

RAPPORT

Selvkjørende buss Kongsberg - oppsummering av pilotprosjekt

OPPDRAUGSGIVER

Brakar

EMNE

Kollektivtransport, pilotprosjekt selvkjørende buss

DATO / REVISJON: 9. mars 2022 /01

DOKUMENTKODE: 10242313-01-TVF-RAP-01



Bilde: Brakar

Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Multiconsult

RAPPORT

OPPDAG	Selvkjørende buss Kongsberg - oppsummering av prøveprosjekt	DOKUMENTKODE	10242313-01TVF-RAP-01
EMNE	Kollektivtransport, pilotprosjekt selvkjørende buss	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDAGSGIVER	Brakar	OPPDAGSLEDER	Anders Jordbakke
KONTAKTPERSON	Johan Sigander	UTARBEIDET AV	Anders Jordbakke
		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA

01	09.03.2022	Selvkjørende buss i Kongsberg – oppsummering av pilotprosjekt	Anders Jordbakke		Anders Jordbakke
00	03.03.2022	Selvkjørende buss i Kongsberg – oppsummering av pilotprosjekt	Anders Jordbakke	Anita Vingan	Anders Jordbakke
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

SAMMENDRAG

Pilotprosjektet med selvkjørende buss i ordinær rutedrift på Linje 450 Knutepunktet – Teknologiparken i Kongsberg startet i april 2019 og ble avsluttet i desember 2021. Den selvkjørende bussen har med unntak av en periode i mai – juni i 2021 hatt en vert om bord. Prosjektet er på mange måter unikt i verden. Brakar bruker læring fra prosjektet blant annet i forsøk med selvkjørende buss i Drammen sentrum.

Brakar har engasjert Multiconsult for å oppsummere erfaringene fra pilotprosjektet. Rapporten er basert på gjennomgang av planer og rapporter fra prosjektet og tre intervjuer/ gruppesamtaler med sentrale aktører. Rapporten beskriver innholdet i prosjektet, historien rundt planlegging og gjennomføring og oppsummerer erfaringene.

For Brakar har **formålet** med pilotforsøket blant annet vært å profilere seg som en fremoverlent aktør i utvikling av fremtidens mobilitetsløsninger. Forsøket skulle blant annet stimulere til nytenking og invitere innbyggerne i Kongsberg til utprøving av og debatt om fremtidens mobilitet. Selvkjørende busser vurderes som et miljøvennlig alternativ til en framtid med en stor andel selvkjørende biler uten samkjøring.

Et langvarig forsøk skulle gi rom for forbedring av teknologien underveis.

I intervjuene var deltakerne opptatt av at **samarbeid** mellom mange aktører var en forutsetning for å levere en helhetlig tjeneste med selvkjørende buss. Brakar, Applied Autonomy, Vy Buss og Kongsberg kommune var sentrale i prosjektet. Statens vegvesen hadde en viktig rolle som ansvarlig for godkjenning av forsøket etter lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy.

Driftskostnadene for pilotprosjektet fra oktober 2018 til desember 2021 beløper seg til 12,5 MNOK. De viktigste finansieringskildene har vært EU-prosjektet Sohjoa Baltic, Vy Buss, Viken fylkeskommune og Buskerudbyen.

Den selvkjørende bussen ble satt i **ordinær rute** på hverdager utenfor rush på ny Linje 450 i april 2019 etter testing utenfor rute på deler av strekningen fra oktober 2018. Fra desember 2020 ble ruta utvidet til ettermiddagsrush hverdager og på lørdager mellom Knutepunktet og Nytorget. Fra september 2020 ble det kjørt med ny Generasjon 3 buss med forbedrede lidar-sensorer og økt datakapasitet.

Linje 450 har tilbudt kollektivtransport med lav hastighet, delvis langs en trasé uten tidligere busstilbud. Den selvkjørende bussen har hatt en del kunder som har ekstra stor nytte av et kollektivtilbud i denne traséen. Antall passasjerer på linjene 407 og 450 økte med ca. fem prosent fra 2018 – 2019 sammenlignet med den tidligere Linje 407 fra Gamlegrendåsen via Knutepunktet til Teknologiparken.

To **innbyggerundersøkelser**, i januar og juli 2019, viser at nesten 70 prosent av de spurte føler seg «ganske eller veldig trygge» i den selvkjørende bussen. Folk føler seg tryggere som passasjerer om bord i bussen enn når de møter bussen som trafikanter med andre transportmidler.

Det franske selskapet **EasyMile** leverte den selvkjørende bussen – modell EZ-10. Programvaren ble utviklet kontinuerlig i løpet av de tre årene. Forsøket startet med Generasjon 2 av EasyMiles buss. I september 2020 ble det satt inn en ny buss – EZ-10 Generasjon 3.

I løpet av forsøket kjørte bussen(e) til sammen 12 175 kilometer i rute på 3600 turer fram og tilbake mellom Knutepunktet og Teknologiparken. Det tilsvarer to turer tur/retur Kongsberg-Roma.

Den selvkjørende bussen **kjører «on rail»/i et fast spor** etter et kart som er tegnet ved hjelp av GPS og bussens lidar-sensorer. Kartet og bussen snakker sammen digitalt via mobilnettet. Bussen kan ikke avvike fra det programmerte sporet, og verten om bord må styre manuelt forbi eventuelle hindringer i sporet.

Det har i perioder vært mange stans i driften med **innstilte avganger**. Årsaker til innstilte avganger er værforhold, tekniske/mekaniske feil og programmering og vedlikehold av programvaren. Etter hvert har programmering og vedlikehold av programvaren blitt lagt utenom driftsdøgnet for den selvkjørende busser slik at dette kan utføres uten å forstyrre ruteproduksjonen.

I intervjuet om **teknisk drift** ble gjennomsnittsfarten omtalt som en større utfordring enn toppfarten. Dessverre har det ikke vært noen forbedring av snitthastighet gjennom forsøket. Sjåføren fra Vy Buss uttalte i intervju at det hadde vært små forbedringer av teknologien i løpet av pilotprosjektet. Bussen stopper for eksempel fortsatt i tåke og dis og går heller ikke i snøvær. Andre av de intervjuede er mer positive og mener at bussen kjører smidigere nå enn ved oppstart av prosjektet da lidar-sensorene var altfor følsomme.

For Vy var forsøket i Kongsberg førstegangs **læring** med selvkjørende busser. Forsøket viser at kundene aksepterer selvkjørende busser og er trygge og nysgjerrige. Mange trekker fram at de har lært at samarbeid er nødvendig for å gjennomføre relevante pilotprosjekter. For Brakar har forsøket bidratt til å definere hva som er det viktigste målet for selskapet – å få flere til å reise sammen. Statens vegvesen er opptatt av betydningen av digital infrastruktur som i dag ikke henger sammen slik veinettet gjør.

Det har vært viktig med kontinuitet over lang tid. Kunnskapen fra forsøket deles med andre aktører, blant annet gjennom Kollektivforeningen. Det dreier seg om mer enn teknologisk kunnskap. Leverandører av selvkjørende busser har lært om krav til kjøretøy som skal brukes til kollektivtransport. Det er lang vei igjen når det gjelder utvikling av teknologien. Det er mye som gjenstår å lære. Kundene er positive, men relativt utålmodige.

Det påpekes at EasyMile har satset på en lite egnet plattform (mekanisk og elektrisk) for selvkjørende busser, og at selskapet trenger en seriøs bussprodusent å samarbeide med.

Prosjektet har hele tiden vært opptatt av **kommunikasjon** og aktiv bruk av **sosiale medier**. Brakar har kjøpt inn egne tjenester for å planlegge mest mulig målrettet informasjon til de viktigste målgruppene. Det er videre gjennomført brukerundersøkelser og kartlegging av medieomtale.

Kartlegging av mediedekningen etter et snaut år viste at 50 prosent av omtalen var positiv og bare 9 prosent av oppslagene var negative. Selskapet Retriever har analysert mediedekningen av selvkjørende buss i Kongsberg i hele prosjektperioden. Det var flest saker på nett (340) og 224 oppslag i papirmedier. Det var flest oppslag i 2018 (263) og deretter avtok medieoppmerksomheten med 70 oppslag i 2021.

Tema for det tredje og siste intervjuet var **status** for selvkjørende busser og **potensial på lang sikt**. Selvkjørende drift vil utfordre kollektivselskapene i hva de skal tilby og hvilken rolle de skal ha i det nye transportsystemet. Når selvkjørende drift blir billig, kan mange tilby mobilitet som en tjeneste.

Det vurderes å være et godt stykke fram til teknologien er moden nok til å ta over rutetilbudet med større busser på lange ruter med mye trafikk og komplekst trafikkbilde. Teknologien fra de leverandørene som er brukt i de norske pilotene (Navya, EasyMile), leverer begrenset kunde verdi. Disse bussene kan bare brukes i avgrensede områder med lite og saktegående trafikk. Vi må ta i bruk den fremste teknologien som allerede kjører i blandet trafikk uten sjåfør, for eksempel i Guangzhou.

Spørsmålet er når selvkjørende busser blir økonomisk konkurransedyktige. I dag koster det 6 – 8 ganger mer å kjøre med selvkjørende busser enn med konvensjonelle busser (inkl. kostnader til vert om bord). Sensorene er foreløpig dyre, men det er grunn til å være optimistiske. For eksempel kom det for kort tid siden nyheter om lidarar med mye lavere pris enn de som tilbys i markedet i dag. Elektriske busser har utviklet seg raskt både når det gjelder rekkevidde og kostnader.

Det blir vurdert som sannsynlig at all kollektivtransport på lang sikt i større eller mindre grad vil bli automatisert. For å kunne spare kostnader er det en forutsetning å ta sjåførene ut av bussene. Det kan i noen tilfeller likevel være aktuelt med betjenter/verter om bord for å ta seg av andre oppgaver enn kjøringen. Et mulig scenario er rutegående automatisert kollektivtransport for de store strømmene, supplert med små selvkjørende og delte kjøretøy i bestillingstjenester.

EXECUTIVE SUMMARY

From April 2019 to December 2021 the Public Transport Authority (PTA) Brakar has run a pilot project with an autonomous bus integrated in public transport service in the town of Kongsberg. There has been an operator on board the self-driving bus during the trial. The pilot project is in some respects considered to be globally unique. In August 2021, Brakar started a new trial in the city of Drammen based on the experiences from Kongsberg.

Multiconsult AS has assisted Brakar to sum up the results and knowledge from the trial in Kongsberg. The report is based on written material and logs supplemented by three interviews with participants in the project.

The purpose of Brakar has been to position itself as a proactive PTA in developing future mobility services. The trial should stimulate innovation and involve inhabitants in Kongsberg to try out the new concept.

In the interviews it was stressed that cooperation between several stakeholders was necessary to deliver public transport service with a self-driving bus. Brakar, Applied Autonomy, Vy Bus and the municipality of Kongsberg were major partners in the trial. The Norwegian Public Roads Administration played an important part in adopting the trial according to a law on trials with autonomous vehicles.

The self-driving bus (EasyMile EZ-10 generation 2) started regular services on Route 450 in April 2019 (off-peak hours) after testing from October 2018. Later the autonomous service was extended to afternoon rush hours and a shorter route on Saturdays. From September 2020, the service was produced with a new Generation 3 bus with improved lidar-sensors. Due to the Covid pandemic, route 450 was paused for two periods, one of them for as long as six months.

Route 450 provided low-speed-public transport, partly along streets without bus traffic prior to the trial. The autonomous bus gained some "regular" customers with need for a bus service on the new route. The number of passengers increased by 5 percent compared to a regular route that to some extent was replaced by Route 450. Two Kongsberg-citizen surveys, in January and July 2019, show that nearly 70 per cent felt "fairly or very secure" on board the self-driving bus. People seemed to feel safer inside the bus than when they approached the bus as car drivers, bicyclists or pedestrians.

During the trial the bus travelled 12 175 kilometers in route production. The bus ran on a "virtual rail" according to a map constructed by GPS and the sensors of the bus. The self-driving bus could not leave the virtual rail. The operator had to maneuver the bus around obstacles.

In periods the route has been cancelled due to weather conditions, mechanical problems or maintenance of software. During the trial maintenance of software has been taken care of without disturbing operations.

The average speed is regarded to be a greater challenge than the maximum speed, which was restricted to 16 km/h because the Generation 2 bus lacked safety belts. The average speed has not improved over the project period. Vy Bus, who has operated the bus service, stated in an interview that the bus still stops in fog and when it is snowing. Others are more positive and point out that the bus runs more smoothly because the sensors are less sensitive than before.

When it comes to learning, Vy Bus says that the pilot is their first experience with self-driving buses. The pilot has shown that passengers accept the technology and feel safe taking the bus. The trial has also revealed the importance of a comprehensive digital network.

The long trial period (30 months, excluding two periods of Covid-stops) is regarded to be a strength to yield knowledge on self-driving technology in regular public transport. Knowledge, on more than technology, is shared with other organizations within public transport. EasyMile has acquired information on requirements to vehicles in public transport. Furthermore, there is a view that EasyMile EZ-10 is built on a platform relatively unsuited for autonomous buses.

The third and last interview was focused on overall status and future for self-driving buses. Autonomous transport will probably challenge the role of the public transport authorities. When autonomous transport makes transport services less expensive, it will open this market for new actors.

The participants in the trial agree that there is still a long way to go on technological development. The technology tested in Brakar and other Norwegian pilots can only be used in smaller areas with little and slow traffic. Further testing and development should implement state of the art autonomous buses, which are able to drive without an operator in mixed traffic.

An important question is when autonomous buses will be economically viable. At present, a self-driving bus operation costs 6 – 8 times more (operator included) than a similar route with a conventional bus with a driver. Sensors are very expensive, but there are reasons to be optimistic on this point. Recently there were news on new lidars to a much lower price. Prices for electric buses have decreased considerably in a few years.

It is considered that all public transport to some extent will be automated in the long term. To reduce costs, it is a prerequisite that automated buses will have no driver. A possible scenario is a system with automated routes with fixed timetables to handle major traffic flows combined with small autonomous and shared vehicles driving on demand.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	9
2	Metode.....	10
3	Formålet med prosjektet	11
4	Planlegging og organisering	11
4.1	Samarbeid og roller.....	11
4.2	Planlegging og godkjenning	12
4.3	Finansiering.....	12
4.4	Milepæler i driftsfasen.....	13
5	Trafikktall	14
6	Folks opplevelse av den selvkjørende bussen.....	17
7	Teknisk drift.....	18
8	Læring	21
9	Samspill med andre nye mobilitetstilbud	22
10	Mediedekning.....	23
11	Status og framtid for selvkjørende busser	24
12	Oppsummering og konklusjoner	27
13	Referanser	28

1 Bakgrunn

Pilotprosjektet med selvkjørende buss i ordinær rutedrift i Kongsberg startet i april 2019 og ble avsluttet i desember 2021. Pilotprosjektet er unikt i verden fordi man over lang tid har brukt selvkjørende buss i ordinær rute. Flere av milepælene i prosjektet har skapt «verdenshistorie» i den forstand at man har testet konsepter som ikke har vært prøvd andre steder.

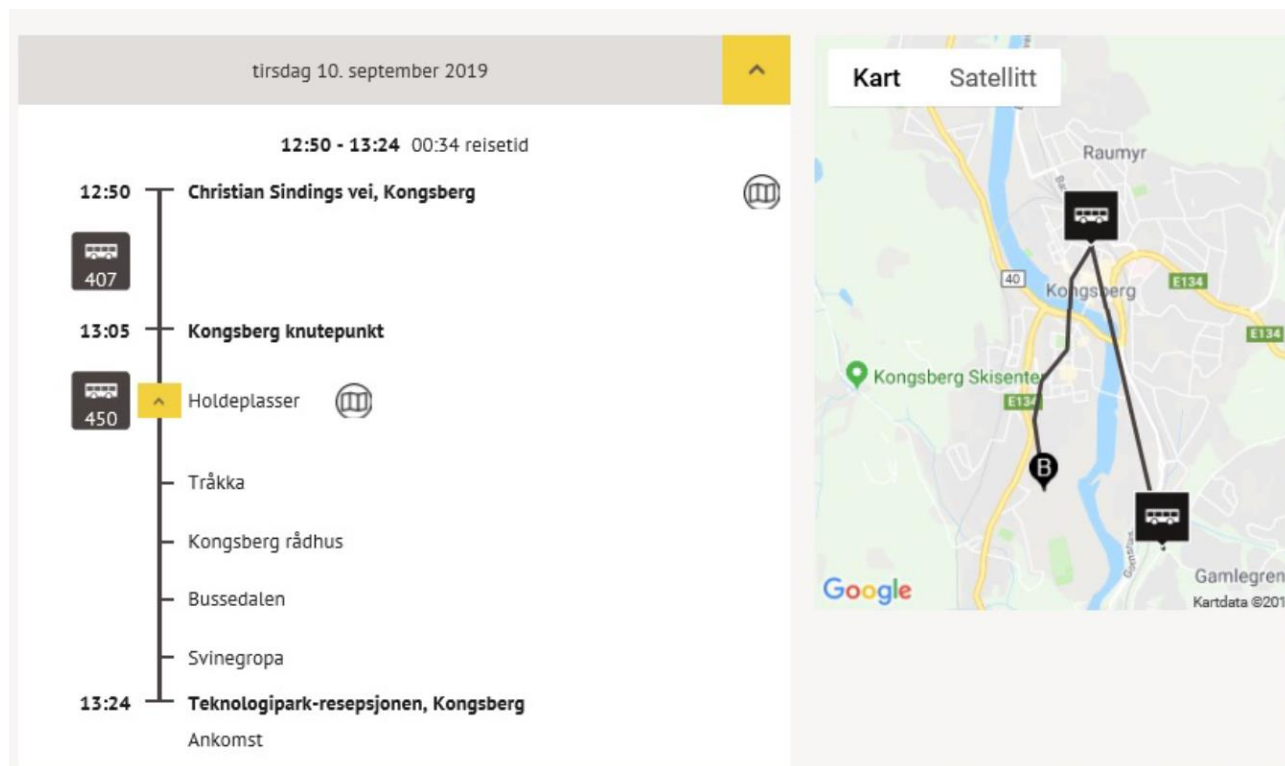
Brakar har engasjert Multiconsult for å oppsummere erfaringene fra pilotprosjektet.

Denne rapporten beskriver innholdet i prosjektet, historien rundt planlegging og gjennomføring og oppsummerer erfaringene fra pilotprosjektet.

Kongsberg kommune og Applied Autonomy var initiativtakere til et prøveprosjekt med selvkjørende buss på Kongsberg i 2018. Med delfinansiering av Buskerud fylkeskommune ble EU-prosjektet Sohjoa Baltic startskuddet for utprøvingen. I Sohjoa Baltic ble flere lokale partnere samlet for å bidra med kompetanse og gjennomføring – Statens vegvesen (Testarena By & Lab), Kongsberg kommune, Applied Autonomy, Vy og Brakar. Fra våren 2019 tok Brakar over ansvaret for prøveprosjektet for å teste ut ordinær rutedrift med kundene som testpiloter. Prosjektgruppen besto da av Brakar, Applied Autonomy og Vy og inkluderte samarbeid med andre aktører i Testarena By & Lab, fremfor alt Statens vegvesen og Kongsberg kommune.

Som en aktivitet innenfor Testarena Kongsberg begynte EU – prosjektet Sohjoa Baltic å drifte en selvkjørende buss i 2018 mellom Knutepunktet og Nymoen. I 2019 ble prosjektet utvidet til strekningen Knutepunktet – Teknologiparken, og selvkjørende buss på Linje 450 erstattet en ordinær rutebuss på deler av Linje 407 mellom Gamlegrendåsen og Teknologiparken mellom kl. 10 – 14 på hverdager, jf. Figur 1 1. I 2020 ble driften utvidet til kl. 17 på hverdager, og det ble kjørt en kortere rute til Nytorget på lørdager.

Pilotprosjektet ble avviklet i desember 2021. En så lang periode med selvkjørende buss i ordinær rute er enestående i Norge og i verden. I august 2021 startet Brakar forsøk med selvkjørende buss i Drammen sentrum basert på læringen i Kongsberg.



Figur 1-1 Linje 450 Knutepunktet - Teknologiparken. Kilde: Brakar

Pilotprosjektet er i tråd med Brakars strategi om å tilby kundene mobilitetstjenester fra dør til dør. Brakar har som mål å utvikle et helhetlig mobilitetstilbud basert på digital teknologi i mindre lokalområder eller mobilitetslaboratorier.

2 Metode

Rapporten er basert på gjennomgang av planer og rapporter fra prosjektet og tre intervjuer/gruppesamtaler med sentrale aktører i prosjektet. I kapitlene 3 - 11 nedenfor gjengis informasjon både fra gjennomgang av dokumenter og fra de tre intervjuene.

Det foreligger relativt mye dokumentasjon fra det tre år lange pilotprosjektet. Vi har lagt vekt på å gjengi de viktigste resultatene og erfaringene på en kortfattet måte. Der det er naturlig, har vi gjenbrukt figurer og tabeller fra pilotprosjektet.

De tre intervjuene ble gjennomført som gruppesamtaler og ved hjelp av en enkel intervjuguide utarbeidet i samarbeid med oppdragsgiver Brakar. De tre intervjuene hadde litt forskjellig fokus. Noen deltok i to intervjuer:

- Intervju 1 dreide seg om historien og prosessen. Deltakerne var Terje Sundfjord (Brakar), Olav Madland (Applied Autonomy), Jørgen Kjær (Vy) og Elisabeth Skuggevik (Statens vegvesen)
- Intervju 2 tok for seg spørsmål om teknisk drift. I denne samtalen deltok Terje Haga (Vy), Jonny Haugen (Applied Autonomy) samt Marianne Bjerke og Åse Røine (Brakar)
- Intervju 3 handlet om status og potensial for selvkjørende busser. I denne samtalen deltok noen av de samme som i intervju 1: Terje Sundfjord (Brakar), Olav Madland (Applied Autonomy), Torkel Bjørnskau (TØI) og Lars-Gunnar Lundestad (Ruter).

Formålet med intervjuguiden er å unngå at viktige spørsmål glemmes i «intervjuets hete», men den var bare et utgangspunkt for samtale med aktørene. Intervjuguiden ble ikke oversendt til deltakerne før samtale. Deltakerne i de tre gruppene styrte i betydelig grad hvor mye tid som ble brukt på de ulike spørsmålene.

Johan Sigander i Brakar og Anders Jordbakke fra Multiconsult var med i alle intervjuene som utspørrere og referenter.

3 Formålet med prosjektet

I et internt dokument fra Brakar oppsummeres våren 2021 formålet med pilotprosjektet på følgende måte:

- Profilere Brakar som en fremoverlent aktør for fremtidens mobilitetsløsninger
- Stimulere til nytenking og debatt om fremtidens mobilitetsløsninger
- Invitere innbyggerne til å bli en aktiv del av utprøvingen og debatten
- Kontinuerlig forbedring av selvkjørende teknikk
- Vise muligheter og begrensninger for selvkjørende busser
- Integrere selvkjørende teknologi i det ordinære kollektivtilbudet:
 - ✓ Mating til et kollektivknutepunkt
 - ✓ Sanntidsdata og rutedata på samme måte som for ordinære bybusslinjer
 - ✓ Billettering med mobilbillett

Deltakerne i intervjuene er samstemte om at det viktigste formålet har vært å teste ut selvkjørende busser i ordinær drift. Samtidig var det et poeng å sette den selvkjørende bussen inn i rute for å involvere innbyggerne, lære om kundenes respons og vise fram mulighetene i framtidens transport (Vise «mannen i gata» at det finnes selvkjørende busser). Hensikten var å kombinere utvikling av teknologi og rutetilbud. Byene (både passasjerer og andre trafikanter) må lære å leve med selvkjørende busser. For Kongsberg kommune har det vært viktig at pilotprosjektet har bidratt til teknologiutvikling i lokale bedrifter. Statens vegvesen har lært om regulatoriske forhold.

For Vy Buss var pilotprosjektet en «kickstart» med selvkjørende busser i Norge. Vy er opptatt av at selvkjørende busser er et miljøvennlig alternativ til en framtid med stor andel selvkjørende biler i transportsystemet.

4 Planlegging og organisering

4.1 Samarbeid og roller

Pilotprosjektet var fra mai 2019 et samarbeid mellom fire aktører som jobbet sammen i en prosjektgruppe med disse rollene:

- *Brakar* som var hovedansvarlig for tilbud med selvkjørende buss

- *Vy Buss* som var operatør og eier av bussen(e) som ble leid ut til Brakar. Sjåførere fra Vy var verter om bord i bussene
- *Applied Autonomy* hadde ansvar for teknisk drift og for søknader og sertifisering. Selskapet leverte også kontrollsenter
- *Kongsberg kommune* var vertskap med ansvar for drift av og nødvendige tillatelser for bruk veinettet. Regulator sammen med Statens vegvesen

Statens vegvesen hadde fra start en rolle som partner i Sohjoa Baltic og godkjente pilotprosjektet etter lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy. Lokalt engasjement er nødvendig, blant annet fordi gjennomføring av forsøket krever endringer i skilting og drift av veginfrastruktur. Kongsberg kommune måtte tillate kjøring i gågate og skiltet to nye holdeplasser.

Applied Autonomy var teknisk underleverandør og var sentral i oppstart av Testarena Kongsberg By & Lab. Selskapet hadde ansvar for programmering av bussen og fungerte som problemløser underveis i forsøksperioden. Vy Buss eide og kjørte bussene.

I det første intervjuet var deltakerne opptatt av at samarbeid mellom flere aktører var en forutsetning for å levere en helhetlig tjeneste med selvkjørende buss. Statens vegvesen understreket at samarbeidet mellom aktørene hadde vært nøkkelen til å nå formålet med prosjektet som blant annet hadde vist at digital infrastruktur - på tvers av aktører - er viktig.

4.2 Planlegging og godkjenning

Statens vegvesen hadde en viktig rolle som ansvarlig for å godkjenne pilotprosjektet etter lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy. Som grunnlag for godkjenning ble ruta for den selvkjørende bussen delt i et stort antall elementer som deretter ble risikovurdert med forslag til løsning for programmering av bussens rute. I forbindelse med dette arbeidet ble det arrangert en større workshop med berørte aktører.

Vegdirektoratet godkjente forsøket med toppfart på 16 km/t (fordi den første bussen ikke hadde setebelter) og vert om bord. Seinere ble det godkjent å kjøre uten vert på deler av strekningen.

Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy er en prøvelov med begrenset varighet. I intervjuene ble de påpekt at loven gode muligheter for unntak fra annen lovgiving om vei og veitrafikk og er en forutsetning for å prøve ut selvkjørende busser. Regelverket inneholder en metode for å utrede sannsynlighet og konsekvens av hendelser med selvkjørende kjøretøy.

Det er nødvendig å teste risiko i praksis fordi alt er farlig på papiret. I pilotprosjektet ble det i mai 2021 testet ut kjøring uten vert om bord på en delstrekning på Linje 450. Søster-prosjektet Sohjoa Last mile testet dessuten i 2021 bestillingstransport uten sjåfør i Teknologiparken i Kongsberg.

I samtalene ble det framholdt at det kan være behov for å styre bruk av infrastruktur for å favorisere selvkjørende busser. Statens vegvesen er opptatt av at digital infrastruktur må kombineres med eksisterende vei. Dagens regelverk er tilpasset kjøretøy Nivå 4 i SAE. Etter hvert vil det komme kjøretøy på SAE nivå 5 kjøretøy, og regelverket må tilpasses til dem.

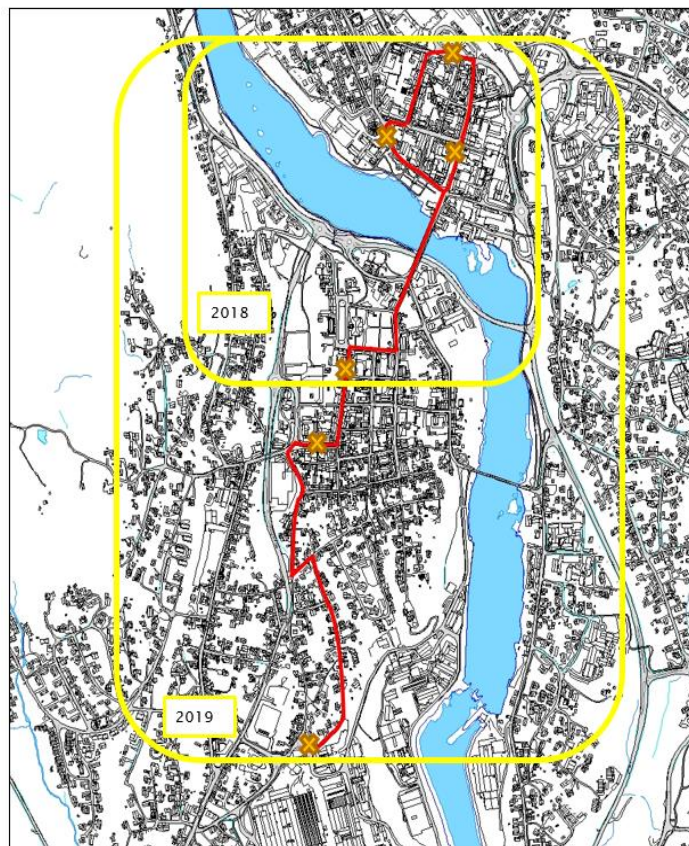
4.3 Finansiering

Driftskostnadene for pilotprosjektet fra oktober 2018 til desember 2021 beløper seg til 12,5 MNOK. Dette beløpet inkluderer bussleie, men er eksklusiv kostnader for Brakars prosjektledelse,

administrasjon og prosjektdeltakelse. De viktigste finansieringskildene har vært EU-prosjektet Sohjoa Baltic, Vy Buss, Viken fylkeskommune og Buskerudbyen. Statens Vegvesen var en av partnerne i Sohjoa Baltic som var forløperen til pilotprosjektet med Linje 450.

4.4 Milepæler i driftsfasen

Den selvkjørende bussen ble satt i ordinær drift på hverdager utenfor rush på ny Linje 450 mellom Knutepunktet og Teknologiparken fra 23. april 2019 etter at den var prøvekjørt utenfor rute på deler av strekningen fra oktober 2018, jf. Figur 4-1 nedenfor. Linje 450 hadde fire holdeplasser mellom de to endepunktene. Fra desember 2020 ble ruta utvidet til ettermiddagsrush hverdager og på lørdager mellom Knutepunktet og Nytorget.



Figur 4-1 Rute for selvkjørende buss i 2018 (kjørte ikke ordinær rute) og etter utvidelsen i 2019. Kilde: Brakar

De ulike fasene i pilotprosjektet er vist i Figur 4-2.



Figur 4-2 Faser i pilotprosjektet. Kilde: Brakar

I perioden fra april 2019 – april 2020 ble Linje 450 kjørt med to busser (EasyMile Generasjon 2) med avganger hver halvtime. Den selvkjørende bussen erstattet ordinære dieselbusser midt på dagen når det ikke er behov for store busser.

Fra september 2020 ble Linje 450 kjørt med en ny Generasjon 3 buss med forbedrede lidar-sensorer og økt datakapasitet. I tillegg hadde den nye bussen setebelter og rampe for rullestoler.

Våren 2021 kjørte bussen uten vert om bord på strekningen mellom Knutepunktet og Nymoen.

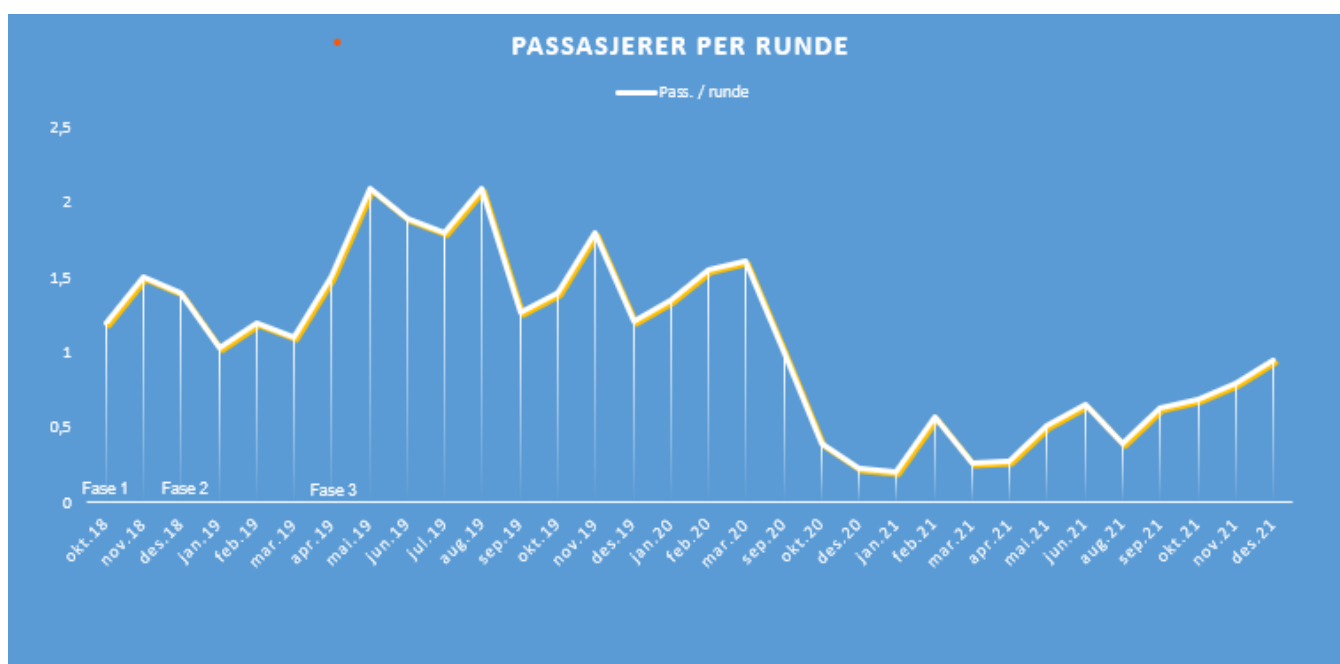
Forsøket med selvkjørende buss på L450 ble avsluttet i desember 2021. I tillegg til forsøket med selvkjørende buss på Linje 450 mellom Knutepunktet og Teknologiparken har det siden juni 2021 pågått et eget pilotprosjekt med bestillingstransport i Teknologiparken med buss som kjører uten vert om bord. I august 2021 startet Brakar et nytt forsøk med selvkjørende buss i Drammen sentrum.

5 Trafikktall

Linje 450 har i pilotprosjektet tilbudt kollektivtransport med lav hastighet langs en trasé der bussen tidligere ikke kjørte. Dette tilbudet har hatt en del kunder som har ekstra nytte av et kollektivtilbud i denne traséen. I tillegg må vi regne med at det har vært et betydelig antall reiser med nysgjerrige som bare vil prøve en selvkjørende buss.

Den selvkjørende bussen fra EasyMile har seks seter pluss fire ståplasser. Fra september 2020 ble det kjørt med en ny EasyMile EZ-10 Generasjon 3 som ifølge leverandøren skulle kunne kjøre noe raskere på grunn av forbedret teknologi. I forsøket viste det seg imidlertid at programvaren ikke var god nok til å øke snitthastigheten, jf. Figur 7-1. Hyppighet av nødstopp var omtrent den samme som for de gamle bussene.

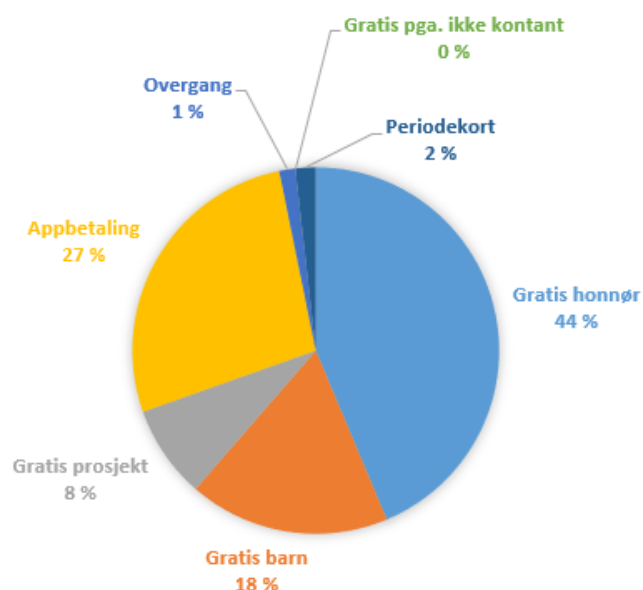
I løpet av det første året av pilotprosjektet (oktober 2018 – september 2019) fraktet den selvkjørende bussen 3600 passasjerer. Bruken av den selvkjørende bussen ble selvfølgelig påvirket av koronapandemien med lange perioder med nedstenging av store deler av samfunnet og oppfordring til ikke å reise kollektivt. Som smitteverntiltak ble det installert en vegg med pleksiglass i bussen. Figur 5-1 viser antall påstigninger per runde måned for måned i løpet av prosjektperioden. Totalt var det om lag 4100 påstigninger på Linje 450.



Figur 5-1 Passasjerer per runde (Knutepunktet - Teknologiparken - retur) fra oktober 2018 - desember 2021.

Linje 450 var innstilt i to perioder under pandemien. Den ene perioden varte omtrent et halvt år. Den mest normale perioden i pilotprosjektet var fra april 2019 til mars 2020. Den selvkjørende bussen hadde i størstedelen av forsøket avgang hver time. I en periode før pandemien ble det kjørt med to busser og halvtimes frekvens.

For personer med honnørbillett og barn har det vært gratis å reise med den selvkjørende bussen. Øvrige passasjerer har kjøpt billett via Brakar-appen. Om lag 30 prosent av passasjerene betalte for å reise på Linje 450, jf. **Feil! Fant ikke referansebilden..**



Figur 5-2 Passasjerer fordelt på billett-typer og gratis reiser. Oktober 2019 - desember 2021. Kilde: Brakar

En innbyggerundersøkelse høsten 2019 viser at 13 prosent av de spurte har prøvd de selvkjørende bussene (Kantar, 2019). Folk over 60 år utgjorde den største andelen av passasjerene.

Brakar har sammenlignet passasjertallene for selvkjørende Linje 450 med Linje 407 fra Gamlegrendåsen som kjørte strekningen fra Knutepunktet til Teknologiparken langs en annen trasé året før. Samlet antall påstigninger på Linje 450 og en avkortet Linje 407 på hverdager kl. 10 – 14 i ukene 17 – 33 ser ut til å ha økt med 5 prosent fra 2018 (før oppstart av piloten) til 2019. Erfaringene fra forsøket indikerer at det i enkelte områder kan være et marked for transport med selvkjørende busser selv om teknologien langt fra er moden.

Tap av passasjerer som følge av innstilte avganger på Linje 450 på grunn av tekniske feil og regn samt innføring av, er kompensert av en del ekstra turer i forbindelse med aktiviteter for barnehager og skoler.

Tabell 5-1 Påstigninger Linje 407 og Linje 450 hverdager kl. 10 – 14 i ukene 17 – 33 før og i År 1 av pilotforsøket. Kilde: Brakar

	Uke 17 - 33		Differanse, antall	Endring, prosent
	2018	2019		
Linje 407, uten kutt	3952			
Linje 407, med kutt		3279		
Linje 450		865		
Sum	3952	4144	192	5

6 Folks opplevelse av den selvkjørende bussen

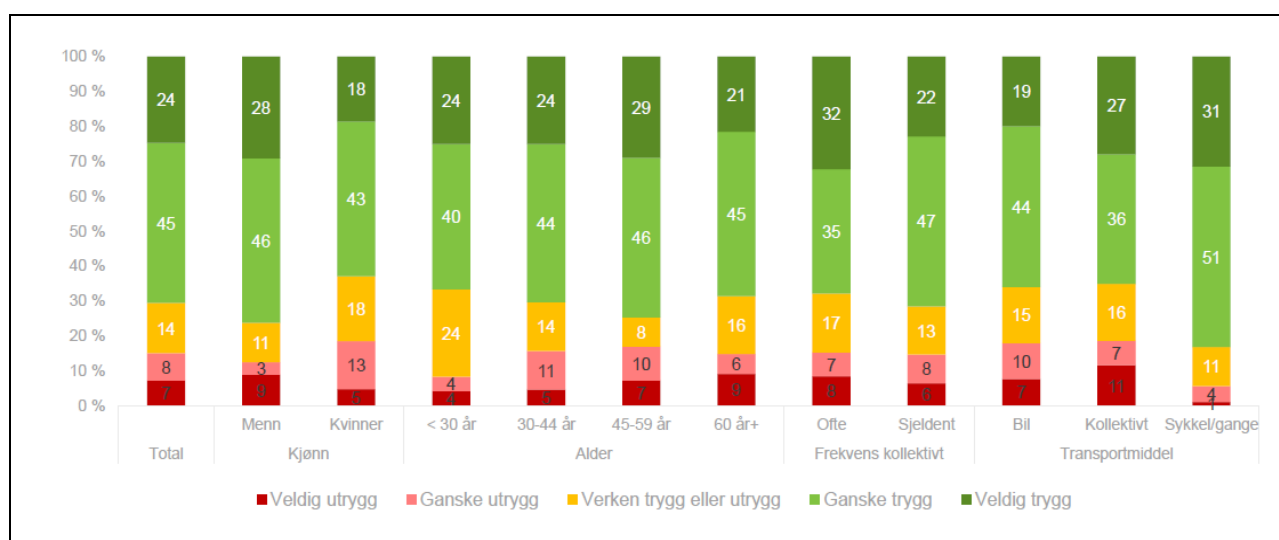
På oppdrag fra Brakar har selskapet Kantar gjennomført undersøkt folks opplevelser med og holdninger til selvkjørende busser i januar og juli 2019 (Kantar, 2019). I undersøkelsene er folk spurt om trygghetsfølelse, trafikksikkerhet og troen på selvkjørende busser som et reelt kollektivtilbud. Bare en seksdel av de spurte bruker kollektivtransport ukentlig. Om lag 13 prosent hadde reist med den selvkjørende bussen. En tredel svarte at de ikke kom til å kjøre med den selvkjørende bussen.

Majoriteten av de spurte er positive til å prøve selvkjørende busser, men de som vanligvis reiser kollektivt, svarer i større grad enn andre at de ikke kommer til å reise med selvkjørende busser. De fleste av de som ikke har prøvd den selvkjørende bussen, begrunner det med at de ikke reiser på den aktuelle strekningen. Noen nevner dessuten at bussen går for sakte. Nesten 60 prosent har ganske eller stor tro på at selvkjørende busser blir en del av det ordinære kollektivtilbudet. Bare en firedel har liten tro på dette.

Kantarundersøkelsen i juli 2019 viser at åtte av ti som har reist med bussen, er ganske eller svært positive. De fleste har ganske eller veldig stor tro på at selvkjørende busser blir en del av kollektivtilbudet. Over halvparten synes det er ganske eller veldig viktig med en vert om bord.

Nesten 70 prosent føler seg «ganske eller veldig trygge» om bord i den selvkjørende bussen, jf. Figur 6-1 nedenfor. Folk føler seg mer utrygge som trafikanter enn som passasjerer om bord i den selvkjørende bussen. Bare 15 prosent føler seg «veldig eller ganske utrygge» når de reiser med den selvkjørende bussen. Nesten en av fem uttaler at de føler seg «veldig eller ganske utrygge» som trafikanter når de møter den selvkjørende bussen. De som sykler og går føler seg mest trygge. Menn og bilførere er de som i størst grad føler seg veldig utrygge. Over halvparten mener det er viktig at det er en vert om bord.

Både passasjerer og andre trafikanter svarer i juli at de har større tillit til bussens sikkerhet enn i undersøkelsen i januar. Det har altså vært en forbedring på dette punktet etter at man har vent seg til den selvkjørende bussen. De som reiser med selvkjørende buss, er mer positive. De som oftest reiser kollektivt til daglig, er mer skeptiske til at de selvkjørende bussene er trafikksikre.



Figur 6-1 Passasjerenes opplevelse av trygghet om bord i den selvkjørende bussen. Kilde: Kantar 2019

Nesten sju av ti mener forsøket med selvkjørende busser er positivt for Kongsbergs omdømme.

I intervjuene ble den selvkjørende bussen vurdert som et godt tilbud for eldre og rullestolbrukere, men mange reisende synes den går for sakte. *Toppfarten* må ikke øke mye for at tilbudet skal bli attraktivt. Det er gjennomsnittshastigheten som er problemet på grunn av mange stopp. Ifølge deltakerne i det første intervjuet er det ingen i undersøkelsen som nevner at de opplever at nødstopper er ubehagelig.

I intervjuet om den tekniske driften av bussene ble det uttalt at det var mange nysgjerrige kunder fra start. Noen var skeptiske, mens andre syntes det var morsomt. Etter oppstart tok kundene bare kontakt med Brakars kundesenter når bussene ikke gikk. Sjåførene var flinke til å forklare kundene hvordan bussene virker. Det har kanskje redusert antall henvendelser til kundesenteret.

I 2018 var det mange nysgjerrige. Eldresentre tok med seg brukere på prøvetur. Folk syntes det var spennende. Det ble færre passasjerer etter hvert som mange hadde prøvd. Den selvkjørende bussen hadde en fast gruppe eldre brukere som stort sett reiste på strekningen mellom Teknologiparken og Nytorget/Rådhuset der Linje 450 var det eneste busstilbudet, og der det ikke gikk buss før oppstart av pilotprosjektet.

Respondentene i intervjuene trekker fram at andre trafikanter, spesielt bilister, syntes bussene kjørte for sakte. Det ga seg utslag i en del farlige forbikjøringer, blant annet på Nybrua.

7 Teknisk drift

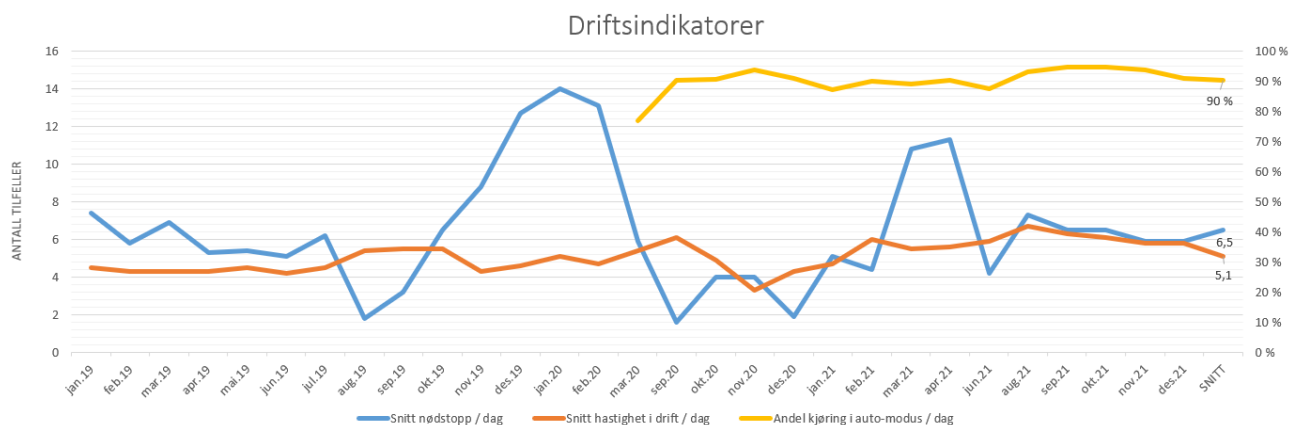
Det franske selskapet EasyMile leverte den selvkjørende bussen – modell EZ-10. Programvaren ble utviklet kontinuerlig i løpet av de tre årene. Forsøket startet med Generasjon 2 av EasyMiles buss. I september 2020 ble det satt inn en ny buss – EZ-10 Generasjon 3.

I løpet av forsøket kjørte bussen(e) til sammen 12 175 kilometer i rute på 3600 turer fram og tilbake mellom Knutepunktet og Teknologiparken. Det tilsvarer to turer tur/retur Kongsberg-Roma.

Den selvkjørende bussen kjører «on rail» etter et kart som er tegnet ved hjelp av GPS og bussens lidar-sensorer. Kartet og bussen snakker sammen digitalt via mobilnettet. Bussen kan ikke avvike fra det programmerte sporet, og verten om bord må styre manuelt forbi eventuelle hindringer i sporet.

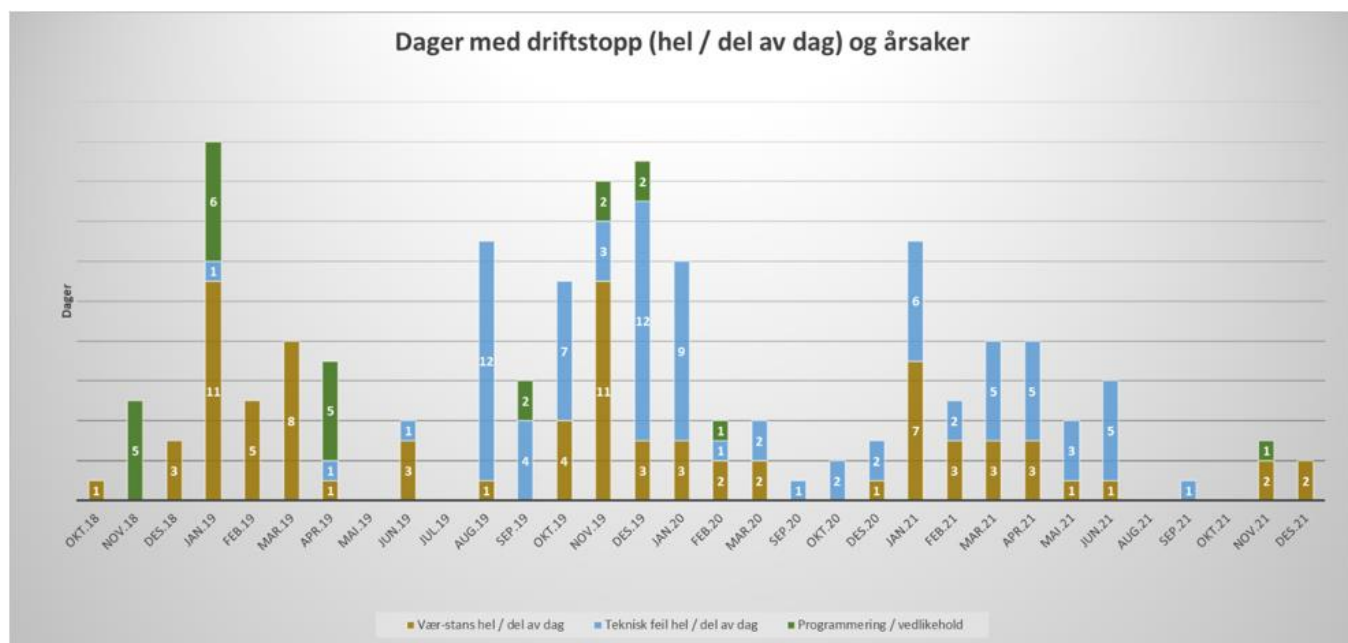
Det skjer stadig endringer i veinettet i en by. Hvis slike hendelser skaper hindringer som gjør at bussen ikke kan følge sporet, må bussens rute omprogrammeres. Omlegging av bussens rute krever risikovurdering og ny godkjenning i Vegdirektoratet. I løpet av forsøket måtte det tre ganger søkes Vegdirektoratet om endret godkjenning.

Den selvkjørende bussen logget kontinuerlig diverse data (KPIer) om bussen underveis i forsøket. Figur 7-1 nedenfor viser resultater per dag (som gjennomsnitt per måned) for antall nødstopper, hastighet i drift og andel kjøring i auto-modus. Hastighet i drift og andel automatisk kjøring ligger relativt stabilt, mens det er betydelige variasjoner i antall nødstopper per dag. Nødstopper er «bråbremsing» for hindringer i bussens programmerte spor og noe annet enn driftsstans/innstilte avganger på grunn av værforhold eller feil på bussen, jf. Figur 7-2 nedenfor. Noen nødstopper skyldes at bussens sensorer feiltolker forhold i omgivelsene.



Figur 7-1 Driftsindikatorer som gjennomsnitt per dag måned for måned. Kilde: EasyMile

Det har til tider vært mange stans i driften med innstilte avganger. Antall stopp og gjennomsnittlig antall driftsstans per måned i perioden oktober 2018 – desember 2021 er vist i Figur 7-2 nedenfor. Om vinteren har det (avhengig av været) vært mange stans på grunn av snøvær, men kraftig regn stoppet også bussen i juni og juli. Andre årsaker til innstilte avganger var programmeringsfeil og tekniske feil. Særlig i oppstart av forsøket var det mange innstilte avganger på grunn av programmering og vedlikehold som måtte gjennomføres til tider da bussen skulle kjørt i rute. Utover i perioden ble slike aktiviteter lagt til tider som ikke krevde innstilling av avganger.



Figur 7-2 Antall driftsstans per måned fordelt på årsak i perioden oktober 2018 – desember 2021. Kilde: Brakar

Applied Autonomy skal lage en rapport om den tekniske driften til Vegdirektoratet.

I intervjuet om drift av den selvkjørende bussen ble gjennomsnittsfarten omtalt som en større utfordring enn toppfarten. Dessverre har det ikke vært noen forbedring av snitthastighet gjennom forsøket, jf. Figur 7-1.

Sjåføren fra Vy Buss var i intervjuet relativt negativ når det gjelder utviklingen i løpet av forsøket. Oppfatningen er at det var veldig små forbedringer fra høsten 2018 til prosjektet ble avsluttet i

desember 2021. Bussen stopper i tåke og dis, og dette skaper ofte problemer over brua. Bussene går ikke når det snør – selv ved lett snøvær hvis det er litt størrelse på snøflakene.

Bussen har problemer i bakker som lidaren (LIDAR - Light detection and Ranging) oppfatter som hindringer når bussen svinger. Dette er ikke løst i Generasjon 3 bussene. Sjåføren fra Vy er usikker på om det noen gang blir mulig å kjøre Linje 450 autonomt.

Den eneste er ifølge sjåføren at bussene fungerer bedre i kraftig regnvær. Bussen har også blitt noe bedre når det gjelder nødstop, men er fortsatt svært følsom for biler legger seg raskt inn etter forbikjøring. Avstand til objekter (forover og sideveis) avgjør om bussen nødstopper uavhengig av om hindringen beveger seg bort med større fart enn bussen.

Andre av de intervjuede er mer positive og mener at bussen kjører smidigere nå enn ved oppstart av prosjektet da lidar-sensorene var altfor følsomme. Det har vært problemer knyttet til nordisk klima med snøvær og brøytekanter. Kommunen ryddet etter hvert snøen litt annerledes for å unngå at bussene bremser på grunn av kort avstand til brøytekanter.

Den selvkjørende bussen stanser for parkerte godsbiler, og verten må kjøre bussen forbi slike hindringer. Det finnes imidlertid programvare som gjør at bussen kan kjøre rundt en hindring uten at verten styrer manuelt. Selvkjørende busser håndterer heller ikke forkjøringsrett.

For å unngå unødig bremsing er bussene programmert til å kjøre på venstre side på strekninger der det er lov å parkere på høyre side. Dette kan skape visse problemer. Bussen fortsetter å kjøre på venstre side til den stopper når motgående bil kommer for nær.

Både mekaniske problemer, først og fremst med bremses og girkasse og feil ved programvare medfører at avganger må innstilles i kortere eller lengre perioder, jf. Figur 7-2 foran. Mekaniske feil er viktigere årsak til stans enn feil i programvare. Dette skyldes antakelig at kjøretøyets mekaniske design og dimensjonering ikke er egnet for kjøring av rutebuss.



Figur 7-3 På Kongsberg ble den selvkjørende bussen utfordret av nordisk vinter. Bilde: Brakar

På en del av strekningen på Linje 450 ble det testet kjøring uten vert i femten dager i mai-juni 2021. Det ble kjørt ca. 90 runder t/r. Vertene fulgte kjøretøyet og kunne fjernstyre og nødstoppe bussen utenfra. I løpet av disse helt førerløse turene var det ingen trafikale problemer, og vertene måtte ikke overstyre bussen utenfra.

Ifølge et referat fra et møte etter dette forsøket opplevde vertene at fotgjengere var usikre på om bussen ville stoppe for dem i gangfelt, og de ventet derfor med å krysse til bussen hadde passert. En mulig løsning på dette er at bussen kan «snakke» og fortelle fotgjengerne at den har sett dem og vil stoppe. Syklister oppfattes som en utfordring.

8 Læring

Dette kapitlet bygger i sin helhet på innspill fra intervjuene.

For Vy var forsøket i Kongsberg oppstart med selvkjørende busser. Forsøket viser at kundene aksepterer selvkjørende busser og er trygge og nysgjerrige. Videre tyder erfaringene som nevnt på at dagens versjon av selvkjørende busser dekker et behov selv om teknologien fortsatt er umoden.

Mange peker på at de har lært at de kan få til interessante forsøk ved å samarbeide med andre. For Brakar har forsøket bidratt til å definere hva som er det viktigste målet for selskapet – å få flere til å reise sammen. Forsøket har vært avhengig av tett samarbeid med kommunen blant annet med hjelp til brøyting, informasjon om veiarbeider, skilting og godkjenning av kjøring i Gågaten. Læring fra prosjektet i Kongsberg utnyttet nå i forsøket med selvkjørende buss i Drammen sentrum.

Statens vegvesen er opptatt av betydningen av digital infrastruktur som i dag ikke henger sammen slik veinettet gjør. Det er behov for en utvikling fra å styre kjøretøy via styring av flåter til systemer for styring av trafikk.

Det har vært viktig med kontinuitet over lang tid. Kunnskapen fra forsøket deles med andre aktører, blant annet gjennom Kollektivforeningen. Det dreier seg om mer enn teknologisk kunnskap. Leverandører av selvkjørende busser har lært om krav til kjøretøy som skal brukes til kollektivtransport. Det er også høstet nyttig erfaring om vinterdrift av kjøretøy og infrastruktur. Kommunen har lært hvordan de må rydde snø for å sikre god framkommelighet for selvkjørende busser (som også må bli bedre på å «lese» brøytekanter og andre objekter langs veien).

Vi må unngå overfokus på selve kjøretøyet som er en robot som er avhengig av signaler fra et kontrollsystem. I dag krever selvkjørende busser manuell programmering, men i framtida finnes allerede digital info sånn at man kan kjøre andre veier automatisk.

I intervjuet om teknisk drift var det en oppfatning at det er lang vei igjen når det gjelder utvikling av teknologien. Det er mye som gjenstår å lære. Kundene er positive, men relativt utålmodige.

Det har vært mange utfordringer, blant annet med kjøring i trange gater. Bussen har ikke en egen kjørebane, og det er kritisk med korte avstander til biler, busker, brøytekanter og gras som vokser. Eksos fra biler på tomgang forstyrrer bussens sensorer, og gjenstander som blåser over veien utløser nødstopp. Resultatet av alt dette er mange nødstopp, unødvendig bremsing og lav gjennomsnittshastighet.

Utålmodige bilister og syklistene kjører forbi den saktegående bussen. Bussen som for eksempel bremses for fotgjengere som går på kanten av fortauet, klarer ikke å holde programmert fart. Som nevnt i kapittel 7 er det bare gjort små forbedringer i løpet av forsøket. Man er litt skuffet over at man ikke har kommet lenger.

Forsøket har rapportert mye om erfaringene til EasyMile som i februar 2022 installerer ny programvare i bussene i Drammen. EasyMile har tradisjonelt vært mindre serviceorientert overfor norske kunder og har ikke prioritert å løse utfordringer knyttet til nordiske forhold. Frankrike og Tyskland har hatt status som mye viktigere. Det har blitt bedre nå.

Deltakerne i forsøket har hatt en bratt læringskurve. Vi mennesker tar mange ting for gitt og skjønner ikke hvordan en datamaskin kjører. Etter hvert skjønte folk i Kongsberg hvordan selvkjørende busser fungerte, og det var ikke bare positivt for bussens framkommelighet.

Det påpekes at EasyMile har satset på en lite egnet plattform (mekanisk og elektrisk) for selvkjørende busser. EasyMile trenger en seriøs bussprodusent å samarbeide med (IVECO).

I en overgangsfase har det vært viktig å ha verter om bord i de selvkjørende bussene for å informere og gi passasjerene trygghet

9 Samspill med andre nye mobilitetstilbud

Forsøk med selvkjørende busser foregikk delvis samtidig med utprøving av to andre mobilitetstjenester – HentMeg som er bestillingstransport med små busser og tilbud med elektriske bysykler.

I intervjuene var deltakerne opptatt av at autonomi vil endre transportsystemet og bety «en helt ny kake når det gjelder mobilitet». «Økosystemet vil endres». Dagens aktører må ta hvert sitt stykke av den nye kaka. I denne utviklingen vil Brakar levere transport fra dør til dør som bidrar til at flere reiser sammen.

HentMeg er bestillingstransport som er mer tilpasset kundenes behov og betraktes som en forberedelse i forretningsmodell og kundegrensesnitt for på sikt å kunne bruke selvkjørende busser. Selvkjørende kollektivtransport kan langt på vei fungere som HentMeg løsninger. Kjernen for Brakar er å tilby kapasitetssterk kollektivtransport – helst selvkjørende.

Regelverket, kjøretøyene og infrastrukturen (både fysisk og digitalt) må være klar. Blant annet må kjøretøyene klare seg bedre i trafikken og ha vesentlig høyere gjennomsnittshastighet. Det utelukkes ikke at det kan være behov for egne kjørefelt for selvkjørende busser.

Via Brakar-appen tilbys utleie av elektriske bysykler i Kongsberg. I et helhetlig MaaS-tilbud (Mobility as a Service) er bysykler en viktig del av det totale mobilitetstilbudet fra dør til dør. Alle delte mobilitetstjenester bør være integrert i Brakar-appen.

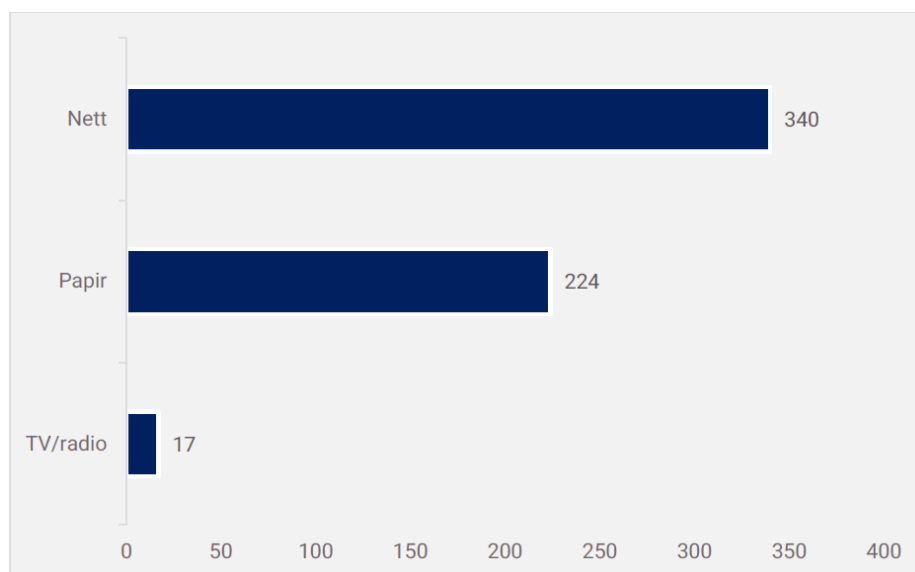
I det første intervjuet om prosessen og overordnede resultater ble det pekt på at Statens vegvesen og Brakar må engasjere mer aktivt i by- og stedsutvikling for å legge til rette for bedre løsninger for mobilitet på lang sikt. I denne sammenheng vil det være behov for å samarbeide med nye aktører som for eksempel kommune, utbyggere og næringsliv

10 Mediedekning

Prosjektet har hele tiden vært opptatt av kommunikasjon og aktiv bruk av sosiale medier. Brakar har kjøpt inn egne tjenester for å planlegge mest mulig målrettet informasjon til de viktigste målgruppene. Det er videre gjennomført brukerundersøkelser og kartlegging av medieomtale.

Den første kartleggingen av mediedekningen ble foretatt et lite år ute i prosjektet av selskapet m-brain (perioden oktober 2018 – juni 2019). Ifølge kartleggingen hadde 50 prosent av medieomtalen vært positiv, mens bare 9 prosent av oppslagene var negativt vinklet. De negative sakene handlet om dårlig framkommelighet om vinteren og bussenes lave fart.

På oppdrag fra Brakar har Retriever analysert mediedekningen av selvkjørende buss i Kongsberg i hele prosjektperioden (Retriever, 2021). Analysegrunnlaget omfatter redaksjonell, norsk omtale i perioden fra januar 2018 til og med desember 2021, totalt 580 oppslag. Som vist i Figur 10-1 var det flest saker på nett (340), mens det var 224 oppslag i papirmedier. Retriever fant flest oppslag i 2018 (263) deretter avtok medieoppmerksomheten med 70 oppslag i 2021. Laagendalsposten hadde desidert flest oppslag (neste 40 prosent av all omtale) og deretter kom Drammens Tidende. Hele 74 prosent av sakene var i lokale medier, mens bare fem prosent av oppslagene om den selvkjørende bussen var i riksmedier.



Figur 10-1 Oppslag om selvkjørende buss i Kongsberg fordelt på medietype. Kilde: Retriever

I Kantar-undersøkelsen som er referert i kapittel 6 over, svarte 95 prosent at de hadde hørt om forsøket med selvkjørende busser.



Figur 10-2 Politisk oppmerksomhet med stortingspresident Masud Gharahkhani og næringsminister Jan Christian Vestre i spissen. Bilde: Brakar

11 Status og framtid for selvkjørende busser

Tema for det tredje og siste intervjuet var status for selvkjørende busser og potensial for slike busser på lang sikt. I tillegg til aktører i pilotprosjektet deltok også Torkel Bjørnskau fra TØI og Lars-Gunnar Lundestad fra Ruter i dette intervjuet. Bjørnskau har blant annet ved filming studert hvordan selvkjørende busser og andre trafikanter «oppfører seg» i flere norske pilotforsøk, blant annet i Kongsberg (P. Pokorny, 2021).

Automatisering betyr nye roller

Det er sannsynlig at all kollektivtransport på lang sikt vil bli automatisert. Det kan likevel være aktuelt med betjenter/verter om bord enkelte steder og til enkelte tider for å ta seg av andre oppgaver enn kjøringen. Visjonen kan være å ha rutegående automatisert kollektivtransport for de store strømmene, supplert med små delte selvkjørende kjøretøy i bestillingstjenester.

Selvkjørende drift vil utfordre kollektivselskapene i hva de skal tilby og hvilken rolle de skal ha i det nye transportsystemet. Når selvkjørende drift blir billig, kan mange tilby mobilitet som en tjeneste. For kollektivselskapene kan det blant annet bety endret grensesnitt mot tjenester som i dag tilbys av taxinæringen.

Teknologiens modenhet

Det er et godt stykke fram til teknologien er moden nok til å ta over rutetilbudet med større busser på lange ruter med mye trafikk og komplekst trafikkbilde. For å prøve ut teknologien kan det være en mulighet å begynne med selvkjøring av større busser på bussenlegg. Dette kan gi busselskapene nødvendig erfaring og sikkerhet for at bussene fungerer i praksis.

TØI har i 2019 og 2020 gjort mange studier med filming av selvkjørende busser (fra Navya og EasyMile) i piloter i Norge, blant annet i Kongsberg. Studiene viser at de selvkjørende bussene ikke fungerer godt nok. De viktigste problemene er bussenes lave fart som gir mange forbikjøringer (blant annet på brua i Kongsberg) som fører til at bussen nødstopper. Følsomme sensorer reagerer for fort når noen/noe kommer innenfor sikkerhetssonen. Det oppstår farlige situasjoner fordi kjøretøyene kjører sakte eller på annen måte oppfører seg rart.

TØI har analysert vikeatferd for andre kjøretøy med vikeplikt for den selvkjørende bussen i Kongsberg. Folk tok ekstra hensyn til bussen og ventet dobbelt så lang tid som for andre kjøretøy, selv om bussen kjører langsomt. Dette betyr at bussen skaper dårligere trafikkavvikling.

I intervjuer uttalte «folk i gata» at de ikke trodde selvkjørende busser ville være en bedre og mer effektiv løsning for transport. Men folk syntes at det var trygge kjøretøy. Har ikke heller vært noen ulykke med disse kjøretøyene. På sikt har folk tro på selvkjørende busser, men ikke på kort sikt (intervjuene ble foretatt i 2019).

Det ble uttalt at teknologien fra de leverandørene som er brukt i de norske pilotene (Navya, EasyMile), leverer begrenset kundeverti. Disse bussene kan bare brukes i begrensede områder med lite og saktegående trafikk, men ikke i blandet trafikk i det ordinære vei- og gatenettet.

Vi må ta i bruk den fremste teknologien som allerede har tillatelser til kjøring i blandet trafikk uten sjåfør, for eksempel i Guangzhou (shuttle med hastighet 40 km/t). Også Waymo og Cruise har kommet langt med selvkjøring i blandet trafikk. Busser som kjører på en «virtual rail» og bare er utstyrt med lidar er ikke godt nok til å gi kundeverti. Det er en svakhet at vi ikke kan ta ut sikkerhetssjåfør. Dagens selvkjørende busser kan fungere uten vert, men ikke overalt.

Kundeverti

Når det gjelder vurdering av kundeverti er det viktig å huske at tidligere busslinje i samme område i Kongsberg også hadde lavt belegg. Det er langt fram for autonom transport med mange passasjerer, men i mindre skala fins det muligheter. I Drammen gir det kundeverti å kjøre en strekning i sentrum med flere eldre reisende, men vertene må ut av bussene for å spare kostnader.

Et aktuelt konsept er at selvkjørende busser kan mate til de tunge kollektivrutene. Det mangler imidlertid infrastruktur og tilrettelegging for selvkjørende busser. Blant annet er det behov for arealer til matebussene ved viktige kollektivknutepunkter. Vi må utvikle løsninger for av- og påstigning for autonome kjøretøy. Statens vegvesen er i gang med dette.

Så lenge selvkjørende busser ikke kan avvike fra et forhåndsprogrammert spor («virtual rail»), må hele kjørebanelen ryddes for å gi god nok framkommelighet og forutsigbarhet. Teknologien for å kjøre utenfor et programmert spor finnes allerede og er tatt i bruk (Waymo og Cruise).

Økonomi

Et viktig spørsmål er når selvkjørende busser blir økonomisk konkurransedyktige. Sensorsettene er foreløpig dyre. I dag koster det 6 – 8 ganger mer å kjøre med selvkjørende busser enn med konvensjonelle busser (inkl. kostnader til vert om bord), men det er grunn til å være optimistiske. Nylig kom nyheter om lidarar med mye lavere pris enn de som tilbys i markedet i dag. Elektriske busser har utviklet seg raskt både når det gjelder rekkevidde og kostnader.

Det er ikke gitt at drift med autonome kjøretøy må koste mer forutsatt riktig arealbruk og annen tilrettelegging. Det er dyrt med egen infrastruktur for kollektivtransport, men det er i stor grad det man bygger for konvensjonell kollektivtransport i byene i dag.

Egen infrastruktur for selvkjørende busser?

I visse områder må egen infrastruktur være på plass for å kunne satse på autonome løsninger. I Drammen vil det bli behov for å reise kollektivt til nytt sykehus. Selvkjørende busser kan være en mulighet hvis det bygges dedikert infrastruktur til sykehuset. Brakar kan bare selge inn idéen.

Det nye sykehuset i Drammen vil ha få avgiftsbelagte parkeringsplasser. Dette gir et bedre utgangspunkt for høy kollektivandel enn i Kongsberg med rikelig og gratis parkering i Teknologiparken.

I intervjuet ble det sagt at selvkjørende busser i blandet trafikk er det vanskeligste av alt. Hvorfor ikke prøve automatisering av skinnegående transport som stort sett har egne traséer? Hva med egen trasé for selvkjørende buss istedenfor trikk i Drammen?

Det vil koste mye å bygge fysisk infrastruktur. Dynamisk regulering og prioritering av veiareal over døgnet kan være et alternativ til omfattende utbygging av nye felt for selvkjørende busser. Kommunikasjon er en forutsetning for autonom kjøring.

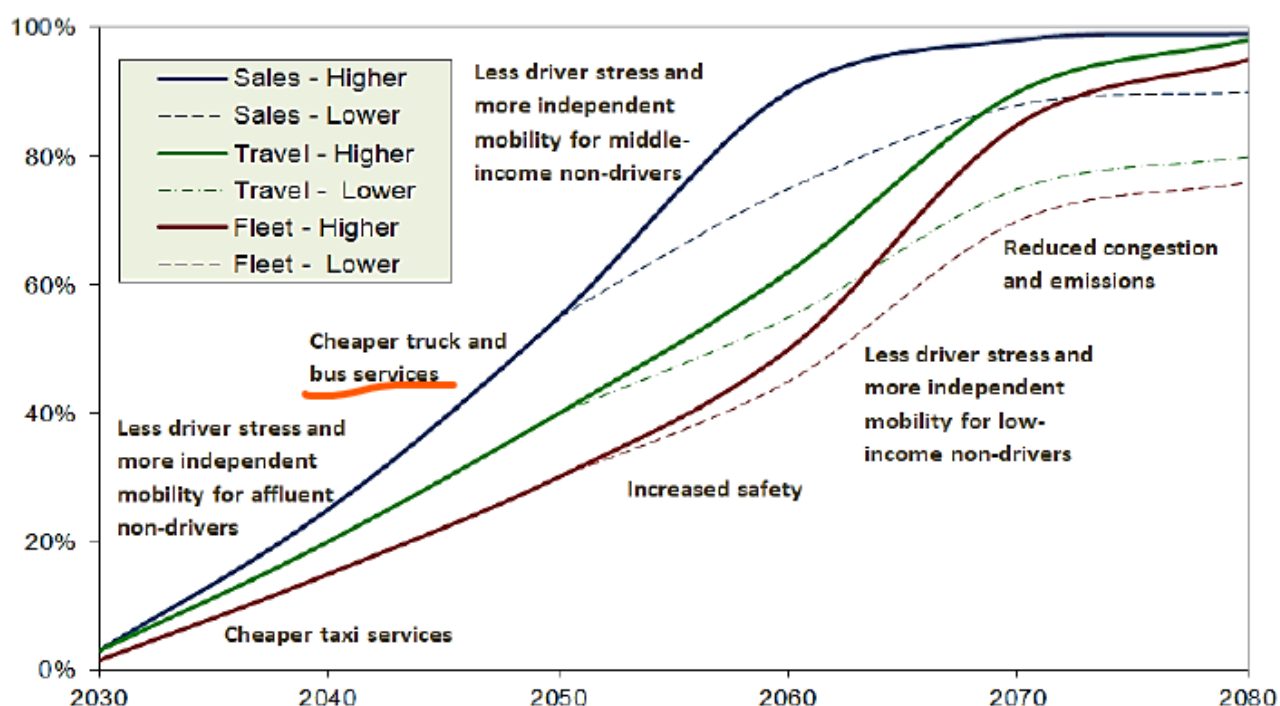
Muligheter på lang sikt

Til slutt i det tredje intervjuet ble deltakerne utfordret til å skissere et transportsystem med selvkjørende kjøretøy 20 år fram i tid. Så langt fram i tid forventes det at selvkjørende busser/kjøretøy uten sjåfør som ikke er avhengige av å følge et forhåndsprogrammert spor (virtual rail) brukes i stort omfang og er en naturlig del av mobilitetstilbudet.

Utvikling av regelverk og forretningsmodeller vil trolig være det mest utfordrende og det som krever mest tid. Privateid personbil vil trolig fortsatt være et effektivt transportmiddel.

Som samfunn må vi regulere bruken av selvkjørende kjøretøy sånn at vi ikke får en ny sparkesykkelkatastrofe som går ut over framkommelighet for andre trafikanter. Det må legges til rette for mest mulig samkjøring.

Todd Litman ved Victoria Transport Policy Institute i Canada har utarbeidet en fersk prognose for innfasing av autonome kjøretøy vist i Figur 11-1 nedenfor. Ifølge denne prognosen er det relativt lenge til selvkjørende busser kan tilby billigere transport enn busser med sjåfør (Litman, 2022).



Figur 11-1 Prognose for innfasing av selvkjørende kjøretøy. Kilde: Litman 2022

12 Oppsummering og konklusjoner

For Brakar var et viktig formål med pilotforsøket å profilere seg som en fremoverlent aktør i utvikling av fremtidens mobilitetsløsninger. Forsøket skulle blant annet stimulere til nytenking og debatt om fremtidens mobilitet og invitere innbyggerne i Kongsberg til å delta aktivt i utprøving og debatt. Et langvarig forsøk skulle ikke minst bidra til kontinuerlig forbedring av teknologi for autonom transport og demonstrere muligheter og begrensninger for selvkjørende busser. Gjennomgang av skriftlig materiale og intervjuene viser at Brakars mål om profilering, debatt og kundemedvirkning er oppfylt.

Deltakerne i pilotforsøket er enige om at det brede samarbeidet mellom ulike aktører har vært en forutsetning for gjennomføring av et unikt prosjekt med selvkjørende busser. Det er av stor verdi at bussen har gått i ordinær rute, og at forsøket har gått over så lang tid (med et par avbrudd på grunn av koronapandemien).

Det ble lagt betydelig vekt på kommunikasjon og innbyggerundersøkelser. Prosjektet fikk stor oppmerksomhet i mediene, særlig før og like etter oppstart. De fleste oppslagene var positive. Folk flest fikk anledning til å delta i pilotprosjektet. Undersøkelsene tyder på at de var positive til den selvkjørende bussen og følte seg trygge som passasjerer, men samtidig var de utålmodige og forventet raskere utvikling av teknologien enn det de opplevde i løpet av forsøket. Den selvkjørende bussen vakte en del irritasjon blant andre trafikanter, og detteskapte av og til farlige situasjoner, blant annet ved forbikjøringer.

Vy Buss uttaler i intervjuet at det bare har skjedd små forbedringer av teknologien underveis. I Drammensprosjektet har man imidlertid nylig sett en positiv utvikling. Brakar mener forsøket viser at det i visse områder og for enkelte kundegrupper allerede er et marked for et tilbud med dagens teknologi. Andre peker på at det i dag finnes selvkjørende busser som kan kjøre uten fører og kan passere hindringer i det programmerte sporet.

Gjennomgang av diverse materiale fra forsøket og innspill fra intervjuene indikerer at selvkjørende busser fortsatt er en relativt umoden teknologi med en rekke utfordringer som må løses før teknologien kan få stor utbredelse. Noen av utfordringene er knyttet til det nordiske klimaet med snø og brøytekanter.

Erfaringene fra forsøket viser at det er behov for å tilrettelegge både fysisk og digital infrastruktur for å kunne høste nytten av automatisering av kollektivtransport. Byutvikling og nye arealplaner må ta hensyn til at automatisering av transport kan bety nye krav til transportsystem og annen arealbruk.

Selvkjørende busser har et betydelig potensial for å kunne tilby mer skreddersydd transport enn dagens kollektivtransport og antakelig til en lavere kostnad og billettpris. Det siste forutsetter at de selvkjørende bussene blir billigere i innkjøp, og at bussene kan kjøre effektivt og sikkert uten operatør.

I det siste intervjuet ser deltakerne fra kollektivselskapene for seg at selvkjørende kjøretøy, herunder selvkjørende busser, vil være en naturlig del av mobilitetstilbudet i et nytt «økosystem» med en annen rolledeling mellom aktørene enn i dag. Hvis autonom transport skal være bærekraftig og i tråd med klimamålet, er det en forutsetning at flest mulig kjører sammen. Rutegående, selvkjørt kollektivtransport bør ta de store transportstrømmene og mates med små selvkjørende busser som også tilbyr bestillingstransport (nesten) fra dør til dør.

13 Referanser

Kantar. (2019). *Rapport om selvkjørende busser i Kongsberg sentrum*.

Litman, T. (2022). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute.

P. Pokorny, B. S. (2021). *How automated shuttles handle regular urban traffic? TØI*.

Retriever. (2021). *Selvkjørende buss i Kongsberg. Medierapport for Brakar*.