

Autonoma elektrifierade bussar

Sammanlagda erfarenheter
med fokus på användare

vti

Anna Anund
Kristina Larsson
My Weidel
Sara Nygårdhs
Hugo Hardestam
Christian Monstein
Ingrid Skogsmo
Per Bröms



VTI rapport 1177
Utgivningsår 2023
vti.se/publikationer

Autonoma elektrifierade bussar

Sammanlagda erfarenheter med fokus på användare

Anna Anund

Kristina Larsson

My Weidel

Sara Nygårdhs

Hugo Hardestam

Christian Monstein

Ingrid Skogsmo

Per Bröms

Författare: Anna Anund, VTI, Kristina Larsson, VTI, My Weidel, VTI, Sara Nygårdhs, VTI,
Hugo Hardestam, Transdev, Christian Monstein, Transdev, Ingrid Skogsmo, VTI, Per Bröms, RISE
Diarienummer: 2021/0467-8.4
Publikation: VTI rapport 1177
Utgiven av VTI 2023

Publikationsuppgifter – Publication Information

Titel/Title

Autonoma elektrifierade bussar. Sammanlagda erfarenheter med fokus på användare/ Autonomous electrified buses. Aggregate experiences with a focus on users.

Författare/Author

Anna Anund (VTI, orcid.org/0000-0002-4790-7094)

Kristina Larsson (VTI, orcid.org/0000-0003-2173-6538)

My Weidel (VTI, orcid.org/0000-0003-4832-4752)

Sara Nygårdhs (VTI, orcid.org/0000-0001-5769-7193)

Hugo Hardestam (Transdev Sverige AB, <https://orcid.org/0009-0003-8825-3685>)

Christian Monstein (Transdev Sverige AB, <https://orcid.org/0009-0004-9012-3684>)

Ingrid Skogsmo (VTI, orcid.org/0000-0001-8029-0033)

Per Bröms (RISE, <https://orcid.org/0000-0002-2126-7754>)

Utgivare/Publisher

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut/
Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)
www.vti.se/

Serie och nr/Publication No.

VTI rapport 1177

Utgivningsår/Published

2023

VTI:s diarienum/Reg. No., VTI

2021/0467-8.4

ISSN

0347-6030

Projektnamn/Project

Ride the future

Uppdragsgivare/Commissioned by

VTI anslag/VTI grant

Språk/Language

Svenska/Swedish

Kort sammanfattning

Ride the future är en mobilitetslösning med tre elektrifierade autonoma bussar som trafikerar en 4,2 km lång slinga vid Linköpings Universitet och Vallastaden. Ett av målen för Ride the future är att visa hur en autonom elektrifierad buss kan vara en del av mobiliteten i den moderna förtätade staden. För att nå upp till det målet finns ett behov av att summera resultat från forskningsprojekt som har studerat användningen av de autonoma bussarna. Syftet med den här rapporten är att sammanfatta och diskutera dessa resultat med utgångspunkt i användares behov och erfarenheter.

I sammanfattningen ingår aspekter kring fordon och drift, infrastruktur och användarnas uppfattning kring attraktivitet, tillgänglighet, bekvämlighet och inkludering.

En sammanställning av genomförda användarstudier visar att majoriteten av de resenärer som testat bussarna är positiva till resandet, men att det krävs insatser för att attrahera bilister. Vidare behövs ett ökat fokus på utvecklingen av hur fordonen ska kunna kommunicera med resenärer i bussen, men även med de som interagerar med bussen utanför (fotgängare, cyklister och andra fordonsförare). Föraren är viktig sett utifrån den situation vi har idag med en till viss del omogen teknik. Förarna stöttar såväl bussen som resenärerna och då i synnerhet barn, äldre och personer med funktionsnedsättning. För att mobilitetstjänsten ska vara tillgänglig för alla passagerare behövs ändå utveckling och förbättring av både fysisk infrastruktur och digitala lösningar.

Projektet Ride the futures parter avser att fortsätta med den gemensamma ambitionen att testa och bidra till utvecklingen av de lösningar som krävs för ett framtida hållbart mobilitetssystem inom både den förtätade staden och landsbygden. Frågeställningar som är nödvändiga att arbeta vidare med är både tekniska, mellanmänniska samt affärsmässiga.

Nyckelord

Självkörande bussar, Ride the future, användaraspekter, mobilitet, living labb.

Abstract

Ride the future is a mobility solution with three electrified autonomous buses that operate a 4.2 km long loop at Linköping University and Vallastaden. There is a need to summarize the results obtained, to achieve Ride the future's goal of showing how an autonomous electrified bus can be part of the mobility in the modern dense city. The purpose of this report is to summarize and discuss these with a starting point in what this means for the users and where aspects around vehicles and operation, infrastructure, the users' perception of attractiveness, accessibility, convenience and inclusion are included.

A compilation of completed user studies shows that the majority of travellers who have tested the buses are positive about the journey, but that efforts are required to attract motorists. Furthermore, an increased focus is needed on the development of how the vehicles should be able to communicate with passengers on the bus, but also with those who interact with the bus outside (pedestrians, cyclists and other vehicle drivers). The driver is important from the point of view of the situation we have today with somewhat immature technology. The drivers support both the bus and the passengers, especially children, the elderly and people with disabilities. However, for the mobility service to be available to all passengers development and improvement of both physical infrastructure and digital solutions is needed.

Ride the future intends to continue with the joint ambition of the project's parties to test and contribute to the development of the solutions required for a future sustainable mobility system within both the dense city and the countryside. Within this ambition, both technical, inter-personal and business issues are identified as necessary to work on.

Keywords

Self-driving buses, Ride the future, user aspects, mobility, living lab.

Sammanfattning

Ride the future är en mobilitetslösning med tre elektrifierade autonoma bussar som trafikerar en 4,2 km lång slinga vid Linköpings Universitet och Vallastaden. Ett av målen för Ride the future är att visa hur en autonom elektrifierad buss kan vara en del av mobiliteten i den moderna förtätade staden. För att nå upp till det målet finns ett behov av att summera resultat från forskningsprojekt som har studerat användningen av de autonoma bussarna. Syftet med den här rapporten är att sammanfatta och diskutera dessa resultat med utgångspunkt i användares behov och erfarenheter.

I sammanfattningen ingår aspekter kring fordon och drift, infrastruktur och användarnas uppfattning kring attraktivitet, tillgänglighet, bekvämlighet och inkludering.

Att bedriva en operativ verksamhet som är tillgänglig i tillräckligt hög grad för att medborgare ska se det som ett reellt mobilitetsalternativ, är utmanande och det tar generellt sett tid innan resenärer hittar till nya lösningar. Långsiktighet är viktigt för såväl resenärer som för förutsättningarna att bedriva forskning kring framtidens mobilitetslösningar. En sammanställning av genomförda användarstudier visar att majoriteten av de resenärer som testat bussarna är positiva till resandet, men att det krävs insatser för att attrahera bilister. Så är inte fallet nu då resultatet från en av de genomförda studierna visade att endast 25 procent av de som svarat skulle tagit bilen om de inte åkt med bussen. Vidare behövs ett ökat fokus på utvecklingen av hur fordonen ska kunna kommunicera med resenärer i bussen, men även med de som interagerar med bussen utanför (fotgängare, cyklister och andra fordonsförare).

Fortsatt arbete med den digitala infrastrukturen är också nödvändig. Befintlig visualisering av var bussarna befinner sig är omtyckt, men ytterligare utveckling krävs för att enkelt kunna hitta kartan och att få information om när bussen kommer och när den kommer vara framme vid resenärens tänkta mål. För passagerarna i fordonet handlar det om att utveckla kommunikationen kring hur man vet var man är, när man kan kliva av, hur man stoppar bussen, när man förväntas vara framme och hur ljudsignaler för varning och stopp används. Detta är extra viktigt för personer med funktionsnedsättning. För personer utanför bussen kan det handla om att förstärka budskap kring bussens intentioner och bekräfta vilka objekt bussen har identifierat och agerar på. Föraren är viktig sett utifrån den situation vi har idag med en till viss del omogen teknik. Förarna stöttar såväl bussen som resenärerna och då i synnerhet barn, äldre och personer med funktionsnedsättning, till exempel synnedsatta.

De autonoma bussarnas hårdvara och mjukvara har blivit avsevärt bättre under den tid som Ride the future har pågått. Men det återstår utveckling för att säkerställa intuitiva, driftsäkra fordon i nästa generation som också går i en högre hastighet och klarar av att hantera mer komplexa trafiksituationer utan inverkan av en säkerhetsförare. På sikt behöver befintlig fordonspark ersättas med en uppdaterad mer robust lösning. Vidare är det viktigt med en utveckling mot en teknik som är smidigare att integrera i befintlig infrastruktur, fysisk såväl som digital, med lägre krav på anpassningar och underhåll.

En hel del forskningsfrågor kvarstår att belysa så som vad som faktiskt bidrar till trygghet och vad som händer om hastigheten ökar eller hur tryggheten påverkas om fordon blir förarlösa. Detta är värt att testa innan man dömer ut den typen av utveckling utifrån vad som sagts med dagens förutsättningar. Att resa med kollektivtrafik är inte som att resa med flyg där det är accepterat att planera långt i förväg med låg grad av flexibilitet. Forskning kring vad som är enkla koncept för utveckling av tjänster och att samla in mer information eller åsikter från spontana resor är viktig för att förstå vad de som använder bussen i sin vardag tycker om dem. I detta ingår till exempel workshops med medborgare för att reda ut framtida utveckling och där vi anpassar tjänster utifrån resenärernas verkliga behov och utreder om hur till exempel en on-demand lösning bör se ut.

Projektet Ride the futures parter avser att fortsätta med den gemensamma ambitionen att testa och bidra till utvecklingen av de lösningar som krävs för ett framtida hållbart mobilitetssystem inom både

den förtätade staden och landsbygden. Frågeställningar som är nödvändiga att arbeta vidare med är både tekniska, mellanmänniska samt affärsmässiga.

Summary

“Ride the future” is a mobility solution with three electrified autonomous buses that operate a 4.2 km long loop at Linköping University and Vallastaden. In order to achieve Ride the future's goal of showing how an autonomous electrified bus can be part of the mobility in the modern dense city there is a need to summarize the results obtained. The purpose of this report is to summarize and discuss these with a starting point in what this means for the users and where aspects around vehicles and operation, infrastructure, the users' perception of attractiveness, accessibility, convenience and inclusion are included.

Running an operational business that is accessible to a high enough degree for citizens to see it as a real mobility alternative is challenging and it generally takes time before travellers find new solutions. Long-term presence is important for traveller's as well as for the conditions for conducting research into future mobility solutions. A compilation of completed user studies shows that the majority of travellers who have tested the buses are positive about the journey, but that efforts are required to attract motorists. That is not the case now, as the results from one of the completed studies showed that only 25% of those who answered would have taken the car if they had not taken the bus. Furthermore, an increased focus is needed on the development of how the vehicles should be able to communicate with passengers on the bus, but also with those who interact with the bus outside (pedestrians, cyclists and other vehicle drivers). Continued work with the digital infrastructure is also necessary. Existing visualization of where the buses are located is popular, but further development is required to be able to easily find the map and to get information about when the bus is coming and when it will arrive at the traveller's intended destination. For the passengers in the vehicle, it is about developing communication around how to know where you are, when you can get off, how to stop the bus, when you are expected to be there and how sound signals for warning and stopping are used. This is especially important for people with disabilities. For people outside the bus, it can be about reinforcing messages about the bus's intentions and confirming which objects the bus has identified and is acting on. The driver is important from the point of view of the situation we have today with somewhat immature technology. The drivers support both the bus and the passengers, especially children, the elderly and people with disabilities, such as the visually impaired.

The hardware and software of the autonomous buses have improved significantly during the time that Ride the future has been running, but that development remains to ensure intuitive, reliable next-generation vehicles that also go at a higher speed and are able to handle more complex traffic situations without the influence of a safety driver. In the long term, the existing fleet needs to be replaced with an updated, more robust solution. Furthermore, it is important to develop towards a technology that is easier to integrate into existing infrastructure, physical as well as digital, with lower requirements for adaptations and maintenance.

A lot of research questions remain to be elucidated, such as what actually contributes to safety and what happens if the speed increases or how safety is affected if vehicles become driverless. This is worth testing before judging that type of development based on what has been said with today's conditions. Traveling by public transport is not like traveling by air where it is accepted to plan far in advance with a low degree of flexibility. Research into what are simple concepts for service development and collecting more information/opinions from spontaneous trips to understand what those who use the bus in their everyday life think about them is important. This includes, for example, workshops with citizens to clarify future developments and where we adapt services based on the traveller's real needs and investigate what, for example, an on-demand solution should look like.

Ride the future intends to continue with the joint ambition of the project's parties to test and contribute to the development of the solutions required for a future sustainable mobility system within both the dense city and the countryside. Within this ambition, both technical, inter-personal and business questions are pointed out as necessary to work on.

Förord

Denna rapport är en beskrivning av en mobilitetslösning där tre autonoma fordon har använts i området kring Linköpings Universitet och Vallastaden. Arbetat beskriver vad "Ride the future" är och vad vi har lärt oss under de drygt tre år som verksamheten har pågått.

Rapporten är avsedd för allmänheten och därför skriven på ett populärvetenskapligt sätt. Författandet har skett i nära samarbete med de personer som varit involverade i planering och realisering av Ride the future, och i de studier som i första hand berört användare av de autonoma bussarna i Linköping.

Jag vill tacka alla författare som bidragit till rapporten. Jag vill även tacka de personer som gjort det möjligt att sätta detta "living lab" i drift, i detta inkluderas såväl finansörer från de åtta partners som ingår, förare och resenärer som villigt delat med sig av sina synpunkter.

Jag vill särskilt tacka My Weidel (VTI), Kristina Larsson (VTI) och Hugo Hardestam (Transdev Sverige AB) för ert engagemang i driften av Ride the future och för att ni alltid med positivt sinne tar er an frågor och utmaningar kring drift, besök, involvering av resande och dokumentation av det vi gör. Utan er är Ride the future inte vad det är.

Vi vill även tacka Jessica Berg, VTI för värdefulla synpunkter i samband med granskningen av rapporten.

Juni 2023, Linköping

Anna Anund
Projektledare



Granskare/

Jessica Berg, VTI

De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndighetens VTI:s uppfattning. /The conclusions and recommendations in the report are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of VTI as a government agency.

Innehållsförteckning

Publikationsuppgifter – Publication Information	5
Kort sammanfattning.....	6
Abstract	7
Sammanfattning	8
Summary	10
Förord.....	11
Innehållsförteckning	12
1. Inledning	14
2. Syfte	16
3. Living lab - Ride the future	17
3.1. Avtal och Samverkan	18
3.2. Involvering av användare/medborgardeltagande	19
3.2.1. Skolan/små barn.....	19
3.2.2. Fritids/förskola – aktivitet med ritande av bussarna	20
3.2.3. Namntävling – fritids/ daglig verksamhet/ säkerhetsförare	22
3.2.4. Universitetsevent	23
3.2.5. Linköpings Stadsfest.....	24
3.3. Digital infrastruktur.....	24
3.4. Gränssnitt mot användare.....	25
4. Metod.....	26
5. Är automatiserade elektrifierade bussar en del av mobiliteten i den moderna, förtätade staden?.....	28
5.1. Fordon och drift	28
5.1.1. Säkerhetsförarnas arbetssituation.....	28
5.1.2. Infrastruktur och hållplatser	30
5.2. Användarnas uppfattning av att resa med bussarna	33
5.2.1. Supertestare.....	33
5.2.2. Allmänhetens acceptans och attityd.....	35
5.2.3. Äldre användare	39
5.2.4. Barn.....	40
5.2.5. Personer med synnedsättning.....	41
5.2.6. Trafikanter i bussarnas omgivning.....	42
5.2.7. Intressenters perspektiv på möjliga inriktningar	42
6. Diskussion	45
6.1. Fordon och drift	45
6.2. Infrastruktur och hållplatser	47
6.3. Attraktivitet, tillgänglighet, bekvämlighet och inkludering	47
6.4. Ride the future – som ett ”living lab” – för- och nackdelar	48
7. Slutsats	49
Referenser	50
Bilaga 1	52
Vardagsresenärer	52

Användares attityd och beteende.....	52
Resenärers uppfattning och nöjdhet – SHOW-studien.....	52
Interaktion med användare	53
Supertestare	53
Barn 53	
Barn med kognitiva funktionsnedsättningar	54
Äldre 54	
Infrastrukturen/ hållplats	54
Att resa	55
Synnedsetta	55
Säkerhetsförare	55
Förares vakenhet och uppmärksamhet	55
Förares erfarenhet insamlade via SHOW-enkät.....	56
Workshop med aktörers tankar kring framtiden	56

1. Inledning

Ett sätt att bidra till mer hållbara transporter är genom nyttjande av nya digitala, elektrifierade och självkörande koncept. I den här rapporten är fokus på effekter för användare av autonoma elektrifierade bussar. Kunskapen kommer från ett "living-labb" vid namn Ride the future där avsikten varit att utveckla och testa riktiga lösningar på riktiga användare i syfte att skapa ett mer hållbart ekosystem för mobilitetslösningar.

Att ställa om till ett hållbart samhälle är nödvändigt för att säkra att framtida generationer har en jord att leva på. Att göra detta på ett sätt som samtidigt möjliggör att vi kan resa till och från arbeten, skolor och fritidsaktiviteter är en svår utmaning. I olika sammanhang lyfts att omställningen till hållbar mobilitet behöver omfatta tre delar, ofta benämnt som Avoid – Shift – Improve (ASI) (1). Det handlar om att undvika (Avoid) resande i den mån det går, att byta (Shift) transportslag om möjligt till sådana som är mer hållbara, och att förbättra de fordon man använder så de ger minsta möjliga miljöpåverkan (Improve).

För människor som bor på landsbygden i Sverige kan det vara svårt att finna resmöjligheter som tillhandahålls av samhället. För dessa personer är det framför allt alternativet att avstå resor, genom att till exempel arbeta hemma vissa dagar, som kan vara en möjlig åtgärd. En annan möjlighet är att hitta sätt att samåka för att få till en ökad nyttjandegrad av de fordon som finns. För de människor som lever i staden och i dess närliggande områden erbjuds däremot ofta kollektivtrafik, och även en allt bättre infrastruktur för att resa aktivt genom att gå och cykla. Trots detta är det fortfarande alltför vanligt att människor väljer att ta bilen.

Under 2021 genomförde International Transport Forum (ITF) en kartläggning av förändrade resvanor. De konstaterar att långsiktiga resetrender främst påverkas av livsstil och förändringar i samhället i stort snarare än interna förändringar av transportsystemet, även om samspelet mellan dessa faktorer är viktigt (2). Det poängteras också att Covid-19-pandemin kan orsaka ytterligare långsiktiga förändringar i resebeteendet. Den risk som lyfts i ITF:s rapport är att minskad användning av kollektiva färdmedel består och det pekas även på en risk för en bredare förändring i samhället till följd av pandemin så som t.ex. förändrade arbetssätt.

Det finns ett stort behov av åtgärder för att bidra till en omställning av resandet där bilen inte är den självklara lösningen. Lösningarna ska vara sådana som bidrar till ett ökat kollektivresande och ett ökat aktivt resande i synnerhet, exempelvis gång och cykel. Det är samtidigt viktigt att inse att det inte finns en enskild lösning på problemet och att vi alla i vissa situationer och faser av livet inte kan gå eller cykla längre sträckor och att alla inte bor med tillgänglighet till kollektiva färdmedel. Värt att notera är även att vad som är "längre sträckor" i detta sammanhang kan variera för olika individer och vid olika tillfällen.

När det gäller att förbättra transportsystemet är begrepp och åtgärder som ofta förknippas med detta kopplade till innovationsområdena elektrifiering och digitalisering. I många fall är det tekniska argument som används för att genomföra demonstrationer med till exempel autonoma elektrifierade fordon. Att ha självkörande fordon av denna typ är utifrån ett användarperspektiv inget självändamål, för resenären handlar det mer om att ta sig från en punkt från en annan. Det är viktigt att säkra att framtidens mobilitetslösningar har användaren i fokus och utvecklas på ett sätt som gör dem möjliga att nyttja av alla medborgare ung som gammal, med eller utan funktionsnedsättning (3).

Den sociala hållbarheten kan förbättras genom att göra det lättare för personer med funktionsnedsättningar, men även för personer som saknar tillgång till bil eller annan transport, till exempel äldre eller barn, att komma åt viktiga platser såsom arbetsplatser, skolor, sjukhus, butiker och fritidsanläggningar. En förbättrad social hållbarhet bidrar till att öka rättvisan i samhället genom att förbättra tillgången till grundläggande resurser och möjligheter för alla människor, oavsett deras bakgrund, ålder eller socioekonomiska status. En ökad social hållbarhet kan också bidra till bättre

hälsa för människor genom att ge dem bättre tillgång till hälso- och sjukvård och en hälsosam livsstil (4).

Med anledning av rådande trender som urbanisering och en åldrande befolkning står vi inför stora utmaningar avseende hur vi designar och finansierar mobilitet på ett hållbart och smart sätt inom både våra förtätade städer och landsbygd. För att möta framtiden på ett hållbart sätt måste ekosystemet med mobilitetstjänster utvecklas och möta upp nya krav och behov från fler användargrupper, till exempel äldre och personer med funktionsnedsättning. De måste också effektiviseras i sin produktion och finansieras på ett genomtänkt sätt baserat på de värden det skapar. Vidare måste lösningarna i det hållbara ekosystemet för mobilitetslösningar främja gång- och cykeltrafikanter och i stället ta sikte på att ta marknadsandelar från den privatägda bilismen. Pågående teknikutveckling inom bland annat digitalisering och automatisering möjliggör helt nya funktioner och tjänster inom området, men det ställer också krav på både användare, leverantörer, infrastruktur, regelverk och affärsmodeller.

2. Syfte

Ride the future är en mobilitetslösning med tre elektrifierade autonoma bussar som trafikerar en 4,2 km lång slinga vid Linköpings Universitet och Vallastaden. För att uppnå Ride the futures mål om att visa hur en autonom elektrifierad buss kan vara en del av mobiliteten i den moderna förtätade staden finns ett behov av att summera resultat från forskningsprojekt som har studerat användningen av de autonoma bussarna.

Syftet med den här rapporten är att sammanfatta och diskutera dessa resultat med en utgångspunkt i vad detta innebär för användarna och där aspekter kring fordon och drift, infrastruktur samt användarnas uppfattning kring attraktivitet, tillgänglighet, bekvämlighet och inkludering ingår.

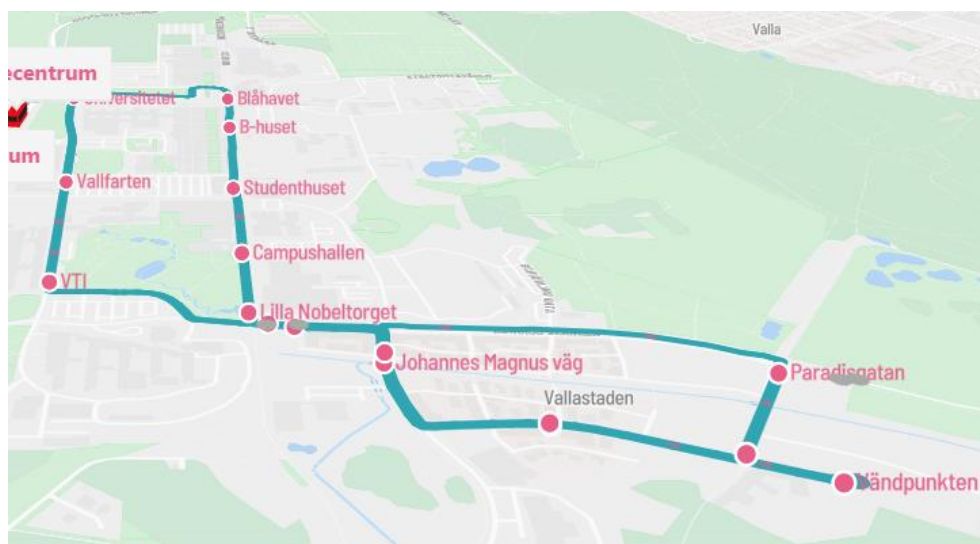
3. Living lab - Ride the future

Ride the future innefattar i dag (juni 2023) tre självkörande bussar av fordonsslagen EasyMile (EM) och Navya, se Figur 1. VTI äger en EM och Transdev äger en EM och en Navya. Alla tre bussarna lånas ut till Ride the futures operativa verksamhet. Enligt lag ska en säkerhetsförare alltid finnas ombord. Det är Transdev Sweden AB som är ansvarig operatör och där säkerhetsförarna är anställda.



Figur 1 De tre fordon som trafikerar Ride the future, från vänster EM, Navya, EM.
Fotograf My Weidel.

De tre fordonen har namngetts och heter Busse (EM), Reza (Navya) och Hjulia (EM). Namnen är ett resultat av involveringen av användare och beskrivs senare i rapporten. De tre fordonen trafikerar en sträcka på 4,2 km kring Linköpings Campus och i stadsdelen Vallastaden, se Figur 2 och Figur 3. Infrastrukturen omfattar såväl gator med blandad trafik och därmed interaktion med personbilar, lastbilar, bussar, som ett område avsett endast för cyklister och fotgängare. Tanken är att driften ska fungera som en så kallad first mile – last mile service till befintlig kollektivtrafik i området.

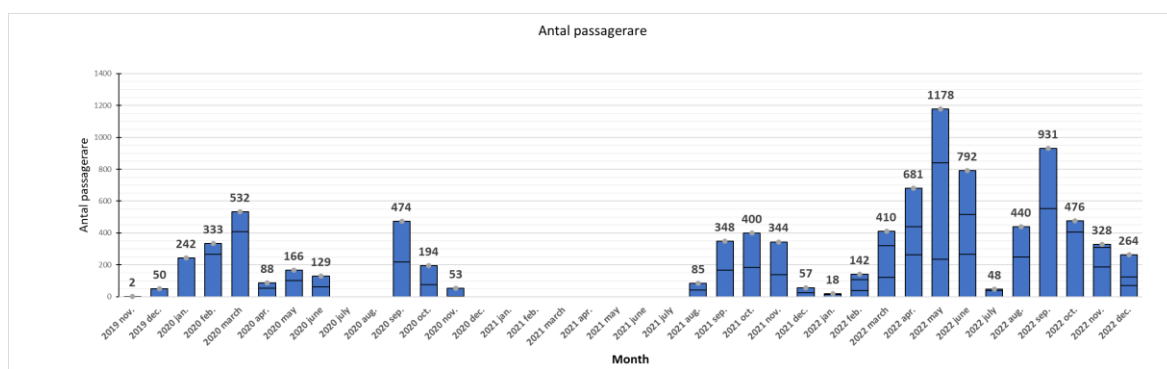


Figur 2 Området som Ride the future trafikerar.



Figur 3 Vallastaden (vänster) Linköpings Campus (höger). Fotograf My Weidel.

Den publika trafiken i Ride the future startade i mars 2020, och den 31 december 2022 hade totalt 9205 passagerare rest med de autonoma bussarna, se Figur 4. Vissa månader har inga passagerare åkte med och detta är under Covid pandemin. Trots detta har bussarna rullat och tekniska tester och specifika användarstudier har genomförts.



Figur 4 Antal passagerare per månad till och med 2022-12-31.

Driften sker kl. 08-18 på vardagar och kl. 11-16 på helger. En förutsättning för driften är att det finns en säkerhetsförare med ombord. Transdev har nio utbildade förare som får framföra båda fordonstyperna. För att få arbeta som säkerhetsförare ska man inneha D-körkort för fordonsslaget. Detta har kompletterats med egna krav på Yrkesförarkompetensbevis (YKB), Transdevs interna förarutbildning samt en kompletterande fordonsutbildning på fyra-fem dagar genom respektive leverantör.

Ride the future är öppen för alla att åka med och är gratis. Störst fokus har legat på att få resenärer som arbetar och bor i området där bussarna trafikerar, särskilt de som inte har möjlighet att cykla eller gå i området.

3.1. Avtal och Samverkan

Initiativet Ride the future bygger på en samverkan mellan åtta olika partners som påbörjades under 2018. Partners är Akademiska hus, Linköpings kommun, Linköpings universitet, RISE, Linköping Science Park, Transdev Sverige AB, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut och Östgötatrafiken, se Figur 5.



Figur 5 Samverkanspartners i Ride the future.

Ett huvudavtal reglerar hur samverkan ser ut och vilken insats i form av in-kind och kontantinsatser som de åtta parterna lägger in. En Ledningsgrupp är det styrande organet inom Ride the future och träffas en gång varannan vecka. I Ledningsgruppen finns en utsedd representant för respektive part. Parter utser själva sin respektive representant. Ordförande i ledningsgruppen är en representant från Linköpings universitet.

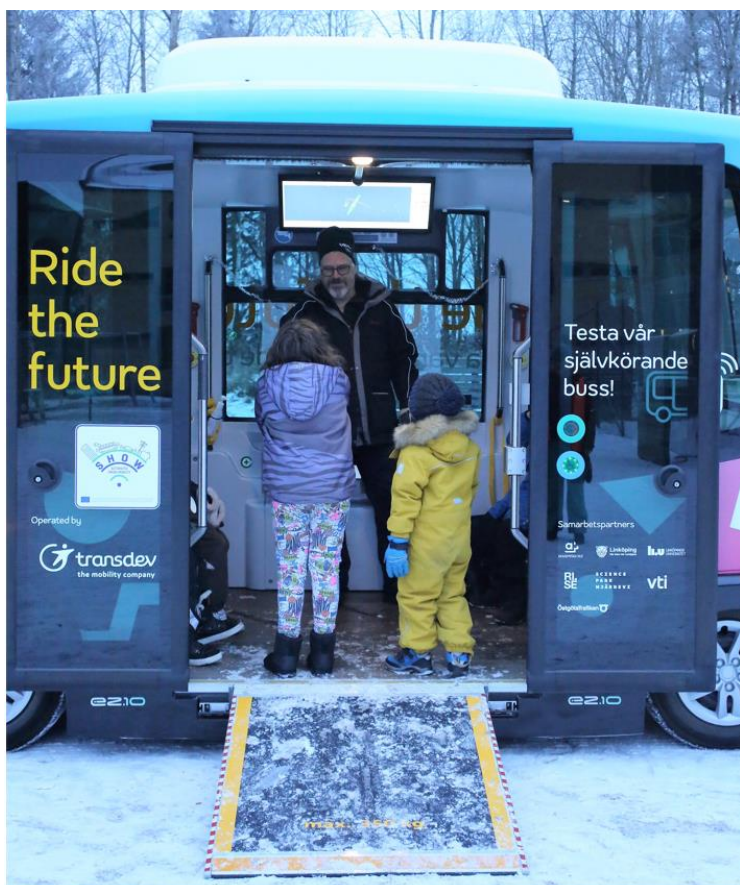
Vidare finns det en Operativ grupp som träffas en gång varannan vecka, eller vid behov. Den Operativa gruppen säkerställer den dagliga verksamheten och har representanter från de arbetsgrupper som utför det dagliga arbetet: fordon och drift, avtal och tillstånd, infrastruktur, digital infrastruktur, forskning, kommunikation och affärsmodeller. Arbetsgruppernas sammansättning definieras i en årligen upprättad verksamhetsplan. Den operativa gruppen leds av en person hos den administrativa värden (VTI) och bemannas med minst ledaren från varje arbetsgrupp.

3.2. Involvering av användare/medborgardeltagande

Det är ingen självklarhet att resenärer hittar till och känner sig bekanta med nya transportlösningar som denna. Ett stort arbete har lagts ner på att involvera och engagera de som bor och verkar i området fordonen trafikerar. Vi har bedömt det viktigt att ge möjlighet till att fysiskt bekanta sig med fordonen och att kunna prata med säkerhetsförare och forskare om bussarna, deras syfte och vad de kan och inte kan göra. Användarinvolvering har skett på flera olika sätt och nedan beskrivs några av de mer omfattande insatser som skett.

3.2.1. Skolan/små barn

I december 2021 besökte Ride the Future Vallastadens skola och fritidshem för att positivt uppmärksamma att de självkörande bussarna trafikerar Vallastaden. Initiativet till besöket kom efter klagomål från föräldrar vid hämtning- och lämningstid vid skolan. Bilburna stressade föräldrar uttryckte vid några tillfällen irritation över att de relativt långsamgående bussarna blockerade den egna framfarten. Bussen "Busse" med säkerhetsförare, två forskare och en kommunikatör medverkade vid besöket. Bussen placerades på skolgården under en eftermiddag. Ett stort antal barn i åldern 8–10 år – gissningsvis ca 50 – var på besök och fick gå ombord samt ställa frågor till säkerhetsförare och forskare. Även föräldrar och lärare passade på att besöka bussen, se Figur 6, och det bjöds på julmust, alkoholfri glögg och pepparkakor.



Figur 6 Barn vid skolan samtalar med förare och bjuds på glögg och pepparkakor.
Fotograf My Weidel.

3.2.2. Fritids/förskola – aktivitet med ritande av bussarna

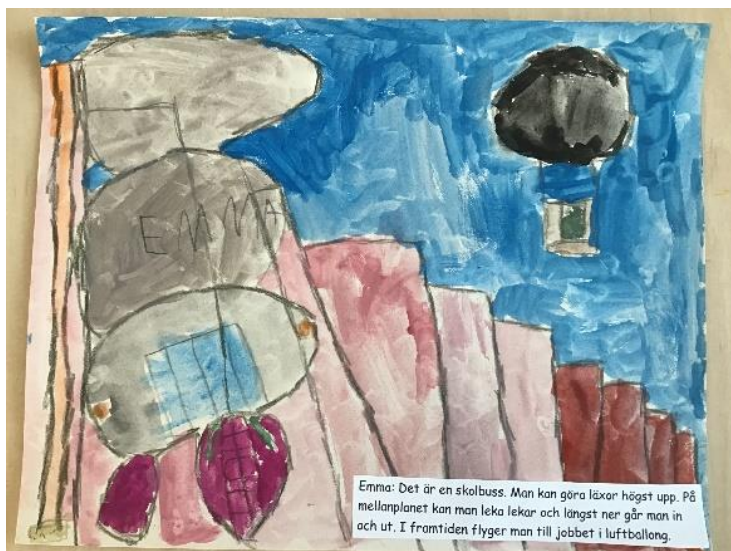
För att engagera barnen vid en förskola i området genomfördes ett event där barnen fick i uppdrag att rita bussarna. Valda teckningar visades sedan som en vernissage i samband med invigningen av sträckan i Vallastaden, se Figur 7–10. Aktiviteten skedde under sommaren 2021.



Figur 7 Edith: En regnbåge för att det regnar. I framtiden kommer det vara stora hus för att många människor har flyttat hit. Bilarna kommer vara rundare i framtiden.



Figur 8 Maja: Jag har målat himlen grön för jag tycker den ska vara det. Jag har också målat en buss "en alltingbuss", den kan göra allting. Den är ett sjukhus, polis, skola, brandkår och bageri, ja allt!



Figur 9 Emma: Det är en skolbuss. Man kan göra läxor högst upp. På mellanplanet kan man leka lekar och längst ner går man in och ut. I framtiden flyger man till jobbet i luftballong.



Figur 10 Leo: I framtiden tror jag att bilarna sitter fast i flygplanen. Och det är alltid höst. I framtiden kommer solen vara orange.

3.2.3. Namntävling – fritids/ daglig verksamhet/ säkerhetsförare

För att göra de tre bussarna mer personliga, och för att engagera resenärer, ordnades en namntävling. Tre grupper fick i uppgift att föreslå namn på en buss. Arbete med namnförslag gjordes på demensboendets dagliga verksamhet, bland barnen på en av förskolorna och bland säkerhetsförarna. De namn som valdes var Busse, Reza och Hjulia, och en ceremoni anordnades för att tillkännage dem, se Figur 11. Namnen finns skrivna på respektive buss och de går även att se på kartan som visar var bussarna finns (Figur 16). Aktiviteten skedde under september 2021.



Figur 11 Bild på namngivningsceremoni av REZA (Nayva) i samband med invigningen av Vallastadens slinga. Fotograf My Weidel.

3.2.4. Universitetsevent

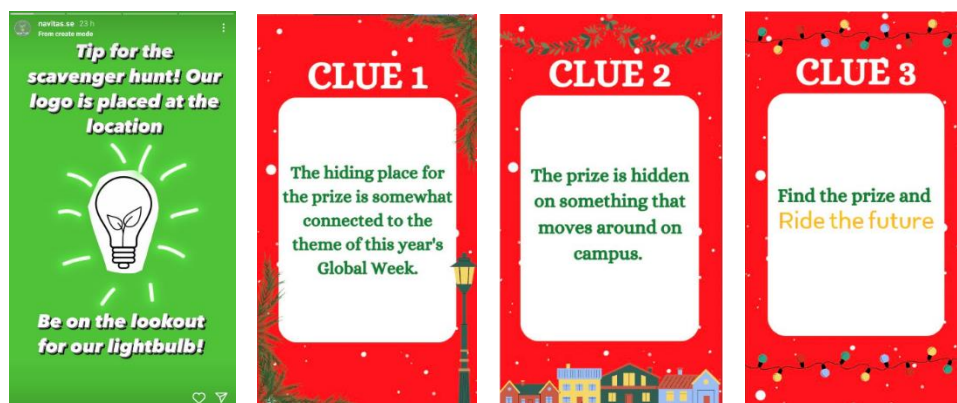
I slutet av april 2022 anordnades ett event under en eftermiddag för att engagera fler att resa med de autonoma bussarna. Alla de tre bussarna med säkerhetsförare var på plats tillsammans med forskare. Vid eventet serverades fika utanför Studenthuset på Campus Valla, se Figur 12. Ett stort antal besökare var på plats och tillfället innebar även ett rejält ökat åkande under eventet. I samband med eventet erbjöds möjligheten att registrera sig som en eventuell ”Supertestare” av fordonen dvs en person som åtar sig att åka upprepade gånger och få en mer djupare erfarenhet. Totalt var det 32 personer som anmälde sig varav hälften av dessa hade åkt med Ride the future förut. Alla var studenter och vissa bodde i anslutning till rutten.



Figur 12 Event vid Campus med fika och ballonger. Fotograf: Anna Anund, VTI.

Linköpings Universitets största förening för studenter för hållbar utveckling, Navitas, anordnade i samband med de fyra adventshelgerna 2022 olika event för sina medlemmar. Inför första advent kontaktade Navitas Ride the Future för att anordna en skattjakt där ”skatten” fanns på bussarna. Ride the Future och bussarna valdes som gömställe med anledning av hållbarhetsinriktningen med elfordon samt att det är spännande med ett gömställe som rör på sig. Lappar där det stod att man vunnit 200 kronor presentkort på den lokala livsmedelsbutiken gömdes i två av bussarna.

Den 29 november 2022, dagen för skattjakten, publicerades ledtrådar till var skatten fanns en gång i timmen på Navitas instagramstories fram tills att skatten hittades. Ledtrådarna som publicerades var dessa, se Figur 13.



Figur 13 Instagramstories med Clues och skatten (vänster).

Den 14 februari 2023 hölls ett event vid Campus Valla. Fika serverades och det gjordes reklam för att Ride the future snart nått 10 000 resenärer. Den person som var den 10 000 resenären vann ett gratis

månadskort på Östgötatrafiken. Den jubilerande resenären uppmärksammades också med ett diplom (Figur 14).



Figur 14 Resenär 10 000 och vinnare av månadskort på Östgötatrafiken. Fotograf My Weidel, VTI.

3.2.5. Linköpings Stadsfest

I slutet på augusti 2022 deltog Ride the future på Linköpings Stadsfest. Bussen Hjulia med säkerhetsförare var på plats vid S:t Larskyrkan. Det var ett uppskattat inslag för besökarna på stadsfesten. Många var nyfikna och pratade med säkerhetsförarna. De ställde många frågor bland annat om var bussarna kör, hur de fungerar och om man får åka med, se Figur 15.



Figur 15 Bussarna visas i Linköpings city i samband med Stadsfesten. Fotograf: Anna Anund, VTI.

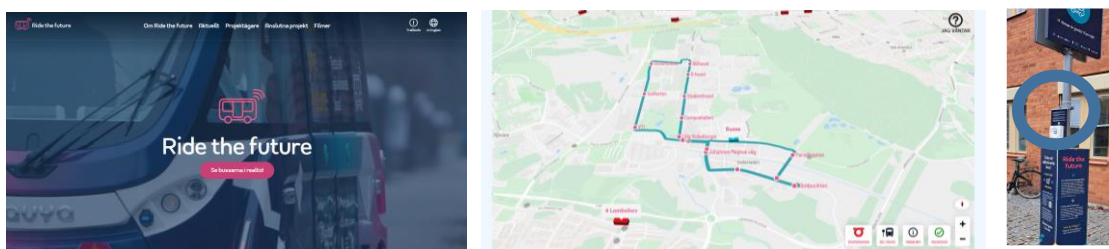
3.3. Digital infrastruktur

En verksamhet som Ride the future behöver lägga en del arbete på att designa, utveckla och underhålla den digitala infrastrukturen. På bussarna finns ett stort antal inbyggda sensorer som registrerar bland annat hastighet, acceleration, kupétemperatur och batteritemperatur. I tillägg till de sensorer som levererades med bussarna har Ride the future själva eftermonterat en sensor för luftkvalitet på bussen samt en förbättrad accelerometer och gyroskop. Inne i kupé finns också två surfplattor. Den ena används för undersökning om kundnöjdhet och den andra för ett system som i realtid registrerar var passagerare går på respektive av bussen. Vi samlar således in olika typer av data från ett flertal olika system och sensorer för att möjliggöra forskning.

I Ride the future används för denna insamling av data ett datainsamlingssystem som heter NiFi¹. Nifi är ett öppet källkodprojekt inom The Apache software Foundation². Det är utvecklat för att enkelt kunna hantera många heterogena datakällor samtidigt. NiFi-systemet laddar kontinuerligt ned data från flera av sensorerna och från de olika delsystemen. Delsystemen har i flera fall egna datahanteringssystem med databaser hos underleverantörerna. Nifi har support för att smidigt hämta data via de olika APIer (Application Programming Interface) som underleverantörerna tillhandahåller. När data är nedladdad så sparas det i en central databas hos RISE i Linköping och görs tillgängligt för olika forskningsprojekt.

Det insamlade data används sedan för olika interna och publika tjänster. Exempel på de publika tjänster som använder insamlade data är ett dashboard utvecklat av RISE och ett av Veridict.

- Passagerarräknings dashboard (<https://elin.linkoping-ri.se/dashboard>)
- Realtidskartan som indikerar var bussarna finns (<https://map.ridethefuture.se/>), se även Figur 16.



Figur 16 Hemsidan där kartan finns tillgänglig (vänster) och kartan med Blå bussar för autonoma fordon och röda för kollektivtrafik (mitten) och knapp för information till förare att passagerare väntar (höger).

3.4. Gränssnitt mot användare

Trafikutbudet utförs inte i enlighet med en fast tidtabell såsom för traditionell kollektivtrafik, utan istället är det ett intervallbaserat utbud inom ramarna för trafikdygnets start och slut. Det har därför varit särskilt viktigt för Ride the future att användarna enkelt ska kunna se var bussarna finns för att kunna få en sömlös resa där Ride the future erbjuder en ”first mile - last mile” service till befintlig kollektivtrafik. En digital karta har tagits fram i vilken både de autonoma bussarna och vanlig kollektivtrafik visas i realtid. Information om var man kan hitta denna karta finns vid varje hållplats som en QR-kod och vidare finns en klickbar länk på första sidan på ”Ride the Future” hemsida, se Figur 16. I övre högra hörnet på kartan kan man även klicka på frågetecknet och då öppnas en vy där man kan ange att man väntar på bussen och hur många man är som vill åka.

För de som inte har en mobiltelefon eller tillgång till dator har ett alternativt system med en knapp vid varje hållplats tagits fram. Knappen sänder samma information som om man använder den klickbara länken. Det ska dock betonas att informationen används som ett stöd för föraren att avgöra vilken rutt man bör ta, och innebär inte ett löfte till resenären att bussen kommer inom en given tid.

¹ <https://nifi.apache.org/>

² <https://www.apache.org/>

4. Metod

För att utvärdera hur en verksamhet som Ride the future fungerar som ett medel för att uppnå mer hållbar mobilitet, och eftersom den också är en plattform för forskning, har över 20 studier genomförts. Av dessa är det 12 studier som behandlar användarperspektivet.

I denna rapport presenteras översiktligt de studier vi valt att inkludera och som vi ser relevanta för att uppnå målet med rapporten. I

Tabell 1 ges en översikt av de inkluderade studierna. För mer detaljer se bilaga 1. Valda studier inkluderar även sådana som ännu inte har publicerats. Med dessa studier som utgångspunkt summeras vad de generella insikterna är när resultat från samtliga studier beaktas.

De sammanlagda resultaten presenteras i Kapitel 5.

Tabell 1 Översikt av inkluderade studier.

ID	Namn	Syfte	Metod	Deltagare	År	Publicerad
A	Självkörande buss och dess potential inom framtidens hållbara mobilitet: användarperspektiv	Att undersöka effekter på resvanor och acceptans av autonoma bussar	Webenkät på svenska och engelska (Monkeysurvey)	85 svar på svenska, 53 svar på engelska	2022	Opublicerad
B	Användaracceptans - EU projektet SHOW	Att ta reda på vad användare tycker om Ride the future	Webenkät (Netigate)	86 svar	2022	Opublicerad
C	Why Autonomous Driving Is So Hard: The Social Dimension of Traffic	Att undersöka olika typer av ljudesign som ett medel för interaktionsdesign mellan robotar och människor	Analys av videospelningar av interaktioner med bussarna, samt diskussioner med säkerhetsförare		2020	(5)
D	Supertestare – erfarenhet från erfarna användare	Att få in synpunkter från personer som testat att resa med Ride the future flera gånger	Teståkning av buss samt utvärderingsenkät (Netigate)	10 studenter (5 män, 5 kvinnor)	2022	Opublicerad
E	Barns perspektiv på framtidens resor med autonom buss	Att undersöka om och på vilket sätt autonoma bussar kan bidra till barns oberoende mobilitet	Medåkandeobservation och fokusgrupper	10 elever (7 tjejer, tre killar) i åldern 11–12 år	2021	(6)
F	Autonomous Shuttles for ALL – AI, public transportations, and people with disabilities	Att utreda vad som krävs för att barn med kognitiva funktionshinder ska kunna resa med autonoma bussar på ett för dem säkert och tryggt sätt.	Observationer, intervjuer, co-design aktiviteter	14 barn	2022	Opublicerad

ID	Namn	Syfte	Metod	Deltagare	År	Publicerad
G	Infrastrukturbehov vid busshållplatser – Med fokus på Ride the future i Vallastaden	Att ta reda på vilka infrastrukturbehov boende och besökare på äldreboende har, undersöka förutsättningarna för att göra åtgärder som är inriktade på att uppfylla behoven samt utforma rekommendationer utifrån detta	Intervjuer	2 personal på äldreboende, 6 besökare på äldreboende (tre män, tre kvinnor) i åldern 55–80 år, 6 säkerhetsförare	2021	(7)
H	Acceptans hos äldre resenärer.	Att undersöka hur Ride the future uppfattas och kan nyttjas av äldre personer	Medåkandeobservation och fokusgrupp	3 personer på dagligverksamhet på äldreboende	2021	Opublicerad
I	Synnedstatts resor med buss – Framtiden med autonoma bussar	Att få en ökad förståelse för hur en autonom elektrifierad buss kan användas av personer med olika grad av synnedstättning och vilken typ av barriärer som finns för säkert och tryggt användande	Medåkandeobservation och fokusgrupp	7 personer med olika grad av synnedstättning (5 män, 2 kvinnor) i åldern 31–70 år	2020	(8)
J	Säkerhetsförare på autonoma bussar – Uppmärksamhet och trötthet – en explorativ studie	Att utvärdera om det är möjligt för säkerhetsföraren att övervaka fordonet och omgivande trafikmiljö så att säkerhet vid framförande av autonom buss kan garanteras	Explorativ studie där förarens vakenhet och blickbeteende mättes med hjälp av fysiologiska mätningar och eye trackers.	8 säkerhetsförare	2021	(9)
K	Säkerhetsförarens acceptans – EU projektet SHOW	Att samla in information om hur säkerhetsförarna uppfattar arbetet som förare av autonom buss och vilka utmaningar de upplever.	Enkät	7 säkerhetsförare	2021	Opublicerad
L	Workshop med projektpartners	Att tillsammans diskutera framtida möjliga inriktningar av verksamheten för 2024–2025	Workshop	Ca. 20 personer	2023	Opublicerad

5. Är automatiserade elektrifierade bussar en del av mobiliteten i den moderna, förtätade staden?

Med en utgångspunkt i de studier som beskrivits i Kapitel 4 summeras den kunskap och de lärdomar vi har från den tid vi bedrivit operativ verksamhet till och med december 2022. Insikterna är utifrån användarnas perspektiv med avseende på i synnerhet mobilitet och där aspekter kring fordon och drift, infrastruktur samt användarnas uppfattning kring attraktivitet, tillgänglighet, bekvämlighet och inkludering ingår.

5.1. Fordon och drift

Fordonens bromsfunktionalitet har haft stor betydelse för hur olika resenärer och även säkerhetsförare valt att uttrycka sina åsikter om resan med bussarna.

Bussarna är utrustade med ljusdetektering och avståndssensorer (lidar) i kombination med fasta lokaliseringstjänster såsom NRTK eller GNSS för navigering/lokalisering och detektering av hinder. Tekniken med lidar-sensorernas och fordonsdatorernas beräkningskraft minskar kraftigt reaktionstiden och bromssträckan jämfört med fordon som framförs av en mänsklig förare. Även om detta är bra för omkring varande människor och infrastruktur, så kan det dock få konsekvenser för de som färdas inne i bussarna där hård inbromsning kan orsaka plötsliga rörelser för passagerare och säkerhetsföraren. Dessutom är lidarsensorerna inte alltid kompatibla med befintliga farthinder, förhöjda korsningar etc., som ofta identifieras som ”objekt” och initierar en (hård) inbromsning. Enkelt uttryckt så omges bussarna av två ”säkerhetsbubblor”, en yttre och en inre. Om externa föremål kommer in i den inre bubblan kommer bussen att tvärbromsa. En lärdom har varit att väderförhållanden så som regn, dimma, och damm också kan göra att bussen stannar. Även säsongsbaserade problem kan uppstå, som att gräs och buskar/träd som växer och hänger ut över bussens färdväg vilket kan medföra att bussen måste stanna för ”objekt” eller att signalen försämras och bussen behöver sakta ner (10).(10). Underhåll av dessa ”störningar” utmed färdvägen behöver därför räknas in i driften och inkluderas vid kostnadsberäkning. Här ingår även särskild hantering av snö under vintern för att inte snö- eller plogvallar ska ligga i vägen för bussen och uppfattas som objekt som medför bromsningar eller till och med stopp. I framtiden är förhoppningen att artificiell intelligens (AI) ska kunna bidra till att bussen själv kan identifiera vad för objekt som den ska bromsa för och även göra undanmanöver i de fall det behövs.

5.1.1. Säkerhetsförarnas arbetssituation

En drift med autonoma fordon kräver en säkerhetsförare ombord. Tanken är att föraren ska kunna agera med snabb reaktion om något skulle gå fel. För Ride the future har detta varit en förutsättning enligt regelverken för försöksverksamhet med självkörande fordon ³.

Resultaten från studien (ID. J) om uttröttnings och vakenhet visar att tröttheten inte är signifikant större i slutet på ett eftermiddagsskift än i början, dock finns det individer som varit trötta vid båda körningarna (9). I samma studie studerades även förarnas blickbeteende. Vid några i förväg valda event (geografiska punkter i kartan) klassades var förarna förväntades att titta. Resultaten visade att förarna inte alltid tittar till höger och vänster när det anses som nödvändigt för framförandet av bussen. Det går dock inte säga att de inte tagit till sig information från dessa riktningar - tillräcklig information skulle kunna ha inhämtats via periferiseendet. Ett stort antal uteblivna blickar bakåt kan också noteras, även i de fall bussarna lämnar en busshållplats för att köra ut på en väg trafikerad av andra fordon. Detta är något förvånande, och anledningen är inte känd. En förklaring kan vara att säkerhetsförarna inte vänt sig om för att undersöka om något är bakom fordonet, och att speglarna täckts in med

³ <https://www.transportstyrelsen.se/en/road/Vehicles/self-driving-vehicles/>

perifera seendet. En annan förklaring kan vara att de inte anser att de behöver titta bakåt, vilket kan signalera en övertro på fordonets kapacitet och andra trafikanter.

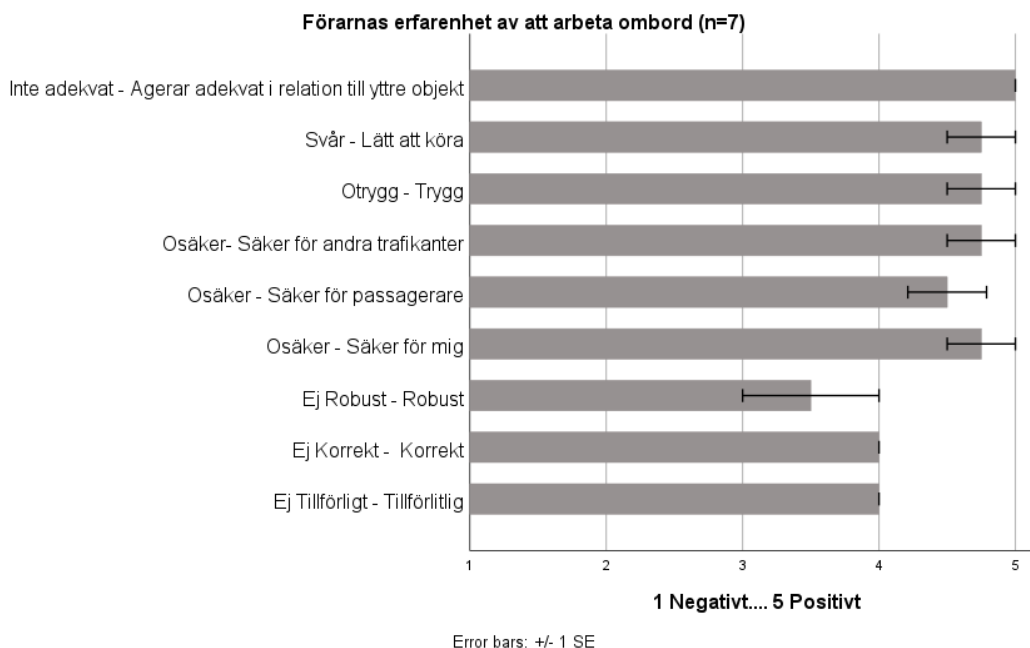
Det finns även tillfällen då fordonets oförutsägbara bromsfunktion bidrar till att föraren har sin uppmärksamhet på annat ställe där man förväntas. Ett exempel på det är vid en plats med många hårda inbromsningar på grund av gräs som blivit för högt och växer bredvid vägen. Genom att se gräset i förväg på kartan som visas till vänster i displayen kan föraren välja att sakta ner fordonet och på så sätt undvika ett kraftigt stopp. Detta innebär att förarens uppmärksamhet var på kartan i stället för till höger det vill säga åt det håll bussen var på väg. Värt att notera är att när bussen har en lägre hastighet minskar bussens säkerhetszoner, alltså den ytan som bussen läser av för att hitta föremål som kan störa framförandet. Även andra fordon som rör sig i trafiken syns på kartan. Förarna använder dock inte kartans "heat map" för att se fordon som rör sig runt bussen eftersom uppdateringen är för långsam samt att de inte kan se fordonet på långt avstånd". Det är svårt att avgöra om detta leder till en ökad osäkerhet eller inte. Generellt är den vanligaste orsaken till olyckor vid färd i buss i stadsmiljö att resenären faller (11) och detta kan förväntas gälla även här. Generellt är den vanligaste orsaken till olyckor vid färd i buss i stadsmiljö att resenären faller (11) och detta kan förväntas gälla även här. Allt som bidrar till mjukare inbromsningar kan förväntas minska risken att falla. Förarna är måna om sina resenärer och vill inte heller själva falla vilket gör att de söker information i syfte att undvika detta. I dagsläget är problem med bromsningar, men även placeringen av informationsytor inte optimal sett utifrån ett förarperspektiv.

Under projektets gång har aktiv kravställning gentemot båda fordonsleverantörerna lett till mjukvaruuppdateringar med förbättringar i form av mer balanserad bromsfunktionalitet som följd, men mer arbete krävs inom området.

Ytterligare synpunkter från säkerhetsförarna insamlade via SHOW-enkäten (ID. K) visade att det först och främst behöver säkerställas att det fungerar att ta ombord alla typer av resenärer och att alla säkerhetsförare måste kunna hjälpa dem som ska åka. Detta är enligt förarna en förutsättning innan alla kan tillåtas att nyttja bussen. Det var ett önskemål från flera säkerhetsförare att veta i förväg om rampen ska användas för att kunna planera körningen. Ansvarsfrågan lyftes också, där det i nuläget är förarens ansvar att garantera säkerheten för passagerarna. Detta kan leda till att resenärer med funktionsnedsättning nekas att åka med då föraren inte är beredd att ta det ansvaret i bussen.

Beträffande förarnas upplevelse av arbetet som säkerhetsförare så visade SHOW enkäten (ID. K) att förarna ansåg att deras upplevelser från arbetet ombord var bra. Lägst värde kopplades till hur man upplevde fordonens robusthet, se Figur 17. Förarna fick även frågan hur de generellt upplever arbetat som säkerhetsförare och samtliga svarade mycket eller ganska positivt.

En mer praktisk erfarenhet är kopplad till säkerhet för resenärer är typ av säten i fordonen. Inledningsvis hade en av bussarna säten av trä och det fanns inga bälten. Förarna fick då erfara hur barn i vinteroverall som färdades framåt halkade ur sitsen. Barnen har också kommenterat säkerheten vid åkandet. Stolarna har bytts ut och är nu utrustade med trepunktsbälten samt stoppade sitsar med högre friktion. Utifrån denna erfarenhet rekommenderar vi att använda stoppade säten med bälten för framåtåkande, om möjligt så kallade trepunktsbälten.



Figur 17 Säkerhetsförarnas upplevelser av arbetet. (1=Negativt....5=Positivt).

Säkerhetsförarna har andra uppgifter under ett arbetspass jämfört med när de kör en konventionell buss. De har mer kontakt med passagerare och får ofta hjälpa personer som har svårt att resa själva. Från ett mekaniskt perspektiv är bussen enkel att hantera. Den har dock ingen ratt och en skillnad är därmed hur man styr bussen med joystick. Normalt ska föraren inte behöva ingripa men det händer regelbundet att man behöver ta över och lösa ett stopp. Den utökade färdighet och kompetens som förarna behöver ha gäller fordonets olika IT-system, inställningar och underhåll. Vid uppstart av bussen krävs att man loggar in och följer rutiner. Detta gäller även vid de fall systemet behöver startas om. Då krävs verifikation av att olika processer och att telekommunikationssystem fungerar. Förarens roll är även annorlunda när det kommer till hur man stöttar personer med funktionsnedsättning. Till exempel finns det inte knappar att trycka på när man ska kliva av som passagerare, idag sker den kommunikationen med föraren. Om fordonen på sikt ska framföras utan förare och samtidigt tillhandahålla en trygg och säker mobilitet så behöver detta utvecklas vidare. Kanske är detta extra viktigt i det fall tjänsten utvecklas till en så kallad on-demand tjänst.

Köruppgiften i ett autonomt fordon är mer monoton och risken för förarutmattnings är ett faktum. En annan skillnad jämfört med att köra en vanlig buss är ouppmärksamhet på grund av interaktion med passagerarna. Ytterligare en lärdom är att passagerarnas beteende skiljer sig lite från att resa på en vanlig buss, eftersom utrymmet i bussen är annorlunda vilket ger mer utrymme för andra aktiviteter. Operatörens roll är då också att se till att alla passagerare, särskilt de med funktionsnedsättning, äldre eller barn, sitter ner (10). I bussarna har bälten eftermonterats så att man alltid i framåtriktat åkande kan vara bältad. Operatörens roll är då också att se till att alla passagerare, särskilt de med funktionsnedsättning, äldre eller barn, sitter ner (10). I bussarna har bälten eftermonterats så att man alltid i framåtriktat åkande kan vara bältad.

5.1.2. Infrastruktur och hållplatser

I samband med förberedelserna av området som fordonen trafikerar har ett stort arbete skett för att säkra att infrastrukturen är anpassad för en så stabil drift som möjligt och för att undvika onödiga stopp. Här ingår allt från att välja var bussarna ska stanna och att där ta fram hållplatser som är användarvänliga, till att på vägbanan måla markeringar som visar var i omgivningen bussen går och att ta fram information på hållplatserna som visar när bussen kommer och vad syftet med Ride the future är, se Figur 18. Fordonen trafikerar exakt samma sträcka hela tiden vilket sliter hårt på vägbanan eller i

vissa fall på stensättningar. Stensättningarna har inte från början tänkt belastas med tunga fordon som bussar och deformationer har uppstått. Därför har anpassning av beläggning gjorts på några valda sträckor. En lärdom är även att höjden på kantstenar inte var kompatibla med rampen som fälls ut då man ska ta ombord rullstolar.

I studien som fokuserade på äldres perspektiv på infrastrukturen (ID. G) fick deltagarna se hur hållplatserna är utformade idag och sedan komma med förslag på förändringar som skulle kunna göra hållplatserna mer användarvänliga (7). Deltagarna fick kommentera bilder av hållplatsernas nuvarande utformning (Figur 18). Resultaten visade att personalen på äldreboendet önskade förbättringar i form av buskskur eller annan form av väderskydd och bänk med ryggstöd. Vidare ansågs det som viktigt att hållplatsen var synlig och att det är tydligt att det är en hållplats.

När det gäller placeringen av busshållplatserna så bör de ligga vid vägar med lite trafik som håller låg hastighet. Personalen betonade även att det ska vara lätt att ta sig till hållplatsen; detta innefattar slätt underlag och att sten, grus och kantstenar undviks för att minska risken att snubbla. Personalen vid äldreboendet önskar veta när bussen kommer, vilket sågs som en förutsättning för att kunna resa med personer med demenssjukdom. För att kunna planera dagen behöver de också veta hur lång tid en tänkt resa tar och var man ska stå och vänta. Det fanns även förslag om att undvika höga trottoarkanter och att det ska vara lätt att stiga på bussen samt att rulla på rullstol/rullator. Vidare var det önskvärt att området där man väntar på bussen är avgränsat så att man lätt ser var man ska stå. För personer med demenssjukdom är det bra om hållplatserna är utmärkta med pastellfärger. Det framkom även förslag på mer utsmyckning av hållplatser med tex träd.

Anhöriga på äldreboendet hade önskemål som i flera avseenden var lika de som lyftes av personalen. Väderskydd mot regn och vind, belysning och att det ska vara säkert att gå ombord och stiga av med rullator, rullstol och barnvagn nämndes. Vidare uttrycktes att det vore bra om det fanns papperskorg vid hållplatsen, en bänk att sitta och vänta på, möjlighet att parkera och låsa cykel, samt att man inte ska behöva gå rakt ut på en cykelväg när man kliver av bussen. De anhöriga föreslog att det skulle finnas en ”insnävning” där bussen kan stanna.

Vidare önskades att man ska kunna ta sig till busshållplatsen på en bra gång- eller cykelväg som ska vara belyst och att det inte ska finnas någon risk att bli påkörd när man väntar på bussen. Således är det viktigt att känna sig trygg och säker när man väntar på bussen även på kvällar och nätter så platsen får inte vara mörk och skum. Det är viktigt att veta när nästa buss kommer, hur ofta bussen kommer samt vilken sträcka den trafikerar (7). Även personalen på äldreboendet berättade att de önskar att de kan se vid hållplatsen när bussen går och vilken rutt den går, så man kan planera återresa.

Vidare framkom att det på den digitala kartan (se Figur 16) upplevdes svårt med scanning av QR-kod för de äldre och personalen föreslog ett telefonnummer som skulle kunna vara ett alternativ. Enligt anhöriga på äldreboendet vore det bra om man kan få information om när bussen kommer via mobilen, men även kunna ta del av sådan information via en digital tavla som visar minuter till ankomst av nästa buss.



Figur 18 Bilderna som visades för deltagarna i studien. Föreställandes hållplatsernas nuvarande utformning. Foto: Sara Nygårdhs, VTI.

I samma studie tillfrågades säkerhetsförarna om vad de anser om hållplatserna. För att hållplatser ska vara bra utformade att stanna vid, samt kunna släppa på äldre passagerare, ska de enligt säkerhetsförare vara handikappanpassade med plattform, eller liknande jämn asfaltsyta som möjliggör ett lågt insteg. Skillnaden i höjd ska vara max 10 cm. Plattform måste eventuellt inte finnas om det i bussen finns en automatisk ramp som kan användas. Hållplatserna ska även vara enhetliga och ha tydliga markeringar för var passagerarna ska stå och vänta (alternativt markeringar för där bussen ska stanna), gärna med busskur. I dagsläget är säkerhetsföraren en förutsättning för att det ska vara möjligt att ta på till exempel en rullator. Enligt säkerhetsförarna går det att få på både rollator och rullstol med bara rampen, men det kan vara mer ansträngande med rullstol eftersom de då måste knuffa in den (7). Enligt säkerhetsförarna går det att få på både rollator och rullstol med bara rampen, men det kan vara mer ansträngande med rullstol eftersom de då måste knuffa in den (7).

Vid den befintliga plattformen vid hållplatsen lilla Nobeltorget går det inte att köra precis intill plattformen pga. hjulets svängradie (bussen stannar mellan 14 och 20 cm från plattformen). Förarna har noterat att det kan bli problem med höjdskillnader vid på- och avstigning för vissa resenärer, något som kan lösas genom att bussen sänks ned (niger) och att dess ramp fälls ut. Det fungerar dock inte alltid, till exempel inte vid hållplatser med staket som hägnar in väntytan, då blir det för trångt för att föra upp exempelvis en rullstol. Förarna uppger även att det ofta saknas taktill markering för synskadade, vilket innebär att de inte kan veta var de ska stå och vänta på bussen. Det fanns bland förarna en erfarenhet av att det kan vara svårt att stanna vid hållplatser om det finns felparkerade bilar eller cyklar och i vissa fall även reklamflaggor (för restaurang på campus) (7). Det fanns bland förarna

en erfarenhet av att det kan vara svårt att stanna vid hållplatser om det finns felparkerade bilar eller cyklar och i vissa fall även reklamflaggor (för restaurang på campus) (7).

Ibland upplever säkerhetsförarna att bussarna är i vägen för andra trafikanter och då nämns i synnerhet cyklister på Campus och stressade bilister i Vallastaden där det kan vara trångt. Vid Vallastaden kyrka kan bussen vara i vägen då den stannar på en handikapparkering. Här föreslås alternativa hållplatser så de slipper stanna på vägbanan och då inte heller behöver blockera vägen vilket kan bidra till att bilister gör osäkra omkörningar. Hållplatserna bör även ses över gällande efterfrågan, så att de som ingen åker till eller ifrån kan tas bort. De Ride the future-hållplatser som använder de traditionella busshållplatserna med gott om utrymme att vänta på, plattform, taktilla plattor, väderskydd och bänk ansågs vara bättre än övriga enligt samtliga intervjugrupper. En rekommendation är att enhetlighet bör eftersträvas vid utformning av busshållplatserna.

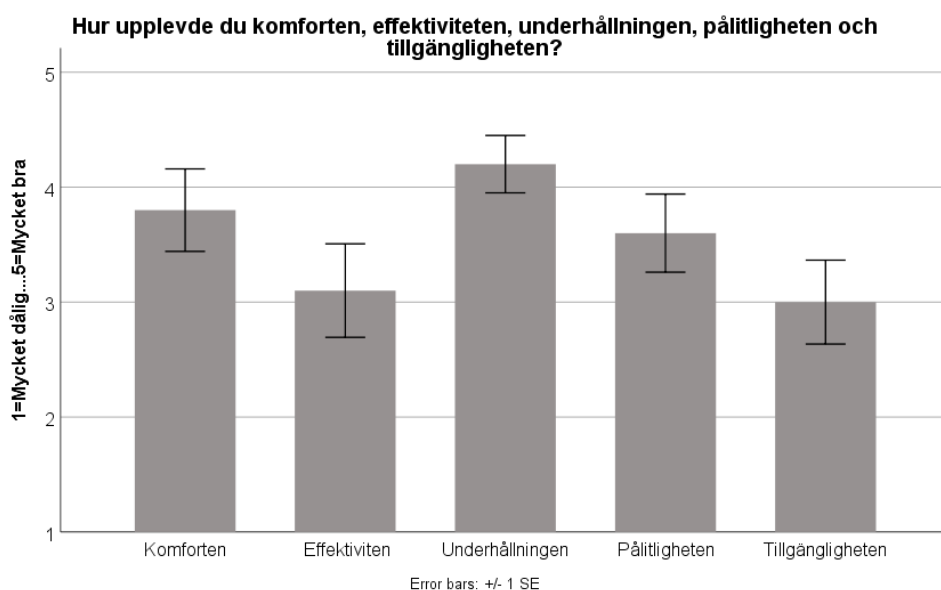
Supertestarna (ID. D) beskrev generellt busshållplatserna som tydliga, synliga, snygga och smidiga. Samtidigt önskade någon att det skulle vara tydligare att det var en hållplats. Hållplatsen vid Nobeltorget upplevdes som otydlig.

5.2. Användarnas uppfattning av att resa med bussarna

Generellt kan det konstateras att majoriteten av användare som ingått i de olika studierna är positiva till de autonoma bussarna och resandet med dem. Det finns dock olika förutsättningar hos användarna som är viktiga att ta hänsyn till i framtida utveckling av tjänsten.

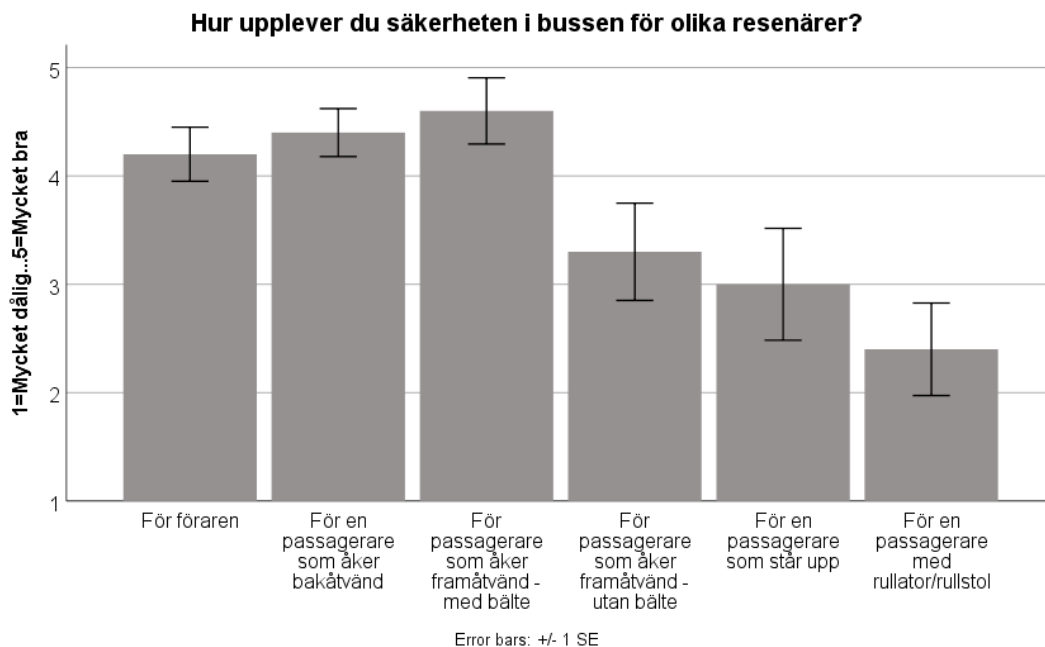
5.2.1. Supertestare

Supertestarna (ID. D) angav övervägande positiva svar på komforten, effektiviteten, hastigheten och tillgängligheten även om något färre var positiva till effektiviteten jämfört med övriga påståenden, se Figur 19. Negativt för effektiviteten var att bussen upplevdes som långsam och att bussarna bara går åt ett håll. Det var oklart för vissa deltagare hur lång tid det tar innan bussen kommer - detta trots att man ser var den är i appen. Detta tillsammans med avsaknaden av tidtabell drog ner betyget på tillgänglighet. De hårda inbromsningarna upplevdes påverka komforten negativt. Vidare kommenterades att stolsitsarna var hårda.



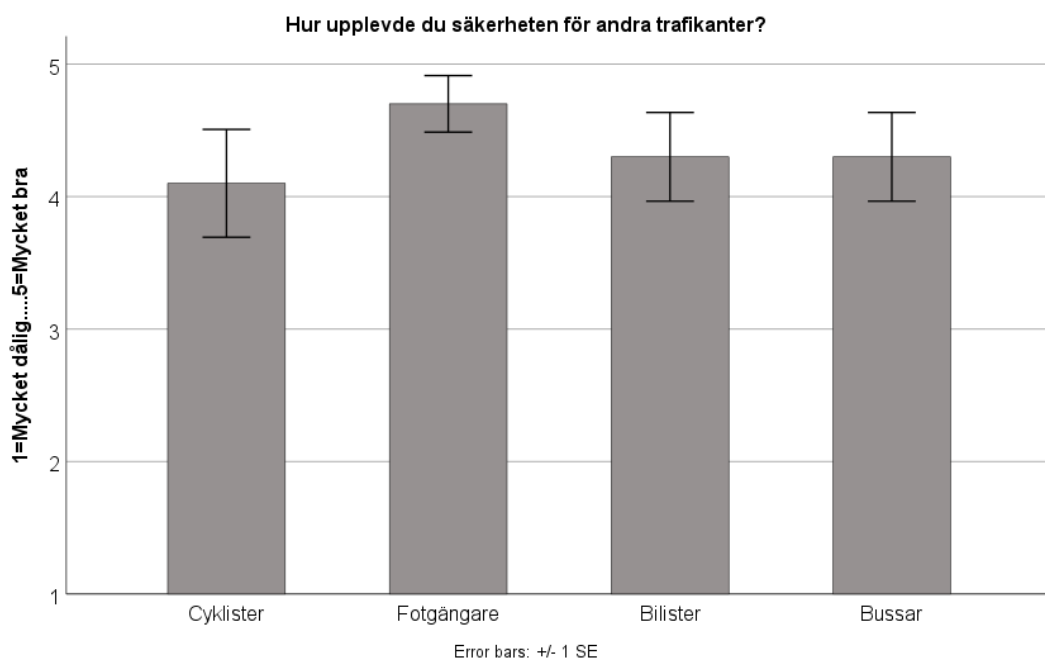
Figur 19 Komfort, effektiviteten, underhållningen, hastigheten och tillgängligheten. (1=mycket dålig...5=mycket bra).

Majoriteten (åtta av tio supertestare) ansåg att det var mycket säkert att åka framåtvänd med bälte i bussen. Likaså ansågs säkerheten hög när man satt på en bakåtvänd plats, se Figur 20. Säkerheten för föraren upplevdes som hög. De fick även ta ställning till hur de tror att säkerheten är för andra resenärer. Det som upplevdes minst säkert för andra var att åka med rullstol eller rollator, här var det tre personer som ansåg att säkerheten var mycket dålig. Samtliga supertestare nämner hårda inbromsningar som den enda säkerhetsrisken för passagerare i bussen.



Figur 20 Upplevd säkerhet för de som reser i bussen. (1=mycket dålig....5=mycket bra).

Frågor till supertestarna kring säkerhet för andra trafikanter som interagerar med bussen visade att säkerheten generellt upplevdes som hög för såväl cyklister som fotgängare och andra motorfordon, se Figur 21.



Figur 21 Upplevd säkerhet för de utanför bussen. (1=mycket dålig...5=mycket bra).

De risker som supertestarna nämnde var att bussen inte hörs, att den kan stanna tvärt så att bakomvarande inte hinner stanna, att cyklister inte ser sig för och att man går ut framför bussen för att man inte vet att den kommer komma där det inte finns någon synbar ”väg”. De flesta supertestarna åkte från de hållplatser som är nära lokalerna där de studerar. När en föreläsning är slut tar de bussen till nästa föreläsning, till Campushallen eller till en hållplats där man kan byta till stadstrafik.

Två personer berättade att de fått veta av säkerhetsföraren att man kan ta bussen till hållplatsen Universitetet, där bussen till Norrköping stannar. De är dock tveksamma till att ta den autonoma bussen dit eftersom de inte vet om den kommer åka in i Vallastaden eller inte. Om den gör det så tar det mycket längre tid. Av de svarande var det tre personer som har tagit Ride the future till stomlinjen minst en gång. Supertestarna hittar bussen antingen via hemsidans karta eller genom att de ser den. De säger att de vill veta var den ska, vidare framkommer att de inte känner till att bussen går till Vallastaden och några upplevde att de blev förvånade när den svängde vänster, mot Vallastaden efter Nobeltorget.

Studien visade även på en potential till förändrade resvanor. Flera av studenterna uppgav att de har förändrat sina resvanor under åkandets gång. Till exempel används Auto-Mat (affär) i Vallastaden efter att de resande har sett att bussen stannar utanför. En av dem tycker att det är praktiskt att ta bussen därifrån när man har matvaror att bära. En supertestare hade bruten fot och använde bussen för att ta sig mellan föreläsningar under dagen. Även efter att klippkortet var fullt fortsatte han att åka tills foten var läkt och terminen var slut. De som åker bland supertestarna har tidigare cyklat eller gått. Hälften av supertestarna cyklar ibland på campus. Alla uppger dock att de oftast går. Fotgängare är i framtiden inte den målgrupp projektet vill fokusera på och på sikt bör motsvarande studier ske för personer som är bilåkande.

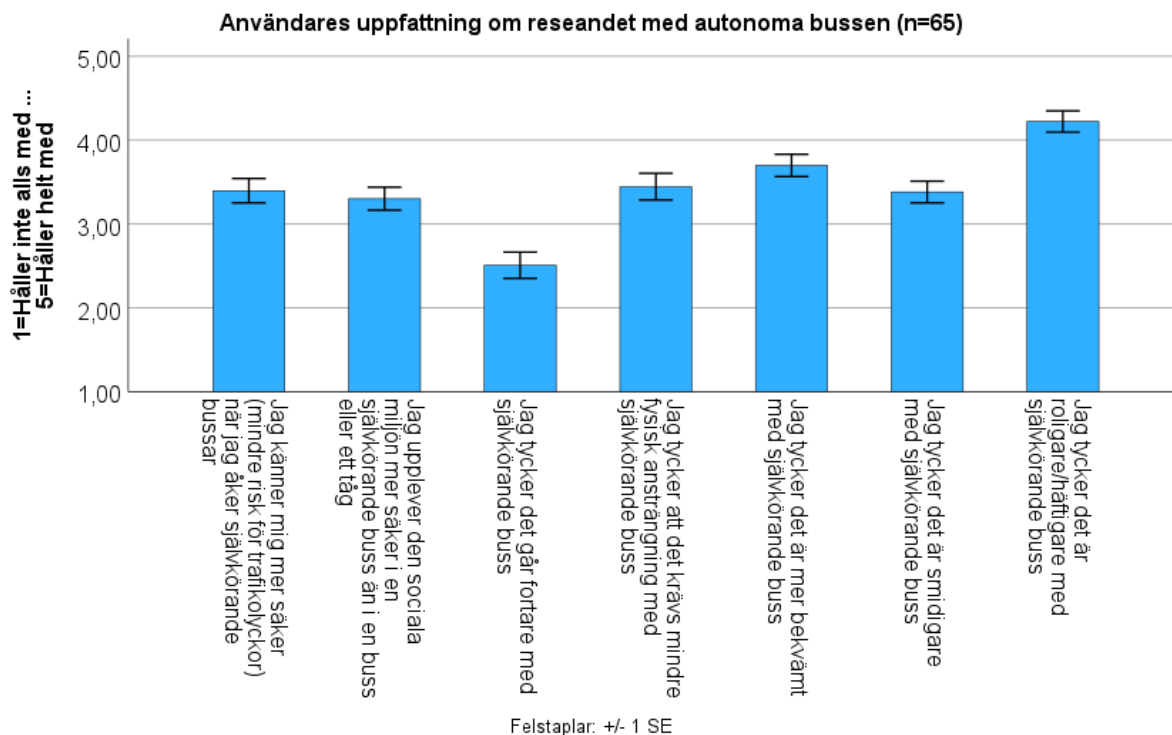
5.2.2. Allmänhetens acceptans och attityd

Även studien av användares acceptans och attityd (ID. A) vilken riktade sig till allmänheten visar att nästan alla som valt att resa med de autonoma bussarna annars går eller cyklar. Det var 24% som svarade att de annars hade tagit bilen.

Anledningen till att de prövade bussen var framför allt att den var gratis (56%). Det vanligaste sättet att ha kunskap om bussen var att de sett den åka förbi (62%), läst om den i media (20%) eller blivit uppmanade av en vän/kollega att pröva (18%).

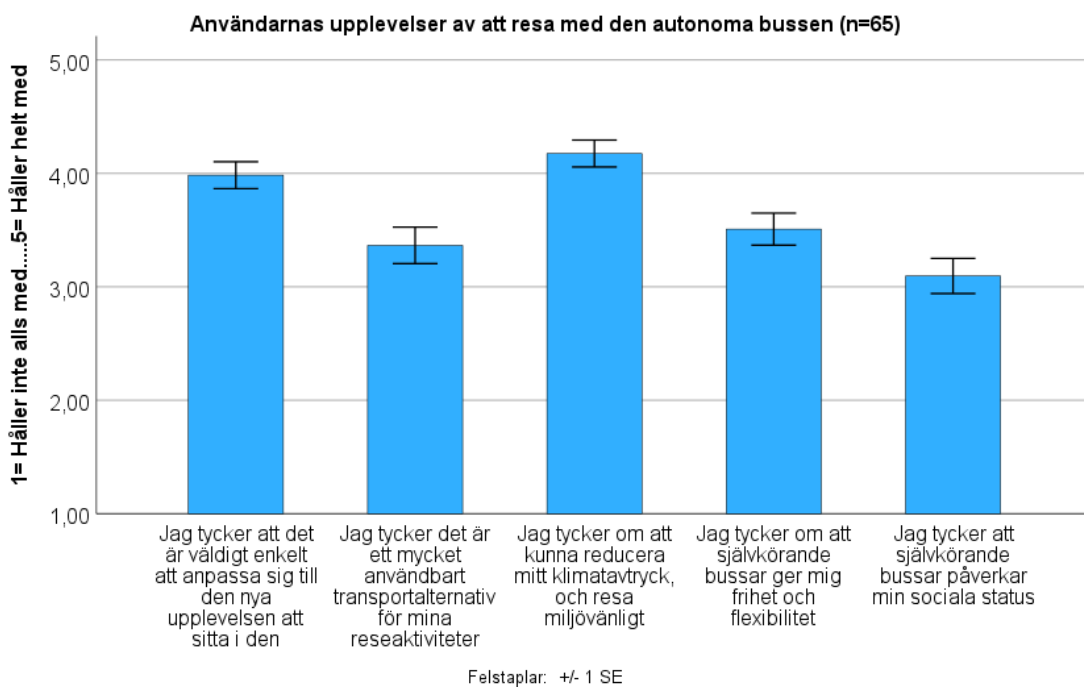
De som rest var positiva generellt och majoriteten (72%) svarade att de var villiga att resa med fordon som dessa i framtiden. På frågan om vad de är beredda att betala i relation till dagens kostnad för en kollektivtrafikbiljett var det vanliga svaret mindre än dagens pris (65%), men det var 33% som ansåg att de var villiga att betala samma pris. Det var endast 2 % som svarade att de var villiga att betala mer.

En genomsnittlig användare uppfattar framför allt att det är roligt/häftigt att resa, se Figur 22. Men även frågor kring bekvämlighet, ansträngning och säkerhet skattas som positivt. Även den sociala miljön är skattad som positiv.



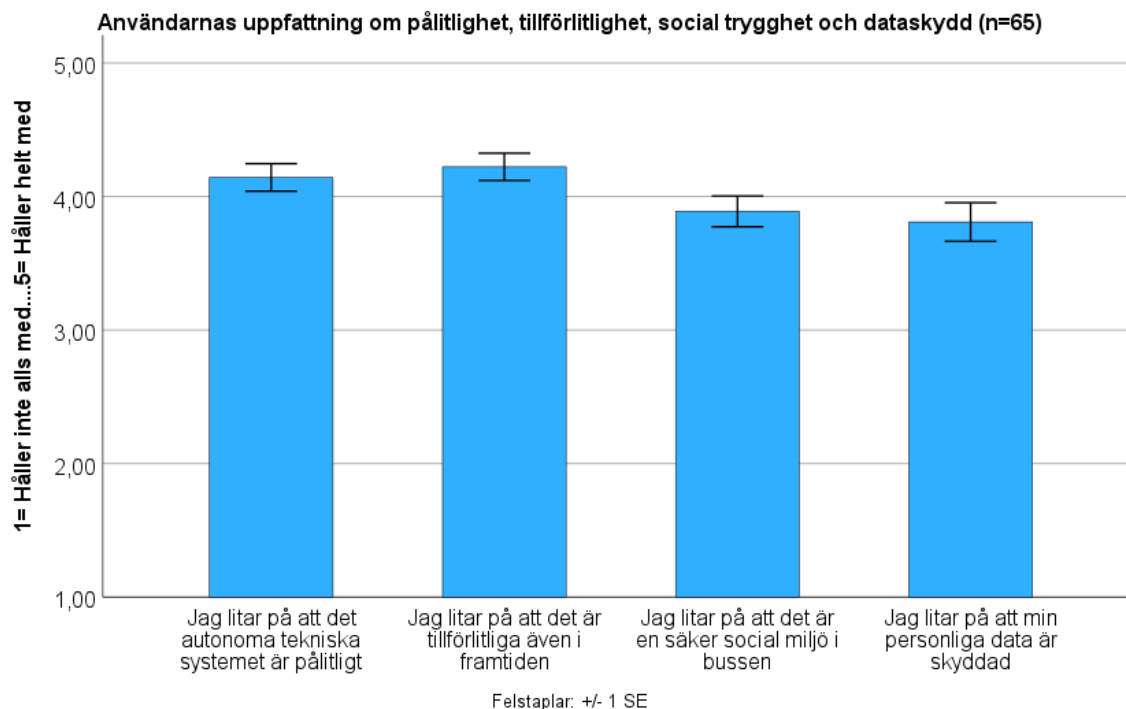
Figur 22 Användares uppfattning om bekvämlighet, säkerhet, ansträngning vid resandet med den autonoma bussen. n=antal svarande.

I påståenden om vad resan bidrar med kan det även noteras höga värde för enkelheten att anpassa sig till autonoma bussen och att man är positiv till att med detta kunna bidra till ett reducerat klimatavtryck, se Figur 23.



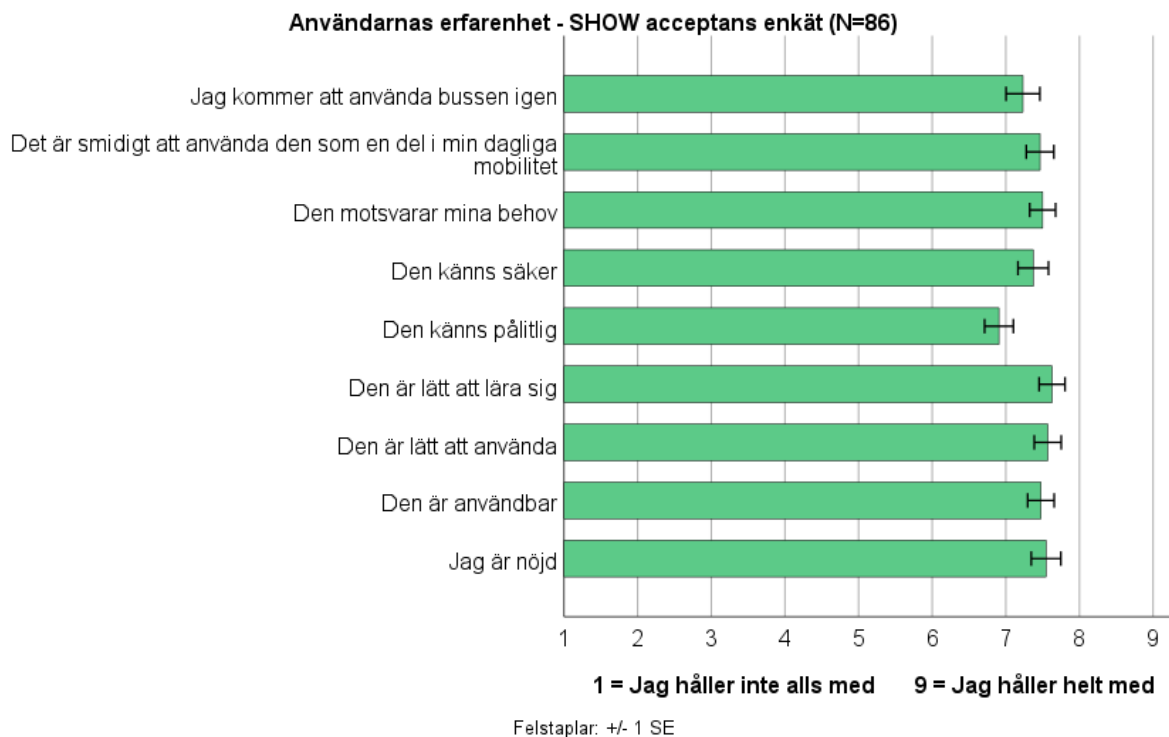
Figur 23 Användarnas uppfattning om anpassning, användbarhet, klimatavtryck, flexibilitet och social status vid resande med bussen.

Användarnas uppfattning är positiv när det gäller uppfattning om den tekniska pålitligheten, tillförlitligheten, social säkerhet och att persondata är skyddade, se Figur 24.



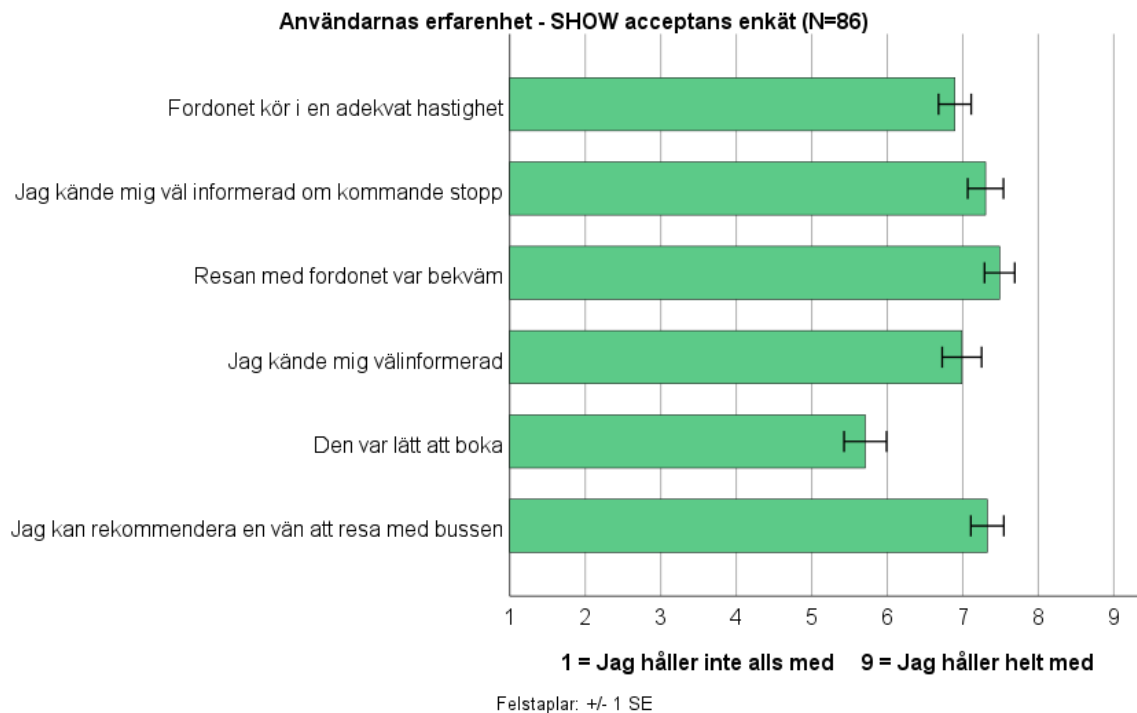
Figur 24 Användarnas uppfattning om tekniska och social tillförlitlighet, samt datasäkerhet.

Från de 86 svar som erhöles i enkäten till användare av fordonen (ID. B) kan vi se att användarna i de flesta fall anser att de autonoma bussarna är smidiga, motsvarar deras behov, känns säkra, pålitliga, att de är lätta lära sig att använda och att de är användbara. Det som rankades lägst var pålitligheten som fick strax under 7 på den 9-gradiga skalan.



Figur 25 Användarnas uppfattning kring säkerhet, användbarhet, nöjdhet, och mobiliteten.

Studie visar nöjda användare som håller med om att bussen kör adekvat hastighet, att det var en bekväm resa, att de var välinformerade innan avfärd. Det var dock mindre instämmande i att det var lätt att boka. Trots detta erhålls värdet drygt 7 av 9 att de kan rekommendera resan till en vän, se Figur 26.



Figur 26 Användarna uppfattning om hastighet, information, bekvämlighet, och bokning.

De svarande fick frågan om de upplevt något problem under resan. Fyra personer svarade ja. De beskrev det problematiska enligt följande: (citat från de svarande):

Bussen stannade på en olämplig plats

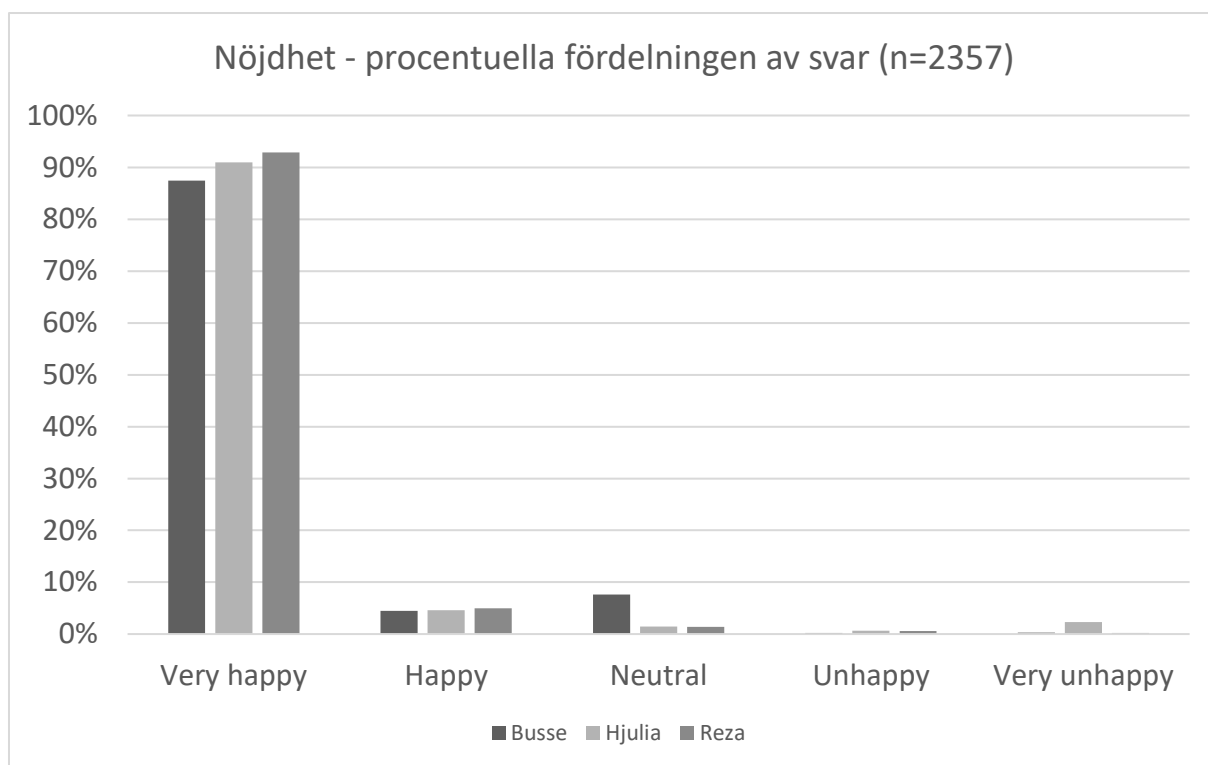
En buss var i vägen så föraren fick köra manuellt.

Om bussen är utanför den linjen som den bör vara på så måste man manuellt köra den tillbaka till linjen, den kan inte göra det själv.

Bussen bromsar för mycket och den gör det som första beslut medan den kunde fatta ett annat beslut innan om det är möjligt.

Tvärstopp.

I SHOW projektet användes läsplattor där resenärerna fick markera med Smileys hur de upplevt resan (ID. B). Det var 2356 personer som besvarat hur nöjda de var och i stort sett alla var mycket nöjda, se Figur 27.



Figur 27 Resenärers rating av nöjdhet med genomförd resa.

5.2.3. Äldre användare

Resultaten från samtal med personal på äldreboendet (ID. G) visade att de äldre har svårt att gå längre sträckor, och att det finns flera målpunkter i området som bussarna gör det möjligt att nå till. Bussarna kan även användas för att ”komma ut” och se människor och natur. Det som lyftes som positivt var att det var lättare att åka med Ride the future-bussarna eftersom de är mindre, och att det är bekvämare och tryggare, det är även färre andra resenärer. Även här lyftes att hårda inbromsningar kan vara problem för äldre. Det bör noteras att det fanns en blandad uppfattning bland personalen om de boende kan ha användning av bussarna. Här nämndes även att bussarna kan öka mobiliteten för besökare/anhöriga till äldreboendet. Bussarna kan både underlätta för att ta sig dit och för att ta sig ut och göra något med den man besöker som bor på boendet (7). Bussarna kan både underlätta för att ta sig dit och för att ta sig ut och göra något med den man besöker som bor på boendet (7).

I fokusgruppen med personer på dagligverksamheten (ID. H) framkom liknande tankar kring hur bussarna kan vara användbara för äldre personer. I dagsläget är buss eller färdtjänst det primära färd sättet för deltagarna, då de inte längre kan köra bil. Den autonoma bussen ses därför som en alternativ möjlighet att ta sig runt i staden. Deltagarna pratade bland annat om hur de skulle kunna använda bussen för att ta sig ut på utflykter och utforska området lättare, till exempel är det lite för långt att promenera till universitetsparken. Den kan också underlätta att ta sig mellan hållplatsen där den vanliga bussen stannar och äldreboendet. Dock uttrycker deltagarna att det kan vara svårt att veta vart det finns möjligheter att åka, speciellt eftersom de inte är helt bekanta med området sedan tidigare. Den nuvarande visualiseringen av hållplatserna är för intetsägande för en person som inte har lokalkännedom. Därför föreslås en tydligare beskrivning av hållplatserna, dels vad de heter och var de ligger, dels vilka målpunkter som finns i närheten av hållplatsen. För att man lättare ska kunna navigera sig är det också bra om det finns utrop på bussen. Att det finns en säkerhetsförare på bussen är också positivt när det gäller att ha koll på var man ska stiga av.

Samtidigt som deltagarna uttrycker åsikter kring att säkerhetsföraren kan bidra till en tryggare upplevelse, finns det en positiv inställning och tillit till tekniken. Deltagarna tror att de hade kunnat

åka bussen även utan en säkerhetsförare ombord. Det viktiga är att de på något sätt kan få information ombord på bussen, till exempel om varför bussen stannar. Resan med bussen upplevdes som smidig, och även om hårda inbromsningar bör undvikas, är erfarenheterna av detta något som inger en trygghet både ombord och utanför bussen. Det var dock viktigt för deltagarna att det finns något att hålla sig i under resan. Även vid på- och avstigning var det främst något att hålla sig i som saknades enligt deltagarna. Rampen upplevdes bra för att kunna ta sig ombord där det är ett för högt insteg, eller med till exempel en rullator, men ett problem som påpekades var att man då inte har något att hålla sig i.

Generellt sett var deltagarna positiva till införandet av bussarna. De såg det som en spännande utveckling och hade förhoppningar om att det skulle bli mindre biltrafik i området. De var också positiva till att använda bussarna i fortsättningen. En förutsättning är dock att man kan planera sin resa. Hur lång tid man får vänta på bussen spelar inte så stor roll, men det vore bra om man kunde boka bussen, alternativt se tiden till nästa avgång på en skylt vid hållplatsen.

5.2.4. Barn

Resultatet från fokusgrupperna med barn (ID. E) tyder på att autonoma bussar kan fungera som ett säkert färdssätt för barn för att ta sig fram i staden på egen hand (6). En aspekt som bidrog till att barnen upplevde att bussturen kändes säker var att det fanns en förare på bussen som kunde ägna sig åt annat än att styra bussen, som att svara på barnens frågor om de kände sig osäkra och hjälpa till om något problem skulle uppstå. Bussens låga hastighet var en annan faktor som bidrog till upplevd säkerhet. Att bussen går långsammare än vanlig motortrafik kan vara positivt för barns oberoende mobilitet då den är mer anpassad till deras naturliga rytm. Även i denna undersökning upplevde deltagarna dock att bussen kanske är för långsam för att leva upp till de behov som finns för skolresor då eleverna ofta har bråttom och är oroliga att komma för sent. Effektiva resor i form av inbesparad restid är alltså inte det värde som står i fokus för användningen av autonoma bussar enligt denna resenärsgupp. Däremot kan bussarna på ett mer effektivt sätt möta andra behov som är viktiga i barns resor.

Utveckling och anpassning av kollektivtrafiken är viktigt för att främja oberoende mobilitet och aktiva resor och de autonoma bussarna innebär fler möjligheter att ta sig fram på mindre gator och därmed till fler platser som kan vara viktiga för användarna. Om bussarna är tillgängliga för barn finns det möjlighet att de får tillgång till fler destinationer som kan möta deras behov i staden. Detta var något som eleverna i fokusgrupperna diskuterade kring och där de såg de autonoma bussarna som en möjlighet att underlätta resandet i området, dels då området under tiden för studien präglats av byggarbete, dels då de upplever den nuvarande kollektivtrafiken bristfällig.

Barns möjlighet till transporter utmärker sig på flera sätt. Ett av dessa är att de har begränsad möjlighet att betala för resor. Att bussarna är gratis är därför en faktor som kan bidra till oberoende mobilitet. Behovet av att kunna göra spontana resor som inte kräver mycket planering kan också uppfyllas och deltagarna upplevde att det är bra att bussen finns när de kanske inte orkar gå eller cykla. Detta kan bidra till fler aktiva resor med bussen som komplement och att barnen inte behöver känna sig begränsade av att de behöver betala eller planera sin resa i förväg. Eleverna såg svårigheter i att infoga den autonoma bussen i en resa som inkluderar cykel, och framförde åsikter om att det skulle vara bra om det på något sätt gick att ta med cykeln under bussresan.

För att resan med den autonoma bussen ska kännas trygg påpekade eleverna att det är viktigt att det finns säkerhetsbälten och att bussen stannar vid alla övergångsställen. Barnen menade att hårda inbromsningar kan göra att resan inte känns säker. Eleverna uppgav dock att bussens konsekventa inbromsningar vid minsta hinder var något som fick dem att känna sig säkra på att bussen inte skulle krocka med något. Andra behov som är viktiga att ta hänsyn till i utformningen av en tjänst som ska vara anpassad till barn är att det ska vara lätt att hitta till bussen och att och att den finns nära till hands, både gällande avstånd till busshållplatser och frekventa avgångar som gör att den kan användas

spontant. För att uppfylla mobilitetsbehov är det också viktigt att rutten och avgångar anpassas så att dessa till exempel passar med de tider som barnen vill komma till och från skolan. Även att själva upplevelsen av resan är positiv kan bidra till att det väljs framför andra färdmedel, som bilen. Att bussresan känns säker, är bekväm, trevlig och rolig över lag gynnar en positiv inställning till lösningen (6).

I studien med barn med intellektuell nedsättning (ID. F) framkom att de upplever resandet med Ride the future som en social sightseeing, precis som många andra. Efter resan fick barnen frågan om de ville resa med bussen igen och barnen var överlag positiva till det. Att bussen går sakta sågs i detta sammanhang mest som en fördel. Barnen uttryckte förvåning när bussen första gången bromsade häftigt och de ställde frågor kring hur det kunde bli så. Det bedöms att barnen skulle ha nytta av att få en förklaring till varför det skedde och kanske en tydligare varning att det skulle ske. Information om hur bussarna fungerar skulle enligt forskarna i aktuell studie kunna vara ett sätt att undvika att barnen blir arga på bussen eller andra. Det skulle även kunna bidra till att stilla deras nyfikenhet kring den autonoma bussen. Medföljande och säkerhetsföraren bidrar till den upplevt positiva atmosfären ombord, men även till att hantera saker som uppstår under färden som bromsningar. Dessa personer kan förklara för barnen vad som sker men även säkra att barnen reser säkert med bälte på, och kan till och med vara en förutsättning för att barnen ska våga gå ombord och resa med bussen.

Autonoma bussar kan förväntas stötta barn med intellektuella funktionsnedsättning genom ökade känsla av autonomi, kompetens och samhörighet. En förutsättning är att barnen själva kan gå på och av bussen, att de kan sätta på sig bältet själv och att barn som även har rörelsehinder och exempelvis reser i rullstol kan ta sig av och på själva. Med fördel bör framtida test innefatta studier som bidrar till en mjukare inbromsning, bättre kommunikation kring vad bussen gör, ser och signalerar. Vidare kan den behöva gå fortare i vissa områden, detta gäller dock generellt för alla användargrupper. För barn med mildare grad av intellektuell funktionsnedsättning krävs ytterligare studier för att veta hur mycket stöd de behöver av medföljande och säkerhetsföraren och om det är möjligt för dem att resa helt själva.

5.2.5. Personer med synnedsättning

Deltagarna i fokusgruppen med personer med synnedsättning (ID. 1) är generellt sett positiva till införandet av autonoma bussar (8). Om tjänsten utformas på ”rätt” sätt kan det leda till ökad mobilitet och flexibilitet. Bussarna förutspås kunna användas som färdmedel inne i städer, och som matartrafik till och från kollektivtrafikens övriga hållplatser. Systemet behöver dock konstrueras på ett sätt som är förutsägbart för användaren. Systemet kan bli oförutsägbart om bussen inte alltid stannar på fasta hållplatser, och då kan en oro/ stress uppstå kring var bussarna ska stanna. I fokusgruppen framkom även att de anser det bra med flera busshållplatser som ligger tätt, då blir det lättare att hitta dem. Det fanns frågetecken kring hur man ska veta vilken buss som kommer (om det inte är en förare ombord) samt hur man ska hinna gå på och av, och vad som händer om man inte hinner (om det inte är en förare ombord). Föraren upplevdes som en trygghet, både för att få hjälp och för att känna sig trygg att inte utsättas för något av andra passagerare (tex. rån).

En fråga som ställs av synnedsatta var hur de ska hitta till bussen. Det hävdas att det behövs tydlig information om var de olika bussarna stannar. Vidare är det bra om det är en tydlig signal när bussen stannar. Ett hinder för användande kan vara ett allt för högt steg in i bussen från marknivå och deltagarna önskar att det på något sätt kommuniceras vilken buss som kommer. Om den är obemannad behöver bussen berätta vilken rutt den är på och vart den ska åka tex. ”Linje 4 mot Ljungsbro”. När de ska hitta en plats och slå sig ner är det bra att det är en stor dörr. Det framkommer att det är ovant med säten åt ”fel håll”, samtidigt som de rapporterar att det är bra vid plötsliga stopp. Om det inte finns förare behöver det finnas en instruktion om var man är och vilket nästa stopp är, vidare önskar deltagarna information om hur miljön ser ut, tex om det finns något hinder i vägen. I de fall det inte finns en förare ombord föreslås att man kan använda en kamera som konverterar miljön till ljudbilder.

Deltagarna var positiva till att bussarna stannar vid varje hållplats så de inte måste leta efter stoppknappen. De betonar även att det är bra om dörren kan vara möjlig att hålla öppen längre, om man inte hinner stiga av inom tiden som den vanligtvis är öppen, något sätt att meddela att man behöver mer tid.

5.2.6. Trafikanter i bussarnas omgivning

I studien av hur interaktion mellan bussarna och andra trafikanter kan förbättras (ID. C), har vissa svårigheter både på de vanliga vägarna och på Campus (cykel- och gångväg) identifierats. Det är vanligt att det blir abrupta stopp, att det inte upplevs som bekvämt/säkert för personerna inuti bussen, men att det även kan uppstå riskfyllda situationer utanför bussen då trafikanter runt omkring reagerar på att bussen bromsar kraftigt, eftersom den stannar i några sekunder kan den bli ett hinder för andra fordon/trafikanter. Easymile och Navya använder olika typer av ljud vid olika typer av situationer (5), något som behöver utvecklas framöver för att hitta till en standard som är lätt att förstå. Easymile och Navya använder olika typer av ljud vid olika typer av situationer (5), något som behöver utvecklas framöver för att hitta till en standard som är lätt att förstå.

Ljus- och ljudvarningar som bussen ger ifrån sig anses komma för sent in på den hårda inbromsningen, och hinner därför inte förbereda omgivningen eller personerna i bussen på inbromsningen. Befintligt system fungerar inte som en varning för att inte komma för nära bussen och få cyklister vänder/stannar för att se varför den plingar/ blinkar. Det upplevs som oklart om dessa varningar har någon effekt eller om de bidrar till att man håller mer avstånd. I vanliga fall interagerar trafikanter genom olika typer av kommunikation på ett smidigt sätt, men det blir svårare med en autonom buss som redan har en bestämd rutt, och begränsad förmåga att kommunicera med omgivningen på ett sätt som är vedertaget. Det är dock inte alltid andra trafikanter förstår att bussen inte kan delta i samspelet i trafiken på samma sätt som ett annat fordon. En möjlighet skulle kunna vara om bussen kunde bli mer dynamisk i sina reaktioner på omgivningen, vilket kan vara svårt eftersom människor är oförutsägbara. Därför är det viktigt att hitta ett bra sätt för bussen att kommunicera sina begränsningar på (5).

Frågeställningar kring interaktionsdesign engagerar även intressenter kring elfordon generellt. Parallellt med ovan studier genomförde till exempel två praktikanter hos Transdev, inom ramen för konceptet Tekniksprånget (IVA), en utredning kring vilka audiovisuella stöd som krävs för tystgående och självkörande fordon i takt med att volymen av dessa ökar.

5.2.7. Intressenters perspektiv på möjliga inriktningar

För att definiera och staka ut vägen för Ride the futures framtida utveckling hölls i maj 2023 en workshop med alla projektpartners (ID. L). Syftet med workshopen var främst att diskutera tre möjliga utvecklingsområden: On demand, Remote samt Tjänsteutveckling i befintlig verksamhet.

On demand

On demand innebär i detta sammanhang kollektivtrafik som är flexibel utifrån användarens geografiska och tidsmässiga behov. Deltagarna i workshopen föreslog att bokning av resor i en on demand- lösning ska kunna ske digitalt i en app. Det ska vara enkelt att boka och avboka resan och man ska direkt få en bekräftelse på sin bokning samt kunna se väntetiden. Det diskuterades även att finns olika grader av on demand. En tjänst som liknar en taxi-tjänst, där man kan förboka en resa, skulle öka pålitligheten och ge passagerare möjlighet att planera sin resa. I och med detta försvinner dock en del av flexibiliteten. Ett mer flexibelt system skulle till exempel innefatta att man kan boka resan fysiskt vid hållplatsen (via en knapp/ display) samt inte behöva välja destination i förväg. För att göra resorna mer tidseffektiva bör man undvika automatiska stopp på varje hållplats samt se till att rutterna är flexibla och att bussen kan köra åt båda hållen. Samtidigt bör det finnas fler hållplatser, så att på- och avstigningsplatserna är mer flexibla. Alla hållplatser behöver inte vara fysiska/ markerade,

men de behöver vara på platser som är säkra att stanna på. En förutsättning för många av förslagen är att det i framtiden blir enklare och billigare att läsa in fler rutter och ”digitala” hållplatser.

Generellt sett är on demand positivt för de resenärer som redan finns då det kan göra resorna mer effektiva. Det kan också locka fler resenärer, till exempel äldre, barn, och studenter som behöver veta att bussen kommer inom en rimlig tid. Om utvecklingen innebär att tjänsten blir tillgänglig större delar av dygnet kan det öka tryggheten, till exempel möjliggöra tryggare förflyttningar på ett tomt campus under nattetid. Utvecklingen mot on demand skulle också öka tjänstens hållbarhet då driften på så sätt kan bli mer resurseffektiv.

För att locka fler resenärer behöver tjänsten vara pålitlig och effektiv. En mer flexibel tjänst är också mer attraktivt. Bussarna bör kunna köra åt båda håll och det bör finnas dynamiska hållplatser. Tjänsten bör vara sömlös och tjänsten ska anpassas efter tydliga behov.

Utvecklingen mot on demand bedömdes vara intressant för teknikutvecklare. Andra intressenter skulle kunna vara företag, näringsverksamheter eller butiker och restauranger i Vallastaden som kan kopplas till tjänsten. Det kan också vara intressant för studentföreningar och turister samt personer som vill ersätta sina bilresor.

Remote

Remote innebär att bussen övervakas och eventuella ingripanden sker från en annan plats än i fordonet. När det gäller en utveckling mot en förarlös drift kom deltagarna fram till att bussarna kommer behöva byggas om, samt att det kommer behövas tillstånd och installation av omgivningskameror på bussarna. Vid remote är avsikten att flera bussar (2-5 stycken) kontrolleras av en person (”kontrolltorn”). Fordonen ska kunna köras (när det behövs) av operatörer på distans. Vid extraordinära tillfällen åker någon (behöver inte vara operatören) ut för fysisk intervention. Denna person behöver vara placerad i närheten av området som trafikeras, men kan ha ansvar för flera bussar. Förarens roll har då övergått till operativ trafikledare. På bussen kan det finnas en videofunktion för möjlighet att kontakta en person för support. Det är dock viktigt att tänka på att det finns personer som kan behöva fysisk hjälp i bussen. För att testa förarlös drift (funktion och acceptans) skulle små robotgods-fordon som ett första steg kunna kopplas på Ride the future.

Förarlösa fordon skulle innebära resurseffektivisering och billigare drift, vilket i sin tur skulle kunna innebära minskade resekostnader, möjlighet att ha fler fordon, tillgänglighet under fler tider och på fler rutter. Detta upplevdes som bra för projektet men även resenärer som får ett bättre utbud av kollektivtrafik. Förarlöst innebär att service kan erbjudas även under obekväma arbetstider, till exempel på natten. En sådan utveckling skulle även erbjuda nya forskningsmöjligheter, till exempel att undersöka reaktioner och risker med remote jämfört med om det finns en förare ombord som styr. Deltagarna konstaterade att det kommer krävas samarbete med Transportstyrelsen för att skapa en iterativ process för att ändra regelverk och standarder.

Det finns dock en risk att förarlösa fordon inte är det som är till fördel för resenären. Att inte ha en förare kan innebära sämre service och minska tryggheten. Däremot kan det innebära ett högre underhållningsvärde då modern teknik används. Det kan locka resenärer genom att fler ser de unika värdena med att ha självkörande bussar, då det blir större skillnad från konventionell kollektivtrafik. Att ha trafik under en större del av dygnet, fler fordon, samt billigare och mer pålitliga resor, kan också locka fler resenärer.

Andra aktörer som lyftes som potentiella intressenter av utvecklingen av förarlösa fordon var till exempel fordonstillverkare, teknikutvecklare, budfirmor, transportgodsleverantörer, leveransaktörer och grossister. Det skulle också kunna vara intressant för andra aktörer som har behov av fjärrstyrda fordon, och eventuellt kan det finnas en möjlighet att sälja själva remotetjänsten. Alternativt kan en extern aktör vara intresserad av att ha hand om övervakning av en fordonsflotta.

Det uppkom även förslag om att en ”förare” inte heller skulle behöva vara en anställd person, utan tjänsten skulle kunna innefatta att invånare (som har en speciell behörighet/körkort) får möjlighet att boka bussen och sedan själv övervaka den på distans under resan. Till exempel, en pappa som kör sitt barn till skolan, och därefter tar en annan förare/operatör över.

Tjänsteutveckling i befintlig verksamhet

Under workshopen kom deltagarna med många olika förslag på tjänsteutveckling. Ett förslag handlade om att det bör finnas en flexibilitet att kunna ställa om till att även omfatta transporter av gods. Till exempel kan det ske samordning med leveranser från olika butiker och restauranger samt paketleveranser som Instabox. Det skulle även kunna kopplas på små, autonoma, budbilar.

Ett annat förslag var att det bör finnas hållplatser som ligger i anslutning till målpunkter. Förslag på nya destinationer är Linköping Science park, Gamla Linköping, lokal service, handel och restauranger, sjukhuset, mellan p-hus och destinationer i framtida stadsplanering, Linköpings flygplats samt ny infartsparkering i Vallastaden. Bussen ska vara välkomnande och ha en ”vardagsrumskänsla”. Den skulle kunna användas på olika sätt i nöjes/underhållningssyfte. Till exempel, som ett rullande mötesrum, för dejting, karaoke, escape room, sightseeing och guidning, ”lunchbuss” eller i stället för tuff-tuff tåg. Bussen skulle även kunna hyras ut för speciella event.

Ett förslag handlade om att använda bussen som övervakning. Till exempel för övervakning av verksamheter i området, men även för att öka tryggheten för människor i närheten. Om man vet att bussen är övervakad kan man på så sätt känna sig tryggare inuti/ runt om bussen. Bussen skulle även kunna utrustas med vissa typer av första hjälpen utrustning, som till exempel hjärtstartare. Även förare kan utbildas för att hantera vissa situationer. Bussen kan på så sätt bidra till en extra trygghet i samhället.

Deltagarna diskuterade även att hastigheten bör ökas på de sträckor det är möjligt samt att det bör finnas individanpassad information i bussen. Förslag uppkom också om att Ride the future kan också jobba med start-up företag för att t.ex. testa produkter.

Det är viktigt att utveckla tjänsten för att hitta nya/bättre affärsmodeller. Det är grunden för att skapa en hållbar affärsmodell och en möjlighet att öka både service och intäkter. Ökade tjänster ger generellt ökad tillgänglighet, och olika föreslagna utvecklingsinriktningar är bra för olika grupper. Till exempel kan övervakning på bussen inge trygghet för både verksamheter och människor i närheten av bussen (ex. på natten).

Nya tjänster och nya attraktiva destinationer kan locka nya resenärer. Deltagarna var dock överens om att det inte får bli så många tjänster att det upplevs som rörigt eller krångligt. Informationsdelning skulle kunna ske genom en QR kod som leder till en sida med information om tjänsten/tjänsterna. Det är viktigt att vara innovativ och skapa tjänster som möter ett behov och ger ett mervärde. Att genomföra enkäter kan vara ett sätt att få svar på vad medborgarna vill ha ut av bussen.

Bussen skulle kunna användas i reklamsyfte. Därmed kan verksamheter i området vara intresserade av att anslutas som tydliga målpunkter/hållplatser, vilket både skulle kunna ge fler resande och reklam för verksamheterna, och då eventuellt även sponsorsfinansiering från dessa. Deltagarna menade att Ride the future kan fungera som en ambassadör för hela kollektivtrafiken, och därmed förbättra den allmänna bilden av den.

6. Diskussion

6.1. Fordon och drift

Bussförarens arbetssituation är omdiskuterad under senare år (12, 13). Dessa studier är till stor del relevanta, men arbetsmiljön för en säkerhetsförare ser annorlunda ut. För att garantera en säker och rättvis arbetsmiljö har goda arbetsförhållanden haft en hög prioritet i Ride the future. Detta inkluderar att hålla säkerhetsoperatören säker under inbromsningar, att ha en plats där handkontrollen kan förvaras, utrymme för att förvara personliga tillhörigheter (lunch, jacka, etc.), en sits att vila på och åtgärder för att undvika hala golv. Att köra buss under lång tid innebär i vanliga fall att förarna blir trötta (14). Det regelverk som är grunden för tillståndskrav för försöksverksamheten prioriterar en säker interaktion med trafikanter i synnerhet utanför bussen ("extern säkerhet"), vilket med befintlig teknik får konsekvenser för medåkande i bussen ("intern säkerhet").

Hårda inbromsningar är något som resenärer i alla studier vi genomfört har lyft som problematiskt - detta gäller barn, äldre, synnedsatta och resenärer generellt. Inbromsningarna kan utgöra en risk för resenärerna. För att minimera skaderisken inuti bussen har bälten på alla framåttåkande sittplatser installerats. Tanken med autonoma fordon har varit att de ska kunna köra utan att en förare ombord, något som har gjort att det inte heller finns ett tydligt förarfokus i designen av fordonen. Som exempel kan nämnas att det vid en kraftig inbromsning finns en risk för en stående säkerhetsförare att falla, särskilt när styrenheten är i händerna på vederbörande, som därför inte kan hålla i något. För att minska den risken har fordonen försetts med en säkerhetsarm som gör att föraren inte faller lika lätt, se Figur 28. Säkerhetsarmen har visat sig vara mycket uppskattad av säkerhetsförarna och har bidragit till en minskad oro att falla och en bättre arbetsmiljö. Vi rekommenderar en installation av sådan lösning i liknande fordon för att hjälpa föraren att arbeta säkert i stående position.



Figur 28 Säkerhetsarm för förarna. Går att falla in och ut. Tillverkad av Arne Johansson, VTI. Fotograf: My Weidel, VTI.

I olika sammanhang lyfts en framtidsvision om att flytta ut föraren från bussen till en lösning där fordonet fjärrstyrs. Man talar ofta om "control tower" eller "remote control" medan det i praktiken handlar om att gå från självkörande fordon till förarlösa fordon, där en distansförmåga blir avgörande. Detta är en högt prioriterad lösning från ett affärsperspektiv, men bedömningen från de studier vi gjort visar att förarens närvaro i bussarna under drift är central då fordonens tekniska mognadsgrad fortfarande inte är tillräcklig. Föraren får ofta agera i samband med hårda inbromsningar/ stopp orsakade av till exempel felparkerade bilar, cyklar mm. Värt att notera är att säkerhetsföraren även, i brist på utrop om hållplatser, standardiserat ljud för varning till resenärer om till exempel dörrar som öppnas eller stängs, kliver in och hanterar dessa uppgifter. Något som på sikt rekommenderas bli automatiserat och som en del av standarden för denna typ av fordon.

Det krävs också vidare forskning för att förstå effekten av det servicevärdskap gentemot de olika resenärsgруппerna som säkerhetsföraren idag garanterar, och hur detta kan ersättas eller kompletteras i en förarlös tjänst. Det lyfter den viktiga frågan om yrkesrollens omställnings- och fortbildningsbehov inom ramen för både de befintliga samt nya uppgifter som behöver utföras.

I de resultat vi erhållit lyfter olika resenärsgруппer att det behövs en säkerhetsförare i bussen, främst för att alla ska kunna åka (tillgängligheten), men också för att många användare menar att det bidrar till tryggheten. Förarna hjälper personer att kliva på och av och förklara vad bussen agerar på vid till exempel hårda inbromsningar, detta är centralt för känslan av säker drift och på- och avstigning enligt resenärerna. Förarna själva har uttryckt att de ibland kan känna sig obekväma i att låta personer som kräver speciella förutsättningar att åka med. Ett exempel är resenärer i rullstol då dessa inte går att förankra på ett säkert sätt.

Kraven på en förare i ett autonomt fordon ser annorlunda ut än vid körning av en traditionell buss. Han eller hon behöver ha körkort för buss för den för Ride the future gällande fordonstypen som av Transportstyrelsen klassificeras som M2 Stadsbuss. Därtill har projektet och Transdev själva valt att kvalitetssäkra genom krav på genomförd Yrkesförarkompetens utbildning⁴ samt ha en särskild fordonsspecifik utbildning. Vidare behövs goda IT-kunskaper, en vilja att jobba med ny teknik och en god finmotorisk förmåga, då bussen framförs med en kontrollenhet i manuellt läge. och en förmåga att ta egna initiativ för att lösa nya problem. Föraren kommer även närmare passagerarna och förväntas kunna svara på tekniska frågor och vara behjälplig för att resan ska upplevas trygg. Förarna i Ride the future har handplockats av Transdev, vilket bedöms som en förutsättning för en lyckad verksamhet. En rekommendation är att tydliggöra vilka krav och förmågor som behöver ställas på säkerhetsförarna, utöver de krav som ställs på bussförare vid traditionell körning. Inom Ride the future har ett naturligt och medvetet val gjorts att samtliga säkerhetsförare är projektmedlemmar och därmed utöver uppdraget som Säkerhetsförare även deltar och bidrar i projekt- såväl som forskningsrelaterade aktiviteter.

Det finns anledning att tro att en stabil drift är viktig för resenärerna, precis som i all kollektivtrafik, för att det ska upplevas som en tillförlitlig mobilitetslösning. Ett fordon som får problem att ta sig fram vid tex. vissa väderförhållanden bidrar till en upplevelse av att man inte kan lita på att den kommer fram i tid. Detta kan vara faktorer som blir avgörande för ett beslut kring användande eller inte.

Under försökets gång har en del rapporter erhållits från förare där de fått feedback att de är i vägen för biltrafiken, till exempel vid lämning vid skolan. Detta är olyckligt. Grundtanken är att de autonoma bussarna ska vara en så kallad "first mile – last mile" lösning som gör det möjligt för barnen att inte behöva skjutas till skolan och därmed erhålla en ökad grad av oberoende säker mobilitet och ett ökat aktivt resande. Att övertyga föräldrar om att inte skjutsa sina barn till skolan om möjligt är en utmaning som funnits sedan länge och som kräver ett batteri av åtgärder med både morötter och piska (15). En rekommendation är en ökad dialog med föräldrarna och skolan kring vikten av och vinningen med minskat skjutsande i personbil.

Även annan fordonstrafik har uttryckt att fordonen utgör ett hinder. Fordonens hastighet är max 18 km i timmen, en hastighet lägre än de flesta andra fordon. Hastighetsskillnad mellan fordon är inte önskvärt och på sikt bör det eftersträvas att detta undviks. Detta kan ske genom att införa generella hastighetsbegränsningar för alla eller genom att öka de autonoma fordonens hastighet, något som dock behöver balanseras med fordonen snabba reaktionstid och korta bromssträcka som leder till hårda inbromsningar då effekten av dessa skulle förvärras i högre hastigheter.

⁴ [Yrkesförarkompetens - Transportstyrelsen](#)

6.2. Infrastruktur och hållplatser

Synpunkterna på Ride the futures hållplatser som lyftes av anhöriga och personal på äldreboendet (ID. G) är sådana som är relevanta för hållplatser i allmänhet. Rekommendationerna för utformningen av hållplatserna, men också vägen dit, är viktiga att ta hänsyn till för att bussarna ska vara tillgängliga för alla användare (7). I och med en eventuell utveckling mot en mer on-demand baserad tjänst, som skulle kunna komma att innebära fler och/eller dynamiska hållplatser, behöver det undersökas vidare på vilket sätt dessa aspekter samtidigt kan beaktas. En fördel med dynamiska hållplatser är att resenärerna kan vara mer flexibla, vilket är en egenskap som värderas högt av vissa användargrupper. En sådan lösning kan dock innebära problem för grupper som är beroende av förutsägbarhet i kollektivtrafiken, till exempel personer med synnedsättning. Det kan därför bli nödvändigt att införa olika typer av hållplatser för att tillgodose de olika behov resenärerna kan ha gällande tillgänglighet och flexibilitet. Om utvecklingen går mot en on-demand lösning där bussen inte stannar på alla hållplatser behöver det även finnas en lösning som underlättar för synnedsatta att meddela när de vill stiga av.

Det behövs generellt en utveckling av det sätt som bussen kommunicerar med passagerare och omgivande trafik. Interaktionen med omgivande trafik och personer runt omkring bussen är ett viktigt område att arbeta vidare med för att undvika missförstånd och i värsta fall olyckor. Det behöver bli tydligt vad signalerna som bussarna sänder ut innebär och vad som är bussens intention. Detta är speciellt viktigt för personer med synnedsättning, men också ett generellt problem som upplevs av allmänheten (5, 8, 10). Detta är speciellt viktigt för personer med synnedsättning, men också ett generellt problem som upplevs av allmänheten (5, 8, 10).

6.3. Attraktivitet, tillgänglighet, bekvämlighet och inkludering

En förutsättning för omställningen till hållbar mobilitet är att det finns möjligheter att göra miljövänliga val. För att de autonoma bussarna ska kunna vara en del i människors skifte mot mer hållbara resor behöver tjänsten upplevas som både tillgänglig och attraktiv. Om de autonoma bussarna ska kunna konkurrera med bilresor behöver de erbjuda andra värden som är viktiga för invånarna. I dagsläget är det en låg andel resenärer som väljer bussarna framför bilresor. Det är därför relevant att i fortsättningen undersöka vilka värden som är viktiga för denna grupp, samt hur dessa kan synliggöras för att locka fler personer att utforska mer hållbara transportvanor.

Bussarnas synlighet i staden har visat sig vara effektiv för att människor ska testa tjänsten. Att sprida information om tjänsten och hur den skiljer sig från konventionell kollektivtrafik är också viktigt för att uppmärksamma människor på de unika värden den kan bidra med. Studier som inkluderat grupperna barn, med och utan funktionsvariation, och äldre har visat att bussarna har egenskaper som kan bidra till ökad mobilitet och oberoende. Det finns olika förutsättningar som gör att personer från dessa grupper upplever att det känns mer bekvämt eller tillgängligt att resa med en buss som går i långsam hastighet och där det finns en säkerhetsförare som kan assistera under resan. Det är sedan tidigare känt att för till exempel äldre är det viktigt med en god fysisk tillgänglighet (16), vilket ses som en förutsättning för att kunna ha verksamhet utan förare ombord. Bussarna kan också ta resenärer till andra platser i närområdet än den konventionella kollektivtrafiken, vilket är värdefullt om man av någon anledning inte kan gå eller cykla. En effektivisering av resor med bussarna, vilket många deltagare i olika studier har efterfrågat, kan alltså innebära en risk att värden som dessa försvinner.

Att den autonoma bussen ses som ett attraktivt och bekvämt färdssätt av till exempel barn utgör dock även en risk att den ersätter resor som annars hade varit aktiva. Det finns en stark koppling mellan aktiva resor och fysisk hälsa (17). Den autonoma bussen bör användas för att främja dessa, och ska inte konkurrera med färdssätt som gång och cykel. Att hitta lösningar som gör det möjligt att kombinera användning av tjänsten med till exempel cykel är därför viktigt för att bussen ska fungera som ett komplement och inte en konkurrent till aktiva färdssätt.

Generellt har det konstaterats att män i större utsträckning än kvinnor använder autonoma fordon (18) och att män är mer villiga att betala för att åka med dessa än kvinnor (19). Det har även visats att yngre personer är mer villiga att använda dem än äldre. Den grupp som forskare har identifierat som mest oroliga för att använda autonoma fordon är unga kvinnor och äldre män (20). I dagsläget har vi inte identifierat vilka grupper som reser med Ride the future och där socio-demografiska frågor beaktas. Detta är dock viktigt för framtida studier.

6.4. Ride the future – som ett "living lab" – för- och nackdelar

Att sätta upp en verksamhet som Ride the future kan liknas vid ett living lab (21). Vi har en gemensam målbild och låter verksamheten utvecklas var efter vi lär oss nya saker och får nya perspektiv från olika aktörer. Det kan beskrivas som en transformationsprocess där medborgare och andra aktörer tillsammans bidrar till en transition mot i detta fallet mer hållbar mobilitet (22).

När beslutet fattades att planera för en mobilitetslösning med autonoma bussar så var det ett gemensamt beslut av åtta partners med olika intressen. Tillsammans etablerades verksamheten med syftet att bidra till en förståelse för vad autonoma elektrifierade fordon kan förväntas bidra med i den moderna tätade staden. Vartefter verksamheten har pågått har sträckan för den operativa driften utökats till skolan i Vallastaden och till äldreboendet. En utökning som motiverades av att kunna tillhandahålla first- och last mile till kollektivtrafiken så elever, boenden och deras anhöriga inte behöver bil för att ta sig till och från hem och aktiviteter. Att ändra beteenden handlar inte bara om att erbjuda fler mobilitetsalternativ, det handlar även om att begränsa och försvåra bilanvändandet (23). I Ride the future har vi endast erbjudit en ny mobilitetslösning, vilket sannolikt har bidragit till ett lägre resenärs underlag än om begränsningar för bilar införts. Trots detta har vi lärt oss mycket om vad som är viktigt att beakta för att få medborgare att använda mobilitetstjänster som denna. Att ändra resenärers beteende är inte lätt och kan ses som ett "elakt problem" att lösa särskilt då begränsningar sätts in (22). Det lyfts ofta att det krävs en multidisciplinär ansats för att lösa denna typ av frågor, något som är en utgångspunkt i arbetet med Ride the future.

De flesta living-lab, men även demonstrationer är kortvariga vilket tyvärr leder till en grundare förståelse för vad en mobilitetslösning kan erbjuda när initiala problem med teknik är lösta och medborgare vågar släppa etablerade rutiner och pröva nya koncept. Detta har varit en utmaning även för oss, men efter drygt 3 års drift känner vi att resenärsantalen ökar och antal forskningsprojekt och studentarbeten likaså. Självklart finns det inget svar på frågan, men den samlade bedömningen från aktörer är ändå att tänka steg för steg och bygga vidare på det vi nu etablerat.

En viktig faktor som styr om det som utvärderats i ett living lab blir lyckat eller inte är i vilket område man valt att verka. Idag bedrivs verksamheten på Universitetsområdet och i Vallastaden. Hur en eventuell utökning av det geografiska området bör se ut är inte klarlagt till fullo och arbete pågår kring detta, det finns dock en gemensam bild av att utökning och förändring krävs för att erhålla ny kunskap och utvärdera nya koncept. I Linköping finns det flera intressanta områden varav ett som utretts är Lambohov (24). Ett annat område som belysts är garnisonsområdet inklusive sjukhusområdet i Linköping (25). De finns självklart även andra områden som är av intresse för framtiden så som Mjärdevi och Djurgården med shoppingcentret. En eventuell utökning behöver belystas utifrån flera perspektiv, men framför allt utifrån ett affärsmodells perspektiv och lokal betalningsvilja.

Utifrån ett resenärsperspektiv inleddes vårt living-lab med fordon som åkte runt med stängda dörrar då det var Covid pandemi, att efter långtids drift öppna upp och välkomna resenärer har varit en utmaning och vi har avsatt tid och resurser för att välkomna resenärer. Viktigt har även varit att skala upp med fler fordon. Målet har varit tre fordon i drift och de dagar det har varit möjligt har varit uppskattat, dock har tekniska problem begränsat antal dagar med tre fordon i drift. Fordonens tekniska mognadsgrad har påverkat möjligheten att utvärdera användaraspekter, men i mindre omfattning än vi förutsåg. Många av de tillfrågade har ändå haft förmåga att bortse från detta och värdera vad mobilitetslösningen kan bidra med trots detta, något som varit positivt för vårt living-lab.

7. Slutsats

Sammanfattningsvis kan vi konstatera från de olika studier som genomförts att majoriteten av de resenärer som testat bussarna är positiva till resandet, men att det krävs insatser för att attrahera bilister. Så är inte fallet nu då resultatet från en av de genomförda studierna visade att endast 25% att de som svarat skulle tagit bilen om de inte åkt med bussen. Vidare behövs ett ökat fokus på utvecklingen av hur fordonen ska kunna kommunicera med resenärer i bussen, men även med de som interagerar med bussen utanför (fotgängare, cyklister och andra fordonsförare). Även fortsatt arbete med den digitala infrastrukturen är nödvändig. Befintlig visualisering av var bussarna befinner sig är omtyckt, men ytterligare utveckling krävs för att enkelt kunna hitta kartan samt att få information om när bussen kommer och när den kommer vara framme vid resenärens tänkta mål. För passagerarna i fordonet handlar det om att utveckla kommunikationen kring hur man vet var man är, när man kan kliva av, hur man stoppar bussen, när man förväntas vara framme och hur ljudsignaler för varning och stopp används. Detta är extra viktigt för personer med funktionsnedsättning. För personer utanför bussen kan det handla om att förstärka budskap kring bussens intentioner och bekräfta vilka objekt bussen har identifierat och agerar på. Föraren är viktig sett utifrån den situation vi har idag med en till viss del omogen teknik. Förarna stöttar såväl bussen som resenärerna och då i synnerhet barn, äldre och personer med funktionsnedsättning till exempel synnedsatta. I området finns det en önskan om att linjen trafikerar sträckan såväl medsols som motsols, men även en utökad sträckning kan vara relevant för att hitta till och utvärdera hållbara affärsmodeller.

Att bedriva en operativ verksamhet som är tillgänglig i tillräckligt hög grad för att medborgare ska se det som ett reellt mobilitetsalternativ är utmanande och det tar generellt sett tid innan resenärer hittar till nya lösningar. Långsiktighet är viktigt för såväl resenärer som för förutsättningarna att bedriva forskning kring framtidens mobilitetslösningar.

Den samlade bilden är att de autonoma bussarnas hårdvara och mjukvara har blivit avsevärt bättre under den tid som Ride the future har pågått, men att det återstår en utveckling för att säkerställa intuitiva, driftsäkra fordon i nästa generation som också går i en högre hastighet och klarar av att hantera mer komplexa trafiksituationer utan inverkan av en säkerhetsförare. På sikt behöver befintlig fordonspark ersättas med en uppdaterad mer robust lösning. Vidare är det viktigt med en utveckling mot en teknik som är smidigare att integrera i befintlig infrastruktur, fysisk såväl som digital, med lägre krav på anpassningar och underhåll.

En hel del forskningsfrågor kvarstår att belysa så som vad som faktiskt bidrar till trygghet och vad som händer om hastigheten ökar eller hur tryggheten påverkas om fordon blir förarlösa. Detta är värt att testa innan man dömer ut den typen av utveckling utifrån vad som sagts med dagens förutsättningar. Att resa med kollektivtrafik och autonoma bussar är inte som att resa med flyg där det är accepterat att planera långt i förväg med låg grad av flexibilitet. Forskning kring vad som är enkla koncept för tjänsteutveckling och att samla in mer information/ åsikter från spontana resor för att förstå vad de som använder bussen i sin vardag tycker om dem är viktig. I detta ingår till exempel workshops med medborgare för att reda ut framtida utveckling och där vi anpassar tjänster utifrån resenärernas reella behov till exempel om hur en on-demand lösning bör se ut.

Ride the future avser att fortsätta med den gemensamma ambitionen hos projektets parter att testa och bidra till utvecklingen av de lösningar som krävs för ett framtida hållbart mobilitetssystem inom både den förtätade staden och landsbygden. Inom denna ambition utpekade både tekniska, mellanmänniska samt affärsmissiga frågeställningar som nödvändiga att arbeta vidare med.

Referenser

1. UN. Mobilizing Sustainable Transport for Development: Analysis and Policy Recommendations 2016. Report No.: United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport.
2. ITF. Travel Transitions - How Transport Planners and Policy Makers Can Respond to Shifting Mobility Trends.; 2021. Report No.: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/travel-transitions-shifting-mobility-trends.pdf>.
3. Skogsmo I, Anund A. Mobility for All: Who Is “All”, and How Are “All” Addressed by Ongoing Initiatives for Mobility Solutions and Services Using Automated Shuttles? 10th International Congress on Transportation Research (ICTR 2021), September 1-3, 2021 Held in Rhodes, Greece2021.
4. Jones P, Lucas K. The social consequences of transport decision-making: clarifying concepts, synthesising knowledge and assessing implications. *Journal of Transport Geography*. 2012;21(4).
5. Pelikan H. Why Autonomous Driving Is So Hard: The Social Dimension of Traffic. Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '21 Companion); Boulder, CO, USA: ACM; 2021.
6. Larsson K. Barns perspektiv på framtidens resor med autonom buss. Malmö: Byggd miljö: Examensarbete för magisterexamen inom området hållbar stadsutveckling; 2021.
7. Nygårdhs S. Infrastrukturbehov vid busshållplatser – Med fokus på Ride the future i Vallastaden. In: Anund A, Berglund M, editors. Ride the future – strategisk satsning Fem studier med fokus på autonoma bussar i städer. VTI PM 2022:5. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI; 2022. p. 103-27.
8. Anund A, Berglund M, Bröms P. Synnedsattas resor med buss: framtiden med autonoma bussar. 2021. Report No.: 2021:6.
9. Anund A, Weidel M, Berlin C, Ahlström C. Säkerhetsförare på autonoma bussar Uppmärksamhet och trötthet – en explorativ studie 2021.
10. Anund A, Ludovic R, Caroleo B, Hardestam H, Dahlman A, Skogsmo I, et al. Lessons learned from setting up a demonstration site with autonomous shuttle operation –based on experience from three cities in Europe. *Journal of Urban Mobility*. 2022;2(100021).
11. Wretstrand A, Holmberg B, Berntman M. Safety as a key performance indicator: Creating a safety culture for enhanced passenger safety, comfort, and accessibility. *Research in Transportation Economics*. 2014;48:109-15.
12. Tse JLM, Flin R, Mearns K. Bus driver well-being review: 50 years of research. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*. 2006;9(2):89-114.
13. Filtness A, Anund A, Maynard S, Miller K, Pilkington-Cheney F, Dahlman-Sjörs A, et al. Bus Driver Fatigue - Final Report. Loughborough: Transport Safety Reserach group; 2019. Report No.: Final.

14. Maynard S, Filtness A, Miller K, Pilkington-Cheney F. Bus driver fatigue: A qualitative study of drivers in London. *Applied Ergonomics*. 2021;92.
15. Anund A, Forsberg I, Larsson L. Varför skjutsar föräldrarna barnen till skolan? Stockholm: Sveriges kommuner och landsting; 2013.
16. Booth L, Tan T, Norman R, Anund A, Pettigrew S. Experiences of older adults interacting with a shared autonomous vehicle and recommendations for future implementation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2022;90:100-8.
17. Waygood E, Friman M, Olsson L, Taniguchi A. Transport and child well-being: An integrative review. *Travel behaviour and Society*. 2017;9:32-49.
18. Etzioni S, Hamadneh J, Elvarsson A, Esztergár D, Djukanovic M, Neophytou S, et al. Modeling cross-national difference in automated vehicle acceptance. *Sustainability*. 2020;12(1-22).
19. Kyriakidis M, Happee R, Winter J. Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*. 2015;32:127-40.
20. Hohenberger C, Spörrle M, Welp I. How and why do men and women differ in their willingness to use automated cars? the influence of emotions across different age groups. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2016;94:374-85.
21. Greve K, DeVita R, Leminen S, Westerlund M. Living Labs: From Niche to Mainstream Innovation Management. *Sustainability*. 2021;13.
22. Kesselring S, Simon-Philipp C, Bansen J, Hefner B, Minnich L, Schreiber J. Sustainable Mobilities in the Neighbourhood: Methodological Innovation for Social Changes. *Sustainability*. 2023;15.
23. Forward S. Resebeteende - så får vi fler att resa aktivt och hållbart. 2023. Report No.: urn:nbn:se:vti:diva-19646.
24. Chiara V, Larsson K, Frid-Eriksson E. Exploring spatio-temporal accessibility in Lambhov. A Pre-study. In: Anund A, Berglund M, editors. Ride the future – strategisk satsning Fem studier med fokus på autonoma bussar i städer. *VTI PM 2022:5 ed. Linköping2022*. p. 56-86.
25. Casiano C, Zeisel L, Riess J, Holmberg M, Raunig K, Steenberghen T, et al. CATAPULT D4.1 Structured overview on requirements of the user groups. 2023. Report No.: Project report not public.
26. Koskinen I, Zimmerman J, Binder T, Redström J, Wensven S. Design Research Through Practice - from lab, field and showroom: Elsevier; 2011.
27. Åkerstedt T, Gillberg M. Subjective and objective sleepiness in the active individual. *Int J Neurosci*. 1990;52:29 - 37.
28. Kircher K, Ahlström C. Minimum required attention: a human-centered approach to driver inattention. *Hum Factors*. 2017;59(3):471-84.

Vardagsresenärer

Det är ett flertal studier som har nyttjat Ride the futures resenärer för att få en ökad kunskap om autonoma bussars bidrag till mobiliteten och vad resenärer har för erfarenheter. I föreliggande rapport har vi valt att summera valda delar av dessa studier i syfte att få en bred förståelse av effekten. Studier som skett involverar olika typer av användare och i vilken omfattning de rest med bussarna. Här ingår de vi kallar Supertestare som är personer som rest upprepade gånger och har en god kunskap om mobilitetstjänsten. Vidare har allmänhetens acceptans studerats i tre olika studier genomförda i tre olika projekt. För att uppnå acceptans är det även viktigt att interaktionen mellan fordon och de utanför fungerar och en studie har skett kring detta.

Användares attityd och beteende

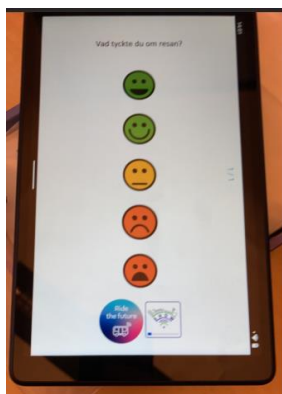
En forskare kopplad till Lunds universitet, Lunds tekniska högskola och K2 genomförde en datainsamling inom projektet "Självkörande buss och dess potential inom framtidens hållbara mobilitet: Användarperspektiv" (ID. A).

Datainsamlingen genomfördes under juni månad 2022 och bestod av en webenkät (Monkeysurvey). De som besvarade studien fick en QR-kod för gratis glass på Pressbyrån. Man kunde besvara enkäten på svenska eller engelska. Det var sammanlagt 85 svar på svenska och 53 svar på engelska. I denna publikation diskuterar vi endast resultaten från de svenska svaren.

Resenärers uppfattning och nöjdhet – SHOW-studien

SHOW är ett EU-finansierat projekt (show-project.eu) (ID. B). Projektet är ett av EUs större inom framtidens hållbara mobilitet och Ride the future ingår som en av sjutton försöksstäder i Europa. En del i SHOW är att visa hur så kallad Cooperative Connected and Automated Mobility ("CCAM") fungerar och där även utvärdera vad det kan bidra med. Eftersom det är svårt att uttala sig om detta genom att bara ha några få fordon/lösningar i ett område eller en enskild stad har SHOW satsat på att skapa en samlad kunskap om vad det kan innebära för användare och andra aktörer genom att koppla samman de olika områdena och identifiera gemensamma användarfall, utvärderingsmetoder och sätt att lagra data. SHOW har tagit fram enkäter för att ta reda på vad användare tycker.

För Ride the future har data samlats in vid två tillfällen, en gång i juni 2022 med sammanlagt (86 svar) och en gång i februari 2023. De senare ingår inte i denna analys då datainsamlingen inte är avslutad. Vidare samlas data om resenärers nöjdhet in kontinuerligt. Detta sker med hjälp av läsplattor i bussarna där passagerare ombeds att trycka på en av fem "smilisar" som motsvarar deras nöjdhet med resan, se Figur 29.



Figur 29 Registrering av resenärers nöjdhet.

Interaktion med användare

Autonoma elektrifierade fordons inverkan och påverkan berör flera olika aktörer, och då även de som vistas utanför fordonen. Fordonen är prototyper vilket innebär att det inte heller finns en standard för hur kommunikation med till exempel ljud och ljus ska ske med de ombord men inte heller med de utanför bussarna. Detta bedömdes som extra känsligt för oskyddade trafikanter som utgörs av fotgängare och cyklister. En analys av videoinspelningar av interaktion med/runt bussarna har därför skett baserat på inspelningar utifrån och inifrån bussen, med kompletterade diskussioner med säkerhetsförare om hur bussen interagerar. Fokus i studien (ID. C) var på vardagliga interaktioner med bussen när dess planerade färdväg ”störs” av en oskyddad trafikant. Datainsamlingen skedde under den tid då Covid-restriktioner gällde, med något färre interaktioner än förväntat. Studien har presenterats som ett konferensbidrag (5).

Supertestare

Vid demonstrationer av nya tekniska lösningar är det ofta personer som är teknikintresserade och generellt nyfikna som provar på (ID. D). I denna studie har vi valt att i stället försöka hitta personer som kan resa flera gånger och som då även får en ökad erfarenhet och insikt i vad det faktiskt innebär att resa med autonoma elektrifierade bussar.

I samband med eventet på Campus (kap 3.2) ombads personer med intresse att delta och registrera sig. Av de 32 personer som anmälde sig gjordes ett slumpmässigt urval av tio personer (fem män och fem kvinnor) som erbjöds att delta som ”supertestare”. Av dessa hade sex personer åkt med bussarna förut. Utvalda personer erbjöds deltagande via email. Uppgiften för Supertestarna var att resa med bussarna minst 10 gånger. Vid varje resa erhöll de en stämpel av säkerhetsförare och fick själva bestämma var de ville kliva på och av. När de samlat 10 stämplat lämnade de korten till föraren. Vårterminen på Linköpings universitet pågick fram till mitten av juni.



Figur 30 Klippkort använda av "Supertestare".

I samband med att supertestarna lämnade in sitt ifyllda resekort fick de en länk till en utvärderingsenkät. Supertestarna fick även i uppgift att besvara de två enkäter. När enkäten var besvarad fick supertestaren ett presentkort på 999 kronor på CDON.

Studien är inte publicerad.

Barn

För att fånga barns perspektiv har en studie genomförts med elever på mellanstadiet vid Vallastadens skola (ID. E). Arbetets fokus var på hur autonoma bussar kan bidra till oberoende mobilitet, och vilka förutsättningar som behövs.

Studien inbegrep tre fokusgrupper som innefattade både medåkande och diskussion. Totalt deltog tio personer (sju tjejer och tre killar) i femte klass, uppdelade på tre grupper. Medåkande skedde i EasyMile bussen ”Busse”. Alla grupper fick samma instruktioner inför bussturen. Under den första

delen av bussturen, som omfattade Vallastadens kommande rutt som vid tillfället ej var införd, styrdes bussen manuellt och gick långsammare än vanligt, vilket deltagarna uppmärksammades på. Under den andra delen av färden fick deltagarna även prova att åka den väg där bussarna redan implementerats och fungerar som de ska göra, alltså körs autonomt med en säkerhetsförare.

Fokusgrupper användes för att inhämta deltagarnas erfarenheter och upplevelser. Målet var att ta reda på varje individs uppfattning kring resandet med den autonoma bussen och detta gjordes genom en öppen och relativt ostrukturerad diskussion mellan deltagarna och fokusgruppledaren där interaktionen mellan deltagarna användes för att stimulera samtalet. Trots att deras intryck samlats in under en kort tidsperiod kan det noteras att deltagarna hade olika erfarenheter av upplevelsen. De olika gruppernas upplevelse av bussresan kan ha präglats av externa förutsättningar under respektive tillfälle, till exempel väderförhållanden och tekniska problem.

Denna studie är publicerad som en magisteruppsats (6) och en artikel är författad och insänd till tidskriften Urban Mobility.

Barn med kognitiva funktionsnedsättningar

I en studie som finansieras av forskningsprogrammet WASP HS så har möjligheten getts att undersöka hur Ride the future uppfattas och kan nyttjas av personer med intellektuella funktionsnedsättningar (ID. F).

Kunskapen är tänkt att vara till nytta för att anpassa resetjänsten för barn med kognitiva funktionsnedsättningar. Den övergripande metodiken som använts är baserad på praktikbaserad forskningsansats genom design ("Research through Design", RtD) som integrerar design och skapande med vetenskaplig analys av objekt och processer .(26)

Arbetet har omfattat observationer av interaktion i användningssituationer mellan människor och mellan människor och teknik. Vidare har semi-strukturerade intervjuer med deltagarna med fokus på hur de upplever och tänker kring de autonoma bussarna gjorts. Co-design aktiviteter har genomförts med ungdomar och barn med intellektuella funktionsnedsättningar. Detta innebar att arbeta med drama och att bygga saker i papper, trä och textilier. I den senare deltog 14 barn med intellektuella funktionsnedsättningar.

Studien är godkänd vid Etikprövningsmyndigheten (Dnr 2021-06604-01) och en artikel är under författande.

Äldre

Infrastrukturen/ hållplats

För att belysa äldres perspektiv har en studie om infrastrukturen kring bussarna genomförts med hjälp av intervjuer med personal på äldreboendet i Vallastaden (två anställda på demensboendet) samt personal på dagverksamheten (en anställd). I samma studie har även besökare på äldreboendet intervjuats (sex personer - tre män, tre kvinnor, mellan 55 och 80 år).

En stor del av samtalen kom att handla om hållplatsernas placering och utformning. Intervjupersonerna fick bland annat kommentera fotografier av de existerande hållplatsernas utformning och svara på frågor kring hur det skulle vara att gå till och vänta på bussen vid hållplatsen, samt om de kan se några problem för sig själva eller andra när det gäller att gå på eller av bussen vid hållplatsen.

Detta arbete är rapporterat tillsammans med tre andra studier i en VTI publikation (7).

Att resa

En fokusgrupp har genomförts med tre personer på dagligverksamheten i Vallastaden (ID. H). Studien inleddes med medåkande och därefter skedde diskussion kring äldre personers förutsättningar och önskemål kring att resa med bussarna. Deltagarna fick åka bussen från hållplatsen utanför äldreboendet i Vallastaden, genom sträckan på campus Valla, och tillbaka genom Vallastaden. Tillbaka på äldreboendet diskuterades erfarenheterna mellan deltagarna.

Studien är inte publicerad.

Synnedssatta

I syfte att få en ökad förståelse för hur en autonom elektrifierad buss kan användas av personer med olika grad av synnedättning och vilken typ av barriärer som finns för säkert och tryggt användande utfördes en kvalitativ studie (8)(ID. I).

En fokusgrupp genomfördes med personer med synnedättning. Totalt sju personer deltog i fokusgruppen, fem män och två kvinnor i åldern 31-70 år. Deltagarna hade varierande grad av synnedättning (en person blind från födseln, fem personer som utvecklat blindhet under senare år, två personer med kraftig synnedättning). Av dessa var fyra personer vana kollektivtrafikresenärer. Tre av deltagarna reser vanligtvis med färdtjänst. Fokusgruppen föregicks av medåkandeobservation, där en av deltagarna hade ledarhund med sig. Deltagarna fördelades på två bussar och efter halva resan bytte de buss för att få erfara resande med Navyan såväl som med EasyMile. Fokus var på hela-resan-perspektivet. De ombads att reflektera kring hur det var att hitta bussarna, vänta vid hållplats, kliva ombord, sätta sig, åka med, fundera på var de ska kliva av/ på. I bussarna fanns även en säkerhetsförare, och de medåkande ombads att även fundera på vad det innebär för dem både vad avser vad som kan vara till hjälp och hur det skulle vara om det inte fanns en säkerhetsförare ombord. Att kliva på/av bussen är viktig faktor i resandet, och deltagarna fick även prova på att gå ombord och kliva av med och utan ramp utfälld.

Resultaten är publicerade som ett K2 working paper (8).

Säkerhetsförare

Förares vakenhet och uppmärksamhet

Enligt den förordning som gällde vid driftstarten i Ride the future gällde att Transportstyrelsens tillstånd för försöksverksamhet med självkörande fordon kräver en säkerhetsförare i eller i direkt närhet av fordonet. I praktiken innebär det en förare ombord som kan övervaka färden och vid behov ta över kontrollen. Säkerhetsföraren har samma ansvar som en förare av en ej automatiserad buss. När ansökan görs till Transportstyrelsen krävs även en riskanalys med tillhörande åtgärdsplan. Risker som beror på att fordonet inte fungerar som det ska föreslås vanligtvis åtgärdas genom att kontrollen återgår till föraren. Inom ramen för Ride the future har vi studerat hur förare påverkas av sitt arbete och om en åtgärd som kräver att man tar över kontrollen är rimlig om vi tar hänsyn till att förare kan utveckla trötthet och eventuellt även ouppmärksamhet under en arbetsdag. Vidare har vi valt att även tillfråga förare om hur de upplever sin arbetssituation (ID. J).

En studie genomfördes under 2021 och samtliga då utbildade säkerhetsförare deltog (åtta stycken). Studiens fokus låg på förares vakenhet och uppmärksamhet. Målet var att förstå om det var möjligt för säkerhetsföraren att övervaka fordonet och omgivande trafikmiljö så att säkerhet vid framförande kunde garanteras. Datainsamlingen genomfördes vid körning på Campus-slingan där ett varv tar cirka 18 minuter att genomföra. Säkerhetsförarna övervakar färden och interagerar med bussen endast vid de tillfällen då fordonet har väjningsplikt och begär ett godkännande kommando av säkerhetsföraren. Detta kan ske när fordonet inte klarar sin uppgift, men det sker även vid ett par planerade och

inprogrammerade tillfällen (2 platser) på rutten som en riskmitigerande åtgärd enligt försiktighetsprincipen.

Vid studien fick förarna instruktioner att arbeta som vanligt. Eftersom bussarna kör utan tidtabell får förarna ta rast, dricka kaffe och gå på toaletten när de själva känner att det passar. Datainsamlingen gjordes när de flesta studenter studerade på distans och på grund av Covid-19 körde fordonen därför utan passagerare, något som kan ha bidragit till en ökad grad av monoton jämfört med ett arbetspass med passagerare. Datainsamling skedde under ett vanligt eftermiddags arbetspass (13.30-18.00), och gjordes under första och sista timmen på arbetspasset. Under tiden säkerhetsförarna övervakande fordonet självrapporterade de grad av sömnhet enligt skalan Karolinska Sleepiness Scale (KSS) (27). Rapporteringen gjordes som ett genomsnittligt värde av hur sömnhet föraren känt sig de senaste fem minuterna. Vidare användes elektrookulografi (EOG) för att registrera ögonrörelser och från det gjorde beräkningar av blinkningar. För varje blink registrerades blinkduration och långa blinkningar (<0,15 ms). Vidare användes Electrocardiogram (ECG) och från detta beräknades hjärtfrekvensvariabilitet (RMSSD), ett mått som används för att studera pigghet (på engelska arousal). Förarnas uppmärksamhet mättes med ett kamerabaserat system (Pupil Invisible, Pupil Labs GmbH, Germany) som detekterar ögonrörelser. I en sparad film har sedan analyser skett av vad förarna har tittat på, se **Fel! Hittar inte referensälla..** För ett urval av platser har varje blick kodats baserat på riktning och relevans. Riktningarna/objekten som kodats är framåt, bakåt, höger, vänster, bussens gränssnitt (GUI), kommunikationsutrustning och annat. För varje blick har vi även kodat om den är nödvändig, användbar eller irrelevant för körningen. Indelningen har gjorts enligt uppmärksamhetsteorin Minimum Required Attention (28). Innan datainsamlingen gjordes fick förarna fylla i en sömndagbok och bakgrundsenkät för de 3 dygn som föregått mätningen.



Figur 31 Kamerabaserat ögonrörelsesystem och elektrodapplicering.

Studien är godkänd av Etikprövningsmyndigheten Dnr 2020-04089 och är rapporterad som en slutrapport hos Vinnova (9).

Förarens erfarenhet insamlade via SHOW-enkät

Inom ramen för det tidigare nämnda SHOW-projektet har det även gjorts en enkätstudie där vi har tittat på förarnas upplevelser av arbetet som säkerhetsförare (ID.K). Vid studiens genomförande arbetade åtta förare som säkerhetsförare och sju av dem svarade. Frågorna handlade om hur de uppfattar arbetet som förare av autobuss och vilka utmaningar de upplever.

Workshop med aktörers tankar kring framtiden

I maj 2023 bjöds samtliga personer som är aktiva i ledningsgruppen, core-gruppen och i respektive arbetsgrupp in till en workshop (ID. L). Totalt deltog drygt 20 personer, se Figur 32. Syftet med workshopen var att tillsammans diskutera framtida möjliga inriktningar av verksamheten för 2024-2025.

I förväg hade tre områden för verksamhetsutveckling identifierats:

- Anropsstyrd trafik s.k. on-demand
- Förarlös drift med s.k. Remote operation
- Tjänsteutveckling av befintliga verksamhet

Deltagarna delades in i grupper om 4-5 personer och ombads att för var och en av dessa diskutera frågorna: - Hur skulle det se ut, -Varför/ för vem skulle vi göra denna utveckling, - Vad skulle behövas för att locka fler resenärer samt - Vem mer än vi kan vara intresserad?

Var och ett av de tre områdena diskuterades i 15 minuter och svaret på de fyra frågorna skrevs ner på post-it lappar som klistrades upp på en White board. När alla tre områden diskuterats erbjöds fika och därefter genomfördes en gemensam diskussion för vad som kommit fram från vart och ett av områdena. I kommande text presenteras resultaten övergripande. Studien är inte publicerad.



Figur 32 Workshop kring framtida inriktning (Fotograf: Jonathan Wictorén).

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Vi bedriver forskning och utveckling för att förbättra kunskapen om infrastruktur, trafik och transporter. Genom vårt arbete bidrar vi till att nå Sveriges transportpolitiska mål för tillgänglighet, säkerhet, miljö och hälsa.

Vi utför forskning på uppdrag inom alla transportslag och arbetar i en tvärvetenskaplig organisation. Den kunskap vi genererar ger viktig information till aktörer inom transportsektorn och används ofta direkt i nationell och internationell transportpolitik.

Utöver forskning erbjuder vi utredningar, rådgivning samt olika mät- och provningstjänster. På VTI har vi avancerad forskningsutrustning av olika slag och världsledande körsimulatorer. Vi har även ackrediterade laboratorier för vägmaterial och krocksäkerhetstestning.

Biblioteket vid VTI är en nationell resurs för alla trafikslag inom transportforskningsområdet. Informationssökning, omvärldsbevakning, resultatspridning och rådgivning i hur information om publikationer och projekt bör struktureras på en webbplats är exempel på tjänster.

I Sverige samarbetar VTI med universitet och högskolor som bedriver relaterad forskning och utbildning. Vi deltar regelbundet i internationella forskningsprojekt, främst i Europa, och är aktiva inom internationella nätverk och allianser. Vi är cirka 240 medarbetare och finns i Linköping, Stockholm, Göteborg och Lund.

vti

Statens väg- och transportforskningsinstitut • www.vti.se • vti@vti.se • +46 (0)13-20 40 00