

BRT og signalteknik

i projektet "Bedre Bus til Nørre Campus"

Københavns Kommune bygger Danmarks bedst busbetjente strækning mellem Nørreport Station og Ryparken Station. Et ca. 3 km langt dobbeltrettet bustracé placeret i midten af vejen skal danne rygraden i Danmarks første BRT-system (Bus Rapid Transit). Det skal betjenes af højfrekvente A- og S-buslinjer med afgang hvert 2.-3. minut og indgår som en del af MOVIA's koncept +WAY. Anlægsarbejdet er netop påbegyndt, og den nye BRT forventes færdig om ca. 1½ år.



Torben Abildgaard Knudsen,
Trafikingeniør,
Via Trafik Rådgivning A/S
tak@viatrafik.dk



Anders Boye Torp Madsen,
Trafikingeniør,
Center for Trafik, Københavns
Kommune
bj39@tmf.kk.dk

Danmarks bedste bus

Den kommende vidensbydel omkring Københavns Universitet og Rigshospitalet skal have Danmarks bedste busbetjening. Projektet "Bedre bus til Nørre Campus" skal indfri denne vision med en kombination af en række virkemidler. Projektet har et anlægsbudget på ca. 130 mio. kr. og forventes at stå færdigt ved udgangen af 2014.

Projektet omfatter følgende:

- Omfordeling af vejprofil mellem Haraldsgade og Fredensbro, så der skabes plads til et ca. 3 km langt midtlagt bustracé i begge retninger
- Kraftig opgradering af busstoppesteder til "BRT-stationer" med bredere peroner, bedre ventefaciliteter og plads til flere busser end i dag
- Geometrisk ombygning af 9 kryds for at skabe plads til bustracé og stoppesteder



Figur 1. Oversigtskort over projektstrækningen.

- Total renovering af 9 signalanlæg med bl.a. nye styreapparater, kabler, signalmateriel og en opdateret signalstyring med aktiv busprioritering.

Ombygning af 9 signalanlæg

Bustracéet i midten af vejen medfører, at krydsene og dermed også signalanlæggene skal bygges om. I hver ende af tracéet, ved Haraldsgade og Fredensbro skal busserne sluses ind og ud af den øvrige trafik ved hjælp af signalanlæggene.

Herudover skal signalanlæggene regulere konflikten mellem busser, der kører ligeud, og biler, der svinger til venstre hen over bustracéet. Dette gøres primært ved at etablere "bundet venstresving", hvor busser og venstresvingende biler kører adskilt i hver sin fase. Dette forventes at forbedre sikkerheden og afviklingen for de venstresvingende ved f.eks. Vibenshus Runddel og Blegdamsvej. Kapaciteten som helhedsbetragtning vil dog reduceres noget som følge heraf.

Busserne frigøres fra den øvrige trafik ved hjælp af bustracéet. I kombination med en aktiv busprioritering vil dette give en markant forbedring af den kollektive trafikbetjening af området ved Nørre Campus.

De forventede effekter er:

- Flere passagerer
- Kortere rejsetid
- Bedre driftsikkerhed og regularitet.

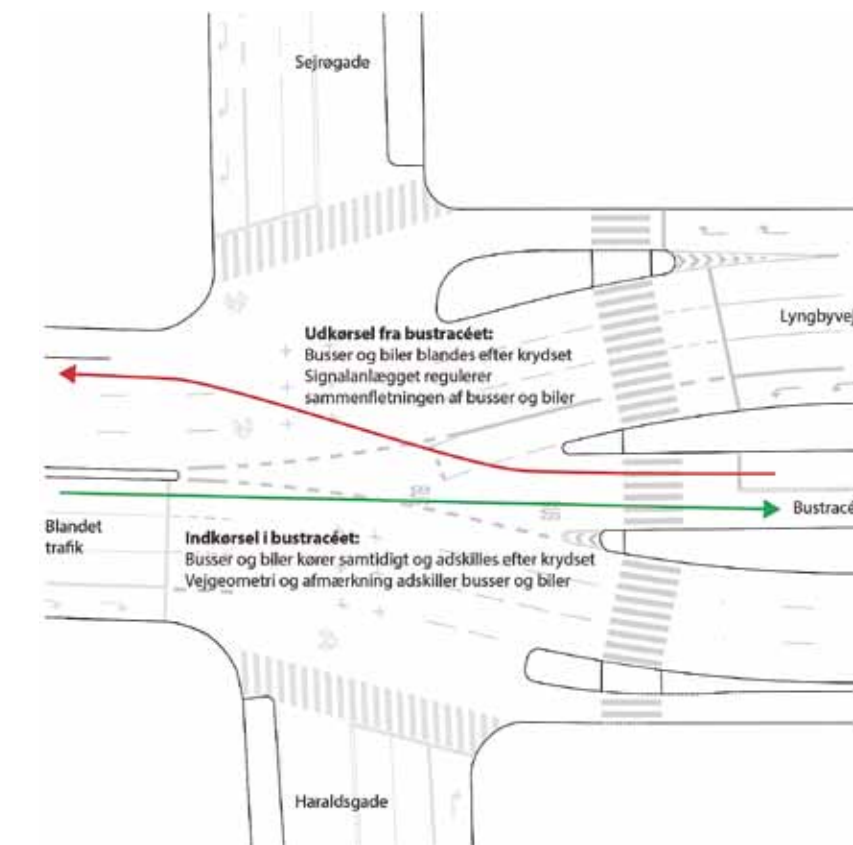
Indkørsel i bustracéet

Der har ligget en udfordring i at håndtere bus- og biltrafikken ved hjælp af signalerne i hver ende af bustracéet. Figur 2 viser ind- og udkørsel fra bustracéet i krydset Lyngbyvej / Haraldsgade. Figur 3 viser ind- og udkørsel fra bustracéet ved Fredensbro.

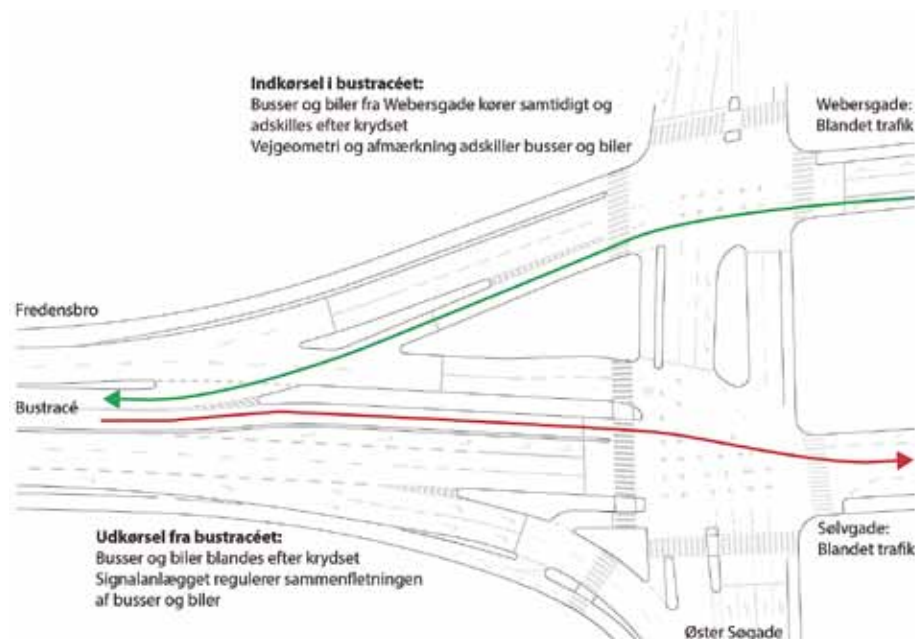
Indkørsel i bustracéet (vist med grøn pil på figurene) sker fra den venstre vognbane. Busser og biler adskilles, når busserne efter krydset ledes mod venstre ind i tracéet, og bilerne ledes mod højre uden om tracéet. Busser og biler har samtidigt grønt. Indkørsel i bustracéet sker derfor uden kapacitetsforringelser i krydset.

Udkørsel fra bustracéet

Ved udkørsel fra bustracéet er bussens manøvre (vist med rød pil på figurene) i konflikt med den øvrige trafik. Busbanen fortsætter ikke efter krydset. Busser, der forlader tracéet i midten af vejen, vil efter krydset søge mod den højre vognbane, da næste stoppested ligger i højre side af vejen. Derfor skal busser og biler reguleres i forhold til hinanden. Dette sker i signalanlæggene ved henholdsvis Haraldsgade og Fredensbro, hvor de to trafikstrømme adskilles ved at lade busser og biler køre i hver deres fase.



Figur 2. Ind- og udkørsel fra bustracéet ved Haraldsgade.



Figur 3. Ind- og udkørsel fra bustracéet ved Fredensbro.

Busstyrede udkørselssignaler

Signalanlæggene har i myldretiderne en om-løbstid på 100 sekunder. Ved Haraldsgade og Fredensbro, hvor busserne skal sluses ud af bustracéet, får busserne kun mulighed for udkørsel fra tracéet 1-2 gange pr. om-løb. Udkørsel fra bustracéet risikerer herved at blive en flaskehals for busserne. Derfor bliver trafikstyring og busprioritering ekstra vigtig for at minimere ventetiden for busserne.

Ved Haraldsgade er stoppestedet i ud-

adgående retning placeret før krydset. Ventetiden kan derfor udnyttes til passagerudveksling. Når bussen er klar til at forlade stoppestedet, anmelder den for indkobling af bussignalet. Det kan indkobles før og/eller efter grønt for bilerne. Når bussignalet er indkoblet, kan det forlænges, så efterfølgende busser også får mulighed for at komme med over.

Ved Fredensbro har det af kapacitetsmæssige grunde kun været muligt at trække bussignalet ind som "før-grønt" én gang pr.

omløb. Dette er gjort for at begrænse generne for den øvrige trafik. Bussignalerne ved Haraldsgade og ved Fredensbro indkøbes trafikstyret ved hjælp af video. Herved indkøbes de kun efter behov, hvorved anlæggets kapacitet bedst muligt fordeles mellem busser og biler.

Signalgivning for busserne

Bussernes kørsel hele vejen igennem tracéet reguleres ved hjælp af traditionelle 3-lys bussignaler, som vist på figur 4. Der er valgt en ensartet og robust styring af bussignalerne. De er fast anmeldte i alle anlæg, hvor bustracéet fortsættes på begge sider af krydset.

Busserne og bilerne kommer til at følges ad parallelt gennem signalanlæggenes hovedretning. Derved bliver det for det meste muligt at give både busser og biler en fast lang grøntid i hvert omløb. Herved opnås et ensartet signalskifte og en som udgangspunkt ligeværdig afvikling af bil- og bustrafikken. Som en overbygning herpå etableres der aktiv busprioritering.

Busprioritering i hovedretningen

Busprioritering indgår som en væsentlig byggesten i projektet for at forbedre den kollektive trafik. Stoppestederne er for det meste placeret efter krydset, og busprioriteringen etableres derfor primært som grøntidsforlængelse, der øger bussens sandsynlighed for at nå med over krydset i slutningen af grøntiden.

Herved kan bussen lettere nå frem til stoppestedet i stedet for at skulle holde for rødt lys før krydset.

Detektering af busserne

Busserne detekteres med video, som visse steder kombineres med GPS-positionering og trådløs kommunikation med styreapparaterne.

Videoen er valgt af flere årsager:

- Bustracéet uden biltrafik giver mulighed for en sikker detektering

- Videoen kan udbygges til andre elementer af trafikstyring i krydsene (f.eks. kødetektering)
- Videoen vurderes at være mere driftsikker end en busprioritering baseret alene på GPS
- Københavns Kommune har fravalgt detektering ved hjælp af spoler på grund af høje driftsomkostninger.

GPS er valgt til detektering af busser uden for bustracéet, hvor bussen kører i blandet trafik og derfor ikke med sikkerhed kan detekteres med video.

Busprioritering i tværretningen

Bustracéet krydses af højt prioriterede A-buslinjer i følgende tre signalanlæg:

- Tagensvej/ Blegdamsvej (3A)
- Fredrik Bajers Plads (6A)
- Lyngbyvej / Haraldsgade (4A).

Fremkommeligheden for disse buslinjer er også højt prioriteret. Derfor er der i disse tre signalanlæg suppleret med busprioritering i tværretningen. Den kan kun aktiveres i omløb, hvor der ikke først har været en prioritering af busser gennem bustracéet.

Nyt signalanlæg på Nørre Allé

Der etableres en ny signalreguleret cykel- og fodgængerkrydsning over Nørre Allé ved Universitetet. Af hensyn til linjeføring og geometriske bindinger er stoppestederne placeret før krydset.

Her bliver busprioritering en kombination af:

- Grøntidsforlængelse for gennemkørende busser
- Afkortning af grønt for tværretningen, når busser ankommer i rødtiden
- Nedtællingssignaler, der tæller ned til grønt start, som kvittering for at bussen er anmeldt og afkortning er aktiveret.

En afbalanceret løsning

Ved ombygningen af signalanlæggene er der

lagt vægt på en afbalanceret løsning. Vi har taget hensyn til en lang række forhold, herunder blandt andet:

- Fremkommelighed for bus- og biltrafik
- Trafiksikkerhed
- Overholdelse af vejregler
- Krydsningsforhold for lette trafikanter
- Lokale geometriske bindinger.

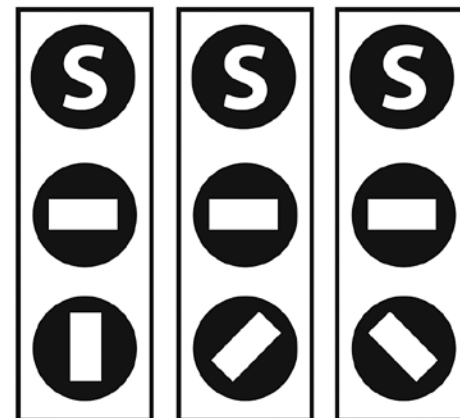
Projektet bliver det første af sin slags i Danmark, hvor et dobbeltrettet bustracé indpasses i midten af en af de store ind- og udfaldsveje til København.

Nøgletal:

- Anlægsbudget: ca. 130 mio. kr.
- Tidsplan: 2013-2014
- Tilbagebetalingstid: ca. 8-10 år
- Bygherre: Københavns Kommune, Center for Anlæg.

Forventede effekter:

- Ca. 10% flere passagerer
- Markant bedre regularitet
- Kortere rejsetid.



Figur 4. 3-lys bussignaler for lige-udkørsel, højre- og venstresving.



Figur 5: Visualisering af det fremtidige stoppested i bustracéet ved Rigshospitalet (Visualiseret af Schönherr).