



Analyse

Autonome busser hos Sydtrafik

IIOE | Tetraplan

April 2018

Udarbejdet af:	Michael Henriques
Kontrolleret af:	Lill I.D. Bjerregaard
Godkendt af:	Michael Henriques
Dato:	April 2018
Version:	4

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	4
2	De mulige konklusioner	5
3	Godkendelsesprocedure for en autonom bus	6
4	Begrænsninger på nuværende tidspunkt	7
5	Selvkørende busser på eksisterende ruter	8
6	Selvkørende busser på steder, hvor almindelige busser ikke kan køre	9
7	Hvad kan selvkørende busser som traditionelle busser ikke kan?	10
8	Passagerer i de selvkørende busser	11
9	Økonomien for selvkørende busser	12
10	Effekter på anden kollektiv trafik og individuel trafik	13
11	Nye kundesegmenter	14

1 Indledning

Autonome (selvkørende) busser er en teknologi, der forventeligt vil vinde frem i de kommende år. Allerede i dag byder markedet på flere typer af især mindre autonome busser, eksempelvis "Ollie", og med den teknologiske udvikling der foregår inden for dette område er det forventeligt, at producenterne indenfor de kommende år også vil begynde at producere autonome 12 m busser.

Autonome køretøjer/busser er det største udviklingsskridt i teknologien i vejtransportsektoren siden Henry Ford omkring 1920 udtalte de berømte ord: "Havde jeg givet mine kunder hvad de efterspurgte, havde de fået hurtigere heste". Der er med andre ord tale om et teknologisk tigerspring, der på afgørende vis kan ændre vigtige forudsætninger for vores måde at transportere os på. De teknologiske forudsætninger er der eller vil komme, men den lovgivningsmæssige regulering vil halte efter. Prisen på de nye teknologier kender vi heller ikke, men vil efter alt at dømme falde på samme måde som vi har oplevet det med computere og anden elektronik.

Der vil derfor blive åbnet for andre måde at anvende busbetjeningen på, og samspillet med eksempelvis taxaer vil kunne ændre sig. Derfor vil en plan for Sydtrafiks betjening i eksempelvis 2026 på en række områder kunne se anderledes ud, selvom basisopgaverne er de samme som i dag. I længerevarende buskontrakter (med over 8-10 års varighed) kan det være relevant at indtænke, om der ønskes fleksibilitet i den sidste del af kontraktperioden, så der vil kunne skiftes til autonom teknologi. En sådan fleksibilitet vil dog være et fordyrende element for kontrakten.

De selvkørende/autonome enheder er på vej ind på markedet. "Selvkørende teknologi vil på sigt brede sig til privat og kollektiv trafik," siger Jeppe Rich, der er professor på DTU Management. "Selvkørende busser vil kunne tilbyde mere målrettet transport med reducerede driftsomkostningerne. Derfor vil de have en berettigelse i de store byer, hvor de kan agere feedertransportmidler til langdistancetog og fly samt bidrage til at løfte den kollektive trafik i efterspørgselstunge korridorer.

For landområderne er det ikke sandsynligt, at busser vil kunne konkurrere med selvkørende taxier og selvkørende private biler." Der er altså mange indikationer af, at det ikke mindst er first- og last mile der i de indledende faser er mest relevante i forbindelse med autonome busser.

Den markante fordel ved en autonom bus, på linje med andre autonome køretøjer og fartøjer, er for det første en markant omkostningsbesparelse, da bussen grundlæggende er chaufførløs. Hermed reduceres omkostningerne pr. km med op til 60 % brutto¹. Ud over disse besparelser er busserne i princippet mere driftssikre (dog først på sigt), trafiksikkerheden er større og man kan formentlig opnå mere kørsel med samme buspark samt større fleksibilitet.

Desuden betyder brug af autonome busser, at der formentlig med langt større fornuft end i dag kan arbejdes med en størrelsesmæssig differentieret buspark, da chaufførlønnen kan tages ud af regnestykket, hvor ved eksempelvis de reducerede driftsomkostninger ved brug af en lille/mindre bus slår direkte igennem.

¹ Der skal modregnes omkostninger til personale i kontrolcenter. Størrelsen af disse omkostninger vil afhænge af hvilke øvrige opgaver dette personale kan påtage sig.

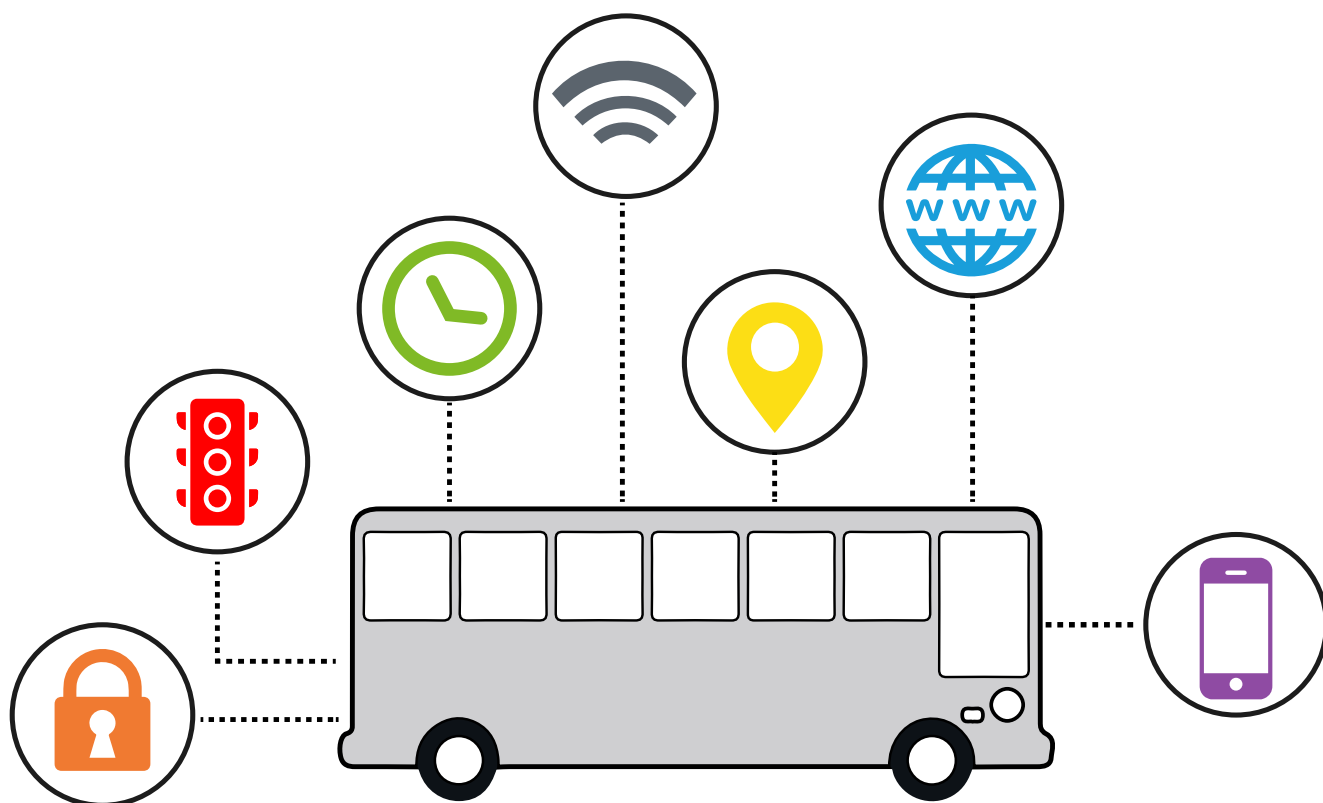
2 De mulige konklusioner

Autonome køretøjer er kommet for at blive, og vil blive introduceret på det danske marked i en lind strøm over de kommende år. Primært shuttlebusser i den første periode (op til 5 år), men derefter også større og mere traditionelle busser.

Der forudses stor fokus på first/last mile betjening for at fastholde den kollektive kæde og en konkurrencekraft i forhold til andre transportformer.

Det forventes overvejende at være kørsel i mindre trafikale/befolkede områder i de indledende faser, men efterfølgende må man antage, at busserne også kan køre i mere kompliceret trafik.

TCO beregninger² kan ikke gennemføres nu. Alt tyder dog på, at autonome busser på relativ kort sigt (+ 5-8 år) kan blive konkurrencedygtige sammenholdt med traditionelle busser, da der kan spares markante beløb på omkostninger til chauffører (op til 60% af omkostningerne til en driftstime).



² TCO= Total Cost of Ownership

3 Godkendelsesprocedure for en autonom bus

Kørsel med en autonom bus kræver en godkendelse i overensstemmelse med den forsøgslovgivning der er gengivet til slut i notatet.

I komprimeret version vil en godkendelse kræve følgende:

1. En ansøgning til Transportministeriet/Vejdirektoratet med beskrivelse af det ønskede forsøg.
2. En operatør til at gennemføre forsøget.
3. En assessor til at gennemføre og stå inde for den tekniske og sikkerhedsmæssige godkendelse af bussen.
4. En forsikringsmæssig dækning af kørsel med bussen.

Det afgørende i forbindelse med godkendelsesprocessen er, at assessor kan dokumentere fuldstændig uafhængighed. Fokus i processen vil være på sikkerhed og ændringer. I praksis betyder dette, at et godkendt forsøg (typisk af 2 års varighed), kun kan undergå marginale ændringer uden at skulle gennem en ny godkendelsesprocedure. Et nyt forsøg vil i princippet kræve, at man starter fra scratch, inklusiv en ny godkendelse af bussen.

Det er forventeligt, at de første forsøg primært omfatter busser der kører i simple trafikale miljøer med en hastighed på op til 15-20 km/t.

Forsøget bør formentlig starte på SAE niveau 3 med en steward (chaufføruddannet) om bord. På sigt kan der rykkes til niveau 4, men det kan ikke umiddelbart afgøres om dette vil ske inden for den samme ansøgning.

Det er pt. vurderingen, at en godkendelse vil tage mellem 10 og 14 måneder, og betalingen til assessor typisk vil andrage 0,5 mio. kr.³

Begge angivelser skal dog tages med en del forbehold. Derudover er det vigtigt at påpege, at den meget beskedne erfaring med disse projekter ikke levner mulighed for en kvalificeret stillingtagen til procesforløbet.

Det er vigtigt allerede her at lægge fast, at assessoren er knyttet direkte til det pågældende forsøg og køretøj. Man kan altså ikke overflytte erfaring og godkendelse fra et projekt til et andet end på det generelle plan.

Aktuelt undersøger Arriva og Esbjerg Kommune scenarier for at indsætte en autonom bus i den gamle bydel i Ribe⁴. Et sådant forsøg passer godt ind i bl.a. det teknologiske stade hvor de autonome busser er nu. Kørslen vil foregå i et afgrænset område der grundlæggende synes at ligne nogle af de områder, hvor eksempelvis franske forsøg i dag gennemføres.



³ Dette tal skal dog tages med et ikke ubetydeligt forbehold

6 ⁴ Kilde fra Sydtrafik

4 Begrænsninger på nuværende tidspunkt

I forhold til chauffør ses der ikke at være store begrænsninger. På nuværende tidspunkt skal der følge en steward/chauffør med bussen, formentlig med en uddannelse der gør det muligt for personen at overtage driften af bussen.⁵ På sigt vil dette kunne overgå til et kontrolcenter.

Den ovennævnte steward vil kunne agere backup i bussen. Med flere busser i drift vil det være oplagt at lade et kontrolcenter træde i stedet. Det kræver dog en sikker kommunikation med bussen herunder tilstrækkelig, trådløst bredbånd.

Busstørrelsen vil i de kommende ca 5 år være fokuseret på busser i Ollie /Navya størrelse altså mindre busser. 12 meter busser vil dog komme på markedet, formentlig baseret på ombyggede standardbusser hvor diesel er udskiftet til el og hvor navigationsdelen ligeledes er påbygget. Disse busser forventer vi man kan se på markedet inden for ca. 5 år.

Hastigheden for busserne er i dag lav, som oftest mellem 8-20 km/t. Vi forventer dog, at den vil stige til op mod 40 km/t for de små busser inden for en relativ kort periode. For de store busser vil der være tale om en højere hastighed, da de formentlig indledningsvis vil køre meget i BTR-systemer, dvs. overvejende i eget trace.

Et vigtigt spørgsmål er hvorvidt infrastruktur eller trafikbilledet stiller krav til bussen som begrænser den på eksisterende ruter eksempelvis opstribning og andet. Niveau/SAE 5 busser vil i en fremtidssituation næppe behøve samme grad af opstribning mm. som nu, men kan orientere sig efter andre pejlemærker. Statens veje er generelt i god nok stand til en grad af autonom kørsel, men da de kun dækker ca. 4000 km vejnet sætter det stærke begrænsninger på udbredelsen.⁶

Det kommunale net er langt mere usikkert mht. tilstand, hvilket underbygger en markant langsommere indfasning her. Overvejelser gennemført af eksempelvis Hørsholm Kommune i tilknytning til deres kommende forsøg viser også, at der er lagt vægt på simple ruter. Ser man som eksempel på de planer for en autonom bus Hørsholm Kommune arbejder med, er linjeføringen netop lagt an på kørsel mellem bolig og centerfunktioner, samt en rute på ca. 1,5 km mellem et trafikknudepunkt (Rungsted Station) og en turistattraktion (Rungstedlund), hvor ruten er teknisk simpel og hvor kunderne vil være turister uden adgang til bil.

⁵ Dvs. på niveau med en steward i metroen

⁶ Og langt den største del af rutetrafikken vil i øvrigt også fremover foregå uden for dette net

5 Selvkørende busser på eksisterende ruter

Selvkørende busser vil kunne indgå på eksisterende ruter og evt. supplere allerede eksisterende ruter. I de kommende år er det forventningen, at de autonome busser vil kunne indgå på korte, mere specialprægede ruter.

Ikke mindst i oplandstrafik og som feeder/serviceruter. Der vil her overvejende være tale om kørsel med små busser over relativ korte afstande, og formentlig ikke i et setup med faste køreplaner.

Med afsæt i Sydtrafiks Trafikplan 2014-2018 er det også vurderingen, at autonome enheder på 5-10 års sigt så småt vil kunne begynde at indgå i dele af bybusbetjeningen samt muligvis i oplandsruter. Udgangspunktet vil være ruter med faste betjeningsmønstre, hvorfor tilkalderuter og flexruter holdes uden for systemet.

På den lange bane (+10 år) vil autonom teknologi på andre rutetyper såsom flextur og flextrafik formentlig også kunne indgå i betjeningen. Vi antager dog, at der her kan ses en række nye grænseflader mellem busser og autonome taxier, som vil have indflydelse på det trafikale landskab.

Der er dog stadig mange usikkerhedsmomenter knyttet til teknologien, og de kommende ca. 5 år må derfor anses for at være en prøve- og introduktionsperiode.

6 Betjening på steder, hvor almindelige busser ikke kan køre

Hvad angår vejinfrastruktur og kørsel med autonome busser er billedet nu, at de som udgangspunkt kun kan køre i relativ simple miljøer med mulighed for sikre identifikationspunkter. Det lyder dog som om nye GPSsystemer vil kunne ændre denne situation ret hurtigt. Men der hersker ikke tvivl om, at kørsel på specifikke/kendte ruter er de autonome enheders force, idet det muliggør en hurtig "læring" af ruten. Flextur med mange forskellige ruter anser vi derfor for at ligge noget længere ude i fremtiden.

Med de autonome shuttlebusser er der tale om teknologi, der som sådan er fuldt udviklet, men stadig er del af et udviklingsprojekt. Der vil derfor gå år før denne type af bus kan indgå i en betjening på linje med traditionelle, førerbetjente (diesel)busser.

Man kan forvente en introduktion hvor autonome busser i første omgang omfatter enheder med kapacitet til 11-15 personer, med hovedparten som siddende passagerer. Driftstiden vil dagligt kunne være 8-11 timer med dagens batteriteknologi.

Busserne vil kunne køre i blandede trafikale miljøer, men miljøer med mindre kompleksitet vil blive foretrukket. Erfaringer fra bl.a. Frankrig viser, at busserne kan håndtere de fleste trafikale miljøer, men bliver udfordret ved eksempelvis cyklister og andre trafikanter, der bevæger sig ud over kendte trafikmønstre.



Foto: Den selvkørende bus Olli fra www.dtu.dk

7 Hvad kan selvkørende busser som traditionelle busser ikke kan?

Som allerede nævnt vil de autonome enheder på sigt kunne levere en transportydelse til en markant lavere pris end en chaufførbetjent bus. Dette giver mulighed for kørsel med flere men mindre enheder og dermed en mere fleksibel betjening.

Derudover vil busserne på sigt kunne levere en mere sikker kørsel i færdselssikkerhedsmæssig forstand, og på sigt en mere behagelig kørsel. Og på sigt vil de kunne indgå i tilkaldesystemer, som giver en mere taxilignende betjening.



Foto: Navyas førerløse bus kører allerede i Lyon's eco-distrikt, www.navya.tech

8 Passagerer i de selvkørende busser

De erfaringer der indtil nu er indhøstet med passagerer i de autonome busser i bl.a. Frankrig og Danmark (Keolis kører autonomt i 14 lande) er positive.

Både yngre men også ældre kundegrupper tager åbent imod bussen. Da bussen er el-drevet og desuden kan styres mere præcist end en traditionel bus, er det vurderingen, at passageroplevelsen er mere positiv end hvad gælder for en traditionel bus.



9 Økonomien for selvkørende busser

Chaufførlønnen udgør typisk op mod 60% af de samlede driftstimeomkostninger.⁷ Ved brug af en autonom bus kan der næppe realiseres en besparelse på fulde 60%, da der også skal ske bemanning af en driftscentral der skal overvåge og evt. kunne fjernmanøvrere bussen. Dertil kommer en noget højere anskaffelsespris (ca. 2 mio. kr. for en 14 personers bus), ligesom den indledende driftsperiode nok kun bør ansættes til 5 år.⁸

Energiomkostningerne vil derimod være lavere, og vedligehold på niveau med de kendte omkostninger for en dieselbus estimeret ud

fra ADAC opgørelser af vedligehold for forskellige typer af el biler contra tilsvarende benzin/diesel versioner.

Der er derfor ingen direkte garanti for, at en autonom bus i den første periode vil være billigere i drift end en traditionel bus. Men inden for en 10 års periode vil vi forvente, at driftsomkostningerne for den autonome bus ligger markant under hvad der gælder for en traditionel bus, og at besparelsen langt vil overstige de ekstra kapitalomkostninger der kan være knyttet til anskaffelsen af bussen.



⁷ Dette er efterfølgende blevet bekræftet af Movia

12 ⁸ Der er her tale om et meget forsigtigt estimat

10 Effekter på anden kollektiv trafik og individuel trafik

Autonome busser vil bl.a. kunne udfylde en betydelig rolle som fødetrafik til terminaler med anden kollektiv trafik. Altså typisk løsninger hvor den autonome enhed sikrer en god betjening på den afgørende last mile i den samlede kollektive kæde. Denne betjening vil blive udført med de små busser.

Mindre autonome busser vil desuden kunne indgå i et samspil med eksempelvis autonome taxaer, afhængig af typen af betjening og det underliggende passagergrundlag.

Det anses dog i sidste ende for helt afgørende for de autonome enheders gennemtrængning på markedet, at de kan køre trafikssikkerhedsmæssigt tilfredsstillende samt at gennemsnitsfarten øges væsentligt. Såfremt autonom kørsel resulterer i uheld ikke mindst med personskader, må man forvente markante restriktioner på brugen af autonome enheder.



Foto: MOE Tetraplan

11 Nye kundesegmenter

Et meget relevant spørgsmål er hvorvidt autonome busser flytter rundt på kunderne inden for den kollektive trafik eller tiltrækker helt nye kunder. Svaret er ikke simpelt og i virkeligheden nok et "både og".

På den lange bane kan den kollektive trafik tabe kunder til helt autonome biler for visse kundegrupper, der ikke kan eller vil køre bil, men omvendt gerne vil benytte sig af en individuel transport. Disse kunder vil dog især i byområder blive udfordret af markant trængsel, der ikke nødvendigvis gør billøsningen specielt attraktiv.

Trængsel vil i en række områder også være udslagsgivende for, om den kollektive trafik, selv i en fleksibel og autonom version, vil være mere attraktiv end cykler, herunder næste generation af (hurtige) el-cykler. Men kan man med mindre, fleksible autonome busser forbedre last mile trafikken er der absolut mulighed for at tiltrække nye kundegrupper ikke mindst fra bil til den kollektive trafik.

Det er formentlig her at de autonome busser i første omgang, ud over de specialiserede kørsler som i Ribe, vil kunne tiltrække især nye kunder.



Foto: MOE Tetraplan



MOE | TETRAPLAN
Buddingevej 272
DK-2860 Søborg
T: +45 4457 6000
CVR nr.: 64 04 56 28
www.moe.dk