

Förstudie för storskalig behovsstyrd kollektivtrafik för ett ökat resande



Författare: XXXXXXX

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

VOLVO

vis

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	4
3 Bakgrund.....	5
4 Syfte och metod	6
4.1 Syfte	6
4.2 Metod	6
5 Mål	7
6 Resultat och måluppfyllelse	7
6.1 Resultat	7
6.2 Måluppfyllelse.....	14
7 Spridning och publicering	15
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	15
8 Slutsatser och fortsatt forskning	15
8.1 Slutsatser	15
8.2 Fortsatt forskning	17
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	17

Kort om FFI

www.vinnova.se/ffi

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

Läs mer på

1 Sammanfattning

Det finns ett antal väl kända orsaker till att kollektivtrafik har svårt att konkurrera med andra resealternativ, och framför allt med bilpendlande. Några av de viktigaste är låg tillgänglighet, avstånd till hållplatser och långa restider. För att uppmuntra människor att resa kollektivt i stället för med personbilar krävs att kollektivtrafiken erbjuder lättillgängliga, snabba och kostnadseffektiva alternativ. Ett sätt att öka tillgängligheten, som redan visat sig lyckad i småstäder är en on-demand lösning i stället för, eller i samspel med, den linjelagda kollektivtrafiken. On-demand är ett trafikkoncept som bygger på beställningsbara kollektiva resor i realtid, som kopplar ihop resenärer med befintliga knutpunkter så att man kan resa när, hur och vart man vill.

I denna förstudie undersöks hur Linköping stad kan implementera on-demand i större skala. Det finns idag inte någon storskalig on-demand trafik i Sverige. Det beror till stor del på att tekniken är ny samt att det saknas modeller för att göra det i stor skala.

Vi har använt oss av SpareLabs simuleringsverktyg "Realize" för att illustrera och beräkna effekterna av en storskalig implementation av on demand. Verktygets simuleringar baseras på olika data set, till exempel befolkning, befolkningstäthet och restidkvoter. Vidare gör vi bedömningar av vilken adoptionsgrad tjänsten kommer ha samt effektivitet baserat på typ av lösning.

Fem scenarion har simulerats för att bedöma deras potential och lämplighet för en storskalig on demand implementation i Linköping.

1. Seniortransporter

Tjänsten syftar till att fånga en kundgrupp som idag har utmaningar att ta sig till och från kollektivtrafiken och/eller har utmaningar med att resa kollektivt. Resandet skulle sannolikt variera från 53–208 dagliga resor, vilket kräver 3–7 fordon och 24–63 fordonstimmar per dag. Effektiviteten för den här tjänsten skulle vara mellan 2,2–3,3 passagerare per fordonstimmar och en samåkningsgrad på 43–80 %.

2. Resor med höga restidkvoter

Tjänsten görs tillgänglig för de invånare som bor i områden där kollektivtrafiken inte är konkurrenskraftig jämfört med bil för vissa turer. I detta scenario gjordes analyser över restidkvoter mellan utvalda områden i Linköping till viktiga arbetsplatser, där vi valde fyra områden med höga restidkvoter och med ett högt antal pendlare. Urvalet av områden och målpunkter blev Ryd, Lambohov, Skäggetorp och Tallboda. Resandet skulle sannolikt vara högst för Skäggetorp, följt av Ryd och Lambohov med sannolikt något lägre för Tallboda. Resandet i Skäggetorp skulle kräva 2–4 fordon och Ryd och Lambohov 2–3 fordon för att uppnå god kundupplevelse, medan Tallboda endast skulle kräva 1 fordon på grund av betydligt lägre antal resenärer.

3. Första och sista kilometern

Det här förslaget använder on demand trafik för att transportera resenärer till den fasta linjetrafiken för vidare resor mot Linköping stad. Detta genom att bygga effektiva första/sista kilometern (FMLM) zoner. För detta scenario identifierades fyra områden, Lingham, Ljungsbro/Berg, Mantorp och Östra harg/Östra Skrukeby. Resandet skulle troligen vara högst i Ljungsbro/Berg, följt av Lingham och Mantorp, och det lägsta antalet resenärer skulle vara i Östra Skrukeby. Ljungsbro/Berg samt Lingham skulle sannolikt kräva 2–3 fordon för att uppnå god kundupplevelse, medan Mantorp och Östra Skrukeby endast skulle kräva 1–2 fordon.

4. Ersätta linjelagd trafik på natten

Förslaget syftar till att ersätta den fasta linjelagda trafiken under perioder med låg produktivitet

med on demand. I scenariot tittar vi på kväll/natt vilket i våra simuleringar sträcker sig från 23.00-01.00 söndag-torsdag och 23.00-04.00 på fredag-lördag. I förslaget simulerar vi att alla fasta linjer som trafikerar inom angivna öppettider ersätts med on demand för Linköpings kollektivtrafik. Resandet skulle sannolikt variera från 294 resor per dag på en typisk vardag till över 2 200 resor per dag på en helgdag. Detta skulle kräva mellan 20–88 fordon, och effektiviteten för denna tjänst skulle vara hög med ca 5 passagerare per fordonstimme och en samåkningsgrad på 78–86 %.

5. Kombinera scenario 1 och 2

I detta scenario visar vi ett exempel på hur delning av fordon mellan två tjänster kan bidra till minskat behov av fordonsresurser och därmed sänkta kostnader. I exemplet kombinerar vi Scenario 1 (seniortransporter) med scenario 2 (resor med höga restidkvoter), och mer specifikt resor från Skäggetorp i scenario 2. Simuleringen visar att kombinationen av scenario 1 och scenario 2 skulle leda till en besparing av 2 fordon och 11 färre fordonstimmar, vilket ökar fordonseffektiviteten med 0,4 passagerare per fordonstimme (ca 15%).

2 Executive summary in English

There are several well-known reasons why public transportation struggles to compete with other travel options, especially car commuting. Some of the most important ones are low accessibility, distance to stops, and long travel times. To encourage people to use public transportation instead of private cars, it is necessary for public transportation to offer easily accessible, fast, and cost-effective alternatives. One way to increase accessibility, which has already proven successful in smaller cities, is an on-demand solution instead of, or in combination with, scheduled public transportation. On-demand is a traffic concept based on real-time bookable public transportation that connect travelers with existing hubs, allowing them to travel when, how, and where they want.

This preliminary study explores how the city of Linköping can implement on-demand on a larger scale. There is currently no large-scale on-demand traffic in Sweden. This is probably due to the newness of the technology and the lack of models for large-scale implementation.

We have used Spare Labs' simulation tool "Realize" to illustrate and calculate the effects of a large-scale implementation of on-demand. The tool's simulations are based on various datasets, such as population, population density, and travel time ratios. Furthermore, we make assessments of the adoption rate the service would likely have and its efficiency based on the type of solution.

Five scenarios have been simulated to assess their potential and suitability for a large-scale on-demand implementation in Linköping.

1. Senior Transportation

This service aims to capture a customer group that currently faces challenges in accessing and using public transportation. Likely daily travel would vary from 53 to 208 trips, requiring 3 to 7 vehicles and 24 to 63 vehicle hours per day. The efficiency of this service would be between 2.2 to 3.3 passengers per vehicle hour and a carpooling rate of 43 to 80%.

2. High Travel Time Ratio Trips

This service is made available to residents living in areas where public transportation is not competitive with cars for certain journeys. In this scenario, analyses were conducted on travel time ratios between selected areas in Linköping to important workplaces. Four areas with high travel time ratios and a high number of commuters were chosen: Ryd, Lambohov, Skäggetorp, and Tallboda. Likely, travel would be highest for Skäggetorp, followed by Ryd and Lambohov, with likely slightly lower numbers for Tallboda. Travel in Skäggetorp would require 2 to 4

vehicles, while Ryd and Lambohov would require 2 to 3 vehicles to provide a good customer experience. Tallboda would only require 1 vehicle due to significantly fewer travelers.

3. First and Last mile

This proposal uses on-demand traffic to transport travelers to fixed-line traffic for further travel towards Linköping city, by building efficient first/last mile (FMLM) zones. For this scenario, four areas were identified: Lingham, Ljungsbro/Berg, Mantorp, and Östra Harg/Östra Skrukeby. Likely, travel would be highest in Ljungsbro/Berg, followed by Lingham and Mantorp, with the lowest number of travelers in Östra Harg/Östra Skrukeby. Ljungsbro/Berg and Lingham would likely require 2 to 3 vehicles to provide a good customer experience, while Mantorp and Östra Harg/Skrueby would only require 1 to 2 vehicles.

4. Replacing Scheduled Night Traffic

The proposal aims to replace fixed scheduled traffic during periods of low productivity with on-demand services. In this scenario, we look at evening/night hours, which in our simulations range from 11:00 PM to 1:00 AM Sunday to Thursday and 11:00 PM to 4:00 AM on Friday and Saturday. We simulate that all fixed routes operating within the specified hours are replaced with on-demand services for Linköping's public transportation. Likely, travel would vary from 294 trips per day on a typical weekday to over 2,200 trips per day on a weekend day. This would require between 20 to 88 vehicles, and the efficiency of this service would be high, with approximately 5 passengers per vehicle hour and a carpooling rate of 78 to 86%.

5. Combining Scenario 1 and 2

In this scenario, we demonstrate an example of how sharing vehicles between two services can reduce the need for vehicle resources and thus lower costs. In the example, we combine Scenario 1 (senior transportation) with Scenario 2 (high travel time ratio trips), specifically trips from Skäggetorp in Scenario 2. The simulation shows that the combination of Scenario 1 and Scenario 2 would result in a savings of 2 vehicles and 11 fewer vehicle hours, increasing vehicle efficiency by 0.4 passengers per vehicle hour (approximately 15%)

3 Bakgrund

Transportsystemet är satt under stark press från flera håll. Det finns ett omfattande förändringstryck med behov av lägre miljöpåverkan, högre tillgänglighet och effektivitet samt bättre trafiksäkerhet. Urbanisering och befolkningsökning, med större trängsel och längre vardagspendling som följd, ökar ytterligare trycket på systemet. Dagens blandning av trafikslag, med stora inslag av personbilstransport, kommer inte klara av att tillgodose samhällets behov. Enligt Trafikverkets rapport för långsiktig planering av infrastruktur skall koldioxidutsläppen minska med 70 procent till 2030 (Trafikverket, 2020). Detta förutsätter inte bara ökat användande av biodrivmedel och elektrifiering utan också mindre trafik. Ett sätt att minska mängden trafik är att fler reser kollektivt. Kollektivt resande leder till minskad negativ miljöpåverkan och minskad trängsel i trafiken jämfört med personbilar. Trängsel leder både till fler skador och dödsfall i trafiken och till lägre effektivitet i trafiksystemet. Ökat kollektivt resande leder alltså till ökad ekologisk och social hållbarhet.

Resandet inom svensk kollektivtrafik har minskat på grund av Covid-19 pandemin (WSP, 2022) och har skapat en svår finansieringssituation för svenska kollektivtrafikmyndigheter där intäkterna från resenärerna är mindre, totalt över 10mdkr (Svensk Kollektivtrafik, 2021). Samtidigt har kostnaderna ökat för kollektivtrafiken, nu än mer påverkade av en energikris. Dessa förutsättningar skapar en underfinansierad kollektivtrafik som hittills kompenseras kortsiktigt med att skjuta till skattemedel. Risken finns att kollektivtrafiken hamnar i en negativ spiral då regioner börjar skära i kollektivtrafiken för att nå en budget i balans vilket kommer generera färre resenärer och i sin tur mindre intäkter. En växande kollektivtrafik behövs för att

möta samhällets utmaningar och en hållbar omställning av transportsektorn.

Det finns ett antal väl kända orsaker till att kollektivtrafik har svårt att konkurrera med andra resealternativ, och framför allt med bilpendlande. Några av de viktigaste är låg tillgänglighet, avstånd till hållplatser och långa restider. För att uppmuntra människor att resa kollektivt istället för med personbilar krävs alltså att kollektivtrafiken erbjuder lättillgängliga, snabba och kostnadseffektiva alternativ. Detta är ett område som kan adresseras på flera nivåer, alltifrån användarupplevelsen till hur det kollektivtrafiknätverket struktureras.

En av nyckelfaktorerna för mer kollektivt resande är alltså högre tillgänglighet, det vill säga att turlarna går tillräckligt ofta och att stationer/hållplatser inte ligger för långt bort. För att hantera detta krävs ökad turtäthet, breddning av tjänsterna till täcka nya bostadsområden och bättre integration mellan olika trafikslag.

Ett sätt att öka tillgängligheten, som redan visat sig lyckad i småstäder, är en on-demand lösning i stället för, eller i samspel med, den linjelagda kollektivtrafiken. On-demand är ett trafikkoncept som bygger på beställningsbara kollektiva resor i realtid, som kopplar ihop resenärer med befintliga knutpunkter så att man kan resa när, hur och vart man vill. Dessa reseförfrågningar knyts ihop via en algoritm för att bussen ska kunna transportera så många resenärer som möjligt, att resan ska gå så snabbt som möjligt för resenärerna samt att fordonet ska köra så kort sträcka som möjligt. Genom att resenärer beställer sina resor kan trafiken optimeras utifrån behov snarare än fasta tidtabeller.

4 Syfte och metod

4.1 Syfte

I denna förstudie undersöks hur Linköping stad kan implementera on-demand i större skala. Vid implementationen av on-demand i Säffle ökade det kollektiva resandet med över 800%. Idag är årsprognosen i Säffle mellan 25.000-30.000 resenärer årligen med en mindre buss. Skulle en större implementation kunna åstadkomma en liknande fyllnadsgrad genom att helt eller delvis implementera on-demand kommer resandet drastiskt att öka, med högre intäkter och bättre kundnöjdhet till samma kostnadsbas eller lägre för kollektivtrafiken.

Det finns idag inte någon storskalig on-demand trafik i Sverige, det beror till stor del på att tekniken är ny samt att det saknas modeller för att göra det i stor skala. Erfarenheter från andra piloter visar att on demand-trafiken behöver användas parallellt över befintlig grundtrafik innan nedskärningar och justeringar görs. Detta för att vänja resenärerna samt att optimera lösningen för maximalt resande med hjälp av avancerade modeller och simuleringar.

Projektet kommer undersöka möjligheterna kring att nyttja en digital tvilling, det vill säga en digital visualisering och simulering av resandet och hur påverkan blir med olika on-demand scenarier. I nuläget är det svårt att organisera och visualisera data på ett sätt där man kan få hjälp att förutspå och simulera förändringar – vilket i framtiden troligtvis kommer vara en självklar del kopplat till internet of vehicles (IoV).

Denna förstudie syftar till att ta fram förslag på hur on demand kan införas i stor skala i allmänhet och i Linköping stad i synnerhet. För att bättre förstå värdet av lösningen kommer en ekonomisk analys genomföras där projektet ser över effekten av en storskalig implementation. Förstudien kommer också ta fram ett förslag på projektplan för implementering av förslag.

4.2 Metod

Vi har använt oss av Spare Labs simuleringsverktyg "Realize" för att illustrera och beräkna effekterna av en storskalig implementation av on demand. Verktygets simuleringar baseras på ett

antal datapunkter, till exempel befolkning, befolkningstäthet och restidkvoter, men varierar beroende på scenario. Vidare gör vi bedömningar av vilken adoptionsgrad varje scenario kommer ha samt effektivitet baserat på typ av lösning.

Fem scenarion för hur en storskalig implementation av on demand skulle kunna se ut för Linköping stad har tagits fram. Samtliga scenarion har simulerats utifrån samma parametrar.

- Förväntat resande – Antal resenärer per dag vilket beräknas baserat på en adoptionsgrad av total marknad.
- Behov av fordon – Antalet fordon som krävs per dag för att hantera alla resenärer.
- Fordonstimmar – Antalet timmar per dag som tjänsten bör erbjudas.
- Effektivitet - Ett mått för antalet passagerare som reser per fordon och timme.
- Väntetid – Medianväntetid för passagerare.
- Samåkningstrad – Procent av alla resor med minst 2 passagerare i bussen.

5 Mål

Nedan beskrivs projektets mål.

- Öka det kollektiva resandet genom högre tillgänglighet
- Ekonomisk balans för kollektivtrafiken
- Möjliggöra för snabbare implementation och större effekt vid storskaliga on-demand lösningar för kollektivtrafiken

6 Resultat och måluppfyllelse

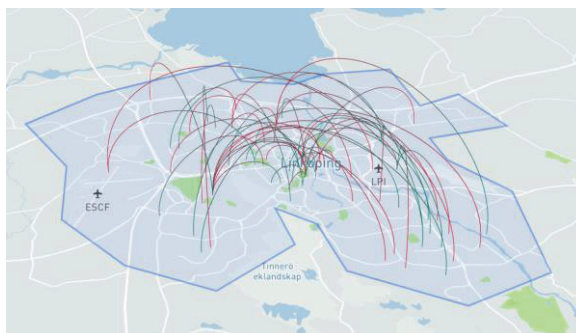
6.1 Resultat

I detta stycke presenterar vi resultatet av de analyser och simuleringar som vi genomfört i projektet.

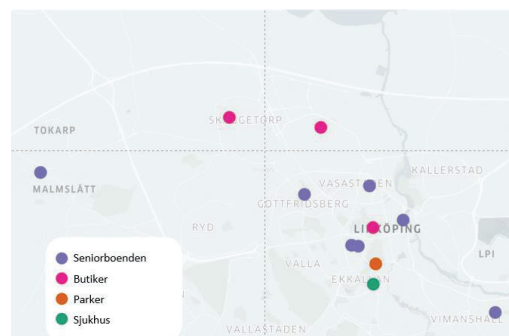
Scenario 1 – Seniortransporter

Tjänsten syftar till att fånga en kundgrupp som idag har utmaningar att ta sig till och från kollektivtrafiken eller utmaningar med att resa i kollektivtrafik. Detta kan handla om att det saknas tillgängliga eller anpassade sittplatser eller att hållplatser ligger för långt ifrån resenären. Att minska social isolering bland seniorer har visat sig ha viktiga positiva fördelar för kognitiv funktion och övergripande hälsa, vilket i sin tur leder till betydande vårdbesparingar.

För scenario 1 använde vi högupplösta befolkningstäthetskartor för personer som är 65 år eller äldre i Linköpingsregionen (se figur 1,2).



Figur 1 Simulering av Scenario 1



Figur 2 Målpunkter för seniorresor

Resultaten för scenario 1 visas i tabellen nedan. Resandet skulle sannolikt variera från 53–208 dagliga resor, vilket kräver 3–7 fordon och 24–63 fordonstimmar per dag. Effektiviteten för den här tjänsten skulle vara mellan 2,2–3,3 passagerare per fordonstimme (PPVH) och en samåkningsgrad på 43–80 %. Den här tjänsten kan kannibalisera på vissa fasta rutten vilket minskar den potentiella effektiviteten för de fasta rutterna, men det är svårt att förutsäga med hur mycket.

	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Lågt resande	53	3	24	2.2	15	43%
Högt resande	208	7	63	3.3	28	80%

Scenario 2 – Resor med höga restidkvoter

Tjänsten görs tillgänglig för de invånare som bor i områden där kollektivtrafiken inte är konkurrenskraftig jämfört med bil för vissa turer. Restidkvot är ett begrepp som baseras på restiden med kollektivtrafik jämfört med restiden med bil. Om restidkvoten till exempel är 2 betyder det att kollektivtrafiken tar 2 gånger längre tid jämfört med bil. I detta scenario erbjuds enbart on demand för de sträckor där restidkvoten är högre än två. Fokus i detta scenario är att fånga upp resenärer som idag väljer bort kollektivtrafiken när den tar för lång tid.

Inför simuleringen gjordes analyser över restidkvoter mellan utvalda områden i Linköping till viktiga arbetsplatser, där vi valde fyra områden med restidkvoter över två och med ett högt antal pendlare. Urvalet av områden och målpunkter blev Ryd, Lambohov, Skäggetorp och Tallboda (se figur 3).

	Travel time ratio						
	Skäggetorp	Ryd	Lambohov	Tallboda	Malmslätt	Sturefors	Ekholmen
Linköping resecentrum	2.4	1.1	1.6	1.7	1.5	1.0	1.5
Universitetet	4.2	2.6	2.0	1.8	3.0	2.0	1.7
Sjukhuset	2.7	1.7	1.9	1.7	1.8	1.4	1.6
Tornby Park	2.7	2.2	2.8	2.1	2.2	1.4	1.4
SAAB (Norra Porten)	2.5	2.0	2.8	4.0	1.8	2.7	3.2
Industriområde nordöst (västra delen)	3.0	2.6	2.3	3.0	2.2	1.5	1.9
Industriområde nordöst (östra delen)	2.4	2.0	2.4	0.5	2.1	1.8	2.8
Malmslätt	3.6	3.0	2.9	2.4	2.0	1.8	2.0
	Number of work commuters						
	Skäggetorp	Ryd	Lambohov	Tallboda	Malmslätt	Sturefors	Ekholmen
Linköping resecentrum	148	513	842	81	285	117	159
Universitetet	88	132	329	100	156	159	218
Sjukhuset	392	152	242	182	245	149	256
Tornby Park	93	93	188	153	138	163	237
SAAB (Norra Porten)	177	135	156	145	110	79	150
Industriområde nordöst (västra delen)	42	29	77	25	360	39	41
Industriområde nordöst (östra delen)							
Malmslätt							

Ryd connections:

- University
- Tornby Park
- SAAB
- Industriområde
- Malmslätt

Skäggetorp connections:

- Linköping centre
- University
- Sjukhuset
- Tornby Park
- SAAB
- Industriområde
- Malmslätt

Lambohov connections:

- University
- Tornby Park
- SAAB
- Industriområde
- Malmslätt

Tallboda connections:

- Industriområde

Figur 1 Restidkvoter mellan utvalda områden i Linköping och målpunkter med höga restidkvoter

Resultaten från simuleringarna av scenario 2 presenteras i tabellen nedan. Resandet skulle sannolikt vara högst för Skäggetorp, följt av Ryd och Lambohov. Det lägsta antalet passagerare skulle sannolikt vara i Tallboda. Skäggetorp skulle sannolikt kräva 2-4 fordon och Ryd och Lambohov 2–3 fordon för att uppnå god väntetid, medan Tallboda endast skulle kräva 1 fordon på grund av betydligt lägre antal resenärer. Det är möjligt att införande av on demand i dessa områden och målpunkter kan kannibalisera något på befintlig linjelagd trafik men effekten uppskattas liten då den primärt fångar upp resenärer som väljer bort kollektivtrafiken idag på grund av lång restid.

Skäggetorp	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Lågt resande	33	2	16	2.1	14	42%
Högt resande	154	4	32	4.8	23	78%
Ryd	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Lågt resande	27	2	14	1.9	13	49%
Högt resande	110	3	24	4.6	24	76%
Lambohov	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Lågt resande	23	2	14	1.6	13	41%
Högt resande	101	3	24	4.2	21	77%
Tallboda	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Lågt resande	9	1	5	1.8	11	31%
Högt resande	25	1	6	4.2	16	69%

Scenario 3 – Första och sista kilometern

Det här förslaget använder on demand trafik för att transportera resenärer till den fasta linjetrafiken för vidare resor mot Linköping stad. Detta genom att bygga effektiva första och sista kilometern (FMLM) zoner. I många av dessa fall saknas tillgänglig kollektivtrafik nära hemmet vilket riskerar att minska resandet med de fasta linjerna.

Vi identifierade vi fyra områden och simulerade mobilitetsmönster till och från naven (bytespunkten till linjelagd trafik) (se figur 4). Nedan presenteras kriterierna för dessa områden.

- 1) Det finns en stomlinje eller motsvarande som kan transportera resenärerna till slutdestinationen (Linköping).
- 2) Minst 1000 potentiella resenärer i området.
- 3) Området saknar idag kollektivtrafik för "första och sista kilometern".



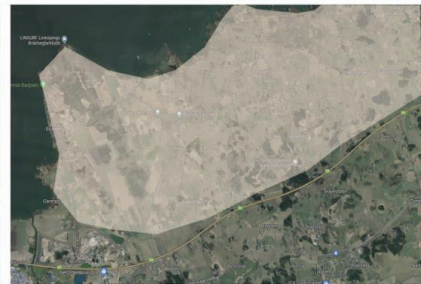
Linghem
Population:
 2,800
FMLM hubs:
 Station
Daily passenger
trips to city*:
 500–525



Ljungsbro/Berg
Population:
 6,600
FMLM hubs:
 Bus stations
Daily passenger
trips to city*:
 975–1,025



Mantorp
Population:
 3,700
FMLM hubs:
 Station, Grocery store
Daily passenger
trips to city*:
 450–475



Östra harg/Östra Skrukeby
Population:
 1,000
FMLM hubs:
 Ekängen or Linghem (no buses)

* Average daily ridership supplied by Östgötatrafiken
 © Spare 2023

Figur 2 Fyra utvalda zoner för FMLM resor

I tabellen nedan presenteras resultatet från simuleringarna av FMLM. Resandet skulle troligen vara högst i Ljungsbro/Berg, följt av Linghem och Mantorp, och det lägsta antalet resenärer skulle vara i Östra Harg/Östra Skrukeby. Anledningen till det låga resandet i Östra Harg/Östra Skrukeby beror framför allt på en lägre befolkning i kombination med större geografisk yta. Ljungsbro/Berg samt Linghem skulle sannolikt kräva 2–3 fordon för att uppnå god kundupplevelse, medan Mantorp och Östra Harg/Östra Skrukeby endast skulle kräva 1–2 fordon. Dessa FMLM-områden kan bidra till fler resor på de fasta linjerna, eftersom tjänsten kommer tillgängliggöra kollektivtrafiken för fler personer inom området som idag har långt till den linjelagda trafiken.

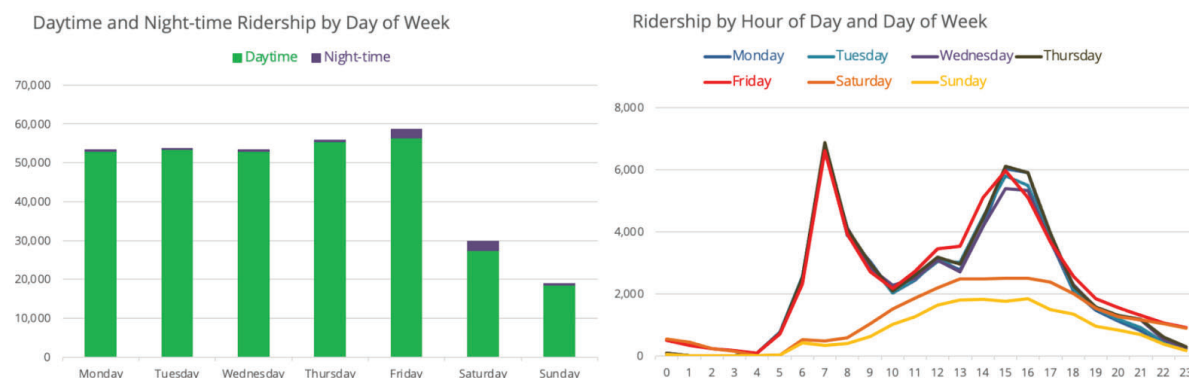
	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Linghem						
Lågt resande	43	2	12	3.6	16	64%
Högt resande	122	2	24	5.1	25	83%
Ljungsbro och Berg						
Lågt resande	64	2	21	3.0	13	55%
Högt resande	163	3	34	4.8	24	83%
Mantorp						
Lågt resande	28	1	10	2.8	14	52%

Högt resande	81	2	18	4.5	27	81%
Östra Skrukeby	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Lågt resande	10	1	5	2.0	18	37%
Högt resande	41	2	10	4.1	29	79%

Scenario 4 – Ersätta linjelagd trafik på natten

Förslaget syftar till att ersätta den fasta linjelagda trafiken under perioder med låg produktivitet med en on demand tjänst. I scenariot tittar vi på kväll och nattetid vilket i våra simuleringar sträcker sig från 23.00-01.00 söndag-torsdag och 23.00-04.00 på fredag-lördag. Tjänsten är attraktivt för resenärer som får en mer flexibel och dynamisk kollektivtrafik vilket potentiellt kan leda till en långsiktig ökning av resandet. Målbilden med detta förslag är att sänka den operationella kostanden för trafiken och samtidigt förbättra erbjudandet.

I förslaget simulerar vi att alla fasta linjer som trafikeras inom angivna öppettider ersätts med on demand. Baserat på resedata från Östgötatrafiken kan vi konstatera att kväll och nattrafik är en liten del av det totala resandet. Resandet på kväll och nattetid motsvarar ungefär 1% av totalt resande under dagarna söndag-torsdag och mellan 4-8% under dagarna fredag-lördag då kvälls- och nattresandet är högre (se figur 5).



Figur 3 Dag- och nattresande med kollektivtrafik i Linköping

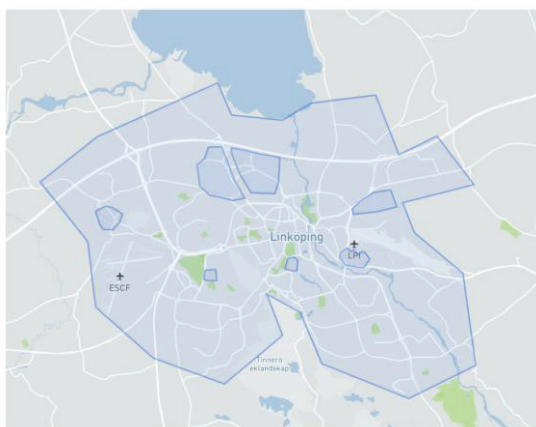
Simuleringsresultatet för scenario 4 visas i tabellen nedan. Resandet skulle sannolikt variera från 294 resor per dag på en typisk vardag till över 2 200 resor per dag på en helgdag. Detta skulle kräva mellan 20–88 fordon, och effektiviteten för denna tjänst skulle vara hög, ca 5 passagerare per fordonstimme och en samåkningsgrad på 78–86%. Den höga effektiviteten i detta scenario kommer framför allt från det faktum att on-demand-tjänsten inte har någon konkurrens från det fasta linjenätet. Våra simuleringar förutsätter därför att resenärerna skulle kunna vänta något längre (~10 minuter längre i genomsnitt) på en resa jämfört med dagtid, i utbyte mot en högre kvalitet och flexibilitet. Genom att förlänga väntetiderna något och därmed slå ihop fler resor kommer staden att kunna uppnå ett effektivt on-demand erbjudande.

	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa)
--	------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	---

						med en annan passagerare
Lågt resande	294	20	60	4.9	18	78%
Högt resande	2200	88	440	5.0	20	86%

Scenario 5 – Kombinera scenario 1 och 2

I detta scenario delar vi ett exempel på hur delning av fordon mellan två tjänster kan bidra till minskat behov av fordonsresurser och därmed sänkta kostnader. I exemplet kombinerar vi Scenario 1 (seniortransporter) med scenario 2 (resor med höga restidkvoter), och mer specifikt resor från Skäggetorp i scenario 2 (se figur 6). I detta fall har vi antagit att de fordon som används för Scenario 1 kommer ha viss kapacitet över som delvis kan utnyttjas genom att hämta resenärer från scenario 2, och resterande resenärer från scenario 2 tillgodoses med hjälp av ytterligare fordon vid behov.



Figur 4 Kombinerade servicezoner scenario 1 området tillsammans med Skäggetorp och utvalde målpunkter från scenario 2

Resultaten för simuleringarna av scenario 5 presenteras i tabellen nedan. I detta fall har vi valt att utgå från ett förväntat resande som ligger mellan "lågt resande" och "högt resande" från tidigare simuleringar då en för hög effektivitet i grunden inte ger samma utrymme ökad effektivitet. Simuleringen visar att kombinationen av scenario 1 och scenario 2 leder till en besparing på 2 fordon och 11 färre fordonstimmar, vilket ökar fordonseffektiviteten med 0,4 passagerare per fordonstimme (ca 15%). Kombination av två tjänster kan med andra ord vara ett lämpligt och kostnadseffektivt sätt att göra besparingar vid storskalig implementation av on demand.

	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)	Väntetid (median)	Samåkningsgrad (procent av resor då en passagerare delar resa med en annan passagerare)
Scenario 1	161	7	63	2.6	16	50%
Scenario 2	80	4	32	2.5	15	56%
Kombination Scenario 1 och 2	241	9	84	2.9	17	59%
Besparing	-	-2	-11	+0.4	-	-

Resultaten från de fem scenarierna som diskuterats ovan sammanfattas i tabellen nedan.

	Förväntat resande (dagligt)	Behov av fordon (dagligt)	Fordonstimmar (dagligt)	Effektivitet (passagerare per fordonstimme)
Scenario 1 Seniorresor	53–207	3–7	24–63	2.2–3.3
Scenario 2 (Skäggetorp)	33–154	2–4	16–32	2.1–4.8
Scenario 2 (Ryd)	27–110	2–3	14–24	1.9–4.6
Scenario 2 (Lambohov)	23–101	2–3	14–24	1.6–4.2
Scenario 2 (Tallboda)	9–25	1	5–6	1.8–4.2
Scenario 3 (Linghem)	43–122	2–3	12–24	3.5–5.1
Scenario 3 (Ljungsbro/Berg)	64–163	2–3	21–34	3.0–4.8
Scenario 3 (Mantorp)	28–81	1–2	10–18	2.8–4.5
Scenario 3 (Östra Skrukeby)	10–41	1–2	5–10	2.0–4.1
Scenario 4 (Natt)	294–2 200	20–88	60–440	4.9–5.0
Scenario 5 (Kombination)	241	9	84	2.9

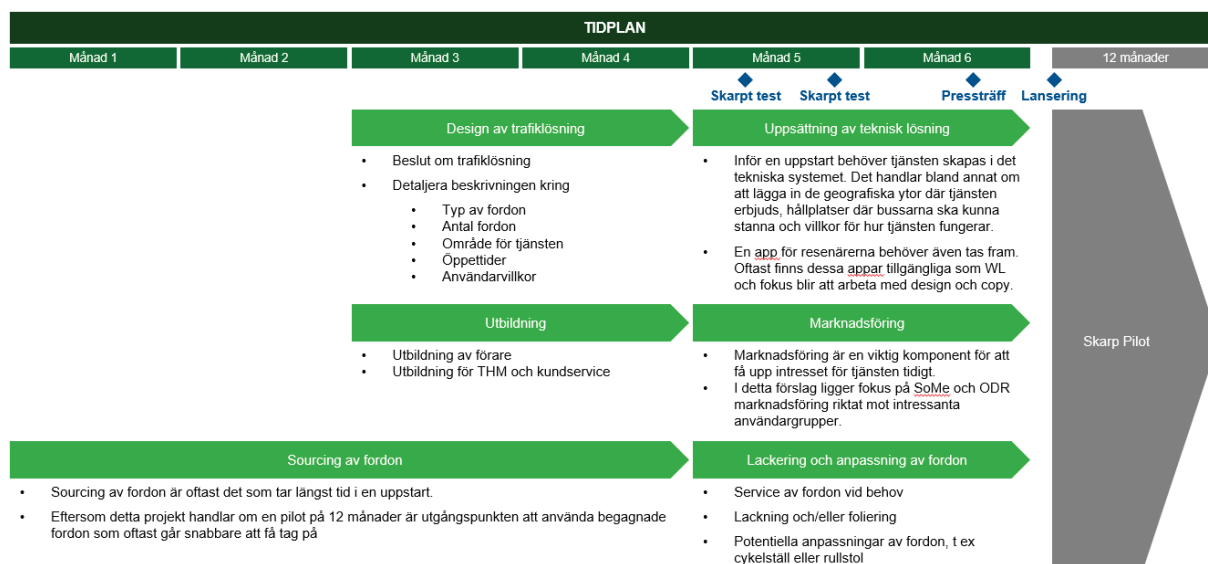
Ekonomisk analys

I detta kapitel jämför vi hur ekonomin för varje scenario ser ut baserat på kvalificerade antaganden att kostanden för en buss är 500kr per timme i drift samt att intäkten per passagerare är 22kr per resa. Analyserna utgår från de simuleringarna med högt resande. Simuleringen för scenario 1, 2, 3 och 5 är baserade på veckodagar och tar inte hänsyn till helger. Man kan anta att resandet på en helgdag är mellan 20%-40% av resandet på en vardag men intäkten per fordonstimme är den samma då antalet fordon även minskar. I ett pilotprojekt föreslår vi att on demand tjänsten kör parallellt med befintlig trafik. Efter piloten kan nedskärningar i befintlig trafik genomföras och de potentiella besparingarna kommer från och med då ge effekt. I denna förstudie har vi inte tittat på hur stora besparingarna blir vid neddragning av befintlig trafik. Tabellen nedan presenterar en uppskattning av hur intäkter förhåller sig till kostnader per scenario.

(Alla siffror är avrundade till jämnaste helta)	Intäkt per fordonstimme	Kostnad per fordonstimme
Scenario 1 Seniorresor	73 SEK	500 SEK
Scenario 2 (Skäggetorp)	105,6 SEK	500 SEK
Scenario 2 (Ryd)	101,2 SEK	500 SEK
Scenario 2 (Lambohov)	92,4 SEK	500 SEK
Scenario 2 (Tallboda)	92,4 SEK	500 SEK
Scenario 3 (Linghem)	112,2 SEK	500 SEK
Scenario 3 (Ljungsbro/Berg)	105,6 SEK	500 SEK
Scenario 3 (Mantorp)	99 SEK	500 SEK
Scenario 3 (Östra Skrukeby)	90,2 SEK	500 SEK
Scenario 4 (Natt)	107,8 SEK	500 SEK
Scenario 5 (Kombination)	63,8 SEK	500 SEK

Projektplan

För framtida projekt med fokus på implementering av ovan förslag presenteras här en generisk utställningsplan för pilotprojekt. Tidplanen inkluderar de viktigaste momenten vid en implementering av on demand. Tidplanen utgår från att trafiken körs i 12 månader. Efter genomförd pilot bör resultatet utvärderas innan lösningen implementeras permanent och till exempel nedskärningar görs på befintlig trafik? (se figur 10)



Figur 5 Generisk projektplan för implementering av pilotprojekt för samtliga scenarion

6.2 Måluppfyllelse

Nedan presenteras FFI:s delprogrammål och hur förstudien bidrar till att uppnå dem.

1. Minska vägtransporternas miljöpåverkan

On-demand lösningar inom kollektivtrafiken bidrar på flera sätt till att minska miljöpåverkan från vägtransporterna. Vid implementering av konceptet väntas fler välja att resa kollektivt i stället för med personbilar. Då kollektivtrafik med bussar i sig har mindre utsläpp per passagerare än personbilar så leder detta till lägre miljöpåverkan. Genom nyttjande av digital tvilling innan och under implementation kan miljöpåverkan ytterligare reduceras, då trafiken kan justeras och optimeras genom simulering innan ändringar sker i trafik.

2. Minska antalet allvarligt skadade och dödade i trafiken

För att nå den ambitiösa nollvisionen presenterad i regeringens mål 2030, med halvering av antalet omkomna och 25% färre skadade, måste trafiksäkerheten höjas. Idag är cirka 90% av trafikolyckor som sker orsakade av den mänskliga faktorn. Kollektivt resande och därav en minskad bilism leder till färre olyckor genom ett minskat antal fordon på vägarna.

3. Stärka fordonsindustrins internationella konkurrenskraft

On-demand kan bidra till att förbättra effektiviteten och flexibiliteten i kollektivtrafiksystemen, vilket i sin tur kan göra dem mer attraktiva för potentiella användare. Detta kan leda till ökad efterfrågan på fordon och relaterade produkter och tjänster inom fordonsindustrin. Dessutom kan utveckling och implementering av on-demand kollektivtrafiksystem kräva användning av avancerad teknik och tjänster, vilket kan skapa möjligheter för innovation och tillväxt inom branschen

Nedan följer projektgruppens uppsatta mål samt reflektion kring hur väl målen har uppnåtts.

1. Öka det kollektiva resandet genom högre tillgänglighet

Många av de scenarion som presenterats i denna studie tyder på ett ökat resande genom mer tillgänglig kollektivtrafik. Primärt handlar detta om scenario 1, 2, 3 och 5 där on demand erbjuds till de resenärer som idag saknar konkurrenskraftiga alternativ till bilen. Av den anledningen ser vi även att risken för att införandet av dessa lösningar tar trafik från övrig linjelagd trafik är låg.

2. Ekonomisk balans för kollektivtrafiken

On demand kan vara en lämplig lösning för att ersätta ineffektiv linjelagd trafik med lågt resande. Däremot är effektiv linjelagd trafik oftast mer kostnadseffektiv än on demand och det blir därför viktigt att använda on demand på rätt sätt och för rätt ändamål. I denna studie har vi inte tagit ställning till vilka besparingar som är möjliga att göra genom att ta bort befintlig trafik efter implementering av förslagen. Denna typ av analys är lämplig att genomföra i samband ett pilotprojekt då vi kan se både resandet med on demand och dess effekter på övrig kollektivtrafik. Vi ser dock stor potential i att effektivisera till exempel kväll och nattrafik enligt scenario 4 med hjälp av on demand då den befintliga trafiken ofta är ineffektiv.

3. Möjliggöra för snabbare implementation och större effekt vid storskaliga on demand lösningar för kollektivtrafiken

Denna förstudie presenterar fem alternativ för storskalig implementering av on demand med simuleringar över resande och effektivitet. Vidare presenteras en tidplan för implementering och utrullning av ett pilotprojekt vilket möjliggör en kortare startsträcka för att påbörja implementering av ett storskaligt on demand projekt.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Förstudien kommer användas för att driva och inspirera till nya projekt kring on demand i Norden.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Förhoppningen är att den här förstudien kan bana väg till framtida implementeringsprojekt.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden	X	Förhoppningen är att den här förstudien kan bana väg till framtida implementeringsprojekt.
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

8 Slutsatser och fortsatt forskning

8.1 Slutsatser

Scenario 1 - Seniortransporter

Enligt Spare Labs erfarenheter har seniortransporttjänster sällan hög effektivitet, på grund av den begränsade efterfrågan på service och de logistiska utmaningarna med att skapa snabba resor (bland annat på grund av den tid det tar att lyfta rullstolar på och av fordon). En sådan tjänst bör dock fokusera mer på de betydande socioekonomiska fördelar med att göra det möjligt för

seniorer att utföra dagliga aktiviteter utan behov av ett privat fordon. Att implementera en seniortransporttjänst i Linköping ger förmodligen inte låga resekostnader, men avkastningen på investeringen kan i stället räknas hem genom andra faktorer, såsom minskade kommunala sjukvårdskostnader.

Scenario 2 – Resor med höga restidkvoter

Idag är ofta kollektivtrafiken konstruerad på ett sätt där de flesta linjer går från förorter in till centrum men det saknas attraktiva resvägar mellan förorter. Anledningen till att kollektivtrafiken ser ut så här är för att det största behovet oftast är in till centrum, och likväl är centrum oftast en bra bytesplats för att komma till din slutdestination. Men det finns ett behov att resa direkt mellan förorter och projektets framtagna restidkvoter tyder på att dessa resor idag saknar konkurrenskraftig kollektivtrafik. På grund av de ganska långa avstånden mellan resmålen är det dessvärre svårt att nå en hög effektivitet. Däremot kompletterar tjänsten befintlig kollektivtrafik på ett bra sätt och troligtvis är majoriteten nya resenärer som tidigare valt bort kollektivtrafiken mot till exempel bilen.

Scenario 3 – Första och sista kilometern

Att investera i FMLM-hubbar ger både en förbättrad kundupplevelse och främjar till ökat resande med fasta linjer vilket gör de fasta linjerna mer effektiva över tid. Det finns olika behov beroende på område och dess förutsättningar. Införandet av FMLM-hubbar i tätta områden som Ljungsbro/Berg och Mantorp visar på bra kostnadseffektivitet och ett högre resande. Ser vi i stället till Östra Harg/Östra Skrukeby är det största värdet ökad tillgänglighet och möjlighet till kollektivtrafik som idag saknas.

Scenario 4 – Ersätta linjelagd trafik på natten

Att ersätta den fasta linjetrafiken med on demand på natten skulle sannolikt bidra till att minska driftskostnaderna och öka flexibiliteten för resenären, vilket uppmuntrar ännu fler resor sett över tid. Ett sådant projekt kan visa modet att våga tillhandahålla innovativa transporter som är världsledande i sin omfattning. Det kan dock finnas operativa utmaningar på grund av det stora antalet fordon som krävs för att möta efterfrågan, särskilt på helgerna. Här finns hypoteser som behöver utredas, till exempel om det går att använda samma fordon som används dagtid även för on demand på natten.

Scenario 5 – Kombinera scenario 1 och 2

Besparingarna som möjliggörs genom att kombinera två eller flera trafiklösningar kan uppnås på många olika sätt och inte enbart genom det förslag som presenteras i denna förstudie. Vi visade att det är möjligt att öka effektiviteten med ~15 % genom att kombinera två tjänster – vilket är imponerande eftersom det är notoriskt svårt att minska kostnaden per resa för seniortransporttjänster. På så sätt skulle det vara möjligt att realisera de betydande socioekonomiska fördelarna med en seniortransporttjänst genom att öppna tjänsten för andra förare och öka den totala kostnadseffektiviteten. Ett annat exempel som börjat bli vanligt i omvärlden är att dela fordon mellan omsorgsresor med kollektivtrafik. Genom att till exempel merutnyttja överkapacitet från de fordon som kör omsorgsresor till kollektivtrafik ökar effektiviteten i dessa fordon samtidigt som en mycket användarvänlig tjänst erbjuds till resenärer av kollektivtrafik.

Övriga slutsatser

Spare Labs simuleringsverktyg "Realize" utgår från den data som systemet tillgodose med och simuleringen blir därför ett resultat av mänskliga antaganden och tidigare erfarenheter. Simuleringen ger oss en god uppfattning av hur resandet kommer se ut men det finns i detaljer som vi inte tar hänsyn till. Till exempel en ökad samåkningsgrad vid FMLM då samtliga passagerare ska till samma målpunkt. Det finns därför anledning att tro att resandet i vissa fall kan bli högre än simuleringen indikerar men även lägre.

8.2 Fortsatt forskning

Ett naturligt nästa steg är att testa ett eller flera av de förslag som presenterats i denna studie i en skarp pilot för att förstå om de simuleringar som genomförts är realistiska. Simuleringarna är gjorda för Linköping stad, men vi anser att liknande resultat och slutsatser bör gälla även för andra städer med liknande förutsättningar. Vissa scenarion kräver däremot förberedande analyser för att identifiera områden som till exempel lämpar sig för FMLM eller som har höga restidkvoter till målpunkter.

Det är svårt att uppnå samma effektivitet med on demand som det går att få med linjelagd trafik i de fall det finns ett hög resande. On demand lämpar sig därför bra i områden där resandet är lägre och befintlig kollektivtrafik är ineffektiv och dyr. I denna studie har vi sett att det även finns användningsområden där befintlig kollektivtrafik brister i kundanpassning och tillgänglighet och där on demand därmed kan möjliggöra ett kostnadseffektivt och attraktivt substitut eller komplement till linjelagd trafik. Med andra ord tror vi inte att on demand kommer ersätta den effektiva linjelagda kollektivtrafiken utan behöver samverka med den. Ett område där vi ser behov av ytterligare forskning är i merutnyttjandet av befintliga tjänster, till exempel omsorgsresor där fordon och förare redan finns tillgängliga och där tjänsten i varierad utsträckning har tillgänglig kapacitet. I dessa fall skulle den överflödiga kapaciteten kunna utnyttjas till on demand-kollektivtrafik vilket ger en betydligt mer kostnadseffektiv produktion.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Projektet har genomförts av Nobina AB, Östgötatrafiken AB och SpareLabs.

Kontaktpersoner:

Simon Castor, Nobina AB, simon.castor@nobina.com

Anders Hjalmarson, Östgötatrafiken, anders.hjalmarson@ostgotatrafiken.se

