

Rullande busskur - autonom buss en chans för landsbygden



Rullande busskur

- autonom buss en chans för landsbygden

GENOMFÖRBARHETSSTUDIE

Datum	2018-11-30
Uppdragsnummer	1320034929
Utgåva/Status	Slutrapport

Lars Brummer, uppdragsledare
Fredrik Palm, handläggare
Ola Olsson, handläggare

Ramböll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Organisationsnummer 556133-0506

SAMMANFATTNING

Projektet Rullande busskur vill lyfta den tekniska lösningen med självkörande småbussar från det urbana perspektivet till landsbygden. På landsbygden finns idag en utmaning i att kunna ge en god kollektivtrafik till alla boende. Här finns en potential för autonoma bussar som matarbus till stombusstrafik, då de har en annan driftskostnad pga att de är förarlösa. Med självkörande anslutningstrafik till starka kollektivtrafikstråk kan kollektivtrafik ordnas i mindre samhällen som idag ligger sidan av stombusstråken. Detta innebär att landsbygden kan få en bättre kollektivtrafiktillgång och bättre tillgänglighet för alla åldrar, vilket bla har betydelse ur ett socialt perspektiv. Det finns också en komfort-, säkerhets- och trygghetsvinst, dels under färd men också under väntetiden, då fordonet i sig kan användas som upplyst och varmt väderskydd. Väntetiden behöver i så fall inte längre tillbringas ute vid en landsväg, utan i den "rullande busskuren" som ansluter till de starka linjerna i kollektivtrafiksystemet.

Under 2018 har partnerskapet (Ramböll, Skellefteå, Region Västerbotten, RISE, K2) genomfört en State-of-the-art beskrivning för autonom buss på landsbygden, som delfinansierats av det strategiska innovationsprogrammet InfraSweden2030, en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Två studiebesök har genomförts under studien.

Studien konkluderar att tekniken är mogen för test på landsbygden och under vinterförhållanden, att det finns flera platser inom Skellefteå kommun som kan vara aktuella för ett fullskaligt demonstrationsprojekt och att vidare analyser av funktion, beteende, acceptans, kostnader, nyttor, infrastrukturförutsättningar, affärsmodeller och trafikekonomi är viktiga att genomföra kopplat till en verklig testkörning under en längre tid.

Det finns en begränsad mängd studier och litteratur som behandlar fallet med autonom buss i landsbygdsmiljö. Begränsningar finns även generellt i leverantörers dokumentation, då en del data och kunskap utgör affärshemligheter.

De tekniska förutsättningarna verkar vara på plats för ett test på landsbygden, men en viktig del är orienterbarheten mot fasta objekt. För teststräckan måste det säkerställas att detta finns i tillräcklig utsträckning utmed sträckan.

Bussen har batterikapacitet för en hel dags körning och batteriet begränsar inte bussens trafik. Hastigheten är dock låg och detta får ses som den begränsande faktorn i testtrafik. Långa rutter är inte möjligt med dessa låga hastigheter.

Bussen navigeringssystem (lidar, kameror, GPS etc) är inne i en stark utvecklingsfas.

Bussen kan hantera vinterväglag i rimlig omfattning, ungefär i samma utsträckning som normala personbilar, men den behöver en jämn vägbana. Typen av underlag är inte avgörande men det behöver vara jämnt. Gupp och håligheter ger en stötig

körning och i stor utsträckning inbromsningar, då fordonet reducerar farten då den ser ojämnheter.

På sikt kan trafiken göras anropstyrd, men för ett eventuellt kommande demonstrationsprojekt behöver den operera med hållplatslägen.

Det finns studier som visar på en relativt positiv syn på autonoma fordon och att resa med dem. Dock anses hastigheten vara för låg i dagsläget.

Kostnader är svåra att skatta och behöver bekräftas genom ett riktigt test med buss i trafik. Ett test av autonom buss i landsbygdsmiljö och i vinterklimat bedöms realistiskt och genomförbart. Inga konkreta hinder för det framgår i litteratur eller i diskussion med tillverkare och operatörer.

Partnerskap finns för ett demonstrationsprojekt med partners från akademi, offentliga myndigheter, kollektivtrafikansvariga offentliga organ, forskningsinstitut och privata företag.

Viktiga frågor att studera närmare i kommande projekt är därmed bland annat:

- funktion på landsbygd och strängt vinterklimat
- kraven på infrastrukturen för god driftsäkerhet för autonom busstrafik
- acceptans och beteende hos befolkning och resenärer.
- kostnader och nyttor för en autonom buss som matartrafik till stombusslinje, samt den faktiska kostnaden och nyttan för kollektivtrafikhuvudmannen.
- förutsättningarna för trafik utifrån orters storlek, avstånd till stombusslinjer, mm, dvs möjligheterna till autonom busstrafik i övriga landet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	3
1.3	MÅL.....	3
2.	METODBESKRIVNING	4
2.1	STATE OF THE ART.....	4
2.1.1	Litteratur	4
2.1.2	Studiebesök Kista.....	5
2.2	SKAPA NÄTVERK.....	5
2.3	FÖRSTÅ MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR.....	5
2.4	VAL AV GEOGRAFISKA OMRÅDEN.....	5
2.5	KOSTNADSBEDÖMNINGAR	5
2.6	SKAPA PROJEKTPLAN	6
3.	STATE OF THE ART	7
3.1	TEKNIK	7
3.1.1	Autonoma fordon.....	7
3.1.2	Krav på infrastrukturen.....	13
3.1.3	Matartrafik	14
3.1.4	Regional kollektivtrafik.....	15
3.2	JURIDIK	16
3.2.1	Tillstånd och tillsyn.....	16
3.2.2	Straffrättsligt ansvar och begränsande lagar.....	17
3.2.3	Vägen till självkörande fordon.....	17
3.3	EKONOMI.....	18
3.3.1	Konventionell kollektivtrafik	19
3.3.2	Autonom kollektivtrafik	20
3.4	BETEENDE OCH ACCEPTANS.....	21
4.	ANALYS.....	24
4.1	FÖRSTÅ MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR.....	24
4.1.1	Tekniska möjligheter och begränsningar.....	24

4.1.2	Juridiska möjligheter och Begränsningar.....	26
4.1.3	Ekonomiska möjligheter och begränsningar	26
4.1.4	Möjligheter och begränsningar gällande beteende och acceptans.....	26
4.2	VAL AV GEOGRAFISKA OMRÅDEN	27
4.2.1	Varuträsk.....	28
4.2.2	Ostvik.....	30
4.2.3	Byske.....	32
4.3	KOSTNADSBEDÖMNING	35
4.3.1	Leasingavtal.....	37
4.3.2	Köpeavtal.....	37
5.	FÖRSLAG TILL DEMOPROJEKT	38
5.1	STUDIEBESÖK I SKELLEFTEÅ.....	38
5.2	FÖRSLAG TILL PROJEKTPLAN.....	38
5.2.1	Valt testområde.....	40
5.2.2	Viktiga faktorer att analysera och testa	41
5.2.3	Tidplan.....	42
5.2.4	Budget.....	44
6.	SLUTSATSER.....	45
7.	REFERENSER	49

BILAGA 1: Studiebesök självkörande buss Kista,

BILAGA 2: Minnesanteckningar Studiebesök Skellefteå, 2018-08-28

1. INLEDNING

Projektet rullande busskur vill lyfta den tekniska lösningen med självkörande småbussar från det urbana perspektivet till landsbygden. På landsbygden finns idag en utmaning i att kunna ge en god kollektivtrafik till alla boende. Här finns en potential för autonoma bussar som matarbus till stombusstrafik, då de har en annan driftskostnad pga att de är förarlösa. Med självkörande anslutningstrafik till starka kollektivtrafikstråk kan kollektivtrafik ordnas i mindre samhällen som idag ligger sidan av stombusstråken. Detta innebär att landsbygden kan få en bättre kollektivtrafiktillgång och bättre tillgänglighet för alla åldrar, vilket bla har betydelse ur ett socialt perspektiv. Det finns också en komfort-, säkerhets- och trygghetsvinst, dels under färd men också under väntetiden, då fordonet i sig kan användas som upplyst och varmt väderskydd. Väntetiden behöver i så fall inte längre tillbringas ute vid en landsväg, utan i den "rullande busskuren" som ansluter till de starka linjerna i kollektivtrafiksystemet.

Föreliggande projektidé är en genomförbarhetsstudie som har till mål att förbereda en större ansökan där ett sådant upplägg ska testas i Skellefteå kommun. Genomförbarhetsstudien har därmed en förstudiefunktion där state- of-the-art, val av lämpligt testområde, nätverksskapandet och skapande av en projektplan för en stor Fol-ansökan ingår.

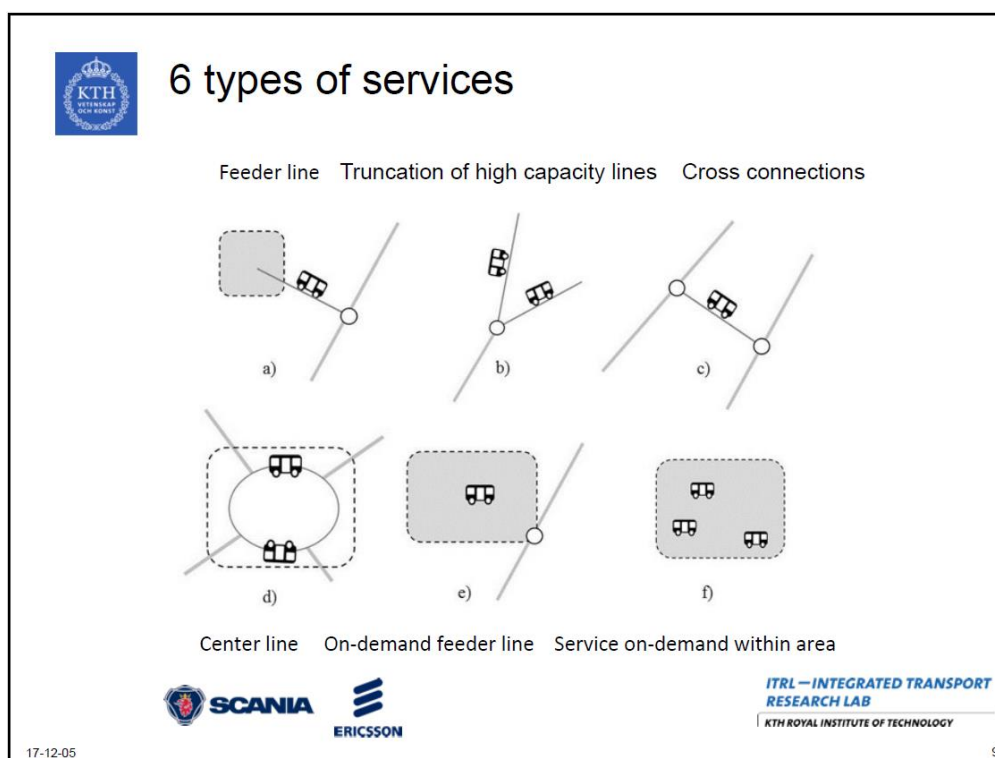
1.1 BAKGRUND

På flertalet platser i Europa pågår testverksamhet med självkörande bussar i urbana miljöer. Ett sådant exempel var försöket i Kista, Stockholm, där en självkörande buss transporterade människor mellan Kista galleria och Viktoria Tower. Det gemensamma för dessa tester är att de gäller stadsmiljöer eller alternativt inhägnade områden.

Då kollektivtrafiken på landsbygden allt mer koncentreras till starkare stråk, antas nyttorna med självkörande småbussar vara stor. Att fokusera resurserna på landsbygden till starka stråk kritiserar inte då det är det mest effektiva sättet att skapa en fullgod kollektivtrafik på. Upptagningsområdet kan dock utökas om dessa starka stråk förses med matartrafik i form av självkörande bussar. Denna tanke går helt i linje med budskapet i SKL:s KolTRAST.

I samband med ett uppdrag i Skellefteå kommun stötte Ramböll på problematiken mellan tydliga starka stråk som ökar kollektivtrafikens attraktivitet och därmed resandet, och kollektivtrafikens sociala aspekter där behov som skol- och serviceresor är delvis svårkompatibla med stråktänket. Uppdraget handlade om utredning kring utvecklingen av kollektivtrafiken i Skellefteå. Ett sätt att kunna lösa problemen i Skellefteå är med "rullande busskurer" som självständigt hämtar upp resenärer och på så sätt matar till de starkare stråken.

Den rullande busskuren kan gå både på linje eller inom ett område och hämta upp resenärer (på hållplatser eller från bostäder). Den självkörande bussen transporterar sedan resenärerna till huvudvägen där ett smidigt byte kan ske till en starkare regional busslinje. Även service- och skolskjutsresor kan tänkas integreras bättre i den allmänna kollektivtrafiken. Att bussen även fungerar som ett varmt och tryggt väderskydd som resenären kan vänta på sin anslutning i, skapar ett mervärde för resenären. Tvärtemot tidigare forskning (Continental, 2015), finns en tro om att denna lösning skulle kunna bidra till en ökad trygghets- och säkerhetskänsla då den oskyddade väntetiden längs en större landsväg, under stora delar av året i mörker och temperaturer långt under noll grader, kan minimeras eller i bästa fall elimineras. Namnet "rullande busskur" har valts då det konkret visar på funktionen för en autonom buss på landsbygden och som tydligt visar på en förbättring.



Figur 1 - Användningstyper för självkörande småbussar enligt Kottenhoff och Pernestål.

1.2 SYFTE

Huvudsyftet med projektet är att göra en genomförbarhetsstudie för att visa på om det faktiskt är möjligt att genomföra ett testprojekt i landsbygdsmiljö i Skellefteå.

Syftet är också att:

- Skapa underlag inom ämnet
- Förstå möjligheter och begränsningar i ett tekniskt perspektiv när det gäller självkörande småbussar på landsbygden (väg- och vägmarkeringskvalitet, klimataspekter som vinterväglag, laddmöjligheter, interaktion med andra trafikslag m.m.)
- Förstå möjligheter och begränsningar i ett beteendeperspektiv, dvs. acceptansen av den tekniska innovationen hos resenärer och allmänheten.
- Skapa ett kontaktnätverk till myndigheter, universitet/högskolor och tillverkare av självkörande, elektriska småbussar. Detta för ett eventuellt framtida partnerskap.
- Hitta ett eller två lämpliga geografiska områden inom Skellefteå kommun där upplägget skulle kunna testas
- Få en bild av kostnaderna och möjliga nyttor/vinster med lösningsansatsen

1.3 MÅL

Huvudmålet är att beskriva kunskapsläget och beskriva möjligheter för ett demonstrationsprojekt på landsbygden i norra Sverige. Utöver det är målet att studera hur kollektivtrafikens upptagningsområde kan öka i rurala områden och skapa underlag för en framtida ansökan för ett demonstrationsprojekt.

Målet är också att fortsätta bidra till teknikens utveckling då testet kan komma att bidra till att dagens självkörande bussar får testa på nya, mer komplexa miljöer. Det långsiktiga målet är att bidra till en mer effektiv kollektivtrafikförsörjning på landsbygden som bidrar till ett ökat hållbart resande.

2. METODBESKRIVNING

Arbetet har delats in i ett antal tydliga arbetsmoment som sammantaget studerar möjligheterna och bristerna med självkörande bussar. Indelningen ger en struktur för projektet, så att kunskapen kring ämnet blir så bred och djup som möjligt.

Arbetet har delats in i:

- State of the art – Litteratur- och faktagenomgång genom både litteraturstudier och studiebesök på ett befintligt demonstrationsprojekt.
- Skapa nätverk – knyta nya kontakter inom området för kommande arbete
- Förstå möjligheter och svagheter – kring att använda tekniken i områden med nya förutsättningar
- Val av geografiska områden – hitta lämpligt område där demonstrationsprojektet kan genomföras
- Göra kostnadsbedömningar – uppskatta kostnader för drift och underhåll
- Skapa en projektplan – ta fram underlag för en ny ansökan



Figur 2 - De ingående momenten i projektet.

2.1 STATE OF THE ART

State of the art handlar om att skapa en kunskapsbas inom ämnet självkörande småbussar på landsbygden. Information söks från flertalet håll både genom litteratur och intervjuer av personer som arbetar med självkörande bussar.

2.1.1 LITTERATUR

En viktig del av state of the art-delen är att leta litteratur och rapporter som behandlar ämnet så att en kunskapsbas kan skapas. Då det inte finns särskilt mycket litteratur om självkörande småbussar på landsbygden behöver informationsletandet vidgas. Därför har litteratur sökts för både självkörande fordon, självkörande bussar, framtidsspaningar och kollektivtrafikplanering för landsbygden. Även beteendefrågor, ekonomi och juridik har varit mål för sökningen.

Vid informationssökningen har framför allt Google Scholar använts som sökdatabas, men också VTI:s och K2 publikationsbibliotek. Tyngdpunkten av litteraturen är utländsk då det är utanför Sveriges gränser som kunskapen är som störst.

2.1.2 STUDIEBESÖK KISTA

För att öka kunskapsbasen gjordes ett studiebesök i Kista den 28 juni 2018. Målet för studiebesöket var att uppleva en självkörande buss i verkligheten och se hur den fungerar i en urban miljö. Under studiebesöket träffade vi Peter Hafmar, Managing Director på Nobina Technology, som höll en presentation kring Nobinas projekt i Kista. I samband med presentationen hölls sedan en diskussion där möjligheten fanns att ställa frågor. Frågorna som förberetts byggde på de fyra huvudrubrikerna som satts i state of the art-delen i arbetet, teknik, ekonomi, beteende samt juridik.

En sammanställning av både frågor och en studiebesöksskildring finns bifogat rapporten.

2.2 SKAPA NÄTVERK

För att kunna driva ett eget demonstrationsprojekt krävs kunskap om många olika delar gällande autonoma fordon. Det handlar om de fyra kategorierna som tas upp i state of the art, nämligen teknik, juridik, ekonomi och beteende/acceptans. Projektgruppen har ännu inte erfarenhet inom alla de områdena utan ett utökat nätverk krävs för att täcka alla delar inom projektet. Med ett ökat nätverk kommer större kunskap att kunna användas och utnyttjas.

Kontakter kommer knytas både genom studiebesök på befintlig försöksverksamhet, men också genom kontakt med leverantörer av fordon och organisationer som arbetar med forskning och utveckling av självkörande bussar.

2.3 FÖRSTÅ MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR

För att nå fram till önskvärt resultat ska kunskapsbasen i state of the art-delen appliceras på landsbygden. I denna del diskuteras möjligheterna för självkörande småbussar på landsbygden utifrån det material som tagits fram i state of the art-delen. Det är både tekniska, ekonomiska och juridiska aspekter som analyseras, precis som beteendefrågor och acceptans bland invånarna på landsbygden.

2.4 VAL AV GEOGRAFISKA OMRÅDEN

En försöksverksamhet behöver ett lämpligt område att driva testet i. Detta diskuteras fram i den här delen av projektet utifrån den nya kunskapen i state of the art-delen och i avsnittet om möjligheter och begränsningar. Ett område vars förutsättningar klarar av de krav som ställs av de självkörande bussarna ska väljas.

Då projektet är ett samarbete med Skellefteå kommun och Skellefte buss bör ett testområde framför allt väljas på landsbygden i närheten av ett större stråk mot Skellefteå tätort.

2.5 KOSTNADSBEDÖMNINGAR

En kostnadsbedömning av försöksverksamheten kommer att genomföras, som bygger på uppgifter från liknande försök, samt modifierad driftskalkyl för buss utifrån data om fasta kostnader, driftskostnad, avskrivningstid etc. Det finns begränsat med ekonomiska fakta att tillgå och beräkningarna genomförs något

översiktligt beroende på de vilka delar som kan bekräftas. I detta arbete kommer kostnadsposter identifieras och uppskattas.

2.6 SKAPA PROJEKTPLAN

Projektet ska utmyнна i en ny ansökan för en försöksverksamhet på landsbygden i Skellefteå kommun. För att få en överblick över de kommande momenten, som slutligen ska leda till självkörande bussar som en del av kollektivtrafiken, tas en projektplan fram.

3. STATE OF THE ART

3.1 TEKNIK

I det kommande avsnittet beskrivs de tekniska aspekterna av självkörande bussar och regional kollektivtrafikplanering.

3.1.1 AUTONOMA FORDON

Definitionen av ett autonomt fordon egentligen är, är fortfarande svårbeskrivet. Men en definition som fungerar är att det är någon annan än människan som styr fordonet. Det finns olika nivåer av automatisering, vilket innebär att det finns steg på vägen mot ett fullständigt autonomt fordon. Det finns flera varianter av definitionen av nivån på automation. I denna rapport används den nu allmänt använda definition framtagen av SAE (SAE, 2018). Den beskriver hur stor del av körningen som utförs av människan respektive det automatiserade systemet.

Nivåerna beskrivs i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Automationsnivåer enligt SAE international standard, bearbetning enligt Tilegrim & Hållén, 2017.

Steg	Namn	Beskrivning	Vem kör?
0	Ingen automatisering	Föraren har full koll på fordonet. Det är förarens som har ansvar för samtliga köraspekter.	Människan
1	Förarstöd	Ett förarstöd hjälper föraren med vissa delar av köruppgiften. Exempelvis farthållare. Det är föraren som fortfarande ska ha koll på köruppgiften,	Människan/ System
2	Partiell automatisering	Ett eller flera stödjande system hjälper föraren i vissa situationer att styra eller accelerera/bromsa så länge föraren har koll på övriga delar av köruppgiften.	System
3	Villkorlig automatisering	Detta är ett steg där fordonet kör automatiserat och har kontroll på köruppgifterna, men där föraren ska kunna ingripa om detta krävs.	System
4	Hög automatisering	Det automatiserade körsystemet har kontroll över vissa trafiksituationer. Det finns dock en förare i fordonet som inte behövs när fordonet är inställt på självkörande läge. Det innebär att ett fordon kan tillåtas att vara självkörande inom ett visst område, men när den kommer utanför detta	System

		behöver en förare ta över och styra. Skulle föraren missköta sitt ansvar, kan fordonet ändå lösa situationen på egen hand.	
5	Full automatisering	Ingen förare behövs och fordonet har själv kontroll över körningen. Fordonet klarar av samma trafiksituationer som en fysisk förare hade gjort.	System

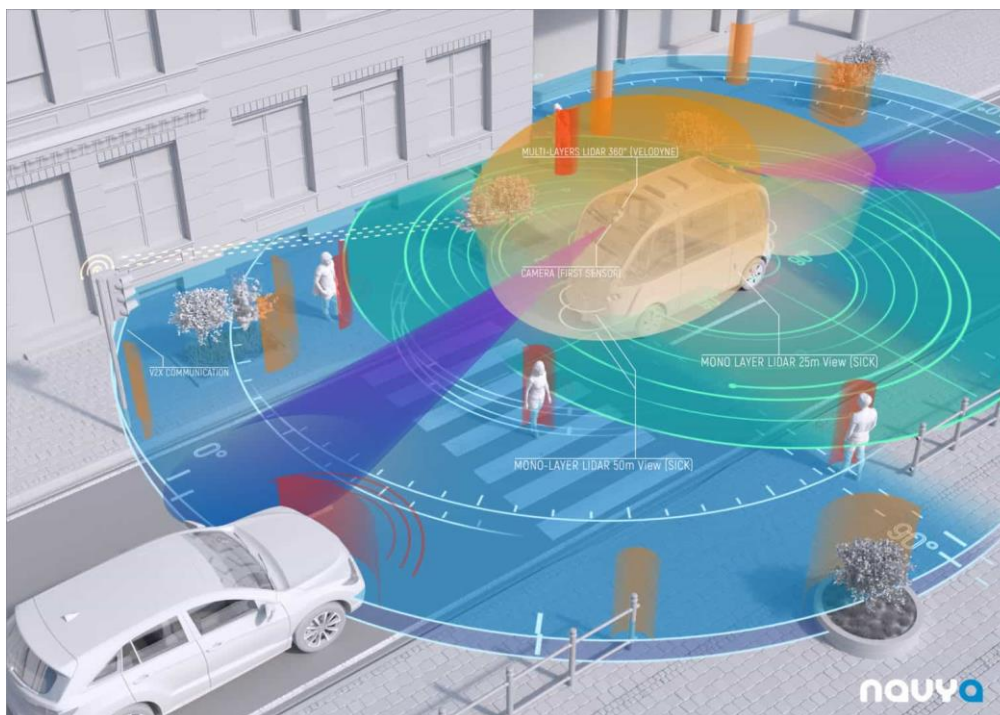
I dagsläget finns det inga fordon som tillhör steg 5, utan steg 4 är det högsta steg som hittills nåtts. Utvecklingen följer inte bara stegen som beskrivits ovan, utan följer även utvecklingen från slutna autonoma system till öppna och sammankopplade system (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018). Det finns flera exempel på autonoma system på egen bana, så som metron i Köpenhamn samt vissa linjer i Barcelonas metrosystem. Det finns också exempel på självkörande bussar som testats både i Europa men också i Kista i Stockholm. Där drevs bussen mellan Kista galleria och Viktoria Tower på en 1,5 km lång sträcka. Trafiken sker i blandtrafik men bussen behöver speciellt tillstånd för att trafikera sträckan (Hafmar, 2018). Den självkörande bussen i Kista är på steg 4 nivå i graden av automatisering.



Figur 3 - Självkörande buss i Kista.

Bussens system för lokalisering och drift är uppbyggt av flertalet system som tillsammans läser av trafiksituationen och omgivningen. De autonoma bussarna är försedda med olika kameror och sensorer som sedan sammankopplas i en dator ombord på bussen (Navya, 2018). Bussen är utrustad med Lidars, radar, kameror, GPS-system, IMU och avståndsmätare. Lidar är ett lasersystem som läser av omgivningen och kallas ofta för 3D-läsning. Systemet skapar objekt av omgivningen för att navigera sig. IMU innebär ett mätsystem som läser av hastighet, höjd och position.

Vädret kan vara en faktor som kan skapa problem för Lidar-systemet. För tät dimma, kraftigt regn och för tungt snöfall kan förvirra Lidar-lasern så att omgivningen läses av fel. Bussen kommer då inte att kunna köra och kommer att stanna av sig själv av säkerhetsskäl. Kyla är inte ett problem på samma sätt, men mer energi behövs för uppvärmning vilket kräver kortare tid mellan laddningar. Ett problem som uppstått vid försöket i Kista var oväntade problem med avgaser i kylan. Avgaserna bildar då mindre moln vilka lidarsystemet detekterar som objekt, (Hafmar, 2018).



Figur 4 - Hur avläsningstekniken fungerar i praktiken med Lidars, GPS, radar, kameror etc. (Navya, 2018).

I försöket i Kista behövdes en förare finnas ombord på fordonet som kunde rycka in om det skulle uppstå en komplex situation eller fel. I Sverige är det lag på detta och särskilt tillstånd krävs för att få driva en testverksamhet med självkörande fordon (Regeringen 2017:309).

De självkörande bussar som hittills framställts är eldrivna och detta ger inte bara ett mer hållbart alternativ, utan även bättre reaktionsförmåga med snabba accelerationer och inbromsningar (Hafmar, 2018). Det är en viktig egenskap i komplexa situationer vilket hjälper bussen att reagera och agera snabbt så att olyckor inte sker.

Bussens räckvidd är egentligen svår att beskriva då en fulladdad buss kan köra så långt det bara går under de 9–12 timmarna som bussen kan köra innan laddning krävs (Navya, 2018). Med tanke på bussens möjliga fart i dagsläget skulle det dock inte vara effektivt att köra sträckor längre än 5 km (Hafmar, 2018). Det stämmer också bra överens med teorin bakom bussen, att den självkörande bussen ska transportera resenären den sista biten av en kollektivtrafikresa, som en "last mile solution".

3.1.1.1

Tekniska specifikationer

Den tekniska fakta som finns kring en självkörande Navya-och EasyMile-buss presenteras i Tabell 2 nedan.

Tabell 2 - Tekniska specifikationer för EasyMile- och Navya-bussar.

Tekniska specifikationer		
Kapacitet		Kommentar
Passagerare	12-16 st.	Ryms totalt 12 personer inkl. förare (Easy mile buss). Navyas bussar rymmer 16 personer (Navya, 2018).
Sittande	6-11 st.	Navya 11, Easy mile 6
Stående	4-6 st.	Navya 4, Easy mile 6
Dimensioner		Kommentar
Längd	3,93 - 4,75 m	Navyas buss är längre. Easy miles buss mäter något kortare (NCTR, 2016).
Bredd	1,99 - 2,11 m	Navyas buss är bredare.
Höjd	2,65 - 2,75 m	Easy miles buss mäter 2,75 m (NCTR, 2016).
Höjd över vägkant	20 cm	(Navya, 2018)
Vikt tom buss	1,7 - 2,4 ton	Navyas buss väger mer.
Vikt fylld buss	2,8 - 3,45 ton	(NCTR, 2016) (Navya, 2018)
Motor		Kommentar
Drivhjul	2 - 4	Easy miles buss har fyrehjulsdrift.
Motor	EL-motor	
Kraft	15 kW (Navya)	(Navya, 2018)
Maxhastighet	40 - 45 km/h	Easy mile bussen har 40 km/h som toppfart. Navyas buss är något snabbare (Navya, 2018)
Hastighet i drift	20 - 25 km/h	Även här är Navyas buss något snabbare
Maximal lutning	12 % (Navya)	Easy miles buss klarar inte alltför branta backar (Hafmar, 2018).
Energi		Kommentar
Batteri	Lithium-ion	Båda tillverkarna

	(LiFePO4)	använder samma batteri (NCTR, 2016) (Navya, 2018).
Kapacitet	33 kWh (Navya)	(Navya, 2018)
Ungefärlig räckvidd	9 – 14 h	Easy miles körtid är klart längre.
Laddningstid	8 h (Navya)	(Navya, 2018)
Laddningsteknik	Induktion/plugg	Bussen kan enkelt laddas med kontakt.
Laddningstemperatur	0 – +40°C (Navya)	(Navya, 2018)
Temperatur vid drift	-10°C - +40°C (-25°C - +30°C)	(Navya, 2018) (Erfarenheter från försöket i Kista (Hafmar, 2018).)
Styrning		Kommentar
Styrbara hjul	4	
Svängradie	<4,5 m (Navya)	(Navya, 2018)
Utrustning		Kommentar
Air Condition	Finns	-
Värme	Finns	-
Dörrar	1 st. dubbel-dörr	-
Kaross	Polyester (Navya)	(Navya, 2018)
Fönster	Glas	
Skärmar	En för styrning, en för information (Easy mile)	Erfarenheter från studiebesök i Kista 28/6-2018.
Ljudvarning	Ringklocka	Klocka som ringer när olika faser ska inledas, så som att dörrar stängs etc. (Studiebesök Kista)
Säkerhet	Fönsterhammare, säkerhetspaket med varningstriangel, reflexväst och förta hjälpen. Räcken att hålla sig i. Brandsläckare och övervakningskameror.	Erfarenheter från studiebesök i Kista 28/6-2018. Även information från Navya (Navya, 2018).
Ramp för funktionshindrade	Manuell (Navya) Automatisk (Easy mile)	(Navya, 2018) (Hafmar, 2018)

Lokalisering		Kommentar
Lidars 1	2 st. 360° multilagets lasrar (Navya)	(Navya, 2018)
Lidars 2	6 st. 180° enkellagers lasrar (Navya)	(Navya, 2018)
Kameror	Fram/bak	Erfarenheter studiebesök Kista samt information från Navya (Navya, 2018).
Längdmätning	Hjulavläsare samt en tröghetsenhet (Navya)	(Navya, 2018)
GPS	Finns	-
Säkerhet		Kommentar
Nödstopp	2 stoppknappar	(Navya, 2018)
SOS kontakt	1 knapp	
Nödbroms	Automatisk	
Parkeringsbroms	Automatisk	

Något som det lades märke till vid ett studiebesök (28/6–2018) på den självkörande EasyMile-bussen i Kista var den något struttiga framfarten som berodde på enkel fjädring i kombination med en något ojämn köryta.

Det finns även andra leverantörer utöver Navya och EasyMile, bland annat finns 2getthere, Local motors och May mobility. I storleksordning är deras fordon på samma nivå som Navya och EasyMile-bussarna. Det är svårare att tillgå tekniska specifikationer kring de övriga fordonstillverkarna. 2getthere delar sin tekniska information gällande ett par av de tekniska områdena i Tabell 2 (2getthere, 2018). En 2getthere-buss rymmer också 16 passagerare i normala former (maximalt 24 stycken), är 6 meter lång, 2,1 meter bred, 3500 kg tung, har 60 km/h som topphastighet, klarar som mest 10% lutning, har et Li-ion nano NMC batteri och klarar temperaturer på mellan -20°C och +50°C (2getthere, 2018). Det är oklart hur lång tid som bussen kan köra på ett fulladdat batteri (2getthere, 2018).

3.1.2

KRAV PÅ INFRASTRUKTUREN

För att ett system med självkörande bussar ska kunna fungera så krävs det att infrastrukturen och omgivningen är utformad på ett visst sätt. På både den fysiska och digitala infrastrukturen ställs det krav för att ett system i dagsläget ska kunna fungera fullt ut. En viktig faktor för att ett självkörande fordon ska kunna navigera sig är att det finns saker i dess omgivning (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018). Finns det inget att förhålla sig till kan bussen inte köra. Vad omgivningen utgörs av är däremot inte lika strängt, utan det är principen av att det finns objekt som är det viktiga (Hafmar, 2018). Kantsten, vägmarkering, gångbanor osv. är bra hjälpmedel för den självkörande bussen att navigera sig mot, men inte avgörande för driften. Ett träd eller en person kan ha samma funktion för bussens Lidarsystem

(Hafmar, 2018). Detta kan ses både som en brist i tekniken eller som en brist i infrastrukturen, men det som är säkert är att det krävs vidare utveckling avseende både teknik och infrastruktur.

I Kista har den självkörande bussen fått testas på snöbelagt underlag vilket den klarade utmärkt. Det är möjligt att köra på 5–10 cm snö utan att det uppstår problem för den självkörande bussen (EasyMile buss) (Hafmar, 2018). Bussen fungerar vid normalt vinterväglag, dvs normalt snöväder och normal vinterväghållning. De autonoma bussarna får problem vid kraftigt snöande, snövallar etc, precis som för övrig "normal" trafik.

Den viktigaste egenskapen för underlaget är annars körbanans jämnhet. Det finns inte några större begränsningar i vad för underlag som bussen kan köra på så länge ytan är jämn (Hafmar, 2018). Bussen tar sig fram även på en ojämn yta, men färden blir då stötig och med många snabba hastighetsnedsättningar, då den självkörande bussen kommer att bromsa för ojämnheter i körbanan.

I rapporten *Reconnecting the rural*, menar författarna att landsbygden är den perfekta miljön för ett test av självkörande fordon då trafiksituationen där är mindre komplex än i stadsmiljön vilket underlättar trafikeringen (Roland Berger, 2018).

Den digitala infrastrukturen är i ständig utveckling i Sverige. Tillgången till snabbt bredband och stabila mobila tjänster blir allt viktigare för individen. För att de självkörande fordonen i framtiden ska kunna kommunicera krävs en utveckling så att fordonen kan kommunicera mellan varandra och omgivningen (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018). Då bussen använder sig av GPS-teknik och kommunikation via mobilnät, är uppkopplingen av yttersta vikt för att bussen ska kunna fungera i en verklig trafikmiljö. Om inte mobiltäckning finns måste investeringar göras gällande uppkoppling via 4G-nät och i framtiden i 5G-nät (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018). Något som också diskuteras är sändare längs med vägkanten för lokalisering, som kan komplettera befintliga positioneringssystem. Detta fanns inte vid försöket i Kista.

En annan intressant del av den digitala infrastrukturen är informationsutbytet mellan gällande trafiksituation och fordonet. Ett exempel där är liveuppdaterad information om trafiksignaler, vägarbeten, köer, restriktioner osv. I framtiden kommer de självkörande fordonen att själva behöva hantera och tolka den informationen som ges.

3.1.3

MATARTRAFIK

Den oftast förekomna gemensamma nämnaren när det pratas självkörande bussar är "the last mile solution" (Hultén, et al., 2018). Det innebär att den självkörande bussen ska ses som en lösning för den sista kilometern på sträckan, där ett byte görs från det starkare kollektivtrafikstråket till den självkörande bussen (Tilegrim & Hållén, 2017). Tanken med testet i Kista är av den principen, att man ska kunna byta till den självkörande bussen för att åka den sista kilometern mellan Kista tunnelbanestation och Viktoria Tower. Den stora fördelen med denna metod, som

teoretiskt är tillämpbar både i stadsmiljö och på landsbygden, är att en attraktivare kollektivtrafik kan skapas i reserelationer som tidigare varit bildominerande. Att förse starkare kollektivtrafikstråk med resenärer från ett större område som vanligtvis är svårt att kollektivtrafikförsörja är en positiv aspekt och bedöms både vara mer ekonomisk och funktionell (Hultén, et al., 2018). Då förarlönen är det dyraste med driften inom kollektivtrafik kan mycket pengar sparas in redan där.

Tillgängligheten ökar och förbättras med en matarfunktion och uppsamling av resenärer med små självkörande bussar (Tilegrim & Hållén, 2017). Det finns studier som visar att självkörande fordon inte kan nå sin fulla potential förrän de kombineras med högkvalitativ kollektivtrafik (Wirén, 2016). På landsbygden där det är som svårast att kollektivtrafikförsörja kan vinsterna bli som störst. Om attraktiviteten kan höjas och om människors syn på kollektivtrafiken på landsbygden kan förbättras genom mer tillgänglig och bekväm kollektivtrafik på landsbygden, finns förhoppningarna att ett minskat bilanvändande är möjligt (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018).

Hur resenären ska kontakta den självkörande bussen är ännu oklart i de flesta fall. Om resenären blir hämtad vid hållplatser eller om resenären kan kontakta bussen med hjälp av en app eller liknande, finns det inte mycket studier kring. I försöket i Kista stannar bussen på förutbestämda platser oavsett om någon ska gå på eller inte. Det finns dock tankar att ta det försöket vidare och skapa en app-baserad lösning där resenären kan få en överblick över var bussen är, när den rör sig i resenärens område och möjligheten att kontakta bussen för påstigning (Hafmar, 2018). Anropsstyrning är inget nytt, utan det finns redan inom transportvärlden genom bland annat Uber. I en snar framtid finns troligen anropsstyrning på ett liknande sätt för de självkörande bussarna.

3.1.4

REGIONAL KOLLEKTIVTRAFIK

Det är i dagsläget svårt att förse landsbygden med högkvalitativ kollektivtrafik likt den kollektivtrafik som ofta finns i större tätorter. Urbaniseringen pågår runt om i världen och i Sverige. Allt fler människor drar sig till större städer och det blir glesare och glesare på landsbygden. Det i kombination med ett generellt ökat bilanvändande och att de som bor kvar på landsbygden ofta är äldre, bidrar till problematiken av transporterna på landsbygden (Berg & Thoresson, 2017). Den stora utmaningen för kollektivtrafik är att kunna erbjuda trafik med ett bra utbud i glesa strukturer till en låg kostnad. För att förbättra den sociala hållbarheten även på landsbygden, behöver man jobba på tillgänglighet, hälsa, jämställdhet samt barn och unga (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018). Det finns studier på att familjer med tillgång till endast en bil, som bor på landsbygden, blir låsta av att bo på landsbygden då kollektivtrafiken inte är så väl etablerad där. Ofta är det dessutom mannen som använder bilen vilket gör att kvinnan ofta är den som blir låst hemma (Berg & Thoresson, 2017). Detsamma gäller barn och unga som inte har möjligheten att köra bil. Med bra kollektivtrafik ökar därför jämställdheten och tillgängligheten.

Det har redan provats en del lösningsförslag för kollektivtrafiken på landsbygden. Anropsstyrd trafik är ett vanligt alternativ där servicen ofta kan beställas via ett telefonsamtal till trafikhuvudmannen (Sveriges Kommuner och Landsting , 2012). Anropsstyrd trafik kan både vara flexibel eller linjelagd beroende på situationen. Kostnaderna kan hållas nere i en viss utsträckning, men förarlöner är fortfarande en stor utgiftspost (Sveriges Kommuner och Landsting , 2012). I dagsläget måste en anropsstyrd resa beställas i god tid, vilket också kan vara en anledning till att det inte används särskilt mycket. En annan anledning utöver den låga turtätheten till att anropsstyrd trafik inte anses vara fullt optimerad är dess dåliga marknadsföring (Berg & Thoresson, 2017). Ofta glömmer trafikhuvudmännen att marknadsföra sina anropsstyrda linjer och det är ibland även svårt att förstå sig på hur man ska gå till väga som resenär.

Företaget Roland Berger menar att självkörande bussar kan vara den bästa lösningen för kollektivtrafikförsörjningen på landsbygden (Roland Berger, 2018). De menar att kostnaderna kan minskas, tillgängligheten öka samt att människor som bor på landsbygden kan få ett ökat välmående (Roland Berger, 2018). Med självkörande fordon försvinner den tunga kostnadsposten förarlön, vilket innebär att resurser kan satsas på antalet kilometer som körs istället.

3.2 JURIDIK

I Sverige godkände regeringen att testverksamhet för självkörande fordon får genomföras med tillstånd från 2017-07-01 till och med 2022-07-01. Testverksamheten regleras i *Förordning om försöksverksamhet med självkörande fordon* (Regeringen 2017:309).

3.2.1 TILLSTÅND OCH TILLSYN

Tillstånd för att få bedriva försöksverksamhet med självkörande fordon på allmän väg är i och med förordningen (2017:309) ett krav. Transportstyrelsen är den myndighet som ska pröva tillstånden och som får utfärda beslut om tillstånd med villkor. Exempel på villkor som ställs på testorganisationen är:

- Att ett visst fordon/en viss fordonstyp används.
- Att försöket ska vara begränsat i tid.
- Att försöket genomförs på ett geografiskt begränsat område eller vägsträcka.
- Krav på märkning av fordon om särskilda skäl föreligger.
- Att organisationen redogör för hur insamling och lagring av data sker på ett sätt som är förenligt med internationella och nationella regelverk.
- Att rätten till respekt för privatliv upprätthålls samt att personuppgifter skyddas.
- Att alla de krav som ställs på säkerhet och skydd mot obehörig åtkomst är uppfyllda.

Ansökan om tillstånd sker via Transportstyrelsen. Dokumenten kan laddas hem från <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/sjalvkorande-fordon-forsok/>. Transportstyrelsen tar ut avgifter för att pröva en ansökan. Tillståndet för

att bedriva försök med självkörande fordon har en löpande timtaxa på 1 400 kr (Transportstyrelsen, 2018).

Allmänna råd om tillstånd att bedriva försöksverksamhet med självkörande finns i transportstyrelsens författningssamling (TFTD 2017:92).

Testbussarna i ett pågående Nobina-projekt är registrerade i Transportstyrelsens register som provfordon/lätta bussar och har utrustats med registrerings skyltar (Sveriges Radio, 2017).

Tillsynen ligger också på Transportstyrelsen som ska få inskickat en årlig rapport om försöksverksamheten. Vid eventuell olycka måste begärd information lämnas till Polismyndigheten eller Åklagarmyndigheten och olyckan ska också anmälas till Transportstyrelsen (SOU, 2016).

3.2.2 STRAFFRÄTTSLIGT ANSVAR OCH BEGRÄNSANDE LAGAR

Det nuvarande regelverket baseras på att ett fordon framförs av en person, ett rättssubjekt, som har ett straffrättsligt ansvar vid skada eftersom människan anses rationell, moralisk och fri från påverkan av yttre faktorer och därmed också ansvarig för sina handlingar (Transportnet, 2017)

Genom lagen om testverksamhet för självkörande fordon bärs det straffrättsliga ansvaret av den som sökt tillstånd för testverksamheten så länge fordonet är i självkörande läge. Det är ett krav att en fysisk förare finns i eller utanför fordonet vid färd, då kan tillstånd alltså ges för att fordonet ska få framföras i ett högt autonomt läge (Regeringen, 2016).

Eftersom de självkörande fordonen är konstruerade för att framföras av artificiell intelligens och inte av en förare som skulle kunna ställas inför rätta vid skada är det en ansvarsfråga som måste lagstiftas innan de autonoma fordonen kan tillåtas utanför testverksamheter. Autonomi inom artificiell intelligens innebär ett helt annat synsätt på vilka människans egenskaper och förmågor är och det finns därför ett behov av att omvärdera ansvarsfrågan i interaktionen mellan människa och maskin (Transportnet, 2017).

Regeringens utredning om självkörande fordon har visat att inga ändringar krävs i arbetsmiljölagstiftningen för att genomföra försök på samtliga automatiseringsnivåer och det finns heller inga internationella konventioner om vägtrafik som hindrar försöksverksamhet med självkörande fordon på väg (Regeringen, 2016).

3.2.3 VÄGEN TILL SJÄLVKÖRANDE FORDON

I statens offentliga utredning, SOU 2018:16, Slutbetänkande av Utredning om självkörande fordon på väg föreslås anpassningar av regelverken *”så att dessa inte hindrar utvecklingen av nya lösningar för en förbättrad transportpolitisk målpuppfyllelse”*.

Regelförändringarna föreslås träda i kraft den 1 juli 2019 och skulle därmed ha påverkan på samt vara av betydelse för försöksverksamhet under den senare delen av 2019.

Utredningen föreslår en ny lag och ny förordning om automatiserad fordonstrafik där följande anses ha betydelse för försöksverksamhet i Skellefteå 2019.

- Ett nytt förarbegrepp: Ny definition som ger förare möjlighet till att föra fordonet i eller utanför detta, eller med fjärrstyrning på avstånd. En förare kan föra flera fordon och fler förare kan föra ett fordon.
- Reglering av förarens skyldigheter: Föraren har inget övervakningsansvar under automatiserad körning. Fordonet ska vara utrustat att be föraren ta över om det inte kan lösa uppgiften på egen hand. Om fordonet gör detta är föraren skyldig att ta överta körningen.
- Krav på automatiserade fordon regleras: Ett automatiserat fordon ska under färd utan förare kunna stanna trafiksäkert om det dyker upp situationer som körsystemet inte kan hantera på annat sätt. Bestämmelser för kontroll av fordon och fortsatt färd införs.
- Ägaransvar införs: Under automatiserad körning är fordonets ägare ansvarig för att fordonet förs enligt gällande trafikbestämmelser.
- Krav på lagring av data: Lagring av data om fordonets id, tidpunkter för automatiserad körning, när fordonet begärt att föraren ska överta körning.
- Infrastrukturägaren få möjlighet till att påbjuda eller förbjuda automatiserad körning för reglering av automatiserad körning. Förslag på nytt påbudsmärke enligt nedan.



Figur 5. Förslag till vägmärke för påbjudet körfält eller körbana för automatiserade fordon. Källa: SOU 2018:16

3.3 EKONOMI

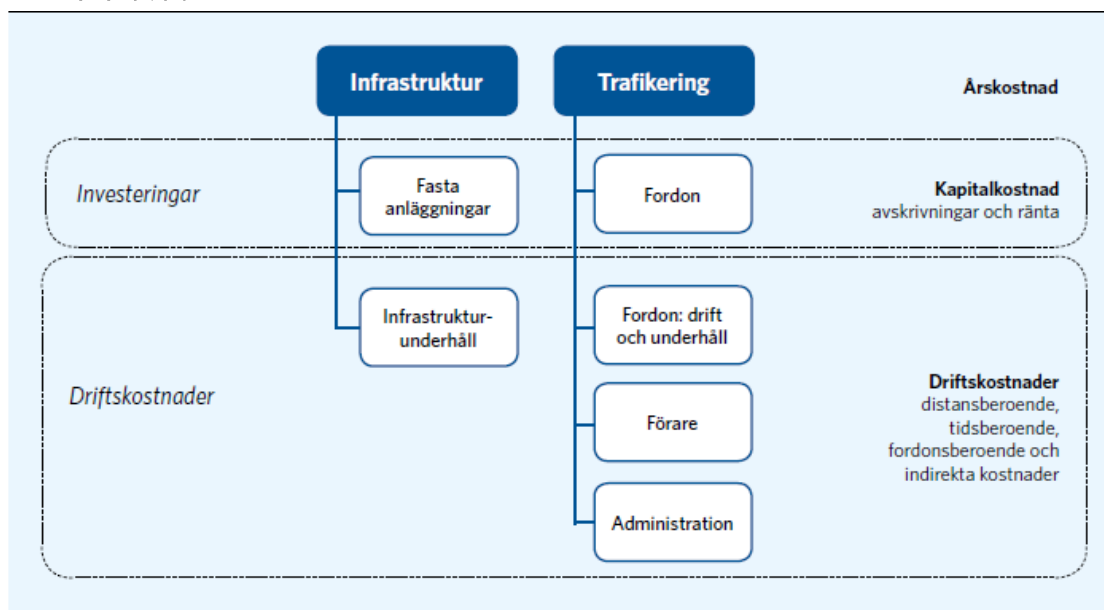
Grundläggande för all verksamhet är kostnader och ekonomi, så även inom kollektivtrafiken. I dagsläget finns det en hel del siffror från branschen om trafik kostnader för den konventionella kollektivtrafiken. Det är dock tunnare på den autonoma sidan där inte samma erfarenheter av drift- och investeringskostnader finns.

3.3.1

KONVENTIONELL KOLLEKTIVTRAFIK

Ekonomi inom kollektivtrafiken är i dagsläget kopplat till ett par olika kostnadsposter. Kostnaderna inom kollektivtrafiken delas ofta upp i investeringskostnad och driftkostnad (Sveriges Kommuner och Landsting , 2012). Driftkostnaderna kan sedan i sin tur delas upp i distansberoende kostnader, tidsberoende kostnader, fordonsberoende kostnader samt indirekta kostnader. De distansberoende kostnaderna innefattar drivmedels- samt underhållskostnader. Den kostnaden sammanställs oftast som en enhetlig kilometerkostnad. De tidsberoende kostnaderna innebär förarkostnader samt kostnader för eventuell övrig ombordpersonal. Även denna kostnadspost sammanställs oftast som en kostnad per timme. De fordonsberoende kostnaderna innebär avskrivningar, försämringskostnader, räntekostnader, fordonsskatt samt de fasta underhållskostnaderna. Dessa kostnader sammanställs vanligtvis som en enhetlig summa i kr per fordon och år. De indirekta kostnaderna är mer svårrelaterade till trafikarbetet som utförs, utan innebär vanligtvis kostnader för administration, underhåll av depåer och hållplatser osv. De indirekta kostnaderna behandlas inte alltid på samma sätt utan kan i vissa fall även vara fördelad på övriga kostnadsposter (Sveriges Kommuner och Landsting , 2012).

I Figur 6 nedan illustreras uppdelningen av kostnader inom dagens konventionella kollektivtrafik.



Figur 6 - Kollektivtrafikens olika kostnadsbegrepp. Figur hämtad ur kol-TRAST (Sveriges Kommuner och Landsting , 2012).

Vid kostnadsberäkningar och framtagande av kalkyler är det framför allt de tre posterna kilometerkostnad, timkostnad och fordonskostnad, som hanteras. Storleksordningen på dessa kostnadsposter varierar oftast inom vissa intervall. Exempelvis brukar en kilometerkostnad i Sverige ligga på mellan 6-10 kr, timkostnaden mellan 350-500 kr samt fordonskostnaden mellan 300 000 -

600 000 kr/år. Fordonskostnaden är dock den kostnad som kan variera mest beroende på vilken typ av fordon som köps in samt storleken på avskrivningarna. En buss kan kosta allt från 2 miljoner kronor upp till 6-7 miljoner kronor beroende på storlek, drivlina, design osv.

3.3.2

AUTONOM KOLLEKTIVTRAFIK

För autonoma bussar finns inte samma historik kring kostnadsposter som för de traditionella bussarna som finns i dagsläget. Kostnadsposterna bör dock inte skilja sig särskilt mycket, förutom att det i framtiden inte ska behövas några förarlöner då bussarna blir självkörande (eller i alla fall lägre lönekostnader för "övervakning"/fjärrstyrning). Dessutom ska drivmedlet bytas ut till el, vilket skapar en ny form av kostnad i form av nya infrastruktursatsningar för laddning samt kostnader för den el som används (Bösch, et al., 2017).

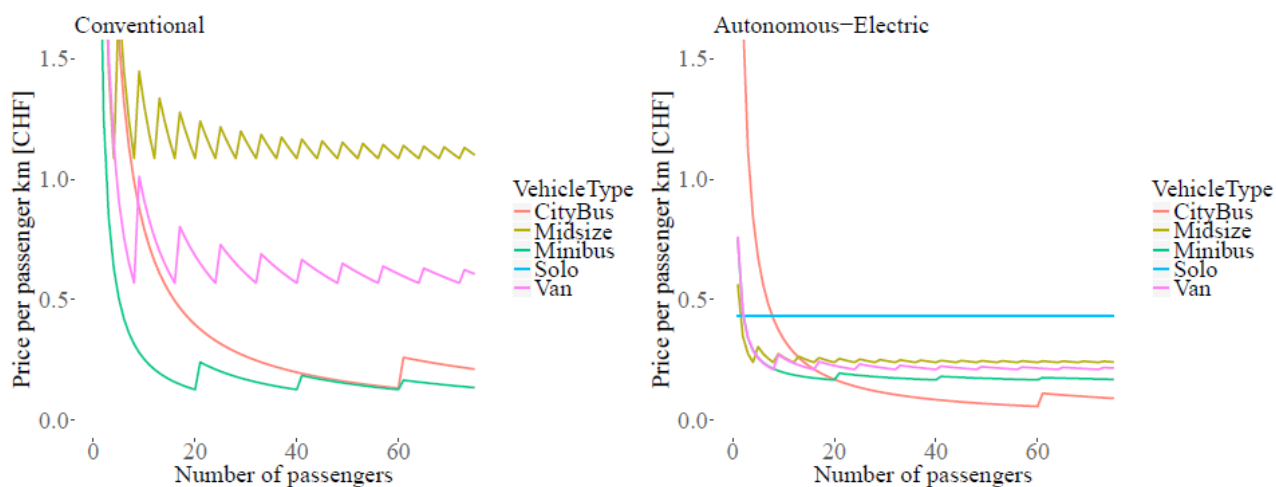
Vad en kilometer-, tim- och fordonskostnad blir för en självkörande buss är därför svårt att avgöra. De operatörer som har bedrivit testverksamhet är inte heller så villiga att dela med sig av sina erfarenheter gällande dessa kostnader. Det finns forskning som visar på att kostnaderna för självkörande bussar kommer att bli mindre än vad kostnaderna för dagens bussar blir (Bösch, et al., 2017). Det är en rimlig ansats då förarlönen idag är den klart tyngsta kostnadsposten. Så länge inte en autonom buss är betydligt dyrare att köpa in och underhålla är det därför troligt att kostnaden per kilometer är mindre jämfört med dagens bussar.

Vad kostar då en autonom buss? Två av de stora tillverkarna på marknaden idag har bussar som kostar (EasyMile) 200 000 – 220 000 € vilket motsvarar cirka 2-2,3 miljoner svenska kronor, respektive (Navya) som kostar 200 000 € (2 miljoner svenska kronor) (NCTR, 2016). I förhållande till kapaciteten är denna kostnad hög jämfört med en konventionell buss, men inte heller dyrare än vad en vanlig 12 metersbuss skulle kunna kosta.

Enligt en källa är driftkostnaden per år sedan 90 000 € för en Navya-buss och priset för en laddstation 20 000 € (NCTR, 2016). För EasyMile-bussen finns från samma källa endast siffror på underhållskostnaden som här uppgår till 30 000 € per år. Det framkommer inte vad som ingår i de olika kostnadsuppgifterna. Exempelvis är det oklart om en förarlön är inräknad i driftkostnaden.

Bösch et al (2017) har i sin rapport *Cost-based analysis of autonomous mobility services* tagit fram kostnader per passagerarkilometer. Där jämförs dagens fordon med framtida självkörande fordon. Olika storlekar på fordonen analyseras och kostnader för både bilar, större bilar, minibussar och vanliga bussar finns. Kostnaden per passagerarkilometer med en autonom buss som rymmer 20 personer i landsbygdstrafik bedöms ligga på 0,31 CHF, vilket motsvarar cirka 3 svenska kr per passagerare och km (Bösch, et al., 2017). Motsvarande kostnad för en konventionell buss utan eldrift är 1,26 CHF per passagerarkilometer.

Enligt vissa kalkyler kan en autonom eldriven buss reducera kostnaderna med totalt cirka 60 % (Bösch, et al., 2017).



Figur 7 - Skillnaden i kostnad per passagerarkilometer mellan ett konventionellt och autonomt fordon (Bösch, et al., 2017).

Ett tvåårsförsök i Kalifornien med två självkörande bussar där tanken var att testa potentialen för självkörande bussar "den sista milen" hade en projektbudget på 5 miljoner \$ (Motsvarar cirka 45 miljoner svenska kr) (NCTR, 2016). I den kostnaden ingick investeringen av fordon, själva testet, drift- och underhåll samt kostnaderna för att söka de juridiska tillstånd som krävdes (NCTR, 2016).

3.4 BETEENDE OCH ACCEPTANS

Att få användare att använda bussen är centralt för att skapa nytta och lönsamhet. Utvärderingar av flera olika försöksverksamheter visar att acceptansen hos användarna är generellt hög. De tester som har genomförts har väckt intresse och i den testverksamhet som under en längre tid pågår i Sion, Schweiz har intresset från allmänheten att testa de självkörande småbussarna varit större än väntat vilket tyder på att människorna är intresserade av den nya tekniken och vågar använda den. Samma resultat fick tester i Kista där 3000 personer åkte med bussarna under de fem dagar som fordonet först testkördes (RTS, 2106).

I en intervjustudie med boende i Sion om testprojektet svarade de boende i staden som också använt fordonet att de överlag var mycket positiva till bussen, men att de hade en negativ upplevelse av fordonets låga hastighet (20 km/h) då de hindrade övrig trafik.

Resultaten från utvärderingar av projektet CITYMOBIL2¹ visade att användare var generellt accepterande av bussarnas förmåga särskilt inom områdena komfort och säkerhet. Vidare upplevdes bussarna som användbara, enkla att använda och

¹ EU-projekt för att främja självkörande teknik och acceptans demonstrerade självkörande minibussar i flera europeiska städer mellan 2014-2016.

uttryckte en avsikt att använda dem igen. Betalningsviljan hos användarna var i nivå med konventionell busstrafik (Nordhoff, et al., 2017).

Tidigare studier har studerat självkörande bussar med olika funktion, i olika miljöer och varierande steg av självkörande fordon varför de är svåra att jämföra med vad som kan liknas vid önskat demotest i blandtrafik i Skellefteå, som matarbuss enligt SAE steg 4. En testverksamhet i Schöneberg, Berlin, hade lika förutsättningar som Nobinas demonstrationstest Autopiloten i Kista, dvs kollektivtrafik i blandtrafik som matartrafik, med självkörande grad enligt SAE steg 4, med övervakande värd ombord och en maxhastighet om ca 10 km/h.

Testverksamheten i Schöneberg var på ett campus-/företagsområde vilket gör blandtrafiken endast semipublik. I en utvärdering av användarnas acceptans och uppfattning av produkten i detta projekt visade att användarna generellt var väldigt positiva att använda självkörande bussar i kollektivtrafiken och kan tänka sig använda de i urbana och rurala miljöer. Användarna tror att bussarna blir användbara och lätta att använda. I jämförelse med sina nuvarande transportsätt sjönk dock användbarheten och lättheten med produkten då den i nuvarande skick har hastighetsbegränsning.

Studien pekar även på vikten av god design ombord för att passagerare ska känna sig trygga och acceptera ett självkörande fordon. En stoppknapp har visat sig vara ett effektivt sätt att inge förtroende, att kontroll kan övertas om det behövs, samtidigt måste stoppknappen utformas på ett sätt att den inte missbrukas då detta får motsatt effekt av acceptans.

I en rural kontext har det gjorts efterfrågningar som visar att inställningen hos boende på landsbygden, som är mer beroende av bilen, är mindre positiv än den hos boende i urbana miljöer. En internetenkät, med 489 respondenter i 33 länder, undersökande attityder gentemot självkörande, visade att boende i urbana miljöer är mer öppna än boende i rurala miljöer. Detta beror troligen på att de på landsbygden är mer beroende av bilen, (König & Neumayr, 2017). Resultat i samma linje erhöles i en enkätstudie i Berlin med användare efter att de använt en självkörande buss på ett campusområde (Nordhoff, et al., 2017). Andra studier pekar även på ett samband mellan högt bilanvändande och mindre sannolikhet att använda självkörande lösningar.

På ett mer generellt plan visade den senaste utgåvan av årligen återkommande studie, U.S. tech choice study², att amerikaners inställning till självkörande fordon var ökande skeptisk för alla åldersgrupper förutom Gen Y (födda 1977–1994). Vidare finns det sammantaget en rädsla för teknikfel hos alla åldersgrupper, större andel hos den äldre generationen än hos den yngre. Stödet för andra tekniska förarstödfunktioner i bilen var dock oförändrat positiv. (POWER, 2017).

² Tredje upplagan av studien som visar amerikaners inställning och intresse av framtida teknologitveckling.

För att öka acceptansen av självkörande funktioner och självkörande bilar har biltillverkaren Cadillac och Waymo³ gjort det möjligt för utbildning av fordonens funktioner i samband med köp eller intresse av produkterna (Habibovic, et al., 2017)

³ Googles företag för självkörande bussar

4. ANALYS

4.1 FÖRSTÅ MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR

I de kommande avsnitten analyseras den fakta som tagits fram i state of the art-delen. Är det möjligt att köra en autonom buss på landsbygden i Skellefteå? Finns förutsättningarna? Fungerar tekniken? Kommer sättet att resa att accepteras bland invånarna?

Frågor likt ovan analyseras och besvaras i de kommande avsnitten.

4.1.1 TEKNIKSKA MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR

För att det huvud taget ska vara möjligt att bedriva trafik på landsbygden med självkörande bussar krävs det att infrastrukturen på landsbygden klarar av de krav som ställs från de självkörande bussarna. Då de flesta självkörande fordon behöver kontakt med internetet är det en viktig faktor för att det ska kunna gå att köra med en självkörande buss på landsbygden. Om ett försök på landsbygden ska vara genomförbart krävs det alltså bra digital kontakt med omvärlden. Internetuppkopplingen kan därför vara en begränsning när ett testområde ska väljas ut.

På infrastrukturen i övrigt finns inga direkta krav utöver att en jämnare köryta gör det enklare för bussen. Med ojämnheter finns risk för hastiga inbromsningar av bussen vilket kan leda till att olyckor inträffar för de som är ombord på den självkörande bussen. Med en jämnare yta kan högre medelhastighet hållas tack vare att hastiga inbromsningarna försvinner.

Ett viktigt krav på omgivningen är att det ska finnas saker som går att identifiera för bussens avläsningssystem. Alltför kala landskap kan därför vara en begränsning och framför allt i interväder då snötäckta landskap inte är någon ovanlig syn. Snön i sig är ingen begränsning så länge som bussen har objekt som den kan förhålla sig till. I övrigt så har de autonoma bussarna i Kista kunnat köra i snölager på mellan 5-10 cm utan problem. Likaså har inte temperaturen påverkat driften där nämnvärt då temperaturen varierat under testperioden på mellan -25 °C och +30 °C (Hafmar, 2018). Mer extremt väder än så har inte testats ännu och behöver därför testas vid försöket i Skellefteå. De tekniska grundförutsättningarna finns men behöver testas över längre tid och vid hårdare vinterförhållanden.

Ett bekymmer som finns är vid extremt regn, eller tätt snöfall. Precis som för vanliga fordon uppstår då bekymmer med sikt för den självkörande bussen. Ett problem som uppstått vid försöket i Kista är den självkörande bussens problem att hantera avgasrök från väntande taxibilar (Hafmar, 2018). Det kan vara ett problem även på landsbygden, men bedöms dock vara ett mindre sannolikt fenomen än vad det hade varit i en urban stadsmiljö. Testet i Kista har fått stå stilla ett par timmar under några få dagar under testperioden på grund av väderförhållanden (Hafmar, 2018).

En brist med de självkörande bussarna är att de inte klarar av för kraftig lutning. Både EasyMiles och Navyas bussar har problem i för stor lutning. Det kan vara en begränsning för en testverksamhet.

Laddning och laddinfrastrukturen är inte något som ska behöva vara en begränsning då de självkörande bussarna har en batteritid på mellan 9–15 h. Batteritiden varierar på grund av utetemperaturen. Under kallare tider krävs mer energi för uppvärmning av den självkörande bussen. Bussarna laddas enkelt genom antingen induktion eller plugg, vilket innebär att ingen större laddinfrastruktur behöver byggas. Batteritiden kommer inte att begränsa hur långt man kan köra bussen, utan snarare hastigheten. Det är viktigt att komma ihåg bussens syfte att vara en del av den totala resans sista kilometer. Tillgången till laddinfrastrukturen bör inte vara något problem i ett testprojekt då tillgången till el finns överallt. Dock kommer laddutrustning i vissa fall att behöva införskaffas.

Matarfunktionen anses vara ytterst tillämpbar på många mindre byar som ligger närmre större stråk där kollektivtrafiken är relativt god. Området runt Skellefteå bjuder på stora avstånd mellan orterna och de mindre orterna är inte alltid i direkt anslutning till de stora vägarna, utan ligger ett par kilometer bort från huvudvägen. Potentialen är därför stor om de självkörande bussarna kan plocka upp invånarna i dessa orter och sedan transportera dem säkert till platsen där bussen stannar på huvudvägen. Det kan finnas en begränsning för matarfunktionen i den mån att det inte på alla platser bedöms rimligt att ansluta direkt till hållplatsen på huvudvägen. Detta beror på att hållplatserna ofta är baserade i trafikplatser och det kan bli svårt för de självkörande bussarna att ta sig till dessa platser på ett trafiksäkert sätt. I vissa fall kan det behöva anläggas nya mindre anslutningsvägar som leder till hållplatser, alternativt att cykelvägar används den sista biten.

Risken att den autonoma bussen konkurrerar med de mer hållbara resealternativen finns då hastigheten i dagsläget är begränsad för fordonen. Detta gäller framför allt under sommarhalvåret då vädret är mer inbjudande. Risken för konkurrens är mindre om vägen där bussen ska trafikera inte är utformad för oskyddade trafikanter. Då har de oskyddade trafikanterna en otrygg och svårare situation vilket kan leda till att den självkörande småbussen väljs som transportmedel. Den självkörande bussen erbjuder i sådana lägen en komforthöjning av resan.

4.1.1.1 *Rullande busskuren som "väntyta/väntrum"*

En viktig del av den självkörande bussens funktion i det tänkta testet i Skellefteå är själva "väntfunktionen", som innebär att den självkörande bussen, förutom att transportera människor, även ska fungera som ett väntrum/busskur tills stombussen anländer. Den rullande busskuren är varm, trygg och upplyst vilket skapar ett mervärde för resenärerna som kan invänta stombussen på väderskyddat sätt. Ombord kan det även finnas möjlighet för bra wifi-uppkoppling. Detta innebär inte att busskuren ska vänta en längre stund på stombussen, utan tajmingen ska vara bra. De minuterna som resenären dock behöver vänta, blir med den här funktionen betydligt bekvämare än om väntetiden tillbringas i ett kallt väderskydd.

Denna funktion bedöms skapa ett stort värde för resenären. Istället för att välja bort bussen på grund av otrygga förhållande vid busshållplatsen skapas nu ett nytt bekvämt och tryggt sätt att vänta på bussen. Resenären slipper frysa och kan

dessutom bli upplockad "utanför dörren". Anslutningen mellan busskuren och bussen sker när stombussen anländer till hållplatsläget och en enkel ombordstigning kan göras mellan fordonen.

Metoden bör fungera så länge hållplatsläget har gott om plats så att en rullande busskur och en vanlig buss kan ställas upp bredvid varandra så att ett smidigt byte kan ske. Anslutningen mellan fordonen är mycket viktig för att helhetsfunktionen ska bli så bra som möjligt. För långa bytesavstånd mellan rullande busskur och stombussen innebär att funktionen tappar sin poäng något.

4.1.2 JURIDISKA MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR

Det är svårt att i det här skedet av processen veta vilka begränsningar som finns i juridiskt. Regeringen har satt upp en del krav som ska följas för att en ansökan om testverksamhet ska kunna godkännas. Den stora juridiska begränsningen finns annars i förarfrågan. En fysisk förare ska kunna ingripa om något oförutsett händer. Det är möjligt att den lagen ändras under projektets gång.

Möjligheterna är stora så länge som testverksamheten beskrivs efter de kriterier som gäller. Kan en ansökan svara på dessa kriterier finns möjligheter att få en testverksamhet godkänd.

I framtiden behöver ansvaret vid olyckor definieras. Vem ska stå skyldig vid en olycka mellan autonoma fordon?

4.1.3 EKONOMISKA MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR

Kostnadsbilden för autonom trafik är lägre och innebär en stor möjlighet. Möjligheterna ligger i det faktum att förarlönen i framtiden kan plockas bort ur den totala produktionskostnaden, eller i vart fall reduceras kraftigt (fjärrövervakning).

Eldrift är också billigare än konventionell diseldrift. I framtiden finns det även förhoppningar att el-motorerna blir ännu mer effektiva och drar mindre el vilket sparar kostnader. Med en ökad mängd autonoma bussar sänks troligen kostnaden på bussen.

4.1.4 MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR GÄLLANDE BETEENDE OCH ACCEPTANS

För att underlätta arbetet med människornas acceptans kring självkörande småbussar kan följande åtgärder genomföras:

- Ha utbildningsdagar kring hur systemet fungerar
- Göra reklam om hur det fungerar. Slå hål på myter och osanningar. Försäkra om att tänkbara risker är lösta.
- Generellt sett finns större acceptans hos yngre. Äldre och de med bil behöver "övertalas" i större utsträckning.

Ett av målen med ett demonstrationsprojekt är att forska kring den här frågan. Vad kan göras för att öka resenärens säkerhet och trygghet i trafiken? Att förstå resenären är en viktig del av projektet för att underlätta arbetet och planeringen av framtida autonom kollektivtrafik. Projektet ska leda till ny kunskap både kring hur

den här typen av frågor kan ställas och analyseras, men också till att hjälpa människor att förstå hur tekniken fungerar och vad den kan ge för det framtida transportsystemet.

4.2 VAL AV GEOGRAFISKA OMRÅDEN

Utifrån tekniska möjligheterna och begränsningarna, samt utifrån funktionen som matartrafik, har en screening gjorts av möjliga platser inom Skellefteå kommun. Av dessa har tre möjliga testområden valts ut; Varuträsk, Ostvik och Byske. Varuträsk ligger längs väg 95 medan både Ostvik och Byske är samhällen norr om Skellefteå längs E4an. De utvalda områdena uppfyller kriteriet landsbygd, dock på olika nivå. Byske är en mindre tätort men som har vägar av landsvägstyp inom orten. Syftet med Byske är något annorlunda och beskrivs vidare i avsnitt 4.2.3.

Statistiskt sett så bor det flest människor i Byske av de tre orterna. Minst antal invånare har Varuträsk. Åldersfördelningen och det totala antalet invånare i varje ort presenteras i Tabell 3 nedan.

Tabell 3 - Invånarantal i de tre orterna totalt och efter åldersfördelning. Invånarantalet i Varuträsk innefattas även av Lövlund, Åliden, Bjurån, Klintforsliden och Norra Bergfors.

2017	Varuträsk			Ostvik			Byske		
	Män	Kvinnor	Summa	Män	Kvinnor	Summa	Män	Kvinnor	Summa
Ålder									
0	3	4	7	0	5	5	9	8	17
1-5	17	14	31	36	39	75	46	52	98
6-11	21	11	32	32	29	61	53	65	118
12-15	10	9	19	13	19	32	45	34	79
16-19	15	5	20	13	14	27	58	38	96
20-64	119	111	230	231	211	442	433	418	851
65-79	32	30	62	75	65	140	176	185	361
80-	2	5	7	17	16	33	61	110	171
Totalt	219	189	408	417	398	815	881	910	1791

Den mest dominant ålderskategorin är 20-64 år, vilket även är det största spannet. Historiskt sett är antalet invånare i orterna relativt jämnt och har legat på samma nivå de tre senaste åren.

4.2.1

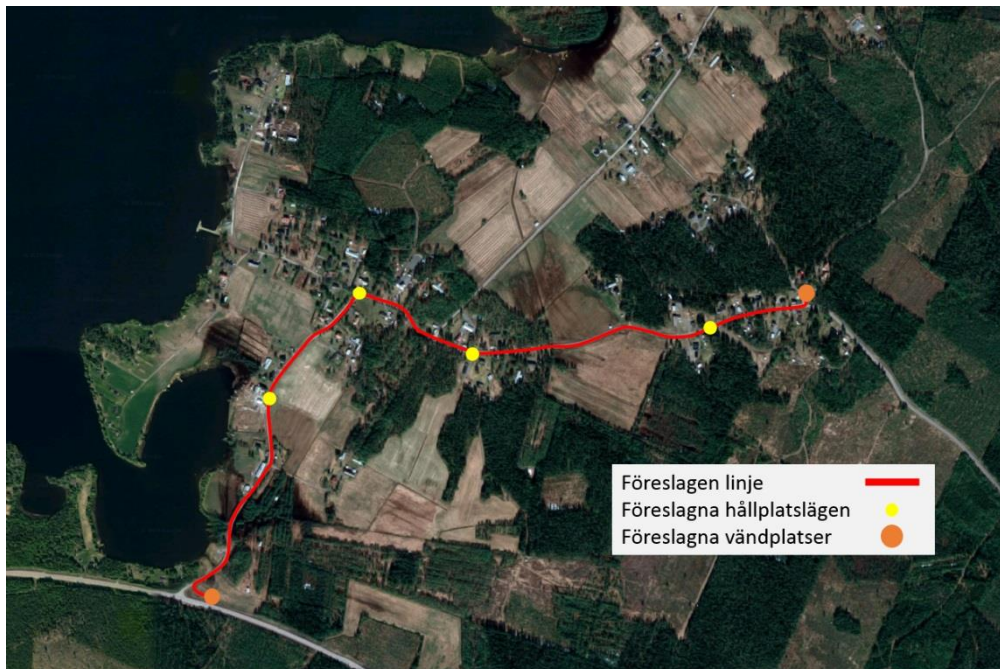
VARUTRÄSK

Varuträsk är en liten ort belägen parallellt med väg 95 cirka 15 min med bil nordväst om Skellefteå. I Varuträsk bor det cirka 400 invånare och det lilla samhället är utspritt längs en mindre byväg där husen ligger relativt tätt. I dagsläget finns en del busstrafik genom orten samt en hållplats belägen på väg 95. Ur en kollektivtrafikvinkel är det dock mycket kostsamt att försörja Varuträsk med vanlig kollektivtrafik då bussen får köra en omväg istället för att stanna kvar på väg 95. Dessutom tappar man restid och resenärer som redan är ombord på bussen vill inte drabbas av en längre restid på sin resa till Skellefteå. I Varuträsk är det relativt jämnt och inga större höjdskillnader råder. Vägskicket på ortens vägar är mycket bra. Skyltad hastighet är 50 km/h och det finns en hel del saker i omgivningen som en självkörande buss skulle kunna navigera sig mot. Skyltad hastighet på väg 95 är 90 km/h.



Figur 8 - Vy över byvägen i Varuträsk.

Den tänkta körvägen i Varuträsk finns illustrerad i figuren nedan.



Figur 9 - Tänkt körväg i Varuträsk med föreslagna hållplatslägen och ny vändplats vid väg 95.

Inne i Varuträsk by finns en möjlig vändplats i en korsning i närheten av hållplatsen Varuträsk Heden. Större problem finns vid anslutningen till stomlinjen på väg 95, där det i dagsläget inte finns någon välutformad busshållplats i någon av riktningarna. För att den självkörande bussen ska kunna ansluta till stomtrafiken behöver fysiska åtgärder genomföras. Ett exempel kan vara en anlagd vändplats på ena sidan vägen som kopplas till busshållplatsen. På så vis får bussen på stomlinjen köra in på denna sidolagda yta så att byte kan ske, för att sedan ge sig ut igen på väg 95. Det bedöms dock inte behövas en större asfalterad vändyta, utan en mindre grusad vändyta till en låg investeringskostnad räcker.

Längs med sträckan föreslås ett antal förutbestämda hållplatslägen där bussen kan stanna för att plocka upp resenärer. Den tänkta körvägen är 2,15 km lång och tar med hastigheten 15 km/h cirka 9 minuter att köra.

Det finns ingen befintlig laddinfrastruktur i Varuträsk vilket innebär att det kommer att krävas en investering gällande det. El finns att tillgå, så det som behövs är en plats att ställa fordonet när det/de ej är i drift (garage). Dessutom behöver service av fordonen garanteras. I ett leasingavtal med en fordonstillverkare är detta inkluderat.

I Varuträsk bor det totalt 90 förvärvsarbetare. 72 av dessa arbetar i Skellefteå vilket innebär att de också behöver resa dit varje vardag. En person arbetar i Kusmark, sex stycken arbetar i Boliden med omnejd och en person arbetar söder om Varuträsk i Källheden. 10 personer bor och arbetar i Varuträsk.

4.2.1.1 *Skolbusstrafik*

I dagsläget trafikerar två linjer Varuträsk, linje 205 och linje 224. Linje 205 agerar inte skolbuss utan den trafikerar mellan Boliden och Skellefteå. Däremot är linje 224 en ren skolbusslinje, som trafikerar sträckan Åliden – Varuträsk – Sjungande Dalens skola. Det är en tur på morgonen till skolan och en tur hem på eftermiddagen. Gymnasieelever antas åka med de vanliga regionbussarna till Skellefteå från hållplats Varuträsk på väg 95.

I ett fullskaligt test i Varuträsk finns både för- och nackdelar gällande en befintlig skolbusslinje. Skolbussen har en bra funktion då den kör skolbarnen hela vägen fram till skolans port. Går den genom byn kan den konkurrera mot den självkörande bussen vilket inte är önskvärt. Går den däremot på väg 95 kan den självkörande bussen på samma sätt som med stombussen förse skolbussen med skolbarnen som sedan transporterar barnen in till Skellefteå. Blir skolbusslinjen kvar som i dagsläget finns risken att stora delar av resandeunderlaget försvinner.

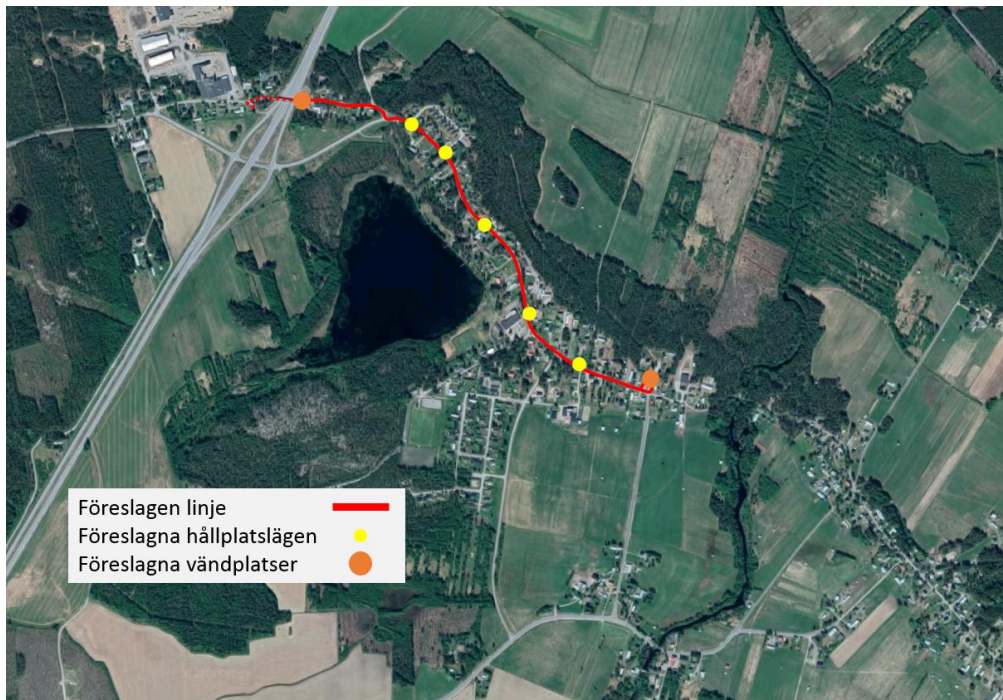
4.2.2 OSTVIK

Ostvik är även det en mindre ort norr om Skellefteå beläget i nära anslutning till E4 (cirka 15 min med bil). I orten bor det cirka 800 människor och även detta samhälle är utspritt längs en byväg genom orten med relativt tätt mellan husen. I orten finns i dagsläget redan en del kollektivtrafik och den förväntar även Skellefteå kommun kommer att finnas kvar i framtiden och eventuellt även utökas. På så vis kan matarfunktionen som den självkörande bussen ska uppfylla bli något överflödigt, men orten finns dock ändå med i tankarna kring möjlig plats för ett demonstrationsprojekt. Ostvik är trots sin befintliga kollektivtrafik svår att förse med bra kollektivtrafik på grund av dess utformning, vilket gör orten intressant för trafik med självkörande småbussar. I Ostvik är skicket på vägarna bra, men det råder en viss höjdskillnad inom orten. Framför allt mellan Ostvik och Östanbäck finns en stor höjdskillnad vilket leder till att trafik till Östanbäck inte är möjligt för de självkörande småbussarna. Det finns gott om föremål i omgivningen som en självkörande buss kan navigera sig mot. Skyltad hastighet i orten är 40 km/h, undantaget en lite bit utanför en förskola där 30 km/h råder.



Figur 10 - Vy över byvägen genom Ostvik.

Den tänkta körvägen i Ostvik illustreras i figuren nedan.



Figur 11 - Den tänkta körvägen genom Ostvik med föreslagna hållplatser och vändplatser vid Byahuse och vid E4.

Inne i Ostvik finns en lämplig vändplats vid Byahuse som ligger ca 1,6 km från motorväg E4. Vändning vid E4 kan ske i direkt anslutning till gång- och cykelbron som ligger precis vid busshållplatserna Ostvik E4. Det bedöms även vara möjligt att korsa E4 med hjälp av gång- och cykelbron för att enklare plocka upp/lämna av passagerare på den sidans hållplats. Med detta förslag behövs inga större fysiska åtgärder för anslutningen till stomtrafiken.

Längs med sträckan föreslås ett antal förutbestämda hållplatslägen där bussen kan stanna för att plocka upp resenärer. Den tänkta körvägen är 1,6 km lång och tar med medelhastigheten på 14 km/h cirka 8 minuter att köra.

Det finns ingen befintlig laddinfrastruktur i Ostvik vilket innebär att det kommer att krävas en investering gällande det.

4.2.3

BYSKE

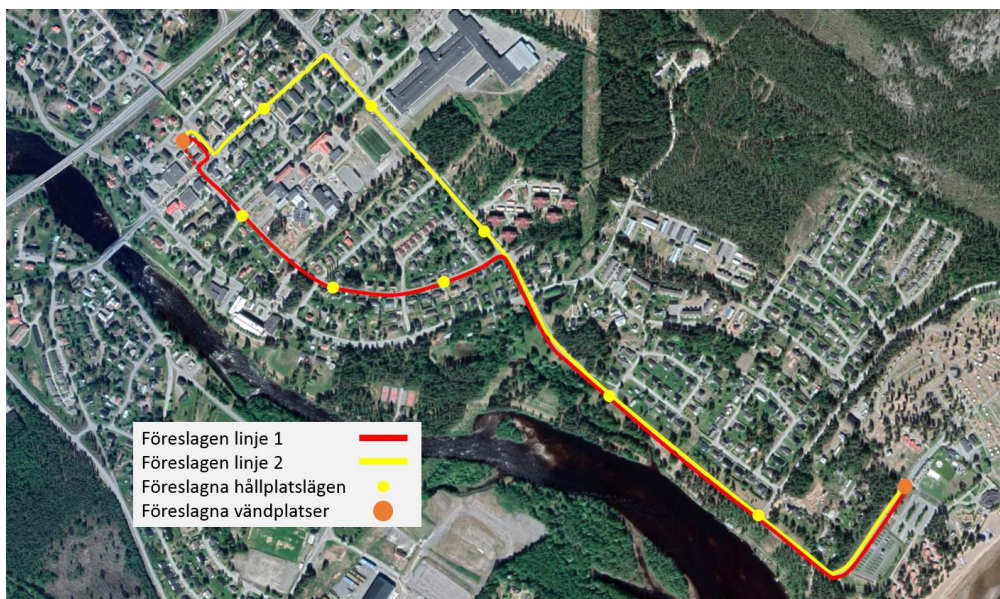
Byske är en tätort belägen cirka 25 minuter med bil norr om Skellefteå strax intill väg E4. I orten bor det cirka 1800 människor där samhället är mer kompakt än för de övriga alternativen. Byske är en mindre tätort och inte är inte ren landsbygdsmiljö, men det finns vissa delar av vägnätet i orten som kan ses som landsbygdsväg. I Byske finns i dagsläget kollektivtrafik som trafikerar busstationen, men alla delar av orten är inte försedda med kollektivtrafik. I Byskes östra del finns Byske camping som inte har någon kollektivtrafik i dagsläget. På somrarna är där många campinggäster vilket gör att invånarantalet under sommarmånaderna näst intill fördubblas. I Byske är tanken därför att erbjuda de östra delarna av orten

självkörande bussar som kör resenärerna upp till Byske busstation. På så vis kan kriteriet om matartrafik uppfyllas. Skicket på vägarna i Byske är bra och det finns många föremål att navigera sig mot för den självkörande bussen, förutom eventuellt sträckan mellan campingen och Byske. Skyltad hastighet i Byske är 40 km/h och inga större höjdskillnader har identifierats.



Figur 12 - Vy över Bäckvägen mellan Byske och Byske camping.

Det finns två tänkta körvägar i Byske. Dessa illustreras i figuren nedan.



Figur 13 - Tänkta körvägar genom Byske med föreslagna hållplatslägen och vändplatser vid Byske busstation och Byske camping.

I centrala Byske kan den självkörande bussen vända på Byske busstation. Vid Byske camping kan bussen även vända utan att några fysiska åtgärder behövs. En stor fördel med vändplatsen vid Byske camping är att det i dagsläget redan finns etablerad laddinfrastruktur. De två tänkta körvägarna skiljer sig något i körväg inom centrala Byske med trafik antingen på Parkvägen eller på Bäckgatan.

Längs med sträckan föreslås ett antal förutbestämda hållplatslägen där bussen kan stanna för att plocka upp resenärer. De tänkta körvägarna är 2 km (gul linje) respektive 2,15 km (röd linje) långa och tar med en medelhastighet på 14 km/h cirka 9 minuter att köra oavsett körväg.

Byske är extra aktuellt under sommarmånaderna på grund av campingens stora tillströmning av gäster. Därför kan en möjlighet vara att trafikera Byske under sommarmånaderna, för att sedan förslagsvis fortsätta på en annan testort.

4.3

KOSTNADSBEDÖMNING

Då det finns ytterst lite fakta kring kostnader för självkörande bussar är det svårt att skatta vad de ingående kostnaderna. Svårast är det att uppskatta underhålls- och servicekostnaden för den här typen av fordon. Kilometerkostnad och timkostnad kan uppskattas och även jämföras mot konventionell kollektivtrafik. Utöver att uppskatta trafik kostnader behöver även en total projektkostnad uppskattas med alla projektdelar. Nedan visas på ett exempel på produktionskostnader (trafikproduktion) för trafik i Varuträsk

Tabell 4 - Ett exempel på produktionskostnader för självkörande småbussar per år.

Kostnader rullande busskur		
Infrastrukturkostnader		
	Kostnad kr/år	Kommentar
Laddinfrastruktur	4 000	Ca 40 000 kr i investering. Källa: E-mobility. 10 års avskrivning
Ny vändplats	50 000	Schablonkostnad på cirka 1000 kr/kvm ger ca 500 000 i investeringskostnad. 10 års avskrivning
Garagehyra	36 000	Hyra ca 3000 kr/mån
Trafikering och fordon		
Fordon	300 000	2,5 miljoner i inköp och 10 års avskrivning med en ränta på 3%
Underhåll	300 000	En sammantagen kostnad för all service, maskinellt och tekniskt (NCTR, 2016). Baseras på 20 dubbelturer och 100 km sträcka per dygn till en kostnad av 2kr/kWh. Batteriet uppskattas dra 33 kWh/100 km. (batterikapacitet 33 kWh)
Drift	23 000	
Förare	2 450 000	Baseras på trafik varje dag i ett år (14h/dag) och en förarkostnad på 500 kr/h.
Summa	3 073 000 kr/år	

Detta motsvarar en timkostnad på 500 kr/h och en kilometerkostnad på 9,25 kr/km. Kilometerkostnaden baseras på att bussen kör 35 000 km per år och de samlade drift- och underhållskostnaderna är 323 000 kr/år. Den stora kostnadsposten är förarkostnaden. Förarkostnaden kan i framtiden reduceras kraftigt, vilket gör den totala kostnaden mindre. Uppskattningsvis blir den totala fordonsrelaterade

kostnaden ungefär 3 miljoner kronor per år. Kostnaderna för vändplats kan skrivas av om trafiken permanentas, liksom laddstationen, men inte vid ett demotest.

4.3.1

LEASINGAVTAL

Det är även möjligt att leasa ett fordon under den testperiod som önskas. En fordonstillverkare har lämnat ett prisförslag på vad en autonom småbuss kostar för ett leasingavtal på ett år.

Tabell 5 - Exempel på leasingkostnader från en leverantör.

Förslag på leasingavtal	
Kostnadsdel	Kostnad
Fordon, service, licens & försäkring	1 825 000 kr/år
Transport av fordon till testplats	50 000 kr
Ruttuppsättning	165 000 kr
GNSS antenn	125 000 kr
Utbildning av tre förare	30 000 kr

Den totala summan för ett år är då 2 295 000 kr. Denna summa inkluderar inte kostnader för drift, så som el och förarlöner. Efter en ettårsperiod kan bussen köpas för 855 000 kr enligt tillverkaren.

4.3.2

KÖPEAVTAL

En annan fordonstillverkare har lämnat följande prisuppgifter gällande ett köpeavtal av en autonom småbuss.

Tabell 6 - Förslag på köpeavtal av autonom buss.

Förslag på köpeavtal	
Kostnadsdel	Kostnad
Fordon	2 575 000 kr
Transport av fordon till testplats	175 000 kr
Risikanalys och utbildning	515 000 kr
Projektledning	105 000 kr
Licens	165 000 kr/år
Service och underhåll	310 000 kr/år
GPS NRTK	15 000 kr/år
Försäkring	65 000 kr/år

Totala kostnaden blir 3 925 000 kr. Det tillkommer kostnader för förare, el, administration osv.

Kostnaden för fordonet, transport utbildning, projektledning skall skrivas av på 8 till 10 år, för att få jämförelse med leasingavtalet. Med avskrivning på 10 år fås en årlig kostnad på ca 1 miljon kronor, exklusive kostnader för förare, el, administration.

5. FÖRSLAG TILL DEMOPROJEKT

5.1 STUDIEBESÖK I SKELLEFTEÅ

Under projektets gång gjordes ett studiebesök i Skellefteå kommun med syftet att skapa en bild av situation och geografi, samt granska de utvalda möjliga teststräckorna där autonom trafik testas.

Skellefteå kommun är stor till ytan och landsbygden består av stora mängder skog samt små orter på spridda platser runt om i kommunen. Att kunna erbjuda invånarna på landsbygden en attraktiv kollektivtrafik med smidiga byten till stomtrafiken kan inte bara sänka kostnaderna, utan även öka viljan att resa hållbart och att i framtiden flytta till landsbygden då det faktiskt finns goda möjligheter att resa kollektivt.

I Skellefteå kommun är det långt mellan orterna och orterna ligger allt som oftast en bit från det större vägnätet. Varuträsk är ett sådant exempel som kan beskrivas som landsbygd. Ostvik är ett mellanting mellan en tätort och landsbygd medan Byske upplevdes som en tätort. Vilket trafikupplägg som väljs och körsträckan är viktiga faktorer som analyserades för det kommande demonstrationsprojektet. Andra viktiga faktorer som analyserades på plats var laddinfrastruktur, vägarnas hastighet, vägarnas tillstånd samt större ojämnheter.

En fullständig skildring från studiebesöket i Skellefteå finns bifogat rapporten.

5.2 FÖRSLAG TILL PROJEKTPLAN

Projekt Rullande busskur har utmynnat i ett förslag om demoprojekt.

Demoprojektet är tänkt att i ett fullskaligt test visa på att självkörande småbussar kan operera på den norrländska landsbygden och bidra till en större täckningsgrad för kollektivtrafiken.

I slutskedet av arbetet med den här rapporten har även arbetet med en ansökan för demoprojekts inletts. Förslag till syfte och mål för ett större projekt har tagits fram, som beskriver vad som ska uppnås med demoprojektet. Demoprojektet för vidare de grundläggande idéerna som studerats i denna rapport. En idébeskrivning kring ett kommande demoprojekt har lämnats till Trafikverket i november 2018, med följande beskrivning av syfte och mål.

Syfte

Det övergripande syftet är att pröva självkörande buss i landsbygdsmiljö och studera regionala effekter av att införa matartrafik till huvudstråk.

Syftena är:

- *Test och utvärdering av den tekniska funktionen på landsbygden och i vinterklimat, samt funktion som busskur*

- *Utvärdera teknikens samspel med omgivningen och kraven på infrastrukturen*
- *Studera beteende och acceptans hos resenärer*
- *Analysera resetider och resandeefterfrågan*
- *Analysera kostnader och nyttor ur samhällsekonomiskt och företagsekonomiskt perspektiv*
- *Analysera systemets energieffektiviseringspotential och koppling till målet om ett fossilfritt transportsystem*
- *Identifiera stombusslinjer lämpliga för matartrafik*
- *Studera möjligheterna att införa konceptet i större skala och vilka samhällsekonomiska konsekvenser detta har*
- *Utvärdera möjliga affärsmodeller*

Som bas för analyserna ligger en 12 månader lång testperiod, till vilka studier och analyser kan kopplas utifrån den data och kunskap som genereras

Mål

Projektets övergripande mål är att skapa kunskap kring styrkor och möjligheter, samt svagheter och hot för autonom busstrafik på landsbygden.

Mer i detalj är målet att skapa kunskap om:

- *faktiska kostnaden och nyttan för kollektivtrafikhuvudmannen*
- *samhällsekonomisk nytta såväl som företagsekonomiskt perspektiv - andra möjliga affärsmodeller*
- *beteende hos resenärer och res-efterfrågan*
- *resenärernas acceptans, säkerhet och upplevd trygghet*
- *infrastrukturkraven för autonom trafik, dvs infrastrukturens behov av tillägg och utformning för att autonom buss skall fungera som avsett*
- *hur orternas storlek påverkar kostnadstäckningsgraden*
- *i vilken utsträckning en rullande busskur kan skapa fler resenärer inom kollektivtrafiken*
- *i vilken utsträckning rullande busskurer kan generera kortare restider inom kollektivtrafiken*
- *riktlinjer och metoder för att bestämma vilka stombusslinjer och orter som är lämpliga för självkörande matartrafik*
- *övergripande analys av vilka platser och stombusslinjer inom den studerade regionen som uppfyller dessa krav*

Projektet bygger på demonstrationstrafik i orten Varuträsk (alt. Ostvik) i Skellefteå kommun. Orten har 400 invånare och den idag befintliga busstrafiken kommer att dras in. Resenärerna blir hänvisade till hållplats vid väg 95. En autonom buss ger god möjlighet till koppling för byte till stombusstrafiken på väg 95. Vissa mindre infrastrukturåtgärder behövs såsom vändplats och laddutrustning. Vägen genom Varuträsk är i bra skick och Trafikverket är väghållare. Körlängden är 2,15 km enkel väg och bedöms ta ca 9 min att köra vid 20 km/h. Detta ger möjlighet till 1 omlopp inom 30 min, med ställtid och väntetid, vilket passar till stombusstrafiken på väg 95.

Projektet kommer genomföras i ett brett partnerskap med följande organisationer: Ramboll, Skellefteå kommun, Skellefteå buss, Skellefteå Kraft, Umeå Universitet, Region Västerbotten, RISE.

5.2.1

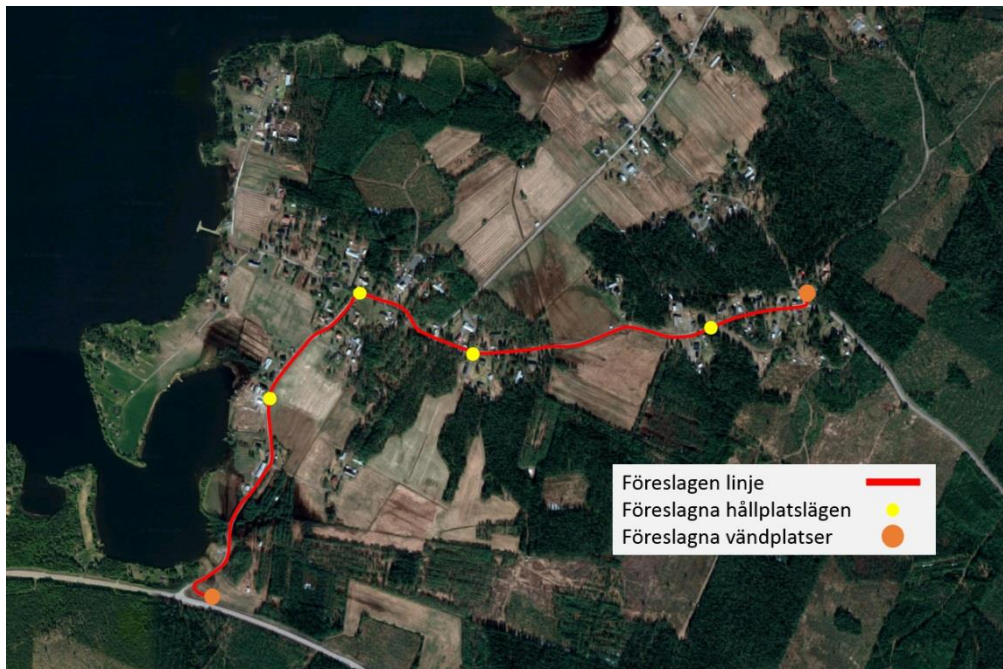
VALT TESTOMRÅDE

Demoprojektet har valts att genomföras i Skellefteå kommun och specifikt i orten Varuträsk. Anledningen till att Varuträsk har valts är dess placering i förhållande till en större trafikled, väg 95, men också på grund av att Varuträsk uppfyller kriteriet om landsbygd mer än övriga alternativ. Det är viktigt att testa i landsbygdsmiljö när det legat till grund för det här för projektet.

Tillämpningen av "the last mile" är möjlig för Varuträsk då området är svårt att förse med konventionell kollektivtrafik på grund av längre omvägar, men framför allt på grund av att en sådan kollektivtrafik är resursineffektiv.

Det viktiga i försöket är inte att bussen ska vara fullsatt varje tur, utan att fler ska vilja testa metoden och övergå till att åka kollektivt. Underlaget i Varuträsk är inte stort men tillräckligt för att genomföra ett test. Test i mer befolkad ort säkerställer ett resandeunderlag, men samtidigt är det just landsbygdstrafik som är avsikten att testa. Dock finns det en minsta omfattning på resandeunderlaget innan kostnaden blir för hög per resenär, men just var denna nivå ligger är också avsikten att demoprojektet skall testa och analysera.

En förutsättning för att testet ska bli lyckat är att den befintliga busstrafiken som trafikerar genom Varuträsk läggs ner. Detta är redan beslutat hos kommunen och länstrafiken och under hösten 2019 kommer Varuträsk inte längre trafikeras av någon busstrafik. Med halvtimmestrafik i högtrafik på väg 95 skapas goda möjligheter att ansluta till ett bra kollektivtrafikutbud med den rullande busskuren. Omloppet på den självkörande bussens rutt är rimlig i förhållande till när busstrafiken angör hållplatsen på väg 95.



Figur 14 - Föreslagen körväg i Varuträsk.

5.2.2

VIKTIGA FAKTORER ATT ANALYSERA OCH TESTA

Det finns många viktiga aspekter att analysera i ett fullskaligt demoprojekt. Framför allt står sig frågan om de självkörande bussarna klarar av det norrländska vinterklimatet i praktiken. De tekniska testerna och utvärderingarna är framför allt intressanta för fordonstillverkaren, som inte tidigare testat fordonet på en sådan nivå som det föreslås i demoprojektet.

Det är även intressant att se hur bra den självkörande småbussen klarar av uppgiften att förse den konventionella busstrafiken med resenärer i en form av matartrafik. Kommer den rullande busskuren att hålla tiden? Kommer bytet att fungera smidigt? Det finns flera liknande frågor som behöver definieras i den kommande ansökan.

Beteende och acceptansfrågorna är mycket intressanta. Undersökningar innan, under och efter demoprojektet är av intresse för att se om resenärens upplevelse och intryck ändras i takt med att demoprojektet pågår och mer blivit en "del av vardagen". Längden på projektet är avgörande för att kunna fånga mer beständiga värderingar. Enkätstudier och djupintervjuer kan vara tekniker för att fånga synpunkter och beteenden.

Hur affärsmodellen kan se ut och hur ansvar och kostnader fördelas för en autonom matarbuss är viktigt att analysera, dels ur ett huvudmannaperspektiv – vilka kostnader innebär det och vilka nyttor skapar det. I första hand ses den aktuella lösningen som en del i det kollektivtrafiksystem som ligger under en

kollektivtrafikhuvudmans ansvar, men andra lösningar är också intressanta att analysera. Analysen kan kombinera kunskaper om affärsmodeller, kunskaper om kollektivtrafiksystem och organisationsformer, och involvera dessa discipliner i projektet. Region Västerbotten, som blir part i demonstrationsprojektet, är i det aktuella testet den regionens kollektivtrafikhuvudman, som är central att involvera och ge synpunkter och värdefulla data i analys kring affärsmodell för en rullande busskur.

Grundstenen i projektet utgörs av demonstrationsprojektet, dvs själva testkörningen av autonom buss i verklig trafik i upp mot 12 månader. Denna testkörning skapar möjligheter att samla data kring resefterfrågan, funktionalitet, kostnader, beteende, teknisk funktion, mm, som i sin tur stödjer de andra aktiviteterna/analyserna.

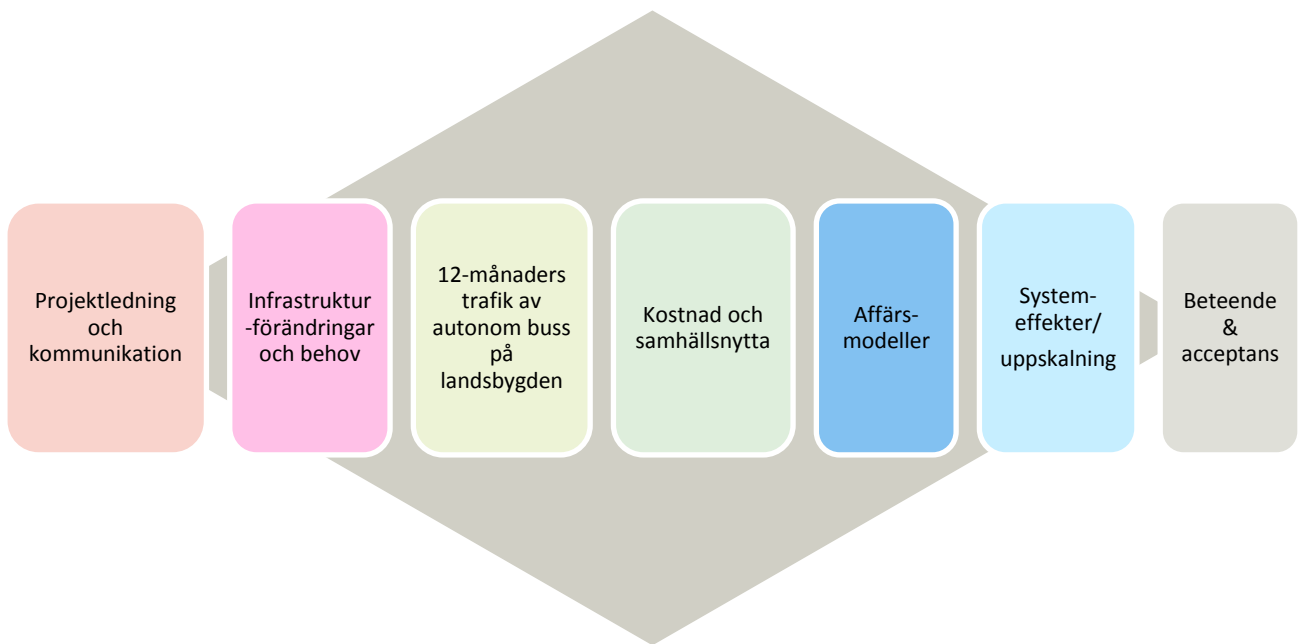
En del i projektet kommer också studera förutsättningarna för att skala lösningen till fler platser i Västerbotten, utifrån stombusslinjer, kostnader, resefterfrågan och befolkning.

5.2.3

TIDPLAN

En tidplan har tagits fram för att skapa en överblick över de ingående momenten i ett fullskaligt demoprojekt. Projektstart planeras till Q1 2019 och slutförande till Q1 2022. Projektet befinner sig nu i Genomförbarhetsstudien Rullande busskur, som ska vara klar i slutet av november 2018. Målet och förhoppningarna är att ett demoprojekt skulle kunna beviljas första kvartalet 2019, innebärande start av inledande studier och förberedelser. Buss i trafik under en 12 månaders testperiod sker först från antingen sommaren 2019 eller sommaren 2020.

Projektet kommer att delas in i ett antal arbetspaket som kommer att svara på projektets syften och mål. Ett antal metoder och tillvägagångssätt används inom respektive WP (work packages). Nedan presenteras föreslagna arbetspaket och innehåll.



Figur 15 - De identifierade arbetspaketen i kommande ansökan.

WP 1. Projektledning och kommunikation

En kommunikationsplan kommer att upprättas så att resultat och erfarenheter kommuniceras ut till en större grupp. En referensgrupp kommer att bildas för projektet.

WP 2. Infrastrukturförutsättningar och behov

Demonstrationen kommer att starta med en testfas för att säkerställa funktionen för fordonet harmonierar med infrastrukturen. Behov av kompletteringar i infrastrukturen analyseras.

WP 3. 12 månaders trafik av autonom buss på landsbygden

Trafikering i befintligt kollektivtrafiksystem och som ersätter dagens linjetrafik. Datainsamling av energieffektivitet, antal resor, beläggning, driftsäkerhet, mm

WP 4. Kostnad och samhällsnytta

Företagsekonomiska och samhällsekonomiska analyser

WP 5. Affärsmodeller

Analysera och utvärdera alternativa tänkbara affärsmodeller för att tillhandahålla en autonom buss. Affärsmodellen skall adressera vilket behov man fyller, vilka kunder/kundsegment som är relevanta och samt hur kunden kan betala för denna tjänst.

WP 6. Systemeffekter/uppskalning - andra möjliga platser utifrån känslighetsanalys av variabler

För att analysera systemeffekter av självkörande fordon i kollektivtrafiknät i landsbygdsområden avser vi utveckla ett verktyg som baseras på storskaliga datadriva simuleringar. Verktyget ska kunna simulera kollektivtrafikfordon (bussar och självkörande matartrafik) i ett vägnät, med syfte för att undersöka effekter på körtider, restidsvariation, resandeefterfrågan, kostnader och tidsbesparingar för olika resenärsgupper.

WP 7. Beteende och acceptans

Metod för detta arbete är enkätstudier och intervjustudier av boende och resenärer.

5.2.4

BUDGET

För att driva ett demonstrationsprojekt behöver de ingående arbetspaketen finansieras. Kostnaden för bussen och själva driften är ett av arbetspaketen och denna kostnad som berörts tidigare uppskattas till cirka 4,5 miljoner kronor för ett år. I den summan ingår alla relaterade kostnader så som inköp av fordon, service, förarlön, utbildning, licens, försäkring, el osv.

I tabellen nedan sammanställs uppskattade kostnader kring vad ett demonstrationsprojekt i Skellefteå kommun skulle kunna kosta, utifrån den ambitionsnivå som diskuterats hittills med presumtiva parter.

Tabell 7 - Projektkostnad för ett demonstrationsprojekt i Skellefteå.

Arbetspaket	Kostnad
WP 1. Projektledning och kommunikation	1 500 000 kr
WP 2. Infrastrukturförutsättningar och behov	1 000 000 kr
WP 3.12 månaders trafik av autonom buss på landsbygden	4 500 000 kr
WP 4. Kostnad och samhällsnytta	1 000 000 kr
WP 5. Affärsmodeller	500 000 kr
WP 6. Systemeffekter/uppskalning	2 500 000 kr
WP 7. Beteende och acceptans	1 000 000 kr
Summa	12 000 000 kr

6. SLUTSATSER

Matartrafik till stombusslinje är ett vanligt fall där en mindre förarlös buss kan skapa god kvalitet till en lägre kostnad än en stor buss. En matartrafik med autonom elektrisk småbuss förväntas skapa en bättre tillgänglighet till en begränsad kostnad, fler resenärer och bättre upptagning för kollektivtrafiken som helhet, skapa ett säkert och tryggt resval, samt mindre klimatutsläpp.

Studien konkluderar att tekniken är mogen för test på landsbygden och under vinterförhållanden. Tester har gjorts i urbana miljöer, men mer rurala områden återstår att testa. Ett projekt i norra Sveriges landsbygd kan bidra till att svara på några av de återstående frågor som finns kring självkörande småbussar. Det finns flera platser inom Skellefteå kommun som kan vara aktuella för ett fullskaligt demonstrationsprojekt och vidare analyser av funktion, beteende, acceptans, kostnader, nyttor, infrastrukturförutsättningar, affärsmodeller och trafikekonomi, är viktiga att genomföra kopplat till en verklig testkörning under en längre tid. Varuträsk har pekats ut som en ort som uppfyller de kriterier som eftersträvas i den här studien.

Det finns en mycket begränsad mängd studier och litteratur som behandlar fallet med autonom buss i landsbygdsmiljö. Begränsningar finns även generellt i leverantörers dokumentation, då en del data och kunskap utgör affärshemligheter.

De tekniska förutsättningarna verkar vara på plats för ett test på landsbygden, men en viktig del är orienterbarheten mot fasta objekt. För teststräckan måste det säkerställas att detta finns i tillräcklig utsträckning utmed sträckan.

Bussen har batterikapacitet för en hel dags körning och batteriet begränsar inte bussens trafik. Hastigheten är dock låg och detta får ses som den begränsande faktorn i testtrafik. Långa rutter är inte möjligt med dessa låga hastigheter.

Bussen navigeringssystem (lidar, kameror, GPS etc) är inne i en stark utvecklingsfas.

Det finns flera tillverkare, men uppgifterna från flera är i dagsläget knapphändiga. De som är mest öppna med specifikationer och priser, samt mest synliga på marknaden och i de tester som genomförts, är Navya och Easymile.

Bussen kan hantera vinterväglag i rimlig omfattning, ungefär i samma utsträckning som normala personbilar, men den behöver en jämn vägbana. Typen av underlag är inte avgörande men det behöver vara jämnt. Gupp och håligheter ger en stötig körning och i stor utsträckning inbromsningar, då fordonet reducerar farten då den ser ojämnheter.

Autonom busstrafik är beroende av bra mobiltäckning (4g) och gps-täckning, vilket kan vara en utmaning i glesbygd.

Kraftiga lutningar på 10% kan vara ett problem för fordonen, speciellt vid dåligt väglag. Kraftiga backar bör därmed undvikas.

På sikt kan trafiken göras anropstyrd, men för ett eventuellt kommande demonstrationsprojekt behöver den operera med hållplatslägen.

Autonom trafik är tillåten som testverksamhet och regleras i *Förordning om försöksverksamhet med självkörande fordon*. En ny lag kring självkörande fordon kan komma att träda ikraft under 2019.

Kostnader per passagerare kommer att bli lägre än för konventionell busstrafik pga av de lägre kostnaderna för förare. Drivmedelskostnaderna blir också lägre, medans fordonskostanden per passagerare blir högre. Hur detta slår finns det vissa indikationer på, men beror såklart på beläggningen, om kostnaden per passagerare är mätetalet. Inköpskostnaden är högre än för normal buss, sett till att det är en mindre buss.

Det finns studier som visar på en relativt positiv syn på autonoma fordon och att resa med dem. Dock anses hastigheten vara för låg i dagsläget.

För ett test krävs ett garage med laddare för nattuppställning, vilket bedöms vara möjligt att ordna på alla tre platserna. Viss infrastruktur Anpassning kan krävas, vilket måste klarläggas och undersökas under den första fasen av ett demoprojekt. Det kan röra sig om fasta objekt att orientera sig mot, lagning av ojämnheter, vändplatser, etc.

I en testverksamhet krävs en "förare", eller värd, ombord på bussen. Det kan därmed vara svårt att få rättvisande resultat för testets del kring beteende och acceptans.

Kostnader är svåra att skatta och behöver bekräftas genom ett riktigt test med buss i trafik. Ett test av autonom buss i landsbygdsmiljö och i vinterklimat bedöms realistiskt och genomförbart. Inga konkreta hinder för det framgår i litteratur eller i diskussion med tillverkare och operatörer.

Partnerskap finns för ett demonstrationsprojekt med partners från akademi, offentliga myndigheter, kollektivtrafikansvariga offentliga organ, forskningsinstitut och privata företag.

Viktiga frågor att studera närmare i kommande projekt är därmed bland annat:

- funktion på landsbygd och strängt vinterklimat
- kraven på infrastrukturen för god driftsäkerhet för autonom busstrafik
- acceptans och beteende hos befolkning och resenärer.
- kostnader och nyttor för en autonom buss som matartrafik till stombusslinje, samt den faktiska kostnaden och nyttan för kollektivtrafikhuvudmannen.

- förutsättningarna för trafik utifrån orters storlek, avstånd till stombusslinjer, mm, dvs möjligheterna till autonom busstrafik i övriga landet.

7. REFERENSER

- 2getthere, 2018. *GRT Vehicle specifications*. [Online]
Available at: <https://www.2getthere.eu/technology/grt-vehicle-specifications/>
[Använd 13 08 2018].
- Berg, J. & Thoresson, K., 2017. *Mobilitet och transportlösningar på landsbygd - En internationell litteraturstudie*, Linköping: VTI.
- Bösch, P. M., Becker, F., Becker, H. & Axhausen, K. W., 2017. *Cost-based analysis of autonomous mobility services*, Zürich: IVT.
- Continental, 2015. *Mobility study 2015*, u.o.: Continental.
- Habibovic, A., Amanuel, D. M. & Wedlin, J., 2017. *Omvärldsanalys, RISE*, -: RISE.
- Hafmar, P., 2018. *Självkörande bussar i Kista* [Intervju] (28 06 2018).
- Hultén, J. o.a., 2018. *Vilken framtid har bussen?*, Lund: K2.
- König, M. & Neumayr, L., 2017. Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car.. *Transportation research part F*, Issue 44, pp. 47-52.
- Navya, 2018. *Navya technology*. [Online]
Available at: <https://navya.tech/en/intelligence-en/system/>
[Använd 03 07 2018].
- NCTR, 2016. *Evaluation of Automated vehicle technology for transit - 2016 update*, Florida : National center for transit research .
- Nordhoff, S. o.a., 2017. *User acceptance of automated shuttles in Berlin-Schöneberg: A questionnaire study*. Strasbourg, European Congress.
- POWER, J., 2017. *J.D. POWER*. [Online]
Available at: <http://www.jdpower.com/press-releases/jd-power-2017-us-tech-choice-study>
[Använd 12 07 2018].
- Regeringen 2017:309, u.d. *Förordning (2017:309) om försöksverksamhet med självkörande fordon*. u.o.: Regeringskansliet.
- Regeringen, 2016. *Vägen till självkörande fordon - försöksverksamhet*. [Online]
Available at: <http://www.regeringen.se/rattsdokument/statens-offentliga-utredningar/2016/03/sou-201628/>
[Använd 20 06 2018].
- Roland Berger, 2018. *Reconnecting the rural*, Frankfurt: Roland Berger.
- RTS, 2106. *Succes public pour la navette sans conducteur testée à sion*. [Online]
Available at: <http://www.rts.ch/info/regions/valais/7908072-succes-public-pour-la-navette-sans-conducteur-testee-a-sion.html>
[Använd 10 01 2018].
- SAE, 2018. *SAE International*. [Online]
Available at: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/
[Använd 12 07 2018].
- SOU, 2016. *Vägen till självkörande fordon - försöksverksamhet*, Stockholm: Statens Offentliga Utredningar.
- Sveriges Kommuner och Landsting , 2012. *Ko/TRAST*, Stockholm: Sveriges Kommuner och Landsting .
- Sveriges Kommuner och Landsting, 2018. *Automatiserade fordon - i lokal och regional miljö*, Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.

Sveriges Radio, 2017. *Stora tester av självkörande fordon drar igång i Sverige.*
[Online]
Available at:
<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=83&artikel=6828521>
[Använd 27 11 2017].

Tilegrim, J. & Hållén, C., 2017. *Självkörande fordon och transportpolitiska mål - Rapport 2017:20*, Stockholm: Trafikanalys.

Transportnet, 2017. *Lagstiftning om autonoma fordon i otakt med verkligheten.*
[Online]
Available at:
https://www.transportnet.se/article/view/495692/lagstiftning_om_autonoma_fordon_i_otakt_med_verkligheten
[Använd 10 1 2018].

Transportstyrelsen, 2018. *Fordon.* [Online]
Available at: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Om-transportstyrelsen/Avgifter/Vagtrafik/Avgifter-for-tillstands--och-andra-provningar/Fordon/>
[Använd 12 1 2018].

Wirén, A., 2016. *Kollektivtrafik och autonoma fordon. A match made in heaven?*, Lund: Lunds Universitet.

BILAGA

