltning som vist på figur 3.10 kan cykler og små knallerter tillades at benytte busveje. Der er således mulighed for at undgå stor omvejskørsel for denne trafikantgruppe ved anlæg af busveje.

Hvis busveje etableres på en ganske kort strækning af en vej, undgår man anden gennemkørende trafik, mens vejen stadigvæk kan benyttes af lokaltrafik på begge sider af busvejen.

Man skal være opmærksom på, at forbud - specielt over korte strækninger - i et vist omfang ikke overholdes. Man må regne med, at jo kortere forbudsstrækningen er, jo større er graden af overtrædelse. Det kan derfor i visse situationer være nødvendigt med egentlige fysiske hindringer for trafikken som omtalt senere i kapitlet. Det har dog vist sig, at placering af stoppesteder ved den korte busvej bevirker, at omfanget af ulovlig kørsel reduceres.



Figur 3.8. Busvej, hvor kun buskørsel tillades.

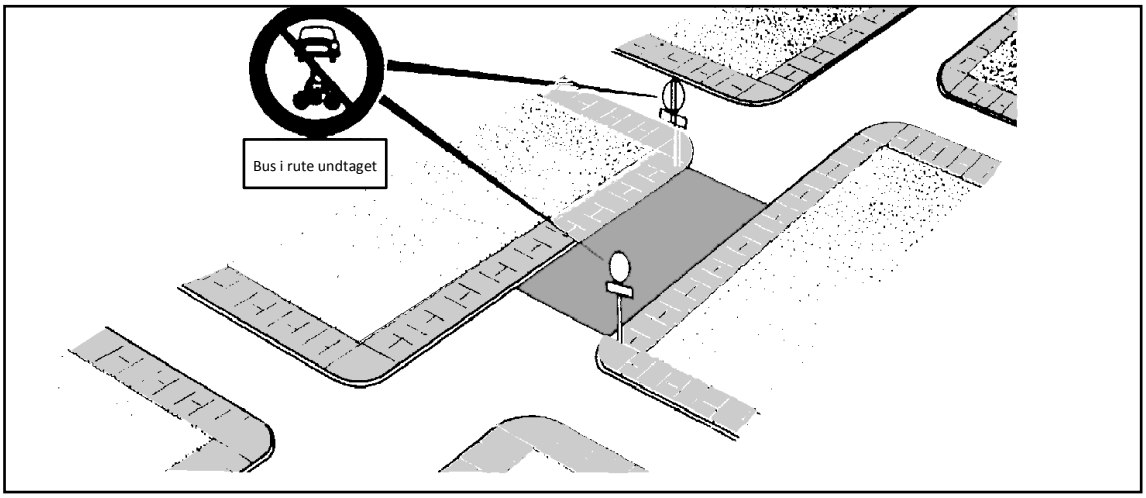


Figur 3.9. Enkeltrettet busvej hvor kun buskørsel tillades.

Endelig kan et område trafiksaneres og befries for den gennemkørende trafik bortset fra busser, uden at der etableres en egentlig busvej. Ved at forbyde indkørsel for motorkøretøjer bortset fra busser i begge retninger på en vejstrækning fjernes uønsket gennemkørende trafik. Tilkørsel til vejen skal herefter ske ad sideveje, som vist på figur 3.12.

Dimensioneringen af busveje afhænger af, om busvejen er enkeltrettet eller dobbeltrettet.

Enkeltrettede busveje anbefales dimensioneret som medstrømsbusbaner, mens dobbeltrettede busveje bør dimensioneres som vist i tabel 3.11.



Figur 3.10. Busvej på kort strækning af almindelig vej.

Enkeltsporede dobbeltrettede busveje anlægges, hvor modkørende busser sjældent mødes, eller hvor busvejen er meget kort. Hvis busserne skal passere hinanden på længere enkeltsporede busveje, skal der anlægges mødepladser, hvorimellem der skal være fri sigt eller eventuelt signalreguleret fremkørsel.

Anbefalede bredder af busveje og –baner		
	Uden cykel/knallert* trafik på busvej	**Med cykel/knallert* trafik på busvej**
Enkeltsporet busvej Anbefalet bredde Minimumsbredde	3,50 m 3,00 m **)	4,50 m 4,00 m **)
Dobbeltsporet busvej Anbefalet bredde Minimumsbredde	6,50 m 6,00 m **)	7,00 m 6,00 m **)
Busbane (jf. 3.3.8) Anbefalet bredde Minimumsbredde	3,50 m 3,00 m **)	4,50 m
Særligt tracé (BRT) (jf. 6.4.1) **Anbefalet bredde** **Minimums bredde**	Enkelt retning / Dobbeltrettet 3,50 / 7,00 3,25 / 6,50	Frarådes

* Der er tale om små knallerter
**) kun over korte afstande
Tabel 3.11. Anbefalede bredder af busveje.

De angivne bredder for busveje med cykel- og knallerttrafik gælder for moderate mængder af cykler (op til 1.000 / døgn) og små knallerter. Ved stor trafik med disse bør der anlægges cykelsti.

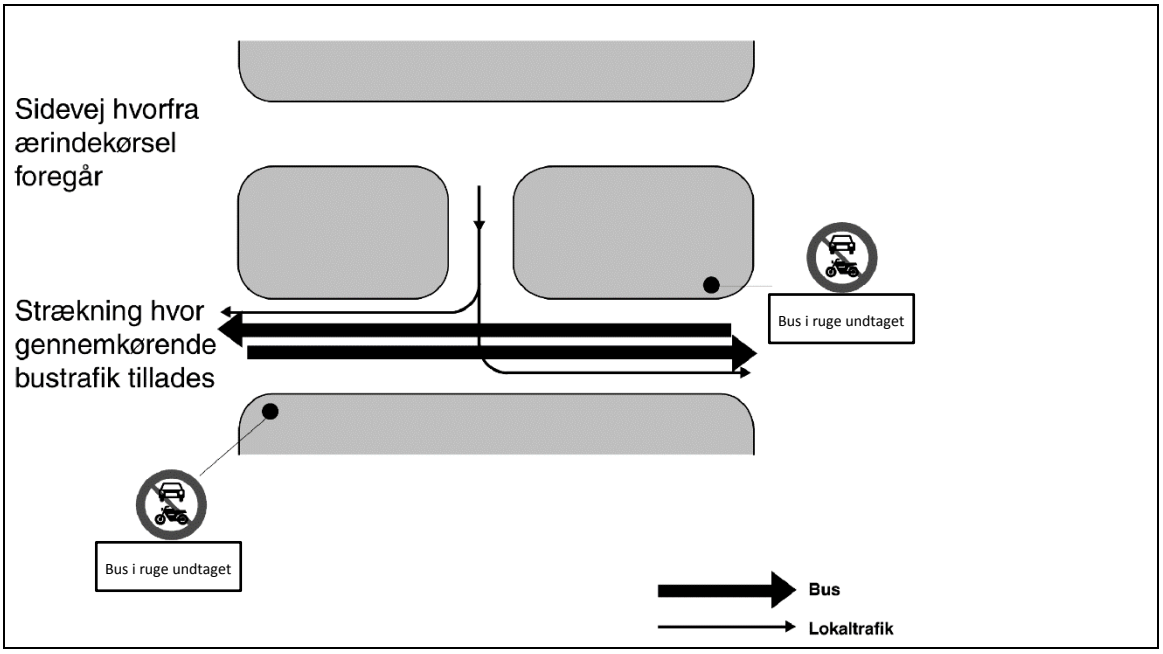
Hvis minimumsbredderne anvendes, vil det afhængig af trafikintensiteten og lokale forhold i øvrigt kunne medføre en reduktion i fremkommeligheden.

3.4.4 Særlige busveje med lokaltrafik

Ønskes et område trafiksaneret og befriet for gennemkørende trafik, kan gennemkørslen af busser bevares ved anvendelse af bussluser, som omtalt i afsnit 3.5.

En tilsvarende virkning kan også opnås ved at forbyde indkørsel for motorkøretøjer bortset fra busser på den vejstrækning, hvor den gennemkørende trafik ønskes fjernet. Ærindekørsel til vejstrækningen skal herefter ske ad sideveje.

Principperne i denne metode er vist på figur 3.12, som samtidig viser den nødvendige skiltning af de forskellige trafikstrømme.



Figur 3.12. Busvej, hvor lokaltrafik tillades.

3.4.5 Konsekvenser

Ved ændring af en eksisterende vejstrækning til busvej vil bussernes rejsetid ofte reduceres, mens trafikantgrupper som ikke må færdes på busvejen, for det meste påføres større rejsetid og rejselængde. Til gengæld kan der opnås en fredeliggørelse af fx boligområder.

Samtidig bliver adgangsforholdene til eksisterende mål langs vejen forringet, mens uheldsrisikoen ikke synes at forøges ved anlæg af busveje.

3.5 Bussluser

3.5.1 Definition

I forbindelse med trafiksaneringer eller ved etablering af busveje kan det være nødvendigt at forhindre anden biltrafik end busser i at passere bestemte steder i vejnettet. Da eksisterende færdselsregler, vejafmærkning og signalregulering kan have utilstrækkelig virkning, kan det være nødvendigt tillige at lave fysiske forhindringer. En fysisk spærring, som kun tillader passage af busser, betegnes en bussluse.

Figur 3.13. Bussluse med sporviddeforhindring. Cyklister skal køre uden om busslusen. (Foto: Via Trafik)

3.5.2 Udformning og anvendelse

Der findes en række forskellige slags bussluser:

- Bussluse etableret alene ved skiltning
- Sporviddeforhindring, der kun tillader passage af køretøjer med samme sporvidde som busser (figur 3.13 og 3.14)
- Mekanisk sluse, bestående af en bom eller stele, der kun lader bussen passere (figur 3.15).

Bussluser etableret alene ved skiltning er et enkelt og billigt virkemiddel, men er i sagens natur følsomt overfor misbrug. Løsningen kan fx anvendes som midlertidig løsning, hvis det ønskes at afprøve en bussluses virkning i en periode.

Sporviddeforhindringer har i almindelighed vist sig mere drifts- og hærværkssikre end bomme (der foreligger ikke en tilsvarende sammenligning med steler). Løsningen kan medføre driftsforstyrrelser for bustrafikken, hvis bilister fejlagtigt prøver at gennemkører forhindringen og sidder fast. Der findes dog løsninger, hvor bilister ved hjælp af en lille rampe selv kan køre fri af slusen. Desuden medfører løsningen ofte, at busserne må sænke farten ved passage af sporviddeforhindringer.

Løsninger med bom/stele kan fungere vha. detektor/spole i vejbanen eller ved at der gives signal fra bussen – fx via GPS-system til bommen/stelen om at give adgang. Disse løsninger bør indrettes, så fx udrykningskøretøjer også kan få adgang.

Figur 3.14. Bussluse med stele, der sænkes, når bussen kommer. (Foto: Rambøll)

3.5.3 Afmærkning

Afmærkningen af bussluser og busveje bør være klar og entydig, ikke bare af hensyn til dem, der ikke må køre igennem, men også fordi "vildfarne" trafikanter kan skabe problemer for busdriften.

Bussluser afmærkes med færdselstavle C22,1, Motorkøretøj, traktor og motorredskab forbudt, som det er vist på figur 3.12 – 3.14. Færdselstavlerne skal forsynes med undertavle med teksten "Bus i rute undtaget".

Ved bussluser med grav eller lignende fysisk forhindring på/i kørebanen bør slusen markeres med færdselstavler i begge sider i lav galge, således at disse dels kan fanges i billygtebelysning, og dels giver en tydelig portvirkning.

Bussluser med sporviddeforhindring bør være belyst svarende til kravene til bump jf. håndbogen "Vejbelysning".

For at undgå, at cykler og små knallerter kører i grav eller lignende og kommer til skade, bør det tydeligt være markeret med afmærkning på kørebanen eller med færdselstavler, at denne trafik skal køre uden om busslusen. Denne markering kan undlades på busveje alene forbeholdt bustrafik.

Ved bussluser med bomme/steler kan færdselstavlerne placeres på stander eller som angivet i Vejregler for afmærkning med færdselstavler i øvrigt. Reflekser på bommen bør være med rød/hvid markering i folietype 3 og i øvrigt med mål som på bomme ved jernbaneoverkørsel.

Når en vej er lukket for anden trafik ved hjælp af bussluser, bør det ved indkørsel til området fremgå, at der er tale om en lukket vej og vejen bør i øvrigt indrettes og udformes, så den ligner en lukket vej. Eventuelt kan der afmærkes ved indkørslen med oplysningstavlen E18, Blind vej.

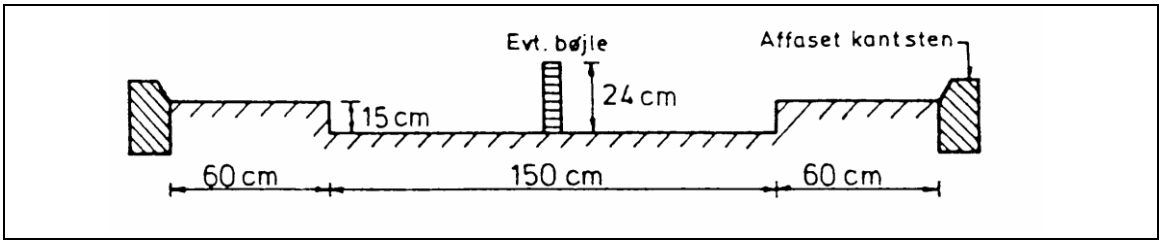
Sporviddeforhindring kan forsynes med bøjle eller lignende i midten. Hvis ikke graven er forsynet med bøjle eller sten, bør den være dybere for at undgå utilsigtede gennemkørsler.

Sporviddeforhindringen bør være så lang, at bussen ikke kan ændre retning, før baghjulene er kommet korrekt med ind i forhindringen. Hvis chaufføren kan dreje forhjulene og dermed bussen

for tidligt, kan baghjulene kollidere med sideforanstaltningerne langs forhindringen. Sporviddeforhindringen bør derfor være 5 m lang og helst længere. Endvidere skal busslusen placeres tilstrækkelig langt fra kryds og sving, så bussen kan nå at rette helt op ved indkørsel til slusen, og tilsvarende kan komme helt fri af slusen, før den skal foretage sving.

Ved etablering af bussluser, skal der altid skiltes, så andre trafikanter kan se, at vejen er reserveret for busser. I visse situationer må der tillige etableres mulighed for, at andre trafikanter kan vende.

Ved anlæg af bussluse med sporviddeforhindring, som vist i fig. 3.13 og 3.14, bør målene på figur 3.16 benyttes.



Figur 3.15. Principskitse med mål for sporviddeforhindring (grav).

Busslusen kan evt. forsynes med store sten i bunden og evt. opkørselsramper i hver ende, så bilister, der er kommet ned i graven, kan køre op igen ved egen hjælp. Derved sker der kun skader på bilen, og busdriften generes mindst muligt. Bøjle anvendes normalt ikke sammen med sten.

3.5.4 Konsekvenser

Ved etablering af bussluser prioriteres bustrafikken i forhold til øvrige kørende. Fordele og ulemper for de enkelte trafikanter afhænger i vidt omfang af lokale forhold, dog vil busslusen ofte betyde nogen omvejskørsel for andre.

Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at bussluser forudsætter, at busserne kører langsomt i gennem slusen. Endvidere bliver busruterne pålagt store driftsforstyrrelser, når biler kører fast i slusen.

3.6 Udfordringer for bustrafik

I nogle tilfælde kan det – uanset alle intentioner – være nødvendigt at påføre bustrafikken gener, hvor det ud fra en samlet vurdering af de forskellige trafikarters behov skønnes acceptabelt.

Der er typisk tale om følgende to situationer:

- Bustrafik på fartdæmpede veje
- Busser i sive- og gågader.

For begge situationer gælder, at valg af disse løsninger bør ske i et tæt samarbejde med det lokale trafikselskab, således at der er enighed om forudsætninger og formål med løsningen.

3.7 Busser på fartdæmpede veje

Hensigten med at etablere fartdæmpende lokalveje til planlægningshastighedsklasse lav (30- 40 km/h) eller meget lav (10-20 km/h) er at forbedre de miljø- og trafiksikkerhedsmæssige forhold i byområder, der overvejende består af boliger. Specielt søges forholdene for de svage trafikanter forbedret gennem en dæmpning af hastigheden for de øvrige trafikanter på lokalvejene. Gennemkørende trafik, herunder også bustrafik, bør derfor primært betjene sig af trafikveje.

I en del tilfælde er det dog nødvendigt, at en busrute føres ad en fartdæmpende lokalvej for at opfylde en målsætning om sikre gangveje og korte gangafstande til stoppesteder eller for at reducere bussens køretid.

I andre tilfælde vælges det også at etablere fartdæmpning på trafikveje, som betjenes af bustrafik.

Herved opstår der et modsætningsforhold mellem ønsket om lave hastigheder på lokalvejen og ønsket om kort rejsetid og jævnt kørselsforløb for bussen. Det er derfor i det følgende beskrevet, hvorledes foranstaltninger i sådanne tilfælde bør indrettes for at sikre bussens fremkommelighed samtidig med, at fartdæmpningen opretholdes.

3.7.1 Busser og bump

Bump på veje med busbetjening bør så vidt muligt undgås jf. håndbogen ”Fartdæmpere”. Hvor bump alligevel anvendes, bør kørearealerne i tilknytning til bumpet udformes således, at kørselsretningen for busserne ved til- og frakørsel er vinkelret på ramperne.

Figur 3.16. Variant af kombibumpet (pudebump), der kun bør benyttes på veje med beskeden biltrafik. (Foto: Via Trafik)

Eventuelle bump kan med fordel placeres ved stoppestederne, idet bussen så - for at optage eller afsætte passagerer - alligevel skal standse. Anvendelse af overkørsler i kryds og ved vejudmundinger bør følge de samme retningslinjer som omtalt ved anvendelse af bump.

Bump skal dimensioneres således, at det opfylder bestemmelserne i Bekendtgørelse om vejbump og andre hastighedsdæmpende foranstaltninger.

§ 5. Permanente vejbump skal være udformet således, at

1) en fører af en personbil ved passage med den ønskede hastighed, og en fører af et tungt køretøj ved passage med den ønskede hastighed minus 15 km/h udsættes for en lodret acceleration på 0,65-0,75 gange tyngdeaccelerationen G,

2) den lodrette acceleration er stigende med stigende hastighed.

Kilde: Bekendtgørelse om vejbump og andre hastighedsdæmpende foranstaltninger (BEK nr. 381 af 27/05/2008)

Bump, der opfylder kravene, er beskrevet i ”Katalog over typegodkendte Bump”. Endelig skal henvises til håndbogen ”Fartdæmpere”, der redegør for forskellige typer af bump og deres anvendelsesmuligheder.

Sluttelig skal dog peges på tre typer af bump, der er udformet mere busvenligt end de øvrige, jf. håndbogen ”Fartdæmpere”.

Det ene er det såkaldte kombibump, hvor der er et hårdt bump for bilerne i midten omkranset af et længere busbump tilpasset bussernes sporvidde.

Det andet, der populært kaldes pudebump, er en variant af kombibumpet, hvor de to cirkelbump for bustrafikken er erstattet af plane flader (figur 3.16).

Det tredje er de såkaldte pukkelbump eller Mushroom-bump. Det skal bemærkes, at erfaringer med disse er blandede.

3.7.2 Andre fartdæmpere end bump

Jf. forrige afsnit kan det være en fordel at anvende andre typer fartdæmpere end bump for at undgå de arbejdsmiljøgener, som bumpe kan påføre chauffører og passagerer. For generelle anvisninger om udførelse af fartdæmpning henvises til håndbogen ”Fartdæmpere”.

Ved anvendelse af forsætninger eller indsnævringer bør der være mindst 40 m mellem 2 fartdæmpere, således at to modkørende busser eller andre store køretøjer ikke fanges mellem fartdæmperne. Énsporede indsnævringer kan kombineres med stoppesteder, se afsnit 5.2.7.

Ved anvendelse af minirundkørsler som fartdæmpere, skal midterøen være næsten plan med en maksimal pilhøjde på 5 cm, således at bussernes karosseri ikke skraber imod midterøen.

3.8 Busser i gå- og sivegader

Ofte ønskes buslinjer så tæt på et bycenter som muligt, hvorved der kan opstå behov for busdrift på gadearealer, som samtidig ønskes udlagt som gågader, evt. gågade med kørsel tilladt.

Hvis busser skal færdes i gaderum med stor fodgængertrafik, er det uhyre vigtigt at mindske antallet af konfliktmuligheder og at tydeliggøre parternes tilstedeværelse for hinanden. Valget af gadeudformningen afhænger af hvor mange busser og fodgængere, der benytter den pågældende strækning.

Tilsvarende er det vigtigt at overveje, i hvilken udstrækning tilstedeværelse af cyklister og mulighed for af- og pålæsning af varer skal påvirke udformningen af gaderummet. Særligt af- og pålæsning af varer kan give store gener for busdriften jf. håndbogen ”Fodgængerområder”.

3.8.1 Busvej med brede fortove

Gaderummet udformes og afmærkes som en busvej med brede fortove (figur 3.18). Fodgængerne skal holde tilbage for bustrafikken.

Figur 3.17. Kombineret bus- og cykelgade. Busserne kører langsomt mellem cyklister og krydsende fodgængere. (Foto: Cowi)

Fodgængere og busser er tildelt hvert sit gadeareal som ud over den nødvendige afmærkning er markeret ved niveausænkning af busbanen og skift i belægning. I det viste eksempel er der mulighed for en forholdsvis hyppig bustrafik i begge retninger.

3.8.2 Gågade med buskørsel tilladt

Gaderummet udlægges som gågade, hvor buskørsel tillades. Busserne skal i denne situation vige for fodgængere, der er ved at krydse vejen.

Fodgængere og busser færdes i denne situation på samme gadeareal.

Denne løsning bør kun anvendes i særlige tilfælde, hvor der er tale om langsomtkørende busser, jævnfør Vejregler for Byernes Trafikarealer. Det anbefales samtidigt at markere bussens placering på gadearealet.

3.9 Geometriske forhold

I dette afsnit gennemgås en række anbefalinger til udformning af vejtracé, tværprofiler, kryds og særlige foranstaltninger som fx bussluser.

Generelt henvises til Vejregler for Byernes trafikarealer og Vejregler for veje i åbent land samt til afsnit 6 om BRT løsninger.

Afsnittet er struktureret, således at hvert afsnit svarer til en af håndbøgerne i Vejregler for Byernes Trafikarealer.

3.10 Kryds

Bussers fremkommelighed er i høj grad afhængig af, hvordan passagen af vejkryds kan foregå. Både signalregulerede kryds og vigepligtskryds kan bevirke en væsentlig nedsættelse af bussernes fremkommelighed. Dette gælder især i situationer, hvor trafikbelastningen er nær eller over kapacitetsgrænsen, hvilket medfører kødannelse på de veje, der fører frem til krydset. Der er derfor mulighed for at opnå betydelige tidsgevinster for busserne ved en hensigtsmæssig udformning af kryds og signalanlæg.

3.10.1 Geometriske forhold

Udformning og dimensionering af kryds er behandlet i Vejregler om Byernes trafikarealer. Hvor der er bustrafik, er vognbanebredden for et tilfartsspor til et kryds afhængig af, om der færdes cykler eller små knallerter i vognbanen.

Minimumsbredderne bør kun anvendes, hvor det til rådighed værende tværprofil ikke giver mulighed for større bredder. Minimumsbredderne må ikke anvendes ved planlægningshastigheder over 70 km/h. Umiddelbart efter et kryds er det ofte hensynet til bussernes arealbehov under indsvingning, der er afgørende for bredden af frafartssporet. Et frafartsspor bør i øvrigt være mindst lige så bredt som det tilsvarende tilfartsspor frem mod krydset.

For lokalveje med planlægningshastigheder på 40 km/h og derunder kan der i visse situationer benyttes mindre vognbanebredder i til- og frafartsspor, dog ikke under 2,75 m. For lokalveje med planlægningshastigheder på 50 km/h benyttes vognbanebredder i til- og frafartsspor som for trafikveje.

For lokalveje vil dimensioneringen af kryds samt strækningerne nærmest krydset dog ofte skulle fastlægges ved hjælp af kørekurver for busser. Endelig skal man være opmærksom på, at placeringen af stoppesteder i tilknytning til kryds kan have betydning for krydsenes udformning og dimensionering. Disse forhold er beskrevet i Byernes Trafikarealer, Vejkryds.

3.11 Traceringselementer

Under kørsel på en vejstrækning vil bl.a. vejens udformning være bestemmende for den hastighed, hvormed bussen kan køre. En vejstræknings egnethed til rutebuskørsel er i høj grad bestemmende for fastlæggelse af ruternes forløb.

3.11.1 Horisontal- og vertikalkurver

Generelt anbefales det, at de vejledende anbefalede minimumsradier anvendes på alle veje med en planlægningshastighed på 40 km/h og højere, der planlægges anvendt til bustrafik.

På lokalveje med planlægningshastigheder på 30 km/h og derunder bestemmes de mindste horisontalkurveradier ved hjælp af kørekurver for busser.

For lokalveje med planlægningshastigheder på 30 km/h og derunder bør de mindste vertikalkurve-radier fastsættes ud fra hensyn til køretøjernes geometri. Ved anvendelse af radier på 60 meter og derover undgås for både konkave og konvekse kurver, at bussens undervogn støder mod kørebanen.

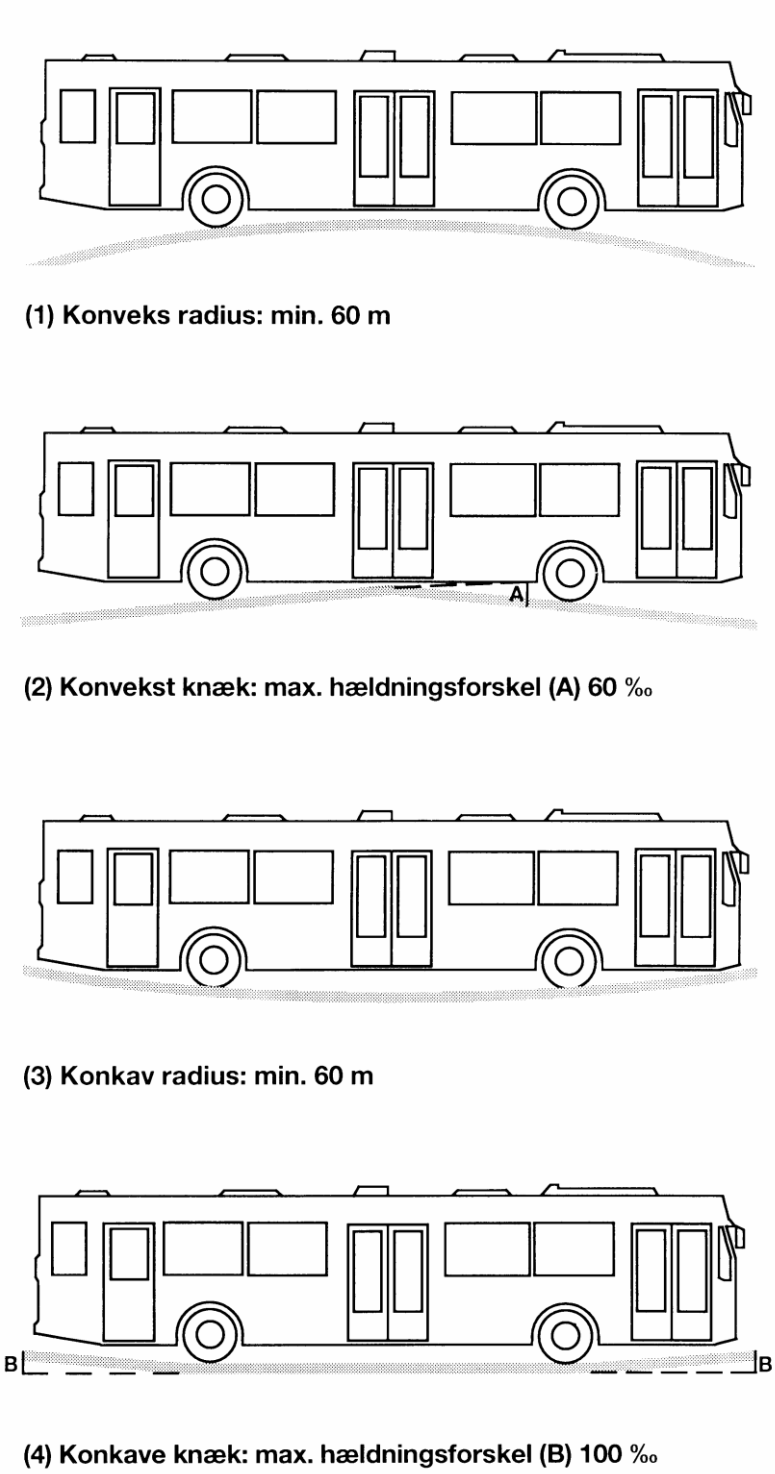
3.11.2 Stigningsforhold

En vejs stigning eller fald bør normalt ikke overstige 50 promille på strækninger og 25 promille i kryds og ved stoppesteder.

Specielt på steder hvor bussen standser (fx stoppesteder), bør stigning og fald være mindst muligt for at hindre hjulglidning ved standsning og igangsætning i glat føre.

I tilfælde hvor busser kommer til at krænge meget ved ind- eller udkørsel over kantsten eller til vej med stor stigning eller fald i længdeprofilet, kan vridningerne i karrosseriet give risiko for revner i bussernes vinduer.

Udformningen af bussers undervogn stiller særlige krav til vejens længdeprofil. På figur 3.19 vises anbefalinger til henholdsvis konveks radius (1), konvekst knæk (2), konkav radius (3) og konkavt knæk (4) i længdeprofilet. Figuren gælder for 12 m-busser. Ved anvendelse af andre bustyper kan dimensionerne skulle ændres.



Figur 3.18. Undervognens krav til længdeprofilet. De viste mål gælder for 12 m-busser.

3.12 Tværprofiler

I dette afsnit omtales de forhold, der har betydning for en vejstrækning tværprofil, når vejen benyttes af busser. Dette omfatter forslag til vognbanebredder samt vejledende afstande fra vognba-

nekant til faste genstande i vejsiden. Endvidere omtales standsning og parkering af køretøjer i vejsiden.

En vurdering af en vejstrækning tværprofil er nødvendig for at sikre busserne mulighed for en sikker fremkørsel på forskellige typer af veje. Endvidere vil der ofte gennem en undersøgelse af standsnings- og parkeringsforholdene, specielt i smalle bygader, kunne peges på løsningsforslag, som øger bussens fremkommelighed væsentligt.

3.12.1 Udformning og anvendelse

Den følgende omtale af tværprofiler berører i koncentreret form relevante forhold for busser. Der skal i øvrigt henvises til håndbogen ”Tværprofiler”, der i mere detaljeret form omtaler forhold om tværprofilet set i relation til alle køretøjstyper.

3.12.2 Vognbanebredde

Ved fastlæggelse af bredder for vognbane med bustrafik er det af væsentlig betydning i hvilket omfang, der forekommer trafik med cykel eller lille knallert i vognbanen. I tabel 3.20 er vist vejledende vognbanebredder for trafikveje med bustrafik.

Minimumsbredderne bør kun anvendes over korte afstande, hvor det til rådighed værende tværprofil ikke giver mulighed for større bredder. Minimumsbredderne må ikke anvendes ved planlægningshastigheder over 70 km/h.

På trafikveje med små horisontalkurveradier må der endvidere foretages en udvidelse af den samlede kørebanebredde i kurverne for at sikre forsvarlig passage mellem to busser. Vedrørende breddeudvidelse i kurver henvises i øvrigt til håndbogen ”Traceringselementer”.

Vognbanebredder på trafikveje		
	Vognbane med bustrafik	
	Anbefalet bredde	Minimumsbredde
Vognbane uden cykel/knallerttrafik*	3,50 m	3,00 m
Vognbane med cykel/knallerttrafik*	4,50 m	4,00 m

* Det er kun ”lille knallert”, der skal køre til højre for bustrafikken, mens ”stor knallert” skal færdes sammen med de øvrige køretøjer i vognbanen.

Tabel 3.19. Vognbanebredder på trafikveje.

De angivne bredder for vognbane, hvori der forekommer cykel- og knallerttrafik, gælder for moderate mængder af cykler og små knallerter. Hvor store mængder forekommer, må det anbefales at anlægge cykelsti.

Hvis minimumsbredderne anvendes, vil det afhængig af trafikintensiteten og lokale forhold i øvrigt kunne medføre en reduktion i fremkommeligheden.

For lokalveje med planlægningshastigheder på 40 km/h og derunder kan der i visse situationer benyttes mindre vognbanebredder, jævnfør håndbogen ”Tværprofiler”. Dog bør vognbanebredden ikke være mindre end 2,75 m. For lokalveje med planlægningshastigheder på 50-60 km/h benyttes vognbanebredder som for trafikveje.

På lokalveje kan en udvidelse af kørebanebredden i kurver være nødvendig bl.a. på grund af bussernes spejle. I skarpe kurver skal det sikres, at svingning er mulig, fx ved hjælp af kørekurver for busser.

3.12.3 Standsning og parkering

Bussens fremkommelighed kan være meget påvirket af, om der er tilladt standsning og/eller parkering i vejsiden. Omfanget af eventuelle gener afhænger bl.a. af antallet af vognbaner og deres bredde samt trafikintensiteten. Navnlig i smalle, tosporede og tæt trafikerede gader kan bussens fremkommelighed nedsættes betydeligt.

De løsningsforslag, der kan opstilles, vil i høj grad være bestemt af den konkrete situation, men følgende indgreb bør overvejes for at forbedre forholdene for bustrafikken:

- Standsnings- eller parkeringsforbud, enten i én eller begge vejsider. Forbuddene kan tidsbegrænses, så de kun er virksomme i perioder med stor trafikintensitet.
- Etablering af parkeringsspor eller parkeringslommer i tilknytning til kørebanen. Mulighederne for at vælge denne løsning afhænger af det til rådighed værende gadeprofil.

3.12.4 Faste genstande i vejsiden

Endelig må det sikres, at afstanden fra vognbanekant til tavler og andre faste genstande overholder de eksisterende mindsteværdier jævnfør Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning, § 27.

Afstanden fra kant af kørebane til tavlekant eller stander skal være mindst 0,5 m. På midterheller, deleheller og midterrabatter skal afstand fra kantbane dog mindst være 0,3 m. Afstanden fra kanten af højre vognbane til en færdselstavles midtlinje må ikke overstige 4,5 m, hvis tavlen henvender sig til trafikanter på kørebanen.
Kilde: Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning, BEK nr. 801 af 4. juli 2012.

3.12.5 Konsekvenser

De foreslåede mindsteværdier sikrer en tilfredsstillende fremkommelighed for bussen. En egentlig opprioritering af bustrafikken synes bedst at kunne ske gennem indgreb i standsnings- og parkeringsforhold, hvilket også kan forbedre trafiksikkerheden generelt. I visse tilfælde kan der endvidere ske en vis prioritering af bustrafikken ved at benytte større bredder i de vognbaner, hvor bussen kører, end i eventuelle andre vognbaner.

4 ITS-LØSNINGER

4.1 Indledning

ITS-løsninger er løsninger, der udnytter moderne teknologi, typisk signal- eller informationsteknologi, til at forbedre afviklingen af trafikken eller til at prioritere en bestemt trafikart frem for en anden.

ITS er velegnet til at give kollektiv trafik en fordel på bekostning af den individuelle biltrafik. Detaljerede anbefalinger for valg og udførelse af ITS-løsninger findes i håndbogen ”Vejsignaler”.

I dette afsnit gives en kort introduktion til emnet. Desuden beskrives, hvordan busbaner udformes og afsluttes i kryds med signalprioritering.

I afsnittet "samlede løsninger" vises en række eksempler på kombinationer af signalprioritering og fysiske løsninger. I afsnit 6 er endvidere vist eksempler på, hvordan kombinationerne kan anvendes i forbindelse med BRT.

4.2 Signalprioritering

En væsentlig del af rejsetiden for busser i byområder er ventetiden ved signalanlæg. En reduktion af bussernes forsinkelse i disse kryds vil derfor i udpræget grad være medvirkende til en reduktion af bussernes rejsetid og en forbedring af regulariteten. Etablering af busbane frem til stoplinjen, så busserne ikke forsinkes af kø, kan medvirke til dette. Men det er måske mere vigtigt, at busserne så vidt muligt undgår at skulle stoppe for rødt lys.

Signalregulering af kryds giver mulighed for mere direkte at styre de forskellige trafikstrømme i et kryds. Signalregulering åbner derfor for en bred vifte af tiltag, der hver især eller i kombination kan forbedre bussernes fremkommelighed.

Detaljerede anbefalinger for valg og udførelse af signalprioritering findes i håndbogen ”Vejsignaler”. I det følgende beskrives de fysiske løsninger ved udformning af busbaner ved busprioritering.

4.2.1 Afslutning af busbaner i kryds

De største problemer ved busbaner forekommer i krydsene. En busbane ved et kryds anlægges som regel som:

- Separat ligeudspor
- Separat venstresvingsspor
- Fællesspor sammen med højresvingende trafik
- Fællesspor sammen med cykler og små knallerter.

Da valg af løsninger i høj grad afhænger af den konkrete udformning, er der i det følgende vist tre eksempler på, hvorledes en busbane kan afsluttes i et signalreguleret kryds.

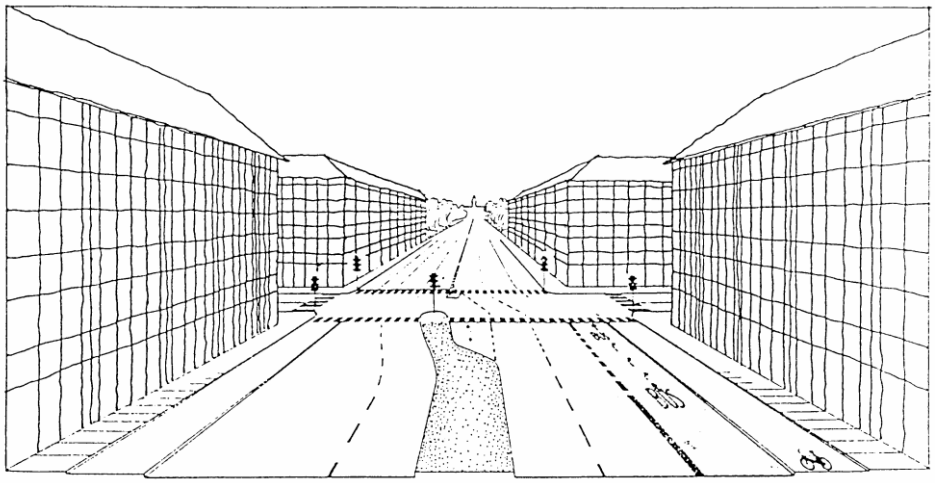
A. Busbane og cykelsti fremføres til kryds
Hvis busbanen og cykelstien hver især kan føres frem til krydset, og der er højresvingende trafik, kan der etableres en kombineret busbane/højre-svingbane (figur 4.1 og 4.2). Det er således kun ligeudkørende busser og højresvingende biltrafik, der må benytte dette spor. Vognbanen skal da afmærkes med teksten BUS og en reduceret ligeudpil samt en højresvingspil i normal størrelse.

Løsningen kan anvendes i følgende situationer:

1. Fortsættelse af busbanen efter krydset
2. Med bussignal, der sammen med højresvingspil for bilister kan give bussen mulighed for at køre frem samtidig med, at de ligeudkørende holder for rødt lys (Figur 4.1)
3. Afslutning af busbane med buslomme lige efter krydsetFigur 4.2).

Situationerne 1 og 2 kan afvikles uden højresvingspil, hvor der er få højresvingende biler. Ved mange højresvingende kan grøn højresvingspil anvendes for at rømme svingbanen for højresvingende, så busserne kan komme frem.

For at sikre, at cyklister holder tilbage for de højresvingende, anbefales brug af cyklistsignal på steder med stor cykeltrafik. Brug af højresvingspil forudsætter, at der er cykelsti, og at der anvendes cyklistsignaler, eller at cykling er forbudt det pågældende sted.

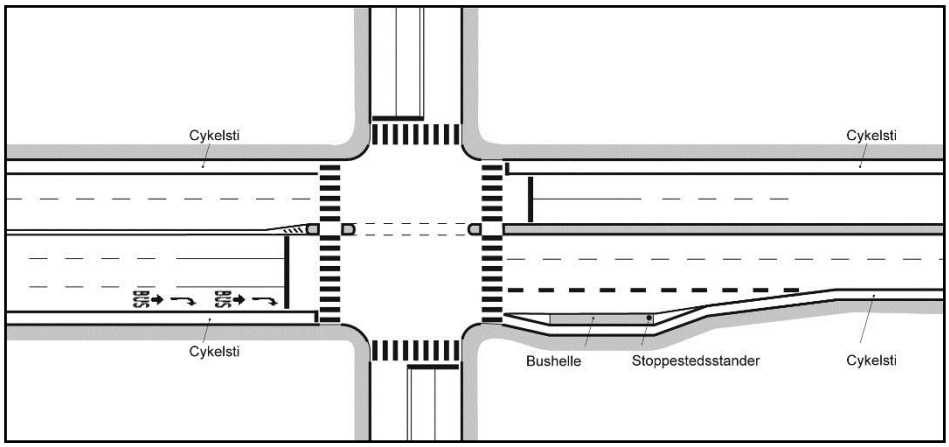


Figur 4.1. Bus- og højresvingsbane og cykelsti føres frem til kryds.

Alle løsningerne kan indebære risiko for kollision med bilister, der kommer fra den modsatte kørselsretning og foretager venstresving, fordi disse ikke forventer en ligeudkørende bus.

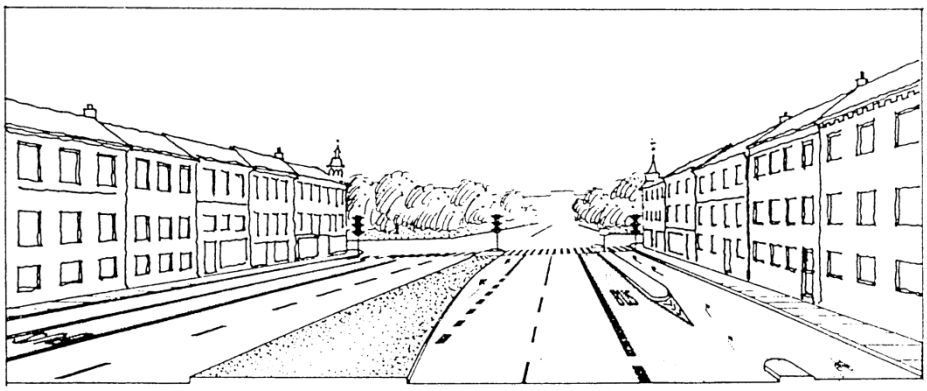
Trafiksikkerheden kan forbedres ved regulering med pilsignaler for de venstresvingende, hvilket dog ofte vil give problemer med kapaciteten og derfor ikke bliver anvendt.

Alternativt kan bussens kørevej gennem krydset tydeliggøres ved hjælp af afmærkning, hvilket vil være realiserbart i de fleste kryds.



Figur 4.2. Busbane er kombineret med højresvingsbane op til krydset og busbanen afsluttes med stoppested i buslomme umiddelbart efter krydset.

B. Busbane føres frem til kryds, mens cykelsti afbrydes før kryds.
På steder, hvor der ønskes etableret busstoppested ved stoplinjen kan cykelstien afsluttes og ende i en højresvingsbane (figur 4.3). Højresvingende biltrafik skal krydse busbanen.



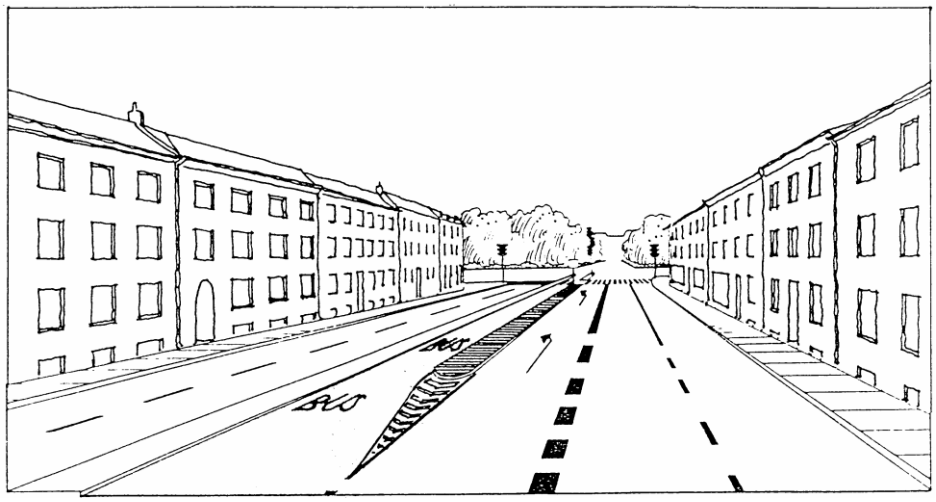
Figur 4.3. Busbane føres frem til kryds, mens cykelsti afbrydes før kryds og giver plads til en højresvingsbane inden om busbanen. Løsningen udføres oftest uden delehelle.

Hvis de højresvingende biler fletter ind i busbanen over en længere strækning, kan de lettere få tid til at blive opmærksomme på medkørende cyklister. Til gengæld kan bussernes fremkommelighed blive mindre. Ved 50 km/h eller derover kan det være hensigtsmæssigt, at bilerne først fletter ind i busbanen og derefter kører ca. 20 – 30 meter, hvorefter der flettes ind i højresvingssporet.

En markering i højresvingssporet med V21 ”Cyklistsymbol” kan bidrage til at skærpe bilisternes opmærksomhed over for cyklister.

Det er vigtigt, at højresvingssporet har tilstrækkelig kapacitet, da en kø af højresvingende ellers vil brede sig ud i busbanen og herved blokere for bustrafikken.

Hvis der etableres busstoppested ved delehellen, kan dette medføre, at en holdende bus kan skygge for cyklister og højresvingende overfor venstresvingende fra den modsatte retning. Dette venstresving bør derfor enten forbydes eller separatreguleres.



Figur 4.4. Busbane for venstresvingende busser. Løsningen bør kun anvendes, hvis der er stoppested ud til busbanen, eller denne kun anvendes af venstresvingende busser. I forbindelse med midtlagt BRT tracé se afsnit 6.4.1.

4.3 Eksempler på samlede løsninger

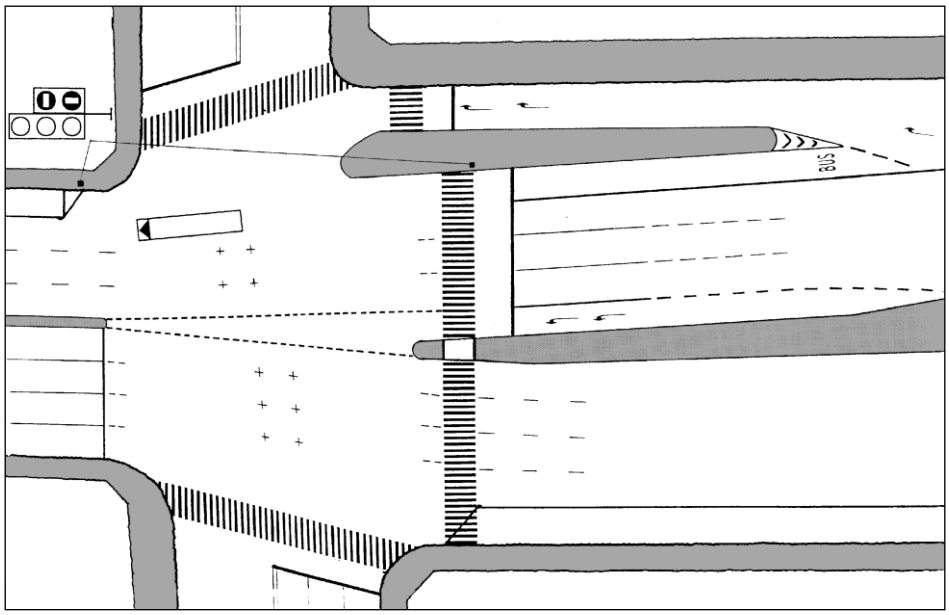
I de efterfølgende afsnit er vist en række eksempler på, hvorledes bussignaler og krydsudformninger kan kombineres i praksis. Det skal pointeres, at alle viste løsninger kan fungere både med passiv og med aktiv prioritering. Man vil dog altid opnå den bedste trafikafvikling, hvis bussen har mulighed for aktivt at styre signalanlægget.

For nærmere beskrivelse vedrørende anvendelse af bussignaler henvises til håndbogen ”Vejsignaler”.

4.3.1 Ophør af busbane ved en stoplinje

Når en busbane ender i et signalreguleret kryds, vil busserne kunne få problemer med den videre fremkørsel, hvis der ikke er et bussignal til at hjælpe bussen frem ved at give den nogle sekunders forspring (figur 4.5).

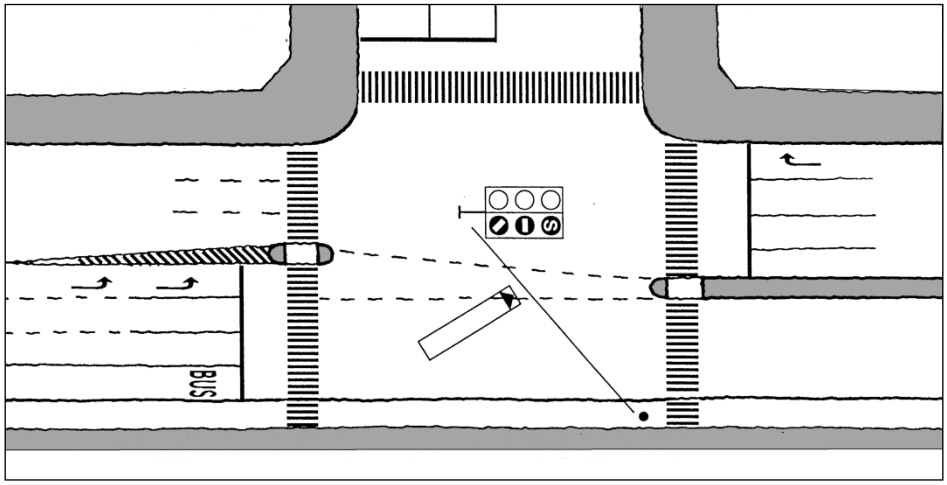
Med aktiv busprioritering kan man begrænse anvendelsen af busfasen til de omløb, hvor der er busser, som kan udnytte prioriteringen. Samtidig er det muligt at prioritere flere busser i samme fase, og det vil også være muligt - efter behov - at give busserne fremkørsel flere gange pr. signalomløb, fx både *før* grønperioden for den øvrige trafik og *efter* grønperioden for den øvrige trafik.



Figur 4.5. Busbane ophører ved en stoplinje. Bussernes udkørsel lettes med et bussignal. Der kan evt. undlades forvarsling med vandret bjælke. Lodret bjælke giver tilladelse til fremkørsel. Hvis bussen foretager svingning, skal eventuel vigepligt over for øvrige trafikanter, fx fodgængere og modkørende, respekteres. Eventuelt vognbaneskift foretages efter færdselslovens bestemmelser.

4.3.2 Busbane ved stort venstresving for bussen

Hvis bussen fra en busbane i højre vejside skal foretage venstresving i et kryds, eller bussen skal krydse flere vognbane for at kunne foretage venstresving i det efterfølgende kryds, vil dette på veje med stor trafik ikke kunne foretages uden bussignaler (figur 4.6). Der kan derfor etableres en busfase før og/eller efter, at den medkørende trafik har grønt lys.

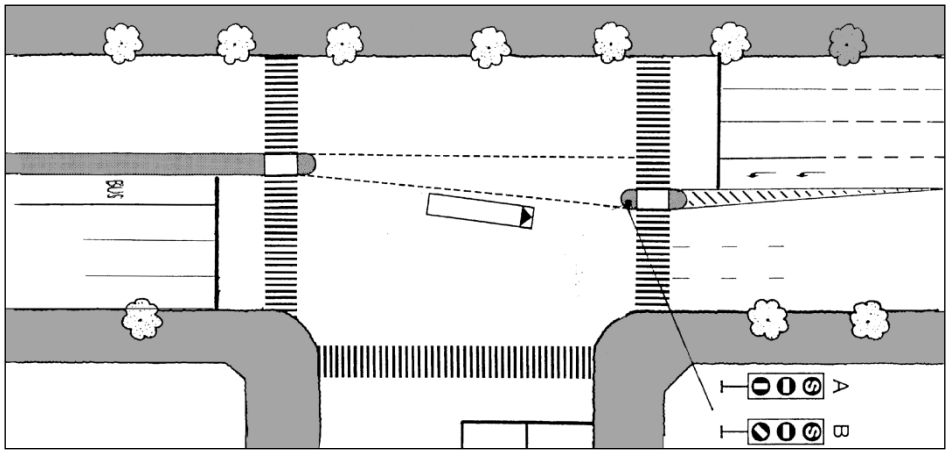


Figur 4.6. *Bussignal ved stort venstresving. Skrå bjælke angiver, at svingning eller vognbaneskift kan foretages konfliktfrit som ved normale pilsignaler.*

4.3.3 Bussignal ved ophør i busbane i vejmidten

Hvis en busbane i vejmidten ophører, eller en bus skal foretage højresving fra en busbane i vejmidten, bør der altid etableres en busfase umiddelbart før og/eller efter den medkørende trafik har grønt lys (figur 4.7).

Hvis bussen blot skal køre frem og videre i det venstreliggende vognbane skal den lodrette bjælke benyttes (A på figur 4.7). Hvis bussen derimod skal krydse flere vognbaner benyttes skrå bjælke opad til højre (B på figur 4.7). Bemærk i øvrigt, at bussen skal holde tilbage i busbanen, når den øvrige trafik har grønt lys (det hvide S i signalet, svarende til rødt lys, skal være tændt).

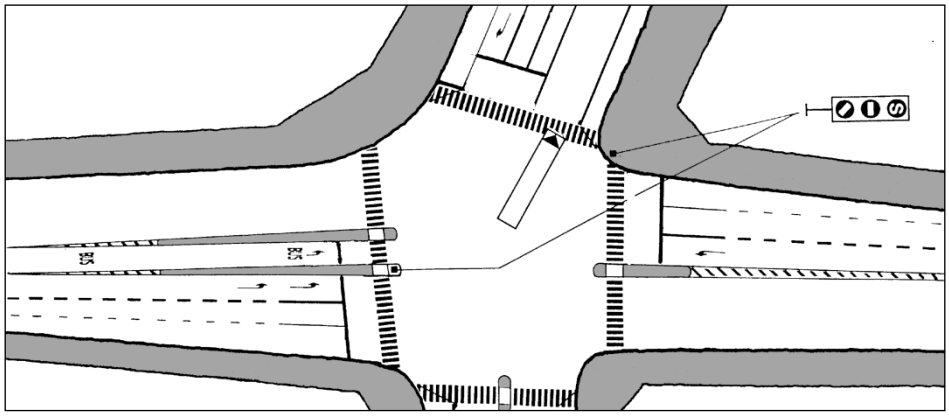


Figur 4.7. Bussignal ved ophør af busbane i vejmidte (A) eller højresving fra busbane i vejmidte (B). I forbindelse med BRT se afsnit 6.4.1.

4.3.4 Bussignal ved venstresving fra busstoppested i vejmidte

Når en bus skal svinge til venstre fra et stoppested i vejmidten, og venstresving i øvrigt er tilladt fra en eller flere vognbaner til højre for stoppestedshellen, vil bussen være i konflikt med de øvrige venstresvingende, med mindre der er en busbane i midten af sidevejen (figur 4.8).

Konflikten kan her løses ved at etablere en busfase, der giver bussen mulighed for konfliktfri fremkørsel og venstresving og desuden et forspring i forhold til de øvrige venstresvingende køretøjer. Den konfliktfrie fremkørsel vises med skrå bjælke i bussignalet.

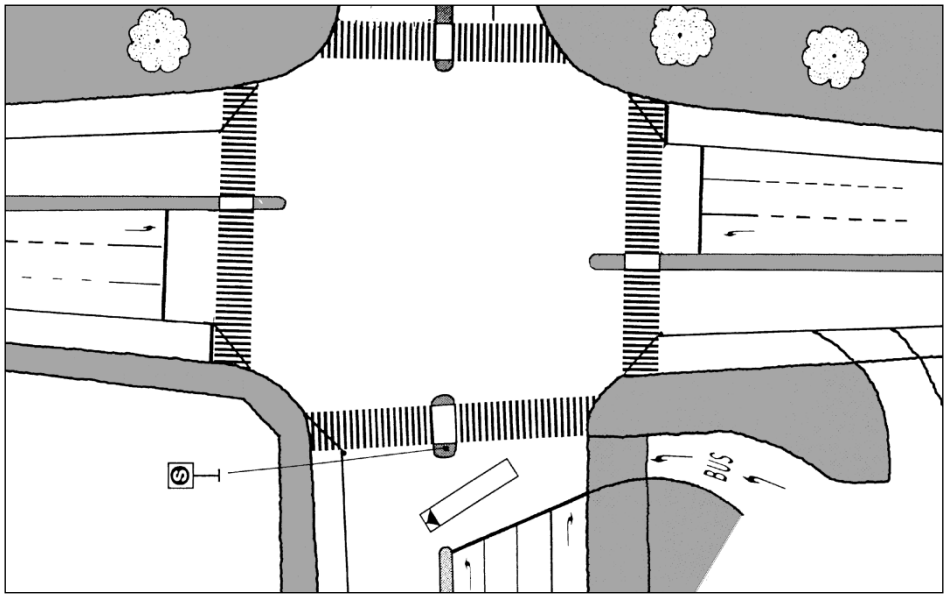


Figur 4.8. Bussignal ved konfliktfrit venstresving fra busstoppested i vejmidte.

Hvis fremkørslen ikke er konfliktfri, fx fordi bussen har vigepligt over for modkørende trafik eller krydsende fodgængere over sidevejen, vises dette med en lodret bjælke i bussignalet.

4.3.5 Anvendelse af bussignal ved udkørsel fra busterminal

I visse situationer sker udkørsel fra en busterminal i kort afstand fra et signalreguleret kryds. I dette tilfælde vil det ikke være hensigtsmæssigt at etablere en regulær signalregulering af udkørslen. I stedet kan der på den overordnede vej etableres en tilbagetrukken stoplinje, således at kødannelse ved rødt lys ikke generer bussens udkørsel på den overordnede vej (figur 4.9).



Figur 4.9. Bussignal ved udkørsel fra busterminal ved signalreguleret kryds.

Bussen må i denne situation aldrig få et fremkørselssignal (grønt lys eller lodret/skrå bjælke), da der kan være trafik i udkørselsområdet. Derimod kan man signalere et stopsignal ("S" og evt. vandret bjælke) i de tidsrum, hvor tværkørende trafik normalt befinder sig i konfliktområdet.

4.3.6 Styring af kødannelser med slusevirkende signal

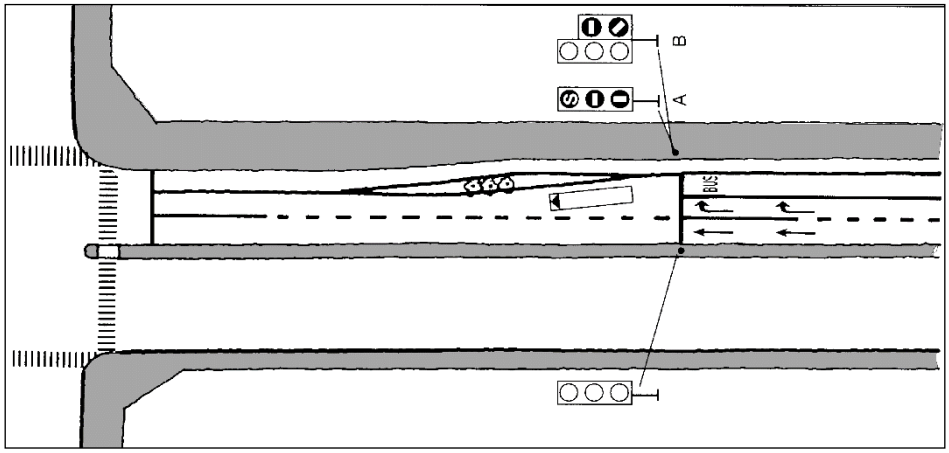
Dosering af trafikken gennem en bevidst kø-strategi før og i de belastede kryds og strækninger kan give busserne bedre fremkommelighed.

Signalanlæg kan anvendes til at dosere trafikken ind på den efterfølgende strækning, hvor der ikke lukkes mere trafik ind, end der kan afvikles. Frem til signalanlægget etableres en busbane, så busserne kan passere køen af biler, der vil ophobe sig. På den efterfølgende ”kritiske” strækning kan trafikken og dermed også bustrafikken derved afvikles uden kødannelse og forsinkelser.

Dosering kan etableres både ved almindelige signalanlæg og ved for-signaler som vist på figur 4.10. Doseringen kan gøres busstyret, så den kun anvendes, når der er behov herfor.

I visse situationer skal en bus skifte vognbane kort før et signalreguleret kryds, fordi bussen forlader et stoppested eller busbanen afsluttes. Også i disse situationer kan der anvendes et fremskudt slusevirkende signal (’gatingsignal’), der kan sikre, at bussen kan få en kort bilfri strækning umiddelbart op til krydset (figur 4.10). Signalet vist i situation A (alm. signal for bustrafikken) eller situation B (Bussignal supplerer hovedsignal) kan benyttes til at give bussen fri fremkørsel, når den øvrige trafik holder for rødt. Dette gives ved, at den hvide bjælke i situation A eller den skrå bjælke i situation B tændes. Det hvide ”S” i situation A kan benyttes, hvis trafiksikkerhedsmæssige eller andre hensyn kræver, at busserne holdes tilbage, mens den øvrige trafik har grønt lys.

Hvis busserne ikke tilbageholdes med hvidt "S", men tillades fremkørsel, når den øvrige trafik har grønt lys, kan dette ske ved at signalet samtidig slukkes helt i situation B, eller viser hvid lodret bjælke i situation A. Ved denne løsning skal den efterfølgende strækning op til krydset være tilstrækkelig lang til, at en fletning kan foretages trafiksikkerhedsmæssigt forsvarligt.



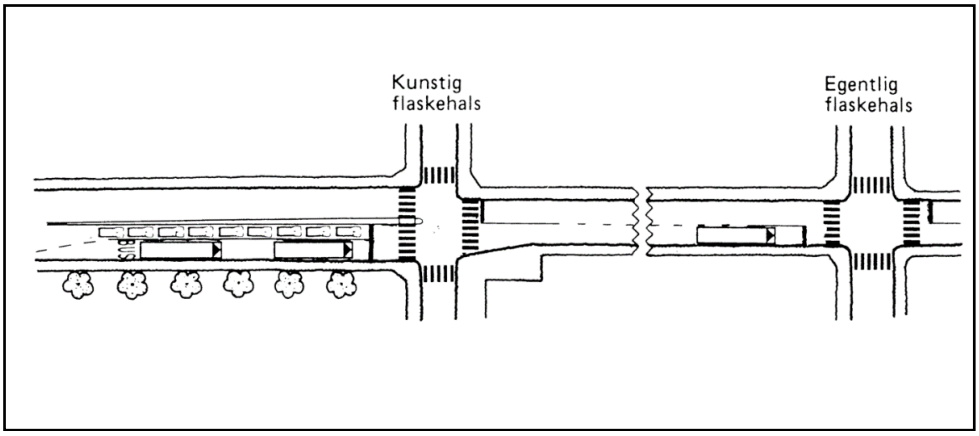
Figur 4.10. Slusevirkende signalanlæg ('gatingsignal'), der bringer bussen frem til det umiddelbart efterfølgende signalanlæg før den øvrige trafik.

4.3.7 Busbane ved trafikale flaskehalse

Ved trafikale flaskehalse er der ofte store og uforudsigelige forsinkelser for trafikken. Netop i disse situationer er det særligt ønskeligt at minimere forsinkelsen for bustrafikken. Ved en trafikal flaskehals forstås her et signalanlæg, hvor tilstrømningen af trafik i et antal signalomløb er større end kapaciteten. Herved opstår en kø, som først forsvinder, når der igen har været et vist antal omløb med kapacitetsoverskud.

Hvis det ikke skønnes forsvarligt eller muligt at anlægge busbane gennem flaskehalsen, kan forsinkelsen for den kollektive trafik elimineres ved at anlægge en busbane frem til et eller flere kryds før den egentlige flaskehals (figur 4.11). Herved sikres, at bussen ikke bliver forsinket af køen.

På denne måde kan skabes en kunstig flaskehals med samme kapacitet som den egentlige flaskehals. Bussernes fremkørsel fra busbanen kan lettes med et bussignal, der er slukket, når den øvrige trafik har grønt lys. Bussen får herved også mulighed for at køre frem sammen med bilerne for grønt, jf. figur 4.5.



Figur 4.11. Flytning af kødannelse ved etablering af kunstig flaskehals vha. 'gatingsignal'.

5 STOPPESTEDER

Dette kapitel redegør for placering og udformning af almindelige stoppesteder.

Først omtales de planlægningsmæssige overvejelser i forbindelse med stoppesteders placering. Dernæst gennemgås principperne for, hvorledes stoppesteder placeres i gaderummet og hvilke typer af stoppesteder, der bør anvendes under forskellige trafikale forhold. Det beskrives, hvad man skal huske på, og der angives dimensioner på de vejelementer, der findes omkring stoppestederne.

Kapitlet omhandler kun stoppesteder, der placeres langs kørebanekant eller i buslommer, samt vendesløjfer. Udformning af stoppesteder udenfor gaderummet omtales i håndbogen ”Anlæg for parkering og standsning i byer” samt i håndbogen ”Trafikterminaler”. Udformning af BRT stoppesteder er beskrevet nærmere i afsnit 0.

5.1 Placering

5.1.1 Planlægningsmæssige overvejelser

Kommunen og trafikselskabet bør i fællesskab planlægge busnettet med udgangspunkt i bebyggelsesstrukturen og de målsætninger, man har for busbetjeningen.

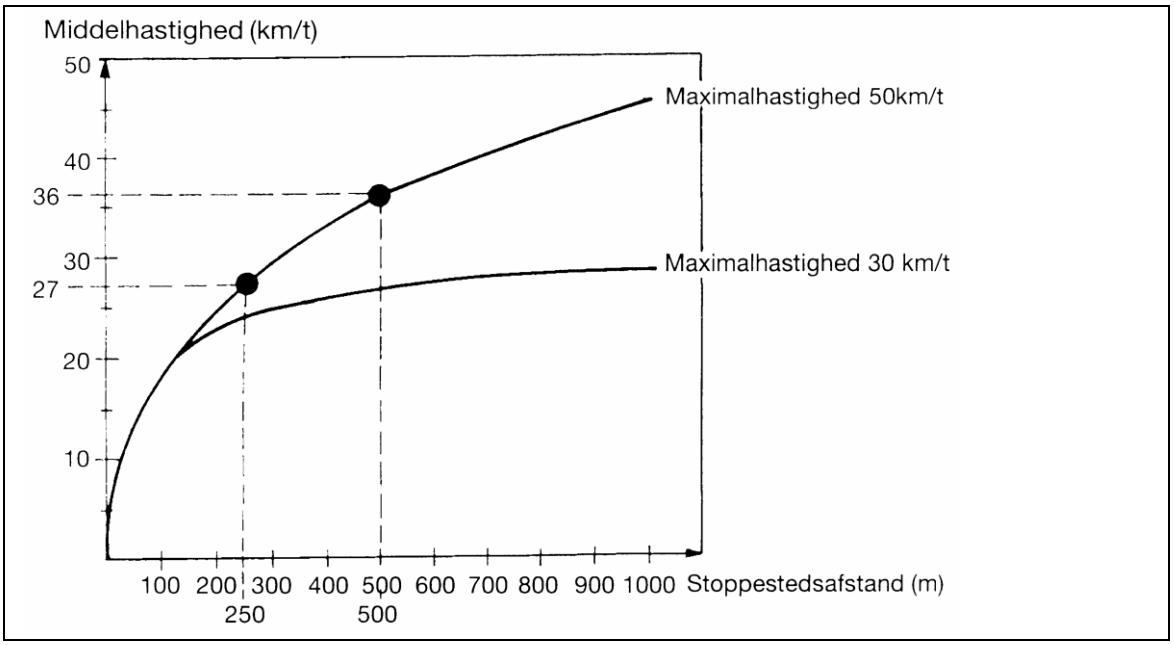
Efter fastlæggelse af hvilke veje, der skal bustrafikeres, skal stoppestederne placeres. Dette sker først og fremmest ud fra de lokale forhold og de bindinger bebyggelsens placering og et eventuelt stisystem giver.

I udbyggede områder er alternative muligheder for stoppestedsplacering begrænsede, men der skal dog angives visse retningslinjer, som også kan benyttes der.

Stoppestedsplacering og stoppestedsafstand påvirker gangtid og samlet rejsetid. Små stoppestedsafstande giver kortere gangafstande, men længere køretid. Store stoppestedsafstande giver kortere køretid for busserne, men længere gangafstande. Der må således foretages en afvejning mellem krav til gangafstande og rejsetider.

Et eksempel på sammenhængen er vist på figur 5.1. Det fremgår, at en forøgelse af stoppestedsafstanden fra 250 til 500 meter bevirker en stigning i bussens middelhastighed fra 27 km/h til 36 km/h svarende til 30 %, hvis bussens maksimalhastighed på strækningen er 50 km/h.

Hvad angår trafiksikkerhed på gangvejen/cykelvejen til og fra stoppestedet, vil der kunne accepteres større gangafstande i trafiksikre miljøer end på strækninger med stor uheldsrisiko.



Figur 5.1. Sammenhæng mellem bussens middelhastighed og stoppestedsafstanden.

Som overordnede principper for placering af stoppesteder kan angives følgende:

- Placering i nærheden af større rejsemål (af hensyn til personer med funktionsnedsættelser bør der altid anlægges stoppesteder ved større boligområder og indkøbscentre)
- Hensyn til skift mellem transportmidler
- Naturlig og sikker gangvej til stoppestedet
- Placering i trafiksikkert miljø
- Hensyn til omgivelserne, herunder stoppestedets naboer.

Disse principper kan ofte komme i konflikt med andre målsætninger, specielt kravet om kort samlet rejsetid. Desuden giver mange stop gener for passagerer i bussen i forbindelse med opbremsning og acceleration.

I henhold til Forvaltningsloven bør man høre de nærmeste naboer inden etablering af et nyt stoppested.

Der må således foretages en afvejning, og i denne må indgå, at forskellige grupper vurderer disse forhold forskelligt. Fx er kort gangafstand af større betydning for gangbesværede end for mange andre grupper.

Som overordnet vejledende regel for stoppestedsafstanden kan 400 meter angives som anvendelig for normale danske forhold. Mindre afstande kan anvendes i tætte byområder, større i spredte områder - stadig med hensyntagen til de ovennævnte forhold. Desuden anvendes større stoppestedsafstande ofte i koncepter, hvor bussens fremkommelighed er prioriteret højt, således fx i de københavnske S-bus-linjer. Tilsvarende er det ofte også hensigtsmæssigt at anvende større afstande mellem stoppestederne i BRT løsninger af hensyn til rejsetid og regularitet (se afsnit 6).

Endvidere må indgå vurdering af mulighederne for at placere stoppesteder i tæt tilknytning til sti-tunneler og broer.

5.1.2 Stoppestedernes placering

De planlægningsmæssige overvejelser om stoppestedsplacering afhænger af de trafikale forhold.

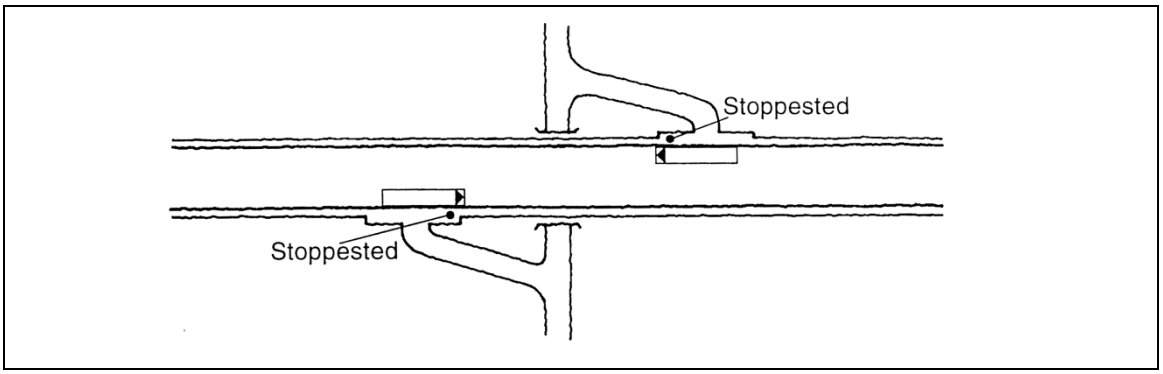
I byområder vil stoppesteder oftest blive placeret i forbindelse med kryds, bl.a. for at opnå den størst mulige trafiksikkerhed og tilgængelighed. I nyere byområder med trafikdifferentierede vejsystemer placeres stoppestederne i forbindelse med stinettets krydsning af vejnettet. I landdistrikter er tilgængeligheden til stoppestedet afgørende for placeringen, men nøjagtige retningslinjer kan ikke angives.

Stoppesteder bør som udgangspunkt placeres i "stoppestedspar" med relativ kort afstand mellem stop i hver sin retning.

I forhold til stoppestedsplacering i BRT løsninger henvises til afsnit 6.

I håndbogen "Vejkryds", er detaljeret gennemgået en række overvejelser om den mest hensigtsmæssige placering af stoppesteder i forhold til vejkryds.

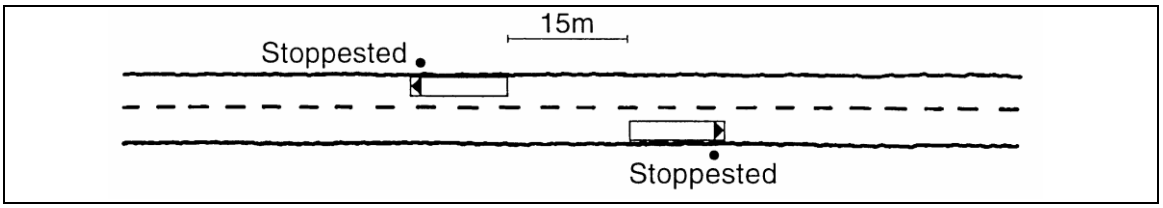
Hvor stinet krydser vejnet, placeres stoppestederne helst før en eventuel gangtunnel eller bro, så chaufføren kan se ankommende passagerer, og disse kan se den ankommende bus (figur 5.2).



Figur 5.2. Stoppesteder placeres før gangtunnel eller bro.

Ved fodgængerovergange placeres stoppesteder normalt efter disse og ikke nærmere end 5 meter. Hvis stoppestedet placeres før fodgængerovergange skal dette ske i en afstand af mindst 10 meter.

Hvis der er risiko for en bilkø bag holdende busser ved stoppesteder, bør der være en forskydning på mindst 15 meter mellem stoppestederne i de to sider af vejen, således at bilerne kan passere uden om busserne (figur 5.3). Dette gælder naturligvis ikke, hvis man ønsker, at placeringen af stoppestederne skal fungere som fartdæmpere.



Figur 5.3. Stoppestedsafstand, hvis bilkø bag holdende busser skal undgås.

5.2 Stoppestedstyper

Stoppesteder kan principielt placeres således:

- Langs vejside (uden lomme)
- I en buslomme
- Med fremrykket bushelle
- I vejmidte / mellem vognbaner.

Valget af stoppestedstyper sker ud fra en række forhold, bl.a. vejklasse, planlægningshastighed trafikmængde, antal busser, oversigtsforhold og cykeltrafik.

Nedenstående tabel 5.4 kan anvendes til et vejledende valg af stoppestedstype ud fra parametrene hastighed og trafikmængde. For så vidt angår de løsninger, der standser den øvrige trafik i det ene eller begge kørespor gælder dog, at disses anvendelighed også afhænger af bussernes frekvens, og hvor ofte de kan forventes at standse ved stoppestedet. Det endelige valg bør således afhænge af en nærmere analyse af forholdene på stedet.

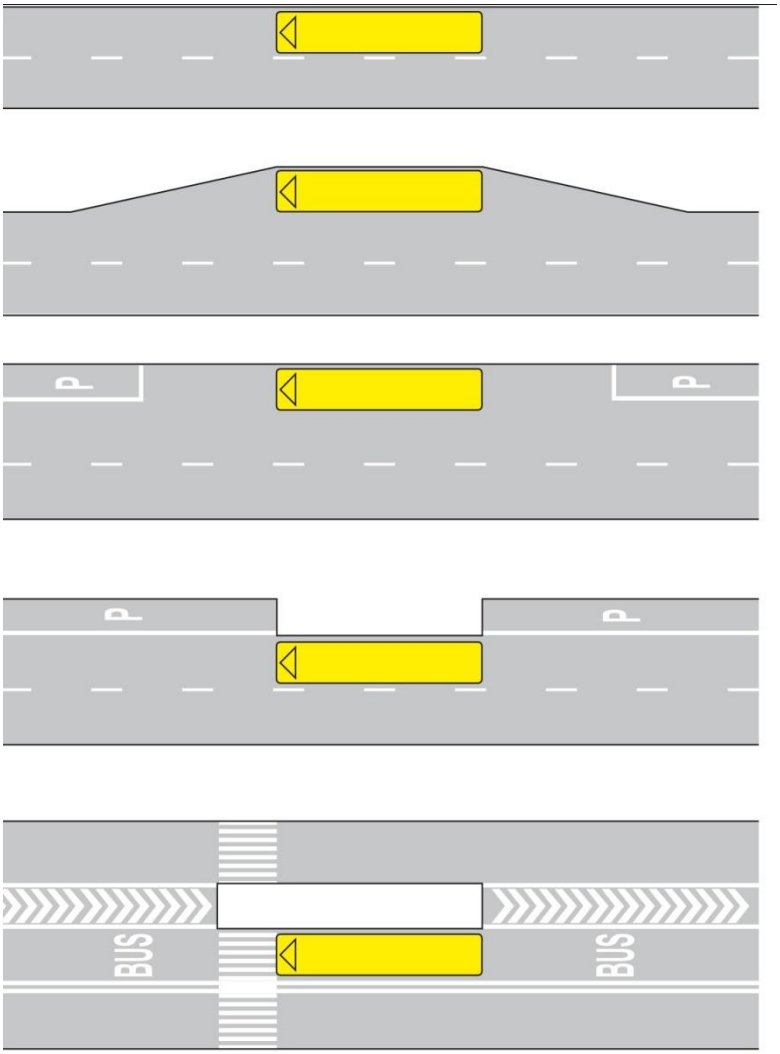
Vejledende valg af stoppestedstype i forhold til hastighed og trafikmængde (ÅDT = årsdøgntrafik)				
	Indkørsel i S-bevægelse		Lige indkørsel	
Hastighed (km/t)	Ved sideanlæg/ adskilt fra vogn-bane med helle	I lomme (kantstensbe-grænset eller afmær-ket) *)	Standsning ved kantsten med mulighed for forbikørsel**)	Standsning ved kantsten uden mulighed for forbikørsel
90 + (motorvej)	Altid	Aldrig	Aldrig	Aldrig
80 – 90	> 10.000	3.000 – 10.000	< 3.000	Aldrig
60 – 70		> 3.000	< 3.000	Aldrig
50		> 5.000	< 5.000	Aldrig
40		> 10.000	5.000 – 10.000	< 5.000
30 og lavere			> 5.000	< 5.000

*) Hvis bussen har udligningstid/køreplantid bør der altid være lomme.
**) Hvis forbikørsel sker gennem modgående kørebane
Tabel 5.4. Vejledende valg af stoppestedstype i forhold til hastighed og trafikmængde.

Stoppested placeret i énsporet indsnævring kan anvendes ved planlægningshastighed på 40 km/h og lavere og ÅDT op til 3.000.

Det følgende afsnit gennemgår kort disse stoppestedstyper og giver uddybende retningslinjer for, hvornår hver type kan anvendes.

Dimensionering er beskrevet i det følgende afsnit, da principperne for dimensionering er stort set ens uanset stoppestedstype.



Figur 5.5. Principtegning af forskellige stoppestedstyper, fra oven:

- *Stoppested ved vejside / i kørebane*
- *Stoppested i buslomme markeret med kantsten*
- *Stoppested i buslomme markeret med afmærkning*
- *Fremrykket stoppested*
- *Stoppested i vejmidte.*

For BRT løsninger se afsnit 6.

5.2.1 Med eller uden buslomme

Langt de fleste stoppesteder er enten placeret langs vejside eller med buslomme.

Ved stoppested langs vejside forstås her en fysisk udformning, hvor bussen standser i vognbanen og dermed spærrer for bagfrakommende biler i samme vognbane.

Hvis bussen foretager et S-sving ind til en kantsten betegnes udformningen som en lomme, uanset om dette er markeret med afmærkning eller med en forsætning i kantstenen.

I tabellen herefter angives de primære fordele og ulemper ved de to typer.

Fordele og ulemper ved stoppesteder langs vejside hhv. med buslomme	
Stoppested langs vejside	**Stoppested med buslomme**
Fremkommelighed for bussen - dermed indirekte bedst for passagererne	Fremkommelighed for bilen – kan være nødvendig af hensyn til vejens kapacitet
Mulighed for lige indkørsel - dermed mulighed for høj kantsten jf. afsnit 5.3.5	Pladskrævende, dvs. mere omkostningstung
Kan medføre hasarderede overhalinger af den holdende bus	Bør altid anvendes, hvis der er spærrelinje og dårlig oversigt
	Bør altid anvendes, hvis bussen har køreplantid her og dermed risikerer at skulle holde flere minutter

Tabel 5.5. Fordele og ulemper ved stoppesteder langs vejside hhv. med buslomme.

Det er væsentligt at pointere, at etablering af buslommer primært er til gavn for biltrafikken snarere end for bustrafikken, men at kapacitetshensyn kan nødvendiggøre løsningen. Der kan ikke angives faste tal, da det både afhænger af bil- og busmængden.

5.2.2 Stoppested langs vejside

Stoppested langs vejside kan udføres med forskellige kombinationer af cykelsti og helle.

Ved stoppested langs vejside vil det normalt være muligt for en bagfrakommende bil at overhale en holdende bus gennem den modgående vognbane, eller gennem en parallel medkørende vognbane, hvis det er en vej med to eller flere vognbaner i samme retning.

Hvis dette ikke ønskes, kan der etableres midterhelle ud for stoppestedet. Midterhellen skal være så lang, at det ikke er muligt at benytte den modgående vognbane til overhaling. Jf. færdselsloven er det ikke tilladt at standse i eller parkere ved siden af en spærrelinje, hvis afstanden mellem køretøjet og linjen er mindre end 3 m. Dette gælder også for busser.

Uddrag af Færdselsloven §29: Standsning eller parkering må ikke ske:
Stk. 8) ved siden af spærrelinje, hvis afstanden mellem køretøjet og linjen er mindre end 3 m, og der ikke mellem køretøjet og spærrelinjen findes en punkteret linje.
Kilde: LBEK nr. 1386 af 11. dec. 2013.

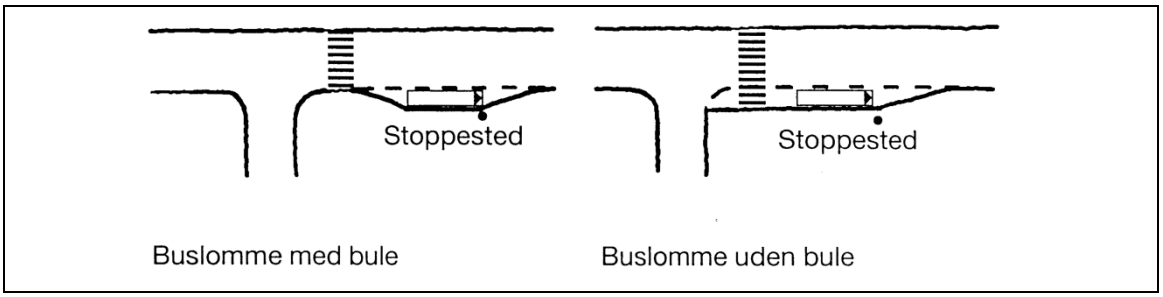
5.2.3 Stoppested med buslomme

Stoppested i buslomme kan tilsvarende udføres med forskellige kombinationer af cykelsti og helle.

En buslomme behøver ikke at bestå i en fysisk tilbagerykning af kantstenen, lommen kan også alene bestå i afmærkning, fx hvor en række kantstensparkeringer afløses af et busstoppested.

5.2.4 Buslomme med og uden "bule"

Anvendes buslommer efter vejkryds kan lommen udformes med eller uden kantstensudbygning / "bule" som vist på figur 5.6.



Figur 5.6. Buslomme ved vejkryds med eller uden bule.

Fordelen ved bulen er, at den styrer biltrafikken, som kører omkring hjørnet, giver bedre optisk ledning for gennemkørende trafik, samt medfører kortere afstand mellem kantstenene - til fordel for krydsende fodgængere. Udformning uden "bule" er til fordel for chaufføren og passagererne i bussen.

Udformningen uden bule medfører, at vigelinjen på sidevejen må rykkes tilbage, hvilket dels øger krydsets udstrækning og dels giver dårligere oversigtsforhold. Desuden er der risiko for at fodgængere bevæger sig ud i buslommen/-banen for at afvente fri bane, hvilket er forbundet med øget uheldsrisiko. Løsningen bør derfor kun anvendes i signalregulerede kryds, hvor busserne kan fortsætte lige over i busbanen/stoppestedet.

5.2.5 Stoppested med fremrykket perron

Stoppested med fremrykket perron er en særlig variant af stoppested langs vejside. Typen anvendes ofte i gader med kantstensparkering, hvor et antal kantstens-p-pladser erstattes med en bushelle.

En effekt af løsningen er at den ofte virker hastighedsdæmpende for den øvrige trafik. Stoppested med fremrykket perron kan derfor med fordel anvendes på strækninger i hastighedsklasse lav (30-40 km/t).

Figur 5.7. Eksempel på fremrykket stoppested, kombineret med midterhelle, der forhindrer overhaling. (Foto: Rambøll)

Løsningen har følgende fordele og ulemper:

Fordele og ulemper ved fremrykket stoppested	
Fordele	**Ulemper**
• Forbedret fremkommelighed for busserne, fordi de bliver ude i trafikken. • Færre konflikter med cyklister på grund af muligheden for bredere busheller og med den øvrige trafik, fordi der ikke skal køres ud og ind af vognbane. • Lettere for busserne at komme til kantstenen med midter- og bagdøre. • Ingen risiko for påkørsel af personer og genstande på grund af mindre vinkler ved ind- og udkørsel. • Bedre fremkommelighed for øvrige fodgængere på fortovet, fordi der ikke venter buspassagerer her. • Bedre muligheder for kantstensparkering af biler på de strækninger, hvor kilestrækninger til buslommer kan undgås. • Holdepladsen kan være mere synlig for både passagerer, chauffører og andre trafikanter.	• Fremkommeligheden for biltrafikken nedsættes. • Chaufførerne kan blive stressede af at spærre for den bagfra kommende trafik (medmindre der er flere vognbaner i samme retning). • Utålmodige trafikanter kan være tilbøjelige til hasarderede vognbaneskift, når busserne holder. • Stoppestederne kræver mere plads i gaderummet end et stoppested ved kantsten. • Hvis der ikke er plads til en læskærm på bushellen, kan det være mere hensigtsmæssigt at etablere et stoppested med lomme.

Tabel 5.8. Fordele og ulemper ved fremrykket stoppested.

5.2.6 Stoppested i indsnævring

En særlig variant af fremrykket stoppested er stoppested placeret i indsnævring. I denne udformning skal begge kørselsretninger standse, når bussen holder, og den er således stærkt kapacitetsnedsættende. Løsningen kan iht. håndbogen ”Fartdæmpere”, kun anvendes ved planlægningshastighed 40 km/h og derunder.

Figur 5.9. Stoppested i indsnævring. Indsnævringen er kombineret med et pudebump. (Foto Via Trafik)

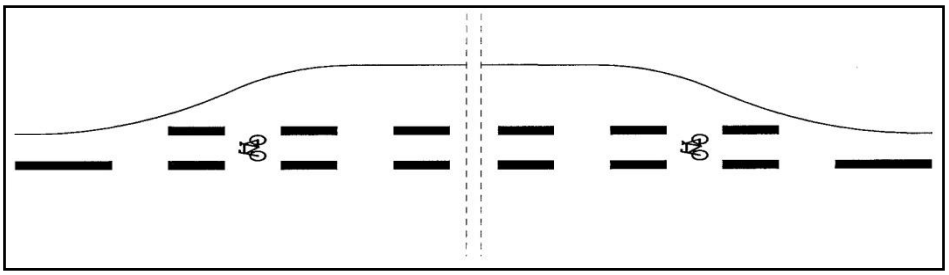
5.2.7 Stoppested på strækning med cykelbane

Hvis et busstoppested skal etableres på en strækning med cykelbane, anbefales en af følgende løsninger:

- Egentlig cykelsti forbi stoppestedet (”Forstærket cykelbane”)
- Cykelbane foran buslomme.

”Forstærket cykelbane” vil sige, at der ud for busstoppestedet etableres et kort stykke kantstens-begrænset cykelsti. Herved opnås, at der er et kantstensopspring ved indstigning i bussen. Problemerne er dog de samme, som ved andre stoppesteder med udstigning direkte på cykelsti.

På strækninger med begrænset cykeltrafik og planlægningshastighed på 50 km/h eller derunder kan cykelbaner ledes uden om buslommer som vist på figur 5.10.



Figur 5.10. Cyklister føres uden om buslomme på strækning med cykelbane og som desuden har meget begrænset cykeltrafik og en planlægningshastighed på 50 km/h eller derunder.

5.2.8 Stoppested i vejmidte

Stoppesteder placeret i vejmidten eller mellem vognbaner kan anvendes i følgende situationer:

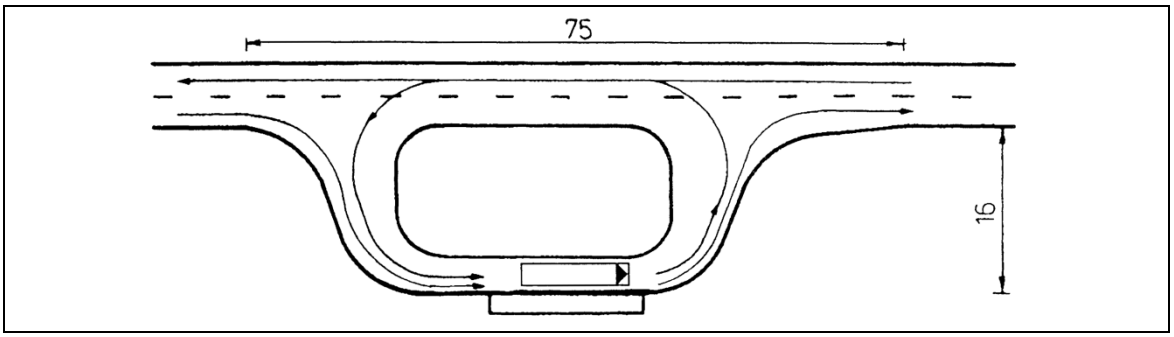
- I forbindelse med kanaliseringer, fx hvis en venstresvingende bus skal have stoppested før krydset, hvor der er venstresvingsbane eller separat busbane
- Ved midtlagte busbaner (eller medstrømsbaner i venstre side af ensrettede veje).

Vedrørende BRT løsninger se afsnit 6.

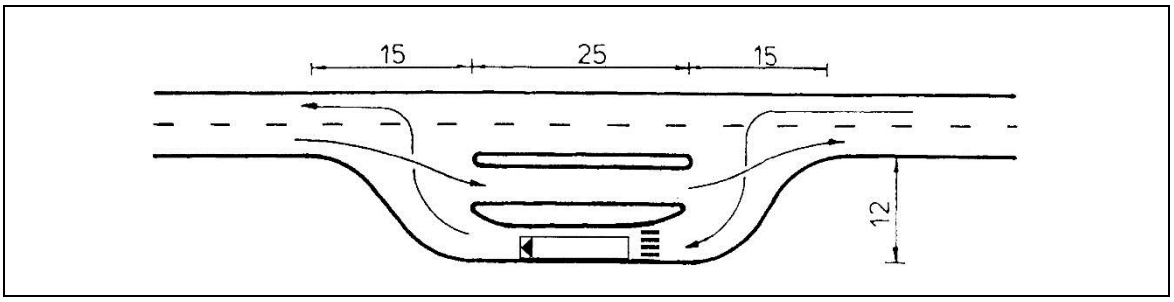
Ved stoppested i vejmidte anvendes altid helle.

5.2.9 Ensidigt beliggende stoppesteder

I situationer hvor man vil lægge vægt på at al udveksling af passagerer sker i vejens ene side (ved skoler, ensidigt beliggende bebyggelser m.v.) kan man benytte to principper, der er beskrevet i figur 5.11 og 5.12.



Figur 5.11. Ensidigt beliggende stoppested udformet som rundkørsel.



Figur 5.12. Ensidigt beliggende stoppested indrettet til gennemkørsel.

Af psykologiske og tidsmæssige grunde vil trafikselskaberne typisk foretrække indretningen på figur 5.12, hvor busserne ikke skal "køre rundt om sig selv", men bevarer kørselsretningen, hvilket skaber større klarhed hos passagererne og sparer tid. Løsningen med ensidigt beliggende stoppested udformet som rundkørsel giver høj tilgængelighed og trafiksikkerhed for passagererne, men forringer fremkommeligheden for busserne. Løsningen egner sig derfor bedst ved fx skoler og lignende.

5.2.10 Stoppested på motorvej

Stoppesteder på motorveje må aldrig placeres på selve motorvejen, men skal placeres enten på rampeanlæg eller på særskilte sideanlæg etableret alene til dette formål. Dimensionering og udformning af stoppestederne foregår efter samme principper som andre stoppesteder.

Figur 5.13. Stoppested på motorvej med skiftemulighed til lokaltog. (Foto Rambøll).

Ved stoppesteder på motorveje vil der typisk være stor afstand mellem stoppesteder for de 2 køreretninger, hvilket stiller øgede krav til skiltning og information.

5.2.11 Afmærkning af buslommer og stoppesteder

Stoppesteder og buslommer skal afmærkes som angivet i håndbøgerne for afmærkning med færdselstavler "Oplysningstavler" og afmærkning på kørebanen hhv. "Længdeafmærkning" og "Eksempler".

Uanset afmærkning af busstoppestedet med kantlinjer ud mod kørebanen gælder den prioritet, som busser ifølge færdselsloven har i byområder ved kørsel ud fra et stoppested.

Det skal bemærkes, at færdselsloven indebærer et standsningsforbud på begge sider af standeren på 12 m. Standsningsforbuddet kan om ønsket forlænges med gul kantstensmarkering ("T61" Standsningsforbud), hvilket kan benyttes til at forebygge parkering på tilkørselsstrækningen. Denne skal begynde i en afstand, der er væsentligt længere end 12 m væk fra standeren.

Færdselslovens §29, stk. 2:
Ved busstoppested er det ikke tilladt at standse eller parkere på den afmærkede strækning på hver side af stoppestedsskiltet. Findes en sådan afmærkning ikke, gælder forbuddet inden for en afstand af 12 m på hver side af skiltet.
Kilde: LBEK nr. 1386 af 11. dec. 2013.

5.2.12 Cyklister og buspassagerer

I henhold til færdselsloven skal:

- Cyklister holde tilbage eller standse for fodgængere på vej til eller fra bussen, hvis der **ikke** er en bushelle ved stoppestedet
- Buspassagerer holde tilbage for cyklisterne hvis der er en bushelle ved stoppestedet.

Færdselslovens §27, stk. 4:
Ved busstoppested, beliggende ved kanten af cykelsti, hvor passagererne ikke optages fra eller afsættes på et areal, der er særligt indrettet for dem, skal de kørende på cykelstien holde tilbage og om fornødent standse for på- eller afstigende passagerer.
Kilde: LBEK nr. 1386 af 11. dec. 2013.

Mange cyklister og fodgængere er ikke bekendt med ovennævnte vigepligtsregler, hvilket er et stort trafiksikkerhedsmæssigt problem.

Det er vigtigt, at bushellen er tilstrækkelig bred til, at buspassagerer trygt kan foretage på- og afstigning samt orientere sig om cykeltrafikken uden at komme i konflikt med cyklisterne. Se dimensioner for busheller i afsnit 5.3.3.

På steder med meget knebne pladsforhold kan det være nødvendigt at udelade busheller og lade på- og afstigning foregå direkte på cykelstien.

Især hvor der er mange cyklister og af- og påstigende buspassagerer, er der konstateret uheld mellem cyklister og buspassagerer med følgende mønster:

- Uheld med udstigende buspassagerer er helt overvejende sket på steder, hvor der **ikke er** bushelle
- Uheld med indstigende buspassagerer er helt overvejende sket på steder, hvor der **er** bushelle.

5.2.13 Oversigtsforhold

I tilslutning til stoppestedet bør oversigten være fri på så lang en strækning, at såvel passerende bilister fra begge retninger, som buschaufføren i tide får overblik og kan opfatte modparten.

Oversigtslængden bør derfor være 1,5 gange standselængden, som vist i tabel 5.14.

På eksisterende gader og veje vil de viste oversigtslængder - på grund af parkering, bebyggelse, faste genstande i vejarealet m.m. - ikke altid kunne etableres. I sådanne tilfælde kan det være nødvendigt at acceptere mindre oversigtslængder. Der henvises i øvrigt til håndbogen "Grundlag for udformning af trafikarealer".

Oversigtslængder						
Planlægningshastighed (km/h)	30	40	50	60	70	80
Oversigtslængde (m)	40	60	80	110	140	170

Tabel 5.14. Oversigtslængder beregnet med en reaktionstid på 2,0 sek. og en deceleration på 3,5 m/s^2.

5.3 Mål og detailudformning

Stoppesteder og buslommer skal afmærkes som angivet i Bekendtgørelse for vejafmærkning (BEK 802 af 04/07/2012) og Bekendtgørelse for anvendelse af vejafmærkning (BEK 801 af 04/07/2012) samt Vejregler for afmærkning med færdselstavler og Vejregler for afmærkning på kørebanen.

5.3.1 Baggrund for dimensionering

Dimensionering af længde for ind- og udkørsel fra stoppesteder og buslommer er en afvejning af komfort, hvor meget bussen svinger ind over fortov, bushelle og vognbane samt hensynet til den øvrige trafik på strækningen. Korte strækninger betyder, at bussen i højere grad skal bremse op og accelerere i vognbanen henholdsvis før og efter buslommerne, samt at der er større risiko for svingning ind over fortov og vognbane, og endelig at passagererne kan blive udsat for større side-acceleration ved ind- og udkørslen.

Ifølge de tyske BOstrab-regler for letbanetog er en komfortabel deceleration 1,1 m/sek^2. Med en hastighed på 50 km/h (14 m/s) kan en bus bringes til en glidende standsning på ca. 90 meter. Reduceres hastigheden til ca. 70 % af den ønskede inden indkørsel til en svingbane eller buslomme, kan decelerationsstrækningens længde halveres. Altså kan den reduceres til ca. 45 meter.

Hvis en bus skal foretage standsning ved et stoppested og ikke må påvirke den øvrige trafik med nedsat hastighed, skal et stoppested forsynes med meget lang kilestrækning ind, en deceleration-strækning, en holdepladsstrækning, en accelerationsstrækning og en kilestrækning ud. Dette vil imidlertid medføre meget lange stoppesteder, hvorfor det accepteres at deceleration og acceleration primært foregår i vognbanen. Derfor kan stoppesteder udformes uden decelerations- og accelerationsstrækning.

Længden af holdepladsstrækningen afhænger af antallet (og typer) af samtidige busser ved stoppestedet. Kilestrækningerne ind og ud fastlægges ud fra komfortkrav og arealbehov. Jo længere kilestrækning jo bedre komfort og jo mindre arealbehov i vognbanen ved ind- og udkørsel.

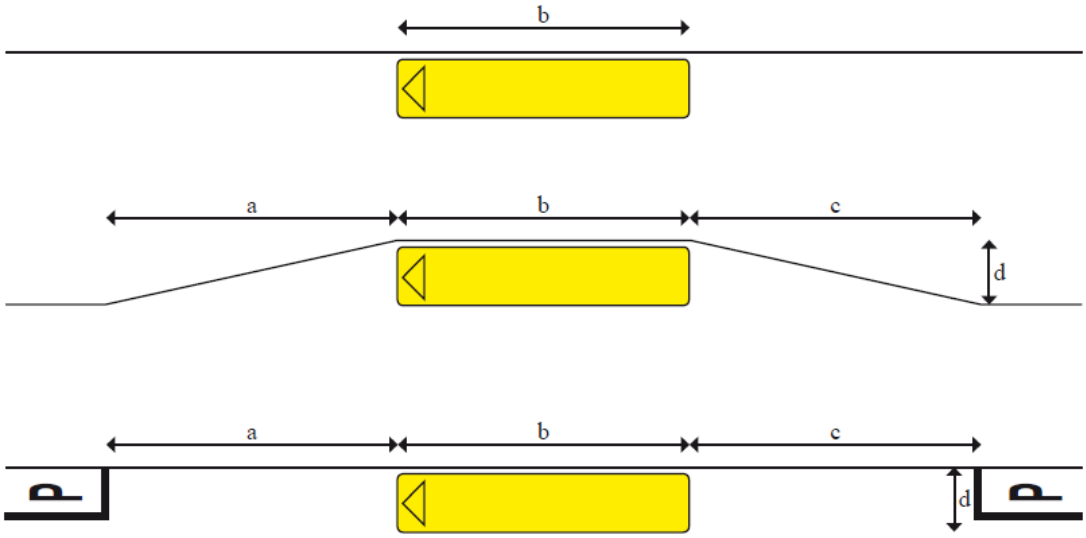
En kilehældning på 1:7 medfører, at en buslomme med en bredde på 3 meter skal have en kilestrækning på 3 x 7 = 21 meter (med en bredde på 2,7 meter fås en kilestrækning på ca. 19 meter). Der anbefales en kilestrækning på 18 meter ved veje med hastighed på 50 km/h, der sikrer at en traditionel 12 m bus kan manøvrere ind og ud af buslommen uden at for- og bagende svinger ind over fortov eller vognbanen i modsat køreretning.

Oversigtsforhold
Det er vigtigt, at chaufføren kan se bagfra kommende biler ved udkørsel, hvilket specielt kan give problemer på kurvet vej eller efter rundkørsler. Problemet kan reduceres ved at vinkle buslommerne, så bussens forende er tættere på vejmidten end bagenden, men kræver til gengæld ekstra bredde ved udkørsel, for at bussens karosseri ikke skal svinge ind over de modgående vognbaner.

5.3.2 Dimensionering af stoppested

Længden af et stoppested består af tre komponenter: selve stoppestedets længde og to kilestrækninger. I stoppesteder med fremrykket bushelle eller tilsvarende er der dog ikke kilestrækninger.

Grundlæggende anbefalede dimensioner for busstoppesteder



Mål i meter	a	b	c	a+b	d
Minimum, by – 12 m bus	7	B X A	11	min. 20	2,7
Minimum, by – 12,7 m, 13, 7 m og 15 m bus	8	BXA	16		2,7
Anbefalet, by	18	B X A	18		2,7
Veje i åbent land og Veje med hastighed ≥ 70 km/h	18	B X A + 8	18 - 30		3,0

Tabel 5.15. Grundlæggende anbefalede dimensioner for busstoppesteder i forskellige situationer. B = Buslængde, A = forventet antal busser.

De angivne intervaller er udtryk for et spænd af muligheder, hvor valg af de største mål vil være resultat af en prioritering af bussens (og dermed passagerernes) fremkommelighed, mens valg af de mindste mål vil være resultat af prioritering af andre faktorer, fx behovet for kantstensparkering eller udnyttelse af snævre pladsforhold.

Ved meget korte kilestrækninger skal man være opmærksom på bussens arealforbrug i bredden, det gælder både i form af vognkassens ind- og udsving over kantstenen og den bredde vognkassen stikker ud i kørebanen under udsving. Ved komplicerede forhold bør kørselsgeometrien afprøves i et kørekurvesimuleringsprogram.

Som afrundingsradier mod kørebanen bør der benyttes mindst 25 meter.

På veje, hvor det til rådighed værende tværprofil ikke tillader anlæg af buslommer med den foreslåede bredde, kan en mindre bredde eventuelt anvendes. Herved vil en del af en holdende bus rage ud på kørebanen. Derfor kan en mindre bredde kun accepteres på steder, hvor bagfra kommende køretøjer ikke vil være i tvivl om, at en holdende bus enten kan passeres sikkert, eller at der skal standses.

5.3.3 Dimensionering af bushelle

Bredden af busheller bør være som vist på tabel 5.16 bl.a. af hensyn til ind- og udtagning af barnevogne fra busserne. Længden af busheller bør mindst være lig med længden af de busser, der skal holde ved dem.

Bredde af bushelle		
Anbefalede mål	Bushelle i vejside	Bushelle i vejmidte
Normal bredde	2,00 m	3,00 m
Minimumsbredde	1,50 m	2,00 m

Tabel 5.16. Bredde af busheller. For BRT løsninger se afsnit 6.

Busheller bør aldrig være smallere end 1,5 m. Hvis det ikke er muligt at etablere en bushelle i denne bredde, er det bedre helt at udelade den, så vigepligtsforholdene er entydige.

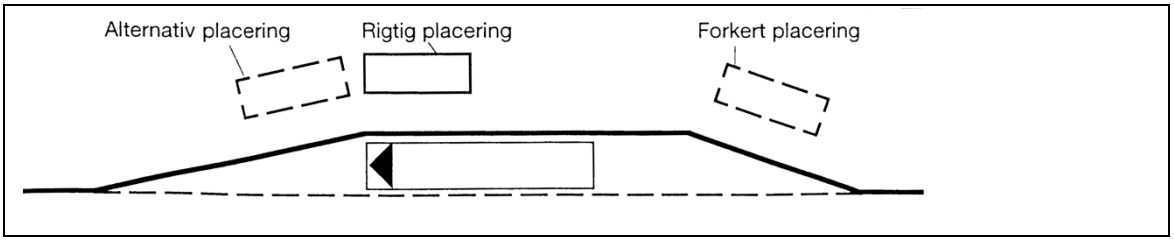
Hvis der placeres inventar på bushellen, bør bredden måles fra kantsten til større faste genstande, som fx buslæskærm eller rækværk.

5.3.4 Læskærme

Læskærme bør primært opsættes ved stoppesteder, hvor der kan forventes mange påstigende passagerer - typisk kan dette for bybuslinjer være i retning mod centrum i udkantsområderne i byerne, mens retningen ud ad byen ofte har relativt mange afstigende passagerer. For regional- og oplandsruter er behovet i retningen ud af byerne, hvorfor det er ved disse stoppesteder læskærme skal prioriteres. Læskærme kan desuden være ønskeligt, hvor der kan forventes lange ventetider.

Læskærmen bør samtidig placeres på en sådan måde, at ventende passagerer under læskærmen og den ankommende bus er synlige for hinanden. Hverken for-, midter- eller bagdøre må spærres af faste genstande fx stoppestedsstandere eller beplantning.

Når læskærme opstilles på en bushelle placeret mellem kørebane og cykelsti, skal det sikres, at der er tilstrækkelig oversigt mellem cyklister og specielt udstigende buspassagerer, der ønsker at krydse cykelstien.



Figur 5.17. Læskærme bør placeres så passagererne i læskærmen og buschaufføren kan se hinanden. Figuren viser de bedste placeringer. Forholdet gælder også selv om der ikke er tale om en buslomme.

For placering af inventar ved BRT løsninger henvises til afsnit 6.

5.3.5 Kantsten

Der bør tilstræbes en lav niveauforskel ved ind- og udstigning af bussen, hvorfor kantstenen bør være så høj ud mod busstoppested eller buslomme som muligt.

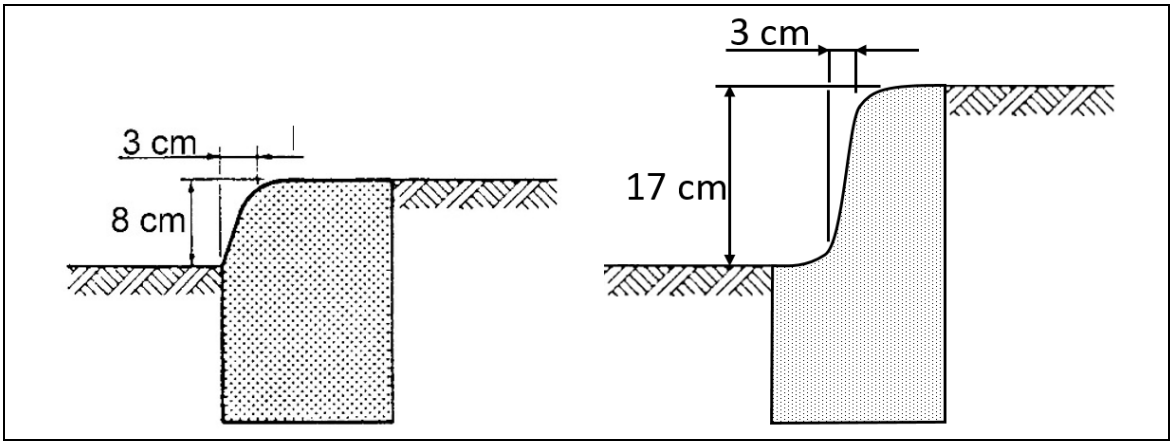
Ind- og udstigning af bussen bliver lettere med større kantstenshøjder, men kantstensopspringet bør normalt ikke overstige 8 cm, fordi busser med lavt gulv kun er hævet 10 cm over kørebanen.

På områder, hvor bussen kører parallelt med hellen, kan kantsten med fordel etableres op til 17 cm høje, så passagererne kan gå direkte ind/ud ad bussen uden trin. Ved så høje kantsten bør koteforholdene behandles grundigt, da der normalt vil være bagfald på fortov / udstigningsområde.

Løsninger med 17 cm høje kantsten er benyttet flere steder i Europa, hvor man har gode erfaringer med at anvende løsningen. I Sverige er ofte anlagt cykelstier langs vejen bag om bushellen eller på parallelle ruter, men 17 cm høje kantsten findes også ved busstoppesteder, hvor cyklister færdes på kørebanen.

Det anbefales, at 17 cm høje kantsten kun anvendes på steder, hvor:

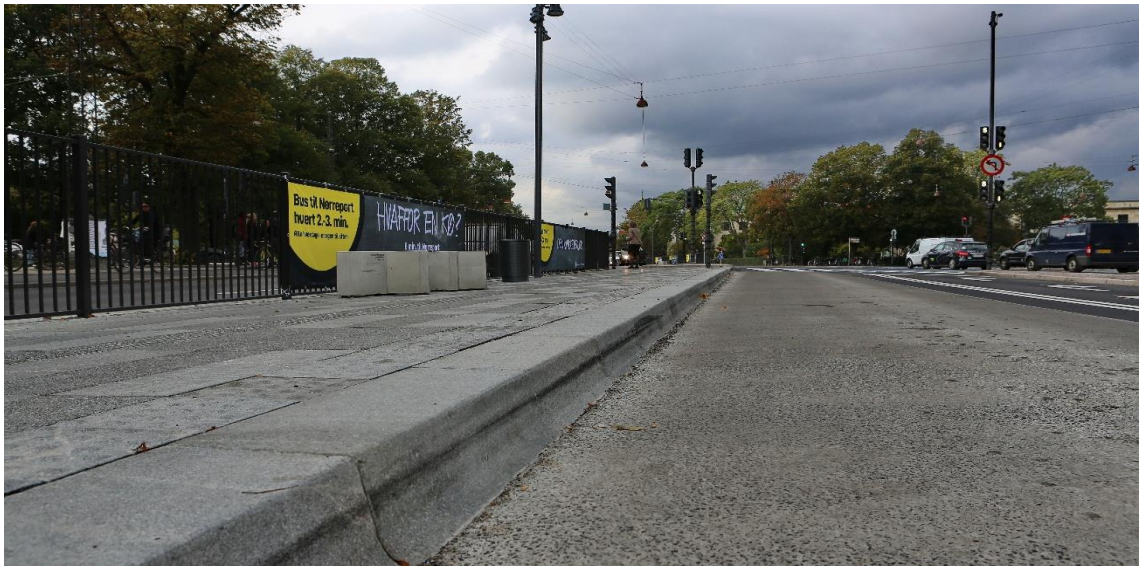
- Busserne kan køre retlinjet ind til busholdepladsen og bushellen (således at karosseriet ikke svinger ind over kantstenen)
- Stoppestedet er placeret i busbaner og på trafikterminaler (eller på strækninger med planlægningshastighed på maks. 40 km/t).



Figur 5.18. Principtværsnit af affaset kantsten hhv. 8 cm og 17 cm.

For at forebygge skader på bussernes dæk bør der altid anvendes faskantsten på steder, hvor kantstenshøjderne er større end 2,5 cm. Kantsten mod busholdepladsen bør derfor være glatte og affasede eller afrundede. Ikke-affasede granitkantsten bør ikke anvendes ved busstop, da disse beskadiger busdækkene. Bushellernes ender bør være afrundede eller afskårne med bløde former på en måde, der muliggør en smidig ind- og frakørsel med busserne. Såfremt bushellernes forender udføres med lige afskæring, bør kantstenene dykkes, og manøvrearealet øges.

Figur 5.18 viser tværsnit for en affaset kantsten.



Figur 5.19. 17 cm høj buskantsten fra 'Den kvikke vej' i København giver let og effektiv ind- og udstigning fra lavgulvsbusser på steder, hvor busserne ikke skal foretage svingmanøvre i forbindelse med bushellerne. Det skal bemærkes, at overfladen på buskantstenen bør være glat, idet en ru overflade øger slidtage på bussernes dæk. (Foto: Via Trafik).

5.3.6 Tvær- og længdefald

Tværfald ved busstoppesteder bør ikke overstige 25 promille. Ved tværfald bør faldet så vidt muligt ske væk fra kantstenen, idet dette mindsker stænkgenerne for ventende passagerer. Tværfald mod kantstenen vil dog ofte være uundgåeligt ved stoppesteder uden buslommer.

Længdefaldet ved stoppestedet bør ikke overstige 25 promille for at undgå problemer ved standsning og igangsætning af busserne i vinterperioden.

5.3.7 Afvanding

Af hensyn til de ventende passagerer ved stoppestedet er det vigtigt, at der foretages en effektiv afvanding af holdestrækningen for at imødegå stænkgener. I den forbindelse må man advare imod afvandingsbrønde på selve holdestrækningen, fordi man har erfaring for, at der som et resultat af bussernes opbremsning og opstart er en tilbøjelighed til, at der sådanne steder sker en sætning af kørebanen i forhold til brøndkarmene. Desuden vrides dæksler i stykker, hvis der køres på dem. Kørsel på dæksler vil også slide på busserne og give dårlig komfort for passagererne. Nogle af disse problemer kan løses ved at anvende afvandingsriste med sideindløb.

Tværfald væk fra de ventende passagerer må normalt foretrækkes. Hvor der er fald mod kantstenen, bør der anbringes en nedløbsbrønd umiddelbart opstrøms for bussens holdested. Det skal modvirke, at der løber vand langs kantstenen, hvor bussen skal holde, da vandet ellers kan sprøjte på passagererne, når bussen kører til stoppested.

5.3.8 Belægning

Belægningen på busholdepladsen / i buslommen bør være forstærket i forhold til kørebanen og der bør vælges en opbygning, der er modstandsdygtigt over for sporkøring.

Overfladen bør være bestandig over for kølervæske, olie osv. Det anbefales, at der enten benyttes en semifleksibel belægning eller en betonbelægning.

Belægningen skal dimensioneres efter gældende vejregler, hvor der skal tages højde for bussens lave hastighed.

5.3.9 Servicefaciliteter

Alle stoppesteder forsynes med nødvendig skiltning. Afhængig af lokale forhold bør det tillige overvejes at etablere følgende ved stoppestederne:

- Information, fx køreplan, kort og realtidsinformation
- Læskærm
- Bænke
- Øvrigt gadeinventar (affaldskurv, telefonboks m.v.)
- Belysning
- Cykelparkering (se fx Byernes trafikarealer)
- Bilparkering (se fx Byernes trafikarealer).

For placering af inventar ved BRT løsninger henvises til afsnit 6.

5.3.10 Stander og skilte

Standeren bør have en farve, som står i kontrast til omgivelserne. Herved kan den bedre opfattes af synshandicappede, men den bør ikke skæmme bybilledet.

Standeren skal placeres mindst 50 cm fra kørearealet for at undgå, at bussens spejle rammer den i tilfælde, hvor bussens forende kommer ind over fortovet. Da standeren samtidig angiver, hvor bussen holder og signalerer stoppested med standsningsforbud etc. bør afstanden til kørebanen heller ikke blive for stor. Standeren må ikke placeres således, at den begrænser de gående, og især kørestolsbrugeres muligheder for at bruge fortovet. Såfremt en stander reducerer den frie bredde til under 1,5 m bør den placeres i fortovets bagkant.

På standeren kan opsættes information om buslinjer, køreplaner, zonekort, rutekort etc., afhængigt af stoppestedets karakter. Informationen skal placeres i normal læsehøjde på mellem 1,4 og 1,6 m over niveau.

Ved stoppesteder med mange passagerer kan standeren ligeledes indeholde displays med køreplans- og realtidsoplysninger om busdriften ved stoppestedet. Oplysningerne bør suppleres med mulighed for lydgengivelse af hensyn til blinde, svagsynede og forståelseshandicappede.

Busholdepladser skal afmærkes øverst med færdselstavle E31 (sort bus på gul baggrund). Tavlen skal være retroreflekterende, og der må ikke påsættes supplerende informationer på selve tavlen. I en række tilfælde suppleres med trafikselskabets logo og evt. zonenummer og stoppestedsnavn, placeret under E31.

For placering af inventar ved BRT løsninger henvises til afsnit 6.

5.3.11 Tilgængelighed

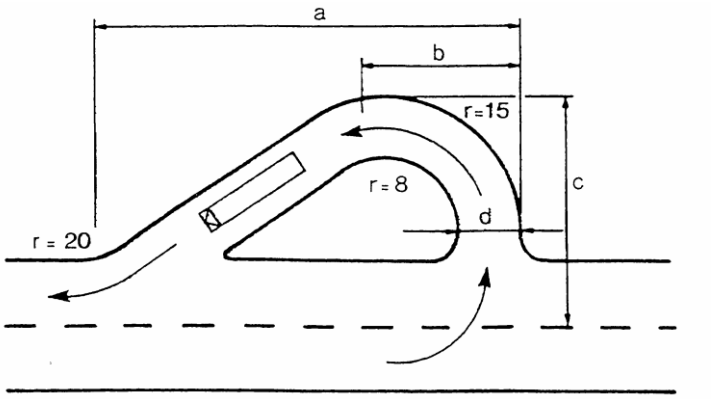
Det er vigtigt, at busserne også kan benyttes af personer med funktionsnedsættelser, hvilket også stiller krav til indretning af stoppestederne.

I håndbogen "Færdselsarealer for Alle" er der angivet en række anbefalinger for den mest hensigtsmæssige indretning af busstoppesteder.

5.4 Vendepladser

Endestationer med vendepladser kan udformes som vist på figur 5.20 og 5.21. I mange tilfælde kan det være fordelagtigt at placere vendepladsen i tilslutning til et kryds og lade udkørslen ske til den sekundære gade.

Pladsbehov for en vendeplads med direkte udkørsel.



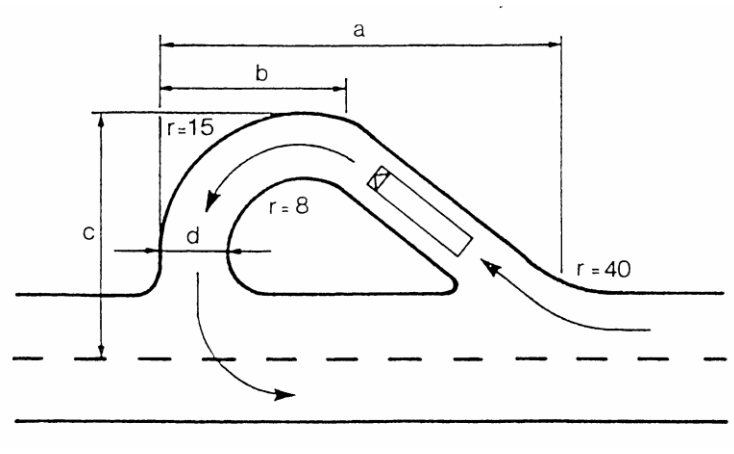
Mål i meter	12 m, 12,7 m, 13,7 m og 15 m bus		18 m ledbus	
	1 bus	2 busser	1 bus	2 busser
a	50	60	55	70
b	19,5	19,5	19	18
c	27,5*	27,5*	27,5*	27,5*
d	7	7	7	7

** minimum*

Figur 5.20. Pladsbehov for en vendeplads med direkte udkørsel.

Den detaljerede udformning og det nødvendige arealudlæg for vendepladser og ensidigt beliggende buslommer afhænger selvfølgelig af, hvor mange busser/ruter og reservebusser, der skal sikres plads til, og om der skal sikres mulighed for at kunne vende på pladsen.

Pladsbehov for en vendeplads med direkte indkørsel.



Mål i meter	12 m, 12,7 m, 13,7 m og 15 m bus		18 m ledbus	
	1 bus	2 busser	1 bus	2 busser
a	45	55	50	65
b	20	19	19	18,5
c	27,5*	27,5*	27,5*	27,5*
d	7	7	7	7

** minimum*

Figur 5.21. Pladsbehov for en vendeplads med direkte indkørsel.

6 BUS RAPID TRANSIT (BRT)

Dette kapitel indeholder en dybdegående gennemgang af BRT, og det er hensigten at kapitlet skal kunne læses uafhængigt af de øvrige kapitler i håndbogen. Overlap mellem traditionelle busløsninger og BRT systemer er beskrevet løbende, og der er så vidt muligt henvist til relevante afsnit.

Kapitlet om BRT er inddelt i seks afsnit: Definition; Anvendelse og linjeføring; Identitet og bymiljø; Udformning; Trafikinformation samt Trafiksikkerhed. Hvert afsnit afsluttes med en sammenfattende tabel over de væsentligste parametre og elementer i det aktuelle afsnit.

Tabellerne beskriver det anbefalede niveau, der bør tilstræbes ved etableringen af et BRT-system, og et minimumsniveau, som angiver de mindste anbefalinger for, at løsningen kan betegnes som BRT.

Planlægning og anlæg af BRT løsninger bør medtage samfundsøkonomi som en del af beslutningsgrundlaget. Herunder en afvejning mellem fordele ift. drift, passagerindtægter og miljø ved BRT løsninger og evt. negative effekter for den øvrige trafik (inkl. evt. mindsket kapacitet og nedsat rejsehastighed for andre trafikanter).

Erfaringerne fra udlandet og Danmark viser, at BRT ofte giver positiv samfundsøkonomi - selv på eksisterende strækninger med meget biltrafik - såfremt BRT løsningerne benyttes af tilstrækkeligt mange passagerer og buslinjer.

Ved planlægning af BRT løsninger er det vigtigt, at afveje konsekvenser ved BRT ift. arealindgreb, byliv, handel og lignende. Især på strækninger med begrænset plads, hvor hensynet til fx parkering, eksisterende beplantning og bevaringsværdige bygninger samt ikke mindst barriereeffekt, kan veje tungere end hensynet til at anlægge en optimal BRT løsning.

Derfor bør planlægning af BRT løsninger altid baseres på en grundig analyse af konsekvenser for trafik, byrum, eksisterende forhold og de samlede samfundsøkonomiske effekter.

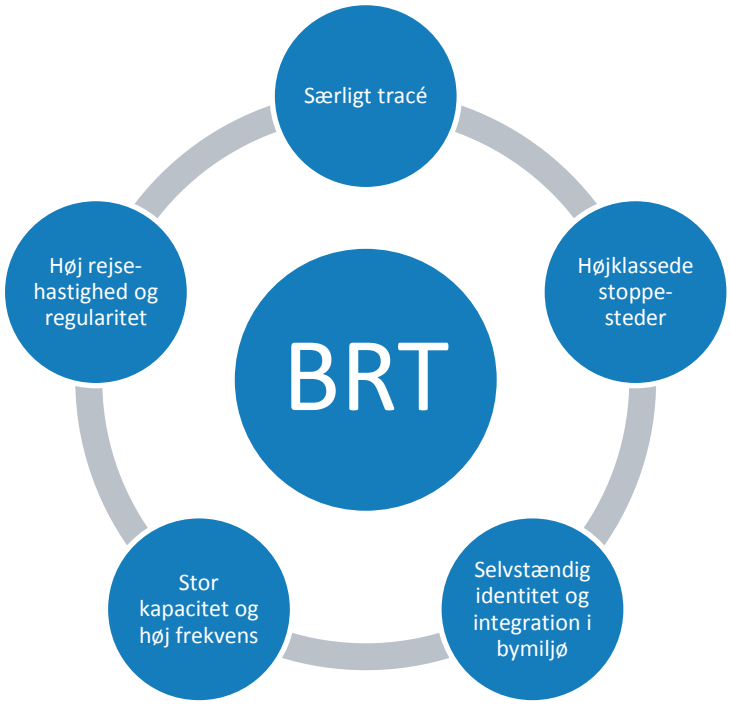
Figur 6.1. Eksempel på BRT i særligt tracé. (Foto: Metroselskabet fra Saint Nazaire, Frankrig)

6.1 Definition

BRT er en fælles betegnelse for et højklasset, busbaseret transportsystem med et meget højt serviceniveau. Med BRT systemer kan der opnås energi- og passagereffektive løsninger, der øger kapaciteten i den kollektive trafik og reducerer trængsel på vejene samt fremmer en bæredygtig grøn transport.

Det mest centrale element i oprettelsen af BRT er det særlige tracé til bussen, der sikrer, at busserne ikke påvirkes af de trængselsproblemer, der forårsages af biltrafikken. Derudover består BRT af en række andre elementer, der samlet bidrager til at skabe det høje serviceniveau. De væsentligste elementer i BRT systemer er følgende:

- Særligt bustracé
- Højklassede stoppesteder
- Selvstændig identitet og integration i bymiljø
- Stor kapacitet og høj frekvens
- Høj rejsehastighed og regularitet.



Figur 6.2. Forudsætninger for BRT systemer.

BRT kendetegnes ved at fungere på et letbane- eller metrolignende serviceniveau, hvorfor afstanden mellem stoppestederne kan øges svarende til den skinnebårne trafik for at opnå de samme fordele. Erfaringer viser, at brugere er villige til at gå længere for at anvende et højklasset transporttilbud, som fx en BRT. Samtidig er det vigtigt, at stoppestedsplaceringen tager højde for passageroplande og sikrer rimelig gangafstand til busstoppesteder.

Formålet med BRT er at skabe et særligt attraktivt kollektivt transportmiddel, der er integreret i det omkringliggende bymiljø. Høj fremkommelighed er en afgørende parameter for, at BRT bliver en succes. Derfor er det særlige tracé til bussen et centralt omdrejningspunkt i BRT. Tracéet etableres så vidt muligt i hele BRT-korridoren, og eventuelle afbrydelser bør kun forekomme over korte strækninger uden trængsel.

BRT systemer er endvidere kendetegnet ved følgende:

- En direkte linjeføring, der forbinder væsentlige rejsemål
- Højfrekvent busdrift og signalprioritering, der understøtter passagerernes oplevelse af høj fremkommelighed
- God tilgængelighed til stoppesteder og rejsemål.

Et væsentligt virkemiddel i forhold til at opnå et attraktivt BRT system er at sikre høj kørekomfort. Kørekomforten sikres ved at etablere en retlinet linjeføring med få og store kurver, ved at indsætte højklasset busmateriel samt ved at sikre kørebanebelægning med stor jævnhed og få afbrydelser i form af krydsende trafikstrømme på tværs af traceet.

Figur 6.3. Til venstre: BRT bus med ekstra god plads og komfort fra Metz, Frankrig. (Foto: Movia). Til højre: Højklasset BRT stoppested med god trafikinformation i afskærmet tracé i Malmø, Sverige. (Foto: Via Trafik fra Malmø, Sverige)

Formålet med BRT er i mange henseender at give passagererne opfattelsen af, at de kører med et andet transportmiddel end en almindelig bus. I den forbindelse er det væsentligt, at stoppestederne indrettes med et højere serviceniveau og bedre tilgængelighed end traditionelle busstop. Et højklasset BRT-stoppested har følgende:

- Trygge og komfortable venteforhold med læ fra vind og vejr
- Plads til stor, trafiksikker og effektiv passagerudskiftning
- Faciliteter til billetkøb inden påstigning
- En indretning, hvor alle/flere døre anvendes til påstigning og afstigning
- Lille niveauforskel mellem bussen og perronen
- Overskuelig og aktuel rejse- og driftsinformation.

BRT-stoppestederne bør således være på højde med serviceniveauet på en Metrostation eller et letbanestandsningssted.

Tabel 6.4 viser de væsentligste parametre for en BRT løsning. Som udgangspunkt bør BRT systemer leve op til det anbefalede niveau for alle parametre, men det kan dog accepteres, at enkelte parametre kun opfyldes til minimumsniveauet.

	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé	Særligt tracé med fysisk adskillelse mellem bus- og biltrafik. Belægning i afvigende farve.	Hovedsagelig særligt tracé i form af busbaner. Hvis der køres i blandet trafik (over kortere strækninger) bør det være trængselsfrit.
Stoppesteder	Højklassede stoppesteder ved alle stop på ruten. Trafiksikker adgang med høj tilgængelighed.	Højklassede stoppesteder ved vigtige rejsemål på ruten. Ved øvrige stoppesteder bør der som minimum være læskærm og realtids-trafikinformation. Sikker adgang med høj tilgængelighed.
Kapacitet og frekvens	Lange busser med høj kapacitet og høj frekvens. Der bør også tages højde for "komfortkapacitet".	Høj frekvens.
Rejsehastighed og regularitet	Høj rejsehastighed og regularitet.	Høj regularitet.
Identitet	Selvstændigt design og identitet på såvel infrastruktur som busmateriel.	Selvstændigt design og identitet på enten infrastruktur eller busmateriel.
Busmateriel	Lavgulvsbusser med brede døre. Ind- og udstigning af alle døre.	Lavgulvsbusser.
Ledninger	Ledninger omlægges så der er frit under BRT-tracéet.	Ledninger omlægges efter behov.

Tabel 6.4. Forudsætninger for BRT løsninger.

BRT systemer har mange fællestræk med andre højklassede kollektive trafiksystemer, så som +Way (se figur 2.8 i håndbogen "Trafikterminaler" samt Movias publikation '+Way').

6.2 Anvendelse og linjeføring

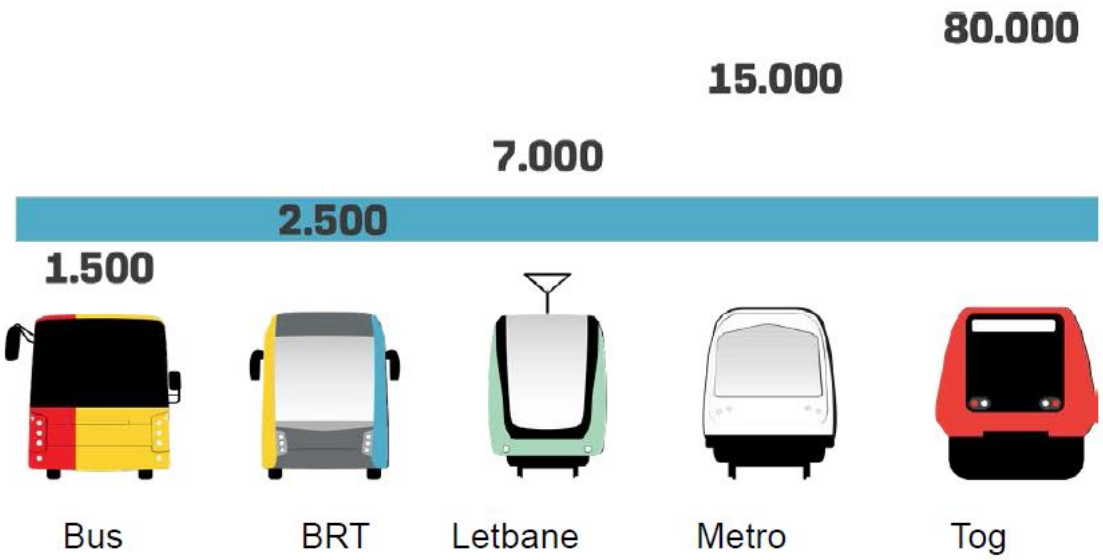
Anvendelse

BRT-systemer kan anvendes af en række forskellige årsager, fx følgende:

- En strækning har nået sin kapacitetsgrænse ved fx almindelig busdrift
- Et område bliver ikke betjent, eller har ikke tilstrækkelig betjening under eksisterende forhold
- Der mangler forbindelser mellem øvrige transportformer (fx en ringlinje til at forbinde toglinjer med udgangspunkt fra bycentrum)
- Hvor dårlig regularitet medfører forringet serviceniveau

BRT-systemer anvendes oftest som trafikbetjening, hvor kapacitetsbehovet ligger på op til 2.500 passagerer pr. time pr. retning.

I nedenstående figur er vist nogle overordnede retningslinjer vedrørende kapacitetsbehov i forhold til valg af transportsystem. Det skal nævnes, at grænserne er flydende og derfor vejledende.



Figur 6.5. Forskellige transportformers kapacitet pr. time pr. retning, opgjort i runde tal. (Kilde: Movia)

Ved planlægning af BRT kan der med fordel tages udgangspunkt i:

- Komfortkapacitet, som udtrykker et maksimalt antal passagerer ved et passende serviceniveau, hvor passagererne ikke står for klemt
- Fysisk tilgængelighed i selve busserne (ud over lavgulv)
- Hurtig af- og påstigning i flere døre (anbefalet niveau).

<u>Linjeføring og stoppestedsplacering</u>
Valg af linjeføring baseres overordnet på følgende kriterier:

- De lokale transportsystemer
- Oplande og befolkningstæthed
- Rejsemål
- Arealanvendelse.

Ud over de overordnede kriterier, som vist ovenfor, bør linjeføringen være så direkte som mulig. Hvor det er nødvendigt med kurver på strækningen, bør disse udføres med størst mulig radius for at øge komforten for passagererne.

Herudover er det vigtig, at stoppestederne placeres, hvor det er muligt at anlægge sikker adgang for passagererne.

De lokale transportsystemer
Linjeføringen for et BRT-system tager oftest afsæt i det eksisterende lokale transportsystem. Dette kan være som forbedring på eksisterende ruter på det kollektive trafiknet med kapacitetsmangel eller dårlig regularitet, eller som ny betjening i områder med 'huller' i det kollektive trafiknet.

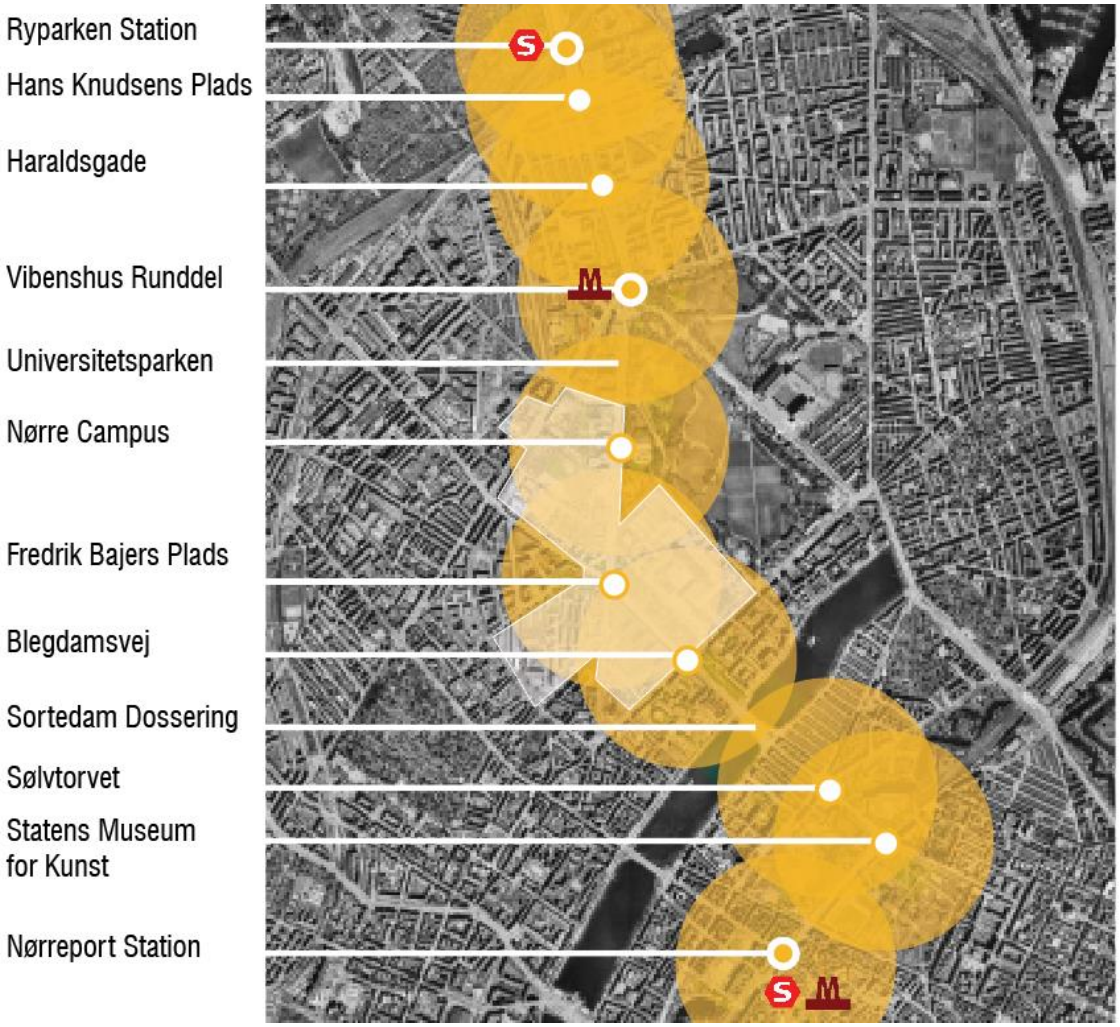
Oplande og befolkningstæthed
Oplandet er afgørende i valg af linjeføring og placering af stoppesteder. Oplandet er defineret ud fra stoppestedets tilgængelighed. Det er normalt, at definere oplandet i forhold til gående passagerer og cyklister.

Oplandet for gående passagerer er defineret som en ønskelig maksimal afstand, som passagererne skal gå til standsningsstedet. Dette beregnes normalt ved at tage den gennemsnitlige ganghastighed (5km/t) over en fastsat tidsfrist (eksempelvis 10 minutter), hvilket giver radius af oplandet til et standsningssted, typisk 600 m, hvilket svarer til det nære opland for fx Metro og togstationer.

Visse steder kan det give mening af kigge på cyklistopland. Her defineres ligeledes et opland ud fra gennemsnitlig cykelhastighed (i København 20 km/t) over en fastsat tidsperiode (eksempelvis 10 min). Det er normalt ønskeligt, at oplande ikke overlapper hinanden.

Generelt anbefales det at benytte oplandsstørrelse på 400 til 800 meter inden for byområder. Tættere stoppestedsafstand medfører en lavere komfort for passagererne, da der vil forekomme flere opbremsninger og accelerationer.

Der bør ligge standsningssteder i umiddelbar nærhed af boligområder med høj befolkningstæthed.



Figur 6.6. Eksempel på oplande omkring stoppesteder. Radius 400 m. (Kilde: Bedre Bus til Nørre Campus, Københavns Kommune). I tætte byområder kan det være vanskeligt at undgå overlap mellem oplande, idet stoppestedsplacering ofte tager hensyn til vigtige rejsemål samt korrespondance med fx tog- og metrostationer.

Rejsemål
BRT-linjeføringen bør forbindes til oplagte rejsemål langs strækningen. Her bør der være kort afstand til stoppesteder. Eksempler på dette kan blandt andet være følgende:

- Butikscentre
- Hospitaler, lægehuse og lignende
- Store arbejdspladser
- Uddannelsesinstitutioner
- Kunst- og kulturattraktioner.

Ved uddannelsesinstitutioner og større arbejdspladser er kort afstand fra stoppestedet vigtigere end i fx boligområder.

Figur 6.7. Stoppested ved gymnasium i Cannes. Gymnasiet ses i baggrunden. (Foto: Via Trafik)

Arealanvendelse

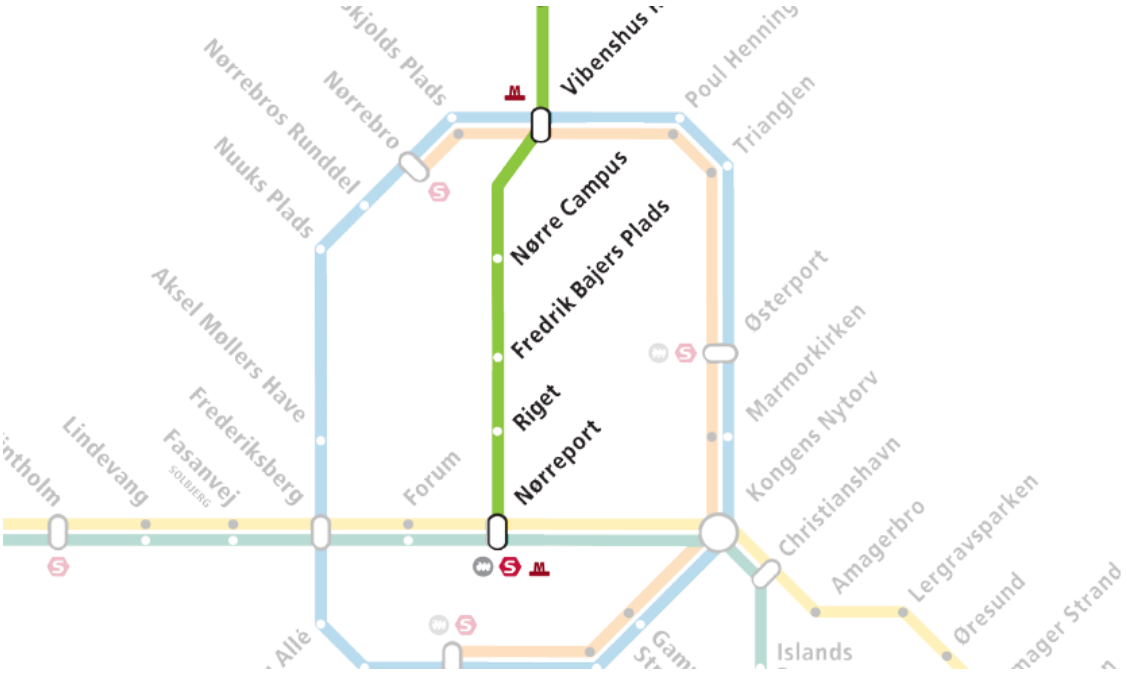
Ved valg af linjeføring bør man have opmærksomhed på følgende:

- Indvirkning på private grunde
- Indvirkning på følsomme arealer (natur, arkæologisk, historisk)
- Indvirkning på eksisterende veje og trafik
- Indvirkning på forsyningsselskaber
- Indvirkning på planer for det lokale bymiljø.

I eksisterende bymiljøer er det vigtigt, at linjeføring og udformning af BRT tracé i videst mulig omfang tager hensyn til fysiske og funktionelle begrænsninger i form af: Bygninger, parkering og varelevering, vejtræer samt behov for brede cykelstier og fortove.

Desuden bør man have for øje, at BRT løsninger kan medføre øget barrierevirkning og uheldsrisiko ved krydsning af vejen, omvejskørsel og længere rejsetid for bilister, som følge af restriktioner (fx venstresvingsforbud ved sideveje) og evt. reduceret kapacitet for den øvrige trafik langs BRT linjeføringen.

Standsningssteder placeret tæt på transportknudepunkter bør prioriteres højt ved fastlæggelse af linjeføringen. På figuren herunder er vist et eksempel på en BRT, som betjener en bydel uden S-tog og metro, og samtidig fungerer som forbindelse til henholdsvis S-tog og metro.



Figur 6.8. Eksempel på BRT-system, som betjener en bydel uden S-tog og metro, og samtid fungerer som forbindelse til henholdsvis S-tog og metro.

Konsekvensen af et veludført BRT-projekt er en højere effektivitet for busdriften i form af større regularitet og større buskapacitet. I Malmø har MalmøExpressen medført større kapacitet for bustransporten. I Aalborg har deres BRT-løsning medført større regularitet, højere rejsehastighed og mulighed for at øge kapaciteten. I København har BRT-løsningen medført hurtigere rejsehastighed og større regularitet. Derudover er passagertilfredsheden på strækningen øget.

Kapaciteten for den øvrige biltrafik på strækningen kan blive begrænset, når BRT-busserne prioriteres i kryds. Især sidevejstrafikken kan blive påvirket. I tætte byområder med mange og stærkt trafikerede kryds og tværveje, kan det derfor være nødvendigt at forbeholde det særlige tracé til BRT-busser. I sådanne tilfælde må øvrige busser i rute benytte køresporene for den øvrige trafik (som beskrevet i afsnit 3 Fysisk udformning, 4 ITS løsninger og 5 Stoppesteder).

Uddrag af Bekendtgørelse om vejafmærkning (BEK 802 af 04/07/2012), §57:
V 42 Bussymbol
Teksten "BUS" i en bane, der er afgrænset af den i § 51 nævnte *Q 46 Ubrudt kantlinje* eller *Q 44 Dobbelt spærrelinje*, angiver, at banen kun må benyttes af busser i rutekørsel, jf. dog nedenfor vedrørende *V 44 Taxisymbol*.
Busser i rutekørsel er specificeret i Lov om trafikselskaber. Såfremt en given buskørsel eksempelvis handikapkørsel er omfattet af definitionen i lov om trafikselskaber kan busbanerne således benyttes af køretøjet.
Symbolet angiver, at bussen kan vælge at benytte banen.
Kilde: Bekendtgørelse om vejafmærkning (BEK 802 af 04/07/2012)

Hvis BRT-løsningen er tilpasset behovet, udgør den en bæredygtig trafikløsning. Dette kræver en vis urbaniseringsgrad og et befolkningstæt opland.

Hvis BRT tracéet skal kunne benyttes af almindelige buslinjer, bør det ske ud fra en afvejning mellem hensynet til høj fremkommelighed og regularitet for BRT linjerne, kontra ekstra rejsetids- og regularitetsforbedringer, der kan opnås for den øvrige bustrafik. Samtidig bør det overvejes, hvorvidt det er nødvendigt at etablere overhalingsmulighed i tracé og ved stoppesteder, fx i form af bus- og vigelommer for øvrige busser eller overhalingsspor for BRT busser.

For flere informationer vedrørende anvendelse og linjeføring kan henvises til håndbogen "Letbaner på strækninger" og håndbogen "Standsningssteder for letbaner", som på mange punkter har fællesnævnere ift. planlægning af linjeføring og placering af stoppe-/standsningssteder. Derudover kan der findes oplysninger i "Guidelines för attraktiv kollektivtrafik med fokus på BRT, udgave 1:A, januar 2015, Energimyndiheten, Sveriges Bussföretag og Trafikverket".

Sammenfatning

Nedenfor er samlet anbefalingerne fra dette afsnit. Anbefalingerne deles op i et anbefalet niveau, som der bør tilstræbes ved etableringen af et BRT-system, og et minimumsniveau, som angiver de mindste anbefalinger for, at løsningen kan betegnes som BRT.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Linjeføring		
Kurver - Horisontal	Få og store kurver + lige forløb, især før og efter stop.	Horisontalradier, som giver en højere rejsehastighed end normal bybuskørsel.
Kurver - Vertikal	Få og store kurver.	Få og store kurver.
Stoppestedsplacering	Stoppestedsplacering tæt på butikscentre, hospitaler, lægehuse og lignende, store arbejdspladser, uddannelsesinstitutioner og kunst- og kulturattraktioner. Herudover er det vigtig, at stoppestederne placeres, hvor det er muligt at anlægge trafiksikker adgang for passagererne.	Stoppestedsplacering tæt på butikscentre, hospitaler, lægehuse og lignende, store arbejdspladser, uddannelsesinstitutioner og kunst- og kulturattraktioner. Herudover er det vigtig, at stoppestederne placeres, hvor det er muligt at anlægge trafiksikker adgang for passagererne.
Benyttelse	Tracéet er forbeholdt BRT-busser.	Alle busser på strækningen kan benytte tracé.

Tabel 6.9. Anbefalinger vedrørende linjeføring af BRT løsninger.

6.2.1 Mulighed for konvertering til letbane

Ved planlægningen af et BRT-system bør der tages højde for, om der er planer om senere udbygning til letbane.

Dette vil stille særlige udformningsmæssige krav, og det er nødvendigt at vurdere, om det er hensigtsmæssigt at fremtidsforberede tracéet eller ej. Dette afhænger blandt andet af, hvilken tidshorisont, der er for skiftet til letbane.

Hvis skiftet til letbane påtænkes inden for en kortere årrække, vil det muligvis være mere hensigtsmæssigt at fremskynde letbanen i stedet for at anlægge BRT, og hvis letbanen planlægges inden for længere årrække, kan være svært at tage hensyn til fremtid udvikling (fx om der skal tages

højde for køreledningsmaster, eller om standard letbanekøretøjer om 10 år frem i tiden kører uden køreledninger). For nærmere informationer vedrørende hvilke forhold, der skal tages hensyn til ift. senere konvertering til letbane se håndbogen "Standsningssteder for letbaner" i afsnittet "Bus Rapid Transit (BRT)".

6.3 Identitet og bymiljø

For at optimere BRT systemers potentiale er det vigtigt, at de har en stærk og selvstændig identitet, der adskiller sig fra de øvrige bybusser.

BRT er et højklasset system med høj rejsehastighed og komfort. Det er vigtigt, at brugernes oplevelse af BRT matcher dette.

Dette kan understøttes ved at arbejde målrettet med systemets visuelle design og integration i det omkringliggende bymiljø, således at der etableres et system, der har et let genkendeligt design og er synligt i bymiljøet.

6.3.1 Identitet

BRT systemets identitet kan fx styrkes ved at implementere et ensartet og unikt designkoncept, der som udgangspunkt bør omfatte såvel infrastruktur som busmateriel. Som minimum bør der udvikles et designkoncept enten for linjeføring og stoppesteder eller for busmateriel.

Figur 6.10. VIVA buslinjen i Toronto har et visuelt design, der understøtter en selvstændig identitet. (Kilde: Bedre Bus til Nørre Campus, Idékatalog, maj 2011)

Endvidere er navngivning et vigtigt værktøj i forhold til at skabe en stærk identitet og i forhold til at markedsføre og profilere BRT systemet. Navngivningen kan enten tage udgangspunkt i en specifik buslinje, som fx MalmöExpressen eller omfatte et større trafikkoncept i stil med Metrobusserne i Aalborg eller "Den kvikke vej" i København.

Eksempler

I København på strækningen omkring Nørre Campus er identiteten opbygget omkring linjeføringen, "Den kvikke vej". Hovedparten af BRTen forløber i et midtlagt bustracé med ensartet beplantning. Samtlige stop på strækningen er anlagt som højklassede perroner, mens det er almindelige busser, der benytter BRT systemet og fortsætter videre ad varierende ruter i forlængelse af BRT systemet.

Malmøs BRT system, "MalmöExpressen", har derimod en identitet, der primært er opbygget omkring de særlige busser, som har et unikt design ift. de øvrige busruter i Malmø.

Figur 6.11. Øverst: Nørre Campus/"Den kvikke vej" i København, hvor identiteten er særlig for linjeføring og stoppesteder. Nederst: MalmöExpressen, hvis identitet er særlig tydelig i form af special-designede busser med 3 led. (Foto: Via Trafik fra København og Malmø)

Figur 6.12: Gennemgående designkoncept på "R-NET"-busser, perron og inventar. (Foto: Via Trafik fra Amsterdam, Holland).

Figur 6.13: Gennemgående designkoncept på "R-NET"-busser, perron og inventar. (Foto: Via Trafik fra Amsterdam, Holland).

Figur 6.14: Specieldesignede billetautomater stillet sammen med læskærme. (Foto: Via Trafik fra Paris, Frankrig).

Figur 6.15: Specialdesignede busser. (Foto: Movia fra Metz, Frankrig)

Figur 6.16: BRT-stoppested i forbindelse med større plads. (Foto: Movia fra Metz, Frankrig)

6.3.2 Bymiljø

I forbindelse med integration i bymiljøet skal der både tages højde for byen som helhed og for det lokale bymiljø omkring BRT systemet.

BRT bør forbinde vigtige urbane funktioner fx uddannelsesinstitutioner, hospitaler, større boligområder og kulturelle rejsemål således, at BRT systemet bidrager til at binde byen bedre sammen.

I forbindelse med byudvikling kan der desuden med fordel drages nytte af det potentiale, der opstår omkring BRT, ved at fortætte byen i disse områder.

I forhold til det lokale bymiljø er det vigtigt at være opmærksom på både fordele og ulemper. BRT systemer vil uundgåeligt have en vis barriereeffekt især for fodgængere og cyklister, der skal på tværs af BRT-linjeføringen.

Den visuelle barriere kan minimeres gennem god udformning og design, mens den fysiske barriere reduceres ved at etablere sikrede krydsningspunkter langs linjeføringen. Disse krydsningspunkter skal dog så vidt muligt placeres i forbindelse med signalanlæg eller BRT-stoppesteder, således at busserne ikke bliver pålagt flere standsninger end højst nødvendigt.

Figur 6.17: BRT stoppested i Malmø. Eksempel på udformning og design, der er integreret i det lokale bymiljø, således at den visuelle barriere minimeres. (Foto: Via Trafik).

BRT-systemer kan desuden etableres på vejarealer, der tidligere har været til rådighed for biltrafik. Herved vil BRT-systemet få en afdæmpende virkning på biltrafikken og dermed fredeliggøre byrummet, samtidig med at der tilvejebringes et alternativt mobilitetstilbud i det berørte område.

Særlige tracéer for BRT giver desuden mulighed for at arbejde med fartdæmpende foranstaltninger som bump og indsnævringer mv. for den almindelige biltrafik uden at påvirke rejsehastighed og driftsomkostninger i bustrafikken. BRT kan derfor anvendes som virkemiddel i områder, hvor der er ønske om en ændret sammensætning af trafikken. Anvendelse af BRT i denne sammenhæng kræver nærmere overvejelser om alternative afviklingsmuligheder for den fortrængte biltrafik.

Figur 6.18: Eksempel på BRT stoppested, der er integreret i byrummet med sammenhængende belægning, der binder stoppestedet sammen med pladsdannelse. (Foto: Movia fra Metz, Frankrig)

Figur 6.19: Eksempel hvor stoppestedets visuelle identitet knytter sig til byens rum og moderne arkitektur. Fodgængerkrydsninger på hver side indgår som en integreret del af byrummet (Foto: Metroselskabet fra Saint Nazaire, Frankrig)

De lokale bymiljøer omkring BRT systemet og særligt omkring BRT-stoppestederne bør gøres attraktive, så de bidrager til at højne den samlede rejseoplevelse og for at understøtte passagerernes oplevelse af, at BRT systemet er et højklasset kollektivt transportsystem, og BRT systemet opleves som et tilskud og en styrkelse af byrummenes visuelle identitet.

Integrationen i det lokale bymiljø kan understøttes ved at lade designelementer fra det omkringliggende bymiljø gå igen på BRT-stoppestederne. Et BRT-stoppested, der ligger ved en plads, kan fx integreres i det lokale miljø ved at anvende samme belægning på BRT-perronen som på pladsen, mens integrationen mellem et BRT-stoppested og en tilstødende park kan styrkes ved at etablere ensartet beplantning i parken og i rabatten frem mod BRT-stoppestedet, som illustreret på figur 6.19.

Integrationen i det lokale bymiljø kan yderligere understøttes ved at samle andre byfunktioner omkring stoppestederne, så der opnås attraktive og levende miljøer omkring stoppestederne, fx i form af caféer, indkøbsmuligheder eller underholdningstilbud. Man kan desuden navngive BRT-stoppestederne med reference til lokale rejsemål, som fx stoppene "Rigshospitalet" og "Nørre Campus" i København eller "Stadshuset" og "Folkets Park" i Malmø, frem for navngivning efter vejnavne.

Sammenfatning

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Systemdesign	Samlet systemdesign som går igen i design af busmateriel, tracé, stoppesteder, inventar og trafikinfo (fx eget logo eller farve ligesom S-busser, A-busser i TUS-systemet) mm.	Gennemgående design enten på linjeføring og ved stoppesteder eller på busmateriel.
Navngivning	Unik navngivning der omfatter såvel infrastruktur som busser (i stil med Transmilenio i Bogota).	Navngivning, der enten omfatter infrastrukturen (i stil med "Den kvikke vej" i København) eller buslinjen (i stil med MalmöExpressen).
Markedsføring	Visuelle kendetegn og markedsføring på både BRT elementer og omgivelser.	Visuelle kendetegn og markedsføring kun på busser og stop.
Linjeføring	Forbinder væsentlige rejsemål og områder med store passageropland.	Forbinder væsentlige rejsemål og områder med store passageropland.
Visuel integration i bymiljø	Opgradering af byrum omkring de højklassede stoppesteder med ensartet design på inventar, beplantning og belysning på det enkelte stoppested og det lokale byrum (fx parker eller pladser). Opgradering af byrummet langs linjeføringen fx i form af ny belægning på kørebane og fortov og ensartet belysningsdesign og beplantning langs linjeføringen.	Opgradering af byrum omkring de højklassede stoppesteder.

Tabel 6.20. Anbefalinger vedrørende identitet og bymiljø omkring BRT løsninger.

Figur 6.21. Transmilenio i Bogota, Columbia. (Kilde: transportphoto.net)

6.4 Udformning

Ved udformningen af et BRT-system bør der fokuseres på et højt serviceniveau for busser og passagerer. Bussen bør komme så forhindringsfrit som muligt gennem systemet, og både busser og perroner bør tilgodese passagerernes behov.

De grundlæggende principper for udformning af et BRT-system er følgende:

- Særligt tracé
- Prioritering i signalanlæg
- Højklassede perroner
- Trafikinformation.

Særligt tracé sikrer at bussen kommer så uhindret gennem systemet som muligt, hvilket giver høj regularitet. Det gør, at køer undgås, risikoen for at bilister parkerer i bussernes bane minimeres og - alt efter hvordan systemet udformes - kan konflikter mellem passagerer og cyklister undgås.

Prioritering af busserne i signalanlæg gør, at busserne ikke forsinkes i trafikken, hvilket medfører øget rejsehastighed. Når bussen prioriteres i kryds, vil det oftest medføre, at biltrafikken må nedprioriteres. Dette er et vigtigt valg i forhold til, hvor godt BRT-systemet bliver.

Højklassede perroner sikrer, at passagererne har tilstrækkeligt areal til færdsel og ophold på perronerne. Der bør være sikkerhedszone mod bustracéet og mod kørebaner i bagkant af perron. Der bør tages særlige hensyn til tilgængelighed på perronerne vha. ledelinjer, opmærksomhedsfelter og korrekt udformede og trafiksikre fodgængerkrydsninger, læskærme og siddemuligheder. Ind- og udstigning fra busserne bør ske så let som muligt, og ventende passagerer bør beskyttes mod vejret. Der bør være et sikkert og trygt miljø ved alle stoppestedsplaceringer af hensyn til passagererne og for at undgå hærværk på inventaret.

Trafikinformation og især dynamisk realtidsinformation er et vigtigt element i forhold passagerernes oplevelse af deres rejse. God trafikinformation medfører, at passagererne har et bedre overblik over deres rejse, hvilket giver øget tryghed.

6.4.1 Tracé

Særligt tracé udgør rygraden i BRT-systemet, idet busserne herved kan køre uafhængigt af den øvrige trafik på strækningerne mellem kryds.

Hermed er det muligt at opretholde en højere regularitet, hvilket er en af de vigtigste parametre for passagererne. Samtidig muliggør bustracéet en mere komfortabel kørsel, da busserne ikke tager højde for biltrafik ved acceleration og deceleration, og i øvrigt skal de ikke tage højde for manøvrering i biltrafik.

Adskillelse af særligt tracé

Adskillelsen af det særlige tracé bør udføres med fysisk afgrænsning, fx i form af kantstensafgrænsede heller. Dette giver den største sikkerhed for, at tracéet ikke benyttes af øvrig trafik fx til overhalinger.

Figur 6.22. Adskillelse af det særlige tracé ved kantstensafgrænsede heller mindsker risikoen for, at tracéet benyttes af øvrig trafik. (Foto: Via Trafik fra København)

Figur 6.23: Lavt kantstensopspring adskiller det særlige tracé fra øvrig trafik. (Foto: Movia fra Metz, Frankrig)

Hvor der er specielt trange pladsforhold, kan der i særtilfælde, på kortere delstrækninger, anvendes bred 30 cm afmærkning, som adskillelse af BRT-tracéet. Her er det en fordel, hvis der samtidig benyttes farvet kørebanebelægning, som visuelt kan adskille tracéet fra øvrig trafik. Se eksempel vist i figur 6.24 nedenfor samt illustration på figur 3.3 i afsnit 3.3.4. På kortere strækninger kan bussen ligeledes køre i blandet trafik. Dette bør udelukkende benyttes, hvor bussen kan køre trængselsfrit.

Figur 6.24. Særligt tracé afgrænset ved hjælp af 30 cm kørebaneafmærkning og rødlig belægning. (Foto: Via Trafik fra Malmø, Sverige)

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé		
Adskillelse	Særligt tracé med fysisk adskillelse mellem bus- og biltrafik. Belægning i afvigende farve. Tracé friholdes for venstresvings-baner og trafik på tværs.	Hovedsagelig særligt tracé i form af busbaner. Hvis der køres i blandet trafik (over kortere strækninger), bør det være trængselsfrit. Tracé friholdes for venstresvings-baner og trafik på tværs.

Tabel 6.25. Anbefalinger vedrørende adskillelse af det særlige tracé for BRT løsninger.

<u>Placering af tracé</u>

I det følgende er de mest almindelige tracétyper beskrevet. Tracétyperne er som følgende:

- Midtlagt tracé
- Sidelagt bustracé.

Midtlagt, særligt tracé

Midtlagt, særligt tracé benyttes ofte ved BRT-systemer. Tracétypen er en god løsning i forhold til æstetik og kørselskomfort. Nedenfor er vist fordele og ulemper ved denne tracétype.

Fordele	Ulemper
Symmetrisk vejprofil. Mulighed for parkering og varelevering i vejsi-derne. Synlighed. Bedre mulighed for differentierede hastigheds-grænser i forhold til øvrig trafik.	Passagererne skal krydse kørebaner for biltrafik hver gang de skal til og fra BRT.

Tabel 6.26. Fordele og ulemper ved midtlagt, særligt tracé i forbindelse med BRT løsninger.

Figur 6.27. Midtlagt, særligt tracé med sidelagt, forskudt stoppested. (Foto: Via Trafik fra København)

Sidelagt bustracé

Det kan være nødvendigt at etablere sidelagte tracéer af hensyn til lokale forhold, såsom rejsemål koncentreret i den ene side af vejen. Ved valg af sidelagt særligt tracé bør parkering og varelevering på strækningen gennemtænkes nøje.

Fordele	Ulemper
Lettere integration af stoppesteder ift. omgivende miljø. Passagererne behøver ikke at krydse kørebaner for biltrafik, når de skal med bussen i den ene retning.	Vejsideparkering og varelevering besværliggøres i den side, BRT-tracéet ligger i. Vanskelige forhold ved til- og frakørsel fra tracéet, hvor det starter og slutter. Passagererne skal krydse alle kørebaner for biltrafik i den anden retning.

Tabel 6.28. Fordele og ulemper ved sidelagt tracé i forbindelse med BRT løsninger.

Figur 6.29. Sidelagt tracé. (Foto: Metroselskabet fra Saint Nazaire, Frankrig)

Placering af perroner

Sidelagte perroner

Sidelagte perroner er den mest benyttede perrontype for BRT-systemer. Denne løsning svarer overens med den traditionelle løsning for busstoppesteder med ind- og udstigning fra bussens højre side.

Nedenfor er vist fordele og ulemper ved denne perrontype.

Fordele	Ulemper
Der kan benyttes standard busmateriel med ind- og udstigning i højre side af bussen. Bussen kan køre direkte ind til perroner.	Det er nødvendigt med to perroner, hvilket medfører, at der skal særskilt inventar op på begge perroner.

Tabel 6.30. Fordele og ulemper ved sidelagte perroner i forbindelse med BRT løsninger.

Figur 6.31. Stoppested i Cannes. Eksempel på sidelagte perroner. (Foto: Via Trafik)

Ø-perron

Som alternativt til de sidelagte perroner benyttes visse steder ø-perroner.

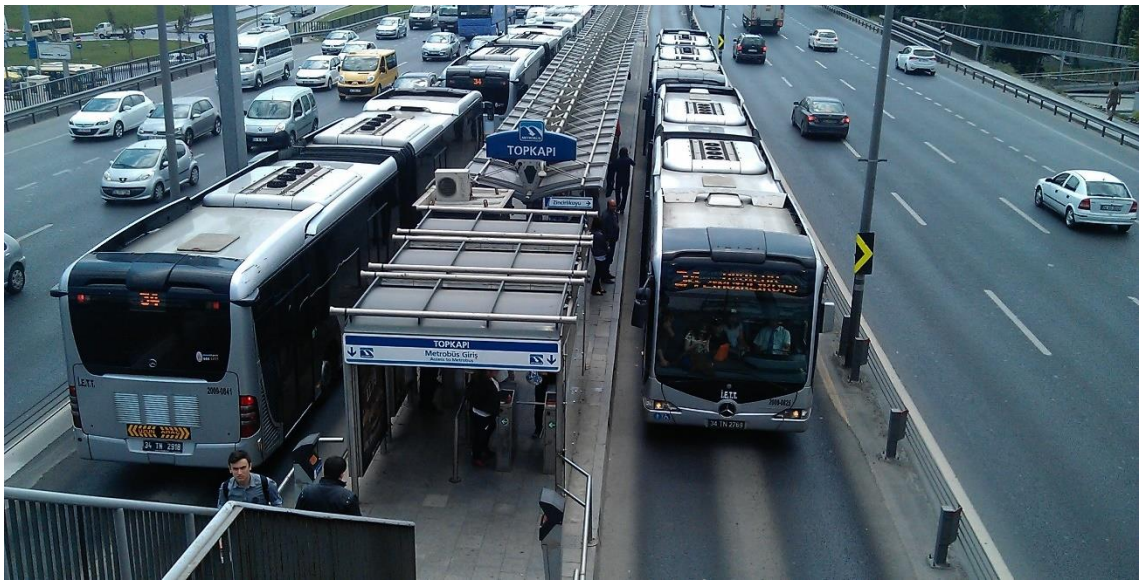
Hermed kan alt stoppestedstedsinventar samles på én perron. Dette kræver dog, at busserne har døre i venstre side eller i begge sider, eller at bustrafikken kører modsat biltrafikken, som vist på figur 6.33.

Samtidig er kørselskomforten en smule ringere end løsningen med perroner i hver side, idet bussen ofte er nødt til at manøvrere i en S-kurve for at komme ind til perron.

I efterfølgende tabel er vist fordele og ulemper ved denne perrontype.

Fordele	Ulemper
Kun en perron, hvilket medfører, at alt inventar kan samles på denne perron. Nemmere at forbinde med elevator og trapper fra evt. niveaufri adgangsveje.	Bussen er nød til at foretage manøvre i S-kurve ved tilkørsel til perron med mindre, at perronen ligger i forlængelse af langsgående midterrabat. Busser skal have døre i venstre side, eller i begge sider (medfører færre siddepladser). Alternativt skal de køre modsat køreretning for biltrafik, se figur 6.33. Ved denne løsning skal der tages særlig hensyn i forhold til trafiksikkerhed både for busser og øvrig trafik.

Tabel 6.32. Fordele og ulemper ved ø-perroner i forbindelse med BRT løsninger.



Figur 6.33. Midtlagt, særligt tracé med centralt placerede stoppesteder (ø-perron). (Foto: Via Trafik fra Istanbul, Tyrkiet)

<u>Bredde af tracé</u>

Bredden af et dobbeltrettet bustracé bør være 7,0 meter bredt. Dette sikrer plads til, at busserne kan køre komfortabelt gennem tracéet. Denne bredde tager også højde for, at den effektive bredde af tracéet ofte er mindre end den teoretiske, idet vejbrønde placeret i siden af tracéet ofte vil give ujævn kørsel.

Hvis det ikke er muligt at opnå bredden på 7,0 meter, kan man anvende en bredde på 6,5 meter. I så fald bør benyttes sideindløbsbrønde, da almindelige vejbrønde vil give ujævn kørsel. Se eksempel på sideindløbsbrønd på efterfølgende figur.

Hvis tracéet skal anvendes af særligt arealkrævende bustyper, anbefales det at udføre køreforsøg for at fastlægge arealbehovet i fx S-kurver, kurver og lignende inden bredden fastlægges endeligt i projekteringsfasen (se endvidere afsnit 2.2). Såfremt busser skal kunne overhale hinanden i et særligt tracé, bør der etableres buslommer eller overhalingsspor.

Figur 6.34: Eksempel på sideindløbsbrønd. (Foto: Via Trafik fra København).

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé		
Bredde	7,0 meter bredt tracé.	6,5 meter bredt tracé (kombineret med sideløbsbrønde).

Tabel 6.35. Anbefalinger vedrørende bredde af tracé for BRT løsninger.

Fodgængerkrydsninger

Der vil oftest være fodgængerkrydsninger undervejs på en BRT-strækning. Antallet af krydsninger bør så vidt muligt minimeres og omlægges til større, signalregulerede krydsninger. Hvor ikke signalregulerede fodgængerkrydsninger bevares, bør disse udføres med prioritet for busserne (dvs. uden fodgængerfelt).

På steder med særlig uheldsrisiko, kan det overvejes at lave en forskudt krydsning ved hjælp af rækværk som vist i Figur 6.36. Erfaringer viser dog at rækværk ikke respekteres, hvor disse medfører omveje.

Figur 6.36: Krydsning forsat ved hjælp af rækværk. (Foto: Via Trafik fra Paris, Frankrig)

Hvor det er nødvendigt at hindre uønskede krydsninger på tværs af et BRT-tracé, kan der evt. etableres hegn, rækværk eller andre barrierer, til at lede fodgængere og cyklister til regulerede krydsningspunkter.

Sådanne løsninger forudsætter imidlertid, at regulerede krydsninger findes inden for rimelig gangafstand, og at de så vidt muligt hænger sammen med naturlige ganglinjer og stier (i modsat fald

risikerer man, at fodgængere søger at omgå hegn o.l. ved at færdes på kørebane og i heller, hvilket kan øge uheldsrisikoen).

Hvis det ikke er muligt at tilvejebringe naturlige regulerede krydsninger bør niveaufri løsninger i form af stitunneler eller –broer overvejes som alternativ.

På strækninger med stort krydsningsbehov er det vigtigt, at krydsningsmulighederne er tilstrækkelige, så man undgår barrierevirkning og nedsat tilgængelighed. Derfor anbefales det, at der udføres tilgængelighedsrevision i forbindelse med planlægning, projektering og ibrugtagning af BRT løsninger.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé		
Fodgængerkrydsninger	Få krydsningspunkter. Signalanlæg med fuld prioritet til busserne. Niveaufri krydsninger (i tunnel eller stibro).	Få krydsningspunkter. Uregulerede fodgængerkrydsninger med støttepunkter på hver side af BRT-tracéet.

Tabel 6.37. Anbefalinger vedrørende fodgængerkrydsninger ved BRT-løsninger.

Figur 6.38. Eksempel på signalreguleret stikrydsning ved et BRT stoppested. (Foto: Via Trafik fra Malmø).

Sammenhæng

BRT bør så vidt muligt anlægges som et sammenhængende tracé, hvor busserne kan køre i særlige busbaner fra start til slut og med så få 'tracéovergange' som muligt (fx fra midtlagt til sidelagt eller midtlagte busbaner til busbaner i højre side). Herved opnås størst sikkerhed og effekt ift. at skabe god fremkommelighed, rejsetid og regularitet for busserne.

Tracéovergange og "huller" i BRT-tracéet (hvor bussen fx skal køre i blandet trafik) bør så vidt muligt undgås, da de ofte er forbundet med risiko for trængsel, nedsat rejsetid og forringet regularitet.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé		
Sammenhæng	Særligt tracé med fysisk adskillelse mellem bus- og biltrafik. Belægning i afvigende farve.	Hovedsagelig særligt tracé i form af busbaner. Hvis der køres i blandet trafik (over kortere strækninger) bør det være trængselsfrit.

Tabel 6.39. Anbefalinger vedrørende sammenhængende tracé for BRT løsninger.

Tracéovergange

En tracéovergang er en grænseflade mellem to forskellige tracétyper. De etableres oftest i forbindelse med signalregulerede kryds. Tracéovergange udgør ofte en udfordring, som er helt individuel fra sted til sted. Der henvises til håndbogen "Udformning og regulering af letbaner i vejkryds", hvor der er vist eksempler på tracéovergange.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé		
Tracéovergange	Så få tracéovergange som muligt.	Så få tracéovergange som muligt.

Tabel 6.40. Anbefalinger vedrørende tracéovergange for BRT løsninger.

Belægning

Belægningen i et BRT-tracé bør være jævn og uden bump, brosten mm. For at højne komforten for passagererne i bussen, og mindske evt. støjgener for omgivelserne, anbefales støjsvag asfalt.

Man kan med fordel benyttes asfalt i en farve, som afviger fra den øvrige belægning. Dette tydeliggør det særlige BRT tracé for de øvrige trafikanter, og giver bedre mulighed for at lede busserne gennem mere komplekse kryds, hvor det kan være svært at tydeliggøre forløbet med traditionel kørebaneafmærkning.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé		
Belægning - Tilstand	Jævn belægning uden bump og brosten.	Jævn belægning uden bump og brosten.
Belægning - Type	Semifleksibel, støjsvag belægning.	Semifleksibel belægning ved stoppesteder.
Belægning - Farve	Afvigende farve (skaber visuel identitet og genkendelighed for trafikanter).	Ingen farve.

Tabel 6.41. Anbefalinger vedrørende belægning på BRT tracéer.

Figur 6.42: Belægning i afvigende farve fra øvrig belægning. (Foto: Via Trafik fra Malmø, Sverige)

Delt tracé i særligt bynært miljø forbeholdt lette trafikanter

Nogle gange kan stoppesteder med fordel placeres i fodgængerområder og lignende i tætte byområder, som ofte har mange rejsemål i form af butikker, arbejdspladser og andre funktioner, der kan profitere af nærhed til BRT. Sådanne steder bør BRT tracéet markeres i belægning og fx ved steler o.l.

For yderlige informationer vedrørende kollektiv trafik i særligt bynært miljø henvises til håndbogen "Standsningssteder for letbaner" i afsnittet "Standsningssteder i delt tracé og særligt bynært tracé forbeholdt lette trafikanter".

Sammenfatning

Nedenfor er anbefalingerne fra dette afsnit samlet i én tabel. Anbefalingerne er opdelt i et anbefalet niveau, som bør tilstræbes ved etableringen af et BRT-system, og et minimumsniveau, der angiver de mindste anbefalinger for, at løsningen kan betegnes som BRT.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Tracé		
Adskillelse	Særligt tracé med fysisk adskillelse mellem bus- og biltrafik. Belægning i afvigende farve. Tracé friholdes for venstresvingsbaner og trafik på tværs.	Hovedsagelig særligt tracé i form af busbaner. Hvis der køres i blandet trafik (over kortere strækninger) bør det være trængselsfrit. Tracé friholdes for venstresvingsbaner og trafik på tværs.
Bredde	7,0 meter bredt tracé.	6,5 meter bredt tracé (ved denne bredde bør benyttes sideløbsbrønde).
Fodgængerkrydsninger	Ved fodgængerkrydsninger midt på strækningerne, bør busserne have prioritet (dvs. ikke fodgængerfelt).	Ved fodgængerkrydsninger midt på strækningerne, bør busserne have prioritet (dvs. ikke fodgængerfelt).
Sammenhæng	Ubrudt tracé.	Ubrudt tracé.
Tracéovergange	Så få tracéovergange som muligt.	Så få tracéovergange som muligt.
Belægning - Tilstand	Jævn belægning uden bump og brosten.	Jævn belægning uden bump og brosten.
Belægning - Type	Støjsvag asfalt.	Almindelig asfalt.
Belægning - Farve	Afvigende farve (skaber visuel identitet og genkendelighed for trafikanter).	Ingen farve.

Tabel 6.43. Anbefalinger vedrørende BRT tracé.

6.4.2 Signalanlæg

For at opnå en øget fremkommelighed for busserne på en BRT-strækning, er det vigtigt at prioritere busserne gennem kryds.

BRT adskiller sig fra øvrige busbaner og busprioritering ved, at bussen kører i et særligt tracé, enten som midtlagt tracé eller som sidelagt tracé. I mange kryds vil BRTen have stoppesteder i direkte forbindelse med krydset, så fodgængerkrydsningerne til og fra perronerne kan signalreguleres.

Prioritering

Busserne bør optimalt set have 'fuld prioritet' i kryds (hvor busserne i praksis altid har grønt, når de nærmer sig signalkryds). Dette sikrer fremkommeligheden og regulariteten for busserne.

Ved høj frekvens af BRTen kan det i praksis være svært at opnå 'fuld prioritet', da dette i høj grad afskærer sideretningerne og skaber forsinkelser for krydsende lette trafikanter og øvrig trafik på tværs af BRTen. Fuld prioritet egner sig derfor bedst til tracéer, som udelukkende anvendes af BRT, områder med få store krydsende færdselsårer, eller hvor det er muligt at etablere toplanskryds eller lignende.

I eksisterende byområder med komplekse trafik- og stinet og kryds i niveau, vil det derfor ofte være hensigtsmæssigt at etablere 'høj prioritet' for busserne. Fx i form af mulighed for at busserne aktivt forlænger grønt for BRTen og afkorter grønt for tværretningerne i kryds.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Signalanlæg		
Prioritet	Niveaufri krydsning eller fuld prioritet i alle kryds. Bussen stopper kun ved stoppesteder.	Der indarbejdes busprioritering i alle signalkryds under hensyntagen til øvrig trafik.

Tabel 6.44. Anbefalinger vedrørende signalprioritering for BRT løsninger.

I forhold til busprioriteringen har placeringen af stoppesteder en stor betydning. Fordele og ulemper gennemgås i det følgende.

Placering af stoppested før eller efter kryds

De bedste muligheder for at prioritere bussen opnås ved at placere stoppestedet efter et kryds. Hermed kan bussen detekteres i god tid inden krydset, hvilket giver god tid til at give bussen prioritering, fx i form af grøntidsforlængelse, afkortning af sideretningen, ændring af faserækkefølge mm.

Nedenfor gives en række anbefalinger ved placering henholdsvis før og efter kryds:

Før kryds

Busprioriteringsmæssigt udgør stoppesteder før kryds en udfordring, idet opholdstiden varierer fra bus til bus og fra stoppested til stoppested. Når bussen detekteres inden stoppestedet, vil det derfor være vanskeligt at beregne, hvornår bussen er færdig med opholdstiden ved stoppestedet og klar til at køre videre gennem signalanlægget.

Stoppesteder med checkpunkter (udligningsstoppesteder, hvor buschaufførerne skal vente, hvis de er foran køreplanen), gør det også svært at indregne ved detektering af bussen, når stoppestedet er før kryds.

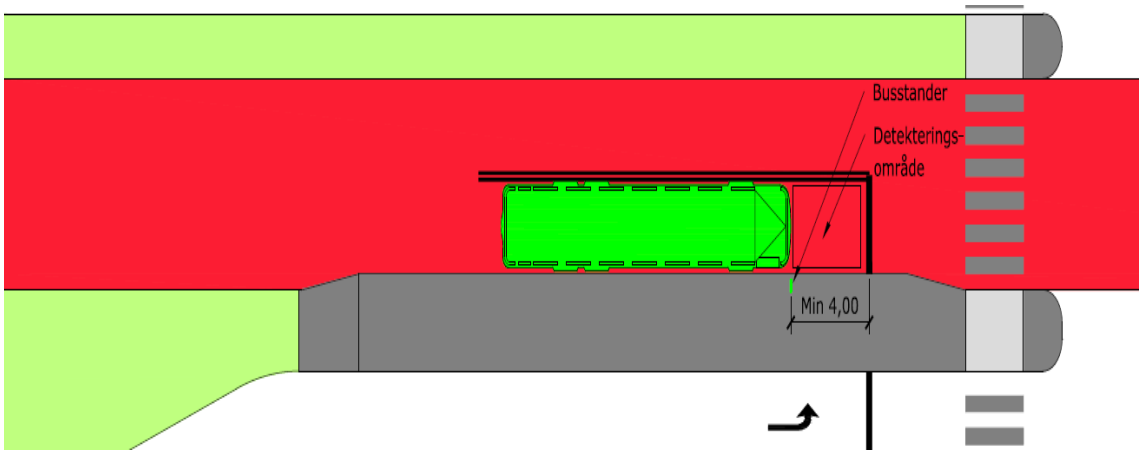
Prioriteringen kan aktiveres på forskellige simple måder:

- Efter ophold ved stoppestedet køres frem til en detektor, der aktiverer prioriteringen og resulterer i grønt, når tværgående trafik er afviklet, hvilket imidlertid ofte vil give en oplevelse af dårlig service for passagerer, der ikke når at stige på i tide.
- Inden bus eller letbanekøretøj ankommer til stoppestedet kan signalanlægget foretage en detektering og give grønt med en forudprogrammeret forsinkelse. Dette kan samtidig vises til chaufførerne vha. et nedtællingssignal.

Prioriteringen kan også ske ved udveksling af data mellem transportsystemet og signalsystemet:

- Inden bus eller letbanekøretøj ankommer til stoppestedet kan transportsystemet sende data til signalsystemet om, hvornår bus eller letbanekøretøj kan forventes at være ved stoplinjen baseret på transportsystemets statistik.
- Inden der lukkes for påstigning kan buschauffør eller fører af letbanekøretøj sende data til signalsystemet, om hvornår bus eller letbanekøretøj kan forventes at være fremme ved stoplinjen.

Der henvises endvidere til håndbogen "Vejsignaler, tillæg om trafiksignalregulering af letbaner" i afsnittet "Prioritering af busser og letbanekøretøjer".



Figur 6.45. Afstand mellem holdepositionen for af- og påsætning og stoplinje.

Efter kryds

Når stoppestedet placeres efter kryds, giver det god mulighed for at detektere bussen i god tid inden krydset, og hermed give bussen prioritering i form af grøntidsforlængelse i signalanlægget.

Ulempen ved at placere stoppesteder med forskudte perroner efter krydset er, at stoppestedet for det meste vil blive mere spredt. Dette gør, at stoppestedet ikke fremstår, som et samlet stoppested eller en "BRT-station". Derudover vil det samtidig give en lavere tryghed, da der er færre mennesker samlet et sted i yderperioderne, og mindre læ afhængig af det omgivende bymiljø.

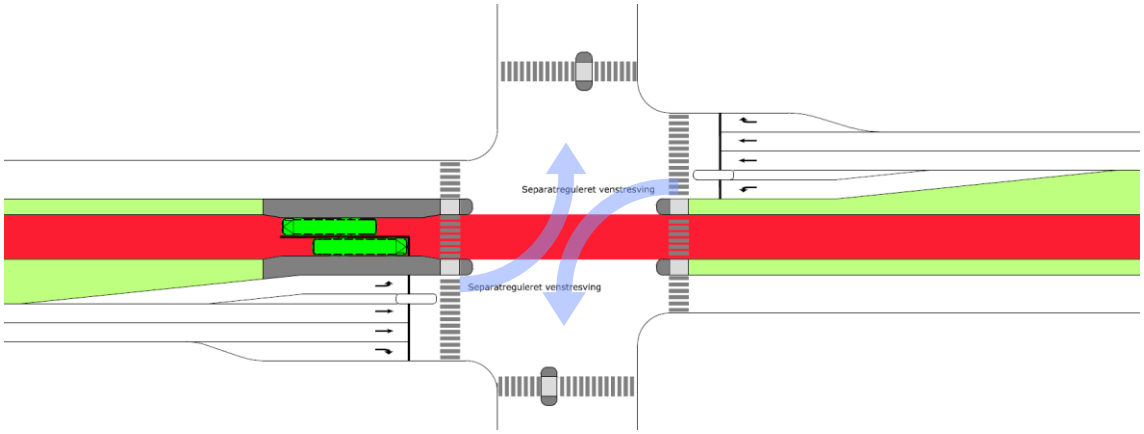
Figur 6.46. Forskudt BRT-stoppested med perroner efter kryds. Dette giver gode muligheder for detektering og prioritering af BRT-busserne. Til gengæld fremstår stoppestedet mindre samlet og mindre som en "BRT-station" end et stoppested med perroner over for hinanden. (Foto: Via Trafik fra København)

Tracéplacering

Placeringen af det særlige tracé giver en række forholdsregler i forhold til trafiksikkerheden og udformningen af kryds.

Midtlagt tracé

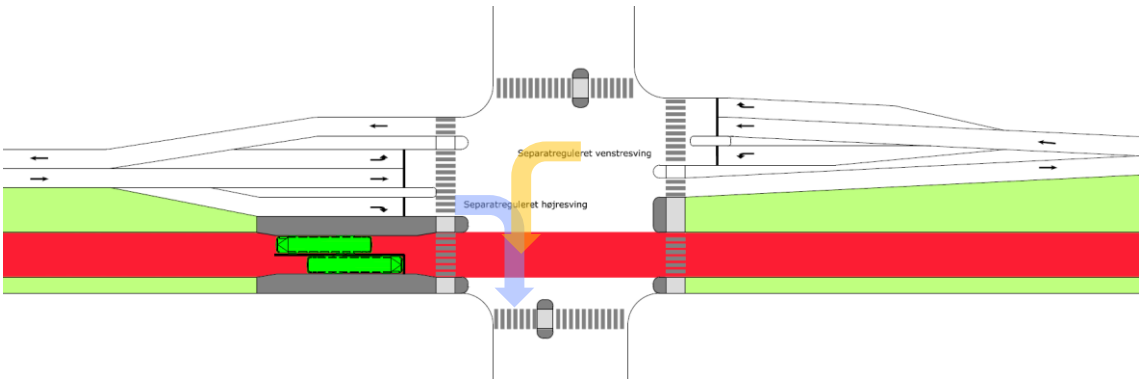
Af trafiksikkerhedsmæssige årsager bør venstresving ind over bustracéet separatreguleres. Hermed kan bussen afvikles i samme fase, som den øvrige biltrafik i samme retning (ligeudkørende og højresvingende).



Figur 6.47. Ved midtlagt tracé skal venstresving ind over tracéet separatreguleres.

Som alternativ til separatreguleret venstresving kan der etableres venstresvingsforbud. Dette bør afstemmes i forhold til strukturen i det lokale vejnet, så uønsket omvejskørsel så vidt muligt minimeres.

Sidelagt tracé
Sidelagt tracé forudsætter henholdsvis separat højresving i den ene retning og separat venstresving i den anden retning af hensyn til trafiksikkerheden. Dette reducerer krydsets samlede kapacitet, idet der skal etableres to ekstra faser (ift. én separat fase for venstresving ved midtlagt tracé).



Figur 6.48. Ved sidelagt tracé skal højresving og venstresving ind over tracé separatreguleres.

Som alternativ til separate svingfaser kan der etableres svingforbud i stedet. Dette bør afstemmes i forhold til strukturen i det lokale vejnet, så uønsket omvejskørsel så vidt muligt minimeres.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Signalanlæg		
Tracéplacering – midtlagt tracé	Venstresving separatreguleres.	Venstresving separatreguleres.
Tracéplacering – sidelagt tracé	Separatreguleret venstresving i den ene retning og separatreguleret højresving i den anden.	Separatreguleret venstresving i den ene retning og separatreguleret højresving i den anden.

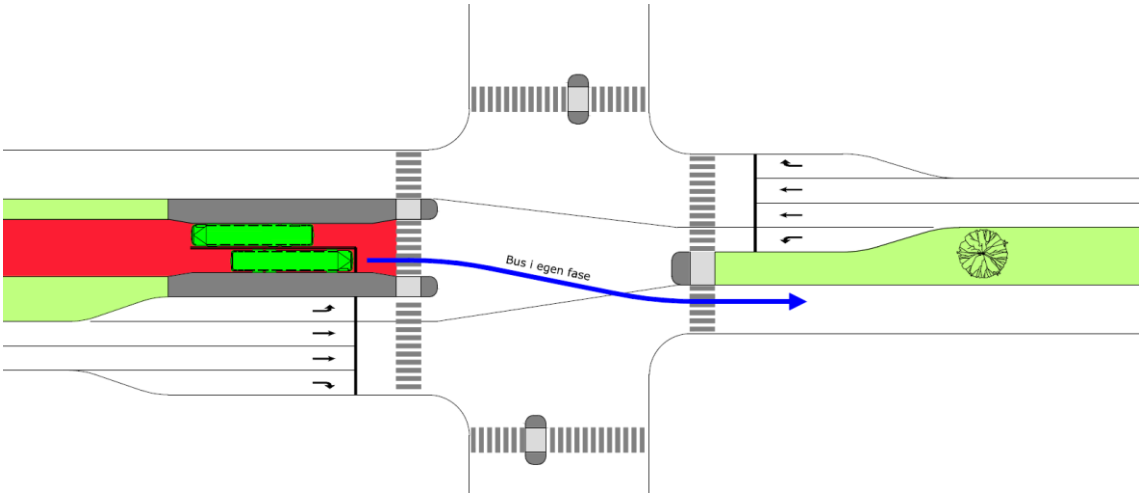
Tabel 6.49. Anbefalinger vedrørende signalregulering for BRT løsninger i midtlagt og sidelagt tracé.

<u>Udkørsel fra tracé</u>
I BRT-systemer giver udkørslen fra separat tracé til blandet trafik ofte kapacitetsmæssige begrænsninger, idet busserne enten må afvikles i egen signalfase eller flette med den øvrige trafik. Dette kan overordnet udføres ved følgende tre løsninger:

1. Signalregulering
Bussen kan køre ud af tracéet ved, at den tildeles sin egen fase i signalomløbet.

Hermed kører bussen konfliktfrit igennem krydset. Ved denne løsning er der risiko for, at bussen ofte får lang ventetid, da fasen skal kobles ind mellem biltrafikken i hovedretningen og biltrafikken fra sidevejen.

Bussen kan også prioriteres højere i forhold til de øvrige strømme, men dette kan have store konsekvenser for afviklingen af den øvrige trafik.

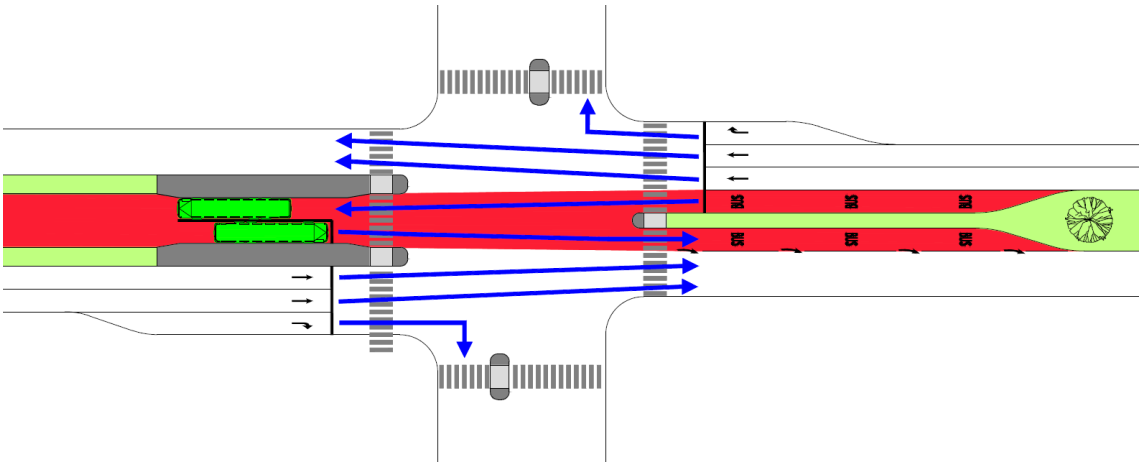


Figur 6.50. Udkørsel fra tracé i egen fase.

2. Udfletning efter kryds
Bussen kan køre ud fra tracéet i en udfletningsstrækning efter krydset.

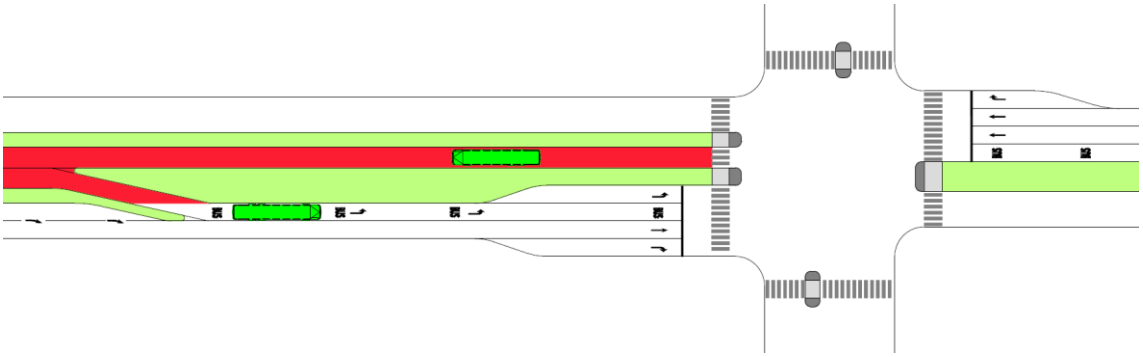
Hermed kan bussen køre i samme fase som biltrafikken i samme retning, hvilket giver mere grøntid end løsning med egen fase for busserne.

Hvis der samtidigt er venstresving ved denne løsning, skal disse separatreguleres. Flettestrækningen dimensioneres efter anbefalingerne i "Kapacitet og serviceniveau" afsnit 3,5.



Figur 6.51. Udkørsel fra tracé i samme fase som øvrig trafik i samme retning, bortset fra venstresving. (OBS: Flettestrækning vist kortere end påkrævet. Flettestrækningen skal dimensioneres efter anbefalingerne i "Kapacitet og serviceniveau" afsnit 3,5)

3. Udfletning inden kryds
Hvor der ikke er stoppested før krydset, kan bussen flette sammen med biltrafikken inden krydset, hvilket giver mere grøntid end løsningen med egen busfase. Til gengæld risikerer busserne at blive fanget i køer fra biltrafikken. Flettestrækningen dimensioneres efter anbefalingerne i "Kapacitet og serviceniveau" afsnit 3,5.



Figur 6.52. Udkørsel fra tracé ved sammenfletning med øvrig trafik op imod kryds. (OBS: Flettestrækning vist kortere end påkrævet. Flettestrækningen skal dimensioneres efter anbefalingerne i "Kapacitet og serviceniveau" afsnit 3,5)

<u>Eksempler på opstart og afslutning af særligt tracé</u>

Figur 6.53: Afslutning af bustracé ved sammenfletning med biltrafik. (Foto: Via Trafik fra København).

Figur 6.54: Afslutning af bustracé hvor udkørsel foregår i sin egen fase i forhold til den medkørende øvrige trafik. (Foto: Via Trafik fra København).

Figur 6.55: Start af bustracé. (Foto: Via Trafik fra København).

Figur 6.56: Start af bustracé. (Foto: Via Trafik fra Cannes, Frankrig).

Figur 6.57: Start af bustracé fra Cannes. (Foto: Via Trafik fra Cannes, Frankrig).

Figur 6.58: Start og afslutning af bustracé fra Paris. (Foto: Via Trafik fra Paris, Frankrig).

Sammenfatning

Nedenfor er samlet anbefalingerne fra dette afsnit. Anbefalingerne deles op i et anbefalet niveau, der bør tilstræbes ved etableringen af et BRT-system, og et minimumsniveau, som angiver de mindste anbefalinger for, at løsningen kan betegnes som BRT.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Signalanlæg		
Prioritet	Fuld prioritet i alle kryds. Bussen stopper kun ved stoppesteder. Ideelt set placeres stoppesteder i begge retninger på samme side af kryds. Dette forudsætter dog, at der etableres fuld prioritet.	Der indarbejdes busprioritering i alle signalkryds under hensyntagen til øvrig trafik. Forskudte stoppesteder for hver retning placeret efter kryds. Signalreguleret udkørsel fra tracé med høj / nogen prioritet eller sammenfletning før kryds.
Tracéplacering – midtlagt tracé	Venstresving separatreguleres.	Venstresving separatreguleres.
Tracéplacering – sidelagt tracé	Separatreguleret venstresving i den ene retning og separatregule-ret højresving i den anden.	Separatreguleret venstresving i den ene retning og separatreguleret højresving i den anden.

Tabel 6.59. Anbefalinger vedrørende signalprioritering for BRT løsninger.

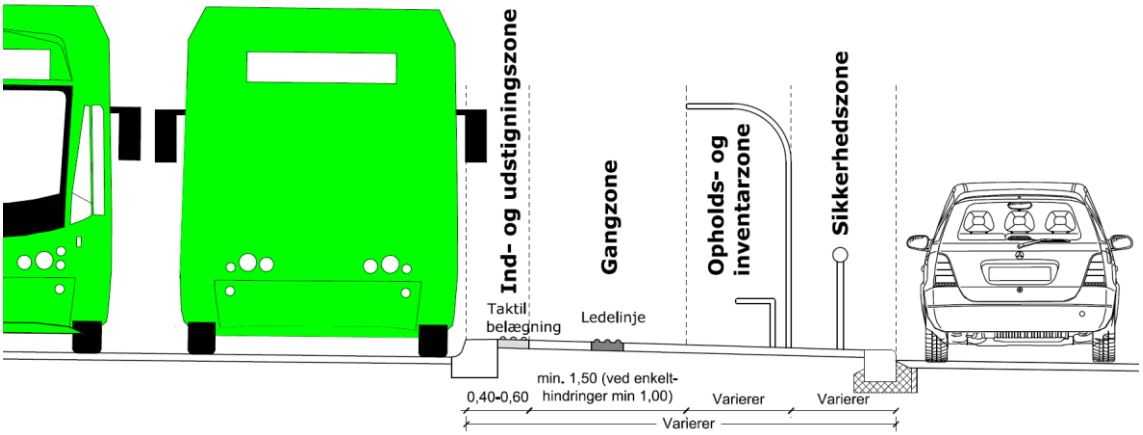
6.4.3 Stoppesteder/højklassede stationer

Perronudformning

Perroner består af en række zoner, som har betydning for trafiksikkerhed, tilgængelighed og fremkommelighed for passagererne.

Der er overordnet set følgende zoner:

- **Ind- og udstigningszone** mod BRT-tracéet
- **Gangbane** langs perronen til afvikling af passagertrafik til og fra standsningsstedet
- **Opholds- og inventarzone** til ventende passagerer og ventefaciliteter
- **Sikkerhedszone** mod biltrafikken



Figur 6.60. Eksempel på tværprofil ved BRT stoppested. Ind- og udstigningszonen bør være mellem 0,4 og 0,6 m afhængigt af bustypen jf. håndbogen "Trafikterminaler" afsnit 8.3. Det anbefales, at ind- og udstigningszonen og gangzonen tilsammen er minimum 2,00 m. Den centralt placerede ledelinje etableres kun, hvis gangzonen er minimum 1,60 m bred, således at der kan etableres et 80 cm bredt jævnt areal på den ene side af den og 50 cm på den anden.

Ind- og udstigningszone: Den yderste del af perronen, som vender ud mod BRT-tracéet, bør holdes fri for ventende og cirkulerende passagerer samt inventar, og må kun benyttes til ind- og udstigning. Det er vigtigt, at zonen fremhæves tydeligt, så ventende passagerer ikke placerer sig, hvor de kan risikere at blive ramt af bussernes sidespejle. Desuden er der risiko for at bussens forreste eller bagerste hjørne strækker sig ind over perronen ved bussens ankomst og afgang. Ind- og udstigningszonen bør være mellem 0,4 og 0,6 m afhængigt af bustypen jf. håndbogen "Trafikterminaler" afsnit 8.3.

Gangzone: Der bør etableres en gangzone på perronerne for den langsgående færdsel på perronerne. Hvis gangzonen bliver for smal, vil det medføre nedsat tilgængelighed og øget uheldsrisiko. Dette er især gældende på befærdede standsningssteder, hvor der i spidsperioder vil være risiko for, at passagerer presses ud i ind- og udstigningszonen eller helt ud på kørebanen. For nærmere udformning af gangzone henvises til håndbøgerne: "Trafikterminaler" i afsnittet "Adgangsveje for fodgængere", "Færdselsarealer for alle – håndbog i tilgængelighed" i afsnittet "Gågader" samt "Standsningssteder for letbaner" i afsnittet "Gangzone".

Opholds- og inventarzone: Bag gangzonen etableres en opholds- og inventarzone med passende ventemuligheder. Dette hjælper til, at den langsgående færdsel på perronen ikke blokeres af ventende passagerer. For nærmere udformning af opholds- og inventarzonen henvises til håndbøger-

ne: Trafikterminaler" i afsnittet "Adgangsveje for fodgængere" og "Standsningssteder for letbaner" i afsnittet "Opholds- og inventarzone".

Sikkerhedszone: Perroner med bagside mod kørebanen bør have en sikkerhedszone mellem faste genstande på perroner og kørebaner for biltrafik. For nærmere udformning af sikkerhedszonen henvises til håndbogen "Grundlag for udformning af færdselsarealer" i afsnittet "Sikkerhedszonen uden for køresporskanten" og håndbogen "Standsningssteder for letbaner" i afsnittet "Sikkerheds-zone mod kørebane (bagkant af perron).

Kapacitet - Ventearealer

Kapaciteten på en perron defineres ud fra parametrene perronbredde, perronlængde, samtidigt ventende passagerer og sikkerhedsafstand til vejtrafik.

Ud fra disse parametre tildeles perronen et serviceniveau. For nærmere dimensionering af perroner se håndbogen "Standsningssteder for letbaner" i afsnittet "Serviceniveau – Ventearealer". Nedenfor er vist et eksempel på kapacitetsniveauer for sideperroner i vejmidte. Det skal bemærkes, at serviceniveauerne i tabellen, kun er et udtryk for serviceniveau i forhold til tætheden af ventende passagerer. Hvis smalle perronbredder vælges, kan det eksempelvis være problematisk at placere læskærme med tværgående sider, uden at dette spærrer for andre elementer på perronen, såsom gangzone og ledelinjer.

Figur 6.61: Ved smalle perroner kan det være problematisk at placere inventar, uden at det spærrer for fx gangzone og ledelinjer. (Foto: Via Trafik fra Paris, Frankrig)

For beskrivelse af de forskellige serviceniveauer se følgende figur. Som udgangspunkt bør det tilstræbes at dimensionere perronanlæg til mindst serviceniveau C.

Serviceniveau	Råderum m^2/person	Beskrivelse
A	> 1,2	Mulighed for fri cirkulation mellem stående.
B	> 0,9-1,2	Begrænset cirkulation mulig.
C	> 0,6-0,9	Acceptabelt. Rimeligt personligt komfortniveau.
D	> 0,3-0,6	Ubehagelig ved længere venten. Cirkulation kun som kø.
E	> 0,2-0,3	Fysisk kontakt uundgåelig; kun udholdelig i kortere tid.
F	≤ 0,2	Særdeles ubehagelig; næsten alle i direkte fysisk kontakt. Panikfare når mange er samlet ved denne tæthed.

Figur 6.62. Beskrivelse af serviceniveauer for ventende passagerer.

Serviceniveau for sideperroner i vejmidte (0,4 m ind- og udstigningszone)																								
Perronlængde [m]	**Perronbredde [m]**																							
	2,5				3				3,5				4				4,5				5			
	Antal samtidig ventende passagerer																							
	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60
Sikkerhedszone i hastighedsklasse meget lav (10-20 km/t) =0,25 m																								
30	C	D	E	F	A	C	D	D	A	A	C	C	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A
35	C	D	E	F	A	C	D	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
40	C	D	E	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
45	B	D	D	E	A	B	C	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
50	B	D	D	E	A	A	C	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sikkerhedszone i hastighedsklasse lav (30-40 km/t) = 0,50 m																								
30	F	F	F	F	B	D	D	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	B
35	E	F	F	F	A	C	D	D	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A
40	E	F	F	F	A	C	D	D	A	A	C	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
45	E	F	F	F	A	C	D	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
50	E	F	F	F	A	C	D	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Sikkerhedszone i hastighedsklasse middel (50 km/t) = 1,00 m																								
30	-	-	-	-	F	F	F	F	B	D	D	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B
35	-	-	-	-	E	F	F	F	A	C	D	D	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B
40	-	-	-	-	E	F	F	F	A	C	D	D	A	A	C	C	A	A	A	B	A	A	A	A
45	-	-	-	-	E	F	F	F	A	C	D	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A
50	-	-	-	-	E	F	F	F	A	C	D	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A

Figur 6.63. Serviceniveauer for sideperroner i vejmidte for perroner med en ind- og udstigningszone på 0,4 m.

Serviceniveau for sideperroner i vejmidte (0,6 m ind- og udstigningszone)																								
Perronlængde [m]	**Perronbredde [m]**																							
	2,5				3				3,5				4				4,5				5			
	Antal samtidig ventende passagerer																							
	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60
Sikkerhedszone i hastighedsklasse meget lav (10-20 km/t) = 0,25 m																								
30	E	F	F	F	B	D	D	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	B
35	D	F	F	F	A	C	D	D	A	A	C	C	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A
40	D	F	F	F	A	C	D	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
45	D	E	F	F	A	C	D	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
50	D	E	F	F	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sikkerhedszone i hastighedsklasse lav (30-40 km/t) = 0,50 m																								
30	-	-	-	-	C	D	E	F	A	C	D	D	A	A	C	C	A	A	B	C	A	A	A	B
35	-	-	-	-	C	D	E	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A
40	-	-	-	-	B	D	D	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A
45	-	-	-	-	B	D	D	E	A	A	C	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
50	-	-	-	-	B	D	D	E	A	A	C	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Sikkerhedszone i hastighedsklasse middel (50 km/t) = 1,00 m																								
30	-	-	-	-	-	-	-	-	C	D	E	F	A	C	D	D	A	A	C	C	A	A	B	C
35	-	-	-	-	-	-	-	-	C	D	E	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B
40	-	-	-	-	-	-	-	-	B	D	D	E	A	B	C	D	A	A	B	C	A	A	A	B
45	-	-	-	-	-	-	-	-	B	D	D	E	A	A	C	C	A	A	A	B	A	A	A	A
50	-	-	-	-	-	-	-	-	B	D	D	E	A	A	C	C	A	A	A	B	A	A	A	A

Figur 6.64: Serviceniveauer for sideperroner i vejmidte for perroner med en ind- og udstigningszone på 0,6 m.

Ud over kapaciteten skal der tages højde for pladskrav for inventar på perronerne. Især læskærme er pladskrævende og deres breddekrav ift. ledelinjer, gangzoner, mm. bør indtænkes fra start.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Kapacitet – Ventearealer	Bredde svarende til Serviceniveau A.	Bredde svarende til serviceniveau C.

Tabel 6.65. Anbefalinger vedrørende kapacitet af ventearealer på BRT stoppesteder.

Kapacitet - Adgangsveje og krydsningsmuligheder

På standsningssteder med særlig høj passagerintensitet bør der foretages simulering af fodgænger-trafikken på skiftevejene (fx i en trafiksimuleringsmodel). Samtidig bør placering af byfunktioner (butikker, bygninger og lignende) nøje afvejes i forhold til serviceniveau på skifteveje mellem forskellige kollektive transportmidler

Fodgængertrafikken tildeles et serviceniveau ud fra parametrene "råderum per person", "flowhastighed i personer/min/m", "flowhastighed i m/s" og "belastning". Nedenfor ses en beskrivelse af de forskellige serviceniveauer:

Serviceniveau	Råderum m^2/person	Flowhastighed person/min/m	Hastighed m/s	Belastning
A	> 5,6	≤ 16	> 1,30	≤ 0,21
B	> 3,7-5,6	> 16-23	> 1,27 – 1,30	> 0,21 – 0,31
C	> 2,2-3,7	> 23-33	> 1,22 – 1,27	> 0,31 – 0,44
D	> 1,4-2,2	> 33-49	> 1,14 – 1,22	> 0,44 – 0,65
E	> 0,75-1,4	> 49-75	> 0,75 – 1,14	> 0,65 – 1,0
F	≤ 0,75	Variabel	≤ 0,75	Variabel

Figur 6.66. Serviceniveauer for fodgængere på fortov. Tabellen er baseret på Highway Capacity Manual HCM 2000.

For nærmere informationer vedrørende serviceniveauer og dimensionering af adgangsveje se håndbøgerne: "Trafikterminaler" i afsnittet "Adgangsveje for fodgængere" og "Standsningssteder for letbaner" i afsnittet "Serviceniveau – Skifteveje".

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Kapacitet - Adgangsveje	Kapacitet svarende til serviceniveau A	Kapacitet svarende til serviceniveau C

Tabel 6.67. Anbefalinger vedrørende kapacitet af adgangsveje på BRT stoppesteder.

Perronlængde

Perronlængden bør afpasses i forhold til det forventede antal samtidigt holdende busser, samt passagergrundlaget (se kapacitet – ventearealet). Hvis perronen er for lang, medfører det større gangafstande og risiko for flere uregulerede krydsninger.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Længde	Længden af stoppestedet bør svare til det antal og den type af busser, som forventes at holde samtidigt (normalt ca. 40–50 m).	Længden af stoppestedet bør svare til det antal og den type af busser, som forventes at holde samtidigt (normalt ca. 30 m).

Tabel 6.68. Anbefalinger vedrørende længde af BRT stoppesteder.

Tilgængelighed

Der bør tages højde for tilgængelighed ved stoppesteder i henhold til anbefalingerne i "Færdselsarealer for alle" og håndbogen "Standsningssteder for letbaner".

I efterfølgende figur er vist de vigtigste elementer.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Tilgængelighed	Ledelinjer. Opmærksomhedsfelter. Gangzoner fri for inventar mm. Høje kantsten (niveaufri ind- og udstigning). Lydsignaler i forbindelse med signalregulerede overgange. Trafikinformation, herunder med adgang til lydinformation. Korrekt udformet Inventar jf. "færdselsarealer for alle" herunder udformning af læskærm, sidemuligheder mm.	Ledelinjer. Opmærksomhedsfelter. Gangzoner fri for inventar mm. Høje kantsten (niveaufri ind- og udstigning). Korrekt udformet Inventar jf. "færdselsarealer for alle" herunder udformning af læskærm, siddemuligheder mm.

Tabel 6.69. Anbefalinger vedrørende tilgængelighed på BRT stoppesteder.

Figur 6.70: Opmærksomhedsfelt markerer indstigningsområde. (Foto: Via Trafik fra Amsterdam, Holland). Det skal bemærkes, at eksemplet ikke er i overensstemmelse med anbefalingerne i håndbogen "Færdselsarealer for alle – håndbog i tilgængelighed".

Inventar

På perroner er der ofte risiko for, at der opstår flaskehalse som følge af ugennemtænkt placering af inventar.

Allerede fra den indledende planlægning er det særligt vigtigt at tage højde for nødvendigt (og evt. fremtidigt) inventar på perronen (fx læskærme, bænke, trafikinformation, belysning, billetteringrejsekortstander, affaldskurve og rækværker).

Følgende faktorer har betydning for placering af inventaret:

- Inventarets fysiske bredde
- Sikkerhedsafstand til BRT-tracéet
- Sikkerhedsafstand til vejtrafik (se håndbogen "Standsningssteder for letbaner")
- Det ønskede serviceniveau for adgangsveje og ventearealer (se håndbogen "Standsningssteder for letbaner").

Det er samspillet mellem disse fire grundlæggende elementer, der er dimensionsgivende for bredde af perroner og skifteveje.

Nedenfor er vist en række anbefalinger i forhold til dimensionering af inventar:

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Læskærm	Læskærm som dækker hele eller størstedelen af perronen.	Minimum 1 læskærm pr. perron.
Bænke / siddemuligheder	Siddemuligheder til minimum 20 % af de ventende passagerer i spidsperioder.	Minimum 1 bænk pr. perron.
Affaldskurve	Ja.	Ja.

Tabel 6.71. Anbefalinger vedrørende inventar på BRT stoppesteder.

Figur 6.72: Perroninventar ved mindre stoppested. (Foto: Via Trafik fra Paris, Frankrig)

Øvrige perronelementer

Perronkant: Perronkanten bør markeres med tydeligt afvigende farve fra den øvrige perron.

Lige perron: Der bør ikke være kurver på selve perronen, da dette øger ind- og udstigningsafstanden mellem BRT og perron. For flere informationer se afsnit 5.3.3.

17 cm specialkantsten: For at lette ind- og udstigningen af BRTen bør der anvendes 17 cm høje specialkantsten (jf. afsnit 5.3.5). Sammenholdt med de busser, der betjener stoppestedet, bør der være mulighed for niveaufri adgang.

Materialevalg: Der bør ikke anvendes et ru materiale til kantstenen, da dette vil slide på bussernes dæk.

Rækværk: Hvor bagkanten af perronen vender ud mod biltrafik, eller der er større opspring mellem perron og øvrigt terræn, bør der være rækværk.

Ramper: Der bør være ramper ved alle adgange til perronen. Ramper bør udføres med en maksimal hældning på 50 ‰ (1:20), hvor brugerne samtidig kan benytte rækværket.

Hvor der ikke er rækværk sammen med rampen, bør denne udføres med en maksimal hældning på 40 ‰ (1:25).

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Perronkant	Afmærkes med tydeligt afvigende farve.	Afmærkes med tydeligt afvigende farve.
Lige perron	Ingen kurver på perron.	Minimale kurver på perron.
Kantsten/ Indstigningshøjde	Høj 17 cm-kantsten for lettere ind- og udstigning. Bør dog ikke bruges ved buslommer eller steder med kurver ved perronerne.	Høj 17 cm-kantsten for lettere ind- og udstigning. Bør dog ikke bruges ved buslommer eller steder med kurver ved perronerne.
Rækværk	Rækværk i bagkant af perron hvor nødvendigt.	Rækværk i bagkant af perron hvor nødvendigt.
Ramper	Ramper med maks. hældning på 50 ‰ (1:20).	Ramper med maks. hældning på 50 ‰ (1:20).

Tabel 6.73. Anbefalinger vedrørende perroner ved BRT stoppesteder.

Parkering og cykler

Hvor der er behov for det, kan der placeres Parker & Rejs ved et stoppested. Hermed gives der god mulighed for at skifte transportform fx ved de store indfaldsveje ved større byer.

Ved alle BRT-stoppesteder bør der indtænkes cykelparkering. Gode cykelparkeringsforhold er vigtige for at få folk til at cykle til og fra bus- og tog-standsningssteder, og udvider hermed oplandet til stoppestedet.

Ved stoppesteder i midtlagt tracé bør cykelparkeringen holdes i vejsiden, men gerne nær ved fodgængerovergange til stoppestederne.

Ved sidelagt tracé kan cykelparkeringen overvejes i vejsiden eller alternativt på selve busperronen, alt afhængig af de lokale passagerstrømme på lokaliteten.

Figur 6.74. Cykelparkering i forbindelse med selve perronen. (Foto: Via Trafik fra Amsterdam, Holland).

Figur 6.75. Bycykelparkering i vejside ved stoppested. (Foto: Via Trafik fra København)

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Cykelparkering	Cykelparkering i forbindelse med stoppested. Hvis cykelparkeringen placeres på selve perronen, bør det være nøje overvejet i forhold til passagerflow og sikre krydsninger.	Cykelparkering i forbindelse med stoppested. Hvis cykelparkeringen placeres på selve perronen, bør det være nøje overvejet i forhold til passagerflow og sikre krydsninger.

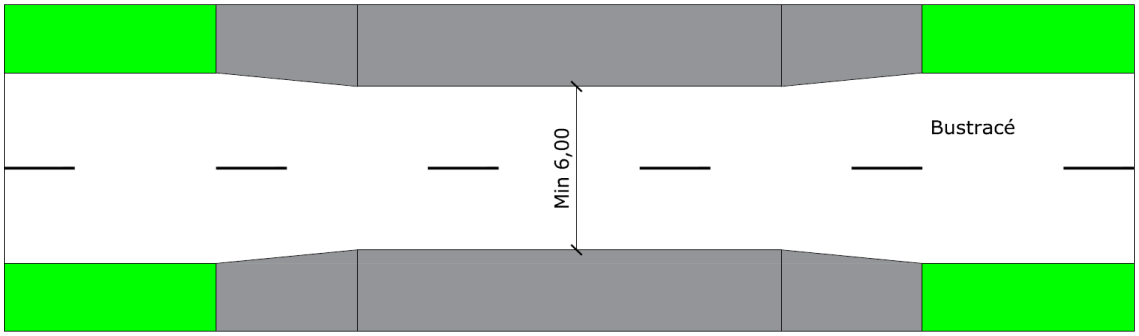
Tabel 6.76. Anbefalinger vedrørende cykelparkering på BRT stoppesteder.

Kørebaneindsnævring ved perroner

Ved stoppesteder bør perronkant trækkes ud i tracéet, så busserne kan køre mere direkte ind til perronkanten.

Længden af indsnævringen (kilestrækningen) bør minimum være længden af ramperne eller mindst en kilehældning på 1:10.

Der bør dog altid være min. 6,0 meter mellem perronerne, så risikoen for at busserne påkører perronkanten minimeres. Ved hastigheder på over 50 km/t bør der minimum være 6,5 m mellem perronkanterne.



Figur 6.77. Ved stoppesteder udvides perronerne, så BRTen kan køre mere direkte ind til stoppestedet.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Perronudvidelse	Perronudvidelse for mere direkte tilkørsel for busser.	Ingen perronudvidelse.

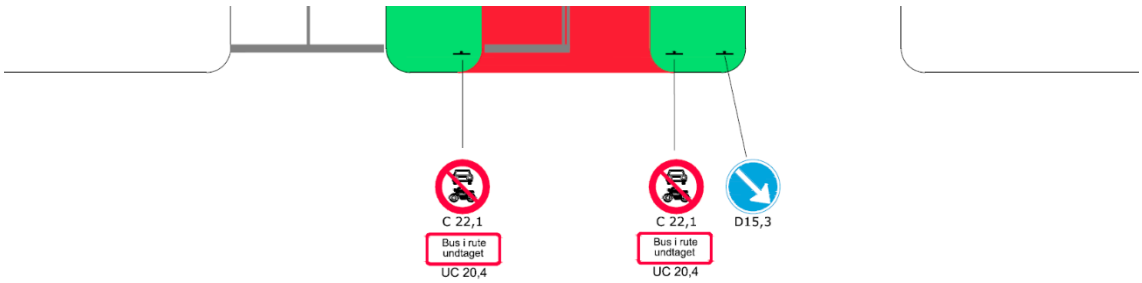
Tabel 6.78. Anbefalinger vedrørende perronudvidelse ved BRT stoppesteder.

Afmærkning af tracé ved hjælp af færdselstavler

Start af BRT tracéet bør afmærkes med *C22.1 Motorkøretøj, traktor og motorredskab forbudt* og undertavle med "Busser i rute undtaget".

Tavlerne bør opstilles i begge sider af tracéet, som vist i figuren herunder. Den øvrige trafik bør ledes uden om tracéet ved hjælp af tavlen *D15,3 påbudt passage*. For afmærkning af busveje se endvidere afsnit 3.4.3, 3.3.7 og 3.10.

Bussluser bør som udgangspunkt ikke anvendes, da de reducerer bussernes fremkommelighed, idet busserne kun kan køre igennem sluserne ved meget lave hastigheder. Bussluser forhindrer desuden anvendelse som redningsvej. Endvidere kan biler, der kører fast i busslusen medføre driftsforstyrrelser for bustrafikken. For generel anvendelse og udformning af bussluser henvises til afsnit 3.5.



Figur 6.79. Afmærkning af BRT-tracé.

Sammenfatning

Nedenfor er samlet anbefalingerne fra dette afsnit. Anbefalingerne deles op i et anbefalet niveau, der bør tilstræbes ved etableringen af et BRT-system, og et minimumsniveau, som angiver de mindste anbefalinger for, at løsningen kan betegnes som BRT.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Stoppesteder/højklassede stationer		
Kapacitet – Ventearealer	Bredde svarende til serviceniveau A.	Bredde svarende til serviceniveau C.
Kapacitet - Adgangsveje	Kapacitet svarende til serviceniveau A.	Kapacitet svarende til serviceniveau C.
Længde	Længden af stoppestedet bør svare til det antal og den type af busser, som forventes at holde samtidigt (normalt ca. 40-50 m).	Længden af stoppestedet bør svare til det antal og den type af busser, som forventes at holde samtidigt (normalt ca. 30 m).
Læskærm	Læskærm dimensioneres efter antal påstigere. Længdeudstrækning bør svare til en hel buslængde.	Minimum 1 læskærm pr. perron.
Bænke	Antallet af bænke dimensioneres efter antallet af påstigere.	Minimum 1 bænk pr. perron.
Affaldskurve	Bør forefindes.	Bør forefindes.
Perronkant	Afmærkes med tydeligt afvigende farve.	Afmærkes med tydeligt afvigende farve.
Lige perron	Ingen kurver på perron.	Minimale kurver på perron.
Kantsten/ Indstigningshøjde	Høj 17 cm-kantsten for lettere ind- og udstigning.	Høj 17 cm-kantsten for lettere ind- og udstigning.
Rækværk	Rækværk i bagkant af perron hvor nødvendigt.	Rækværk i bagkant af perron hvor nødvendigt.
Ramper	Ramper med maks. hældning på 50 ‰ (1:20).	Ramper med maks. hældning på 50 ‰ (1:20).
Tilgængelighed	Ledelinjer. Opmærksomhedsfelter. Lydsignaler i forbindelse med signalregulerede overgange. Trafikinformation, herunder med adgang til lydinformation.	Ledelinjer. Opmærksomhedsfelter.
Cykelparkering	Cykelparkering i forbindelse med stoppested. Hvis cykelparkeringen placeres på selve perronen, bør det være nøje overvejet i forhold til passagerflow.	Cykelparkering i forbindelse med stoppested. Hvis cykelparkeringen placeres på selve perronen, bør det være nøje overvejet i forhold til passagerflow.
Perronudvidelse	Perronudvidelse for mere direkte tilkørsel for busser.	Ingen perronudvidelse.

Tabel 6.80. Anbefalinger vedrørende BRT stoppesteder
Ved afstigningsperroner er der generelt mindre behov for udstyr. Der bør dog stadig placeres affaldskurv, busstander og siddemulighed, samt evt. en mindre læskærm for folk, som afventer passagerer fra en tilkommende bus.

6.5 Trafikinformation

Erfaringer viser, at trafikinformationer ved kollektive trafiksystemer er en vigtig parameter i forhold til passagerernes oplevelse og opfattelse af systemet.

God trafikinformation medfører, at passagererne får bedre overblik over deres rejser. Passagererne får information om hvorvidt bussen er forsinket, og om evt. større forbindelser senere på rejsen.

I BRT busser bør passagererne kunne se, hvor de er på deres rejse, og om bussen overholder køreplanen. Dette giver et bedre overblik over, om skift kan nås, mm. Samlet set giver god trafikinformation mindre uvished og utryghed for passagerne.

Det vil være fordelagtigt at give trafikinformationen elementer af BRT-systemets eget designkoncept fx i form af farvevalg.

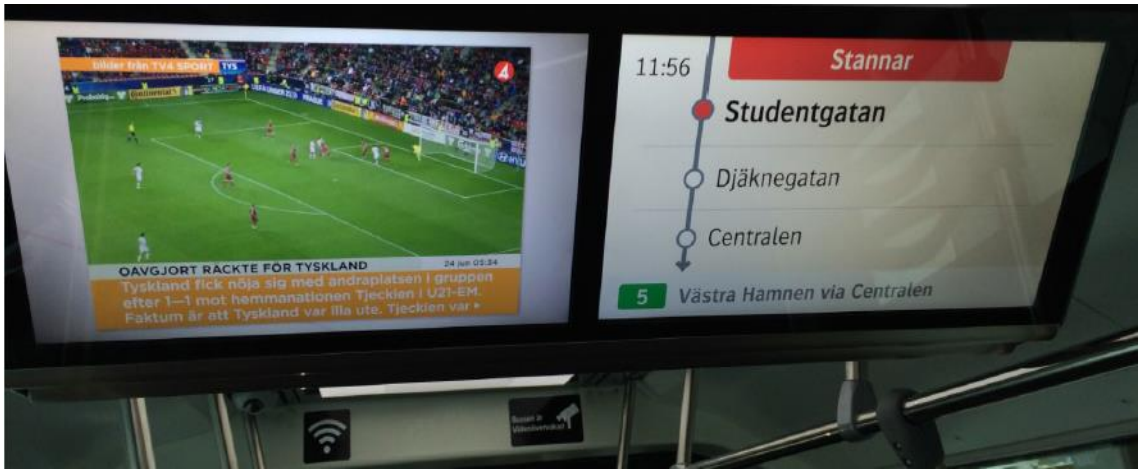
Trafikinformationerne bør være koordineret med øvrig trafikinformation for andre kollektive transportmidler i samme region. Her kan fx nævnes TUS (Trafikinfo Udviklings Samarbejdet), som arbejder for at sikre fælles trafikinformation og design på tværs af selskaberne i hovedstadsområdet (DSB, DSB S-tog, DSB Øresund, Metroselskabet, Movia, Lokalbanen).

Det er vigtigt, at trafikinformationen er selvforklarende. Rækkefølge og format prioriteres, således at de vigtigste informationer fremgår tydeligst. Benyt gerne pile, piktogrammer og visuel information.

I det følgende beskrives trafikinformation for følgende områder:

- I bussen
- Ved stoppesteder
- På terminaler.

I bussen
Der bør være løbende info om næste stop, samt flere stop frem eller hele linjen. Der bør være vist korresponderende kollektiv transport ved de enkelte stoppesteder, gerne med realtidsinfo om de pågældende buslinjer. Trafikinformationsskærme bør vise klokken.



Figur 6.81. Eksempel på trafikinformation i selve bussen. Der vises stoppestedsoversigt tre stop frem. Ekstra skærm kan anvendes til trafikinformation og til kommercielt brug, når der ikke er behov for yderligere trafikinformation.

Eksempel på fast oversigt over stoppesteder langs linjen med tilhørende korrespondancer er vist i følgende figur.

Figur 6.82. Eksempel på trafikinformation i bussen. Fast oversigt over stoppesteder langs linjen, med tilhørende korrespondancer vist.

Ved stoppested
Trafikinformation placeres altid uden for gangzoner. Informationen bør være tydelig for passagererne, og ikke skjule for / eller skjules af andre ting, såsom standsningsstandere eller læskærme. For hver enkelt stoppested bør findes en logisk placering i forhold til gangmønstre ved stoppestedet.

Trafikinformationen bør placeres, så det ikke hindrer ind- og udstigning i busserne og passagerflow langs gangbaner. Der skal blandt andet tages højde for ind- og udstigningszoner, billetautomater mm.

Dobbeltskærme giver mulighed for mange informationer, som kan bruges kommercielt uden for spidsperioder.

Informationen på skærmene bør være selvforklarende. Det skal være tydeligt, om der vises realtid eller køreplanstid.

Trafikterminaler og større BRT-stationer
For trafikinformation på trafikterminaler se håndbogen ”Trafikterminaler”. Det er her vigtigt, at der skiltes til holdeplads for BRT-busser gerne med piktogrammer for BRT.

Sammenfatning

I tabellen herunder er samlet anbefalingerne fra dette afsnit.

Element	Anbefalet niveau	Minimumsniveau
Trafikinformation		
I bussen		
Stoppestedsinformation	Løbende info om flere stop frem, eller hele linjen i realtid.	Fast stoppestedsoversigt over hele linjens forløb. Løbende info om næste stop i realtid.
Korrespondancer	Linjer og stoppestedsplacering.	-
Realtid	Egen bus og også gerne korrespondancelinjer.	Realtidsinformation om egen bus.
Skærme	Tilstrækkeligt antal skærme til at vise nødvendigt omfang af informationer.	En skærm.
Tid	Klokken skal vises.	Klokken skal vises.
Lydinformation	Adgang til lydinformation (evt. bruger aktiveret)	
Ved stoppested		
Realtid	Ja.	Countdown-modul.
Oversigt	Oversigt over trafiknet og stoppestedsplaceringer. Klar information om gangveje mellem korresponderende forbindelser.	Oversigt over trafiknet og stoppestedsplaceringer.
Forbindelser	Oversigt over væsentlige forbindelser senere på linjen	-
Tid	Klokken skal vises	Klokken skal vises
Lydinformation	Lydinformation. Det anbefales, at lydinformationen etableres med mulighed for brugeraktivering for at mindske støjgener for omgivelserne.	
Terminaler		
Vejvisning	Klar og tydelig vejvisning	Klar og tydelig vejvisning
Tid	Klokken skal vises	Klokken skal vises

Tabel 6.83. Anbefalinger vedrørende trafikinformation på BRT stoppesteder.

6.6 Trafiksikkerhed

Midtlagte og sidelagte BRT-baner samt tilhørende stoppesteder, er et nyt element i vejbilledet i forhold til, hvad man er vant til i Danmark. Dette kan medføre nogle trafiksikkerhedsmæssige problemer, som kan være vanskelige at forudsige.

Derfor anbefales det, at der udføres trafiksikkerhedsrevision i forbindelse med planlægning, projektering og ibrugtagning af BRT projekter og at trafikanterne gøres opmærksomme på evt. nye forhold vha. kampagner.

I efterfølgende tabel er opridset de overordnede fordele og ulemper ved BRT i relation til trafiksikkerhed:

Fordele	Ulemper
Der etableres 'bundne' venstresving ind over bustracéet, hvilket erfaringsmæssigt øger trafiksikkerheden i krydsene. Ingen konflikter med cyklister ved passagerudveksling ved midtlagt tracé.	Det uvante. Færdsel til og fra stoppesteder, herunder fodgængere som krydser for rødt lys. Uregulerede krydsninger kan blive farligere. Bilister kan komme til at køre ind i BRT-tracé.

Tabel 6.84. Fordele og ulemper ved BRT løsninger i relation til trafiksikkerhed.

Det uvante kan fx være, at der er færdsel i begge retninger i det midtlagte tracé. Dette betyder, at fodgængere skal orientere sig anderledes end normalt. Dvs. at når de har krydset biltrafikken i den ene retning, kan de ikke nøjes med at orientere sig mod trafikken i den anden retning, da der stadig er busser, der kører i samme retning, som den biltrafik, de lige har krydset.

Eksempel på skiltning af dette kan ses i følgende figur.

Figur 6.85: Eksempel på skiltning af dobbeltrettet færdsel i midtlagt tracé. (Foto: Via Trafik fra Paris, Frankrig (tv) og Amsterdam, Holland (th)).

Figur 6.86: Afmærket fodgængerfelt hvor der gøres opmærksom på at der er dobbeltrettet trafik. (Foto: Via Trafik fra Paris, Frankrig)

Ved færdsel til og fra stoppesteder i midtlagte tracéer kan der opstå uhensigtsmæssige situationer, med fodgængere, som løber over for rødt for at nå bussen. Dette er også et problem ved almindelige busstoppesteder, men forstærkes ved BRT-løsninger i midten af vejen.

Der bør derfor være støttepunkter på hver side af BRT-tracéet i forbindelse med stoppesteder og fodgængerkrydsninger. Der kan opstå problemer, hvis der ikke er regulerede fodgængerovergange i begge sider af perronerne, da passagerer vil krydse uden for krydsningspunktet.

Figur 6.87. Krydsning til perron uden for de regulerede overgange fra København. (Foto: Via Trafik)

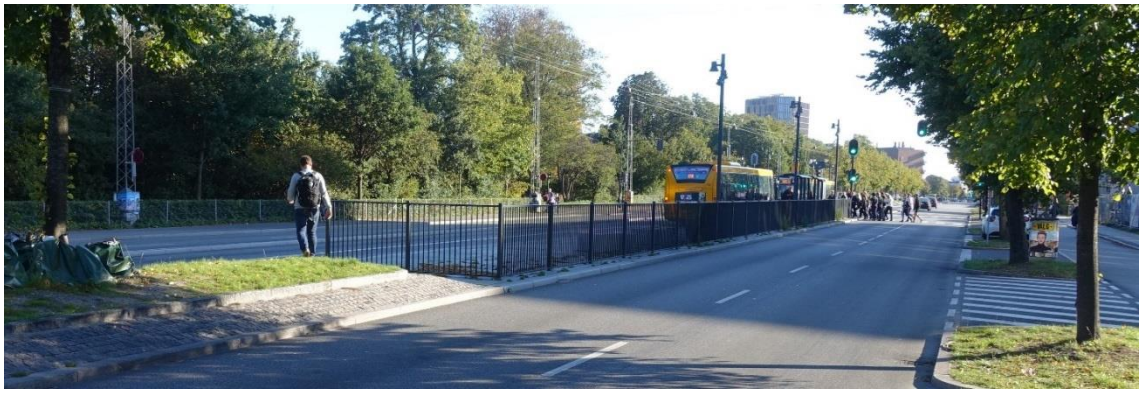
Uregulerede krydsninger kan blive farligere, idet der oftest vil være flere kørebaner at forholde sig til, samtidig at der er færdsel i begge retninger i midtlagte tracéer. Det er derfor vigtigt at tydeliggøre, at der er færdsel i begge retning fx ved afmærkning på kørebanen (se billede herunder).

Hvor der er større krydsningsbehov, bør krydsningen signalreguleres. Både for regulerede og uregulerede krydsninger bør der etableres støttepunkter på hver side af tracéet.

Figur 6.88. Kørebaneafmærkning ved et punkt, hvor fodgængere krydser vejen tydeliggør, at der er dobbeltrettet kørsel i det midtlagte tracé. (Foto: Via Trafik fra København)

Figur 6.89: Uønskede fodgængerkrydsninger uden for uregulerede / regulerede krydsningspunkter kan være svære at forhindre. (Foto: Via Trafik fra København).

Det anbefales at udelade rækværk på tværs af perroner i perronenderne, da erfaringer har vist at disse ikke respekteres. Rækværker kan føre til situationer, hvor fodgængere går uden om rækværket på bustracéet ud foran busserne.



Figur 6.90. Det anbefales ikke at placere rækværk ved perronender da disse sjældent respekteres. (Foto: Via Trafik fra København)

Erfaringer fra de Franske BRT-systemer har vist, at størstedelen af ulykkerne med fodgængere skyldes, at fodgængerne har haft opmærksomheden rettet mod noget andet end trafikken. Kun i min-

dre grad har manglende oversigt været skyld i ulykkerne. Det er derfor vigtigt at skærpe fodgængernes opmærksomhed, fx ved kampagner og 'nudging', der stimulerer til trafiksikker adfærd og opmærksomhed i trafikken.

Størstedelen af ulykkerne på veje med BRT-systemer sker i kryds, og af dem sker en betydelig del ved afstigning fra bussen og når fodgængeren skal nå en bus.

Herudover kan bilister komme til at køre ind i tracéet. Indkørsel til tracéet skal derfor afmærkes og markeres så tydelig som muligt med færdselstavler, kørebaneafmærkning og visuelt ledende vejudformning, så bilisterne på en naturlig måde ledes uden om tracéet.

Kampagner
For at gøre passagerer og fodgængere opmærksomme på de trafiksikkerhedsmæssige konflikter, der kan være ved fx midtlagte bustracéer, er det vigtigt, at der laves oplysende kampagner.

Nedenfor er vist eksempler på kampagner både på perroner og i bussen.

Figur 6.91. Kampagnevideo i bus fra København. (Foto: Via Trafik fra København)

Figur 6.92. Kampagne vedrørende trafiksikkerhed på perronrækværk fra København. (Foto: Via Trafik fra København)

7 ORDFORKLARING

Definitioner, der findes i Vej- og trafikteknisk ordbog er angivet i kursiv, mens den øvrige tekst er uddybende for forståelsen i nærværende vejregel.

Ord	**Forklaring**
Aktiv busprioritering	Prioritering af busserne i signalanlæg, hvor bussignalet eller signalet kun aktiveres, hvis der er busser. De mest intelligente systemer kan indrettes til kun at give prioritet til busser, der er bagud efter køreplanen.
Arealbehov (for kørsel med busser)	Ved arealbehovet forstås den flade, som dækkes af bussen i bevægelse. Arealbehovet kan opdeles i et sporareal og et friareal. Sporarealet er den flade, som begrænses af hjulsporene. Friarealet er den flade, der ligger uden for sporarealet og er begrænset af de kurver, som beskrives af de yderste karosseripunkter.
BRT	Forkortelse for Bus Rapid Transit, der er fælles betegnelse for et højklasset, busbaseret transportsystem med et meget højt serviceniveau.
Busbane	Sideordnet betegnelse for busspor. Særligt afmærket vognbane forbeholdt busser i rutekørsel. Når busbaner er placeret til højre for den medkørende trafik på veje uden cykelstier skal den også benyttes af cyklister og knallertkørere (af lille knallert).
Bushelle	Befæstet areal, hvorfra eller -til fodgængere kan stige på eller af busser. Skal være mindst 1,5 m og helst 2 m bred. Se dog figur 8.19.
Buslomme	Udvidelse langs kørebanen som holdeplads for busser.
Busprioritering	Foranstaltninger, der giver busserne bedre fremkommelighed end den øvrige trafik. Der skelnes mellem aktiv busprioritering og passiv busprioritering. Aktiv busprioritering: Prioritering i signalanlæg, hvor bussignalet eller signalet påvirkes, hvis der er busser. Passiv busprioritering: Prioritering af busser, hvor prioriteringen er fast indbygget i signalomløbet. Busserne kan også gives bedre fremkommelighed ved at reservere trafikarealer til buskørsel (busbaner eller busveje).
Bussignal(er)	Hvidt signal, der udelukkende regulerer bustrafikken.
Bussluse	Fysisk foranstaltning, der kun tillader busser at passere. Kan fx være en oplukkelig bom eller en sporviddeforhindring.
Busstoppested	Sted, hvor det med færdselstavle er markeret, at busser i rute kan standse for at optage eller afsætte passagerer.
Busterminal	Trafikanlæg indrettet primært med henblik på at flere forskellige buslinjer kan optage, afsætte eller udveksle passagerer.
Busvej	Vejstrækning, normalt forbeholdt for busser og eventuelt fodgængere, cykler og små knallerter.

Ord	Forklaring
(Bus)vendesløjfe	Trafikanlæg, der muliggør, at busser kan vende og køre tilbage i modsat retning.
Bybuslinje	Forløber hovedsageligt inden for byområderne og giver typisk forbindelser fra yderområderne gennem centrum til andre yderområder, men også ringlinjer i byens periferi kan forekomme.
Friareal	Den del af arealbehovet for et køretøj i bevægelse, som ligger uden for sporarealet, og som er begrænset af de kurver, der beskrives af de yderste karrosseripunkter. Friarealet udgør sammen med (køre)sporarealet det totale arealbehov.
GPS. Globale navigationssystemer	(GNSS) Satellitbaserede systemer af radiosendere fx GPS (amerikansk), GLONASS (russisk) eller GALILEO (europæisk). Ved anvendelse af en satellitmodtager afkodes satellitternes tidssignaler, og positionen på jordens overflade kan beregnes. Teknikken tillader i dag beregning af koordinater med en nøjagtighed på få centimeter.
Længdeopstilling	Opstillingsprincip, hvor busser holder i forlængelse af hinanden ved vejside eller bushelle.
Medstrømsbusbane	Busbane, hvor bussen kører i samme retning som den øvrige trafik
Modstrømsbusbane	Busbane, hvor bussen kører mod en i øvrigt ensrettet trafik.
Passiv busprioritering	Se busprioritering
Skjult ventetid	Den kollektive trafik kører med et fast tidsinterval mellem afgangene, mens passagerernes rejsebehov opstår uafhængigt heraf. Den samlede ventetid vil med et jævnt opstået rejsebehov i gennemsnit udgøre halvdelen af tidsintervallet mellem to afgange. Den samlede ventetid opdeles i ventetid og skjult ventetid som beskrevet i ”Manual for samfundsøkonomisk analyse på transportområdet”, Transportministeriet, marts 2015.
Særligt tracé	Adskilt areal forbeholdt busser (midtlagt eller sidelagt), som reguleres jf. færdselsloven.
Sporareal	Den del af arealbehovet for et køretøj i bevægelse, som ligger inden for de kurver, der beskrives af de yderste hjulpunkter.
Sporviddeforhindring	Foranstaltning, der forhindrer køretøjer med mindre sporvidde end fx busser i at køre igennem. Kan fx være en bøjle eller grav i busslusen.
Planlægningshastighed	($V_ø$) Den hastighed, som vejbestyrelsen af hensyn til trafiksikkerhed og miljø ønsker, at førerne af personvogne overholder. $V_ø$ vil som regel være lig med den skiltede hastighed eller en lavere hastighed som man vurderer eller ved målinger dokumenterer, at 85 % af de motorkørende overholder. Den ønskede hastighed lægges til grund for den detaljerede projektering af strækninger og kryds. (En delmængde af terminologien for opslagsordet ”hastighed”.)

Vejdirektoratet

Niels Juels Gade 13
Postboks 9018
1022 København K
Telefon 7244 3333

vd@vd.dk
vejdirektoratet.dk

vejregler@vd.dk
vejregler.dk

EAN 9788793248441

Transportministeriet