

DEPAUT

Depå för Elektrifierade och Autonoma Bussar

Slutrapport



VINNOVA

Författare

RISE: Fredrik Cederstav, Mikael Söderman, Kristina Andersson
Nobina: Tommy Vadman, Henric Sundström
Unikie: Niclas Österling

Datum: 2025-09-26
Projekt inom Vinnova: Strategiska innovationsprogrammet Drive Sweden -
Egna satsningar 2024.
RISE rapport 2025:66
ISBN 978-91-90036-54-9

Den svenska regeringen har 17 strategiska innovationsprogram (så kallade SIP). Drive Sweden är en av dessa. Drive Sweden består av medlemmar från akademi, näringsliv och samhälle. Tillsammans arbetar medlemmarna med de utmaningar som är förknippade med nästa generations mobilitetssystem för människor och gods. SIP:arna finansieras av Sveriges innovationsmyndighet Vinnova, Formas, ett forskningsråd för hållbar utveckling, och Energimyndigheten. Lindholmen Science Park AB är värd för Drive Sweden.

Denna rapport är framtagen i projektet ”Depå för elektrifierade och autonoma bussar”. Projektet, som är en förstudie, är delvis finansierat av Vinnova genom Drive Sweden och delvis av deltagande industriparter. Projektet startade i november 2024 och avslutades i augusti 2025. RISE Research Institutes of Sweden AB har varit projektkoordinator. Utöver RISE har Nobina och Unikie ingått som projektparter.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som medverkat under projektets gång och bidragit med sin tid, kompetens och sina erfarenheter. Vi vill rikta ett särskilt tack till Unikie, som värd för studieresan till Finland i juni 2025, och till de anställda på Nobinas bussdepå i Katrineholm.

Alla åsikter och ställningstaganden som uttrycks i denna rapport är författarnas egna. Andra parter eller företrädare kan ha en annan analys och komma till andra slutsatser.

Vill du veta mer om projektet och rapporten får du gärna ta kontakt med fredrik.cederstav@ri.se

Göteborg, september 2025

Författarna

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
Sammanfattning	5
Executive summary in English.....	6
1 Inledning och bakgrund.....	7
2 Forskningsfrågor och metod.....	8
3 Mål	8
4 Resultat och måluppfyllelse	8
4.1 Projektledning.....	8
4.2 Tekniska förutsättningar.....	9
4.2.1 Krav på fordonet (OEM).....	9
4.2.2 Kommunikation med tredjeparts-systemet (Unikie)	9
4.2.3 Krav på infrastruktur på depå.....	9
4.2.4 Säkerhet och fysisk avgränsning	9
4.2.5 Kommunikation och uppkoppling	10
4.2.6 Sensorinstallation och zoner.....	10
4.2.7 Ytor och trafikflöden	10
4.2.8 Laddning och rampning	11
4.2.9 Kontrollrum / Kontrollcenter	11
4.2.10 IT-säkerhet.....	11
4.2.11 Kritiska gränssnitt och kompatibilitet	12
4.2.12 System och API-åtkomst.....	12
4.2.13 Geofencing som säkerhetslager	12
4.3 Juridik, regelverk och ekonomiska incitament	13
4.3.1 Trafikförordningen och inhägnat område	13
4.3.2 Inhägnat område och försök med autonoma fordon	13
4.3.3 Förare, ansvar och körkort i inhägnat område	13
4.3.4 Typgodkännande, Drive-by-wire och upphandling.....	14
4.3.5 MBL förhandling.....	14
4.3.6 Säker arbetsmiljö och CE-märkning.....	15
4.3.7 Nattarbete	16
4.3.8 Organisation	16
4.3.9 Brandsäkerhet	16
4.3.10 Cybersäkerhet	17

4.3.11	Försäkring.....	17
4.3.12	Garanti på fordon.....	17
4.3.13	Fastighetstillbehör, byggnadstillbehör och industritillbehör.....	17
4.4	Förändringar i verksamheten med självkörande bussar på depå.....	18
4.4.1	Flödesanalyser: Nulägen och förändringar med system.....	18
4.4.2	Förändringar i verksamheten på depån med ett autonomt system.....	23
4.5	Förändringsstrategier vid införande av ny teknik i befintlig verksamhet.....	24
4.5.1	Kritiska faktorer vid förändringsarbete.....	24
4.5.2	Teknikacceptans.....	26
4.6	Planering pilot.....	27
5	Spridning och publicering.....	33
5.1	Kunskaps- och resultatspridning.....	33
5.2	Publikationer.....	33
6	Slutsatser och fortsatt forskning.....	33
7	Deltagande parter och kontaktpersoner.....	34
8	Referenser.....	35

Sammanfattning

Busstopper är en viktig del av kollektivtrafiksystemet. För att möta framtidens krav på effektivitet, säkerhet och flexibilitet behöver rangeringen av bussar (det vill säga omflyttning till parkering, verkstad, laddning, tvätt och förberedelse inför nya turer etc.) bli mer automatiserad. Idag är detta en manuell och kostsam process som ofta sker på kvällar och nätter, med höga arbetskostnader, ofta uppkommande småskador och med vissa säkerhetsrisker.

Projektet DEPAUT har undersökt möjligheten att automatisera busstopper med hjälp av infrastrukturbaserad teknik – det vill säga sensorer och mjukvara som sitter i och på depån snarare än i fordonet. Denna lösning har fördelen att den är fordonsneutral, vilket innebär att den kan styra fordon av olika märken så länge de uppfyller vissa tekniska grundkrav. Projektet, som leddes av forskningsinstitutet RISE i samarbete med Nobina och Unieke, har i en förstudie kartlagt tekniska, juridiska och organisatoriska förutsättningar för automatisering har kartlagts. Genom intervjuer, workshops, litteraturstudier och analyser av en faktisk depå i Katrineholm, har projektet identifierat vad som krävs för att gå från teori till verklighet.

För att en buss ska kunna köras autonomt i en depå krävs att den har ett styrsystem som tillåter extern kontroll – så kallad Drive-by-Wire (DBW) – samt tillförlitlig kommunikationsutrustning (t.ex. 4G/5G eller industriellt Wi-Fi) och visuell signalering för att visa när bussen körs autonomt. Säkerheten har hög prioritet och fordon och depå måste ha nödstopp och möjlighet till att ta över fordonet manuellt.

Själva depån behöver också anpassas, dvs inhägnad, grindar och tillträdeskontroller ska förhindra obehörig åtkomst. Sensorer måste kunna övervaka trafikflödet, och ett lokalt kontrollrum behövs för övervakning och styrning. Nya zoner för upphämtning och avlämning, samt automatisering av rampning, dvs uppkoppling för laddning är exempel på nödvändiga förändringar.

Den juridiska sidan är komplex och berör bland annat trafiklagar, arbetsmiljö, typgodkännanden av teknik, personalförhandlingar, cybersäkerhet, försäkringsfrågor och brandrisker. Även frågor kring personalens utbildning, nya yrkesroller och användargränssnitt spelar en avgörande roll.

En viktig del av förstudien är hur tekniken ska accepteras av de som ska arbeta med den. Här har projektet använt modellen Technology Acceptance Model (TAM) som visar att människors inställning till ny teknik beror på hur användbar och lättanvänd den uppfattas. Därför är tidig involvering av personal och en tydlig kommunikation avgörande för ett lyckat införande.

Två depåer har diskuterats som möjliga platser för ett framtida pilotprojekt: Katrineholm och Charlottendal. Valet beror på om fokus ska ligga på teknik och organisation, eller även inkludera en ekonomisk utvärdering. För att kunna genomföra en pilot krävs också att en busstillverkare (OEM) och en Regional Kollektivtrafikmyndighet (RKF) deltar.

Förstudien visar att vägen mot självkörande busstopper inte bara är möjlig – den är inom räckhåll. Med rätt teknik, struktur, juridik och engagemang kan kollektivtrafiken ta ett stort kliv in i framtiden.

Executive summary in English

Bus depots are a vital part of the public transport system.

To meet future demands for efficiency, safety, and flexibility, the marshalling of buses – that is, moving them to parking, workshops, charging stations, washing areas, and preparing them for new routes – needs to become more automated. Today, this is a manual and costly process that often takes place during evenings and nights, involving high labor costs, frequent minor damages, and certain safety risks.

The DEPAUT project has explored the possibility of automating bus depots using infrastructure-based technology – meaning sensors and software installed in and around the depot rather than in the vehicles. This solution has the advantage of being vehicle-neutral, allowing it to control buses from different manufacturers if the buses meet certain technical requirements.

Led by the research institute RISE in collaboration with Nobina and Unieke, the project conducted a feasibility study consisting of five work packages mapping out the technical, legal, safety, security and organizational conditions for automation. Through interviews, workshops, literature reviews, and analysis of a real depot in Katrineholm, the project identified what is needed to move from theory to reality.

To operate a bus autonomously within a depot, it must have a control system that allows external operation – known as Drive-by-Wire (DBW) – as well as reliable communication equipment (e.g., 4G/5G or industrial Wi-Fi) and visual signaling to indicate autonomous operation. Safety is a top priority, but also IT-security and both vehicles and depots must be equipped with emergency stop functions and manual override capabilities.

The depot itself also needs to be adapted – fencing, gates, and access control must prevent unauthorized entry. Sensors must monitor traffic flow, and a local control room is needed for supervision and management. New zones for pick-up and drop-off, as well as automation of ramping (i.e., connecting for charging), are examples of necessary changes.

The legal aspects are complex, although less complex than traffic on public roads, involving traffic laws, occupational safety, technical approvals, labor negotiations, cybersecurity, insurance issues, and fire risks. Questions around staff training, new job roles, and user interfaces also play a crucial role.

An important part of the feasibility study is understanding how the technology will be accepted by those who will work with it. The project used the Technology Acceptance Model (TAM), which shows that people's attitudes toward new technology depend on how useful and easy to use they perceive it to be. Therefore, early involvement of staff and clear communication are essential for successful implementation.

Two depots have been discussed as potential sites for a future pilot project: Katrineholm and Charlottendal. The choice depends on whether the focus should be on technology and organization or also include an economic evaluation. To carry out a pilot, participation from a bus manufacturer (OEM) and a Regional Public Transport Authority (RKF) is also required. No decision had been taken at the time of this report.

The feasibility study shows that the path toward autonomous bus depots is not only possible – it is within reach. A SWOT-analysis was also performed and is found in section 6.

With the right technology, structure, legal framework, and commitment, public transport can take a major step into the future.

1 Inledning och bakgrund

Bussdepåer inom kollektivtrafiken utgör en viktig samhällsfunktion. Vid en krissituation behöver människor alltså kunna ta sig exempelvis till/från arbete, skola och förskola. En bussdepå behöver därför vara välfungerande, robust och flexibel. På bussdepåer läggs idag mycket tid och personal på att manuellt flytta bussar (rängera) exempelvis till och från verkstad, tvättning/städning, laddning och för färdigställning inför dagens planerade trafik eller nattparkering. Rangering av bussar kräver omfattande arbetsresurser, som är kostsamma, inte minst eftersom det ofta sker utanför ordinarie arbetstider (OB-tid). Av säkerhetsskäl får endast behörig personal vistas på depåerna, eftersom det finns risker med att personer rör sig på området. Ju fler som befinner sig inom området, desto större risk för olyckor. Idag inträffar även många mindre incidenter vid rangering som orsakar skador på bussarna. Dessa skador genererar omfattande kostnader i form av reparationer, avbrott i verksamheten, att man inte kan leverera busstjänster till kund enligt avtal, samt kostnader för att hyra in extra bussar medan ordinarie bussar står på verkstad.

År 2021 genomfördes en pilot där autonoma bussar från Volvo testades på en av Keolis bussdepåer utanför Göteborg. Projektet gick under namnet *Självcertifiering av autonoma bussar*¹. Dessa bussar manövrerades manuellt när de kördes i trafik, men kunde ställas om till självkörande bussar inne på depån. Piloten visade att det går att automatisera en bussdepå, men visade också på ett tydligt behov av fordonsneutrala tekniklösningar för automatisering som kan användas på bussar från flera olika tillverkare med olika modeller och med olika tillverkningsår. Så ser fordonsflottan oftast ut i verkligheten på landets depåer. Som tur är finns det dock redan fordonsneutral, infrastrukturbaserad teknik för att automatisera fordon.

Med en infrastrukturbaserad teknik används sensorer och mjukvara utanför fordonet för att styra fordonsparken med hög precision. Ett exempel är projektet *Autolog*² där målet är att automatisera flöden av personfordon i hamnområden genom infrastrukturbaserad teknik, 5G och fordon med standardiserade ISO-gränssnitt (ISO 23374 & ISO 12768). Fördelen med infrastrukturbaserad teknik är alltså att den är fordons- och märkesneutral.

Ett tredje projekt är *Flödesoptimerad depådriфт*³ där Scania undersökte teknik för flödesoptimerade bussdepåer med infrastrukturbaserad teknik. Syftet var att minska drifts- och reparationskostnader på grund av mänskliga fel vid trånga parkeringsmanövrar. I det projektet implementerades tekniken för infrastrukturbaserad automation i fordonet med en praktisk demonstrator som simulerade depådriфт. Demonstratorn utfördes på leverantören Unikies testområde. Den infrastrukturbaserade tekniken är samma som användes i Autolog-projektet. Projektet *Flödesoptimerad depådriфт* avslutades i november 2024.

En utmaning för att kunna införa autonoma bussar på depå är att dagens regelverk och struktur för klassificering av fordon innebär att bussarna omfattas av två olika regelverk beroende på vilken miljö de befinner sig i och på graden av automation, det vill säga bussarna blir ”dynamiskt delbara” ur ett regelverksperspektiv, vilket får konsekvenser för vem som avgör om bussarna är säkra att använda i en viss miljö. En slutsats från rapporten *Självcertifiering av autonoma bussar* är att bussarna måste självcertifieras genom CE-märkning utifrån maskindirektivet (fr.o.m. 2027 maskinförordningen) för att anses säkra i autonomt läge inom depån.

¹ [Självcertifiering av autonoma bussar \(diva-portal.org\)](https://diva-portal.org)

² <https://www.autolog-projekt.de>

³ [Flödesoptimerad depådriфт | Vinnova](#)

Det finns även projekt i Europa som studerat autonom bussrangering på depåer via sensorer i infrastrukturen. Ett exempel är projektet *Autodepot*⁴ (2024), som avhandlat utmaningar kring autonoma bussar i depåer i Schweiz. Det projektet omfattar dock inte operationer som tvätt, tankning och service. Här finns bland annat en beräkning på kostnader för installation av sensorer på en större depå.

2 Forskningsfrågor och metod

Projektet har drivits som en förstudie med målet att utreda tekniska, juridiska och organisatoriska förutsättningar för att införa automatisering av bussdepåer, där ny infrastrukturbaserad tredjepartsteknik används i stället för fordonsbaserad teknik specifik för varje fordonstillverkare. Projektet har som metod använt sig av litteraturstudier, studiebesök på Unikies testanläggning i Finland och på Nobinas depå i Katrineholm, intervjuer och workshops. Projektet drevs i fem olika arbetspaket och koordinerades av RISE som även bidrog med mångårig forskningskompetens inom juridik, regelverk, teknikutveckling och människa-maskininteraktion. Övriga parter var Nobina och Unieke. Nobina var behovsägare och försåg projektet med en depå i Katrineholm. Unieke är leverantör av den tekniska tredjepartslösning som förstudien utredde. Den tekniska lösningens inriktning är att implementera infrastrukturbaserad automation i en specifik bussdepå och kommunicera med hjälp av standardiserade ISO-gränssnitt. Denna lösning är märkesneutral och skiljer sig från gängse teknik för automatisering som installeras på själva fordonen, vilken ofta är specifik per fordonstillverkare och gör det svårt att etablera en branschstandard. Förstudien utredde även nödvändiga förändringar i arbetsorganisation som följer av att automatisera bussdepåer, till exempel arbets- och ansvarsroller, säkerhets- och kommunikationsrutiner och krav på nya roller och ny kompetens. Resultaten från förstudien är viktiga eftersom infrastrukturbaserad teknik har stor potential och kan öppna för standardisering, ökad konkurrens och nya arbetsformer i branschen. Förstudien har även resonerat kring möjligheten att ta fram en plan för en kommande pilot på en av Nobinas bussdepåer, men inget beslut har fattats vid tidpunkten för denna slutrapport.

3 Mål

Målet med projektet har varit att utreda ny infrastrukturbaserad teknik och organisatoriska förutsättningar för automatisering av bussdepåer och presentera underlag inför en fullskalig pilot. Målet om en plan för teknisk implementering (Task 5.1) och en projektplan med aktiviteter (Task 5.3) har strukits på grund av att volymerna i just denna depå är för låga för att kunna räkna hem investeringen i ny teknik. Här krävs fortsatt forskning och analyser på en mer lämplig depå.

4 Resultat och måluppfyllelse

4.1 Projektledning

Projektet startade med en kickoff den 31 oktober 2024. Därefter organiserades ett arbetsmöte och ett heldags studiebesök på Nobinas depå i Katrineholm den 3 december 2024. Det är denna depå som projektet har analyserat. Därefter organiserades arbetet i huvudsak via online-möten varannan vecka i projektgruppen. Övriga digitala möten och intervjuer genomfördes mestadels med Nobinas personal. Ett studiebesök ordnades även till Unikies moderbolag och testanläggning i Åbo, Finland i juni 2025

⁴ https://www.saam.swiss/wp-content/uploads/AutoDepot-report_vfin_eng.pdf

för att arbetsgruppen bättre skulle förstå den teknik som kan bli aktuell i ett fullskaligt demonstrationsprojekt.

4.2 Tekniska förutsättningar

För att möjliggöra autonom rangering av bussar i depå krävs att fordonet har rätt teknisk förutsättning samt att kommunikationen mellan fordon och externt tredjeparts styrsystem (t.ex. Unikie) fungerar säkert och stabilt.

4.2.1 Krav på fordonet (OEM)

1. Drive-by-Wire-funktionalitet (DBW). Fordonet måste ha stöd för att styrning, gas, broms och växel ska kunna kontrolleras digitalt via API.
2. Uppkoppling: Fordonet måste vara utrustat med kommunikationshårdvara, t.ex. 5G-router eller industriellt Wi-Fi. Uppkoppling kan ske via: 5G/Private 5G/wifi (lokalt nät). En utvärdering krävs av vilket nät som lämpar sig bäst på plats. Förutsättningen är att depån har tillräcklig täckning. Vid skuggzoner krävs en utvärdering av alternativa uppkopplingslösningar.
3. Elektrifiering: För ett pilotprojekt föreslås tester med minst ett eldrivet fordon, vilket då kan utvärdera en förenklad, autonom laddning och möjliggör integration med robotarm eller annan automatisk rampning.
4. Signalering: Ett fordon som körs autonomt utan förare ombord bör utrustas med visuell signalering, till exempel blinkande lampor eller särskild ljussignal. Detta för att visa att fordonet är i autonomt läge. Detta behöver lösas längre fram och inte nödvändigtvis i en pilot.
5. Nödstopp ombord: En fysisk nödstoppfunktion kommer att behöva utvecklas på sikt. Vid en pilot kan detta troligen hanteras genom att en förare finns ombord, men utan förare ombord behövs troligen en intern knapp i fordonet och även utanför fordonet. Det kan även behövas ett bärbart nödstopp. Frågan behöver utredas vidare.
6. Externt nödstopp i infrastrukturen, möjligen i verkstaden, vid grinden eller annan lämplig plats

4.2.2 Kommunikation med tredjeparts-systemet (Unikie)

För systemintegrationen måste fordonstillverkaren (OEM) och Unikie genomföra en teknisk integration där styrsystemet i fordonet kan ta emot nödvändiga kommandon.

Vad gäller API-anslutning så skickar Unikies system styrsignaler till fordonet genom ett säkert API, som OEM måste godkänna.

4.2.3 Krav på infrastruktur på depå

För att möjliggöra autonom rangering krävs att depån anpassas både fysiskt och tekniskt. Kraven varierar beroende på om det är en pilot eller ett fullskaligt införande, men gemensamt är att depån måste kunna stödja säker, robust och uppkopplad drift inom ett avgränsat och inhägnat område.

4.2.4 Säkerhet och fysisk avgränsning

Inhägnat område krävs – hela depån måste vara fysiskt avgränsad med till exempel stängsel och grind för att uppfylla trafikförordningens krav på undantag från vissa regler. Transportstyrelsen har bekräftat att detta projekt inte behöver särskilt tillstånd för försöksverksamhet med autonoma fordon då det sker på inhägnat område. Vi rekommenderar dock en maximal hastighet om 5 km/h inom området, dock kan den höjas om produktiviteten på sikt kräver det.

Vad gäller grindar och tillträdeskontroll så ska inte obehöriga kunna få tillgång till området.

En eventuell sluss vid grinden: Om grindar öppnas under pågående autonom trafik kan flödet behöva pausas när det står öppet då det juridiskt inte betraktas som ett inhägnat område längre. En slusslösning (två grindar) skulle möjligen kunna lösa detta tekniskt och att det då därmed alltid betraktas som inhägnat område. Detta är något att undersöka inför en pilot. Vi noterar också att det generellt (i Sverige) troligen finns en hel del depåer som bara delvis eller inte alls är inhägnade.

Nödstopp – En fysisk nödstoppknapp kommer behöva installeras på depån. Frågor som behöver utredas:

- Vem har rätt att aktivera nödstoppet?
- Behövs koder eller ska alla kunna aktivera den? Troligen alla men det krävs en fysisk handling i form av att krossa glasskiva etc.
- Fysisk placering?
- Hur sker återaktivering?

4.2.5 Kommunikation och uppkoppling

Både för en pilot och för en produktionsmiljö behövs en säker och stabil uppkoppling av fordonen via ett mobilt 4G/5G nät eller ett WiFi-nät.

- Pilot: Under en pilot kan i normala fall ett publikt 4G/5G nätverk användas under förutsättning att depån har god täckning.
- Produktion: För en produktionsmiljö rekommenderas ett mobilt nätverk med så kallad ”Network Slicing” alternativt ett privat 5G-nät för ökad säkerhet, kapacitet och stabilitet.

Network Slicing är ett begrepp inom framför allt 5G-teknologin som innebär att man delar upp det fysiska mobilnätverket i virtuella logiska nätverk (”slices”), där varje slice kan skräddarsys för olika typer av tjänster. Alla slices delar samma infrastruktur, men fungerar som separata nät med egna resurser och egenskaper. För Industriell automation i en bussdepå kan man skräddarsy tjänsten specifikt med låg fördröjning (latens) och hög tillförlitlighet.

Uppkoppling av fordonet kräver ett mobilt modem eller ett WiFi modem om WiFi används. Se 4.2.1.

Om ett lokalt nät används i depån (5G eller WiFi) behövs dessutom en infrastruktur med kablage, antenner, router osv, varför det kan vara av värde att använda sig av ett mobilnät (ev. med Slicing).

4.2.6 Sensorinstallation och zoner

Möjlighet att antingen:

- Gräva ner och installera egna stolpar, eller
- Använda befintliga (ex. gatubelysning, byggnader) för att montera sensorer.

Varje sensorstolpe kräver el och nätverksanslutning till kontrollrum (Wi-Fi undviks om möjligt) efter rekommendation från leverantör (Unikie). Hur detta hanteras påverkar de juridiska villkoren. Se Kapitel 4.3.13.

4.2.7 Ytor och trafikflöden

- Tillräcklig yta för autonom rangering – körbara och öppna zoner, gärna markerade, särskilt vid mixad trafik.
- Uppställningsytor vid grind, fordonsvård, laddning – behövs för att undvika flaskhalsar vid rusningstrafik och höga flöden. I teorin ska inte ett fordon stå speciellt länge på uppställningsplatsen. Det kan oavsett bli problem på vissa depåer som är enkelriktade och

väldigt trånga. Vissa depåer kan behöva modifieras ytmässigt för att detta ska fungera i praktiken (hypotes).

- Planering: En större produktionssättning kräver att dagens schemaläggning och trafikflöden analyseras och anpassas för att fordon ska kunna köras utan att blockera andra rörelser.

4.2.8 Laddning och rampning

- En rampningslösning krävs (t.ex. med robotarm) för att hantera laddning utan förare ombord.
- Det finns en risk att det uppstår en inlåsnings effekt om laddroboten bara fungerar med vissa fordon. DBW (Drive-by-wire) är fordonsberoende men här ser vi i dagsläget en tillkommande risk. Dock har projektet inte utvärderat laddningsalternativen i form av exempelvis en robotarm.
- Andra alternativ är möjliga (en ny arbetsroll, som exempelvis en manuell laddare) men detta minskar automationseffekten och ökar komplexiteten i lösningen.
- Eventuellt extra utrymme vid rampen tillkommer vid installation av robotarm, dock oklart då vi inte utvärderat alternativen.

4.2.9 Kontrollrum / Kontrollcenter

Ett kontrollrum ska finnas lokalt på depån, med möjlighet att:

- Övervaka och styra trafikflöden
- Ta över fordon manuellt vid behov
- Eventuellt även styra grindarna (dock ej vid pilotfas).
- Skicka ut meddelanden (ljudsystem) till personal på depå, dock inte vid en pilotfas
- Fjärrövervaka depån via kameror

Kontrollrummet är navet eller "hjärnan" för hela systemet, dvs:

- Här finns serverrack, nätverksinfrastruktur och kopplingar från samtliga sensorer.
- Kontrollrummet ska begränsas så inte obehörig personal får tillträde.

4.2.10 IT-säkerhet

Alla delar och enheter i ett automatiskt depåsystem måste uppfylla grundkrav för cybersäkerhet. Det inkluderar alla delar i det ekosystem som en automatiserad depå kan bestå av som utöver fordonen kan vara automatiska laddsystem, tvättar, garageportar och grindar som exempel. Operatörens IT-avdelning kommer att genomföra en fullständig säkerhetsgranskning av:

- Systemarkitektur
- Dataflöden till/från molntjänster
- Brandväggsregler
- Rollstyrning och behörighetskontroll
- Kontrollrummet

ISO 23374 behandlar cybersäkerhetskrav för automatiserade parkerings- och depåsystem vilka benämns som AVPS i ISO-standarderna (Automated Vehicle Parking System). Dessa krav beskrivs ytterligare i ISO 23374-2. Standarden fokuserar på vikten av säker drift i miljöer som bussdepåer och kräver robusta cybersäkerhetsåtgärder inom fordon, infrastruktur och kommunikationsområden.

Ett grundläggande krav i ISO 23374 är överensstämmelse med ISO/SAE 21434, den internationella standarden för cybersäkerhetsteknik i vägfordon. Detta säkerställer att fordonssystem såväl som rangeringslösningar följer en strukturerad metod för hotanalys, riskbedömning (TARA) och security-

by-design-principer under hela systemets livscykel – från koncept till avveckling. Viktiga cybersäkerhetsbestämmelser i ISO 23374 inkluderar:

Systemsäkerhet

System måste följa ISO/SAE 21434, vilket säkerställer säker programvaruutveckling, beredskap för incidenthantering och riskhantering under livscykeln.

Kommunikationssäkerhet

Alla kommunikationsvägar för AVPS – mellan fordon, elektronik hårdvara och backend-serverar – måste implementera Public Key Infrastructure (PKI) för autentisering och signaturverifiering. Sekretessen upprätthålls genom kryptering, medan integriteten upprätthålls via mekanismer för validering av meddelanden mellan system och fordon.

Infrastruktursäkerhet

All elektronisk hårdvara och serverkomponenter måste skyddas mot cyberattacker, särskilt i centraliserade (typ 2) AVPS-konfigurationer. Även om specifika metoder inte omfattas av standardens omfattning, hänvisar standarden till tillämplig bästa praxis.

Dessa cybersäkerhetsåtgärder är avgörande för säker driftsättning av AVPS i kollektivtrafikdepåer, där driftssäkerhet och skydd av människoliv och egendom är av största vikt. Genom att anpassa sig till ISO/SAE 21434 säkerställer ISO 23374 att både fordons- och infrastrukturkomponenter uppfyller internationellt erkända riktmärken för cybersäkerhet.

4.2.11 Kritiska gränssnitt och kompatibilitet

- Nobina har befintliga IoT-enheter i fordonet för t.ex. GPS, hastighet, trafikövervakning – dessa måste samexistera utan konflikt med OEM- eller Unieke-utrustning.
- Fordonet har även andra digitala system som:
 - Alkolås
 - Färdskrivare
 - Biljettmaskin

Krav: För att automationen ska fungera utan förare måste dessa system kunna kringgå eller automatiseras i autonomt läge. Om detta inte är möjligt riskerar flera flöden att falla bort.

4.2.12 System och API-åtkomst

Ett centralt krav för Nobina är att det ska vara möjligt att schemalägga uppdrag via ett eget master-system, vilket kräver att Unieke tillhandahåller ”öppna” och dokumenterade API:er. I en första pilot behöver detta inte vara på plats – men för att realisera nyttan i full drift krävs:

- Möjlighet att styra rangering enligt schema
- Integration mellan trafikplanering och fordon
- Juridisk och teknisk acceptans mellan OEM, Unieke och operatör

4.2.13 Geofencing som säkerhetslager

- Geofencing kan användas som ett extra säkerhetslager för att endast tillåta fjärrstyrning inom definierade zoner (till exempel inom depåns område).
- Skyddet säkerställer att fordonet inte kan tas över utanför området, även om någon skulle få åtkomst till API eller certifikat.

- Detta behöver dock inte vara på plats vid en första pilot. Detta är något som bör diskuteras och utvärderas under en eventuell kommande pilot.

4.3 Juridik, regelverk och ekonomiska incitament

Här följer en kort redogörelse för olika regelverk som kan bli aktuella i en pilot och vid en senare uppskalning. Några direkta svar på juridiska klurigheter ges inte eftersom projektet är en förstudie. Fokus ligger i stället på vad som behöver utredas framöver i det större projektet.

4.3.1 Trafikförordningen och inhägnat område

Trafikförordningen (1998:1276) skiljer på inhägnat och inte inhägnat område, vilket i sin tur har betydelse för vilka regler som gäller. Ute på väg gäller alla regler i trafikförordningen, men inom inhägnat område finns det ett antal regler som inte längre behöver följas. Även inom inhägnat område gäller grunderna i trafik till exempel att fordon ska hålla till höger. I en pilot behöver det utredas vilka trafikregler som det är möjligt att avvika ifrån utifrån behovet i piloten.

Trafikförordningen definierar inte vad som är inhägnat område utan det får bestämmas från fall till fall. I regel anses ett inhägnat område vara ett område som är tydligt avskilt från allmän trafik med fysisk inhägnad, till exempel stängsel, bommar eller grindar och där allmänheten inte har fri tillgång. Det måste finnas en bom eller liknande in på området så att obehöriga inte kan komma in. Om det är mycket trafik och stor genomströmning genom området kan bedömningen bli att det trots inhägnaden är ”för tillgängligt” för allmänheten och då inte räknas som inhägnat område. Det behöver säkerställas i en pilot att området uppfyller kraven för inhägnat område. Det behöver också utredas vem som får komma in på området. Får till exempel leverantörer köra in på området? I en pilot kan detta lösas genom att de autonoma bussarna stängs av när obehöriga vistas på området.

4.3.2 Inhägnat område och försök med autonoma fordon

Att genomföra försök med autonoma fordon ute på väg kräver försökstillstånd av Transportstyrelsen. Om de autonoma fordonen framförs inom inhägnat område behövs inget försökstillstånd. Arbetsmiljöverket är tillsynsmyndighet för trafik inom inhägnat område. Arbetsmiljöverket har inga särskilda regler för försöksverksamhet med autonoma fordon.

4.3.3 Förare, ansvar och körkort i inhägnat område

Enligt körkortslagen (1998:488), som i sin tur bygger på EU-rätt får en buss endast framföras av en förare som är behörig. Men inom inhägnat område krävs det inte något körkort för buss. I piloten behöver överlämningen från föraren, som kör ute på väg, till systemet, beskrivas (se avsnitt 4.4.1). Inom depån behöver nya roller beskrivas och ansvar definieras i relation människa – buss (se avsnitt 4.4.2). För autonoma fordon ute på väg diskuteras nya definitioner för förare beroende på arbetsuppgift. Innebär vår lösning att exempelvis bussen har en förare på distans? Vilka arbetsuppgifter har en sådan förare? Vilken utbildning behövs? Vidare förutsätter det nuvarande *maskindirektivet*⁵ att en maskin har en förare eller operatör som ansvarar vid förflyttning. Den kommande *maskinförordningen*⁶ anger att det ska finnas en övervakningsansvarig person för autonoma mobila maskiner.

En förare har många uppgifter utöver att köra ett fordon. En uppgift är att klagöra fordon (inspektera) inför avresa, exempelvis att lyktor fungerar som de ska. Enligt fordonsförordningen (2009:211) får ett fordon inte användas om det inte är säkert. I en pilot behöver det klagöras vem som är ansvarig för att

⁵ [EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2006/42/EG av den 17 maj 2006 om maskiner och om ändring av direktiv 95/16/EG.](#)

⁶ [EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING \(EU\) 2023/1230 av den 14 juni 2023 om maskiner och om upphävande av Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/42/EG och rådets direktiv 73/361/EEG](#)

fordonet är i kördugligt skick. Ägaren är alltid ansvarig, men det kan finnas personal på depån som också får denna uppgift. I en pilot behöver det finnas en tydlig dokumentation om användning, risker och ansvar för olika personer.

4.3.4 Typgodkännande, Drive-by-wire och upphandling

Drive-by-wire tekniken (DBW) är ett måste för att projektets föreslagna lösning ska fungera. Tidigare har fordon byggts på mekanik där de olika delarna kopplas ihop fysiskt med hjälp av exempelvis en mekanisk koppling eller vajer, dvs om föraren trycker på bromspedalen finns det mekaniska lösningar hela vägen fram till bromsarna. DBW handlar (tvärtom om vad man kan anta av namnet) i stället om att olika delar i ett fordon inte längre behöver sitta ihop fysiskt utan de kan i stället kommunicera och agera digitalt (electric or electric-mechanical systems). Att gå över till ett system som kommunicerar digitalt medför nya risker, exempelvis om fordonet blir strömlöst. Frågan är då hur man bygger in redundans i systemet. Fördelen med DBW är att fordon kan konstrueras på nya sätt då färre fysiska rörliga delar behövs och därmed sparas vikt. Fordonet kan då alltså göras lättare och därmed förbruka mindre energi. Reglerna bestäms av UNECE⁷.

DBW är egentligen ett samlingsnamn för olika system i ett fordon. Dessa är:

- Throttle by wire (gasreglage) – är klart regelmässigt
- Shift by wire (växla) - är klart regelmässigt
- Steer by wire (styra) - är ej klart regelmässigt. UNECE gillar inte idén att fordon ska kunna styras med signaler som kommer utifrån i högre hastigheter då konsekvenserna av otillbörlig kontroll utifrån blir mer allvarliga.
- Brake by wire (bromsa) – delvis klart regelmässigt. Fordonet behöver fortfarande ha fysisk vajer som säkerhetsback-up.
- Park by wire (parkera) - är klart regelmässigt (max 5 km/tim (+- 1 km tolerans), fjärrkontrollen får vara högst 6 m från fordonet)).

Reglerna ovan gäller för typgodkännande av fordon som säljs på en marknad dvs. inte försöksfordon. I piloten kommer fordonen att befinna sig inom inhägnat område och anses då vara försöksfordon. Inför en uppskalning behöver typgodkännande utredas vidare.

UNECE och EU har regler för hur fordon ska utformas för att anses vara säkra. UNECE har olika reglementen för olika delar i ett fordon och EU har en General safety regulation 2019/2144 (GRS2). Framför allt är det ännu inte klart hur Steer-by-wire ska fungera för signaler som kommer utifrån i högre hastigheter.

Inför ett större pilotprojekt behöver utvecklingen av DBW följas. Frågor som behöver besvaras är: Hur nära är vi ett typgodkännande av DBW? För vilka delar i fordonet? När kan serieproduktion förväntas starta? Hur mycket kommer DBW att kosta extra? Hur får DBW användas enligt fordonstillverkarna? Utmaningen för Nobina är att om det inte finns flera OEM⁸ som erbjuder DBW blir det svårt att upphandla lösningen i framtiden för att undvika inlåsnings effekter.

4.3.5 MBL förhandling

Enligt 11 § medbestämmandelagen (1976:580), (MBL) är arbetsgivare, som är bundna av kollektivavtal, skyldig att, innan denne beslutar om viktigare förändring av sin verksamhet, förhandla med den avtalsslutande arbetstagarorganisationen. Att påbörja en pilot kan vara en sådan viktig förändring som behöver förhandlas enligt MBL. Att inte förhandla kan vara ett brott mot MBL och resultera i att arbetsgivaren kan tvingas betala skadestånd till facket. Inför en pilot behöver frågan utredas vidare.

⁷ Road Traffic Safety | UNECE

⁸ Original Equipment Manufacturer (fordonstillverkare)

4.3.6 Säker arbetsmiljö och CE-märkning

Om arbetsmiljön som sådan: Arbetsmiljölagens (1977:1166) syfte är att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet samt att även i övrigt uppnå en god arbetsmiljö för arbetstagare. Eftersom arbetsplatser kan se olika ut finns det generella kriterier som är utgångspunkten för arbetsmiljöarbetet. Kriterierna handlar om att:

- Arbetsförhållandena skall anpassas till människors olika förutsättningar i fysiskt och psykiskt avseende,
- Arbetstagaren skall ges möjlighet att medverka i utformningen av sin egen arbetssituation samt i förändrings- och utvecklingsarbete som rör hans eget arbete.
- Teknik, arbetsorganisation och arbetsinnehåll ska utformas så att arbetstagaren inte utsätts för fysiska eller psykiska belastningar som kan medföra ohälsa eller olycksfall,
- Det skall eftersträvas att arbetet ger möjligheter till variation, social kontakt och samarbete samt sammanhang mellan enskilda arbetsuppgifter samt
- Det ska eftersträvas att arbetsförhållandena ger möjligheter till personlig och yrkesmässig utveckling liksom till självbestämmande och yrkesmässigt ansvar.

Kriterierna innebär att arbetsmiljön skall vara tillfredsställande med hänsyn till arbetets natur och den sociala och tekniska utvecklingen i samhället dvs det finns en proportionalitet i vad som kan krävas för att uppnå målet god arbetsmiljö och att intresseavvägningar kan behöva göras.

Arbetsgivaren ska vidta alla åtgärder som behövs för att förebygga att arbetstagare utsätts för ohälsa eller olycksfall. En utgångspunkt ska därvid vara att allt sådant som kan leda till ohälsa eller olycksfall ska ändras eller ersättas så att risken för ohälsa eller olycksfall undanröjs. Arbetsgivaren ska systematiskt planera, leda och kontrollera verksamheten på ett sätt som leder till att arbetsmiljön uppfyller föreskrivna krav på en god arbetsmiljö däribland utreda fortlöpande riskerna i verksamheten och vidta de åtgärder som föranleds av detta. Arbetsgivaren ska dokumentera arbetet och upprätta handlingsplaner. En arbetsgivare är också skyldig att samverka med skyddsombud. Skyddsombud ska bl.a. delta vid planeringen av nya anordningar, arbetsmetoder och av arbetsorganisation.

Inför en pilot behöver ett systematiskt arbetsmiljöarbete göras. Det innebär bl.a. att undersöka arbetsmiljön, utreda ohälsa och olycka, bedöma risker, åtgärda riskerna, skriva en handlingsplan och kontrollera åtgärderna. I arbetet behöver skyddsombud engageras. Frågan blir om vår föreslagna lösning med infrastrukturbaserad teknik leder till en säkrare arbetsmiljö eller om nya risker uppstår. Det behöver även utredas vilken utbildning arbetstagarna behöver.

Om maskiner och fordon: Maskiner, redskap och andra tekniska anordningar ska vara så beskaffade och placerade och brukas på sådant sätt att betryggande säkerhet ges mot ohälsa och olycksfall. Enligt arbetsmiljölagen är den som tillverkar, importerar, överlåter eller upplåter en maskin, ett redskap, skyddsutrustning eller annan teknisk anordning skyldig att se till så att anordningen erbjuder betryggande säkerhet mot ohälsa och olycksfall, när den släpps ut på marknaden, avlämnas för att tas i bruk eller ställs ut till försäljning.

*AI-förordningen*⁹ reglerar användningen av AI. Om användningen av AI kan innebära en hög risk för människor måste den bland annat certifieras. Vår valda teknik i infrastrukturen uppfyller inte kraven för att anses vara ett AI-system då det inte förekommer maskininlärning. Vår teknik kan t.ex. inte på egen hand visa anpassningsförmåga eller dra slutsatser härledda från indata eller fatta egna beslut.

⁹ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1689 av den 13 juni 2024 om harmoniserade regler för artificiell intelligens och om ändring av förordningarna (EG) nr 300/2008, (EU) nr 167/2013, (EU) nr 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 och (EU) 2019/2144 samt direktiven 2014/90/EU, (EU) 2016/797 och (EU) 2020/1828 (förordning om artificiell intelligens)

Det finns två olika regelverk för fordon som syftar till att säkerställa säkra fordon nämligen typgodkännande och CE-märkning. Typgodkännande innebär att en myndighet beslutar att hela eller delar av fordonet är säkert att använda. CE-märkning innebär att tillverkaren gör en självcertifiering för att säkerställa att fordonet är säkert att använda. Det finns regler för vilket sätt som ska väljas när Bussar i serieproduktion ska typgodkännas. Våra försöksfordon är typgodkända som bussar med förare i fordonet och utan automatisering. En utmaning i vårt projekt är frågan om detta är tillräckligt bra för vår pilot eller om t.ex. bussen behöver utrustas i efterhand med ett nödstopp på utsidan alternativt hur bussen ska agera om uppkopplingen förloras? Typgodkännandet svarar inte på dessa frågor. Detta behöver utredas vidare i en pilot.

En annan utmaning i piloten är att olika delar ska sättas samman med ett gemensamt syfte och styras som en enhet liknande en tillverkningslina i en fabrik. De olika delarna är t.ex. bussen, tvätten, laddningen och tekniken i infrastrukturen som kontrollerar bussens framförande. Blir helheten en så kallad sammansatt maskin? Detta behöver utredas vidare i en pilot.

CE-märkning görs, när detta skrivs, enligt reglerna i maskindirektivet. Maskindirektivet upphör att gälla 2027 och ersätts med maskinförordningen¹⁰. En pilot kommer att behöva följa maskinförordningens krav och inte maskindirektivets. Maskinförordningen tar bl.a. höjd för att maskiner kan vara automatiserade. Enligt maskinförordningen får en autonom maskin i drift exempelvis inte utveckla nya beteenden på egen hand.

Maskinförordningen ställer krav på att den som släpper ut en maskin på marknaden eller tar den i bruk ska säkerställa att maskinen har konstruerats och tillverkats i enlighet med de grundläggande hälso- och säkerhetskraven i förordningen. Det innebär bl.a. att en riskbedömning (inklusive att förutse felaktig användning av maskinen) och riskreducering ska göras samt att processen för detta ska dokumenteras. I denna del finns det t.ex. regler för hur nödstopp, styrsystem och uppkopplade maskiner ska vara utformade. Detta behöver utredas vidare i en pilot. Här finns kompetens inom RISE (Borås) som bör engageras i nästa steg.

Inför en pilot behöver gränslandet mellan fordonstillverkarens, tillverkare av systemet för autonom drift via infrastruktur baserad teknik i depå och arbetsgivarens ansvar utredas vidare. Vad behöver inte CE-märkas? Vad är CE-märkt vid inköp, vad behöver CE-märkas inför pilot etc? Vem gör vad?

4.3.7 Nattarbete

Enligt arbetstidslagen (1982:673) är det natt mellan klockan 22-06. Generellt råder förbud mot nattarbete mellan klockan 00-05 med undantag för vissa samhällsviktiga verksamheter. Kollektivavtal kan komplettera eller ersätta delar av arbetstidslagen. Beroende på när på dygnet piloten ska utföras och av vem behöver frågan om nattarbete utredas vidare. Frågan om nattarbete kan redan vara lösta i kollektivavtalet.

4.3.8 Organisation

En fråga som det behöver utredas inför en pilot är frågan om organisation. Behöver till exempel Nobina anställa någon tillfälligt i ett pilotprojekt?

4.3.9 Brandsäkerhet

Det händer att brand utbryter i en bussdepå. En sådan brand kan få stor påverkan på kollektivtrafiken. Ägare eller nyttjanderättshavare till byggnad är enligt lagen (2003:778) om skydd mot olyckor skyldiga att göra en riskbedömning och vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand, och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand. I en pilot kan det vara av intresse att arbeta med frågan om säkerhet ställt i relation till fordonsbrand. Går det t.ex. att använda vår föreslagna lösning för att evakuera fordon vid en brand? I denna frågeställning döljer sig en motsättning. För att spara yta i en trång depå i en stad är det önskvärt att bussarna står nära varandra, samtidigt ökar det risken för spridning av brand.

¹⁰ [EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING \(EU\) 2023/1230 av den 14 juni 2023 om maskiner och om upphävande av Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/42/EG och rådets direktiv 73/361/EEG](#)

4.3.10 Cybersäkerhet

Kollektivtrafik kommer att omfattas av den kommande cybersäkerhetslagen. När detta skrivs är den ännu inte beslutad. Cybersäkerhetslagen bygger på det så kallade *NIS2-direktivet*¹¹ som EU har beslutat om. NIS2-direktivet kräver att transportföretag t.ex. ett trafikbolag genomför systematiska riskanalyser, har tydliga säkerhetspolicyer och tekniska skydd (kryptering, inkräktardetektering, accesskontroller m.m.). Trafikbolag måste kartlägga och säkerställa att leverantörer av kritiska komponenter uppfyller samma krav. Inför en pilot behöver frågan utredas vidare.

En annan fråga som behöver utredas inför en pilot är t.ex. om fordonet ska vara utrustad med ett nödstopp på distans. Nödstopp på distans använder ofta radiokommunikation och innehåller radiokomponenter. Nya regler för t.ex. cybersäkerhet börjar gälla under 2025 utifrån det så kallade RED-direktivet. De går ut på att utrustningen ska CE-märkas.

4.3.11 Försäkring

Arbetstagare är försäkrade dels genom socialförsäkringen, dels genom Trygghetsförsäkring genom arbetsskada (TFA). Alla arbetsgivare som har kollektivavtal är skyldiga att teckna TFA. Den skada som täcks av TFA ska ha orsakats av faktorer som har med arbetet att göra.

Eftersom bussarna används i trafik ute på väg har de en trafikförsäkring enligt trafikskadelagen.

Trafikförsäkringen följer med in på det inhägnade området om skadan uppkommer till följd av trafik.

Trafikförsäkringen ersätter personskada på förare, passagerare och utomstående samt skador på annans egendom. Trafikförsäkringen är en så kallad no fault försäkring dvs. försäkringen utgår automatiskt oavsett vem som vållat skadan.

Ägaren till fordonen kan välja att även teckna en vagnförsäkring som täcker skador på det egna fordonet vid vållande. I en pilot är det intressant att se om vagnskadorna minskar med vår lösning. Om skadorna minskar visar det på ett ekonomiskt utrymme att finansiera den nya tekniken.

4.3.12 Garanti på fordon

Inför en pilot behöver det utredas om garantier lämnade på bussarna påverkas av vald lösning i piloten.

4.3.13 Fastighetstillbehör, byggnadstillbehör och industritillbehör

När det gäller kollektivtrafik finns det i huvudsak två olika modeller för ägande av depå. Den regionala kollektivtrafikmyndigheten (t.e.x SL) kan äga depån och den som vinner upphandlingen flyttar in i depån. I den andra varianten äger/hyr Nobina depån på egen hand fristående från upphandlingen. Projektets lösning bygger på att teknik installeras i infrastrukturen, dvs exempelvis på väggar, byggnader och stolpar inom depåområdet. Vad gäller t.ex. när ett företag flyttar in eller ut från depån. Tar Nobina med sig tekniken in/ut ur fastigheten eller finns tekniken redan på plats i fastigheten (följer med upphandlingen)? Vem köper eller hyr tekniken?

Ett föremål kan säljas med så kallat äganderättsförbehåll. Det innebär att säljare och köpare kommer överens om att äganderätten till ett föremål övergår först när hela köpet är betalt. Detta har främst betydelse om köparen går i konkurs.

Juridiken i jordabalken börjar med jord, dvs lera, grus, matjord, vatten etc. Det är fast egendom. Därefter avgränsas jorden till en yta/volym som bildar en fastighet. Till fastigheten hör fastighetstillbehör. Det finns olika kategorier av fastighetstillbehör. Allmänna fastighetstillbehör är t.ex. en byggnad. Byggnadstillbehör är fast inredning och annat som en byggnad är försedd med och som är avsett för stadigvarande bruk för byggnaden. Detta innebär att det ska vara kopplat till byggnaden på ett sådant sätt att det är tänkt att vara en permanent del av den, och att det bidrar till byggnadens funktion eller användning. Exempel på byggnadstillbehör är ledningar för el, vatten och

¹¹ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2022/2555

av den 14 december 2022 om åtgärder för en hög gemensam cybersäkerhetsnivå i hela unionen, om ändring av förordning (EU) nr 910/2014 och direktiv (EU) 2018/1972 och om upphävande av direktiv (EU) 2016/1148 (NIS 2-direktivet)

värme, värmepanna, element, ventilation, hissar och badrumsinredning. Det är viktigt att notera att för att ett föremål ska räknas som byggnadstillbehör måste det vara ägnat för stadigvarande bruk och fast anbringat i byggnaden. Föremålet ska också normalt vara till nytta oavsett vem som äger eller nyttjar fastigheten. Den som äger fastigheten ska också ha tillfört föremålet. Om en hyresgäst tillför en byggnad ett byggnadstillbehör kommer föremålet att tillhöra fastigheten. Om det inte är fast monterat blir det lös egendom och ska tas med vid en flytt/försäljning. Byggnadstillbehör följer fastigheten och tas inte med vid en flytt/försäljning. Det går att avtala om vad som ska vara fast respektive lös egendom. En tredje kategori är industritillbehör. En maskin kan vara både byggnadstillbehör och industritillbehör. Skillnaden är att om en maskin är till nytta för fastigheten oavsett vem som äger eller nyttjar den blir det ett byggnadstillbehör. Om maskinen däremot används i en specifik industri blir den i stället industritillbehör dvs maskinen har en speciell karaktär som bidrar till den på fastigheten bedrivna verksamheten. Det finns en annan viktig skillnad mellan byggnadstillbehör och industritillbehör. Byggnadstillbehör kan inte göras till föremål för äganderättsförbehåll sedan det tillförts fastigheten. Industritillbehör tillhör däremot fastigheten endast under villkor bla att äganderättsförbehåll inte gjorts.

Frågor att arbeta vidare med i piloten rör affärsmodellen och avtalsfrågor. Vem har nytta av tekniken/föremålet och i vems intresse det tillförs? Hyrs eller säljs tekniken i infrastrukturen? Finns det äganderättsförbehåll? En annan fråga att arbeta vidare med i piloten är om utrustningen monteras fast eller om den är lös dvs. kan utrustning enkelt flyttas eller bytas ut utan att påverka byggnadens funktion t.ex. skada en vägg och är den industrispecifik?

4.4 Förändringar i verksamheten med självkörande bussar på depå

4.4.1 Flödesanalyser: Nulägen och förändringar med system

För att undersöka vilka delar av verksamheten som kan omfattas av ett system med självkörande bussar inne på depån har förstudien analyserat följande flöden (flödesanalyserna är gjorda på Nobinas depå i Katrineholm):

- Flöde A: Buss kör från entrégrind till parkering (utan/med system)
- Flöde B: Buss kör från parkering till entrégrind (utan/med system)
- Flöde C: Buss kör från parkering till underhåll (utan/med system)
- Flöde D: Buss kör från parkering till verkstad (utan/med system)

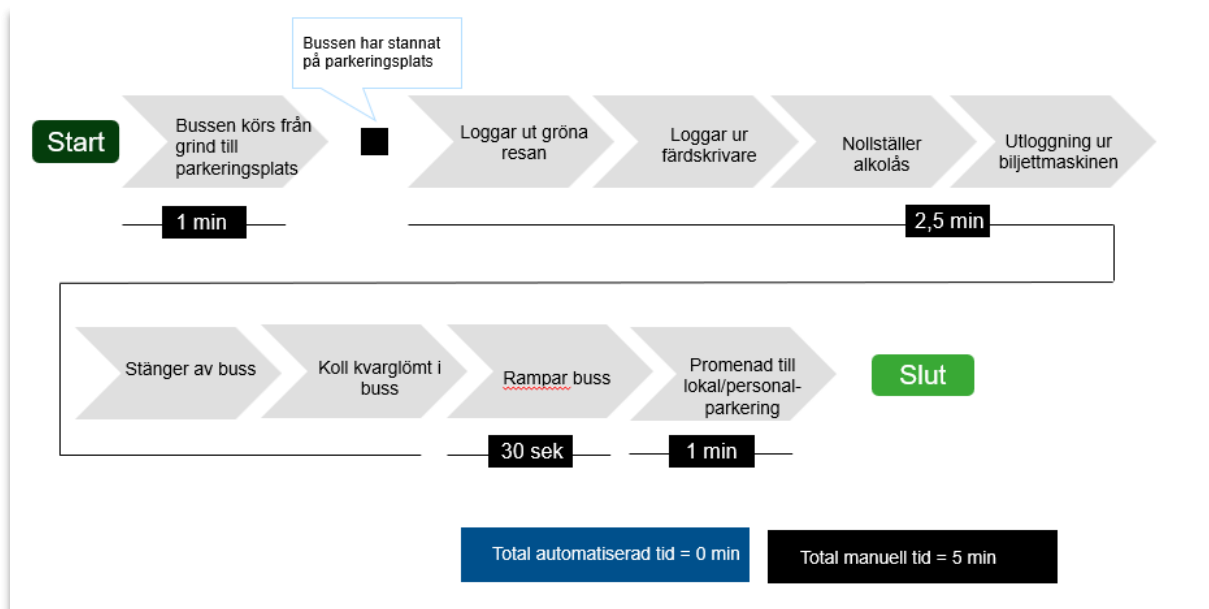
Figureerna 1–8 nedan illustrerar dels hur varje flöde innehåller ett antal moment, dels vilka aktörer som är inblandade idag (nuläge), samt hur flödesmoment och aktörernas roller förändras med ett system för självkörande bussar på depån. Minutangivelserna indikerar hur lång tid olika moment tar. Det finns en del osäkerheter i exakta tider och dessa anges här med röd ram.

Med flödesanalyserna nedan beskrivs analysen först utan autonomt system och därefter med ett framtida autonomt system. Här ges en överblick kring hur den befintliga verksamheten kan behöva anpassas till systemet för självkörande bussar, men även hur systemet behöver integreras och anpassas till den befintliga verksamheten. Flödesbeskrivningarna kan även användas för att involvera olika aktörer och få förståelse för vad ett system för självkörande bussar på depån kan innebära med avseende på förändringar, risker, problem och nyttor, men även för att ta fram lösningar så att systemet kan implementeras och fungera på ett effektivt sätt. Genomgående beskrivs manuell hantering i flödena nedan med gråa fält och autonoma system med blåa fält.

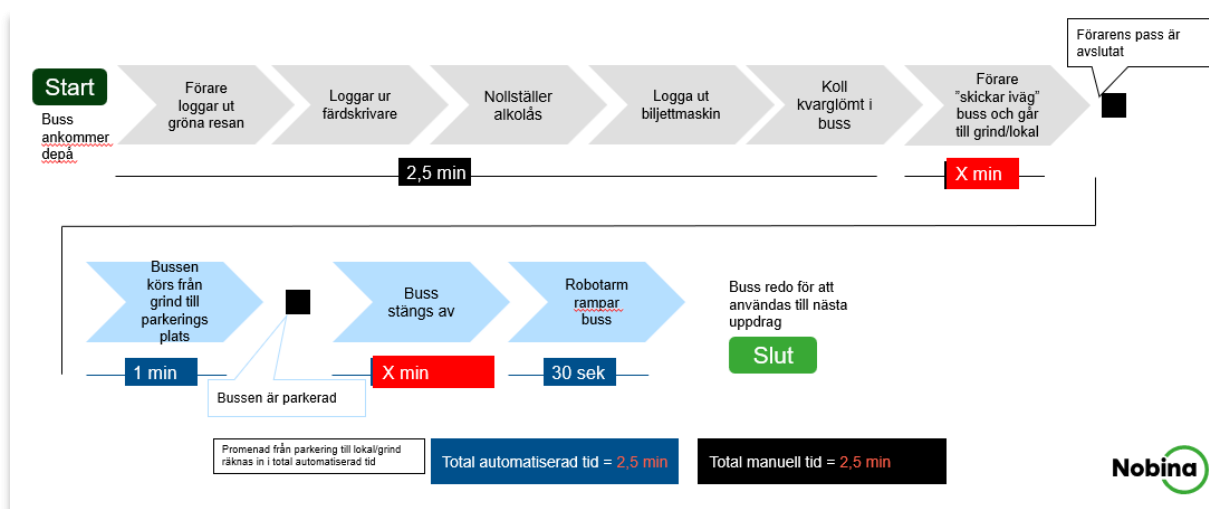
FV=Fordonsvårdare.



Flöde A: Buss från entrégrind till parkering



Figur 1. Flöde A, nuläge



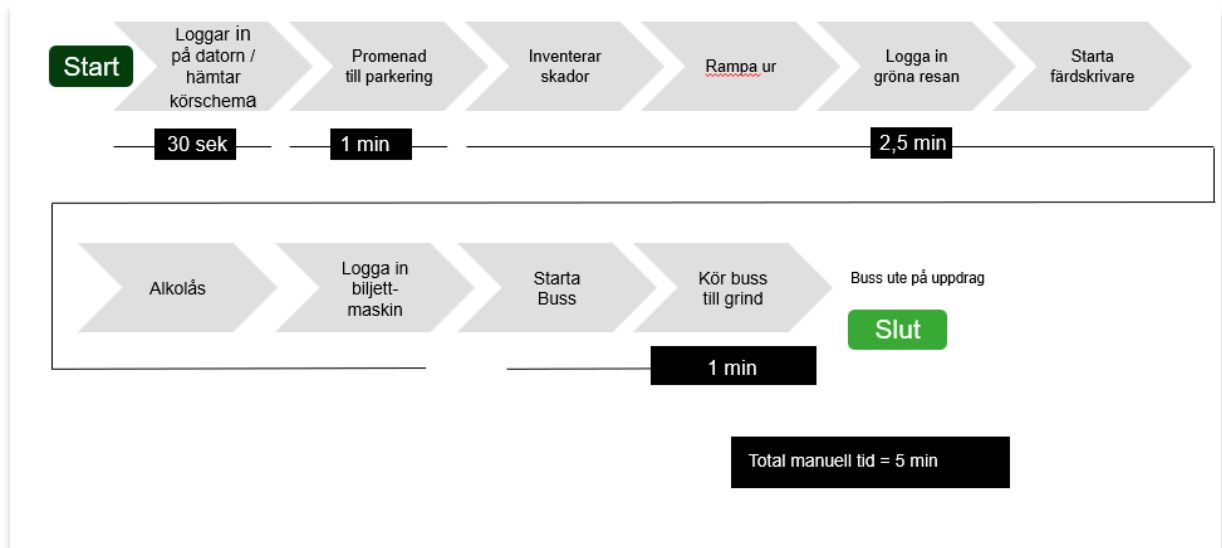
Figur 2. Flöde A med autonomt system

Skillnad mellan nuläge och med system:

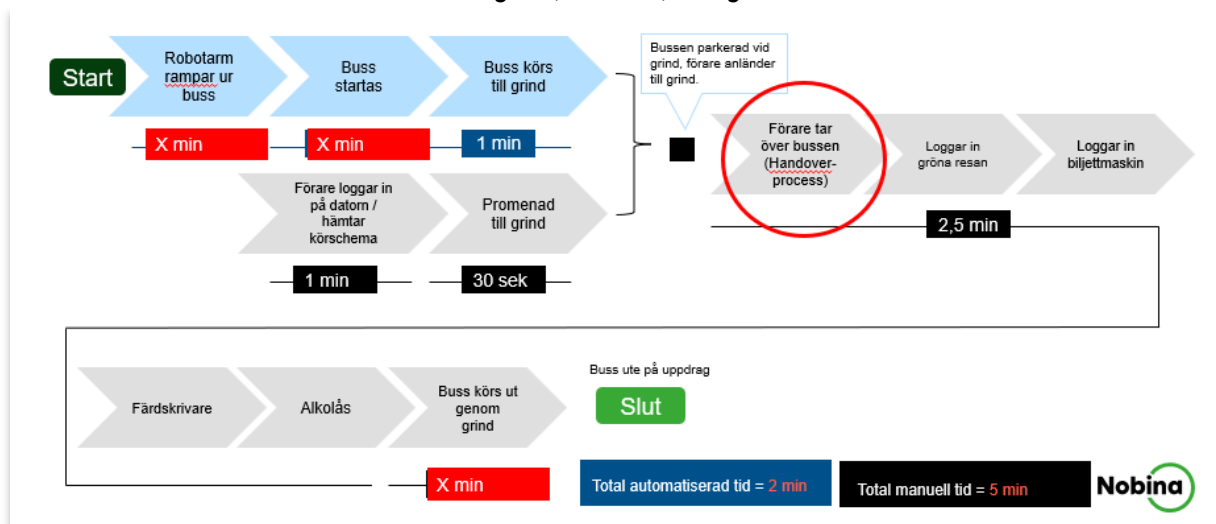
- Förare ställer bussen på ett dedikerat område vid entrégrinden och lämnar över buss till systemet (en s.k. Hand-over, se röd cirkel i figur 2). Hand-over är ett nytt moment för föraren. Hur detta går till (handgrepp, gränssnitt) utreds i en kommande pilot.

- Föraren går från bussen
- Systemet kör bussen till parkering och rampar buss.
Lösning för att automatiskt rampa ur buss finns inte i dagsläget.

Flöde B: Buss från parkering till entrégrind



Figur 3, Flöde B, nuläge

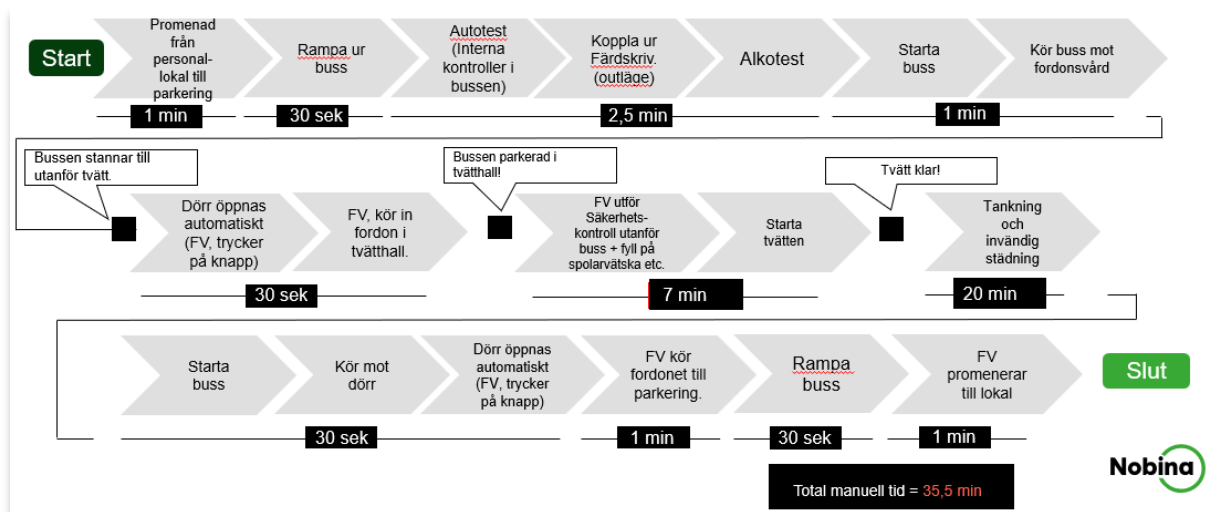


Figur 4, Flöde B, med autonomt system

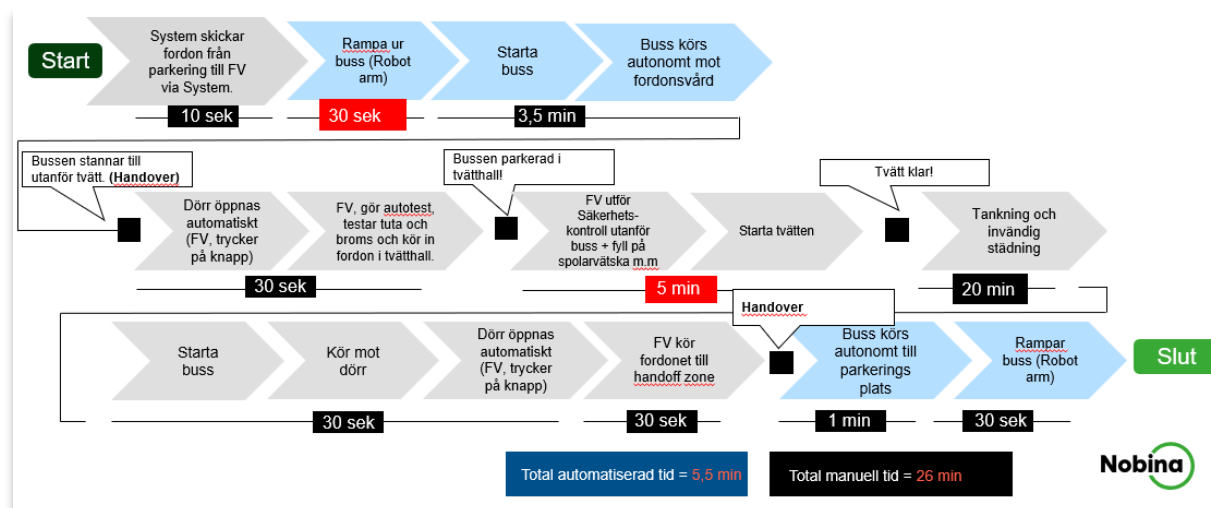
Skillnad mellan nuläge och med system:

- Systemet kör, rampar ur, startar och kör bussen till dedikerad plats och inväntar förare. Lösning för att automatiskt rampa ur buss finns inte i dagsläget.
- Förare tar över bussen från systemet (en s.k. Hand-over, se röd cirkel i figur 4).
 - Hand-over är ett nytt moment för föraren. Hur detta går till (handgrepp, gränssnitt) utreds i en kommande pilot.

Flöde C: Buss från parkering till underhåll



Figur 5, Flöde C, nuläge.

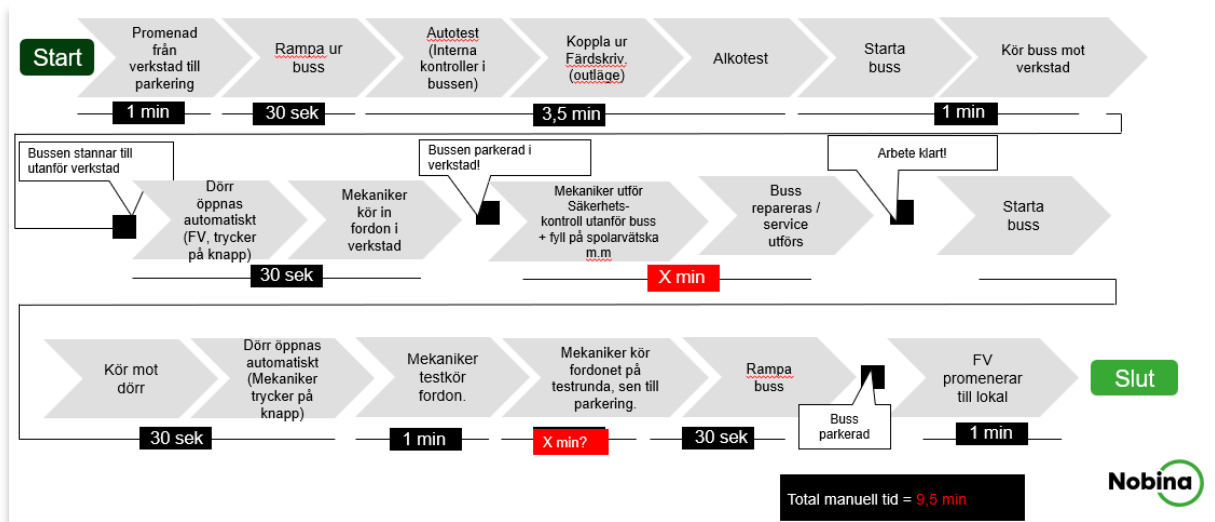


Figur 6, Flöde C, med autonomt system.

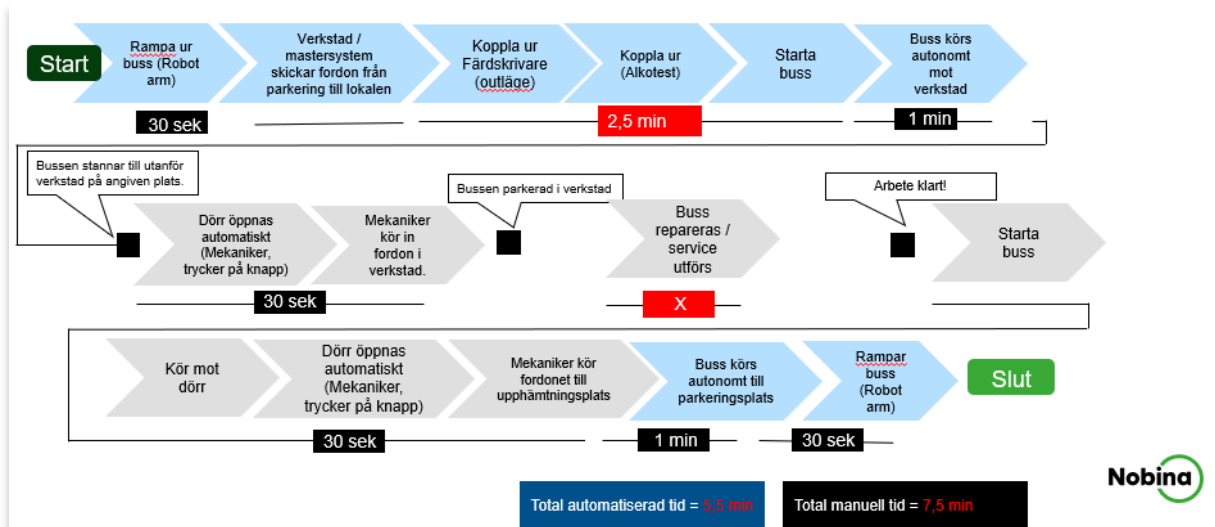
Skillnad mellan nuläge och med system:

- Alkotest försvinner vid flöde C

Flöde D: Buss från parkering till verkstad



Figur 7. Flöde D, nuläge



Figur 8. Flöde D, med autonomt system

4.4.2 Förändringar i verksamheten på depån med ett autonomt system

Flödesbeskrivningarna visar att flödena med systemet för självkörande bussar på depån i princip är de samma som utan systemet (nuläget). När man jämför flödena ser man att vissa moment som utförs manuellt idag behöver lösas på annat sätt med systemet, till exempel att det behövs en automatisk lösning för att rampa/rampa ur bussarna på parkeringen. Det tillkommer även några nya moment med ett autonomt system, till exempel att förare, mekaniker och fordonsvårdare lämnar över bussen till systemet, resp. tar över kontrollen av buss från systemet, s.k. *Hand-over*, för vilket det behöver utvecklas ett användargränssnitt, samt utbildning och särskild behörighet för att kunna utföra en säker *Hand-over*.

Nedan följer en punktlista på förändringar som krävs vid implementering av ett system för självkörande bussar på depån. I en framtida pilot kommer dessa att behöva utredas och utvecklas mer i detalj.

- Hand-over: Lämna över buss till systemet och att ta över buss från system
 - Dessa moment kommer utföras av bl.a. förare, fordonsvårdare och mekaniker
 - Hand-over behöver ett användargränssnitt för själva utförandet av Hand-over
 - Personal behöver utbildning som ger behörighet att utföra Hand-over
- Att rampa i och rampa ur buss på parkering med system förutsätter en automatiserad lösning som inte finns i dagsläget.
- Dedikerade zoner i det inhägnade området för *Pick-up* (föraren tar över buss) och *Drop-off* (föraren lämnar över buss):
 - Tydliga markeringar för *Pick-up* och *Drop-off* zoner inom det inhägnade området
 - Ta fram rutiner för behörig personal hur man tar sig till/från *Pick-up* och *Drop-off* zonerna
- eHMI (external Human Machine Interface):
 - eHMI är ljus- och/eller ljussignaler på fordon och infrastrukturen i depån som signalerar till omgivningen när systemet har tagit över kontrollen av buss (stillastående och under körning)
 - I en pilot behöver man utveckla hur eHMI på bussar och infrastruktur ska utformas och vad de ska kommunicera
 - Personal behöver utbildning i vad eHMI betyder och vad de kommunicerar
- Nödstopp:
 - Det behövs nödstopp utplacerade inom depån som stoppar bussarna när systemet har kontrollen över dem
 - I en pilot behöver man utreda placering av nödstopp i området och på bussarna
 - I en pilot behöver man utreda och definiera vad som stoppas med nödstopp (enskild buss, hela systemet etc.)
- Rutiner för uppstart efter nödstopp:
 - Det behövs ett protokoll som beskriver rutiner och villkor för att starta systemet efter nödstopp
 - I piloten behöver man även utveckla ett gränssnitt och handhavande för att starta system efter nödstopp
 - Personal behöver utbildning och för att få behörighet för att starta system efter nödstopp
- Nya roller på depåer med system:
 - Med systemet för självkörande bussar på depån tillkommer några nya roller. I en pilot behöver man utreda och ta fram specifika arbetsbeskrivningar för dessa roller
 - Utifrån förstudien ser vi följande nya roller på depån:
 - *Operation manager*: har det övergripande ansvaret för systemet på depån

- *Facility manager*: har den övergripande uppgiften att kontrollera att det inhägnade området är i skick för att systemet ska fungera säkert.
 - *Control room manager*: Sköter övervakningen av systemet på depån. I en pilot behöver man utreda på vilket sätt övervakningen ska ske, t.ex. en särskild arbetsplats där Control room manager kan ha överblick över systemet och bussarna på depån via skärmar och kontrollfunktioner, att initiera vissa moment (nödstopp, uppstart m.m.).
 - Bemanning av dessa flera roller kan ske av samma person(er) beroende på hur man väljer att organisera bemanningen på depå.
- Behörighet och utbildning av personal på depå:
 - Generell utbildning om systemet för all personal på depå, som bl.a. inkluderar:
 - Övergripande hur systemet fungerar och vilka begränsningar det har
 - Vad ett inhägnat område innebär
 - Vilken behörighet som krävs för att vistas inom det inhägnade området
 - Hur man rör sig inne på depån
 - Nödstopp: placering och handhavande
 - eHMI: vad signalerna betyder
 - Utbildningar för personal för att få särskild behörighet att:
 - utföra Hand-over (lämna över till system, ta över från system)
 - arbeta nära buss (verkstad, underhåll, rampning m.m.)
 - starta system efter nödstopp
 - arbeta i Control room
 - arbeta som Facility manager
 - arbeta som Operation Manager
- Utveckla ett rapporteringssystem för att rapportera avvikelser, incidenter, olyckor m.m., samt rutiner för utredning, åtgärder, uppföljning och sammanställning.
- Besökande, leveranser och extern servicepersonal
 - Depån behöver två entréer: en entré för inkommande/åtgående bussar till det inhägnade området, dels en separat entré för besökande så att utomstående inte kommer in på det inhägnade området.
 - Om utomstående behöver komma in på det inhägnade området behöver det tas fram rutiner för hur detta ska gå till, till exempel information, att besökande ledsagas på det inhägnade området, utbildning för återkommande besökare m.m.

4.5 Förändringsstrategier vid införande av ny teknik i befintlig verksamhet

4.5.1 Kritiska faktorer vid förändringsarbete

Förstudien, som denna rapport beskriver, har undersökt vad ett system med självkörande bussar på en depå kan innebära såväl tekniskt som socio-tekniskt, d.v.s. samspelet mellan tekniska faktorer och arbetsprocesser, roller och rutiner i en verksamhet. När man inför ny teknik som gör bussar självkörande inne på depån innebär det förändringar i den befintliga verksamheten. Det är därför viktigt att man utreder vilka förändringar det nya systemet kommer att innebära i till exempel roller, arbetsuppgifter, säkerhetsrutiner (se kap 4.4) och hur dessa förändringar ska kommuniceras och genomföras. De medarbetare som berörs av förändringarna bör bli informerade och delaktiga tidigt i förändringsprocessen.

Generellt är följande aktiviteter viktiga i de tidiga skedena i processen:

- Förklara *varför* man ska implementera ett system som gör bussar självkörande inne på depån, vad är nyttan, vilka fördelar kommer det att ge och hur kommer verksamheten på depån att fungera med det nya systemet.

- Fånga upp de frågor som uppkommer bland medarbetarna och besvara dem så långt det går. (*Kommer mitt jobb försvinna?, Hur kommer mitt arbete förändras med den nya tekniken?, Hur fungerar tekniken?, Har jag kompetens för den nya tekniken?, Innebär den risker? etc.*). Ny teknik som leder till förändringar i verksamheten kan ofta upplevas svår att förstå och skapa osäkerhet bland de medarbetare som berörs.
- Involvera medarbetarna tidigt i processen (förare, servicepersonal, HR, fack, ledning m.fl.) och ta vara på deras erfarenheter, synpunkter och idéer. Medarbetarnas deltagande i förändringsprocessen är viktig, dels för att förstå hur olika arbetsmoment faktiskt utförs idag på depån, dels för att planera och implementera systemet med självkörande bussar i den befintliga verksamheten på ett effektivt sätt.

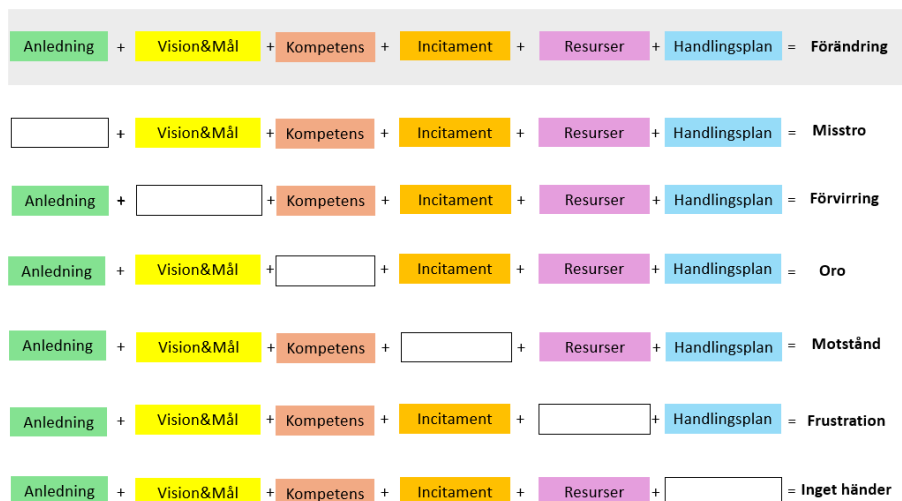
Förändringar på en arbetsplats kan alltså upplevas på olika sätt och ge upphov till osäkerhet bland medarbetarna, vilket kan ta sig olika uttryck. En strukturerad förändringsprocess kan både förebygga och hantera frågor som uppkommer under arbetet. En förändringsmodell som utvecklades i början av 1990-talet utgår ifrån att uppmärksamma olika symptom i en organisation och att koppla dessa till möjliga orsaker och hur symptomen kan hanteras (Knoster¹², 1991). I Tabell 1 listas sex nyckelfaktorer som är centrala vid ett förändringsarbete. Om en eller flera av dem inte beaktas kan de ge upphov till olika symptom bland medarbetarna (se även Figur 9).

Tabell 1. Nyckelfaktorer vid förändringsarbete

Faktorer	Möjliga symptom vid avsaknad av faktor	Orsak	Åtgärd
Anledning	Misstro	Medarbetarna förstår inte varför detta ska genomföras t.ex. varför självkörande buss inne på depån.	Förklara varför, t.ex. för att öka säkerheten, minska olyckorna, få ner kostnaderna och skador på fordon, effektivisera verksamheten m.m.
Vision & Mål	Förvirring	Medarbetarna förstår inte hur förändringen ska leda till förbättringar, vad som är syfte och mål.	Kommunicera förändringen så att alla berörda förstår mål och syfte med förändringen, vad den ska leda till.
Kompetens	Oro, Osäkerhet	Medarbetarna är osäkra om de har den kompetens som kommer krävas av förändringen, t.ex. av den nya tekniken	Förbered och lägg upp ett program för kompetensutveckling och träning med det nya systemet
Incitament	Motstånd	Medarbetarna ser inte nyttan med förändringen, vare sig för egen del eller för verksamheten	Visa på nyttan med den nya tekniken på flera nivåer: individ, organisation, samhälle. Ta reda på vad som motiverar medarbetarna att nå vision och mål.
Resurser	Frustration	Man har inte resurser för t.ex. kompetensutveckling, tid för planering, validering av systemet m.m.	Planera och avsätt de resurser som behövs för att implementera systemet, både på kort och lång sikt.
Handlingsplan	Inget händer	Det finns ingen tydlig handlingsplan (<i>vem-gör-vad-när-hur</i>) och/eller tydlig ledning för förändringsarbetet.	Visualisera processen och förändringsarbetet mot mål & vision och hur implementeringen av det nya systemet ska gå till. Visa tydligt <i>vem-gör-vad-när-hur</i> .

¹² [The-Lippitt-Knoster-model-Managing-Complex-Change.pdf](#)

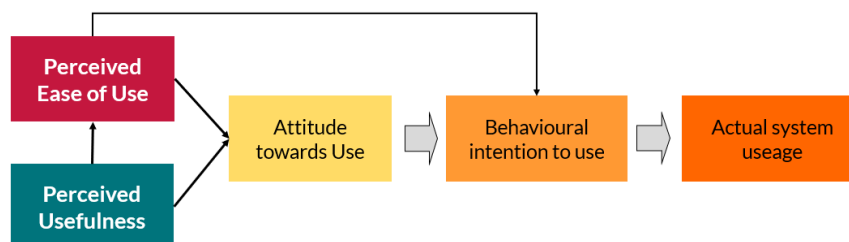
Figur 9 nedan illustrerar en översikt över de sex faktorerna och de symptom som kan uppstå i organisationer om en eller flera av faktorerna saknas under själva förändringsarbetet. Se TAM (ref Davis, F.D 1989)



Figur 9: Illustration av nyckelfaktorer vid förändringsarbete och symptom

4.5.2 Teknikacceptans

Om och varför människor tar till sig ny teknik i olika sammanhang har beskrivits i Technology Acceptance Model (TAM) som utvecklades av Davis, F.D. (1989). Modellen visar på två nyckelfaktorer för användarnas acceptans av teknik: (i) *Upplevd användbarhet* (eng. perceived usefulness) och (ii) *Upplevd användarvänlighet* (eng. perceived ease of use) (Figur 10). Ju bättre användarna förstår nyttan med en teknik/lösning, och ju mindre ansträngning de uppfattar krävs för att använda den, desto mer troligt är det att man ser tekniken/lösningen som fördelaktig.



Figur 10. Technology Acceptance Model (Davis, 1989)

Att visa nyttan med ny teknik som användare inte har någon egen erfarenhet av kan dock innebära utmaningar. Det är ofta svårt att föreställa sig hur ny teknik ska integreras i verksamheten och vilka fördelar eller nackdelar tekniken kan innebära. I ett fortsättningsprojekt eller framtida pilot med självkörande bussar på depå blir en viktig uppgift att på ett tydligt och pedagogiskt sätt visa hur

systemet med självkörande bussar kommer att fungera och hur det ska integreras i den befintliga verksamheten, samt vilka förändringar det kommer att medföra.

Utifrån TAM är faktorerna *Perceived Ease of Use* och *Perceived Usefulness* grundläggande för att få acceptans hos användarna. Om systemet med självkörande bussar på depån framstår som svårt att hantera och man inte ser nyttan med det, kan det bli svårt för medarbetarna att förstå varför förändringen är nödvändig och hur den kan förbättra deras arbete. Risken är då att flera av symptomen i Tabell 1 och Figur 9 uppstår i organisationen.

Sammanfattningsvis är det viktigt att i de tidiga skedena tydligt kommunicera med medarbetarna och fokusera på faktorerna *Anledning*, *Vision & Mål* samt *Handlingsplan* för att visa *varför* man gör förändringen, vad man vill *uppnå*, samt *hur* det ska gå till. Involvera medarbetarna tidigt, fånga upp frågor och osäkerheter och gör dem delaktiga genom att ta vara på deras synpunkter, idéer och kunskaper under förändringsprocessen! Även fack, skyddsombud och företagets HR-avdelning bör involveras tidigt i processen.

4.6 Planering pilot

Förstudien har inte tagit fram en detaljerad tidplan med aktiviteter för en pilot på en specifik depå eftersom beslut ännu inte är taget vilken depå som kan bli aktuell.

Under projektets gång har två depåer diskuterats.

1. Nobinas depå i Katrineholm – huvudspår för denna förstudie.
2. Nobinas depå i Charlottendal – alternativ depå med fler fordon.

I detta kapitel beskrivs en förenklad plan för depån i Katrineholm utan närmare beskrivning av tidplan eller arbetspaket för att implementera sensorer och datorkomponenter. Det bedöms att de scenarion som beskrivs i kapitlet tar 6-12 månader att installera och kalibrera beroende på omfattning. Det innefattar inte de förberedelser som en fordonstillverkare behöver för att anpassa bussen till automatisk depådriфт.

Under projektets gång har det uppstått frågetecken om den valda depån i Katrineholm för denna förstudie är en lämplig depå för nästa steg i en pilot, då det är en mindre depå med relativt få bussar/flöden för att uppnå ett positivt affärsutfall. Vilken depå som väljs för en pilot är relaterat till syftet:

- Skall organisation och teknik utvärderas i första hand oavsett positivt ekonomiskt utfall?
- Skall organisation och teknik utvärderas i kombination med positivt ekonomiskt utfall?

Beslutet för vilken depå som skall utvärderas i en pilot är slutligen en fråga för Nobina som bussoperatör. Generellt är infrastrukturbaserad teknik lämplig för depåer med mer än 100 bussar för att nå ett positivt affärsutfall i relation till investeringen, men det kan också vara färre bussar om depån är mindre komplex gällande öppna ytor och körfall. För att genomföra en pilot krävs att vi i nästa fas engagerar minst en busstillverkare (OEM) och en Regional Kollektivtrafikmyndighet (RKF) för att effektivt kunna testa och utföra autonom körning i en depå.

Den övergripande planeringen för en möjlig pilot i denna rapport bygger på tre möjliga scenarier för körytan där bussar ska rangeras automatiskt.

1. Begränsad köryta utomhus
2. Full köryta utomhus
3. Full köryta utomhus inklusive körning inomhus i tvätthall.

Placering av sensorerna är markerad med röd punkt för scenario 1, 2, 3, och varje scenario har olika antal sensorer beroende på vilken yta som täck in. Varje sensorpunkt utomhus är en

kombination av tre sensorer monterade för att täcka olika ytor runt sensorerna och varje punkt täcker en radie om 35 m från sensormontaget. Sensorerna kan monteras på stolpar, fasader eller hustak med en höjd av 5–6 meter från marken. Inomhus används sex sensorer i tvätthallen som beskrivs i scenario 3.

Utöver sensorerna behövs kablage för el och ethernet till varje sensor samt en huvuddator som placeras i huvudbyggnaden. Beroende på vilken uppkoppling som används mot fordonen kan ytterligare installation krävas för nätverket. Se kapitel 4.2.5.

Övergripande plan för depån i Katrineholm med ytor för avlämning och upphämtning av buss, laddning, parkering samt tvätthall och verkstad:



Figur 11. Nobina Katrineholm

Scenario 1 – begränsad körning utomhus

I scenario 1 begränsas körytan till endast en del av depån med ljusgröna yta. Ingen körning sker inomhus utan körning till underhåll och verkstad innebär att bussen stannar framför porten.

Följande flöden kan köras i detta scenario:

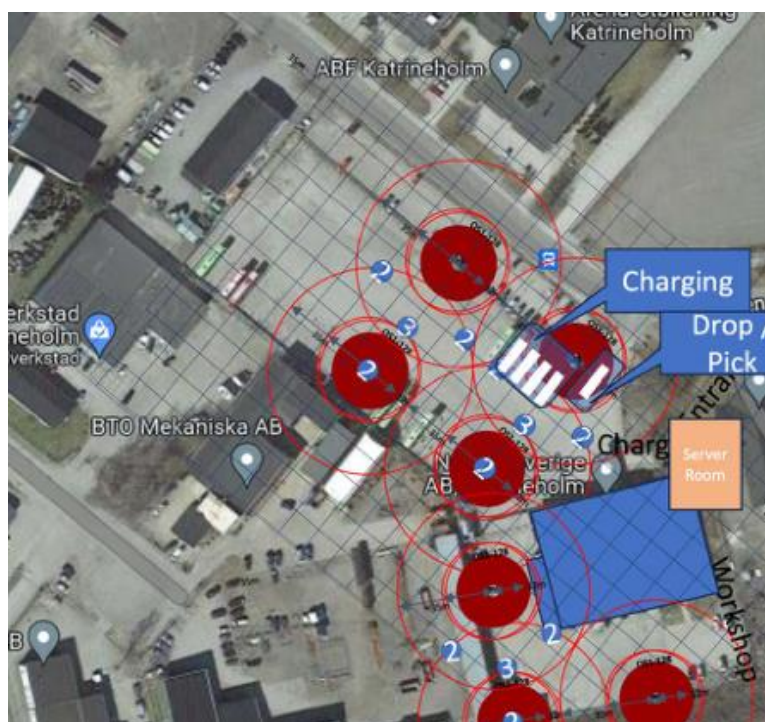
- Flöde A: Buss kör från entrégrind till parkering (utan/med system)
- Flöde B: Buss kör från parkering till entrégrind (utan/med system)
- Flöde C: Buss kör från parkering till underhåll (utan/med system)
 - Flöde C1: Buss kör från underhåll till parkering (utan/med system)
 - Flöde C2: Buss kör från underhåll till entrégrind (utan/med system)
- Flöde D: Buss kör från parkering till verkstad (utan/med system)



Figur 12. Nobina Katrineholm med begränsad köryta

Scenario 1 – Antalet Sensorer och sensormontage

- 7 st. montagepunkter för sensorer.
- 7 x 1 OS-1 128 Lidar-sensor eller liknande
- 7 x 2 st = 14 st OS Dome Lidar-sensor eller liknande



Figur 13. Nobina Katrineholm. Sensormontering för scenario 1 med begränsad köryta

Scenario 2 – utökad körning utomhus

I scenario 2 utökas körytan till hela depån med ljusblå yta. Ingen körning sker inomhus utan körning till tvätt och verkstad innebär att bussen stannar framför porten.

Följande flöden kan köras i detta scenario:

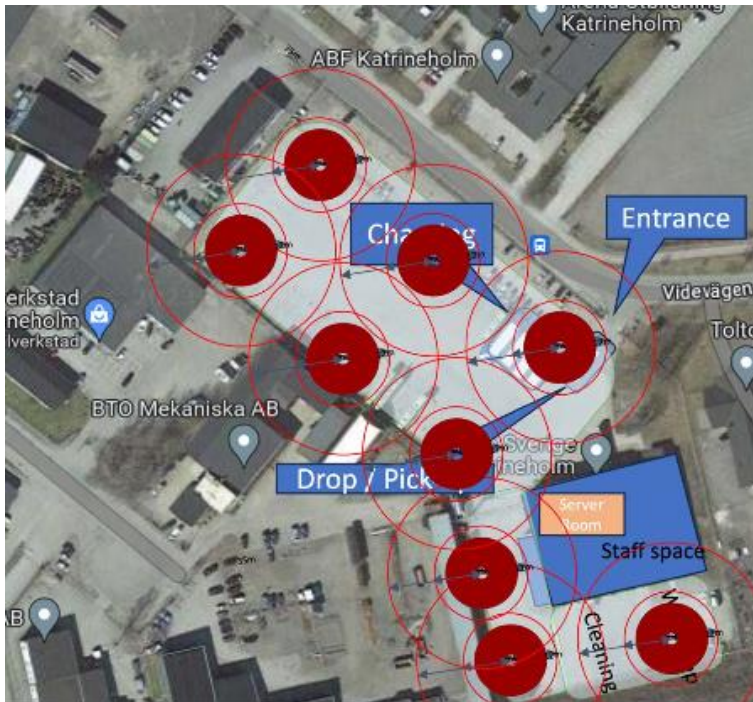
- Flöde A: Buss kör från entrégrind till parkering (utan/med system)
- Flöde B: Buss kör från parkering till entrégrind (utan/med system)
- Flöde C: Buss kör från parkering till underhåll (utan/med system)
 - Flöde C1: Buss kör från underhåll till parkering (utan/med system)
 - Flöde C2: Buss kör från underhåll till entrégrind (utan/med system)
- Flöde D: Buss kör från parkering till verkstad (utan/med system)

Scenario 2 – Antalet Sensorer och sensormontage

- 9 st montagepunkter för sensorer.
- 9 x 1 st OS-1 128 Lidar-sensor eller likande
- 9 x 2 = 18 st OS Dome Lidar-sensor eller liknande



Figur 14. Nobina Katrineholm Scenario 2 med utökad köryta utomhus



Figur 15. Nobina Katrineholm Sensormontering-Scenario 2 med utökad köryta utomhus

Scenario 3 – utökad köryta utomhus samt genom tvätthall

I scenario 3 utökas körytan till att gälla hela depån inklusive körning genom hela tvätthallen med ljusgul yta. Körning kan ske inomhus genom hela tvätthallen men till verkstad stannar bussen framför porten. Samma aktiviteter kan utföras som i scenario 1 och 2 men med tillägget att fordonet kan köra genom hallen för underhåll.

Följande flöden kan köras i detta scenario:

- Flöde A: Buss kör från entrégrind till parkering (utan/med system)
- Flöde B: Buss kör från parkering till entrégrind (utan/med system)
- Flöde C: Buss kör från parkering till underhåll + genom underhållshallen (utan/med system)
 - Flöde C1: Buss kör från underhåll till parkering (utan/med system)
 - Flöde C2: Buss kör från underhåll till entrégrind (utan/med system)
- Flöde D: Buss kör från parkering till verkstad (utan/med system)

Scenario 3 – Antalet Sensorer och sensormontage

Utomhus:

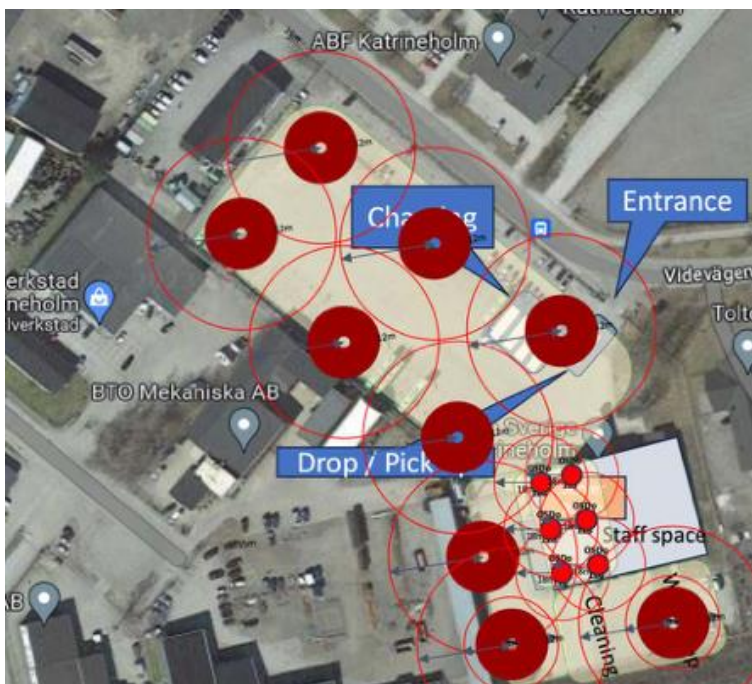
- 9 st montagepunkter för sensorer.
- 9 st OS-1 128 Lidar-sensor eller likande
- 9 x 2 = 18 st OS Dome Lidar-sensor eller liknande

Inomhus i underhållshall:

- 6 st OS Dome Lidar eller liknande



Figur 16. Nobina Katrineholm. Scenario 3 med utökad köryta utomhus samt genom tvätthall



Figur 27. Nobina Katrineholm. Sensormontering för scenario 3 med utökad köryta utomhus samt genom tvätthall

5 Spridning och publicering

5.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Med fokus på digital 3e partslösning
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Målet är ett forts projekt
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	Kommer ev. i nästa steg
Introduceras på marknaden	x	Oklart när
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut	x	Påverkan på arbetsrättsligt regelverk, fackliga avtal, försäkringar etc.

Under projektets gång har dialog förts med personer inom AB Volvo och Scania samt andra aktörer inom kollektivtrafikens organisationer. Det finns flera kopplingar till andra liknande projekt. Detta nämns löpande i texten.

5.2 Publikationer

Ej aktuellt.

6 Slutsatser och fortsatt forskning

Förstudien har visat att infrastrukturbaserad teknik för automation är tekniskt möjlig och kan ge fördelar i form av ökad effektivitet, bättre säkerhet, färre skador och potentiellt kostnadsbesparingar. Detta resonemang behöver fortsatt utredas. Det krävs alltså fortsatt utredning, särskilt kring flöden, juridik, möjliga laddlösningar och organisatorisk anpassning. En framtida pilot bör inkludera både fordonstillverkare och kollektivtrafikmyndigheter. En pilot som avser en satsning mot en implementering i nästa steg bör troligen rikta in sig mot en depå med högre trafikvolym än den vi studerat. Det lämpligaste är förmodligen att angripa fortsättningen i flera steg, där en mindre pilot startas, med en begränsad del av fordonsparken involverad. Samtliga fordon måste då oavsett vara utrustade med DBW-teknik.

Slutsatserna kan sammanfattas i en enkel SWOT- analys enligt nedan;

Styrkor (Strengths)

- Fordonsneutral teknik: Lösningen är oberoende av fordonstillverkare, vilket möjliggör en bredare användning.
- Ökad säkerhet: Minskad personaltrafik i depån och färre manuella moment minskar risken för olyckor.
- Effektivisering: Autonom rangering, laddning och parkering kan spara tid och resurser.
- Standardiserade gränssnitt (ISO): Användning av etablerade standarder underlättar integration och skalbarhet.
- Minskade skador på fordon: Färre incidenter vid manövrering kan leda till lägre reparationskostnader.
- Stöd från tidigare projekt: Erfarenheter från Autolog, AutoDepot, Självcertifiering av autonoma bussar och Flödesoptimerad depådrift stärker trovärdigheten.

Svagheter (Weaknesses)

- Hög initial investering: Kostnader för sensorer, infrastruktur och utbildning är betydande.

- Begränsad skalbarhet i liten depå: Ekonomisk lönsamhet kräver större depåer med fler bussar. Osäkert hur stor.
- Tekniska beroenden: Kräver DBW-funktionalitet i fordon och stabil kommunikation (4G/5G/Private 5G).
- Komplex juridik: Många oklara regelverk kring CE-märkning, ansvarsfördelning och arbetsmiljö.
- Behov av nya roller och utbildning: Kräver omställning i organisation och kompetensutveckling.
- Ej färdigutvecklade tekniska lösningar: Exempelvis saknas färdiga lösningar för automatisk rampning.

Möjligheter (Opportunities)

- Standardisering i branschen: Kan bana väg för gemensamma lösningar inom kollektivtrafiken. Piloter kan bana väg för autonom trafik inom fler områden.
- Kostnadsbesparingar på sikt: Minskade personalkostnader och färre skador kan ge ekonomisk vinst.
- Förbättrad arbetsmiljö: Minskad stress och fysisk belastning för personal. Ökad jämlikhet. OB-tid kan minskas.
- Möjlighet till export av teknik: Sverige kan bli ledande inom infrastrukturbaserad depåautomation.
- Stöd från myndigheter och forskningsprogram: Projektet har koppling till Vinnova och Drive Sweden.
- Miljövinster: Effektivare drift och eldrivna fordon bidrar till hållbarhetsmål.

Hot (Threats)

- Regelverksosäkerhet: Förändringar i lagstiftning eller brist på tydliga riktlinjer kan fördröja implementering.
- Teknisk sårbarhet: Systemfel, kommunikationsavbrott eller cybersäkerhetsrisker kan påverka driften.
- Osäkert vem som driver frågan och vem som är kunden. Osäkert hur affärsmodellen ser ut och hur stor ekonomisk nytta man får ut av systemet.

7 Deltagande parter och kontaktpersoner

Från RISE deltog Fredrik Cederstav, Mikael Söderman och Kristina Andersson. Projektägare var Eva Liljenberg. Från Nobina deltog Tommy Vadman och Henric Sundström samt personal på depån. Från Unikie deltog Niclas Österling. Deltagande företags Loggor visas nedan.



8 Referenser

Självcertifiering av autonoma bussar (K. Andersson et al, 2021). [Självcertifiering av autonoma bussar \(diva-portal.org\)](#)

Projektet Autolog, Prof. Doctor M. Freitag et al. <https://www.autolog-projekt.de>

Projektet Flödesoptimerad depådrift. T. Eriksson et al, 2024. [Flödesoptimerad depådrift](#) | Vinnova

Projektet AutoDepot (2024):

https://www.saam.swiss/wp-content/uploads/AutoDepot-report_vfin_eng.pdf

Davis, F.D. (1989), User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. Management Science, 35 (8) (1989), pp. 982-1003

Knoster, T. (1991). Managing Complex Change. Washington, D.C.: Presentation in TASH Conference. [The-Lippitt-Knoster-model-Managing-Complex-Change.pdf](#)