

Movia Mobilitetsplan 2021

Arbejdsrapport: Førerløse busser



Indholdsfortegnelse

1. Status for automatiserede teknologier.....	3
2. Konsekvenser og muligheder for kommuner og regioner.....	8
3. Movias udviklingsarbejde.....	10

Fra Trafikplan til Mobilitetsplan

Dette fagnotat indgår i arbejdet med Movias Mobilitetsplan 2021.

Mobilitetsplanen skal skabe bedre sammenhæng i planlægningen af den kollektive mobilitet på Sjælland, og vise de 2,6 millioner borgere og mange virksomheder, hvordan kollektiv transport skaber værdi lokalt og regionalt.

Movias Mobilitetsplan rummer et strategisk net (de 100 største buslinjer og lokaltogsstrækninger) med flerårigt tilhørende budget, som trafikskabsloven foreskriver, suppleret med et helhedsorienteret syn på mobilitet, kollektiv transport, miljø, klima, kunder og innovation.

Fagnotaterne behandler udvalgte mobilitetsområder med invitation til dialog blandt interessenterne om mobilitetens udvikling i den sjællandske geografi. Afsættet er de kommunale og regionale mobilitetsbidrag.

Det er ønsket, at fagnotaterne kan skabe god debat, som beriger arbejdet med Movias Mobilitetsplan 2021. Notaterne har derfor karakter af forberedende analysearbejde og er ikke politisk besluttede. De indeholder heller ikke konkrete målsætninger, men derimod faglige betragtninger, som Movia ønsker drøftet med kommuner, regioner og andre interessenter. Notaterne offentliggøres løbende på Movias hjemmeside og er derudover sendt i høring hos udvalgte interessenter. Der er i alt udarbejdet 12 fagnotater.

Førerløse busser

Førerløse teknologier vil vende op og ned på den måde, vi transporterer os på. Teknologispringet vil slå igennem først i den kollektive transport, hvor mobiliteten kan øges betydeligt inden for den samme økonomiske ramme. Movia er sammen med kommuner og regioner i gang med at teste førerløse busser.

Den voldsomme teknologiske udvikling inden for selvkørende teknologier og førerløse køretøjer vil inden for relativt få år få store konsekvenser for den kollektive trafik.

På den ene side vil det kollektive trafiktilbud komme under pres på grund af nye transportvaner og øget konkurrence fra private tjenester baseret på førerløs teknologi.

På den anden side åbner teknologien en række nye muligheder for at styrke kvalitet, mobilitet, omkostningseffektivitet og bæredygtighed i det samlede transportsystem på tværs af offentlige og private aktører.

Førerløse busser spås en hurtigere udrulning i markedet end førerløse personbiler – og det er vigtigt, at vi allerede nu lægger sporene for et godt samspil mellem de nye teknologier og de eksisterende transportmuligheder.

Den førerløse teknologi er ikke helt ny i den kollektive trafik, hvor Metro siden 2002 har kørt førerløst i København. Der er aktuelle planer om at S-togene i fremtiden skal køre førerløst. Og kommuner, regioner og trafikkselskaber er i fuld gang med forsøg med førerløse minibusser.

Movia ønsker at bidrage til udviklingen af de førerløse teknologier. Sammen med regioner og kommuner vil Movia iværksætte forsøg med førerløse busser for at høste tidlige erfaringer med driften og kundeoplevelsen og dermed være med til at forme fremtidens kollektive trafik, både på behovs- og løsningssiden.

Dette notat gør status over teknologi- og markedsudviklingen inden for automatiserede køretøjer og beskriver, hvordan Movia i planperioden vil arbejde med at udforske og afprøve de nye teknologiske muligheder.

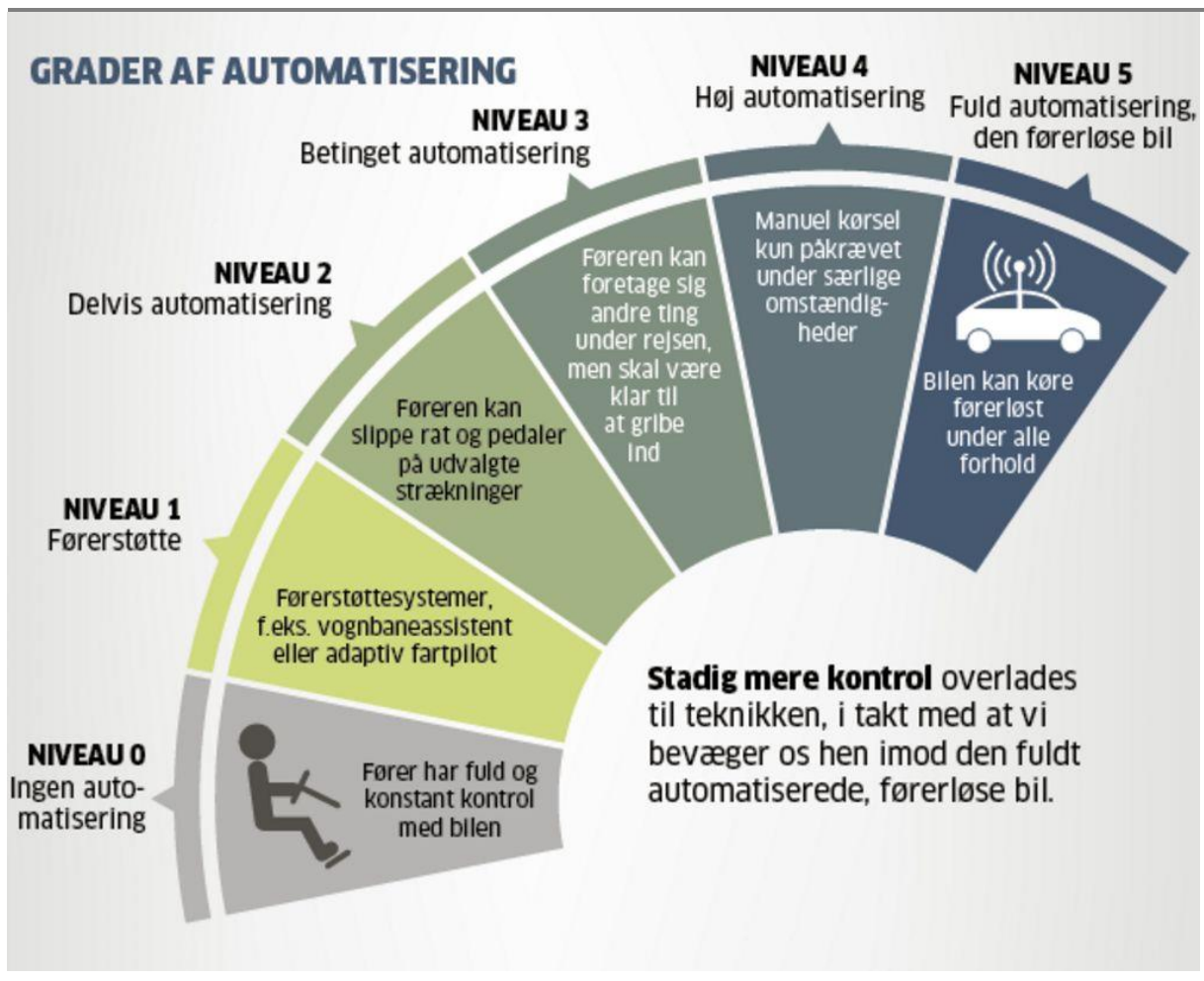
1. Status for automatiserede teknologier

Førerløse biler er et af de mest hypede emner i trafikdebatten i disse år. Den bagvedliggende teknologi rummer store potentialer, som vil ramme transportsektoren med stor forandringskraft inden for en relativt kort årrække.

1.1 Automatisering – biler versus busser

”Selvkørende biler” dækker reelt over en vifte af automatiseringsfunktioner til alle typer køretøjer – personbiler, busser og lastbiler. Den internationale ingeniørsammenslutning, SAE, opererer med fem niveauer af automatisering – fra systemer, der i større eller mindre omfang kan understøtte eller overtage chaufførens kørsel, til helt førerløse køretøjer. Se figur 1.

Figur 1 – Automatiseringsniveauer for selvkørende teknologi.



Kilde: Ing.dk (19. januar 2017)

Bilfabrikanterne vurderer, at personbiler på niveau 5, hvor der slet ikke er behov for en chauffør, ligger langt ude i fremtiden. Men i dagens bilpark findes allerede niveau 1, 2 og 3-biler, der f.eks. er udstyret med fartpilot, vognbaneassistent og lignende. Bl.a. Tesla og Mercedes har udviklet biler, der kan stå for kørslen, men hvor føreren af bilen skal være klar til at overtage rattet med kort varsel. Og de største bilprodu-

center investerer milliarder af dollar, euro og yen i en intens kamp blandt om at komme først med niveau 4 og 5.

En ekspertgruppe nedsat af transport-, bygnings- og boligminister Ole Birk Olesen vurderer, at de reelt førerløse personbiler tidligst vil være almindelige på de danske veje i 2040, mens førerløse busser, deletaxaer m.v. vil vinde langt hurtigere indpas.¹

Udviklingen af selvkørende busser er langt fremme, og der eksisterer allerede små busser (10-12 passagerer), der opererer på niveau 4.

Analysefirmaet Technavio forventer, at førerløse busser bliver indfaset betydeligt hurtigere end selvkørende personbiler, idet driftskravene er væsentligt lavere²:

- Lavere hastighed (op til 45 km/t).
- Begrænset drift i blandet trafik, hvor hastighederne er meget forskellige
- Velafgrænsede ruter eller korridorer, dvs. lavere kompleksitet og større forudsigelighed i infrastrukturen
- Overvåget drift, hvor busserne kan hjælpes i gang manuelt hvis nødvendigt

Selv om teknologien stadig er under udvikling, forudses førerløse (mini)busser at være i stand til at operere under disse vilkår inden for de næste 5 år, dvs. før 2023.

1.2 Førerløse busser (10-12 passagerer)

Udviklingen af førerløse busser er godt i gang, og flere modeller er i drift forskellige steder i verden. Faktisk har verdens første førerløse bus kørt i Holland siden 1999, hvor den netop er udviklet til en BRT-strækning.³

Modsat privatbilerne udvikles de automatiserede busser med direkte sigte på førerløs kørsel (SAE-niveau 4). Det skyldes, at der er meget begrænsede driftsøkonomiske fordele ved selvkørende busser, hvis de kræver en chauffør. Det globale marked for førerløse busser forventes at vokse med næsten 40 pct. årligt i perioden 2017-2021.⁴

¹ "Ekspertgruppen Mobilitet for Fremtiden – afrapportering". Transport-, Bygnings- og Boligministeret, marts 2018.

² "Autonomous Bus Market – Drivers and Forecasts by Technavio". Business Wire, September 2017.

³ "Driverless Park Shuttle" 2getthere, november 2016.

⁴ "Global Autonomous Bus Market 2017-2021". Technavio, september 2017.

Dansk forsøgslovgivning åbner for test af selvkørende teknologi

Folketinget vedtog i juni 2017 en ændring til Færdselsloven, der åbner for forsøgskørsel på offentlig vej med selvkørende køretøjer på niveau 3 og 4. Denne lovgivning kræver, at man ansøger om hvert enkelt forsøg, med detaljeret beskrivelse af køretøj, rute, mv. Ansøgningen skal godkendes af en uafhængig assessor som det kendes fra jernbanedrift. Myndighedsbehandlingen munder ud i en forsøgsbekendtgørelse, som skal i offentlig høring og godkendes af Folketingets trafikudvalg. De første forsøg forventes i løbet af 2018. Den samlede tid til projektforbereelse, udbud af busoperatør og assessor, myndighedsbehandling, mobilisering mv. vurderes at være ca. 12 måneder.

Der findes allerede en række leverandører af førerløse busser verden over. Herhjemme er der dog i praksis kun to busproducenter at vælge imellem herhjemme: Easymile og Navya, begge franske.

Deres modeller er i drift i Europa, men kører langsomt (max 25 km/t) og med begrænsninger i forhold til, hvor kompleks trafik de kan håndtere.

1.3 Førerløse busser i BRT

Selv om de førerløse busser, der udvikles i disse år, primært er mindre shuttlebusser, går udviklingen meget hurtigt mod større busser og højere fart – med sigte på dedikerede BRT-systemer (Bus Rapid Transit), hvor busserne kører i eget tracé og kan betjene store passagerstrømme.

Flere traditionelle busproducenter er ved at udvikle og teste større førerløse busser, bl.a. Daimlers CityPilot⁵, som er specielt udviklet til BRT-systemer. Den er udviklet i en prototype til semiautomatisk kørsel (SAE 3) og kører i drift på en 20 km lang rute i Schiphol-lufthavnen i Amsterdam med hastigheder op til 70 km/t. Bussen er en klassisk 12 m bus.

Markedet tilbyder også eftermontering af automatiseringsudstyr (retrofit)⁶, så eksisterende busser kan opgraderes til forskellige grader af førerløs kørsel (SAE niveau 3 og 4).

⁵ "The Mercedes-Benz Future Bus. The future of mobility". Daimler AG, 2018.

⁶ "Reno's Road to the Future of Autonomous Buses". Citylab, maj 2017.

1.4 Kollektivt eller privat ejerskab?

Teknologi- og markedsudviklingen inden for automatiserede køretøjer vil få enorm betydning for fremtidens transport, både den private og den kollektive.

Herhjemme forudser Vejdirektoratet, at førerløse teknologier vil øge trafikken i Hovedstadsområdet med 14 pct., trafikarbejdet (antallet af køretøjskilometer) på motorvejene vil stige med 20 pct., og forsinkelsestiden vil stige med 15 pct.⁷

Men de nye teknologier vil grundlæggende forandre vores måde at bruge det samlede transportsystem, med store samfundsmæssige konsekvenser for mobilitet, bæredygtighed m.v. Udviklingen vil ændre grænsefladerne mellem privat og kollektiv trafik og bane vej for helt nye forretningsmodeller.

F.eks. kan man forudse, at billige, automatiserede taxaer vil blive en stærk konkurrent til den kollektive transport.

En anden mulighed er, at automatiserede køretøjer på den ene eller anden måde bliver en delt ressource, der ikke ejes og bruges som private biler, men hvor en større flåde af køretøjer, med et mix af automatiserede biler og minibusser i forskellige størrelser, i vidt omfang er integreret med det kollektive transportsystem.

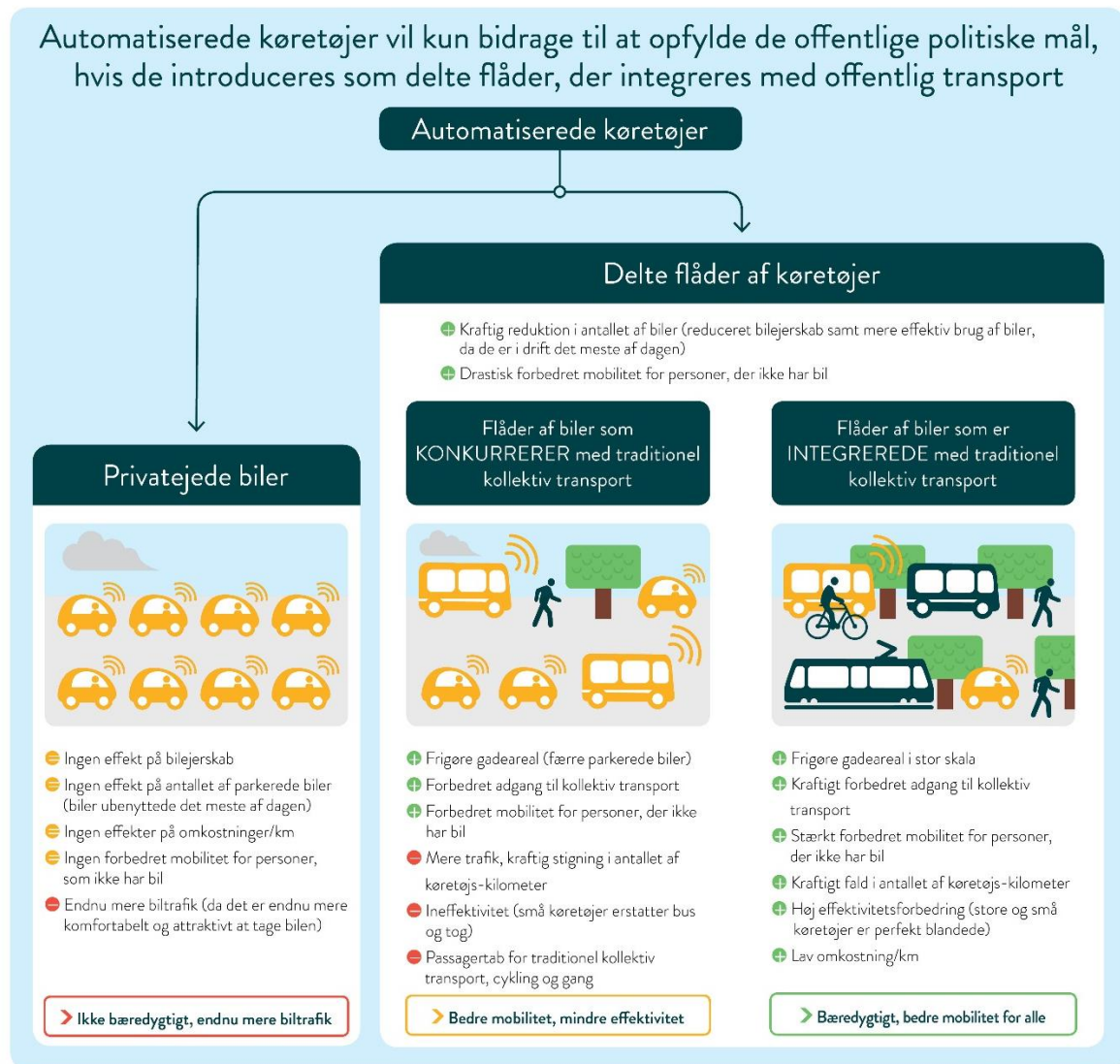
UITP, den internationale union for kollektiv transport, vurderer, at det ikke er muligt at initiere og udbrede delte selvkørende flåder til at varetage en væsentlig del af persontransporten uden offentlig regulering.

Hvis delte flåder af selvkørende køretøjer skal integreres med offentligt transportsystemer med høj kapacitet, som eksempelvis tog- og BRT-systemer, vurderes det at kræve en relativt høj grad af regulering. Se figur 2 på næste side.

Perspektiverne er klare: Den automatiserede teknologi vil komme til at spille en stor rolle inden for en ret overskuelig årrække. Ikke kun i form af små *on-demand*-køretøjer og udnyttelse af mindre shuttle-busser som til- og frabringere (*first/last-mile*-transport), men i høj grad også for de helt store BRT-systemer.

⁷ "[Selvkørende biler](#)". Vejdirektoratet, december 2017.

Figur 2 – Scenarier for en selvkørende fremtid



Kilde: Autonomous Vehicles: A Potential Game Changer for Urban Mobility”. UITP Policy Brief, januar 2017.

2. Konsekvenser og muligheder for kommuner og regioner

Den teknologiske udvikling vil inden for en overskuelig årrække skabe et stærkt omstillingspres på det samlede kollektive trafiksystem.

Med internet, deleøkonomi og indtoget af digitale platforme som f.eks. Uber er der allerede åbnet for nye mobilitetsbud, som ofte er mere fleksible end den kollektive trafiks traditionelle rutedrift. Fremover vil førerløse taxaer og private selvkørende biler forstærke den udvikling og stille nye krav til den måde, vi tænker kollektiv trafik på.

Uden en tilpasning af produkter og udbud i den kollektive trafik, risikerer de nye teknologier at presse økonomien og sammenhængskraften i det samlede transportsystem.

Hvis førerløse taxier f.eks. bliver meget billige at benytte, kan det give skarp konkurrence til den traditionelle rutebundne trafik og medføre dramatisk stigende trængsel i byerne.

Men de nye teknologier repræsenterer også en mulighed for at udvikle den kollektive trafik på en måde, der understøtter bæredygtighed, mobilitet og omkostningseffektivitet.

Selvkørende teknologier baner vej for en række helt nye kollektive trafiktilbud:

- **Førerløse busser som til- og frabringer i byen.** Tilbringer-service med fokus på "first/last mile", f.eks. højfrekvent og fleksibel busservice omkring stationer til passagertunge by- og erhvervsområder i nærheden.
- **Bedre mobilitet på landet.** Førerløse minibusser, der giver lokal fladedækning ("landbybus") og fungerer som tilbringer til videre transport med konventionel kollektiv trafik. Det vil svare til det nuværende Flextur, men med lavere omkostninger og mulighed for døgnservice.
- **Førerløse busser i rutetrafik.** Højklasset kollektiv trafik, der kører i eget tracé og transporterer store passagemængder (BRT).

UITP vurderer, at nye services som *first/last mile*-transport, kørsel fra dør til dør m.v. kan styrke mobiliteten for sårbare grupper (ældre, børn, m.fl.), begrænse trængslen på vejene og, hvis løsningerne baseres på eldrevne eller andre fossilfri køretøjer, reducere biltrafikkens miljøbelastning markant.⁸

UITP opstiller forskellige scenarier for udrulning af teknologien, afhængigt af hvordan den anvendes og reguleres, og konkluderer, at det kræver en aktiv indsats i form af lovgivning og nye mobilitetstilbud at imødegå de trusler og gribe de muligheder, som de nye teknologier skaber.

Førerløse busser kan også spille sammen med regionale og kommunale vækststrategier. De regionale visioner er blandt andet at skabe en regional erhvervsklynge for udvikling og produktion af både hardware og software til førerløse busser og automatiserede køretøjer i Greater Copenhagen.

⁸ "Autonomous Vehicles: A Potential Game Changer for Urban Mobility". UITP Policy Brief, januar 2017.

3. Movias udviklingsarbejde

Movia følger den teknologiske udvikling tæt – ikke bare af hensyn til mobilitet og bæredygtighed, men også ud fra et rent drifts- og omkostningsmæssigt perspektiv. Da chaufførudgiften i den konventionelle busdrift udgør op mod 60 pct., ligger der i den førerløse teknologi potentielt store muligheder for at øge serviceniveauet og dermed mobiliteten inden for det nuværende udgiftsniveau.

Movia ønsker også selv at bidrage til at teste og udforske mulighederne i de nye teknologier. Derfor har Movia sammen med regioner og kommuner igangsat flere aktiviteter, der skal understøtte og påvirke udviklingen af førerløse busser.

Der er etableret et vidensamarbejde til at formidle erfaringer om førerløse busser til alle interessenter, ligesom Movia, i samarbejde med Metroselskabet, tilbyder rådgivning til kommuner og andre interessenter, der ønsker at gennemføre forsøg med teknologien.

3.1 Vidensamarbejde om førerløse busser

Movia, Metroselskabet og de to regioner står bag et nyt vidensamarbejde, der samler og formidler viden fra nationale og internationale forsøg, specielt med henblik på at fremme mobiliteten og fastholde og tiltrække nye kunder i den kollektive transport.

Ambitionen er:

- At formidle viden til kommuner, regioner, trafikselskaber samt udveksle erfaringer fra forsøg i ind- og udland,
- At tilbyde en standard for evaluering af drifts- og kundeerfaringer på tværs af test. Formålet er at sikre ensartet viden, så forsøg bygger videre på erfaringerne fra tidligere forsøg,
- At udvikle forretningsmodeller for førerløse busser i det kollektive trafiksystem. Dette vil bl.a. ske i dialog med de kommende operatører af den nye teknologi.

3.2 Faglig rådgivning til kommuner og regioner

Movia yder – i samarbejde med Metroselskabet – faglig rådgivning til de kommuner og regioner, der ønsker at teste førerløse busser. Indholdet og omfanget af rådgivningen aftales med den enkelte forsøgsejer (kommune eller region).

Rådgivningen kan bestå af:

- Screening af ruter og oplæg til drift (køreplan, m.v.)
- Udbud og kontrahering af uafhængig assessor til sikkerhedsgennemgang (krav i forsøgslovgivningen)
- Driftsudbud (bus og operatør) samt operatørkontrakt
- Ansøgningsprocedure i forhold til forsøgslovgivningen
- Evaluering af drifts- og passagermæssige effekter
- Kommunikationsplan og kommunikation af resultaterne
- Projektledelse

I rådgivningen vil Movia understøtte progression i forsøgene, så de igangsatte forsøg hele tiden giver ny viden og erfaringer og dermed den bedste samlede læring og videnopbygning.

Det er vigtigt, at der er progression i de planlagte forsøg. Det sikrer, at Movia sammen med kommuner og regioner fortsat udfordrer teknologien. I tabel 1 nedenfor er listet syv parametre, der udfordres gennem testene.

Tabel 1 – Progression i test af førerløse busser.

Hastighed	Blandet trafik	Kompleksitet	Anden infrastruktur	Driften	Samdrift	Kundegrupper
10 km/t	Gående	Indendørs	Krydsende stie	On demand test	1 bus	Mindst tidsfølsomme
15 km/t	Gå, cykel, P-søgning	"Parkeringsområde"	Krydsende boligveje	På rute, behovsstop	2 busser	Mindre tidsfølsomme
25 km/t	Blandet trafik max 30 km/t	Lokal boligvej og stier	Lyskryds	On demand på rute	3 busser	Mere tidsfølsomme
35 km/t	Blandet trafik max 50 km/t	Mindre kommuneveje	Rundkørsler	On demand korridor-dækning	4 busser	Meget tidsfølsomme
45 km/t	Blandet trafik max 60 km/t	BRT Kommuneveje	Højre/venstre sving i lyskryds	Fladedækning	Større busser Rutebus	

Note: Bemærk, at de enkelte parametre (kolonner) er uafhængige af hinanden. Tabellen skal derfor læses vertikalt, ikke horisontalt.

Kilde: Movia.

3.3 Sygehusforsøg 2018-2019

Som en del af vidensamarbejdet har Movia og Region Sjælland besluttet at teste den førerløse teknologi på to sygehuse i regionen. Metroselskabet, de to regioner og de

relevante sygehuse og kommuner vil derfor spille en betydelig rolle i forhold til at gennemføre forsøget.

Et sygehus har flere unikke fordele som forsøgs-site:

En førerløs patientbus løser et reelt transportbehov for patienter med behov for transport på lange hospitalsgange, mellem afdelinger, til/fra nærmeste kollektive trafikknudepunkt osv. Det er opgaver, som i dag løses af regionens siddende patientbefordring, Movias Flextrafik eller sygehusets eget personale.

Derudover er et sygehus et meget velafgrænset forsøgsområde, hvor kompleksiteten i rute- og trafikbilledet gradvist kan øges, og hvor belastningen (efterspørgslen) er relativt jævnt fordelt over dagen.

Sygehusforsøget omfatter følgende faser:

- **Fase 1: Indendørs on-demand test på Sjællands universitetshospital, Køge**

Bussen kører indendørs i et kontrolleret univers. Bussen vil under forsøget have permanent steward om bord. *On-demand*-løsninger, hvor bussen kommer, når passageren tilkalder den, testes på 3-4 faste opsamlingssteder indendørs. Passagerne vil primært være patienter, som har et internt transportbehov, men også besøgende på sygehuset vil kunne blive serviceret af bussen.

- **Fase 2: Transport af patienter mellem afdelinger/bygninger på sygehusområdet på Slagelse Sygehus**

Kørslen udvides til udendørsarealer, hvor færdselsloven gælder. Her vil *on-demand*-løsninger for patienter og andre borgere, f.eks. besøgende, kunne testes i fuld skala.

- **Fase 3: Til- og frabring-transport mellem Sjællands Universitetshospital, Køge Station og Ølby Station.**

Forsøget udvides til kørsel i blandet trafik, på en mere kompleks rute og med to busser. Passagererne er patienter, ansatte og besøgende til sygehuset.

Der er for alle tre faser opstillet konkrete læringsmål for kundeerfaringer, drift, teknologi og *on-demand*-teknologi.

