

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift

**Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet**

(Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

[www.trafikdage.dk/artikelarkiv](http://www.trafikdage.dk/artikelarkiv)



# Forsøg med førerløs bus i rutedrift på sygehuse i Region Sjælland

*Mads Bergendorff, Trafikselskabet Movia, [mab@moviatrafik.dk](mailto:mab@moviatrafik.dk)*

*Anette Enemark, Trafikselskabet Movia, [aen@moviatrafik.dk](mailto:aen@moviatrafik.dk)*

*Tommy Jonasson, Trafikselskabet Movia, [tjn@moviatrafik.dk](mailto:tjn@moviatrafik.dk)*

*Jakob Keinicke Sørensen, Metroselskabet, [jks@m.dk](mailto:jks@m.dk)*

*Helge Erlandsen, Metroselskabet, [he@m.dk](mailto:he@m.dk)*

---

## Abstrakt

Trafikselskabet Movia har sammen med Metroselskabet, Region Sjælland og Region Hovedstaden etableret et strategisk samarbejde for at teste, evaluere og formidle erfaringer fra de første forsøg med førerløse teknologi i kollektiv trafik i Danmark.

Det første forsøg er Sygehusforsøget, som over tre faser i perioden 2018-2019 gradvist tester og udfordrer busteknologien, driften og kundeaccepten på Sjællands Universitetshospital Køge og Slagelse Sygehus.

Denne artikel opsummerer de allerførste erfaringer med forberedelser, busteknologi, rutedrift og kundeerfaringer.

---

## 1. Indledning

En lille Movia-gul førerløs minibus med linjenummer 249 har i foråret og sommeren 2018 trillet frem og tilbage i den næsten 400 meter lange vandrehal på Sjællands Universitetshospital, Køge, som Danmarks første førerløse bus i rutedrift. Maksimalhastigheden er 3,6 km/t og selvom bussen kører autonomt er den bemannet med en fører for en sikkerheds skyld.

Umiddelbart kan det lyde som om der er tale om en ren gimmick og "cirkuskørsel", for hvad laver Trafikselskabet Movia med kørsel indendørs på et sygehus? Hvilken berettigelse har en minibus til 8 siddende personer, der kører så langsomt og på sådan en kort strækning? Og hvorfor skal den førerløse bus overhovedet være bemannet med en fører? Er teknologien virkelig så umoden? Og hvor er business casen for parterne bag? Er det ikke bare spild af skattepenge?

Der er selvfølgelig mening med galskaben og denne artikel vil forsøge at besvare ovenstående spørgsmål samt give et indblik i de første erfaringer, der er indhøstet i projektet, som går under navnet *Sygehusforsøget*.



Figur 1: Danmarks første førerløse bus, linje 249, indendørs på Sjællands Universitetshospital, Køge. Foto: Metro/Lene Skytthe.

## 1.1 Strategisk samarbejde

Movia, Metroselskabet, Region Sjælland og Region Hovedstaden er i 2017 gået sammen i et strategisk samarbejde omkring fremme af den førerløse teknologi til kollektiv trafik. Det langsigtede formål med samarbejdet er at sikre, at den førerløse teknologi indgår som en tidssvarende, integreret og konkurrencedygtig del af det fremtidige kollektive trafikssystem. På kortere sigt er formålet at samle og formidle viden fra nationale og internationale forsøg, specielt med henblik på at fremme mobiliteten og fastholde og tiltrække nye kunder i den kollektive transport. Ambitionen er:

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

Dette strategiske samarbejde dækker i første omgang perioden 2018-2020, og der er indgået en samarbejdsaftale med tilhørende økonomi, ressourcer og opgaver baseret på ovennævnte ambitioner. Det er vigtigt, at der er progression i de planlagte forsøg. Det sikrer, at Movia og Metroselskabet sammen med kommuner og regioner fortsat udfordrer teknologien. I tabel 1 nedenfor er listet syv parametre, der udfordres gennem testene.

Bussens hastighed	Trafikbillede	Kompleksitet	Anden infrastruktur	Drifttyper	Samdrift	Kundegrupper
5 km/t	Gående	Indendørs	Krydsende stier	Rutedrift	1 bus	Ikke tidsfølsom
15 km/t	Gå, cykel, P-søgning	Parkeringsområde	Krydsende boligveje	On demand på rute, behovsstop	2 busser	Mindre tidsfølsom
25 km/t	Blandet trafik max 30 km/t	Lokal boligvej og stier	Passere lyskryds	On demand korridor-dækning,	Flere busser	Mere tidsfølsom
35 km/t	Blandet trafik max 50 km/t	Mindre kommuneveje	Højre/venstre sving i lyskryds	Fladedækning	Flere forskellige busstørrelser	Meget tidsfølsom
45 km/t	Blandet trafik max 60 km/t	BRT strækning	Stationer/terminaler		12 m busser	
	Blandet trafik max 70 km/t	Kommuneveje	Rundkørsler		Ledbusser	

**Table 1: Progression in test of driverless buses for different parameters. Note that some parameters (columns) are not necessarily dependent on each other, the table should therefore be read vertically (source: Movia).**

Movia and Metroselskabet work in close cooperation with the municipalities and regions in Sjælland, which want to test driverless buses. The content and scope of the advice is agreed with the individual sponsors (municipality or region). The advice can consist of:

- Screening of routes and layout for operation (route plan, etc.)
- Bidding and safety approval, including contracting of an independent assessor for safety review (requirement in the test law)
- Bidding (bus and operator) and operator contract
- Application procedure in relation to the test law
- Evaluation of operational and passenger effects
- Communication plan and communication of results
- Project management

In the advice, Movia and Metroselskabet will support progression in the tests, so that the ongoing tests give new knowledge and experience and thus the best overall learning and knowledge building.

## 1.2 Nationalt samarbejde

Movia and Metroselskabet are working towards a broad national cooperation to test and promote driverless technology for public transport. We have established close cooperation with Aalborg Municipality and their project on Astrupstien. At the same time, we are part of the follow-up group for the TUPPAC/LINC project, which in the final phase of 2017 received EU funding (Urban Innovation Action) for two tests, one at DTU and one in Hersted Industripark. This project consists of a large consortium of mixed actors and is led by Gate 21 and with participation from Albertslund and Gladsaxe municipalities. In addition, there are several other projects in progress in Denmark, including a project in Nordhavn, where the operator Autonomous Mobility will be the operator as part of a large EU research project under Horizon 2020.

It is a good idea to work closely together nationally, because there can be valuable experience gained with driverless technology at the current stage by sharing experience from different geographical areas, actors and customer groups with very different needs.

In practice, it offers strategic cooperation between Movia, Metroselskabet, Region Sjælland and Region Hovedstaden to carry out a cross-cutting re-evaluation of the driverless tests, so that there can be a common and related picture at the national level of experience with different driverless bus tests.

## 1.3 Internationalt samarbejde

Samtidig deltager Movia i et UITP ledet projekt SPACE<sup>1</sup>, som samler 45 af UITPs medlemmer fra 20 lande i et 2-årigt projekt (2018-2020) omkring førerløse teknologier til kollektiv transport. Formålet er udveksle erfaringer med de mange forsøg, der netop nu planlægges og afvikles overalt i Europa. Erfaringerne skal bruges dels til at vurdere effekten af forskellige teknologier, dels til at udvikle drifts- og forretningsmodeller samt at advokere for harmoniserede rammer for sikker drift af førerløs teknologi i blandet trafik.

## 2. Sygehusprojektet kort fortalt

Som en del af det strategiske samarbejde har parterne besluttet at teste den førerløse teknologi på to sygehuse i Region Sjælland i perioden 2018-2020. Metroselskabet, de to regioner og de to relevante sygehuse (Køge og Slagelse) og tilhørende kommuner spiller en betydelig rolle i forhold til at gennemføre forsøgene. Et sygehus har flere unikke fordele som forsøgs-site:

- En førerløs patientbus løser et reelt transportbehov for patienter med behov for transport på lange hospitalsgange, mellem afdelinger, til/fra nærmeste kollektive trafikknudepunkt osv. Det er opgaver, som i dag løses af regionens siddende patientbefordring, Movias Flextrafik eller sygehusets eget personale.
- Derudover er et sygehus et meget velafgrænset forsøgsområde, hvor kompleksiteten i rute- og trafikbilledet gradvist kan øges, og hvor belastningen (efterspørgslen) er relativt jævnt fordelt over dagen.

De primære mål med sygehusforsøget er at:

- Gennemføre førerløs persontransport på tre udvalgte ruter,
- Indsamle viden og erfaringer omkring ansøgning, sikkerhedsvurdering, mobilisering, drift, evaluering og andre relevante forhold til brug for den videre udvikling og udbredelse af teknologien,
- Teste teknologien i forskellige sammenhænge, jf. projektets tre faser,
- Uddrage og videreformidle læring til brug i det strategiske samarbejde mellem Movia, Metroselskabet og de to regioner, og til gavn for Movia og Metroselskabets ejere, relevante myndigheder og andre offentlige institutioner, operatørmarkedet, virksomheder, samt passagererne der benytter de førerløse busser.

Sygehusforsøget tjener således både som løsning på konkrete transportbehov og som platform for test, udvikling og indsamling af knowhow for den førerløse teknologi.

### 2.1 Projektfaser

Projektet vil gennemføre drift på tre udvalgte strækninger. Fælles for strækningerne er, at de servicerer et større sygehus i Region Sjælland.

Faserne er tilrettelagt, så erfaringer fra fase 1 skal indgå i tilrettelæggelse og drift i fase 2, ligesom erfaringer fra fase 1 og 2 vil bidrage til gennemførelsen af fase 3.

#### Fase 1: Sjællands Universitetshospital, Køge – indendørs rute med lav hastighed

- Kørslen foregår indendørs i den ca. 350 m lange lobby i sygehuset
- Lav hastighed, max. 3,6 km/t. Dvs. med meget høj sikkerhed for passagerer og andre trafikanter
- Opstart med bemanning i køretøj (operatør/fører) – SAE niveau 3
- Passagerer kan bestille bussen i ydertimer. On-demand fra 3-4 definerede stop
- Forventet op til 60 passagertransporter (dårligt gående patienter, mv.) pr. dag
- Driftstid: hverdage mellem 7.30 og 15.30 (ambulatorier har åbent kl.8-15)
- Testen er ikke omfattet af Færdselslovens §92 om forsøgskørsel
- Tidsplan: Driftsperiode 28. maj – 24. august 2018

---

<sup>1</sup> Shared Personalised Autonomous Connected vEhicles (SPACE), <http://www.uitp.org/space>

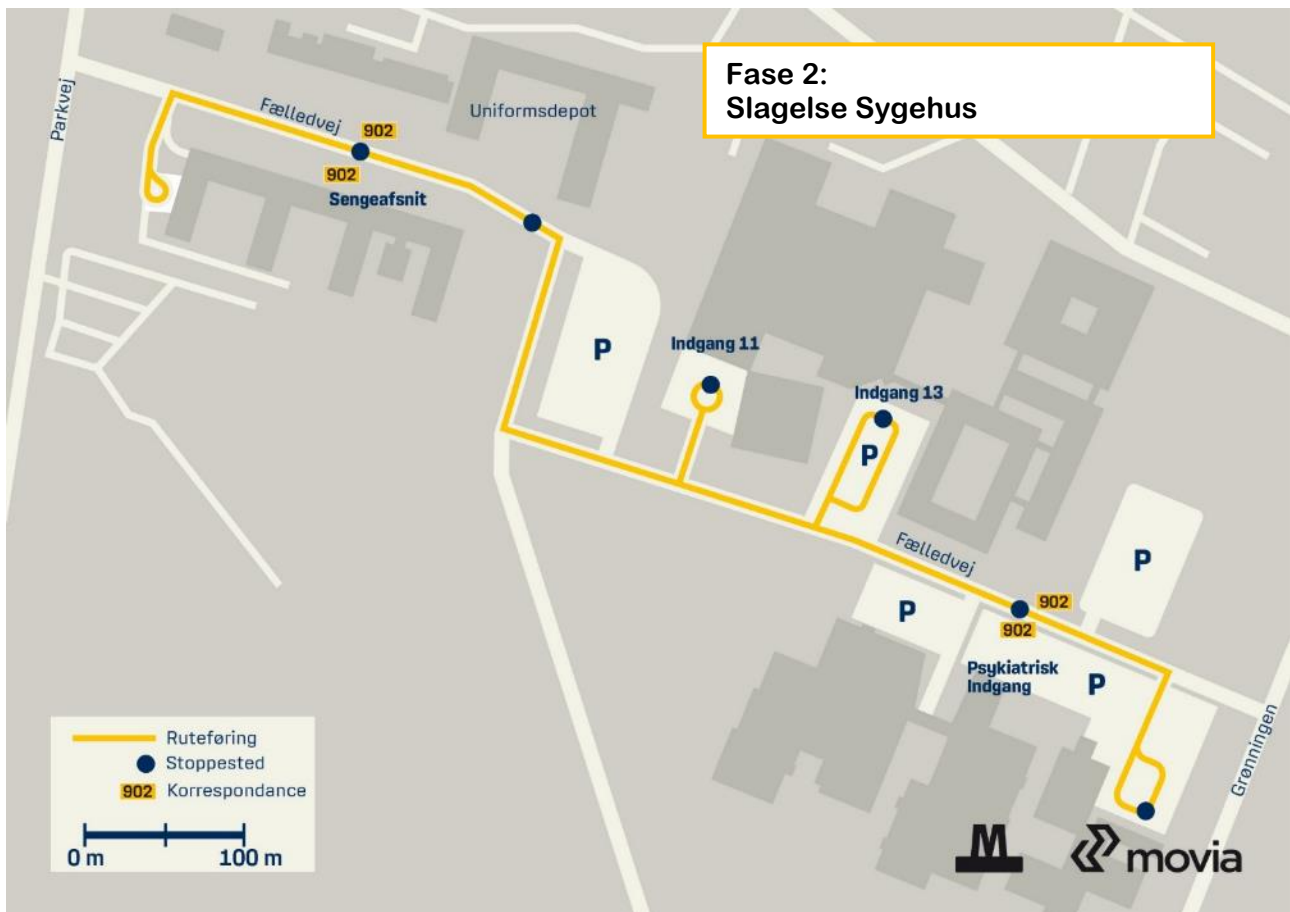


Figur 2: Rutekort fase 1 på Sjællands Universitetshospital, Køge

### Fase 2: Slagelse Sygehus – udendørs parkerings-shuttle med test af on-demand

- Bygger på erfaringer fra fase 1
- Kørsel på udendørs parkeringsarealer og mindre offentlig vej i blandet trafik
- Hastigheden forventes op til 23 km/t
- Forventede brugere: ambulante patienter, besøgende, personale
- Efter opstart med bemanning i bussen skal føreren ud for at overvåge driften fra lokalt kontrolcenter (SAE niveau 4)
- Test af bestilling af bus (on-demand)
- Ansøgning og tilladelse iht. Færdselslovens §92 om forsøgskørsel
- Tidsplan: Drift opstart marts/april 2019, forventet driftsperiode 3-6 måneder





Figur 3: Rutekort fase 2 på Slagelse Sygehus

### Fase 3: Sjællands Universitetshospital, Køge til Ølby station – til- og frabringer shuttle

- Bygger på erfaringer fra Fase 1+2
- Kørsel i blandet trafik i forskellige hastigheder og på befærdede offentlige veje, hastighed op til 23 km/t
- Kørsel gennem to lyskryds samt i busterminal på s-togstation
- Efter opstart med bemanning i bussen skal føreren ud for at overvåge driften fra lokalt kontrolcenter (SAE niveau 4)
- Forventer op til 300 passagerer pr. dag: Patienter, ambulante patienter, besøgende, personale, mv.
- Samspil mellem 2 selvkørende busser for at opnå højere frekvens
- Ansøgning og tilladelse iht. Færdselslovens §92 om forsøgskørsel
- Tidsplan: Drift opstart 3. kvartal 2019, forventet driftsperiode 4-6 måneder



Figur 4: Rutekort fase 3 mellem Sjællands Universitetshospital, Køge, og Ølby station. Bemærk at ruten ikke er endeligt fastlagt men det forventes at alternativ 2 gennemføres.

## 2.2 Læringsmål

Parterne i det strategiske samarbejde har valgt at prioritere de projekter med størst værdi og potentiale for læring og erfaringsopsamling, og som udviser progression i forsøgsdesignet. Movia og Metroselskabet har derfor opbygget sygehusforsøget således, at der gradvist opnås praktiske erfaringer hvad angår busteknologi, drift og kundeaccept:

### Fase 1

- Første driftserfaringer med førerløs teknologi i et beskyttet miljø (SAE niveau 3)
- Første kundeerfaringer med bussen (rutedrift og on demand) som patientbefordring

### Fase 2

- Første driftserfaringer med førerløs kørsel på offentlig vej
- Rigtig førerløs kørsel med operatør udenfor bussen (SAE niveau 4)
- Kundeerfaringer med bussen som parkerings-shuttle for patienter, pårørende og ansatte, herunder on demand

### Fase 3

- Driftserfaringer med to førerløse busser i samspil med øvrig kollektiv trafik
- Erfaring med kørsel på befærdede veje, i lysregulerede kryds samt i busterminal ved kollektivt knudepunkt
- Kundeerfaringer med bussen som til- og frabringer shuttle for patienter, pårørende og ansatte

## 2.3 Projektpartnere og organisering

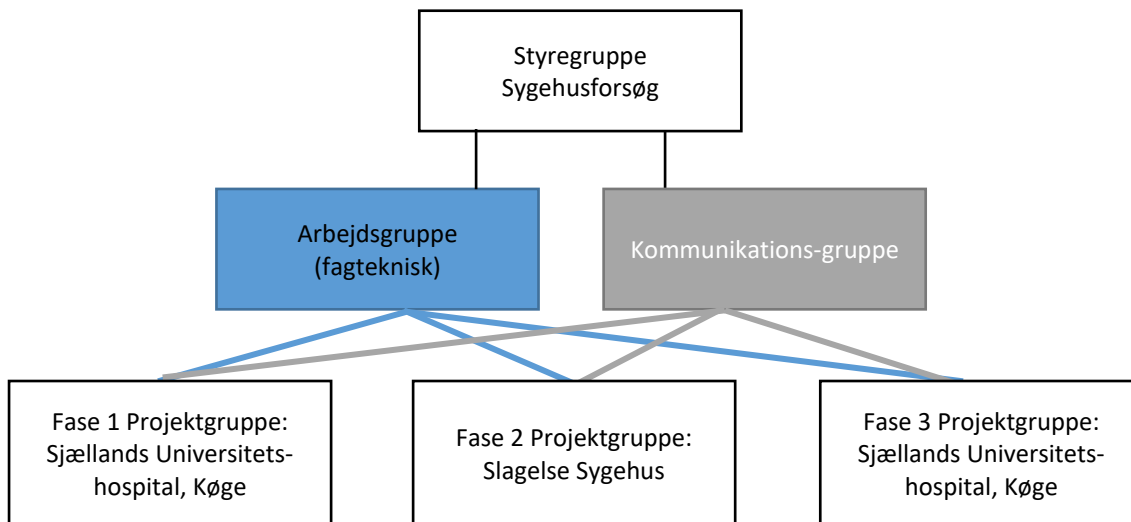
Parterne i Sygehusforsøget er:

- Region Sjælland
- Region Hovedstaden
- Metroselskabet
- Trafikselskabet Movia
- Autonomous Mobility (busoperatør)
- Atkins (assessor ift. ansøgning til Vejdirektoratet)
- Sjællands Universitetshospital, Køge (SUH Køge) – fase 1 og 3
- Slagelse Sygehus og Slagelse Psykiatrisk Sygehus – fase 2
- Slagelse Kommune – fase 2
- Køge Kommune – fase 3

Sygehusforsøget er organiseret med en samlet styregruppe for hele testen samt to arbejdsgrupper: En fagteknisk arbejdsgruppe og en kommunikationsgruppe:

- Den fagtekniske gruppe tager sig af spørgsmål af teknisk, driftsmæssig og evalueringsmæssig karakter. Dertil kommer hele sikkerheds- og ansøgningsdelene.
- Kommunikationsgruppen tager sig af alt vedrørende pressehåndtering samt kommunikations- og beredskabsplaner.

Begge arbejdsgrupper er desuden koblet til hver forsøgs-site, se Figur 5:



Figur 5: Projektorganisation Sygehusforsøget

### Rolle- og ansvarsfordeling mellem parterne

Movia er projektejer for projektet, og har den samlede projektledelse. Movia er desuden ansvarlig for kontrahering af busoperatøren til forsøgets tre faser. Movia har valgt Autonomous Mobility som busoperatør. Derudover er Movia primus motor på evaluering af de kundemæssige aspekter af forsøget. Metroselskabet er ansvarlig for sikkerhedsgodkendelse, herunder kontrahering af assessor og har valgt Atkins. Metroselskabet står desuden i spidsen for evaluering af tekniske og driftsmæssige aspekter af forsøget.

Sygehusene stiller deres områder til rådighed for forsøget og sikrer fremkommelighed og garagefaciliteter. Kommunerne er dels de lokale vejmyndigheder ift. ansøgningen til Vejdirektoratet og dels dem som sikrer snerydning, generel rydning og fremkommelighed mv. på de anvendte strækninger. Kommunerne vil også iværksætte evt. infrastrukturtilpasninger, skiltning, afstribning på vej samt vedligehold af ruterne mv. i samarbejde med det lokale politi.



### 3. Evaluering – indhøstede erfaringer

I skrivende stund er evaluering af første fase på den indendørs rute i vandrehallen på Sjællands Universitetshospital Køge endnu ikke afsluttet, derfor er denne rapportering kun foreløbig og ikke nødvendigvis fyldestgørende. Dog kan der allerede nu udtrages nogle vigtige læringer.

Overordnet set er Metroselskabet og Movia tilfredse med forløbet af fase 1 af sygehusforsøget.

#### 3.1 Forberedelse og mobilisering

Forberedelsen af fase 1 var speciel på den måde, at forsøget ikke skulle godkendes efter den gældende forsøgslovgivning, som kun gælder på færdselslovens område. Projektet valgte dog at udføre forberedelsesarbejdet efter samme principper af sikkerhedsmæssige hensyn, således at projektets assessor Atkins fremlagde en udtalelse om forsøgsbeskrivelsen, der ligger til grund for den godkendelse som ledelsen på Sjællands Universitetshospital, Køge gav op til forsøgets start.

Projektet valgte at afholde to risiko-workshops med deltagelse af alle parter i projektet som en del af arbejdet med forsøgsbeskrivelsen. Selve ruten blev opmålt, gennemkørt og kalibreret over en periode på kun 14 dage. I denne periode arbejdede teknikere fra busleverandøren Navya, busoperatøren samt projektets arbejdsgruppe intensivt på bussens rute, ramper, stoppesteder samt trafikinformation til hospitalets brugere og ansatte.

Ruten har fire ramper, som er specielt bygget så bussens brugere har en næsten niveaufri adgang til bussen, se Figur 6.



Figur 6: Eksempel på rampe til førerløs bus på Sjællands Universitetshospital, Køge (stoppested "Køge Høns"). Foto: Mads Bergendorff.

Bussen og ruten blev sikkerhedstestet få dage før den endelige godkendelse blev afgivet. Testkataloget var udarbejdet af busoperatøren i tæt samarbejde med Metroselskabet og Movia og bestod af 15 ydelsestests og tryghedsskabende test fx test af bremses, sensorer, dørlukning, lokalisering på rute, lys & lygter samt sikkerhedsudstyr og nødprocedurer.

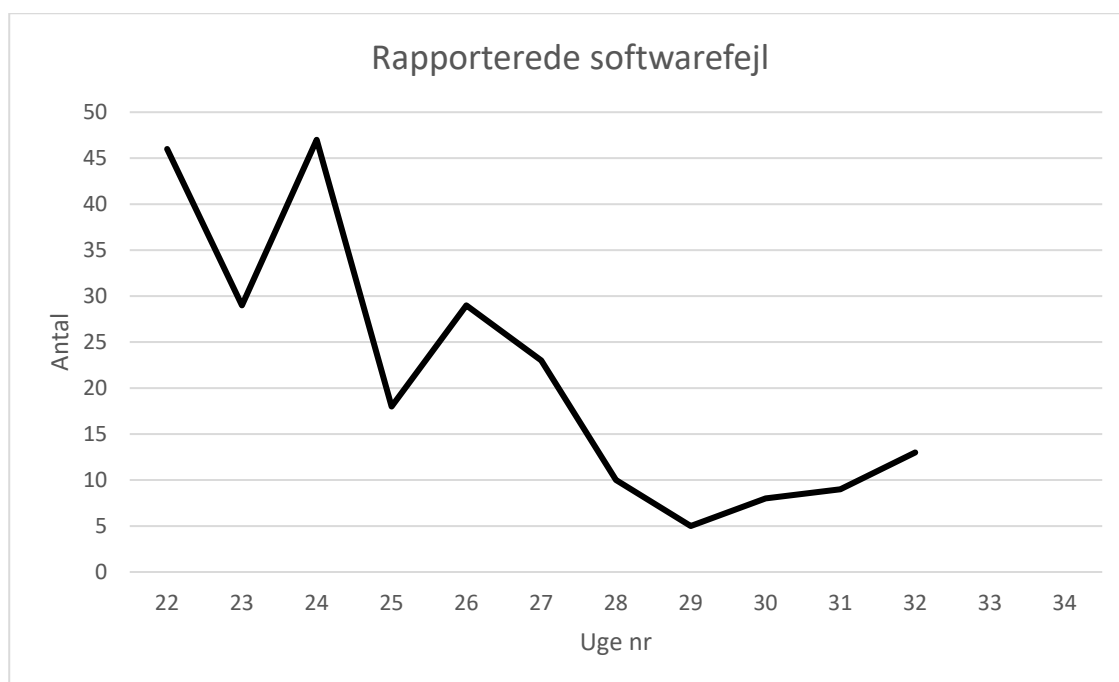
At hele forberedelsen kunne udføres på kun godt en måned krævede et meget tæt og konstruktivt samarbejde mellem alle parter, ikke mindst fra sygehusets side. Et godt eksempel på dette er at der ved sikkerhedstesten blev der observeret vand på gulvet, som stammede fra bussens aircondition anlæg. Det viste sig at vandet løb direkte ud fra taget og dermed udgjorde en sikkerhedsrisiko for alle der færdedes på bussens rute. Dette problem blev straks løst med montage af afløbsslanger og en opsamlingsspand, se Figur 7.



Figur 7: Løsning af problem med kondensvand på gulvet i vandrehallen fra bussens aircondition-anlæg. Fotos: Mads Bergendorff.

### 3.2 Drift og busteknik

Bussen benytter udelukkende billedgenkendelse for at navigere på ruten, da det ikke er muligt at benytte GPS-lokalisering indendørs. Dette viste sig at være en udfordring for bussens software og det har krævet kalibrering af bussens systemer samt flere software-opdateringer. Disse genstarter udføres af bussens fører ombord, se Tabel 2 med udvikling i antallet af software-genstarter i løbet af driften i fase 1. Disse er selvfølgelig uønskede da de forsinker bussen i drift og desuden kræver at en fører griber ind, hvilket ikke harmonerer med at tage føreren ud senere i fase 2 og 3.



Tabel 2: Antal rapporterede softwarefejl (per uge) for Navya-bussen, fase 1 på SUH Køge, sommer 2018 (Kilde: Movia og AM).

Bussen har i øvrigt vist en fornuftig høj driftstabilitet målt ift. batterifunktion, komponenter og dørfunktion. Bussen har haft i alt tre driftsnedbrud, hvoraf kun et har været mere omfattende. I dette tilfælde blev en rampe påkørt med 1 km/t og ingen mennesker kom noget til ligesom der heller ikke var materiel skade. Efterfølgende blev rampernes placering rettet til og skærpet tilsyn med bussens lokaliseringssoftware blev iværksat. Hændelsen viste sig at være en enlig svale og ikke af alvorlig karakter, hvilket vurderes meget positivt af projektets parter. Det forventes at bussen har en noget bedre lokalisering i udendørs forsøg med lokal GPS antenne tilknyttet.

### 3.3 Brugerundersøgelse

Der gennemføres en række brugerundersøgelser blandt brugere og ikke-brugere. Brugerundersøgelserne koordineres med en række af de øvrige danske tests, så den samlede vidensbase bliver så stor som muligt.

Der gennemføres følgende analyser:

1. Kundetilfredsheds analyse, der matcher de tilfredshedsanalyser trafikelskaberne foretager i den ordinære drift
2. Antropologiske "travel along" analyser. Disse foretages af et analysebureau
3. I samarbejde med RUC gennemføres analyser bl.a. med fokus på brugeradfærd ifm på/afstigning og hvordan bussen benyttes.
4. I samarbejde med AAU gennemføres analyser af bussens påvirkning af bymiljø.

Movia er stadig i gang med at udføre disse brugerundersøgelser, men der er foretaget en første analyse ved Epinion, som har udført *travel along* interview med både brugere og ikke brugere i starten af august 2018. Disse observationer viser at brugerne generelt føler sig meget selvhjulpne ved at benytte den førerløse bus, da de på den måde selv kan komme ned ad den lange vandrehal til deres undersøgelser. Der er ingen af de adspurgte som viser nogen tegn på utryghed ved at benytte en førerløs bus. Flere henviser til at Metroen jo også er førerløs så de har ingen problemer med at benytte bussen. Se hovedkonklusioner i Figur 8 herunder.



## HOVEDKONKLUSIONER

**DER ER EN GENERELT HØJ ACCEPT OG TILFREDSHED MED BUSSEN,  
DOG BØR ISÆR INFORMATION FORBEDRES NÅR OPERATØR UDFASES**

**DRIVERE** for brug handler om at føle sig selvhjælpen, ikke være til besvær samt nysgerrighed om den nye teknologi



Bussen har ligeså mange **BRUGERE** med almindelig mobilitet som nedsat mobilitet – brug er i ligeså høj grad drevet af lyst som egentligt behov



Den tilgængelige **INFORMATION** er ikke iøjnefaldende eller tilstrækkelig og efterlader nogen tvivl om formål med og målgruppe for bussen



**BARRIERER** for brug omhandler ikke frygt eller utryghed, men 'kan selv, vil selv' mentalitet og usikkerhed om bl.a. bussens målgruppe



**ON DEMAND-KØRSEL** fungerer ikke optimalt pga. manglende forståelse for teknologien og enkelte tekniske barrierer



**OPERATØREN** ombord medvirker til tryghed og accept, men løfter primært en del af informationsopgaven



3

Figur 8: Hovedkonklusioner fra Epinions undersøgelse (Kilde: Movia og Epinion)