



# Pilotering autonom buss i Bodø

ERFARINGSRAPPORT

## Bakgrunn for prosjektet

Nordland fylkeskommune vant hovedpremien på 50 millioner kroner i den nasjonale konkurransen Smartere Transport. Prosjektet Smartere Transport Bodøs mål er å redusere klimautslipp ved å endre reisevaner.

Denne erfaringsrapporten er utarbeidet av Mobility Forus og omhandler arbeidspakke 7, selvkjørende buss



Miljø	Sømløs reiseopplevelse	Tilgjengelighet og kapasitet	Innovativ mobilitet
<p><b>Mål</b></p> <p>Redusere klimautslippene på kort og lang sikt ved å endre publikums reisevaner gjennom positiv forsterkning, individuelt tilpasset informasjon og uten tvang.</p>	<p><b>Mål</b></p> <p>Tilby en problemfri bruker-/ reiseopplevelse, samt å stimulere til at andre aktører også bidrar ved standardiserte grensesnitt (API basert).</p>	<p><b>Mål</b></p> <p>Gi publikum tilgang til informasjon i sanntid og tjenester til rett tid, som skal bidra til mer effektiv transport, som gir rom for å skape nye løsninger.</p>	<p><b>Mål</b></p> <p>Vise frem og åpne for innovative og effektive mobilitetsløsninger som er åpne for alle.</p>
<p><b>Effekt</b></p> <p>Nedgang i målinger på NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM 2.5.</p>	<p><b>Effekt</b></p> <p>Økning på 40 prosent på bussreiser. Opprettelse av bysykler og delingsbiler.</p>	<p><b>Effekt</b></p> <p>Økt bruk av kollektive reiser.</p>	<p><b>Effekt</b></p> <p>Økt innovasjon og flere private start-ups.</p>
<p><b>Berørte</b></p> <p>Innbyggere, besøkende, myke trafikanter, politikere, offentlig forvaltning.</p>	<p><b>Berørte</b></p> <p>Innbyggere, besøkende, transportselskap, fylkeskommune.</p>	<p><b>Berørte</b></p> <p>Innbyggere, besøkende, offentlig forvaltning.</p>	<p><b>Berørte</b></p> <p>Innovatører, operatører, tjenesteytere, næringsliv.</p>

Fugur over viser Smartere Transport Bodø sine mål

## Det var også andre prosjektmål i arbeidspakke 7: Prosjektmål

- Gjennomføre prosjektet uten skader på personer eller miljø
- Gjennomføre praktisk bruk og ulike bestillingsløsninger for bruk av selvkjørende buss for byer og tettsteder.
- Gjøre erfaringer mht. utvikling av et fremtidsrettet kommersielt konsept for persontransport gjennom samskaping og helhetstenking.
- Tenke nytt når det kommer til hvordan vi tilbyr mobilitet. «Mobility as a Service» (MaaS) er fremtidens metode for å tilby mobilitetstjenester til publikum
- Gi innspill til det norske regelverket for bruk av denne typen løsninger i trafikkbildet
- Dele informasjon og data
- Gjennomføre et prosjekt med brukerne i fokus for forståelse og aksept
- Gi bidrag og erfaringsoverføring til forskning og pågående prosess for standardisering av lovverk til Norske myndigheter

## Hvorfor selvkjørende busser i Bodø?

Prosjektet i Bodø ønsket å gjøre det enklere for reisende med offentlig transport å reise til hovedinngangen til Nordlandssykehuset og til Sentrumsterminalen. I tillegg skulle kjøreruten gjøre det mer behagelig for befolkningen som bor rundt traseen å bevege seg i sentrumsområde uten bil. I tillegg medførte busstrasen at pasienter eller besøkende ved Nordlandssykehuset kan slippe å kjøre privatbil og parkere i sentrum. Prosjektet har hatt som mål å dekke et eksisterende transportbehov, og skape et alternativ til å kjøre privatbil til sentrum.

Fordelene med selvkjørende busser er at de kan øke trafiksikkerheten på veiene, ved at menneskelig svikt unngås, som er en av de største årsakene til trafikkulykker. I tillegg kan selvkjørende busser være en pådriver for mer bærekraftig bytransport, og kan øke frekvensen av offentlige busser på faste rutetraseer.

Selvkjørende busser i Bodø var et supplement til dages kollektivtilbud og man ønsket å tilby ett bredere transporttilbud som gir flere reisemuligheter og som kunne dekke et reisebehov til blant annet sykehuset og Sentrumsterminalen.

Selvkjørende busser i Bodø har vært et nordisk samarbeidsprosjekt, med Mobility Forus fra Norge, Sensible 4 fra Finland, Boreal, Nordland fylkeskommune og Bodø kommune. Bussene som ble testet var av merke Toyota Proace og var tidligere testet i både Gjesdal og i Ski. Det som skilte seg fra de andre testpilotene er at bussene i Bodø skal være helelektriske og skulle testes i et klima med mye værskifte.

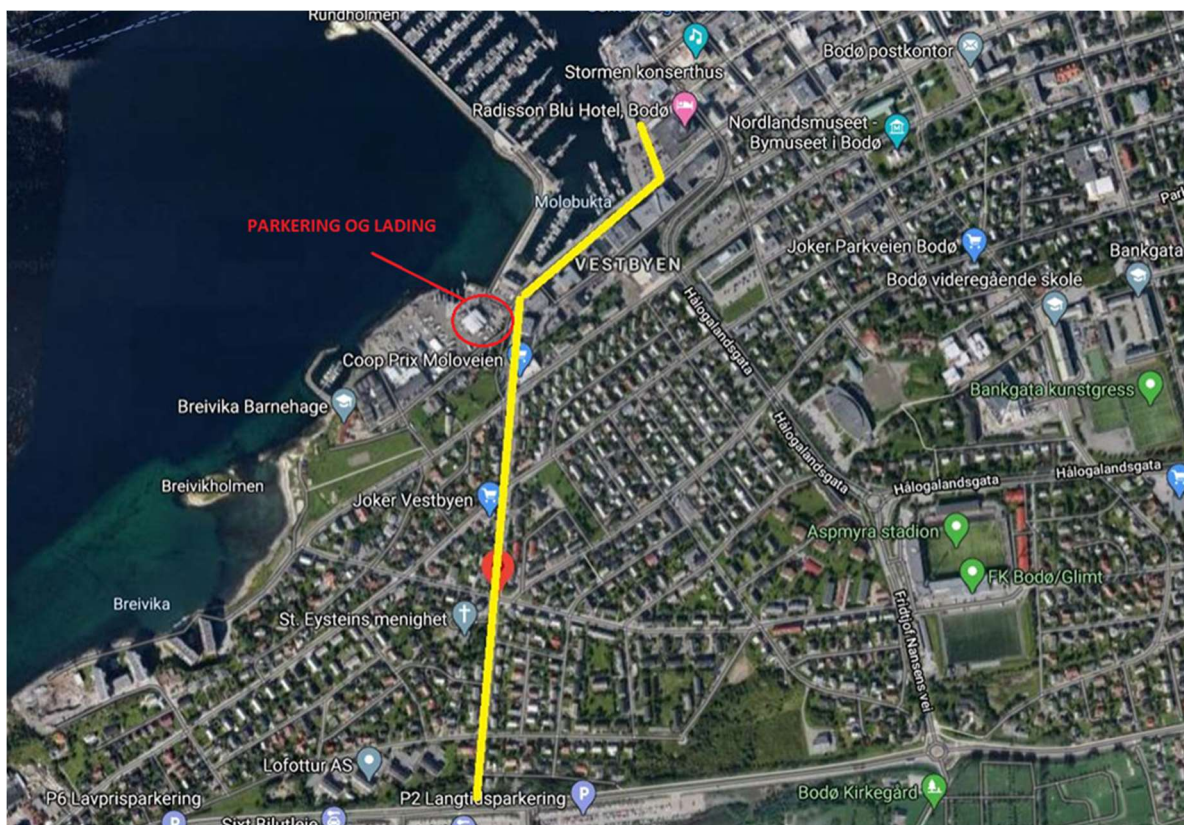
Bussene som ble benyttet er utstyrt med teknologi fra Sensible 4, som er en finsk teknologibedrift innen selvkjørende kjøretøy. Bedriften har løst en stor hindring når det gjelder autonom kjøring – nemlig variable værforhold. Sensible 4 har utviklet full-stack autonom kjøreprogramvare som gjør ethvert kjøretøy selvkjørende. Teknologien kombinerer programvare og informasjon fra flere ulike sensorer, slik at kjøretøyet kan kjøre i alle værforhold.

## Involverte parter

- Nordland fylkeskommune
- Bodø kommune
- Lokalt Vegvesen i Bodø
- Statens Vegvesen
- Mobility Forus
- Sensible 4
- Boreal
- Toyota Norvik
- IF Forsikring

## Forprosjekt

Prosjektet startet opp siste kvartal 2019 med forberedelser og planlegging for å gjennomføre et prosjekt med en rute for selvkjørende buss mellom Bodø flyplass og havneområdet i Bodø sentrum. Det ble foretatt risikovurderinger og forberedelser iht. tidligere prosesser fra andre prosjekt, søknad til Direktoratet ble klargjort på følgende rute: Hernesveveien – Prinsensgate – Moloveien – Storgata



## Endringer i trase og pandemi som påvirket prosjektet

I januar 2020 var prosjektet klar for innsending av søknad for utprøving av et kjøretøy av typen Arma fra Navya, men det ble satt på hold etter at det ble kjent for NFK at Bodø kommune hadde et større prosjekt for utbygging av vann- og kloakkrør i Hernesveien, noe som medførte stans i prosjektet og identifisering av ny rute med behov for kollektiv transport i Bodø sentrum.

Ny rute mellom Nordland sykehus og hurtigbåtterminalen i Bodø sentrum ble valgt som piloterings-trase, ettersom sykehuset mangler parkeringsplasser, hovedinngang

var flyttet til motsatt side av kollektivtrase og bussene ville passere parkeringshuset i Prinsensgate for parkering av privatbiler.

Proessen for ny søknad ble satt på hold da vi sto ovenfor en pandemi hvor blant annet Norge stengte ned, kollektivtransport skulle begrenses og kommune og fylkeskommunes ressurser måtte prioritere andre oppgaver.

Gjennom måneder med usikkerhet rundt pandemisituasjonen og nytt tidspunkt for oppstart i Bodø, var det jevnlig kontakt mellom Mobility Forus og NFK. Erfaringsoverføring fra Mobility Forus til NFK fra utprøvingen som gikk parallelt i Stavanger resulterte i endringer i valg av kjøretøy for Bodø. Dette var i hovedsak basert på erfaring for kjøring under ulike værforhold, hastighet og samarbeid med 3. partsleverandør. Anbefalingen fra Mobility Forus var minimum to kjøretøy og Sensible 4 teknologi levert i Toyota Proace.

Basert på erfaring Mobility Forus gjorde i Gjesdal prosjektet, håndterte Sensible 4 kjøretøy snø, sludd og is mye bedre, det var bedre flyt i kjøringen med Sensible 4 kjøretøy, bakkestigning var ikke en begrensning sammenlignet med Arma fra Navya og hastigheten ville endres fra 18 km/t til 30 km/t med Sensible 4 kjøretøy.

Ny søknad for ruten mellom sykehus og hurtigbåtterminal ble utarbeidet og sendt Direktoratet i november 2021 for utprøving av to elektriske Toyota Proace levert av Sensible 4. Prosjektet viste til globale leveranseutfordringer på flere ting, blant annet digitale og elektriske komponenter, noe som kunne påvirke leveranse av kjøretøy i Bodø. Prosjektet søkte derfor om en prosjektvarighet på 1 år, frem til 31.12.2022.

Leveransen av de selvkjørende bussene ble ikke som planlagt, men ble forsinket som fryktet. Etter opprinnelig plan skulle kjøretøy vært levert i Bodø for oppstart forprosjekt i februar 2022 med planlagt drift i mars 2022. Kjøretøy ble levert i Bodø i mai 2022. Pandemien påvirket også ressursplanleggingen for prosjektet. Boreal som leverte personell til kjøretøy opplevde en større mangel på sjåfører enn før pandemien inntraff, noe som var et nasjonalt problem for alle operatørselskapene.

Gjennom prosjektet i Bodø gjorde Mobility Forus viktige erfaringer fra utprøving av kjøretøyet Arma fra Navya i Stavanger, og basert på flere erfaringer som blant annet var hastighet og kjøretøyets håndtering av vær, bestemte prosjektet seg for å endre kjøretøy for Bodø. og erfaringer fra prosjekt i Stavanger med kjøretøyet Arma fra Navya, gjorde prosjektet endringer i plan og inngikk et samarbeid med finske Sensible 4 som kunne vise til høyere hastighet, stabilitet i vinterføre og et tidligere samarbeid med Mobility Forus.

## Erfaring oppstartsfase etter tildeling kontrakt

I oppstartsfasen var det flere endringer i selve rutetrase som resulterte i endringer i risikovurdering og skiltplan etter godkjenning. Endringene kom fra NFK/Bodø

kommune/Vegmyndigheter. Årsakene var planlagt vegarbeid i prosjektperioden og eksisterende parkering som ikke kunne endres i prosjektperioden. Endringene medførte forsinkelser i søknadsprosessen og kostnadsøkning for NFK. Basert på erfaring bør ruten være forankret med lokale involverte parter hvor vegarbeid og planlagte aktiviteter er kjent i ruten før søknadsprosessen startes.

Ettersom prosjektet ble påvirket av de globale forsinkelsene som var forårsaket av pandemien var det allikevel jevnlig møter og dialog mellom NFK, Bodø kommune og Mobility Forus/Boreal. Gjennom månedlige statusmøter hvor også Sensible 4 deltok fikk prosjektet god oppdatering på fremgang i ombygging, testing og fremdrift. NFK viste forståelse for situasjonen som lå utenfor Mobility Forus/Boreal kontroll.

Som et resultat av flere utsettelse av oppstart ble også rekrutterings prosessen krevende. Boreal utlyste stillingene gjennom media ved flere anledninger som måtte trekkes og endres på, ettersom datoene ble forskjøvet. Med så mye endringer ble selve ressursanskaffelsen meget krevende og uforutsigbar. Boreal ansatte en lokal person som skulle ha ansvar for rekruttering og operatør-teamet, noe som vi i etterkant vil se som en forutsetning for å lykkes. En prosjektgjennomføring med autonom kollektivtransport for publikum krever lokal tilstedeværelse og kan ikke med god nok kvalitet utføres fra en annen by uten dedikert personell til stede fysisk.

Mobility Forus fikk noen endringsordre for arbeid utenfor kontrakt som gikk ut på kommunikasjon og mediasaker.

## Erfaring igangsettelse og innkjøringsfase

Collicare var selskapet som ble benyttet for frakt for kjøretøy fra Helsinki til Bodø. Selskapet har god erfaring med frakt av selvkjørende kjøretøy fra Finland til Norge. Erfaringen viste at Tolldeklarereringen må være registrert under kkode 55 og ikke 58, det må benyttes CoC/NA 2201 i originaldokument, fullmakt fra eier om registrering med norske skilt og en proformafaktura.

Personell fra Bodø trafikkstasjon gjennomgikk teknisk sjekk og kontroll av dokumenter.

Kjøretøyene ble registrert samme dag som ankomst.



Bilde viser kjøretøy ankomme Bodø på trafikkstasjonen



Når kjøretøyene var på plass i Bodø i mai var dedikert personell fra Sensible 4 til stede med to ressurser for programmering og tilpasning av kjøretøy i rute. Selve innkjøring og programmeringen tok 14 dager som vi anser som tilstrekkelig.

Innkjøringsperiode var ferdigstilt ihht. Plan, 20. juni og ruteproduksjon startet uten passasjerer etter ønske fra prosjektleder i NFK. Åpningsdagen 28. juni var første dag passasjerer. Sensible 4 var til stede i Bodø for å gi opplæring ihht. Styrende dokumentasjon. Operatørteamet bestående av 5 operatører var sertifisert og utgjorde operatørteamet frem til andre runde med operer ble sertifisert. Totalt hadde



teamet 9 sertifiserte personer.. Ny runde med opplæring av ytterligere 4 operatører startet 11. juli og teamet var komplett for full operativ rute fra august.

## Opplæring

Innføring og overordnet informasjon om hovedprosjektet og arbeidspakke 7 selvkjørende buss i Smarter Transport Bodø ble gjennomført av prosjekteier NFK

Innføring i leveransen selvkjørende buss med planer, risikovurdering, beredskapsplaner, internkommunikasjon og samarbeidsflater ble utført av Mobility Forus

Opplæring og innføring i kjøretøy med en teoretisk del og en praktisk del ble gjennomført av Sensible 4.

Ettersom operatørteamet ikke var på plass i sin helhet, fikk prosjektet problemer med full drift fra starten av pga. manglende personell, og så seg nødt til å starte med ett kjøretøy den første måneden i påvente på ny opplæringsrunde for å ha nok personell til å dekke kjøring mellom kl 0700-2100 hver dag.

To bolker med opplæring medførte et dårligere transporttilbud for publikum og høyere kostnader for involverte parter.

Erfaringen vi har gjort oss er at en tydelig plan for hvordan opplæring skal gjennomføres fra Sensible 4 må forbedres. Brukermanual og opplæringsprosedyre bør sendes ut i forkant av kurset slik at tiden som benyttes brukes mer effektivt.

Det bør legges opp til flere bolker med praktisk opplæring med færre personer i kjøretøy, og det bør økes trening på lukket/dedikerte områder utenfor trase.

Erfaring Mobility Forus har gjort seg fra dette prosjektet og andre prosjektet er at det er svært sårbart å ikke ha dedikert personell internt i MF som kan gjennomføre opplæringen. Ettersom prosjektene har vist seg å være vanskelige å detaljplanlegge med flere kritiske leveranser, er det parallelt vanskelig å ha hele operatør teamet på plass til en kritisk dato for opplæring. Med sertifisert personell internt har man større fleksibilitet og man kan ta opplæring i flere bolker uten å være avhengig av utenlandsk personell med begrenset kapasitet. Dette fikk vi erfare i prosjektet noe som resulterte i at ruteproduksjon gikk halvert i lenger tid enn nødvendig, for når ressurser var på plass var ikke personell fra Sensible 4 tilgjengelig. Det må også nevnes at prosjektet startet opp midt i fellesferien, som i seg selv kan by på ressursmangel og strammere fleksibilitet i turnusoppsett.

Gjennom prosjektet har vi også erfart at bemanning er sårbart når det oppstår fravær i driftsteamet. Det er omfattende trening og opplæring som må til for en sertifisering, og det er stor forskjell på en sjåfør som må erstattes i et ordinært kjøretøy. Sensible 4 hadde sertifisert personell til stede i 4 uker for innkjøring av rute og opplæring av personell. Innkjøringsperiode og tilpasning i rute gikk etter plan tidsmessig, men det

var utfordring i Bankgata pga. vikeplikt og høy trafikk, noe som resulterte i at operatørene måtte være mer aktive og overta kjøring ved krysning av gaten for å redusere risiko for uønsket hendelse.





Bildene over viser området som ble brukt for opplæring og innføring for operatørene

## Åpning

I innkjøringsperioden var det mye mediaoppmerksomhet fra Smarter Transport Bodø med god informasjon til publikum på aktivitetene som pågikk. Informasjon rundt innkjøring uten publikum og åpningsdato var et viktig element.

Selve åpningsdagen med en flott åpningsfest for byens innbyggere og involverte parter var en suksess. Smartere Transport Bodø delte informasjon rundt hovedprosjektet og viktigheten med å teste ut selvkjørende som en del av kollektivtransporten i Bodø og hva som var prosjektets mål. Det var god media dekning og prosjektet opplevde stor interesse hos publikum.





Bilder over er fra åpningsfesten i Bodø sentrum arrangert av Nordland Fylkeskommune

## Erfaring pilotering

Piloteringen startet på samme tid som fellesferien, noe som i seg selv var utfordrende ifht. involvert personell både hos oppdragsgiver og leverandører. Prosjektet tolket lave besøkstall i kjøretøy dithen at flere av de faste innbyggerne var bortreist og turistene var ikke godt nok kjent med tilbudet, samt ruten mellom hurtigbåtterminal og sykehuset ikke var særlig behov for tilreisende.

Prosjektet forventet økning i besøkende etter fellesferie og en større interesse rundt denne gratis transporttjenesten enn det som det i realiteten, med et gjennomsnitt på 240 passasjerer i måneden. Sammenlignet med andre piloter ser vi at det bør planlegges pilotering i minst ett år for å få publikum til å endre vaner og benytte denne nye formen for transportløsning.

Forbikjøringer derimot gjorde prosjektet observasjon på at det gikk gradvis ned gjennom månedene med pilotering, noe som viser seg er samme data innhentet fra tidligere piloter.

Feilparkerte biler og manglende respekt for nye trafikkregler erfarte prosjektet var et vedvarende problem som ble rapportert til kommunen for å øke kontroll. Feilparkerte biler påvirker autonom kjøring når biler står for langt ut i veibanen og manglende overhold av vikeplikt eller avstand medførte også harde og unødvendige stopp.

Operatørteamet opplevde at flyten i kjøringen var bedre i starten av prosjektet når personell fra Sensible 4 var i Bodø for å gjøre justeringer etter innkjøring sammenlignet med drift etter noen måneder. Det var uløste problemstillinger som gikk på plutselige brems på ulike steder, noe som reduserte flyten og opplevelsen både for operatør og passasjer.

August var preget av mye regn og vind, noe som ga utfordringer i flere stopp under kjøring fordi sensorene har oppfattet dette som hindringer. Mobility Forus registrerte at Sensible4 kjøretøy i Bodø var mye mer sensitive og hadde ikke samme flyt i kjøring under disse forholdene sammenlignet med piloten i Gjesdal. Operatørene vurderte dette som en risiko og kjøre manuelt når det har vært veldig mye regn for å bedre flyten i trafikken. Sensible 4 ankom Bodø 31. august for å gjennomgå ruten og bilene og for å forbedre problematikken rundt stopp i krysningsspunkt.

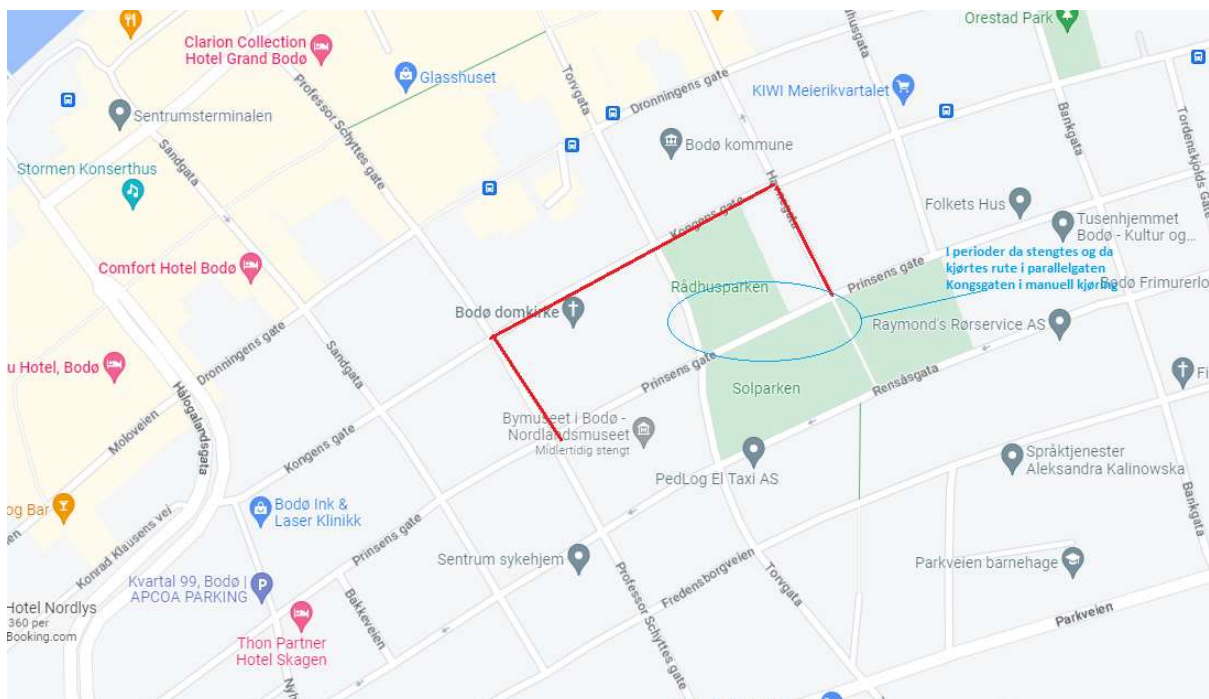
Sensible 4 kjøretøy forventes å håndtere alle typer vær så det var behov for dyptgående kartlegging for å forbedre flyten ble gjort noe som resulterte i full oppdatering som ga positive resultater.

Valgt rute mellom sykehus og hurtigbåtterminal viste seg også å være den mest komplekse ruten for selvkjørende gjort i Norge, sett i lyset av

- annen trafikk
- kryss med vikeplikt for motgående trafikk
- krysning i Bankgata med vikeplikt
- parkering for turistbusser for av/påstigning ble brukt i Hålogalandsveien

- Nye trafikkregler som parkering forbudt flere steder langs ruten ikke ble overholdt
- Vegetasjon i deler av trase

Ettersom ruten gikk gjennom parken måtte prosjektet finne alternativ rute når det var arrangementer og parken var stengt. Dette medførte flere uker med kjøring manuelt utenfor trase og ble forstyrrende for driften og den autonome kjøringen. Ihht. regelverket er det ikke lov å bruke det autonome system utenfor godkjent rute. Bilde under viste alternativt trase som ble benyttet når parken var stengt:



Nye og ukjente utfordringer og observasjoner ble gjort på software siden som tok tid å løse og Mobility Forus og Sensible 4 har konkludert med at det ikke ble gjort tilstrekkelig IAT/FAT før kjøretøy ble sendt fra Helsinki til Bodø. Sensible 4 gjennomførte og dokumenterte testene og dokumenter ble sendt involverte parter i Vegvesenet. Leveransen av kjøretøy var satt til absolutt siste frist mai 2022 og leveranse etter det ville resultere i et kansellert prosjekt. Dette var krav fra Samferdselsdirektoratet som tildelte midler for Smarter Transport Bodø. Sett i lyset av dette anbefaler vi at omfattende testing må gjøres når helt nye kjøretøy skal settes på vei med annen trafikk. Frister for prosjektgjennomføring må hensyn ta teknologien i så måte.

Det var et tett samarbeid mellom operatørteam, Mobility Forus og Sensible 4 for utbedringer etter behov, men erfaringer prosjektet har gjort seg er at det må være et erfarent og trent personell fysisk til stede under pilotering. Dette er både for at driften og arbeidet for utbedring på teknisk skal gjennomføres mer effektivt, men også fordi

et uerfarent operatørteam ikke opplever samme støtten og samarbeidet når erfarent personell ikke har tilstedeværelse gjennom daglig drift. Anbefaling til fremtidige prosjekt er at erfarent personell fra operatør har fysisk tilstedeværelse i den daglige driften.

Etter hvert som løv falt av trær ble det tolket som hindringer av lidars, noe som medførte redusert hastighet og påvirket flyt i kjøringen. Også her valgte operatør å kjøre manuelt ved passering av flere trær langs Hålogalandveien.

Det typiske vinterværet var uvanlig fraværende i november måned, snø og is som var forventet ble til mye regn. Svært mye vind påvirket kjøretøyene annerledes enn forventet. Fra tidligere utprøvinger påvirket ikke vind, og snøfokk i samme grad som det gjorde i Bodø. De nye dieselkjøretøyene med Sensible 4 SW viste seg å være langt mer sensitive for ytre påvirkning som vind, sand, løv, snøfokk osv. Når været sto på som verst i Bodø var operatørens vurdering at kjøretøyet måtte legges om til manuell kjøring pga. sikkerhet og komfort for seg selv og publikum. Basert på data og erfaringer innhentet fra operatørene håndterte ikke kjøretøyene i Bodø mye regn så bra som forventet. Kjøretøyene stoppet og flyten i kjøringen ble fraværende med mye regn, noe som resulterte i at operatør la om til manuell kjøring for å sørge for flyt i trafikken og en bedre opplevelse for seg selv og besøkende i bussen. Til tider var det ubehagelig å være om bord når det var såpass mye harde stopp pga. regnmassene.

Gjennom hele prosjektperioden var det ukentlige statusmøte, både for teknisk og for prosjektstyring sammen med alle involverte parter.

Gjennom disse ukentlige statusmøtene var det åpen og god dialog under faste punkter

- Status kjøretøy og operatørteam
- Status rutetrase og annen trafikk
- Status innhenting av data fra systemplattform
- Status arrangement og evt. planlagte aktiviteter som ville påvirke kjøring

Mobility Forus utarbeidet møtereferat som ble sendt ut i etterkant av møtene og det ble sendt ut en månedlig rapport med detaljerte data og parametere for besøkende og deres bruk av transporttilbudet, forstyrrelser for drift som skyldes ekstern påvirkning, software utfordringer og status problemløsninger.

Prosjektet fakturerte ihht. fastpris og det var ingen endringsordre fra Nordland fylkeskommune etter oppstart i mai.

Samarbeidsformen mellom involverte parter fungerte bra, prosjektgjennomføringen opplevdes som en teamleveranse hvor det var svært god prosjektstyring fra Nordland fylkeskommune og Bodø.



Samarbeid mellom Sensible 4 og Mobility Forus var en viktig del av prosjektet. Begge parter ønsket å få analysert loggene av eventuelle problemer med softwaren, noe som resulterte i at mye av denne dataen ble samlet underveis i prosjektet.

Innsamling av loggdata fra kjøretøyene ble utført ved hjelp av USB-pinne. Dataene ble lastet opp til en server som var plassert på kontoret til prosjektlederen i Bodø. En av operatørene hadde ansvaret for å utføre dette arbeidet, som innebar å kopiere dataene fra USB-pinnen til serveren. Dette var en viktig del av prosessen for å kunne analysere loggene og identifisere eventuelle problemer med softwaren.

Selv om det var flere saker som ikke ble løst gjennom prosjektperioden, erfarte operatørteamet at det var fremgang og utbedring. Samarbeid med erfaringsoverføring og samhandling for utbedring av de ulike ble håndtert daglig og overordnet gjennom ukentlige møter mellom Sensible 4 og Mobility Forus, hvor man kunne diskutere og oppdatere hverandre på statusene.

I tillegg til dette, ble andre digitale plattformer også brukt for kommunikasjon. På denne måten kunne man ha daglig korrespondanse og oversikt.

Vi kan trekke frem de sakene som for prosjektet var vanskeligst å løse og som sto åpne da prosjektet ble avsluttet:

- “Missing collision detection” dette var en feil som oppstod på tilfeldige plasser. kontrollsystemet tolket det som om noe trykket på nødstoppen, noe som resulterte i at operatør fikk en hard brems og måtte omstarte systemet før kjøringen kunne tas opp igjen.
- Bankgata-krysset  
Utfordring ved Bankgata-krysset Sensible 4 kjøretøy kjørte for sakte i kryssende veibane, noe som resulterte i kun manuell kjøring i denne situasjonen. Akselerasjonen og responsen ved krysset var for lav.
- Utfordrende værforhold  
førte til unødvendig bremsing og rykkete kjøring i Bodø. Kjøringen ble spesielt utfordrende i kraftig regn, og manuell intervensjon var nødvendig inntil det verste været var over.  
Sensible 4 hadde jobbet med å forbedre evnen til å kjøre i dårlig vær, med fokus på snøforhold. Tilbakemeldingene og dataene som ble mottatt fra Bodø var imidlertid svært nyttige for å forbedre deteksjonsalgoritmene for kraftig regn og fallende blader.
- Parkerte biler

Biler som stod parkert langs ruten, eller langs siden på kryssende vei skapte ofte unødvendig bremsing. Sensible 4-programvaren brukte en «detection zone based speed planning», som sakk ned for alle hindringer som ble oppdaget i et forhåndsdefinert område (ROI). Denne tilnærmingen var ikke effektiv for å løse problemet med biler parkert langs sidene av veiene. For å fikse denne feilen krever

store endringer i algoritmen for gjenkjenning av hindringer i Sensible 4-programvaren. Arbeidet var i gang, men det tok flere måneder å implementere disse endringene. Derfor var det ikke mulig å oppdatere programvaren i tide for Bodø-utgivelsen.

Vegetasjon langs ruten skapte også utfordringer. I tidlige fase av prosjektet var det nødvendig å trimme vegetasjon og trær for å sikre at kjøretøy kunne bevege seg uten at sensorene skulle se på dette som hindringer. Størrelsen på vegetasjon og trær kan ha innvirkning på kjøretøyene om de endrer form etter programmering.

Den største faktor som har påvirket prosjektet er den sterke vinden og bevegelser i trær. Denne har også ført til at vegetasjon og løv har blåst foran kjøretøy, noe som kan være en sikkerhetsrisiko. I tillegg har sand og støv som blåses opp vært en utfordring innimellom, da dette kan påvirke sikten/tolkningen for sensorene.

I løpet av prosjektet har det blitt klart at autonom kjøring i Toyota Proace EV-kjøretøyer kan være utfordrende under svært dårlige værforhold. Optiske sensorer, som er en viktig komponent for å muliggjøre autonom kjøring, kan bli blokkert av tett regn og snø, noe som fører til hakket bremsing og gjør at kjøretøyet ikke er i stand til å fortsette driften. Operatøren har derfor vært nødt til å kjøre manuelt for å unngå hakket bremsing.

Sensible 4 har tatt ut logger for å analysere problemene, og det har vist seg at disse elektriske kjøretøyene har en ny softwareplattform sammenlignet med dieselkjøretøyene som ble brukt i Gjesdal. I den nye softwaren, ble det opplyst at den har mer diagnostikk som bidrar til at bilene ikke oppfører seg på forventet måte. Imidlertid har Sensible 4 ikke vært i stand til å oppdatere de relevante parametrene, da det har vært mangel på muligheter for testing i snøvær etter den nye utgivelsen. Softwaren ser ut til å være litt umoden sammenlignet med den eldre utgaven, som ikke hadde store problemer med værforholdene. Det kan derfor være nyttig å undersøke muligheten for å forbedre softwaren slik at kjøretøyene kan fungere bedre under dårlige værforhold.

Prosjektets erfaring med søppeldunker ble også en ny erfaring. På søppelhentedagen har vært situasjoner langs ruten som kom litt overraskende på da søppeldunker lå i veibanen og ga forstyrrelser i autonom kjøring. I tillegg har det vært tilfeller av søppeldunker som har blitt satt for langt ut i veibanen, noe som har kommet inn ruten til kjøretøyet. Dette har ikke vært et problem langs hele traseen, men har hovedsakelig vært et problem langs Prinsens gate. Dette kan mulig føre til sikkerhetsproblemer og bør tas hensyn til i fremtidig planlegging.

Etter å ha gjennomført en testkjøring under vanlige vinterforhold i Bodø med snø og is, kan vi konkludere med at systemet for autonom kjøring må forbedres før det kan kjøres sikkert (auto-mode) under slike forhold. Softwaren har samme pådrag på

fartsøkninger og nedbremsinger som om det skulle være bar vei, noe som førte farlige utglidninger, spesielt i sving. Dette, kombinert med nedbremsinger på grunn av lett snøfokk og brøytekanter, førte til at mye av testingen gjennomføres i manuell modus for å hindre farlige situasjoner og at kjøretøyet selv ikke kan kjøre forbi eventuelle hindringer.

I løpet av prosjektet ble det implementert Trajectory speed scaling i Sensible 4's autonome software. Det har tidligere eksistert en hastighetsskaleringsfunksjon i programvaren (Denne hadde vi i Gjesdal fra start), men denne ble midlertidig fjernet som en del av en omstrukturering av programvaren. Imidlertid er det mulig å skalere hastigheten manuelt ved å endre den eksisterende traseen ved hjelp av den nye implementasjonen. Denne endringen gjøres ved å skalere hastigheten med en prosentverdi av den opprinnelige hastigheten. Dette betyr at hastighetsskaleringen er gyldig for hele ruten, med en prosentverdi på den opprinnelige hastigheten.

For en kortere periode så vi at denne implementeringen ga positive resultater, noe som førte til at operatørene brukte auto mode mer. Da det kom mer snø ble brøytekanterne større og mer uryddige. I noen tilfeller kom brøytekanterne også ut i veibanen, noe som skapte problemer når andre parkerte biler også måtte stå lenger ut i veien på grunn av alt snøen som lå.

I planleggingsfasen hadde vi fått beskjed om at brøymanskapet i Bodø er veldig nøye, men det viser seg at brøytingen ikke var tilstrekkelig nok for å sikre fri kjørebane i auto modus. Det vi erfarte er at det er helt essensielt at brøytingen blir gjort helt inntil fortauskanten for å sikre at trase for kjøretøyene endres betraktelig og hindrer autonom kjøring. Dersom det kommer veldig mye snø, bør det vurderes å fjerne noe av snøen for å sikre at det er nok plass til både andre bilister sammen med autonome kjøretøy. Det bør vurderes utprøving av autonom snøfreser/brøytebil i perioder områder hvor dette er et kjent problem.



Når det ble svært lav temperatur erfarte vi også at driftstimene måtte kortes ned da temperatur påvirket strøm i kjøretøy.

Det var også nødvendig å bruke mer varme for å holde rutene klare på grunn av snø og til dels ising. Bilen viste også dårlige vintereregenskaper i manuell modus, med kun forhjulsdrift og piggfrie vinterdekk. Disse egenskapene viste seg ikke å være tilstrekkelige under de vinterforholdene vi opplevde.

Vi erfarte at piggdekk var nødvendig i vinterperioden for å sikre best mulig kjøring under vinterforhold og 4 hjulstrekk ville klart vært gunstig. Vi så også at de oppsatte timer ruteproduksjonen ikke var i forenelig med batteriets kapasitet når temperaturen var lav. Dette førte til at skiftet måtte avsluttes noe tidligere enn planlagt og satt turetidspunkt ikke kunne overholdes. Det er viktig å ta hensyn til dette i fremtidig planlegging og sørge for at ruteproduksjonen ikke overstiger batteriets kapasitet, spesielt under kalde vinterforhold.

I oktober erfarte vi en situasjon med en fotgjenger som gikk over fotgjengerfelt hvor kjøretøyet fortsatte kjøringen uten å slakke ned fart. Personen som kontaktet Smartere Transport Bodø opplevde situasjonen som skremmende, ettersom forventning om full stopp og prioritet var tilstede.. Analyser utført av Sensible 4 viste at software/kjøretøyet håndterte situasjonen som planlagt, men operatøren ikke hadde fulgt opplæringen som var gitt.



Etter analyse av situasjonen, ble det konkludert med at fotgjengeren var til stede, men kjøretøyet hadde ikke saktet ned hastigheten fordi fotgjengeren ikke var nær nok til å trigge "safety zone slowing down". Hastigheten var 17km/t da kjøretøyet passerte fotgjengeren.

Kjøretøyene har et system som kan se og følge med på ting som er nærme bilen mens den kjører. Dette området kalles " safety zone " og det vises som en gul sone på bilens skjerm. Hvis bilen ser noe i sikkerhetsområdet, vil den automatisk kjøre

sakte (10 km/t). Vanligvis er sikkerhetsområdet 55cm bredere enn bilen på begge sider, men det kan endres avhengig av hvor bilen kjører. Dette er for å sørge for at bilens passasjerer og andre trafikanter er trygge.

Som et resultat av analysen, ble det blitt iverksatt tiltak for å sikre at operatørene fulget opplæringen og for å forbedre sikkerheten for fotgjengere.

Sensible 4 gjennomgikk opplæringsmaterialet til operatøren. Fokuset for gjennomgangen var å avgjøre om materialet tydelig forklarer hvordan systemet oppfører seg i ulike situasjoner og hvordan interesseområdene (ROI) visualiseres.

Teknisk vurdering av situasjonen:

kjøretøyet oppførte seg som det var designet til å gjøre. Operatøren, som er ansvarlig for kjøretøyet, skulle ha intervenert som instruert. Lenger opp i rapporten nevnes det umodenheter med "ROI-områder" (Region of Interest), og at gjeldende funksjonalitet ikke støtter dem på grunn av muligheten for motgående trafikk.

Dessuten anses det som en større risiko å ha ROI-områder bare på noen fotgjengerfelt i stedet for ingen i det hele tatt, da dette kan skape forvirring for operatører om når og hvor de skal vike for fotgjengere.

Det er også nevnt at fotgjengeren i spørsmålet ikke var i "yellow safety zone," så kjøretøyet begynte ikke å bremse. Den gjeldende funksjonaliteten for hindringsdeteksjon på kjøretøyet er slik at det ikke følger eller sporer objekter rundt kjøretøyet, men bremser kun ned i forhåndsdesignede ROI-områder og i sikkerhetsonen til kjøretøyet.

Kjøretøyets bredde er 2,2 meter og bredden på sikkerhetsonen er 3,1 meter, og kjøretøyet bremser ned når en hindring er innenfor 55 cm fra kjøretøyets ytterkant. Fotgjengerovergang handlinger er ikke automatisert. Operatøren må vike for fotgjengere med mindre de er i området med «safety bumper» altså at fotgjengeren er i selve pathen, foran kjøretøyet.

Gjennom piloteringen opplevde vi to hendelser der skjermholderen til Sensible 4-monitoren knakk. Begge gangene var det nødvendig å kontakte Sensible 4 for å få tilsendt nye deler for å reparere skaden. Begge gangene ble erstatningsdelene levert og installert uten problemer, og det var ingen ytterligere skade eller ulemper som følge av hendelsene.

Vi opplevde også en hendelse der platen som var montert på bremsepedalen falt av. Under platen var det stod det noen micro switcher, og dette førte til at bremsesystemet ikke fungerte som det skulle. Vi kontaktet Sensible 4 for å få tilsendt nye deler og et instruksjonsdokument for å utføre reparasjonen. Sensible 4 svarte raskt og sendte ut nye deler sammen med et detaljert instruksjonsdokument. Vi fulgte instruksjonene og reparasjonen ble utført uten problemer. Etter reparasjonen

fungerte bremsesystemet som det skulle, og det var ingen ytterligere skade eller ulemper som følge av hendelsen.

Kjøretøyet fikk en karosseri-skade bak på høyre side under kjøring i Bankgata. I forbindelse med et stopp for fotgjengere i gangoverfeltene, ble bilen påkjørt bakfra på høyre side av en mopedist. Ingen personskader ble registrert.

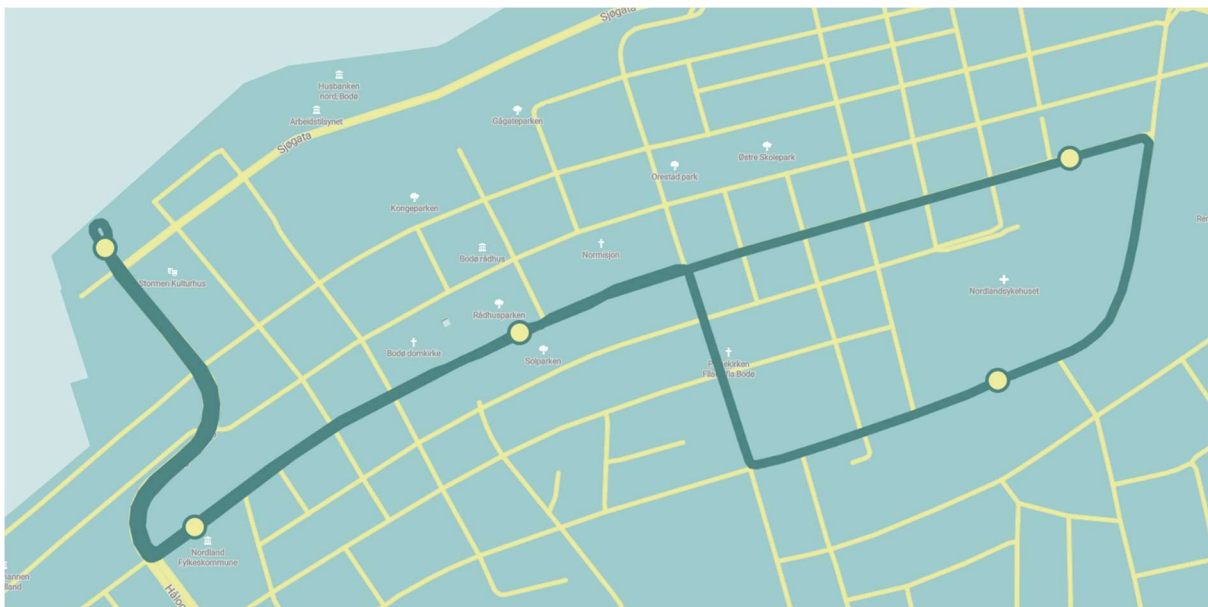


## Supervision portal, JIMA plattform for drift

For å overvåke drift og innhente data fra operatørene digitalt utviklet Mobility Forus og Robotic Innovation en plattform med systemintegrasjon fra kjøretøy og innhenting av data fra operatør.

Nettapplikasjonen som kjøres i skyen er for å gi mulighet for real-time overvåkning av operasjoner for Mobility Forus. Operatørteamet både i kjøretøy og ledelsen anså implementeringen som et stort kvalitetsløft da det ble implementert i august. Systemet ble benyttet for å kunne logge og lagre data kontinuerlig gjennom utprøvingen samt tilby funksjoner basert på ønsker fra kunden.

Applikasjonen var bygget med tanke på å gi tilgang til sanntids-informasjon og analytisk data, slik at det var enkelt å holde oversikt over driften og feilretting. Det var også mulig å legge sanntid i Smartere transport Bodø's hjemmeside slik at publikum kunne se hvor bilene befant seg til enhver tid. data i sanntid

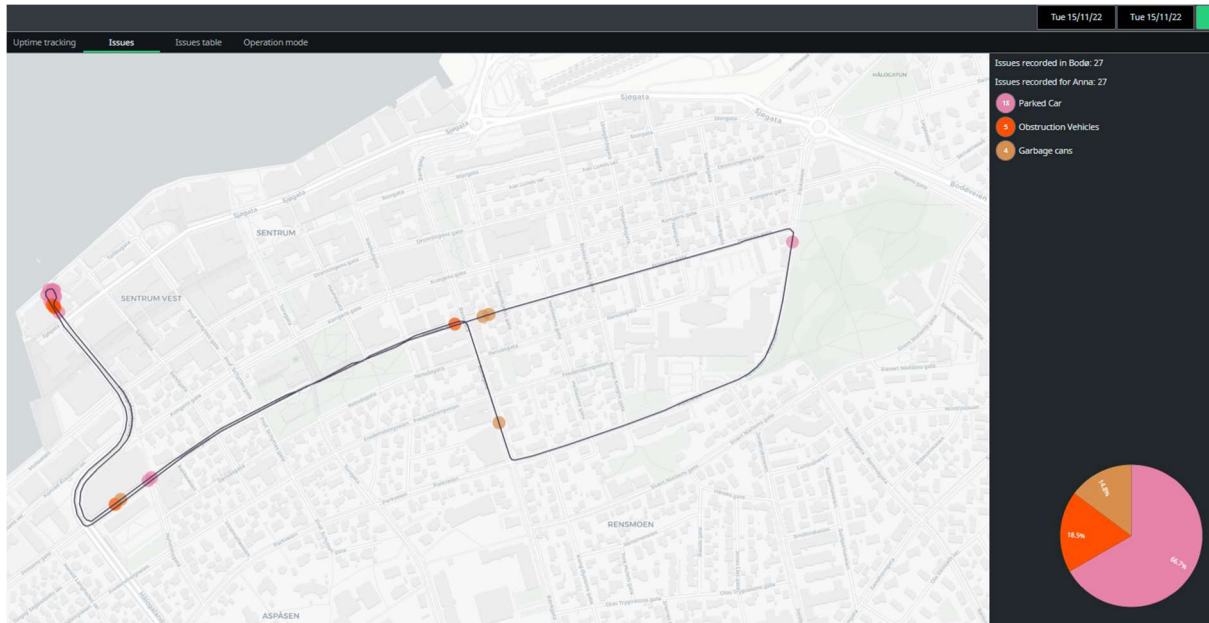


Bilde viser rute fra Smarter Transport Bodø's nettside

For Mobility Forus var plattformen essensiell for drift, som et kontrollrom for innsamling av data og overvåking til enhver tid. Plattformen bidro til en sikrer drift hvor data benyttes til intern videreutvikling og forbedring, men også for å få kunnskap om hvordan miljøet rundt kjøretøyene påvirket driften. Gjennom dataen som ble samlet og erfaring vi gjorde var det lettere å identifisere ulike tiltak ved behov.



Plattformen ga muligheten til å lagre og hente ut data om hvor passasjerene kommer om bord, samt data om de mest brukte buss-stoppene. Registrering av kjørt distanse både manuelt og autonomt med et «heat-kart» som viste hvor i ruten det oppsto hindringer.



Settings

Units Locations **Issues** Issue e-mail Bus Stop Severity Users Sessions

New Delete

Description	Active	Email
Dangerous overtaking	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parked Car	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intentional disturbance	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obstruction Vehicles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obstruction Pedestrians	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vegetation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Garbage cans	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puddles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Icy Road	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Bilder viser skjerm for innsamling av data fra kjøretøy og trase for i plattformen.



Plattformen er et verktøy som gir oss en bedre oversikt over prosjektet og gir oss muligheten til å jobbe mer effektivt og proaktivt. Applikasjonen var viktig for å sikre en digital innsamling av data fra piloteringen slik at rapportering til involverte parter har vært detaljert og riktig. Gjennom data har prosjektet også hatt en større mulighet til å identifisere utfordringer langs trase og jobbe med korrigerende tiltak.

Tilbakemeldinger fra operatørteamet har vært svært positiv, både fordi det har vært lettere å registrere alle viktige hendelser, men også fordi systemet gir dem viktig informasjon for kontinuerlig forbedring. Det er benyttet en felles bruker for hvert av kjøretøyene og via en app har operatørene registrert under drift. Denne dataen er viktig for å lære og forstå traseen bedre, men også for å forstå begrensningene i software som vi benyttet for autonom kjøring.

Anbefaling for fremtidige prosjekt er at en systemintegrasjonsplattform skal benyttes for drift for digital innsamling av data fra trase og fra kjøretøy, samt kontrollovervåking med live data.

## Samarbeid med Akademia

Prosjektet deltok på et arrangement ledet av Universitet i Nord for å presentere STB med fokus på autonomi som et av flere viktige tiltak for å redusere privatbilbruken. Det var godt oppmøte, de fleste utenlandske studenter innen «Global leadership» og det var også interesse fra ledelsen på universitetet om videre samarbeid rundt autonomi og fremtidsrettet transport. Studenter fra universitetet var også utplassert til Smartere Transport Nordland, og prosjektet fikk stor glede av å ha med studentene som en del av prosjektorganisasjonen.

Bilde under viser prosjektleder Rune Eiterfjord og studentene og besøk i kjøretøy



## Erfaringer avslutningsfase

Ettersom prosjektet var svært forsinket forårsaket av pandemi og globale utfordringer på leveranse av elektriske kjøretøy med en oppstart i mai, så prosjektet behovet for å utvide testperioden til ut mars 2023 for å innhente data over tid med testing i vintervær. Alle involverte parter så dette som svært essensielt og var villige til å gå inn med et stort omfang av egeninnsats for å holde kostnader nede.

På tross av stor velvilje hvor privat næringsliv både tilbydde gratis leasing og kun kostnader som dekker forsikring, lisenser og selvkost for bemanning, lyktes ikke Nordland fylkeskommune å innhente finansiering so ville gi svært viktig data og erfaring med autonom kjøring i hardt Nordlands vintervær.

Erfaringsmessig er også at det tar tid å endre folks vaner. Et prosjekt med en varighet på 6 måneder synes å være for kort basert på andre piloter som har hatt en varlighet på 2 år noe som sannsynlig ville bidratt til at dette tilbudet ville hatt flere passasjerer og mer læring og ikke minst bidratt til mer teknologisk utvikling.

Prosjektet anbefaler at det åpnes for å teste ut kjøretøy uten operatør på lukket område når produsentene av kjøretøyet åpner for det, slik at utprøvingen gradvis 16 nærmer seg autonome kjøretøy helt uten operatør hvor fjernstyring og kontrollrom overtar. Prosjektet anbefaler at flere utprøvinger gjøres for å få bred kunnskap om hvordan autonome kjøretøy vil bidra til å oppnå offentlige mål. Å prøve ut flere løsninger hvor autonom transport kan tilbys gjennom flåter integrert med offentlig transport. Å teste ut ny teknologi for å øke tilgang på offentlig kommunikasjon og for få se på effekten en sømløs kollektivreise har for ytterligere redusert privatbilbruk.

## Faktatall:

Beskrivelse	opstartsfasen (28. juni-7. juni)	juli	august	september	oktober	november	desember	sum
Kilometer kjørt i autonom kjøring	737	1580	1587	1898	3420	1660	284	11166
Kilometer kjørt i manuell kjøring	225	939	2774	784	1111	1603	939	8375
Antall forbikjøringer	16	40	22	20	23	9	4	134
Antall feil parkerte biler	159	213	340	259	336	619	51	1977
Antall passasjerer	128	250	347	300	248	381	49	1703