

Energimyndighetens titel på projektet – svenska LEV-pool lätta elfordon i ny pooltjänst	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska LEVpool-light electric vehicles in new pool service	
Universitet/högskola/företag KTH, Kungliga Tekniska Högskolan	Avdelning/institution Integrated Transport Research Lab, MMK
Adress Brinellv 83, KTH, 10044 Sthlm	
Namn på projektledare Peter Georén och Per Jonas Gyllenspetz	
Namn på ev övriga projektdeltagare Martin Prieto Beaulieu, Gröna Bilister	
Helena Bertilsson, IKEA	
Olof Cerne, Eco traffic	
Teo Enlund, KTH	
Mia Hesselgren, KTH	
Gunilla Isgren, Botkyrka kommun	
Cécile Jourdain, Renault	
Jesper Näsström, Hertz / FRAC	
Liridona Sopjani, KTH	
Jenny Janhager Stier, KTH	
Nyckelord: 5-7 st LEV, elfordon, bilpool, produkt- och tjänstesystem, hållbar utveckling, delningstjänst	

Slutrapport för projektet "LEV-pool, projektnummer: 37839-2"

KTH Mobility Pool- Delningstjänst med små lätta elfordon

Författare: Jenny Janhager Stier, Mia Hesselgren, Per Gyllenspetz och Peter Georén



**Ett Forsknings- och demoprojekt utfört inom KTHs
forskningscenter "Integrated Transport Research Lab"**



Förord

En övergång till renare fordon är nödvändig för att Sverige ska nå sina långsiktiga klimatmål. I denna rapport redogörs för ett treårigt samverkansprojekt där en pooltjänst med lätta elfordon, kallat ”KTH Mobility Pool”, har testats på två arbetsplatser.

Projektet har finansierats av Energimyndigheten och har lettts av *ITRL* (Integrated Transport Research Lab) på KTH. Övriga deltagare i projektet har varit *Hertz* som bistod med bokningsverktyg och tjänster kring bilpoolen, *Renault* som levererade särskilt anpassade elfordon, *Botkyrka kommun* och *IKEA* som var användare av bilpoolskonceptet, *Gröna Bilister* vilka ansvarade för den externa informationen och PR, *Eco traffic* som gjorde miljöbedömning och livscykkelanalys samt *Integrerad produktutveckling och Produkt- och Tjänstedesign*, KTH som bedrev forskningen i projektet.

Andra aktörer som har varit viktiga i projektet är Marcus Fellke (*Fellke Bil AB*) som stöttat med teknisk kompetens och service gällande fordonen i Botkyrka kommun, Olof Holmgren (*Sunfleet*) som varit ett stöd kring frågor om bokningssystemet och Andreij Nylander och Jenny Fossum (*Transformator Design Group*) som inledningsvis arbetade med gränssnitt/tjänstesdesign för ett nytt bokningssystem för tjänsten som skulle vara anpassat för KTH Mobility Pool.

Innehållsförteckning

Slutrapport för projektet ”LEV-pool, projektnummer: 37839-2”	2
Projektdeltagare	11
KTH Mobility Pool - ett produkt-tjänste-system för hållbar mobilitet.....	13
Forskningsprocessen	20
Datainsamling	20
Användning av tjänsten ”KTH Mobility Pool”	22
Fodervärskapet i ”KTH Mobility Pool”	26
Produkt- och tjänstesystemet i ”KTH Mobility Pool”	27
Miljönyttan och energieffektivitet	32
Övriga effekter	34
Användningen	34
Produkt- och tjänstesystemet	36
Vad behövs för en fungerande mobilitetstjänst?.....	37
Stora insatser för marknadsföring	40
På många sätt ett lyckat projekt	41
Fortsatt forskning och arbete	44
Slutsatser från KTH Mobility Pool	44
Referenser.....	48

Bilagor:

- | | |
|----------|--|
| Bilaga 1 | ”Lessons learned” från projektdeltagarna |
| Bilaga 2 | Miljöeffekter |
| Bilaga 3 | Resultatspridning |
| Bilaga 4 | Vetenskapliga publikationer |
| Bilaga 5 | Administrativ bilaga |

Sammanfattning

Fossila bränslen bidrar starkt till dagens koldioxidutsläpp. Riksdagens mål är att Sverige ska ha en fossiloberoende fordonsflotta år 2030. Det behövs en förändring i både resebeteenden och fordonsslag för att nå detta mål. Projekt som presenteras i denna rapport är ett led i denna förändring.

Botkyrka kommun och IKEA i Älmhult är två arbetsplatser med det gemensamma problemet att allt för många tar bilen till arbetet. Marken kring arbetsplatsen blir en parkeringsplats och att medarbetarna kör sin privata bränsledrivna bil för ärenden passar inte organisationernas miljöpolicy.

Inom ramen för detta projekt har en pool med lätta elfordon (LEVs) testats på två arbetsplatser, Botkyrka kommun och IKEA i Älmhult under 6-12 månader, med syftet att ersätta användningen av de bränsledrivna privatbilarna med dessa LEVs. Fordonen rymmer två personer och har en räckvidd på 50-80 km beroende på körförhållandena. Poolen hade två olika typer av användare: *daganvändare* som brukade fordonen under arbetstid för möten, ärenden, luncher och dessa fick således bruka fordonen för såväl arbetsrelaterade som privata ärenden, samt *fodervärder* som körde fordonen till och från arbetet varje vardag. Fodervärdarna fick bruka fordonet som sitt eget under helger och kvällar mot att de laddade, städade och skötte enklare underhåll av fordonet.

Användarna till fordonen följdes genom intervjuer, enkäter, workshops, dagböcker samt mätningar av kördata. Återkopplingen från användarna och projektdeltagarnas observationer matades in i projektet kontinuerligt.

Trots att det krävdes en del pusslande såsom anmälan vid sjukdom och att skaffa ersättare vid tjänsteresor var fodervärdarna nöjda med fodervärdsskapet. De försökte ersätta sin privata bil i så stor utsträckning som möjligt. De tyckte att Twizyn var rolig och trevlig att köra och det instämde daganvändarna också i. Nackdelarna med Twizyn var bl.a. att det kunde vara dålig sikt vid fuktigt och kallt väder då det blev imma och isbildung på insidan av fönstret samt att den kunde känna osäker på de stora vägarna. På Botkyrka kommun var det största användningsområdet tjänsteärenden medan på IKEA användes fordonen främst för resor i samband med lunch. Detta berodde både av respektive organisations behov och kultur.

En högre användningsfrekvens bland daganvändarna hade varit önskvärt. Anledningen till att inte fler använde sig av Twizyn under dagtid var bl.a. att fodervärdsmodellen delvis begränsade möjligheten till att nyttja fordonen genom att de minskade på tillgänglighetstiden. Fodervärdsmodellen skapade även en osäkerhet av att fordonen skulle finnas på plats då fordonet behövdes för ett möte etc.

Erfarenheterna från projektet bidrog även till insikter om vad som är viktigt att tänka på vid utvecklandet av ett välfungerande och användaraccepterat produkt- och tjänstesystem. Sammantaget kan sägas att det behövs ett integrerat tänk kring såväl det *materiella* (t.ex. fordon och IT-system), som *färdigheter* (t.ex. hantering av fordon, system och tjänst) och *infrastruktur* (t.ex. regler och information).

Summary

Fossil fuels heavily contribute to the current emission of carbon dioxide. The aim of the Swedish parliament is that Sweden should have a fossil fuel free vehicle fleet in 2030. A change in both travel behaviour and type of vehicle used is needed in order to reach this goal. The project that is presented in this report is one puzzle piece in this change.

The Swedish municipality Botkyrka (located in the Greater Stockholm region) and IKEA in Älmhult (in Southern Sweden) are two work locations with the common problem of too many employees commuting by car. The area around the work locations becomes a parking place and the fact that the employees use their private internal combustion engine car for work related errands does not fit into the environmental policies of these organizations.

Within the scope of this project, a pool with light electric vehicles (LEVs) has been tested in Botkyrka and IKEA Älmhult during 6-12 months. The goal was to replace the use of the fossil fuel using cars by these LEVs. The vehicles have place for two persons and have a range of 50-80 km depending on driving behaviour. The pool had two different types of users: *daytime users* that used the vehicles during working time for meetings, errands, lunches and these were allowed to use the vehicles for both work related and private errands, as well as *caretakers* that took the car to and from the work every working day. The caretakers were allowed to use the vehicles as if it was their own during weekends and evenings. As a compensation, they were responsible for charging and cleaning the vehicles as well as doing minor maintenance of the vehicle.

The users of the vehicles were followed using interviews, questionnaires, workshops, diaries as well as measurements of driving data. The feedback of the users and the observations of the project participants were continuously monitored.

Even though some organizational challenges were faced such as sick leave and finding replacements in case of business trips were the caretakers satisfied with being caretaker. They tried to replace their private vehicle as much as possible. They thought that the Twizy was fun and nice to drive, which was confirmed by the daytime drivers. The disadvantages of driving the Twizy were e.g. the fact that the sight could be bad in case of humid or cold weather when there was mist and ice formation on the inside of the window. Another issue was that it could feel insecure when driving on motorways. In the municipality of Botkyrka, the vehicles were most often used for business trips, whereas the vehicles were used mostly for going out for lunch at IKEA. This depended both on the needs and culture of the respective organizations.

A more intensive use among the daytime users would have been desirable. The reason why not more people used the Twizy during daytime was that e.g. the caretaker model partly limited the possibility of using the vehicles because this limited the time the vehicles were accessible. The caretaker model also created an



insecurity of that the vehicles would be at the right place when they would be needed for meetings etc.

Experiences from the project also contributed to insights on the important to integrate *material* (eg vehicles and IT systems), *skills* (eg handling of vehicles, systems and services) and *infrastructure* (eg rules and information) when developing a well-functioning and user-accepted product and service system.

Inledning/Bakgrund

I följande kapitel presenteras syftet med projektet och motiveringen till att arbetet har genomförts.

Dagens personbilstrafik medför flera välkända problem. Koldioxidutsläppens klimatpåverkan, hälsoproblem på grund av avgaser och partiklar samt trängsel är ständigt aktuella frågor. De grundläggande faktorerna bakom problemen är brukarnas användningsmönster och den energimässigt ineffektiva tekniska designen för konventionella personbilar. Fordonen används huvudsakligen med mycket låg fyllnad, i medeltal 1,2 personer färdas i en bil byggd för 5. Fordonetts design med hög vikt ger onödigt stort rullmotstånd. Slutligen är verkningsgraden hs förbränningsmotorn låg jämfört med elalternativ. Ett fordon anpassat i storlek och vikt till det faktiska behovet samt med eldrift (ett så kallat Light Electric Vehicle) har potential till att vara väsentligt mer energieffektiv än en konventionell personbil, möjligent ändå upp till tre gånger effektivare, samt fri från direkta avgasutsläpp. Dock bryter ett sådant mot dagens bilnormer och är därmed svårt att införa på bred front genom vanliga kanaler. Men som ”tjänst” i en bilpoolslösning kan det vara en god möjlighet.

Beräkningar gjorda av WHO visar att 7 miljoner människor dör i förtid på grund av luftföroreningar i världen, varav 600 000 inom EU, och en stor del av luftföroreningarna i städer kommer från trafiken (Naturvårdsverket, 2014). De fossila bränslen bidrar starkt till det koldioxidutsläpp som finns idag och som är huvudorsaken till den förstärkta växthuseffekten (Naturvårdsverket, 2017). En övergång till renare fordon är nödvändigt för att nå flera av Sveriges miljökvalitetsmål beslutade av Riksdagen (Miljömål, 2016). I Sverige står personbilar för cirka 19 % av de totala utsläppen av växthusgaser (HRAPIE project, 2014). Riksdagen har slagit fast att Sverige år 2030 ska ha en fossilberoende fordonsflotta. Idag utgör fossildrivna bilar den allra största delen av den svenska bilparken. Marknadsintroduktionen av elbilar har gått långsamt på de flesta av världens stora marknader. Intresset för elfordon har ökat de senaste åren, men försäljningen av elbilar är fortfarande en bråkdel av den totala med mindre än 4 % (rena elbilar och plug-in-hybrider) av nybilsförsäljningen i Sverige 2016 (BIL Sweden, 2017) och de flesta fordonsförare har inte suttit bakom ratten på ett elfordon (Hagman, et al. 2016).

Den vanligaste energilagringen för elbilar, batterier, har bara ca 1/20 av nyttig energitätheten jämfört med diesel (150Wh/kg för el vs 3kWh/kg för diesel vid

30% motorverkningsgrad) (se tex ”Fossilfrihet på väg” SOU 2013:84) . Många normalstora elbilar är därför tunga (1500-2000 kg) och avsevärt dyrare än motsvarande fossilbil med stora och dyra batteripackar. Även vid tillverkningen av en bil sker växthusgasutsläpp, till stor del korrelerade till bilens storlek, på i storleksordningen 10-20 % av växthusgasutsläppen från hela bilens livscykel (K.Gradin et al, 2016) Personbilars storlek väljs ofta efter behov som inträffar sällan och är därför onödigt stora vid merparten av användningen. Detta påverkar inte bara utsläppen under användning negativt utan även trängseln. Vid sidan av ökad kollektivtrafikanvändning och cykling, är en övergång till mindre och lättare fordon därför ur miljöavseende önskvärt. Det finns en stor potential i lätta elfordon (LEVs): små bilar och 4-hjuliga fordon som finns på marknaden och har betydligt lägre miljöpåverkan än traditionella personbilar.

Problemet är att introduktion och framförallt privatinköp av ny tekniker medför ett ekonomiskt risktagande, en barriär (Diamond, 2009), samt att dessa fordon inte löser alla privata transportbehov. En möjlig lösning på problemet är att använda sådana fordon i en ”pooltjänst” på arbetsplatsen, där den privata riskexponeringen är lägre. Pooltjänsten blir därmed en komplettering till de fordon som redan finns på arbetsplatsen och medger även att dessa finns tillgängliga i de fall de lätta fordonen inte täcker behoven som t.ex. i körsträcka eller storlek. En fungerande pooltjänst skulle också kunna motverka att de anställda kör sin bil till arbetet på grund av transportbehov under dagen. Den svenska genomsnittsbilen står parkerad cirka 95% av tiden (Lundin, 2008, s. 48 not 6; Institutet för transportforskning, 1991, s. 8 ;Shoup 2005 s. 624). Stora ytor vid arbetsplatser används för parkering av både privat- och tjänstefordon under arbetstid. Även i tätorter, som Botkyrka kommun, används ansenliga offentliga ytor för parkering av bilar. Ytor som i många fall skulle kunna användas för andra ändamål såsom bostäder. Genom delande av fordon kan dessa befintliga resurser utnyttjas mer effektivt.

Sammantaget behövs en utveckling från dagens situation till smartare persontransporter. Med utgångspunkt i ovanstående problem, d.v.s. koldioxid- och partikelutsläppen, svårighet med acceptans av ny teknik/produkter/tjänster samt överfulla parkeringsplatser har produkt- och tjänstelösningen KTH Mobility Pool tagits fram. Denna är en ”bilpool” med små lätta elfordon (LEVs) som används av anställda på arbetsplatser för ärenden och möten inom tjänsten men även privat. För att öka nyttjandegraden av fordonen och i så stor utsträckning som möjligt ersätta de fossildrivna privatbilarna har konceptet fodervärd introducerats och testats. Genom detta test har även värdefulla lärdomar kunnat dras och kunskap byggas kring såväl delande tjänster som innovativa fordon. Fodervärdarna var anställda på företagen och fick möjlighet att köra fordonet till och från arbetet och nyttja det på kvällar och helger mot en subventionerad månadskostnad. De förväntades även ladda fordonet och bistå med lättare underhåll och rengöring. På detta sätt kunde fodervärdarna även lösa flera praktiska problem med poolen.

Syftet med projektet var att testa och utvärdera denna nya produkt- och tjänstemodell med tillhörande fodervärdskap för persontransporter i förorts-/landsbygdsmiljö med avseende på brukaracceptans och som affärslösning. Det

prmära syftet var att flera på dessa arbetsplatser skulle avstå från att ta bilen till arbetet.

Underliggande syften med projektet var:

- att testa pool-tjänsten med lätta elfordon för lokala transporter i tätorter med närliggande glesbygd (tex Tumba C och Älmhult) där personbilar idag används i stor utsträckning som en del av vardagen.
- att identifiera och beskriva kundbehov och användares vardagspraktiker och behov, vilket är avgörande för att utveckla och designa en välfungerade produkt- och tjänstelösning.
- att utvärdera den faktiska klimat-, miljö- och hälsonyttan med pool-lösningen jämfört med dagens situation.
- att utvärdera och utveckla produkt- och tjänstelösningen: användare och dess praktiker, bokningsmodell och fordonstyp.
- att informera och påverka aktörer som kan vilja driva projektet vidare in i kommersiell fas.

I Sverige saknas erfarenheter av att kombinera en övergång till eldrift med en minskning av fordonets storlek, i form av korttidshyra eller bilpool som utformas som komplement till kollektivtrafiken. Vissa av komponenterna har utforskats, t.ex. i det tidigare, Gävlebaserade projektet Shopping Circle, men då utan kopplingen till kollektivtrafiken och utan moderna lösningar för bilbokning. Vissa privata aktörer, som Move About, hyr ut mindre elbilar i bilpoolsliknande verksamhet. Det finns givetvis fler projekt som handlar om att få fler att välja medlemskap i en bilpool, men utan komponenterna med eldrivna envägshyrbilar och med en ”multibrukarmodell”.

I Europa finns ett flertal stora satsningar på elfordon för citybruk erbjudna som tjänst, tex i bilpool. Det är i de flesta fall stora aktörer som ligger bakom, ofta en fordonstillverkare inblandad. En sammanfattande tabell syns nedan, hämtad från IEEE Spectrum (Fairley 2013)



EV Car-Sharing Leaders

Program	Primary vehicle/range	Fleet size/location
Bolloré Autolib	Bluecar/200 km	1800/Paris
Daimler Car2Go	Smart For two EV/140 km	1000/six cities
Citroën Multicity	Mitsubishi i-MiEV*/150 km	350/Berlin
BMW-Sixt DriveNow	BMW ActiveE/140 km	130/three cities

* Rebranded as Citroën C-Zero

Av särskilt intresse inför genomförandet av detta projekt är bildelningstjänsten i Paris som heter Autolib. (Se tex

<http://www.youtube.com/watch?v=V2HxEdsIDzk>), som erbjuder envägshyra av en specialdesignad elbil från 30 min och uppåt för användning i Paris i syfte att minska emissionerna i staden. Tjänsten är förhållandevis avancerad i sin utformning och drivs av en känd fransk entreprenör som satsat stort. Det är ett mycket intressant exempel eftersom de har 1 800 så kallade "Bluecars" i systemet. Räckvidden för en Bluecar är 250 km och totalt finns 4000 laddplatser till rådighet. På två år så har man nu 2 miljoner uthyrningar och 20 miljoner km har körts. Medelavståndet vid en bokning är 12 km och 90% av alla bokningar görs via internet.

En svaghet i Autolib och många andra liknande satsningar är att multimodalitet inte premieras och särskilt tillhandahålls inom ramen för erbjuden mobilitetstjänst. I en nylig publikation (Hildermeier 2014) jämförs just denna aspekt och transportutfallet för Paris Autolib och Berlins "BeMobility". Den senare erbjuder multimodal transport vilket inte Autolib gör. I publikationen dras slutsatsen att en multimodal tjänst, som erbjuder Mobility As A Service- MAAS, med elbilstjänst som en del, har större miljöpotential än en renodlad biltjänst som riskerar cementera enskilda bilresor och bilanvändningen som vana, med risk för fortsatt privat bilägande och bilnyttjande.

I bågge nämnda forskningsrapporter nämns tydligt att man ser större möjlighet för skräddarsydda/specialiserade elfordon i det fall de tillhandahålls som tjänst.

Citat från Dagens Industri (13-05-30) när Better Place just gått i konkurs: "Kanske är det bättre att satsa på små, lättare, billigare och tvåsitsiga elfordon än stora, tunga och dyra elbilar?". Det är just detta som projektet handlar om!

Genomförande

I följande kapitel presenteras projektdeltagarna och deras involvering i projektet. Därefter följer en beskrivning av den testade tjänsten samt de aktiviteter och studier som har bedrivits inom projektet.

Projektdeltagare

Olika typer av kompetenser och flera praktiska lösningar behövs för att skapa fungerande bilpooler. Med syfte att bidra till lärdomar och generera kunskap kring dessa engagerade ITRL på KTH tjänsteleverantörer, fordonsleverantörer, intresserade användare och andra värdefulla kompetenser som deltagare i projektet.

Hertz

Hertz som tillhandahåller flera olika typer av mobilitetstjänster såsom biluthyrning och bilpool, genom Sunfleet, har i projektet intresserat sig för nya sätt att tänka kring rörlighet och delningskonceptet med elbilar. Hertz förutsätter en framtid där hållbarhet blir allt viktigare. Från det kommersiella perspektivet var ett test av ett nytt koncept i samarbete med akademien ett sätt att få "proof of concept". Genom att testa och utveckla den nya användarmodellen med lätta elfordon tillsammans med forskare kan lärdomar om konceptet komma att användas i framtida utvecklingsprojekt.

Syftet var att erhålla data med avseende på den nya affärsmodellen för bildelning med lätta elfordon. Ett annat syfte var att ansluta sig till akademien för ett utökat nätverk.

Hertz bidrog med kunskap om affärsmodeller och affärsmöjligheter inom tjänster för bilflockar. Sunfleet, som är en del av Hertz, bidrog med bokningssystem och datainsamlingssystem i fordonen samt kunskap kring dessa system.

Renault

Renault är utvecklare av de fordon, Twizys, som testade i projektet. Syftet med Renaults medverkan var att se hur nya typer av fordon kan användas för bildelning. På samma sätt som för Hertz fanns ytterligare ett syfte i att nätverka kring mobilitetsfrågor. Biltillverkaren bidrog med kompetens kring fordonen och möjligheter till anpassning till den testade tjänsten.

Gröna Bilister

Gröna Bilister är en ideell intresseorganisation som engagerar sig i frågor som kan påskynda omställningen till en grön bilism. De vill påverka åsikter på olika nivåer där den bredaste målgruppen är allmänheten. I detta projekt var syftet att öka medvetande om elfordon och delade lösningar. Dessutom var de angelägna om att påverka den politiska debatten för att påskynda policykapande kring elfordon och delade lösningar. Ytterligare ett syfte med att delta i projektet var att påverka forskningsmiljön till att kommunicera sina kunskaper bättre till allmänheten. I projektet ansvarade Gröna Bilister för den externa kommunikationen och marknadsföringen av projektet.

Ecotraffic

Ecotraffic är ett miljökonsultbolag som har agerat som uppdragsforskare i projektet. De har samlat in och analyserat data kring miljöbelastningen hos fordonen.

KTH

Från KTH var tre organisationer representerade, ITRL (Integrated Research Lab, forskningscenter) som stod som huvudsökande och projektledare av projektet samt Integrerad produktutveckling och Produkt- och Tjänstesdesign på Maskinkonstruktion som bedrev forskningsaktiviteterna men också en stor del av det ”praktiska arbetet” som administration av medlemmar, marknadsföringsaktiviteter etc.

Den akademiska deltagaren ser projektet som en integrerad del av sin portfölj vilket syftar till att visa fördelar för nya typer av transportlösningar, vilket ingår i det övergripande målet att utveckla hållbara transportlösningar. Ett viktigt syfte var att förstå utmaningarna med en specifik transportlösning och skapa medvetenhet om transportfrågor i relation till hållbar utveckling. Ett annat intresse var att fokusera på användarnas praktiker och behov med avsikt att minska antalet bilar som används för pendling. ITRL var också intresserad av att utöka nätverket av aktörer som är involverade i forskningscentret.

Botkyrka kommun

Botkyrka är en kommun som arbetar aktivt för att nå sina höga klimatmål. Kommunen har redan sedan tidigare haft som mål att bli en fossilbränslefri kommunal organisation 2015 vilket inneburit att fordonsflottan ställts om till biobränsle- och el. Kommunen har varit speciellt lämplig för detta projekt då den har bra spårbunden kollektivtrafik med pendeltåg och tunnelbana. Däremot är busstrafiken inte tillräckligt attraktiv och därför används bilen i stor utsträckning till arbetspendling (både till Stockholm och i kommunen) och till fritid och shopping. Det finns en stark drivkraft att få ner privatbilismen inom kommunen och en start är att börja med de kommunalanställda. Många som arbetar för Botkyrka kommun är inresta från kringkommuner. Många kör bil till arbetet eftersom det skulle ta alldeles för lång tid att åka kollektivt.

Att testa en ny mer hållbar produktjänstlösning ansågs vara värdefullt och i linje med kommunens värderingar. Projektdeltagaren ville också påverka medarbetarnas och omgivningens attityder. Genom att möjliggöra för de anställda att prova denna nya produktjänstlösning hoppades de att skepticismen för elbilar kunde minskas och att öppenhet för nya mobilitetslösningar skulle ökas.

De anställda på Tekniska förvaltningen, Teknik och logistik, samt Arbetsmarknads- och vuxenutbildningsförvaltningen, Jobbcenter i Botkyrka kommun har under perioden april till december 2016 nyttjat tre Twizys (LEVs) för persontransporter under arbetstid. Tre personer rekryterades för att testa fodervärdskonceptet. Två anställda på kommunen har agerat ”Nisse” vilket i KTH Mobility Pool har inneburit att stötta registrering av nya användare, dela ut informationsbroschyror och de nyckelkort som behövs för att kunna starta



fordonet samt bistå med support om några problem dykt upp med fordon eller bokningssystem. Ytterligare en anställd (miljöutredare) har suttit med i projektgruppen som kontinuerligt har arbetat med utveckling, drift och utvärdering av projektet.

IKEA AB

IKEA AB i Älmhult är en internationell miljö. Den interna kommunikationen sker huvudsakligen på engelska eftersom IKEAs verksamhet är global och många av de drygt 5000 anställda i Älmhult kommer från andra länder än Sverige. De som arbetar där kommer från hela världen och bor antingen i Älmhult eller i kringkommunerna. Ett stort antal anställda i Älmhult reser även dagligen långväga och är bosatta i t.ex. Malmö och Helsingborg och en del veckopendlar från t.ex. Stockholm. Många är beredda på mycket restid för att få arbeta på IKEA.

På IKEA arbetar man aktivt med att minska företagets totala miljöpåverkan. Inom transportområdet driver IKEA aktiviteter med elbilar, elcyklar och ”gratisbuss” (Snålskjutsen). IKEA har problem med persontransporter i samhället/tätorten. Dels är problem att erbjuda parkeringsplatser till alla som kör bil till arbetsplatsen samt att erbjuda de inresande transporter bland annat mellan IKEAs egna anläggningar (kontor och varuhus). Dessa transporter görs idag ofta med konventionella privatbilar trots att det ofta endast är en person, ibland med lite gods, som ska transportera sig.

Syftet med IKEAs deltagande var att hitta mer hållbara lösningar som skulle kunna ersätta användandet av medarbetarnas privatbilar. Projektdeltagaren ville också uppmuntra de anställda att förändra sina transportvanor till mer hållbara sådana. IKEAs skäl till detta var både praktiskt, såsom brist på parkeringsplatser, såväl som värderelaterade.

Fem bolag på IKEA AB: IKEA AB, IKEA of Sweden AB, IKEA Svenska AB, IKEA Communications AB och IKEA Components AB testade tjänstlösningen under två perioder, september 2015 – mars 2016 och april 2016 – oktober 2016 med sju Twizys vid varje tillfälle. Under den andra testperioden gick även IKEA IT AB med i projektet. Totalt har 14 anställda agerat fodervärdar under ca 6 månader vardera. Ytterligare två personer var fodervärdar under en kortare period, men behövde hoppa av projektet eftersom de förlorade möjlighet att ladda fordonet hemmavid. En anställd deltog i projektet både som Nisse och projektgruppsmedlem och har deltagit på möten oftast via telefon. Registreringarna av nya medlemmar sköttes i större utsträckning av KTH för den här poolen.

KTH Mobility Pool - ett produkt-tjänste-system för hållbar mobilitet

Två testmiljöer – tre pooler

Poolerna installerades på två olika arbetsplatser, hos IKEA och i Botkyrka kommun. Båda arbetsplatserna är lokaliserade i ganska geografiskt utspridda mindre tätorts- och industriområdesmiljöer. Det fanns ytterligare en pool med

endast ett fordon på KTH som fungerade som referensobjekt. Syftet var att medarbetarna i projektet skulle bli väl insatta i fordonet, tekniken och bokningssystemet. Denna referenspool kommer fortsättningsvis inte att behandlas i rapporten.

På IKEA identifierades fem avdelningar (bolag) och på Botkyrka kommun två avdelningar (enheter) med behov av mobilitetslösningar. Avdelningarna ligger inom 1-2 kilometers radie och tilldelades en eller två LEVs vardera. Totalt tio (sju på IKEA och tre på Botkyrka kommun) små lätta elfordon, Twizys, placerades ut för att brukas av de anställda till att göra ärenden under arbetstid. Fordonen var ämnade att brukas till arbetsrelaterade möten, besök, inköp etc., men även för privata ärenden såsom luncher och läkarbesök. Under kvällar och helger användes fordonen av fodervärdarna, mer om detta i avsnittet *Användare* nedan.

Arbetsgivaren betalade en subventionerad summa per fordon för testperioden, men medarbetarna var fria att nyttja fordonen obegränsat. Fodervärdarna som använde fordonen mest, fick betala en mindre summad per månad under sina respektive testperioder.



Bild. Fordonsuppställning vid lanseringen IKEA Älmhult.

Fordonen hade reserverade parkeringsplatser i anslutning till arbetsplatsen. På IKEA fanns inga laddstolpar vid parkeringen, däremot fanns det möjlighet att ladda fordonen vid parkeringsplatserna på Botkyrka kommun. Ett syfte var att testa om en nattladdning skulle räcka för de körningar som gjordes under dagen.



Bild. Två fordon och testgrupp hos Botkyrka kommun.

För att få nyttja tjänsten behövde medarbetarna registrera sig i KTH Mobility Pool. Tre olika värvningsevenemang gjordes på respektive poolplats där de anställda kunde provköra Twizyn och registrera sig som användare.

Användare

Två olika typer av användare definierades till produkt- och tjänstelösningen: *daganvändare* och *fodervärder*.

Daganvändarna brukade fordonen under arbetstid för arbetsrelaterade ärenden, men även för privat bruk under arbetsdagen.

Fodervärdarna hade ett fordon var att förfoga över som de körde hem efter arbetsdagen och tillbaka igen dagen efter med fulladdade batterier. Fodervärdarna betalade en månatlig summa för att kunna använda fordonen privat på kvällar och helger. Dessutom bistod fodervärden med lättare service och rengöring, vilket innebar att se till att fordonet kom till verkstan vid däckbyte och rapportera eventuella skador och defekter samt att spola av fordonet vid behov. Renault Twizy har relativt oömma ytor utvändigt och invändigt men rengöring kräver ändå delvis handtvätt.

Vid urvalet av fodervärder försökte en heterogen grupp av personer att erhållas, med flera olika behovstyper representerade, men med tanken att så många som möjligt skulle ersätta sin privata bil som färdsätt till arbetsplatsen.

Fordon och laddning

Renault Twizy valdes att användas i projektet eftersom det är ett av få godkända klass L7 lätta elfordon som fanns vid projektstart, men också för att det har en tydlig nyhet i designen och därmed ”sticker ut”, samt att den är utformad för hög energieffektivitet: låg vikt, aerodynamisk, särskilt lätttrullade däck, etc. Fordonet har en vikt på ca 0,5 ton och plats för två vuxna personer. Fordonet har med säkerhetsbälten och frontairbag högre säkerhet än en cykel/motorcykel men når inte upp till säkerhetsstandarden för personbilar. Räckvidden med standard 7kWh Litium batteriet är ca 60-100 km beroende på hastigheter, väglag, yttertemperaturer, körstil etc. Det betyder 70-110Wh/km. Energikostnaden (laddkostnad) per mil är under 1 kr. Twizyn har inget lastutrymme, men har plats

för två personer sittande bakom varandra. Dörrarna går inte att låsa och i standardutförandet är det öppet in till kupén genom de ”fönsterlösa” dörrarna (Figur 1).



Figur 1. En Renault TWIZY på laddning.

En full laddning tar 3 h och kan göras från ett vanligt 230 V uttag med 10 A säkring (Renault, 2017). Om man jämför laddning iform av ”km/ladd-timme” så blir resultatet att med samma laddström så laddas LEVs snabbare jämfört med större elbilar. Twizy laddar med ca 25km/h med 10A/230V laddström att jämföra med Nissan Leaf (ca140 Wh/km) som laddar med 16km/h vid 10A/230V laddström. I testet har projektet valt att inte ställa krav på laddstolpar på arbetsplatsen, även om detta delvis förekommitt.

För att anpassa Twizyn till rådande väder och säsong i Sverige förseddes fordonen med diverse utrustning utöver standardutförandet. *Tillbehörssidorutor* var monterade under större delen av testperioderna. De förhindrar inte bara nederbörd och vindintrång för föraren utan gör även bakre passagerarplatsen mer skyddad att åka i då den annars är mer utsatt för drag och stänk.

För att minska stänk från hjulen monterades också *skvättlappar* på de främre hjulen. Dessa är OEM Renault-tillbehör och minskar också behovet av exteriörtvätt och blästerskador på karosspanelerna.

Vinterhjul tillhandahölls till fordonen under vintersäsongerna.

Olika typer av *solskyddsfilmer* testades på delar av flottan för att minska bländning av låg sol eftersom inga solskyddsskärmar finns i fordonet.

Eftersom Twizyn skulle fungera som ett pool-fordon förseddes den med en *Inversbox och kortläsare*. Utrusningen gör fordonen uppkopplade mot bokningssystemet via mobilnätet och användarna kan låsa upp sina bokade fordon med hjälp av sitt smartcard (Figur 2).



Figur 2. Kortläsare och nyckelkort eller smartcard som användes för att kunna låsa upp det bokade fordonet.

Röstinstruktioner på engelska var installerade vilka var meningen att vara till hjälp för nya användare. Senare i projektet gjordes egna röstinstruktioner på svenska för att underlätta för en mer intuitiv användning.

En *instruktionsbok* för användning av både pool och fordon placerades i handskfacket. Då funktion och handhavande av Twizy skiljer sig något från de i en konventionell bil, monterades ett flertal numrerade *instruktionsdekal* i sekvens intill relevanta funktioner, framför allt i interiören. Dessa dekalar beskrev till största delen hur fordonet sätts igång och startas upp.

Exteriört applicerades *filmdekal* med olika färg och numrering av respektive fordon samt dekalerna ”KTH Mobility Pool”, ”kth.se/mobilitypool”, ”It’s not a car, it’s a service” och ”Energimyndigheten” (Figur X). Detta för att använda de fysiska fordonen som kommunikationsbärare av tjänstesystemet.



Figur 3. Twizys med filmdekalier i olika färger och numrering.

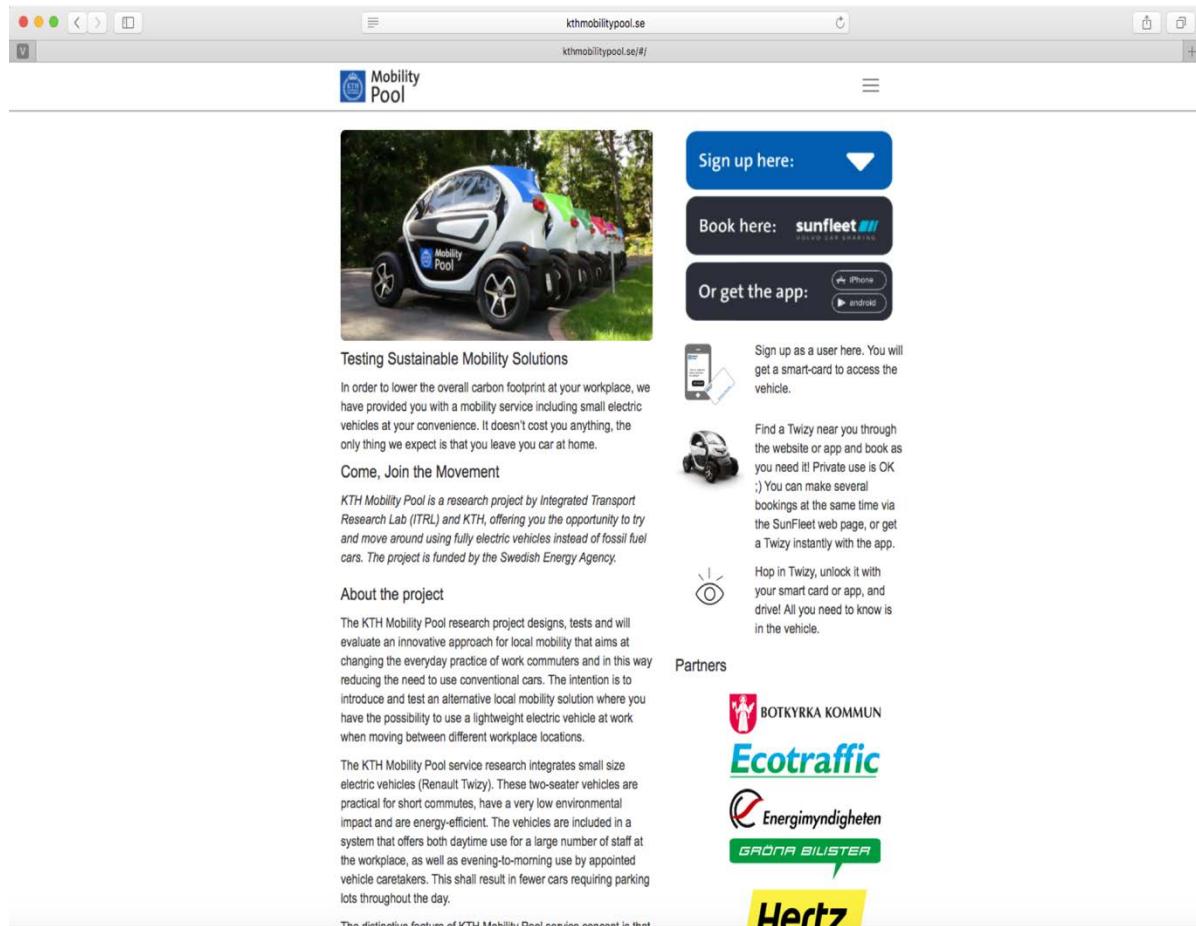
Bokningssystem

De tio forskningsfordonen var under testperioden integrerade i Sunfleets system. Detta innebar att en stor mängd data har loggats från fordonen och har varit tillgänglig för forskarna att använda.

En ny medlem i KTH Mobility Pool behövde först registrera sig i poolen och blev då hänvisad till KTH Mobility Pools hemsida. Det första användarna mötte var en informationssida utformat av KTH Mobility Pool (Figur 4) för att sedan bli överflyttade i Sunfleets bokningssystem. På IKEA registrerade användarna sig själva medan på Botkyrka kommun gjordes detta av en administratör (*Nisse*, se *Servicefunktioner* nedan). Därefter godkändes bokningen av administratören eller



av forskarna på KTH. Alla bokningar gjordes därefter via Sunfleets hemsida på en dator eller via mobilappen.



Figur 4. Förstasidan på KTH Mobility Pools bokningssystem

Tillsammans med Transformer Design Group gjordes ett arbete på att modifiera bokningssystemet så att detta skulle bli mer anpassat till den utformade tjänsten. Av tekniska, ekonomiska och affärsmässiga skäl beslöt att Sunfleets bokningssystem skulle användas istället, tillsammans med den framtagna introduktionssidan.

Servicefunktioner

För att få tjänsten att fungera så friktionsfritt som möjligt ingick ett antal servicefunktioner i produkt- och tjänstelösningen: *Nisse* och *Sunfleets supporttjänst*.

Nisse introducerades tidigt i konceptutvecklingen av produkt- och tjänstesystemet och syftade på den eller de personer som fanns på arbetsplatsen och som bistod vid eventuella praktiska problem med fordonen. *Nisse* stöttade även med den administrativa delen av registreringen av användarna, vilket innebar att skicka ut nyckelkort och lägga in dem som användare i systemet.

Sunfleets supporttjänst har bistått både med att fixa bärge vid behov och att göra ombokningar om t.ex. fodervärden blev sjuk och inte kunde köra fordonet till arbetsplatsen där andra användare väntade.

Forskarna har också varit en del av servicefunktionen och stöttat *Nisse* och *Supporttjänsten* då det t.ex. var ovisst hur vissa ärenden skulle hanteras.

Forskningsprocessen

Projektet bestod av tre huvudfaser:

- 1) Förberedelser för fältförsök med konceptdemonstration och förstudie med datainsamling.
- 2) Genomförande av konceptdemonstration i två halvårsetapper på två testsiter: IKEA Älmhult och Botkyrka kommun, med parallell datainsamling.
- 3) Analys och syntes av insamlade data samt kompletterande datainsamling och konceptutveckling tillsammans projektdeltagarna.

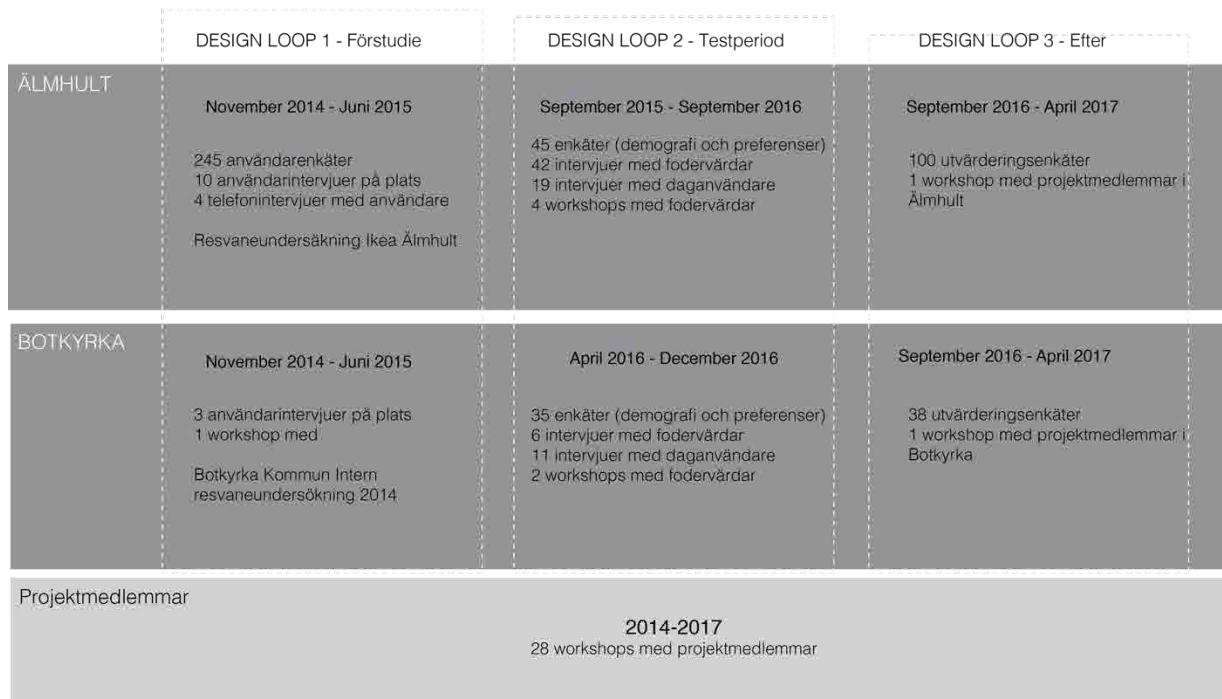
Datainsamling

Datainsamling har skett genom en mängd forskningsaktiviteter:

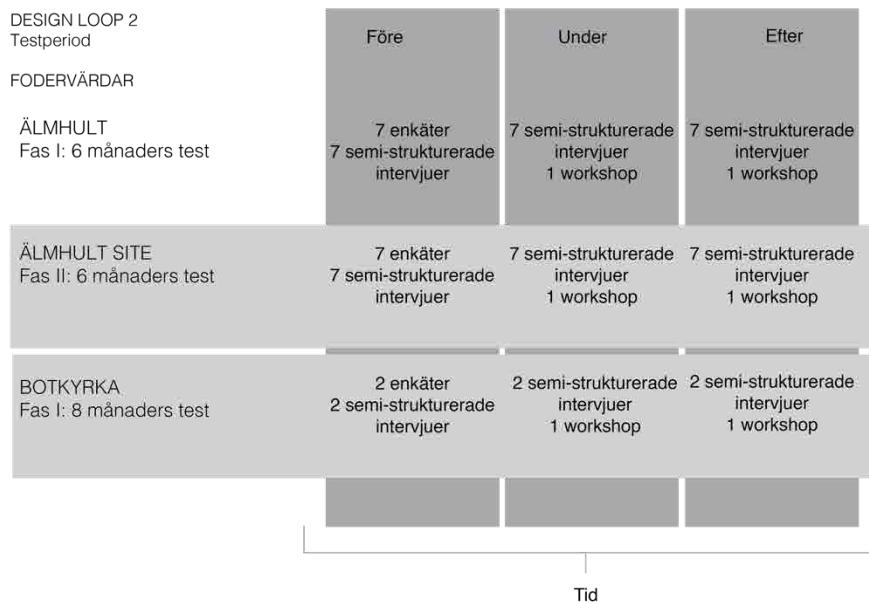
- Workshops med projektdeltagarna
- Reseundersökningar
- Intervjuer, med såväl projektdeltagare som fodervärdar och daganvändare
- Enkäter
- Dagböcker inklusive bilder och reflektioner inför workshops
- Workshops med fodervärdarna
- Mätningar av kördata med GPS-data
- Loggning av körsträckor i tjänstesystemet
- Loggbok för brukare för att logga resans syfte och vilket transportmedel som ersattes med hjälp av Twizyn

Utformningen av datainsamlingen visas i Figur 5.

Datainsamling Projektmedlemmar



Datainsamling Fodervärdar



Figur 5. Utformningen av datainsamlingen.

Projektdrift, möten, kommunikation i projektet

Mötesplatsen i projektet har varit på ITRL på KTH i Stockholm. Som regel har projektmöten hållits varannan vecka. Alla projektmedlemmarna har inte haft möjlighet eller behövt närvara på varje möte. Några har deltagit på distans och några har ibland valt att vara frånvarande från projektmötens beroende på dess ämnesfokus.

Projektarbetets karaktär har varit utforskande vilket inneburit att projektmedlemmarna varit flexibla och försökt att arbeta gränsöverskridande. Flertalet har lagt mer tid än planerat. Mycket ”praktiskt arbete” har lagts av forskarna och Hertz/Sunfleet har bistått med en mängd mindre problemlösningar kring bokningssystem, smartcards och fordon.

Mötesanteckningar med beredda lösningar och delegerade punkter har sänts via mail och även lagts på en för projektet gemensam Trello-board.

Resultat

Användning av tjänsten ”KTH Mobility Pool”

Användningen på IKEA

På IKEA var 16 fodervärdar engagerade för 7 fordon under två sexmånadersperioder. Två fodervärdar byttes ut på grund av byte av bostad varmed laddningsmöjligheten försvann. Varje Twizy och fodervärd har haft olika användningsmönster, men de har stått för majoriteten av bokningarna samt körd kilometer (se Tabell 1).

134 personer registrerade sig i poolen. Av dessa var 70 verkliga användare, vilka har bokat och använt fordonet minst en gång. Dessutom har en uppskattning gjorts till att ytterligare 70 personer har testat fordonet under olika omständigheter, som under ”prova på-dagarna” och i olika situationer tillsammans med fodervärdarna.

I genomsnitt har användarna i Älmhult kört drygt 300 km per månad och Twizy. Fodervärdarna har stått för majoriteten av sträckan. Orsaken till detta är att de kört långa distanserna till och från arbetet. Detta skiljer sig dock mellan fordon fodervärdar och tid över året. Fordonen har totalt sett körts drygt 25 400 km under testperioderna där fodervärdarna har stått för 21 700 km av dessa.

Totalt har det gjorts 3434 bokningar under de två testperioderna. Det innebär 41 bokningar per månad och Twizy. 21 % av dessa gjordes av daganvändarna och resterande 79% av fodervärdarna för att kunna köra fordonet fram och tillbaka till arbetet men även för användning under dagtid. Ungefär hälften av bokningarna har behövts av fodervärdarna för att kunna köra fordonet fram och tillbaka från arbetet. Detta innebär att många gånger har fodervärdarna också varit de mest flitiga daganvändarna, både under sexmånadersperioden då de har varit fodervärdar men även under den sexmånadersperiod då de inte varit det.

Generellt gäller för både IKEA och Botkyrka kommun att varje plats/avdelning i de två poolerna haft ungefär två storanvändare, dvs några personer som har använt fordonen betydligt mer än de andra användarna.

Den högsta bokningsfrekvensen var under lanseringen (oktober 2015) med 48 bokningar per Twizy och den längsta var under januari 2016 med 20 bokningar. Den låga användningen under januari berodde på snö och kyla varmed flera av fordonen inte användes alls.

Under den sista veckan av testperioden (oktober 2016) gjordes på bara dessa sju dagar 88 bokningar. Om denna bokningsfrekvens extrapoleras för hela månaden skulle det ha motsvarat 58 bokningar/Twizy under oktober. Detta kan bero på ett stadigtökande antal registrerade användare, men också på att projektet höll på att avslutas och användarna ville passa på att använda fordonen innan de försvann från området.

Tabell 1 Användningsdata på IKEA och Botkyrka kommun.

	IKEA	BOTKYRKA KOMMUN
Testperiod	6 mån + 6 mån	9 (inkl. sommar)
Fodervärder	7 (8) + 7 (8)	3
Registrerade användare	134	33
Verkliga användare	70	15
Körda km, totalt	25 400	5217
Körda km, fodervärder	21 700	3818
Antal bokningar, totalt	3434	274
Antal bokningar, fodervärder	2703	123

Användningen på Botkyrka kommun

På Botkyrka kommun där poolen drevs under 9 månader inklusive sommaren, var det initialt två fodervärder. Den ena fodervärden genomförde en testperiod på cirka en månad. På grund av att tekniskt problem med nyckelkortet och inversboxen valde denna att hoppa av. De tyckte att det kändes för påfrestande att inte kunna lita på att komma iväg som planerat med fordonet. Denna fodervärds ersattes under de kvarvarande åtta månaderna. Den andra fodervärden genomförde en testperiod på ca fem månader, men valde att avbryta efter sommaren då denna tyckte att det var för stora påfrestningar på privatlivet i och med att det upplevdes

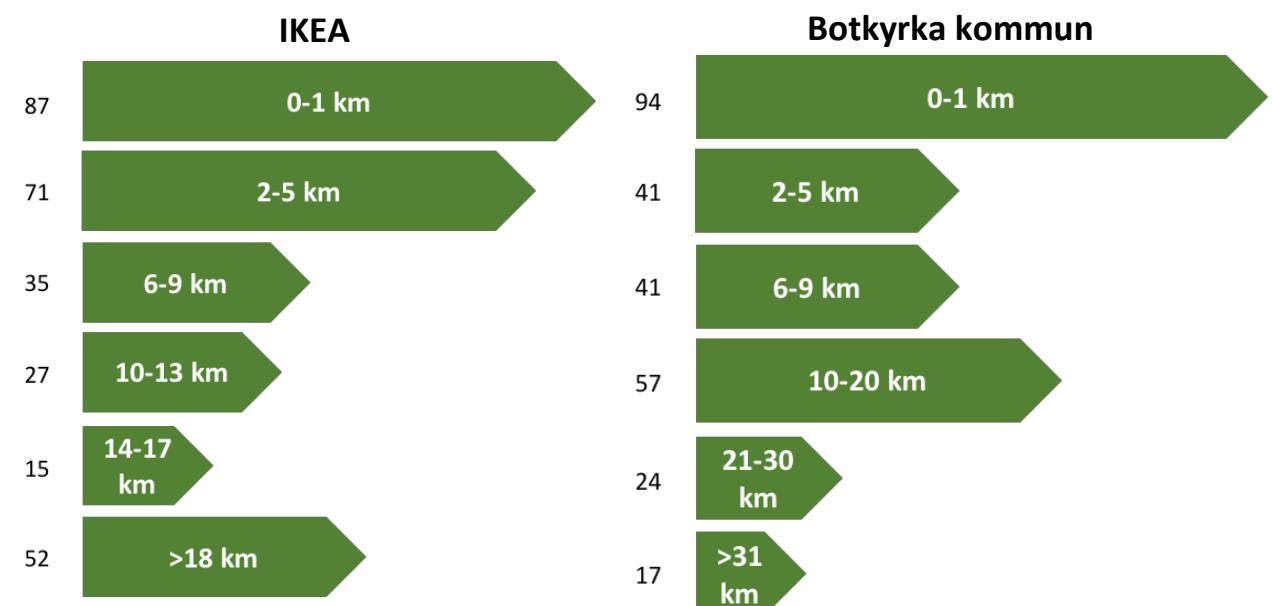
som svårt att lita på att fordonet skulle fungera som planerat. Denna fodervärd ersattes inte då ingen ville vara fodervärd på den aktuella avdelningen. Anledningarna till detta var avsaknad av laddningsmöjligheter hemma eller att bostaden låg för långt ifrån arbetsplatsen. Eftersom det fanns laddplatser på platserna där poolen var stationerad togs beslutet att köra den ena platsen utan fodervärdar.

Poolen hade 33 registrerade användare varav 15 var verkliga användare. En uppskattning har gjorts till att ytterligare 30 användare har testat och kört fordonen under de tre testtillfällena och tillsammans med andra användare. Det har även framkommit i intervjuerna att vissa personer har kört fordonen trots att bokningsdatan inte har påvisat detta. Detta antas bero av att de har lånat andra användares nyckelkort. Användarna körde tillsammans 5217 km där fodervärdarna stod för 3818 km. Detta innebär 193 km per månad och Twizy. Totala antalet bokningar var 274 stycken och av dessa gjorde fodervärdarna 123 bokningar. Det innebär 10 bokningar per Twizy och månad. Detta är ett lägre bokningstal än för IKEA vilket bland annat beror av att de endast hade en fodervärd under större delen av testperioden. När sommaren också är inkluderad, då det har gjorts få bokningar av daganvändare, blir skillnaden ännu mer påtaglig.

Den högsta användningsfrekvensen var under lanseringsmånaden i april med 69 bokningar på de tre fordonen och månaden med lägst frekvens var i december med totalt 5 bokningar.

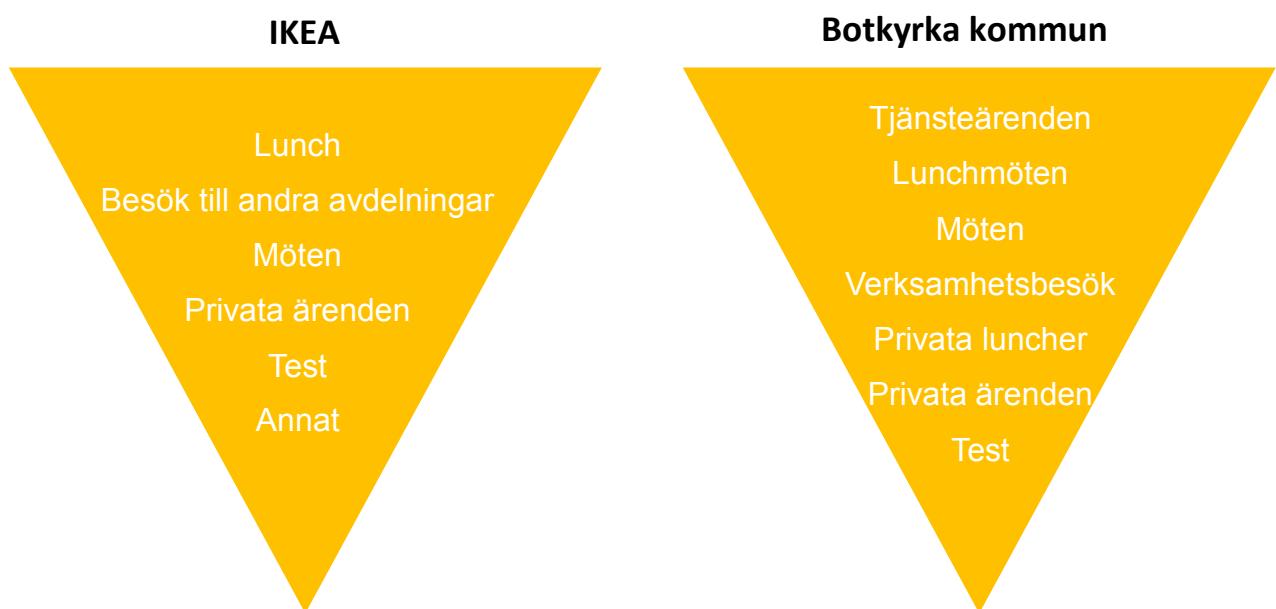
Körsträckor och användningsområden

Körsträckorna för respektive fordon påverkades av fodervärdarnas avstånd mellan arbetsplatsen och hemmet. Både på IKEA och Botkyrka kommun var den vanligaste körsträckan 0–1 km (Figur 6). På IKEA användes fordonen främst för kortare privata ärenden till lunchställen eller IKEA-varuhuset medan på Botkyrka kommun var ett vanligt användningsområde att ta fordonen på verksamhetsbesök som låg en längre bit ifrån arbetsplatsen. Kördatan indikerar att mobilitetslösningen passar bäst för kortare distanser.



Figur 6. Körsträckor på IKEA respektive Botkyrka kommun. Siffran till vänster om pilarna visar ett genomsnitt för antalet bokningar per månad.

Det fanns tydlig skillnad i syftet med att använda poolen mellan IKEA och Botkyrka kommun (Figur 7). På IKEA användes fordonen främst vid lunch, medan det största användningsområdet på Botkyrka kommun var tjänsteärenden. Det framgick även under intervjuerna att företagskulturen på respektive organisation var en orsak till dessa skillnader. Trots att det från både forskningsprojektets och arbetsgivarnas sida var tillåtet att använda fordonen för privata ändamål (eftersom ett av syftena var att få medarbetarna att lämna sina privatbilar hemma) fanns det en försiktighet hos de anställda på Botkyrka kommun att göra det. På IKEA var behovet som störst vid lunch. Fordonen användes främst för att åka till andra platser som erbjöd lunch eller till affärer i närheten. Intervjuer har även pekat på att vissa personer på en del avdelningar upplevde att de behövde förflytta sig för att få något annat att äta än sallader och enklare mat. Att de flesta användarna ville ha fordonet samma tid har sannolikt påverkat användningsfrekvensen då fordonen helt enkelt inte räckt till alla.



Figur 7. Syftet med resorna på IKEA respektive Botkyrka kommun. Fordonen har använts för ovan redovisade ärenden (i sjunkande frekvens som de presenteras i figuren).

Fodervärdskapet i "KTH Mobility Pool"

De som önskade att bli fodervärdar till en Twizy fick ansöka om detta. När fodervärdarna valdes ut så eftersträvades en spridning av deltagarna utifrån en representation av olika kön, ålder, familjeförhållanden, transportbehov etc. Huvudkriteriet var dock att Twizyn skulle ersätta en konventionell bil för resorna till arbetet, men det gick inte att uppfylla för samtliga fodervärdar. För att kunna fullfölja sin roll som fodervärd krävdes att de bodde inom ca 10 km från arbetsplatsen och hade laddningsmöjligheter hemma.

Det fanns fyra huvudsakliga anledningar till att användare ville vara med som Fodervärd i projektet. För det första var det individer med ett genuint intresse för ny teknik och framförallt handlade det om möjligheten att få testa ett elfordon. De tyckte om att få testa någonting nytt och spännande. För det andra var det personer som attraherades av att hitta mer hållbara alternativ till sina fossila bränsledrivna bilar. De ville också uttryckligen visa andra i sin omgivning elbilens potential och, i linje med sina egna intressen, få andra att reflektera över hållbarhetsfrågor i samhället. Den tredje huvudorsaken var att erhålla ytterligare ett fordon. Detta gällde främst personer som hade familj och ett mer komplicerat livspussel att lägga. Twizyn bidrog till en praktisk lösning av detta och gjorde den vardagliga logistiken lättare. Avslutningsvis fanns det även ekonomiska skäl att delta som Fodervärd i projektet då vissa förstod att detta var ett kostnadseffektivt sätt att resa. Ofta handlade det förstås om kombinationer av dessa fyra huvudorsaker, där en av dessa var mer tongivande.

Under intervjuerna med daganvändarna undersöktes orsakerna till varför de inte hade valt att söka till att bli fodervärdar. Följande anledningarna lyftes upp:

- Ingen laddningsmöjlighet hemma
- Bor för långt bort
- Lämnar flera barn på dagis
- Kände inte till möjligheten

Fodervärdarnas användning av poolen

Fodervärdarna har berättat att de försökte ersätta sin privata personbil i så stor utsträckning som möjligt. De tillfällen då de fick ta personbilen istället var då körsträckan var för lång, fler än två personer skulle resa eller otympliga saker skulle fraktas. Fodervärdarna vittnade om hur de använde Twizyn till att skjutsa barn till dagis och olika aktiviteter, storhandla, panta burkar och flaskor, köra till golfbanan och zumbaträningen. De har tagit med sig kompisar och familjemedlemmar. Att Twizyn inte ger samma påverkan på miljön som personbilen gjorde att det kändes bra att köra Twizyn istället. ”Man kunde köra med gott samvete”. Detta gjorde dock att Twizyn i många fall även ersatte cykeln och kördes fast det inte var nödvändigt, vilket inte var syftet med poolen.

Ambassadörsroll

Grannar, vänner och kollegor till fodervärdarna har fått provköra fordonen. Flera fodervärdar har fungerat som ambassadörer på sina arbetsplatser och uppmunrat

kollegor att köra fordonen. Här har dock en konflikt funnits mellan om man vill se en stor användning hos sina kollegor eller inte. En låg användning hos kollegorna ledde till en större tillgänglighet för de som gärna använde Twizyn mycket. En stor användning var mer långsiktigt hållbar då chansen till att poolen blev kvar ökade, men resulterade i en lägre tillgänglighet för fodervärden.

Oförutsedda händelser och vardagliga livspusslet

När fodervärdarna visste att de skulle vara borta från arbetet en längre tid, t.ex. på grund av tjänsteresa eller semester så löste de detta på olika sätt. Antingen ordnade de med en ersättare eller så bokade de upp fordonet under denna tid och lämnade det hemma. Fanns det möjlighet att ladda fordonet på arbetsplatsen kunde de också bara lämna det på arbetsplatsen under denna tid. När oförutsedda händelser skedde, såsom sjukdom, vilket medförde att fordonet inte kunde komma till arbetsplatsen som utlovat, behövde de anmäla detta till Supporttjänsten så att de i sin tur kunde boka upp fordonet och kontakta de som redan hade bokat fordonet. Många gånger gick fodervärden in själv i bokningssystemet och bokade upp fordonet så att ingen annan skulle boka det.

Fodervärdarna var generellt positiva till fodervärdsmodellen. Dock blev det en del pusslande vid olika situationer som till exempel vid sjukdom och tjänsteresor som beskrivet ovan. Det kunde också handla om byte av fordon med sin partner för hämtning av barn. Detta pusslande upplevdes dock inte så mödosamt av de flesta fodervärdarna.

Vid enstaka tillfällen hände det också att fordonet hade använts så mycket att fordonet behövde laddas innan hemfärd varmed fodervärden fick invänta tillräcklig laddning.

Vissa fodervärdar berättade att de kände ett slags ansvar över att se till att fordonet kom till arbetsplatsen och att detta hängde över dem i negativ bemärkelse. Några fodervärdar tänkte på reglerna för att få vardagspusslet att fungera. Det kunde handla om att boka upp Twizyn varje lunch eller dagligen åka hem tidigare än vad som var överenskommet.

Produkt- och tjänstesystemet i "KTH Mobility Pool"

Erfarenheter om fordonet

En utmaning med KTH Mobility Pool var att få användarna att gå från en rymlig, bekväm och bekant personbil till ett enklare och mindre fordon, där även drivlinan skiljer sig från det man är van vid, vilket innebär ett fordon som är lite annorlunda att starta och köra, speciellt om personen aldrig har kört automatväxlad bil tidigare. Användarna var generellt positiva till fordonen (Figur 8). De tyckte det var kul att köra Twizyn. På Botkyrka kommun påpekade användarna att fordonet passar bra in på de distanser som de körde där. De tyckte att poolen var ett bättre alternativ än att cykla, då det gick att köra lite längre och även få med sig en del saker i fordonet. Sammantaget tyckte de på båda arbetsplatserna att fordonet var:

- Roligt och trevligt att köra

- Tyst
 - Bekvämligheten ökar med farten
 - Ger körglädje
- Enkelt att köra, snabb och smidigt att köra omkring med (*"Bara lägga in gasen och köra, busenkelt"*, *"Ingen skillnad från att köra vanlig bil – bara tutta och köra"*)
- Lätt att parkera
 - Lätt att gå in och ur
 - Liten och smidig, tar inte mycket plats
- Bra komfort
 - Komforten ökar med farten
 - Behöver inte åka till bensinstationen
- Billigt att köra
- Går att få med sig lite saker (jämfört med cykel)
- Väcker uppmärksamhet
- Miljövänligt
- Möjligt att koppla in telefonen för musik, telefonsamtal etc.

Det fanns även tveksamheter kring fordonen. Många av användarna kände sig osäkra kring fordonet eftersom detta kändes litet i relation till andra bilar.

Dessutom fanns problem med imma och isbildning på insidan av rutan, vilket bidrog till dålig sikt under fuktiga eller kalla dagar. Ett återkommande problem har också varit handbromsen som har suttit hårt och som flera användare har haft problem att lossa. Dessutom kräver Twizys konstruktion att man samtidigt trycker ner bromspedalen vilket inte överensstämmer med hur en handbroms lossas på vanliga bilar. Flera påpekade att *"man måste tänka på vad man har för kläder"* och detta gällde inte enbart under de kalla årstiderna då användarna behövde klä sig varmt, utan några lyfte även upp att oömma kläder behövdes eftersom smuts kunde komma in i fordonet eller så var fordonet smutsigt sedan innan. Nedan presenteras en sammanställning av de tvivelaktigheter som har funnits med fordonet:

- Säkerheten
 - Litet och tyst (märks inte av andra)
 - Känns osäker på stora vägar
 - Dålig sikt då det var fuktigt och kallt (imma och isbildning på insidan av fönstret)

- Problem med vissa produkter och låg kvalitetskänsla
 - Handbromsen svår att lossa
 - Dörrarna kärvade ibland
- Komforten
 - Regn och vind kommer in (framförallt till baksätespassageraren)
 - Kall under vintertid ("Varma kläder behövs under vissa årstider", "Den känns mer som en sommarbil")
 - Stötig, skumpig
 - Släpper in ljud i kabinen
 - Litet (speciellt för två stora personer), går inte att frakta skrymmande saker

Ytterligare en problematik som framhållits är att eftersom fordonet inte går att låsa så går det inte att förvara stöldbegärliga saker i bilen om man behöver lämna fordonet för att uträdda ärenden. Generellt kan sägas att Twizyn passar vissa situationer bättre, såsom distanser på upp till ca 10 km och där inga större eller otympliga saker behöver fraktas eller lämnas kvar i fordonet. Skvättrisken och imman i rutan visar även på att Twizyn passar torra och varma årstider bättre.

"Om jag hade kört bil till jobbet hade jag nog inte tagit den (Twizyn), för då hade jag inte haft mössa och vantar."



Figur 8. Olika åsikter hos användarna om Twizyn.

Erfarenheter om tjänsten

Flera lyfte upp att poolen var ett bra initiativ och att den passade den miljöpolicy som finns på respektive verksamhet.

"Bra att vi kan vara ett föredöme."

"Kul att göra reklam, fordonet väcker positiv uppmärksamhet."

"En bra idé för mobilitet, känns rätt."

"Jättekul att prova nya idéer, saker och tekniker."

Bland Botkyrkas kommunanställda påpekade användare att tjänsten sparade både tid och pengar, eftersom de inte behövde ta bussen eller egen bil till verksamhetsbesöken. Att det fanns reserverade parkeringsplatser för fordonen nära arbetsplatsen var något som var mycket uppskattat. *"Går ofta snabbare än att ta min egen bil på grund av parkeringen."*

Flera menade att tjänsten var lättillgänglig. Det var lätt att boka och köra fordonet och det fanns oftast ett fordon på plats. Intervjupersonerna påpekade även att det var bra service i projektet och hänvisade bland annat till att det var bra att forskarna hade varit på plats och instruerat fordonen. I Botkyrka kommun där Nisse hjälpte de nya användarna med registreringen till poolen lyftes detta upp som något särskilt positivt.

Tjänsten upplevdes som smidig jämfört med andra pooltjänster då man i detta fall till exempel inte behövde: redovisa bensinkvitton och ordna med bokningsbekräf telser från chefer, tanka eller blåsa i alkolås.

Sammantaget upplevdes många fördelar med tjänsten:

- Erbjuder flexibilitet och bekvämlighet som en mobilitetslösning
- Smidig upplevelse
- Erbjuder tillgänglighet och förenklar dagliga ärenden, besök och möten, "*Det känns bra att den är lättillgänglig jämfört med privata bilen.*"
- Bidrar till fler resealternativ
- Möter behoven hos de anställda, t.ex. minimerar bekymret med att hitta transport under lunch och andra möten när man inte har något annat fordon
- Är tillgänglig (finns ofta tillgängliga fordon)
- Sparar pengar (behöver inte ta egen bil)

- Sparar tid
 - Behöver inte ta bussen till möten
 - Reserverade parkeringsplatser

I Botkyrka kommun var det inledningsvis problem med avmagnetiserade kort och detta bidrog till att flera användare tappade förtroendet för tjänsten. Det var även vissa handhavande problem i början. Röstinstruktionerna i bilen, som gavs på engelska, stämde inte helt överens med rådande startprocedur. Flera personer bland Botkyrka kommunanställda kände sig också obekväma med engelska. Därför togs även en manual på svenska fram och det gjordes en ny inspelning av röstinstruktionerna på svenska.

På en av avdelningarna där poolen testades i Botkyrka kommun gjorde medarbetarna regelbundet verksamhetsbesök och dessa planerades oftast i anslutning till färden till eller från arbetet. Detta upplägg gick inte att göra effektivt och samtidigt utnyttja poolen, om man inte var fodervärd. Några åkte parvis ut på verksamhetsbesöken och användarna berättade att det i vissa fall kunde känna lite väl trångt att åka två med väskor i Twizyn.

På supporten som Sunfleet bistod med var de hjälpsamma, men alla dess medarbetare hade inte information om Twizyn och kunde ibland inte hjälpa till. De hade fått allt underlag av Sunfleet men det behövdes en inkörningsperiod av supporttjänsten som blev bättre ju mer tiden gick.

De problem som upplevdes med poolen var:

- Finns inget behov av mobilitet mellan kontor
- Begränsad tillgång och funktionalitet
- Tjänsten är inte anpassad till möten som man tar på vägen hem
- Kräver ansvarfullt beteende, att fodervärdar är i tid och att man lämnar tillbaka fordonen på rätt ställen
- Supporttjänsten fungerade inte bra inledningsvis
- Krävde planering i förväg och ansträngning
- Kräver ett engagemang
- Komplicerad med för många procedurer, ”*En upplevelse av krångel*”

Åsikter och erfarenheter om bokningssystemet

Bokningssystemet som användes kom från Sunfleet (dock med en modifierad första-sida), vilket medförde att användarna behövde sätta sig in i ett nytt system. Anledningen till att använda detta bokningssystem istället för att integrera tjänsten

med befintliga system var bland annat att detta bidrog till möjligheten att samla in bokningsdata och följa användningen av fordonen.

Användarna i Botkyrka kommun har varit mycket positiva till bokningssystemet och tyckte att det var lättanvänt. En anledning till att det inte har varit några problem alls angående detta kan vara att ”Nissarna” i Botkyrka kommun registrerade alla användare som var intresserade. De fick alltså stöd i ett moment som på IKEA upplevdes som lite krångligt. PÅ IKEA fanns det användare som inte var lika nöjda med bokningssystemet. Detta berodde till stor del på att användarna där behövde registrera sig själva för att bli medlemmar i poolen vilket upplevdes som krångligt för en del användare. Förutom detta problemområde tyckte dock även IKEA-användarna att bokningssystemet var intuitivt och lättanvänt. De var även positiva till att det gick att boka fordonen både från datorn och via appen. Några användare kom med förbättringsförslag på appen såsom sparade snabbval för återkommande bokningar för att minimera antal steg i bokningsproceduren.

Åsikter om delade tjänster

De flesta användarna var positiva till delade tjänster. Många kommenterade dock att de tyckte att delade tjänster passar bättre i en arbetskontext än privat, eftersom man på fritiden i högre utsträckning värnar om frihet och flexibilitet. På arbetsplatsen är man ganska van med att dela, på sådant som kontorsutrymmen och utrustning. Få hade testat delade tjänster privat, med undantag av semesterbostäder. Nästan alla fodervärдар hade testat delade mobilitetstjänster i jobbet med respektive befintliga bilpooler, avdelningsbilar och liknande. Ett par av fodervärdarna funderade i slutet på av sina respektive testperioder på att komplettera sin vanliga bil med att gå med i en bil-pool privat för att vid tillfälle kunna addera flexibilitet till familjelivet.

Miljönyttan och energieffektivitet

I projektet så har projektparten Ecotraffic har med LCA metodik gjort beräkningar och uppskattningar av miljöeffekterna av användningen av LEV i pooltjänst i projektet KTH Mobility Pool. Användning av LEV-pool, d v s ett litet elfordon i en pooltjänst, innebär en tydlig minskad miljöpåverkan när den ersätter bensinbilar. Detaljerad rapport av miljöeffekter finns i en bilaga. Nedan redovisas en sammanfattning av resultaten.

Summering energibesparing och CO₂-e baserat på LCA

En bensinbil av mellanklass släpper ut 240 g CO₂-e/km, varav 200 kommer från bensinen. En motsvarande elbil ger utsläpp på knappt 80 g CO₂-e/km varav endast 10 g kommer från elproduktionen. **LEV ger utsläpp på 44 g CO₂-e/km** varav under 5 g kommer från elproduktionen. Cykling ger utsläpp på 24 g CO₂-e/km varav tillverkningen av cykeln står för 5 g och maten står för 19 g.

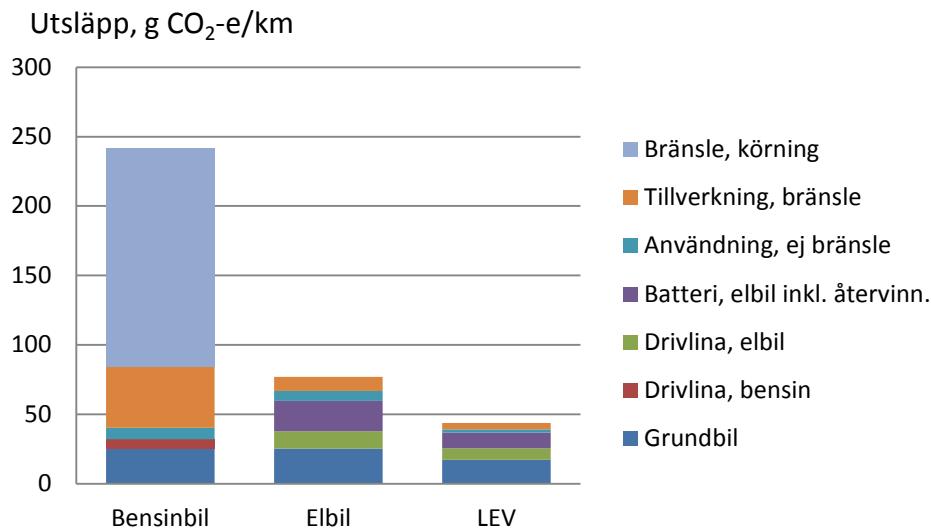


Diagram 5. Utsläpp, g CO₂-e, under fordonens hela livscykel. Bensinbilen och elbilen rullar 220 000 km och LEV rullar 100 000 km.

LEV-poolen sparade ungefär 1240 kWh energi och minskade utsläppen med 350 kg CO₂-e per månad. Vidare minskades varje månad utsläpp på 7,2 kg kolmonoxid, 1,6 kg kolväten, 0,76 kg kväveoxider och 18 g partiklar.

Beräkningarna innehåller stora osäkerheter. Det finns risker för sämre utsläppssiffror med ett fordon av LEV-typ, främst på grund av låg nyttjandegrad och därmed få nyttjade kilometrar vid fordonets ”end-of-life”. Om fordonets utformning, tekniskt eller i andra avseenden, innebär en alltför begränsad användbarhet finns risken att körsträckan under livstiden blir kort och då blir utsläppen per kilometer höga. **Om LEV t ex rullar 50 000 km blir de totala utsläppen 80 g CO₂-e/km. Om LEV istället rullar 150 000 km blir utsläppen 31 CO₂-e/km.**

Det finns en stor potential för minskning av utsläppen från elfordon eftersom en stor andel av utsläppen är kopplade till tillverkningen där i sin tur en betydande del av utsläppen beror på användning av fossil energi.

Sekundära effekter

Införandet av en LEV-pool innebär ett ändrat resmönster för de personer som utnyttjar tjänsten. Det ändrade resmönstret innebär inte bara minskad bilkörning utan kan även påverka vanor gällande kollektivtrafik och cykel. Tillgången till ett fordon på arbetsplatsen kan t ex innebära att det blir lättare att åka tåg, buss eller cykel till jobbet. I en tänkt situation där långpendlare behöver ett fordon under arbetsdagen och därför pendlar med bil innehåller tillgången till en LEV-pool att pendlaren kan byta från bil till tåg+LEV. Då kan några km med LEV spara mångdubbla sträckan med en bil. Utifrån intervjuer gick det inte att bekräfta någon sådan effekt. I en amerikansk studie av bildelningssystemet Car2go i fem städer såg man endast en svag ökning av användarnas resor med intercitytåg i en av städerna men i övrigt inga skillnader (E. Martin et Al, 2016).

Övriga effekter

Ökad kunskap och mer positiv inställning till elbilar

För flera av fodervärdarna var detta ett tillfälle att få prova att köra elbil under lite längre tid och olika förhållanden. Bara ett fåtal av fodervärdarna hade kört elbil innan de fick köra Twizyn. Alla fodervärdar var mycket positiva till eldriften och såg många fördelar, såsom att det var mer miljövänligt och roligare att köra och bekvämt att slippa åka till bensinstationen. Alla fodervärdar vittnade om att de trodde att deras nästa eller nästnästa bil skulle vara en elbil ”*för det har gjort att jag har börjat fundera på detta som alternativ till min stora bil*”. Alla ansåg dock att befintliga elbilar fortfarande är alldelvis för dyra och de allra flesta var fortfarande skeptiska till att helt ersätta sin vanliga fossildrivna bil med en enbart eldriven bil. För en del fanns hybridbilar som möjligt val och en del funderade på att komplettera sin vanliga bil.

Diskussion

I följande kapitel redogörs för de analyser, slutsatser och lärdomar som har gjort i projektet följt av förslag på fortsatt forskning.

Användningen

Fodervärdarnas användning av fordonen var hög eftersom de försökte ersätta sin privata bil i så stor utsträckning som möjligt. De tyckte det var kul att köra fordonet även om det medförde en del pusslande av bilar, bokningar och tid. Generellt tyckte de flesta, både fodervärdar och daganvändare, att KTH Mobility Pool var ett bra initiativ och ett viktigt ställningstagande för arbetsplatsen och ett led i rätt riktning mot ett hållbarare sätt att resa. Trots detta var daganvändarnas användning av fordonen under arbetstid relativt låg. Ett antal orsaker till detta utkristalliseras under intervjuer och workshops.

Fodervärdsmodellen

Trots att fodervärdsmodellen infördes med syftet att ha en hög beläggning på fordonen och ersätta bränsle drivna fordon i så stor sträckning som möjligt, bidrog modellen till en lägre användningsfrekvens hos daganvändarna. Vissa daganvändare upplevde att fordonen inte fanns tillgängliga när de behövdes. Detta berodde både på att fodervärdarna ibland blev sjuka, var hemma med sjuka barn, åkte på tjänsteresor och att några fodervärdar lämnade kontoret tidigt på grund av hämtning av småbarn. Detta gjorde att det blev en brist i tilliten att fordonet verkligen skulle finnas på plats den tiden som det var bokat. ”*Man kan inte lita på att fordonet finns där när man behöver det*”. Flera användare vågade inte boka Twizyn för möten eller andra aktiviteter till vilka de inte ville riskera att uteblivit.

Ytterligare en anledning till att fodervärdsmodellen i vissa avseenden hämmade daganvändningen handlade mer om en emotionell tillhörighet. Vissa daganvändare berättade att de upplevde det som att fordonen tillhörde fodervärdarna och att de inte riktigt vågade ta dem om de misstänkte att

fodervärden ville köra fordonet. De uttryckte att de kände att fodervärdarna hade förstahandsrätt till användningen. De berättade också att Twizyn inte riktigt kändes som en hyrbil:

"Den känns ju inte som en hyrbil precis. Utan den känns mer som en egen bil. Att den är lite halvskitig så att säga."

Tekniska problem

Det var två större tekniska problem som inträffade vid upprepade tillfällen under studien: handbromsen som kärvade och problemen med nyckelkortet i Botkyrka kommun. Båda dessa problem medförde att ett par användare fick använda sig av bårgare eller annan hjälp efter att de hade fastnat en bit från arbetsplatsen antingen för att de inte kunde släppa loss handbromsen eller för att de inte kunde starta fordonet med sitt nyckelkort. Detta medförde att vissa användare blev skeptiska till om det gick att lita på fordonen och vågade därför inte att använda dem. De tekniska problemen diskuterades även bland användare som inte själva hade upplevt dem, men som hade hört talas om dem, vilket påverkade även deras inställning till fordonens och systemets pålitlighet.

Kompatibilitet

Fordonen kan bara användas för kortare sträckor på grund av batteriets räckvidd. Oftast räckte laddningen under hela dagen och även för transport hem. De få gånger som det uppstod problem var under vintertid. Fodervärdarna fick vid ett par tillfällen ladda upp fordonet under dagtid för att batteriet skulle räcka hela vägen hem. För vissa körningar var fordonet för litet, t.ex. om de skulle hämta någon vid stationen med resväskor eller transportera skrymmande last mellan platser.

Att Twizyn är bäst lämpad för torra och varma klimat är också en bidragande orsak till den låga användningsfrekvensen. Användarna behövde varma och oömma kläder för att köra Twizyn under de kalla och blöta årstiderna, eftersom det kom in kyla, vatten och smuts in i fordonet. För användare som tog cykel till arbetsplatsen var detta inget problem eftersom de dels redan hade med sig denna utrustning och dels var vana vid ett transportmedel där man vistas utomhus. För de användare som tog bilen, vilka var den verkliga målgruppen, var det däremot ett hinder att det krävdes varmare och oömma kläder vilket de kanske inte hade med sig en vanlig arbetsdag. Detsamma gällde många av de som kom med tåg eller kollektivtrafik till arbetsplatsen, om de inte hade använt cykel för att komma till sin hållplats nära hemmet.

Service och underhåll

Samtliga fordon var borta vid två tillfällen för däckbyte. Vid första däckbytet var fordonen avställda under cirka en vecka då det blev problem med leveransen av vinterdäck. Ett fordon hade även problem med elektroniken och var inne på service för detta.

Produkt- och tjänstesystemet

Fodervärdarna trivdes med den uppmärksamhet som de fick när de körde fordonet. Att Twizyn inte är direkt diskret är något som också kan ha påverkat daganvändningen negativt då många individer inte vill dra till sig uppmärksamhet och kanske speciellt då de kör omkring i ett fordon som de känner sig lite osäkra på. Fodervärdarna som valde att vara med i testet var alla bekväma med att få uppmärksamhet, eller så övervägde andra positiva effekter.

Som tidigare nämnts, fungerade fodervärdskonceptet bra enligt fodervärdarna. De tyckte det var roligt att vara fodervärdar. Visa påpekade att de hade märkt en betydlig skillnad på sina bensinkostnader för att köra till och från arbetsplatsen. De tyckte att det hade varit roligt att få prova en elbil och i stort sett alla påstod också att deras nästa eller nästnästa bil skulle vara en elbil.

Målet var att tjänsten skulle fungera så pass väl att medarbetarna skulle lämna bilen hemma för att istället cykla eller åka med kollektivtrafiken till arbetsplatsen då det fanns fordon där att låna där. Detta skedde vid enstaka tillfällen. Att inte fler medarbetare lämnade sina personbilar hemma behöver inte ha att göra med att produkt- och tjänstesystemet inte var anpassat för de resor som gjordes på arbetsplatsen. Det kan även bero på huruvida den privata bilen ansågs behövas för resan till och från arbetet. Många hämtar barn på vägen till och från arbetet eller handlar mat eller gör andra ärenden i anslutning till arbetspendlingen och upplever att bilen är det mest effektiva sättet för dem att få ihop sin vardag. Detta visar att valet av transportmedel för resor som sker under arbetsdagen hänger ihop med valet av transportmedel för resorna till och från jobbet.

Flera av daganvändarna berättade att de hellre tog Twizyn istället för sin vanliga bil, trots att de hade bilen på arbetsplatsen. Detta berodde oftast på att Twizyn var parkerad närmre arbetsplatsen och att de inte behövde överge parkeringsplatsen till sin privata bil för att åka på ett möte.

En av de intervjuade daganvändarna vittnade om att, under tiden som KTH Mobility Pool fanns på arbetsplatsen, tog han bussen dit istället för bilen eftersom han kunde använda Twizyn till verksamhetsbesöken. Men på samma arbetsplats lyftes även upp att det vanliga var att verksamhetsbesöken oftast planerades i samband med hemfärd och då var det ineffektivt att åka tillbaka med Twizyn innan hemfärden.

Forskargruppen hade under projektets gång kontinuerligt informationsutbyte med användare om problem eller åtgärder i produkt- och tjänstesystemet som krävdes. När dessa ansågs hanterbara togs de omedelbart omhand. Till exempel så åtgärdades följande direkt under projektet:

- I ett av fordonen (på KTH/ITRL) monterades och testades en **handbromsrelease/by-pass** då handbromsen hade en tendens att fastna. På detta fordon monterades och testades också en **bluetooth koppling** mot mobiltelefon för handsfree samtal och musik.

- Den bristfälliga handbromsfunktionen i kombinationen med **röstinstruktioner** i otakt med t ex den verkliga startsekvensen förvärrade problematiken med handbromsen. I flera fall blev fordonen stående med låst handbroms utan att användaren kunde fullfölja sin resa. **Röstinstruktionen** justerades till att bättre överensstämma med nödvändig sekvens och en svensk översättning gjordes till fordonen på Botkyrka kommun.
- **Uppkoppling/Inversbox/smartcardläsare/smartcards.** Effekter av brister hos delarna och komponenterna eller olika fel i samverkan gav vid ett flertal tillfällen problem. Urladdning av 12V hushållsbatteriet gjorde vid flera tillfällen att användaren inte kunde starta eller flytta fordonet då access inte möjliggjordes till upplåsning via smartcardläsaren (även om fordonets driftsbatteri hade laddkapacitet). Detta hände när det var kallt.

Vad behövs för en fungerande mobilitetstjänst?

Det finns en utmaning i att införa ett nytt produkt- och tjänstesystem som innehåller att bryta vanemönster. Produkt- och tjänstesystemet behöver vara enkelt att testa – alla barriärer för att utnyttja systemet behöver reduceras. Många individer ger en ny produkt eller tjänst bara en chans. Flera intervupersoner berättade att de hade försökt att boka fordonet en eller två gånger och då den hade varit upptagen eller inte på plats gav de upp att försöka boka den igen.

Flera av användarnas vittnesmål visar på svårigheten att bryta invanda rutiner:

"Inte blivit av..."

"Har inte tänkt på att boka den i förtid..."

"...när man ska provköra något nytt....man är inte varm i kläderna"

"...dels tidsbrist...sedan blev det lite snö och kallt..."

"...försökt boka vid ett tillfälle, men då var den upptagen... jaha, jag tar väl min bil istället"

Flera av användarna reflekterade över detta och tyckte det var trist att inte flera av kollegorna tog chansen under testperioden:

"Många tycker det är en "rolig grej" men fortsätter att åka med sin egen bil av gammal vana."

"Det är väl lite synd att inte flera har tagit chansen kan jag tycka, för jag vet ju att många åker med sin privata bil till möten som ändå är i kommunen, och då tycker jag ju faktiskt att de borde ta Twizyn oftare."

medan andra inte hade förstått att det var en tillfällig tjänst:

"Tråkigt att poolen ska bort... visste inte att det var tillfälligt."

Med erfarenheter från projektet kan några viktiga lärdomar vid framtagandet av en fungerande mobilitetstjänst lyftas upp:

Låg tröskel - Det behöver vara en låg tröskel för att man ska börja använda sig av ett nytt produkt- och tjänstesystemet. Detta belyser speciellt de två fallen i projektet där användarna på Botkyrka kommun fick hjälp med registreringen och detta var uppskattat medan användarna på IKEA fick göra detta själva vilket upplevdes som krångligt. Här finns indikationer på att flera potentiella användare gav upp och aldrig gav poolen en chans.

Fördelaktigt – Produkt- och tjänstesystemet behöver erbjuda fördelar gentemot den redan befintliga lösningen eller praktiken d.v.s. hur de redan gör idag för att transportera sig. Fördelarna måste även tillsammans väga tyngre än de nackdelar som kanske kommer på köpet. KTH Mobility Pool erbjöd ett miljömässigt bättre och billigare sätt att resa där fordonen hade reserverade parkeringsplatser vid huvudingången.

Passa kultur och regelverk – Produkt- och tjänstesystemet behöver passa rådande kultur och regelverk, både interna såsom företagspolicys och externa som t.ex. skatteregler. Detta visades till exempel i Botkyrka-poolen då få vågade använda fordonet privat. Där fanns även en kultur av att man skulle undvika att använda de poolbilar som redan fanns och istället ta bussen till verksamhetsbesöken, vilket istället resulterade i att medarbetarna tog sin privata bil till besöken. Detta eftersom kommunens pool-bilar debiteras på respektive enhet och därmed ger en kostnad för enheten. I den ekonomiskt pressade verksamheten blev detta problematiskt, varmed man hellre la bördan, antingen ekonomiskt eller i tidsåtgång, på den enskilde anställdes. Det finns även ett problem med att tillåta fordonen för privata ändamål då det blir ett administrativt skatteproblem med förmånsbeskattningen. Att lösa detta med affärsmödell eller betalmödell är något att utreda vidare. Går det att lösa med något avgiftsbelagt medlemskap för den privata användningen?

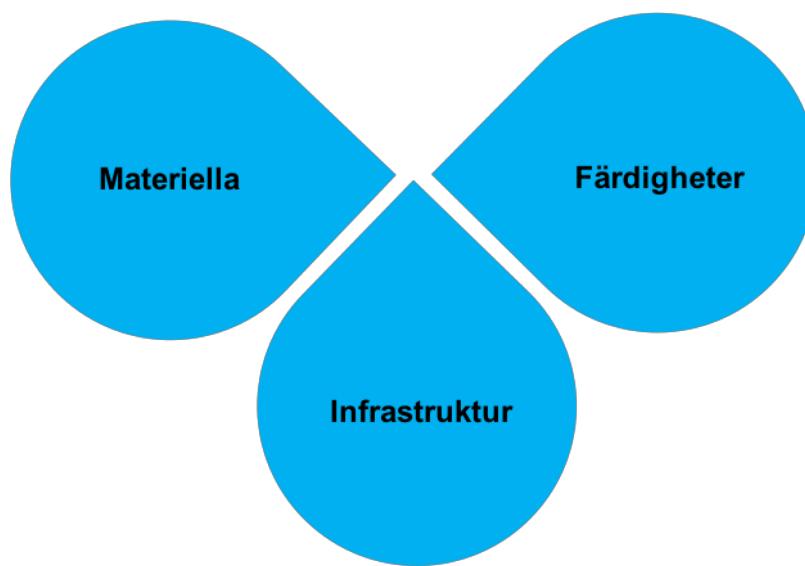
Fungera praktiskt – Allt det praktiska måste fungera för produkt- och tjänstesystemet och det behöver vara integrerat med verksamheten. Det måste finnas laddplatser för att säkerställa att det alltid finns tillräckligt ström i fordonet, en ”Nisse” eller serviceperson som kan rycka in och snabbt hjälpa till om något skulle krångla med fordonet eller bokningssystemet, bokningssystem med tillhörande nyckelkort måste fungera problemfritt och fordonen behöver en handbroms som är lätt att lossa.

Intuitivt system, enkelt att använda – Trots att KTH Mobility Pool medförde att ytterligare ett bokningssystem behövde användas var det relativt få som klagade på systemet. En anledning var troligtvis att fordonen som bokades för det andra bokningssystemet användes för andra syften, t.ex. längre resor. Ytterligare en anledning var också att Sunfleets bokningssystem ändå fungerade så pass väl. Det var lätt att använda. Det som upplevdes krångligt var registreringen till tjänsten.

Produkt anpassad till ändamålet - En insikt i projektet är också att en bilpoolsbil är något annat än en privatbil eller hyrbil. Det är bra om man kan designa poolbilar för att vara just detta. Poolbilar behöver:

- vara lätt att städa
- ha ett gränssnitt och användaroperationer som är lätt att förstå
- följa standarder så mycket som möjligt
- vara lätt att justera sittinställning för sikt, säkerhet och bekvämlighet
- ha fungerande basala funktioner såsom sikt, broms, säkerhetsbälte
- ha en display som säger exakt för studen, stegvist vad du ska göra (ingen instruktionsbok)
- ha en design som ”gemene man”/”stora massan” tycker är attraktivt och förstår

Sammantaget kan sägas att för ett välfungerande och användaraccepterat produkt- och tjänstesystem behövs ett integrerat tänk kring såväl det materiella, färdigheter och infrastruktur (Figur 9). Det räcker inte med att placera ut ett antal lätta elfordon och koppla ihop dem med en bokningstjänst. Alla tre delar behöver stödjas liksom kopplingarna dem emellan.



Figur 9. Vid utveckling av ett fungerande produkt- och tjänstesystem behövs integrering av det materiella, infrastruktur och färdigheter.

Materiella

Det materiella inkluderar både Twizy och IT-system. Båda delarna behöver fungera. Fordonet behöver fungera alla årstider (eller kunna stå i garage). IT-systemet behöver fungera på flera plattformar.

Nära koppling behövs till befintliga bokningstjänster. Registrering behöver vara enkelt så att alla kan använda det.

Fordonen behöver placeras strategiskt.

Infrastruktur

Det materiella behöver stödjas av infrastruktur bestående av såväl laddningsmöjligheter och reserverade parkeringsplatser nära arbetsplatsen, som tydliga regler kring användning. Reglerna behöver vara kompatibla med rådande företagskultur och bestämmelser.

Produkt- och tjänstesystemet behöver vara synligt och väl kommunicerat samt ha tydligt stöd, för att vara ”normalt”.

Färdigheter

Användarna behöver kunna utveckla sina färdigheter i att hantera fordonet och bokningssystemet.

Fodervärdena behöver färdigheter och kunskaper för att hantera ambassadörskapet. Fodervärdena behöver även få systemet att fungera ihop med sitt vardagspussel.

Stora insatser för marknadsföring

Under projektet framkom tydligt att information och marknadsföring inte kan undanskattas. En omfattande del av projektets resurser har lagts på ett stort antal informationsträffar, pool- och fordonsdemonstrationer, trycksaker för instruktioner, dekaler, röstinläsning för fordonets röstinstruktioner, osv. (Figur 10). Lyckligtvis har projektet haft medlemmar med god kunskap om design, kommunikation och media. Grovt räknat har cirka ett halvt manår lagts på denna aktivitet.

Trots detta är en viktig slutsats att om kommunikationsaktiviteterna ökats så hade det varit möjligt att utöka antalet användare och även beläggningen i poolerna dagtid. En väl budgeterad, strukturerad och bemannad marknadsföringskampanj hade varit att rekommendera inför såväl starten som genomförandet av projektet.



Living Lab: Testing sustainable mobility solutions

Mobility Pool

Välkommen till invigningen av KTH Mobility Pool vid IKEA i Älmhult.

En övergång till renare fordon är nödvändig för att Sverige ska nå de långsiktiga klimatmålen där en fossilfri fordonsflotta 2030 är en viktig del. För att komma dit krävs nya kreativa lösningar som fungerar i verkligheten.

Forskningsprojektet KTH Mobility Pool - lätta elfordon i en ny pooltjänst – är inrikat på att testa en unik lösning med små elfordon. De kan användas av flera brukare varje dag för envägs- eller tvåvägstransporter och kombinerade med kollektivtrafik kan de ersätta privatägda fossildrivna fordon till-o-från och i arbetet.

Projektet kommer att genomföra fältförsök parallellt med forskning kring användarna, tjänstesignen och effekterna av den nya pooltjänsten. Här utvärderas både tjänsten och affärsmodellen och det görs på två platser; forrtstockholm och Älmhult.

Först ut i projektet är KTH Mobility Pool hos IKEA i Älmhult. IKEA arbetar aktivt med att minska företagets totala miljöpåverkan, där hållbara transporter är en viktig del. Den nya tjänsten minskar IKEA medarbetares behov av egna fossildrivna fordon, som ofta körs med bara en person i bilen, bland annat mellan IKEAs anläggningar, kontor och varuhus.

Datum: 29 september 2015
Tid: 12:00 - 14:00
Plats: Ikeas KH
Ikeavägen 7 i Älmhult.
Program: 12:00-13:00 Lunch och mingel
13:00-13:15 Invigning
13:15-14:00 Provkörsning
OSA: Senast den 25 september till helena.bertilsson@ikea.com

ITRI - INTEGRATED TRANSPORT RESEARCH LAB
Ecotraffic Seamless Hertz Renault Botkyrka Kommun Energimyndigheten

Figur 10. Inbjudan till invigningen av KTH Mobility Pool på IKEA

På många sätt ett lyckat projekt

Lyckat samverkansprojekt

Dynamiken och skillnaderna mellan långsiktiga forskningsprojekt och affärsdrivande verksamhet är oändligen och något som måste hanteras i multideltagarprojekt med medlemmar från båda falangerna. Det är svårt för företagen att prioritera de mer långsiktiga undersökande projekten. Det är också tydligt att det saknas vana och en etablerad arbetskultur i affärsdrivande verksamhet för triple helix-projekt. Intressenterna har av naturliga skäl olika inriktning för sitt deltagande och svårigheter att prioritera ett arbete som inte är kopplat till leveranser inom den egna organisationen vilka ofta är på ganska nära horisont. Man kan även ha svårt att byta tankesätt, till att växla över till en mer utforskande miljö som alla är med och skapa.

Med ett stort antal personer i projektet finns också utmaningar för gemensamma möten, både i tid och rum (Figur 11). Ett stort projekt med flera intressenter är inte bara en objektiv aktivitet utan har också sociala komponenter. För att

utveckla nya kreativa idéer är det viktigt att en öppen interaktion stimuleras mellan projektmedlemmar.



Figur 11. Mötet med deltagarna i projektet LEV Pool

Ett relativt omfattande arbete har krävts för att ge testet och forskningen en fungerande plattform. Det gäller bland annat design av informationsmaterial, utveckling och genomförande av kommunikation och externa relationer, introduktion och visning för blivande användare, administration och problemlösning kring de elva fordonen (inklusive KTH-fordonet). Living-Lab modellen med tjänst och fordon i fält med många hundra användare förutsätter hands-on resurser för att inte få oförutsedda långa stopp. Många av problemen har dock lösts tack vare dedikerade projektmedlemmar.

Trots att det har varit utmanande att arbeta på geografiskt olika ställen och även om många av projektmedlemmarna har lagt ner betydligt mer tid än beräknat samt att det funnits olika mål och syften med projektet hos de olika projektdeltagarna, har samarbetet mellan de projektmedlemmarna fungerat mycket väl. En anledning till detta tros vara att det har funnits ett övergripande gemensamt mål med projektet i att verka för hållbarhetsomställningen i stort och utveckla mer hållbara lösningar vilket har svetsat samman gruppen.

Det har hållits regelbundna möten vid vilka de flesta har prioriterat att närvara eller delta via telefon. Ett projektledningsverktyg (Trello) som alla har haft tillgång till har använts för att dela information etc. Projektgruppen har kontinuerligt försetts med problem och upplysningar från deltagarna i poolen

vilka har blivit omhändertagna eller lösta på olika sätt. Resultat från forskarna har också regelbundet redovisats för projektgruppen för återkoppling.

Fungerande affärsmodell

Även om användningsfrekvensen har varit relativt låg hos daganvändarna är projektet på många sätt ett lyckat införande av en tjänst. En ny affärsmodell med hög beläggning på fordonen har testats och FRAC/Hertz fortsätter detta arbete i nya pooler men med elbilar istället för LEVs. Särskilt intressant sett ur ett affärsperspektiv var Fodervärdsconceptet, som gör tjänsteproduktionen mer kostnadseffektiv samtidigt som det ger användaren som är fodervärd en ekonomisk uppsida. Detta går att läsa mer om Hertz "Lessons learned" i Bilaga 1.

Ökad elbilsmedvetenhet

Kunskapen om elbilar är idag än så länge låg och majoriteten av Sveriges bilförare har inte testat att köra elbil. Exponeringen av elbilar och framförallt LEVs har lett till en ökad elbilsmedvetenhet på de platser där projektet har genomförts. Många personer "ute på stan" har kommit fram till förarna av fordonen och varit nyfikna och frågat dem om fordonen. Fodervärldarna som har fått *leva med LEV* vill gärna skaffa elbil i framtiden. Daganvändarna som har fått testa LEV som ett poolfordon är positiva till sina upplevelser av elfordon. De övriga anställda samt omgivningen har också på olika sätt fått information om fordonen och sett dem i bruk. Alla dessa aktiviteter har bidragit till en ökad medvetenhet om elbilar.

Minskad miljöpåverkan

Miljönyttan av projektet är både direkt och indirekt. Den direkta miljönyttan är stor. Den totala miljöbelastningen (CO₂-e) minskar med ca 80% vid användande av en LEV jämfört med en mellanklass bensindriven bil. I direkta tal så resulterade projektet i en **minskad energiåtgång om 1240 kWh/fordonsmånad och minskade utsläppen med 350 kg CO₂-e per månad**.

Sekundära effekter som uppmärksammats hos användare av tjästerna kan vara den största effekten. Användare (fågångs- eller mångagångsanvändare) beskriver ett ökat intresse och medvetenhet för miljövänlighet i sitt transportmönster.

Skapat insikter och gett förhoppningar om att det finns alternativa sätt att resa

Alla som har kommit i kontakt med KTH Mobility Pool, antingen som användare eller som observatör har exponerats för ett nytt mer hållbart resealternativ. KTH Mobility Pool har skakat om i den rådande mentala modellen om att motordrivna fordon på fyra hjul för persontransport behöver vara stora/rymliga/femsitsiga, bekväma och rumstempererade vilket är en nödvändig tankeväckare och som förhoppningsvis har fått ett frö till långsiktiga förändringar för att nå klimatmålen.

- *Jag hoppas Twizyn kommer tillbaka, jag hoppas vi får fler Twizy och får vi inte Twizy så kommer jag jobba aktivt med mina kollegor och chefer att vi faktiskt får hit ett antal elbilar för en bilpool här på för att*

det är smidigt och lätt och det är ett miljötänkt som vi ändå måste stå för i alla lägen och försvara. Och den är ... det är bekvämt.

Fortsatt forskning och arbete

Ett fortsatt arbete behöver göras för att förstå hur människors vanor och acceptans av hållbara produkt- och tjänstesystem kan påverkas. Varför blev inte användningsfrekvensen i de testade poolerna högre? Var det acceptansen för LEV, fodervärdsmodellen eller delningen som sådan, som gjorde att användningen inte blev mer frekvent? Eller fanns det andra underliggande faktorer som inte har lyckats identifierats i projektet? Fodervärdsskapet är i vissa avseende en lyckad modell eftersom den kan ersätta en privatbils resor till och från arbetsplatsen och även vissa transporter under kvällar och helger. I vissa fall är modellen inte lyckad då den ibland begränsade användarnas tillit till att fordonet skulle finnas på plats och den även begränsade antalet timmar som fordonet kunde bokas. Hur skulle produkt- och tjänstesystemet/affärsmodellen kunna utformas ännu mera effektivt? Hur kan man öka acceptansen för elbilar, och framförallt LEVs? Flera av dessa frågor behöver också lyftas till policy-nivå. Hur bryts beteenden där ett fossildrivet 5-sitsigt fordon används till ett möte endast 2 km bort? Hur skiljer sig delande åt på arbetsplatser även i andra kontexter? Och hur kan hållbara mobilitetslösningar implementeras och främjas? Det finns många aspekter av det produkt- och tjänste-system som har testats, undersökts och utforskats i detta projekt som behöver tas vidare för fortsatt kunskapsgenerering.

Slutsatser från KTH Mobility Pool

Med den testade pool-tjänsten har följande resultat uppnåtts:

- Behov av lokala transporter under kortare resor tjänstetid kan lösas utan att personal tar sin egen familjebil till jobbet eller använder hyrbil
- Det flexibla poolsystemet med kort ”framförbokning” minskar kraven på planering av lokala transporter och det ökar tillgängligheten
- Fodervärdsmodellen medför högre nyttjandegrad av elfordonet i och med att fordonet används både under och efter arbetstid. Det ersätter merparten av fodervärdens resor hemmavid
- Användningen av små energieffektiva fordon för arbetstrelaterade resor gör att energianvändning och miljöbelastning kommer minska
- Ett ökat medvetande av elfordons potential och effekt på samhället

Publikationslista

User involvement in disruptive innovation – A study on users of a light electric vehicle sharing system

Liridona Sopjani, Jenny Janhager Stier, Sofia Ritzén

23rd Innovation and Product Development Management Conference, Glasgow, UK, 2016

ABSTRACT

This paper investigates the extent to which user involvement in disruptive innovation influences the users in terms of their experiences when exposed to such innovation for a period of time. The study is conducted in an on-going research project undertaken in collaboration with academia and private stakeholders, which is developing and implementing a product-service system for light electric vehicles. This solution is environmentally driven and new in two ways: it integrates a different type of vehicle and introduces a new service concept i.e. the caretaker concept. The users are studied while they interact with the innovation in their own environments, where emphasis has been placed on the experiences of these users when disruptive innovations as such are introduced into their everyday life. Data from the first seven users (caretakers) were collected through a survey and semi-structured interviews over two periods of time, from which early user characteristics are presented and user experiences when deploying disruptive innovations, as well as enablers and barriers for integrating these into daily life. As disruptive innovations tend to redefine or restructure market trajectories to some extent, understanding these user segments and their experienced enablers and barriers may facilitate the creation of better strategies on how to make these innovations more desirable for society at large. Findings suggest that user involvement positively influences user's experiences toward adapting to new ideas with regards to mobility.

Aligning private and public domains for sustainable disruptive innovation

Liridona Sopjani, Mia Hesselgren, Jenny Janhager Stier, and Sofia Ritzén

17th International CINet Conference, Turin, Italy, 2016

ABSTRACT

This paper addresses the constellation of various actors from private and public sectors represented by three companies, a municipality, a non-profit organization, a research lab and users to collaborate on bringing forward a sustainability driven disruptive innovation. The purpose of the paper is to investigate how the various



actors' interests and contributions influence the management of the collaboration setup and what barriers and enablers boost or impede the outcome of the setup, i.e. deploying an innovation with sustainability promise. We argue that the alignment of diverse actors' interests and aims for the innovation in collaborative settings is crucial for the collaboration to lead to desirable outcomes. However, only alignment at an abstract level cannot ensure success even when actors bring competencies that balance the innovation requirements. Rather, creating cohesion and commitment of all actors simultaneously at a concrete level is necessary. The integration of new approaches to collaboration such as design methods may strengthen commitment despite actors coming from different organizational cultures and traditions.

Design strategies for exploring and bridging: Intersections of everyday life and change-making decisions for sustainability

Mia Hesselgren, Hanna Hasselqvist, Liridona Sopjani

Design Management Academy, Hong Kong, 2017

ABSTRACT

Transitions of unsustainable everyday practices into more sustainable ones require new approaches to explore possible futures and encourage change. Trying new practices and experiencing alternative configurations of socio-material assemblages can increase reflexivity as well as assist in exploring potential futures. Design can assist in co-creating possible futures and bridging discussions about the preferred strategies to reach them. If sustainability is defined as an on-going process calling for dialogue, there could be potentials for using practice-based design research, and in particular co-design approaches, at the intersections of these dialogues. By paying attention to reflexivity and collaboration in two design research projects within sustainable mobility, we suggest design strategies for prototyping change at an individual level and communicating the experiences of such change to people with power to trigger and direct change. This may be particularly useful when it comes to addressing sustainability which both requires complex problem solving and extensive collaboration.

Co-creation with diverse actors for sustainability innovation

Sopjani, Liridona; Hesselgren, Mia; Ritzén, Sofia; Janhager Stier, Jenny

ICED International Conference on Engineering Design, Vancouver, Canada, 2017

ABSTRACT

Sustainability driven innovations differ from current established technologies imposing new requirements on users and often interdependent with other actors' changes. Strategic Niche Management (SNM) stresses interactions between actors

through niches i.e. protected spaces for experimentation to support innovation. However, it is unclear what activities are necessary when different actors are involved in developing and diffusing sustainability innovation. This paper aims at identifying activities crucial for sustainability innovation in an implemented mobility project. The results show that co-creation through iterations and reflections by combinations of diverse actors and users can be considered a core process for sustainability innovation. Six activities are identified as critical: matching the interdependencies by combining the actors' diverse competences and resources; facilitating to steer the group of actors into actions; engaging users at early stages of innovation; trying to drive change by offering the users an opportunity; co-creating through a multitude of actors with the development and usage simultaneously; steering and facilitating to enable co-creation.

Car-free workplaces: Co-creating for changing everyday practices

Liridona Sopjani and Mia Hesselgren

Submitted to the Third International Conference of the Sustainable Consumption Research and Action Initiative (SCORAI), Copenhagen, Denmark, 2018

ABSTRACT

Sustainability transitions research calls for introduction of radical innovations that pave ways for systemic change. This is however stagnant under the prevailing lock-ins of current sociotechnical systems, creating obstacles and barriers for sustainability transformations (Markard et al, 2012; Smith et al, 2010). Thus, present regimes, such as a car-based society, need to be disrupted through new approaches that bring forward change. This paper describes a research project, set up as an intervention, in Sweden, which explored 'car-free workplaces'. Sixteen users replaced their private fossil fuel car for six months with a prototyped mobility service system, in which they co-owned small electric vehicles with the provider for usage in evenings and weekends; and, other co-workers could access these vehicles while at work. The aim of the study was to explore how product-service system design supports changes in everyday practices and how it could influence the design of future mobility systems. We present outcomes from this project, where we argue that for more sustainable everyday practices to emerge, new mobility concepts need systemic design thinking. The logistic of everyday life shapes users' travel practices, thus elements such as type of vehicles, service features, rules and policies, all need to be integrated to create conditions for change. In this project, users, became co-creators through living and interacting with the prototype. This supported the users to try out possibilities for giving up their private cars and facilitated reflexive evaluations. As feedback, user experiences enabled the exploration of new design concepts for sustainable mobility services, which were used by the decision makers for larger scale implementation. Strategically involving users and decision makers in the design process, we argue, can be a way to 'crack rupture' stabilized regime due to the power of voicing user stories in the process of decision making.

Referenser, källor

BIL Sweden (2016), www.bilsweden.se, (2016-03-11)

Diamond, D. (2009), The impact of government incentives for hybrid-electric vehicles: Evidence from US states, Energy Policy 37 (2009) 972–983

HRAPIE project (2014), Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. [http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health-risks-of-air-pollution-in-Europe-HRAPIE-project,-Recommendations-for-concentrationresponse-functions-for-costbenefit-analysis-of-particulate-matter,-ozone-and-nitrogen-dioxide.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health-risks-of-air-pollution-in-Europe-HRAPIE-project,-Recommendations-for-concentration-response-functions-for-costbenefit-analysis-of-particulate-matter,-ozone-and-nitrogen-dioxide.pdf)

Miljömål (2016), www.miljomål.se, (2016-03-18)

Hagman, J., Ritzén, S. and Janhager Stier, J. (2016) "New vehicle buyers that are Battery Electric Vehicle Compatible (BEV-C)", EVS29 Symposium, June 2016, Montréal

Naturvårdsverket (2014), <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-nationella-utslapp/>

Naturvårdsverket (2017), <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/> (2017-06-05)

Renault (2017), Så laddar du Renault TWIZY,
<https://www.renault.se/bilar/elbilar/twizy/ladda.html> (2017-06-05)

Lundin, P. (2008). Bilsamhället: ideologi, expertis och regelskapande i efterkrigstidens Sverige, Stockholm.

Institutet för transportforskning (1991). Parkeringsanläggningar: Planering, utformning och drift. TFK rapport 1991:5, Stockholm

Shoup, D. C. (2005). The high cost of free parking. Chicago, Planners Press, American Planning Association.

K Tasala Gradin, S Poulikidou, A Björklund, C Lutropp. (2016), Comparative streamlined LCA of Internal Combustion and Electric drivetrains”, diva-portal.org

P. Fairley, "Car sharing could be the EV's killer app," in *IEEE Spectrum*, vol. 50, no. 9, pp. 14-15, September 2013.

doi: 10.1109/MSPEC.2013.6587173

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6587173&isnumber=6587159>

Hildermeier J., Villareal A., "Two ways of defining sustainable mobility: Autolib' and BeMobility", Journal of Environmental Policy & Planning Vol.16 , 2014

Bilagor

- Bilaga 1 "Lessons learned" från projektdeltagarna
- Bilaga 2 Miljöeffekter
- Bilaga 3 Resultatspridning
- Bilaga 4 Vetenskapliga publikationer
- Bilaga 5 Administrativ bilaga

Bilaga 1. "Lessons learned" från projektdeltagarna

ITRL – KTH, projektledare, Per Gyllenspetz

Personligen är jag mycket attraherad av lösningen att kunna dela en LEV med ett flertal andra personer. Att köra Twizy på resor under 4-5 mil (30-40 minuter) året runt och i stadsmiljö likväld som på motorleder i 70-80 km/h är problemfritt.

Med en mössa och ett par vantar i fickan behöver jag inte ett ombonat uppvärmt vardagsrum med ljudanläggning som dagens bilar har. Plats finns för en passagerare till eller bagage. Smidig och rolig att köra och lätt att parkera. Ganska lätt att hitta laddning, speciellt om en förlängningssladd finns med i LEVen.

Säkerheten är avsevärt bättre än en motorcykel men kommer förstås inte upp i nivå med en bil. Kan trafikmyndigheter skapa bättre förutsättningar för LEVs i trafikmiljön på t ex motorleder så att fler känner sig säkra? Där kan man ibland uppleva en viss osäkerhet med vinddraget vid passager av lastfordon.

Fordonstypens framtid

Den 7 mars 2017 bjöd jag in till en öppen diskussion på ITRL kring ”LEV i Sverige?”. Flera av de svenska intressenterna bidrog till en bra diskussion som enbart handlade om fordonen (inte pooler, delning, laddningsinfrastruktur, etc). Denna diskussion kan med fördel fortsätta som helhet eller i grupper.

Om projektarbetet/projektformen

Living-lab forskningsmodellen kräver inte bara en anpassad ledningsform. Det krävs en större budget än allokerad för att fixa problem bland annat m h a konsulter. Så här vill jag sammanfatta erfarenheterna kring min roll, för ett nytt tänkbart större projekt som detta: tillsätt från start en heltidsprojektledare med multikompetens som gärna själv är deltidsforskare i projektet och kan integrera sitt arbete på detta sätt.

Som projektledare har jag sett det som viktigt att främja projektdeltagarna att representera projektet vid events och mediatillfällen. Det har också varit en förutsättning med endast en 1/3-tid allokerad för projektledning. Den undersökande karaktären av forskningen i fält/”living-lab” där forskarna varit i centrum och objektivt undersökt både positiva och negativa resultat, skiljer sig från main-stream projekt. Fel kan alltså vara rätt. Ibland skall den funktionella projektledningen och servicen inte lägga sig i. Å andra sidan vid andra tillfällen kan avsevärt arbete önskas från forskarna för att rigga fordon, pooler, it-lösningar, etc.

Sålunda skulle man kunna tänka sig att metodiken för living-labs, med omfattande utrustning och system i drift som KTH Mobility Pool har haft, i framtiden överväger att projektledningsfunktionen bäst görs av en forskare som deltar i projektet.

Ett stort projekt med flera intressenter är inte bara en objektiv aktivitet, det finns också en social komponent. För att nå nya kreativa idéer och synpunkter är det viktigt att det finns en öppen och ohämmad interaktion mellan projektmedlemmar. Bl a har det bitvis varit besvärligt att hålla möten med bristfälliga telefon- eller videokonferensutrustningar med ett flertal deltagare.

Projektgruppen har bestått av drygt 15 personer. Arbetet har till stora delar varit positivt med i många fall engagemang hos deltagarna utöver det förväntade. Alla projektdeltagare har inte haft möjlighet att prioritera deltagandet vid mötestillfällen. Mötestillfallena har i vissa fall då inte nått den höjd och effektivitet för samordning, möjligheter och lösningar som var önskvärt, speciellt i ett projekt som detta undersöker samverkan – ”non-silo co-creation”. Som motsats kan stora möten med fler än 6-7 personer upplevas ineffektiva. Den geografiska spridningen av deltagarna är också en faktor som kan hämma.

En slutsats man kan göra är att en mindre grupp personer med större andel av sin tid dedikerad till projektarbetet, med en tydlig och tillräcklig prioritet från arbetsgivaren kan skapa ett mer dynamiskt och effektivt projekt. Därtill skulle kanske en delegerad representation prövas; när den önskvärda projekt/aktörskonstellationen blir större än en dryg handfull, kan mål och ansvar utövas av ”kärnmedlemmarna”.

Möjligheterna med samverkan är en del i den forskning som bedrivits i detta projekt. Troligen är förmågan till samverkan mellan samhällets olika typer av aktörer (akademi, företag, myndigheter, ngo's) helt avgörande för att tackla samhälls- och miljöutmaningarna. I KTH Mobility Pool har vi inte bara undersökt en ny typ av pool och en ny typ av fordon utan också testat samverkan och även här fått värdefulla insikter. Resultatet är huvudsakligen bra med potential för framsteg.

Botkyrka kommun, Gunilla Isgren, Miljösamordnare

Vi valde medvetet att testa Twizyn som tjänstefordon i två olika typer av verksamheter. En verksamhet som är teknikintresserad och en annan som inte har samma intresse och därmed representerar en vanlig användare och verksamhet. En lärdom är att det behövs längre introduktioner för att fånga upp användare som inte har ett teknikintresse. Användare som med eget beväg tog på sig ett ambassadörskap och förmedlade information samt visade de andra användarna hur tekniken i Twizyn fungerade samt hade en viktig roll för projektets genomförande vilket är något vi kommer ta med oss till framtida arbete.

Även om användarna var medvetna om att det var ett forskningsprojekt så fanns inte toleransen när det inträffar problem. Tekniken måste fungera och det finns inte utrymme för oklarheter när användarna har tight arbetsschema. De vill bara ta sig från punkt A till punkt B och tycker inte att det är spännande i forskningssyfte när det måste lösa ett problem som inträffat. Rykten spreds också snabbt när något med Twizyn inte fungerade och det är svårt att reparera förtroendet för tekniken. Ingen vågar riskera att bli stående någonstans i trafiken utan tar hellre det säkra för det osäkra. Med bara några få förbättringar som uppvärmd sits och bättre dörrar ansåg användarna att Twizyn var ett bra alternativ för ett litet lätt fordon för korta sträckor. Twizyn väcker uppmärksamhet och förarna blir automatiskt ambassadörer för fordonet vilket en del tycker är kul medan andra inte uppskattar det lika mycket.

Vad gäller fodervärdskapet är det mer anpassat för personer som bor i småhus än de som bor i flerfamiljshus, som saknar laddmöjligheter och garage, vilket många gör i ett urbant område som Botkyrka. Flera personer som var intresserade av att vara fodervärdar bodde i flerfamiljshus eller på för långa avstånd för att det skulle fungera i praktiken. En anledning som också gjorde att användare tvekade på att bli fodervärdar var vad som händer om de blir sjuka och inte kan köra Twizyn till jobbet trots att deras medarbetare bokat fordonet under dagen. Även begränsningen av flexibiliteten sågs som ett hinder, vad händer om de inte ska åka direkt till jobbet på morgonen eller inte kan åka hem tidigare någon dag för att någon annan har bokat Twizyn.

Botkyrka kommun har en stor fordonsflotta som vi inom kort kommer att se över och göra mer verksamhetsanpassad. Det har varit värdefullt att få testa en ny typ av fordon och se vad som funkar bra respektive dåligt i vår verksamhet i praktiken. Erfarenheterna kommer vi ta med oss när vi ska göra upphandlingar av fordon framöver. Vi har också fått en bättre förståelse för verksamheternas behov vilket är en bra kunskap att ha när vi ska utforma kommunens utbud av resealternativ.

Deltagandet i forskningsprojektet har visat på svårigheterna kring kopplingen mellan teknik och beteendeförändringar samt att få mäniskor att förändra sitt beteende till bilen. Det är erfarenheter som vi kommer ta med oss i arbetet med att nå kommunens klimatmål att Botkyrka ska vara fossilbränslefritt senast år 2030. Framförallt har projektet utvecklat samarbetet med näringsslivet och akademien vilket gett oss mycket ny kunskap och även lett till fler samarbeten.

Renault, Cécile Jourdain

Phase 1 was to prepare the car for car-sharing. Since Twizy had been previously used in other car-sharing projects we were able to suggest different type of equipment or accessories to the project team. We also suggested to take our Renault specific car-sharing pre-equipment called BAC to plug easily the Invers box to the CAN and maintain the warranty. It is to be noticed that Invers had previously worked on different projects involving the TWIZY with different partners. It was decided by the project team to go with the BAC, speaker, buttons to be installed inside on the roof of the vehicle, and unremovable key. Final phase was to remove the equipment to resell the vehicles.

Installation & desintallation

- Difficulty for Hertz to obtain the accessories (speaker, call buttons, unremovable key). Invers could not support and Renault had to step in (although those products are not supplied by Renault). After discussion with the supplier we managed to get the accessories.
- Difficulty for Hertz to install the Invers box in the Twizy. Invers could not support the dealer surprisingly, so Renault technical support stepped in and provided technical documentations but also worked closely with him to secure the installation.
- Challenges during the desintallation: the BAC needed to be removed and changed which created extra-costs. Of course, the accessories (speaker, buttons, unremovable key) needed to be removed as well. Most of those costs were not planned by the project team.

Learnings & actions:

Renault needs to improve the discussions with external actors such as Invers to make sure they can support customers in the preparation of car-sharing vehicle. Technical documentation and support need to be ready for partners like Hertz. Final customers need to be well aware of equipment/labour costs. There is still a question marks on how to secure car-sharing accessories availability – of course something on which Renault will follow-up. Renault has taken actions during the project, and we will continue doing so, in order to ensure efficient implementation of those phases.

Usage phase

- We received a lot of feedback from the drivers in regards to Twizy, both positive and negative. The main challenge was the hand brake that some users did not manage to release easily. We took some actions to improve the situation but the problem remained. There was also comments about comfort and questions about adjustments for example regarding side windows, mud-flaps, cover on the seats during winter, or sun protection on the front window during summer. Since those items would generate extra costs not all of them were added to the vehicles.
- The team implemented many solutions to facilitate the usage of Twizy for many drivers: instruction book and FAQ, stickers inside and outside the

vehicle to guide the user on how to get it started, voice instructions to secure start and stop of the booking.

- Product-Service-System: The customer does consider the global service only. Any issue on the IS or on the vehicle generated loss of trust for the system and we had several cases where the project team had to support locally to strengthen communication and reassure the drivers.
- During the whole project the usage rate of the service was followed-up. It appeared to be sometimes under expectations. On several occasions the team had to strengthen the promotion of the service or even set-up a “re-launch” event.

Learnings & actions

Feedback was sent to Renault SAS for improvement on the vehicle. Hand-brake can be a key focus: need to create a step-by-step guide to explain its adjustment and/or to improve this feature. It is also important to inform future car-sharers about the actual experience of using Twizy.

When it comes to car-sharing a key is to focus on the PSS and work closely with the partner/car-sharing expert. It appears that marketing and communication is also a key to succeed with such a service (this can have been underestimated at the launch of the project).

The concept of *care-taker* is quite unique in the way it was implemented in the project and could be re-used in future cases/projects.

Gröna Bilister, Martin Prieto Beaulieu, Projektledare Gröna Bilister

Inledning

Inledningsvis är det viktigt att påpeka projektets samhällsrelevans och föregångare vad det gäller denna typ av mobilitetstjänst. Projektdeltagarna och finansiären (Energimyndigheten) var föregångare genom att de tidigt identifierade behovet och vikten av mobilitet som tjänst vilket ledde till detta projekt.

Gröna Bilister har sedan mer än 10 år arbetat med att marknadsföra bilpools-konceptet och sedan 2014 arbetat mycket med “beteende” som en avgörande faktor om vi ska nå Sveriges klimat- och miljömål samt behovet av att beakta energieffektivitet - bland annat mindre fordon, förnyelsebara drivmedel som t.ex. el. Ytterligare finns systemperspektivet på hållbara transport- och systemlösningar där privatbilen endast är en komponent.

Under projektets gång gjorde DriveNow intåg i Stockholm med en flytande bilpoolstjänst som senare även erbjöd elbilar (BMW i3). Under projektets gång

lade Car2Go ned sin verksamhet i Stockholm. Regeringen beställde en utredning om cirkulär ekonomi där bilpooler är en central komponent.

Mycket av projektets resultat finns redan i slutrapperten. Nedan väljer vi att lyfta vissa aspekter eller synpunkter som har varit viktiga ur vårt perspektiv.

Lärdomar

I praktiken visade sig att ingen av projektdeltagarna förstod eller var förberedda på vad fältförsöket (Living Lab) skulle innehålla i form av utmaningar på två separata platser med helt olika förutsättningar. Nu i efterhand vet vi, hade organisationen, resurstilldelning och budget skulle vara annorlunda. Bland annat hade det behövs en välfungerande IT-infrastruktur för projektet och en anpassad och dedikerad projektledning i projektets genomförandefas.

I Gröna Bilisters fall översteg omfattningen av vår medverkan den ursprungliga definierade rollen i projektet där syftet var att framför allt arbeta med extern kommunikation. Om man enbart tittar på leveranser gällande externkommunikation kan man konstatera en leverans långt över det förväntade och budgeterade.

Gröna Bilister deltog aktivt i alla av projektets olika faser (Förberedelse, Genomförande, Analys) då det ansågs vara en nödvändighet för att kunna kommunicera och marknadsföra projektet. Gröna Bilister bidrog substansIELL i alla moment utifrån sina erfarenheter med att samarbeta med kommuner och företag. Gröna Bilister dokumenterade alla aktiviteter med både bild och film samt satte projektet i ett större sammanhang genom att förse det med en omvärldsbevakning.

Att den interna kommunikationen och marknadsföringen är central bekräftas av både erfarenheterna från Sunfleet (Sveriges största bilpool) och projektet självt. Dessa aktiviteter måste ges mer utrymme och resurser i kommande projekt. Kommunikationen måste anpassas till aktuellt brukarföretag/brukarmiljö. Det är viktigt att göra en distinktion mellan extern- och internkommunikation i projektets olika faser, något som i delta fall ledde till oklara ansvarsfördelningar. I projektet skrevs texter till bland annat hemsida och nyhetsbrev, instruktioner, debattartiklar, artiklar, manus, mm.

Projektdeltagarna (Botkyrka kommun och Ikea AB) hade olika kommunikationsförutsättningar och behov. Från strikta och centraliserade kommunikationsfunktioner och policys, till kommunikation på koncernspråket engelska. Detta innebar att all kommunikation gjordes på två språk vilket tog

mer resurser i anspråk. Detta var till exempel inte inräknat inledningsvis och den initiala kommunikationsbudgeten bantades ned i samband med att projektets beviljades. Värt att notera är att nu när resultatet finns, så finns det ingen budget för detta.

Det begränsade geografiska området är fördelaktigt. Avståndet till forskningsobjekten var en utmaning. Dessutom hade det varit fördelaktigt om KTHs eget Campus utgjorde ett tredje forskningsobjekt. Men avgörande är egentligen om mobilitetstjänsten är integrerad i brukarföretagens verksamhet.

I övrigt har projektet bekräftat redan tidigare lärdomar men har också bidragit med nya insikter av stort värde för aktörerna. Men också för framtida projekt och samhället i stort.

KTH Mobility Pool uppskattades av användarna hos projektdeltagarna, men det måste vara 100% friktionsfritt om det ska fungera. Integrationen mellan fordon och bokningssystemet bör vara flexibel för de specifika behoven hos brukarföretagen. Intresset för LEVs och elbilar generellt är stort och inte ett hinder för en framtida tjänst. Vikten av att fordonet är anpassat till det svenska klimatet underlättar övergången till nya beteenden. Centralisering och prioriterade P-platser med möjlighet till laddning för att minska åtminstone upplevd räckviddsångest är nyckelfaktorer. Storleken (antal fordon och platser) i tjänsteerbjudandet är viktigt för att det ska bli framgångsrikt. Potentialen för Mobilitet som tjänst i ett produkt-tjänste-system är stort i alla samhällssektorer.

Slutligen, det är projektdeltagarna och projektorganisationens förmåga att samarbeta och lösa problemen som uppstår som är avgörande för projektens framgång/resultat och på samma sätt är det avgörande om man extrapolerar erfarenheterna på samhällsnivå där liknande hinder har identifierats. Akademien måste ta större utrymme i diskussionerna kring framtidens transportsystem.

Det har varit ett privilegium att medverka i projektet. Projektmedlemmarna har delat med sig av kunskap och erfarenheter som vi normalt inte får ta del av i andra sammanhang. Jag anser att projektet har varit framgångsrikt och att det nu, efter projektets avslut, är upp till projektdeltagarna att sprida resultatet.

Bilaga 2. Miljöeffekter

(analys utförd av Olof Cerne, Ecotraffic)

Beräkningar av minskad energiförbrukning och minskade utsläpp vid drift av LEV-pool, en pooltjänst med lätta elfordon.

Sammanfattning

Ecotraffic har gjort beräkningar och uppskattningar av miljöeffekterna av användningen av LEV i pooltjänst i projektet KTH Mobility Pool. Användning av LEV-pool, d v s ett litet elfordon i en pooltjänst, innebär en tydlig minskad miljöpåverkan när den ersätter bensinbilar. En bensinbil av mellanklass släpper ut 240 g CO₂-e/km, varav 200 kommer från bensinen. En motsvarande elbil ger utsläpp på knappt 80 g CO₂-e/km varav endast 10 g kommer från elproduktionen. **LEV ger utsläpp på 44 g CO₂-e/km** varav under 5 g kommer från elproduktionen. Cykling ger utsläpp på 24 g CO₂-e/km varav tillverkningen av cykeln står för 5 g och maten står för 19 g. **LEV-poolen sparade ungefär 1240 kWh och utsläpp på 350 kg CO₂-e per månad.** Vidare sparades varje månad utsläpp på **7,2 kg kolmonoxid, 1,6 kg kolväten, 0,76 kg kväveoxider och 18 g partiklar.** Beräkningarna innehåller stora osäkerheter. Det finns risker för sämre utsläppssiffror med ett fordon av LEV-typ. Om fordonets utformning, tekniskt eller i andra avseenden, innebär en alltför begränsad användbarhet finns risken att körsträckan under livstiden blir kort och då blir utsläppen per kilometer höga. **Om LEV t ex rullar 50 000 km blir utsläppen 80 g CO₂-e/km. Om LEV istället rullar 150 000 km blir utsläppen 31 CO₂-e/km.** Det finns en stor potential för minskning av utsläppen från elfordon eftersom en stor andel av utsläppen är kopplade till tillverkningen där i sin tur en betydande del av utsläppen beror på användning av fossil energi.

Inledning

Ecotraffic har gjort en uppskattning av miljöeffekterna av användningen av LEV i pooltjänst. Vi har gjort detta baserat dels på det försök vi haft vid IKEA, dels för olika scenarier. Miljöeffekterna som beskrivs är framförallt koldioxidutsläpp, energiåtgång och utsläpp av vissa ämnen. Ytterligare miljöeffekter som är av intresse men som är svårare att kvantifiera är t ex mark/p-platser och buller. Vi beskriver miljöeffekterna i form av olika nyckeltal, t ex minskade koldioxidutsläpp per kilometer. Det är enkelt att förstå att byte från normalstora fossilbilar till lätta elfordon ger stora miljövinster. Däremot är det komplicerat att beräkna hur stora vinsterna är.

Metoder

Miljöeffekterna beror fordonens miljöprestanda och på användarmönster. För att ta fram data för att beräkna körsträckor och miljöprestanda användes GPS-loggning, loggbok, intervjuer/workshops samt litteraturstudier.

GPS-loggning

Företaget Sunfleet utrustade alla LEVs med ett GPS-system för loggning av körd

km. Alla användare registrerades också av detta system. På så sätt fick vi data för alla körda km för de olika användarna. Ett exempel på en utskrift av loggningen finns i bilaga 1.

Loggbok

GPS-loggningen gav inte information om en resas syfte och vilket fordon som resan med LEV ersatte. För att få en uppfattning om vilken typ av resor som gjordes med LEV och vilket fordon som ersattes användes en manuell loggbok under en begränsad tid och till en mindre grupp användare. Ett exempel på en loggbok finns i bilaga 1.

Intervjuer och workshopmöten

Under projektet genomfördes flera träffar där några av projektdeltagarna (KTH-forskarna, Gröna Bilister och Ecotraffic) träffade fodervärder och användare.

Under dessa träffar gjordes workshops och individuella intervjuer där syftet bland annat var att få fram data över LEV-användning, resmönster och användarerfarenheter.

Litteraturstudier

Med hjälp av ett flertal forskningsrapporter togs underlag fram för beräkning av miljöbelastning vid resor med LEV och andra fordon. Att beräkna miljöbelastningen av en resa är komplext. Ett fordon ger upphov till utsläpp av koldioxid och andra ämnen under hela livscykeln från tillverkning, till användning och skrotning/återvinning. Även litteraturstudier om beteende gjordes. Ett exempel på en beteendefaktor som påverkar miljöeffekten av en resa med LEV är om och hur val av cykel och kollektivtrafik påverkas av tillgång till en fordonspool.

Resultat

Energiförbrukning vid transport

En persontransport med en vanlig bil i en tätort innebär att flytta upp emot två ton material, med hjälp av en motor som drivs av fossilt bränsle, där det mesta av energin blir värmeförluster samtidigt som det blir stora koldioxidutsläpp och utsläpp av hälsoskadliga ämnen bland människor. En LEV väger en tredjedel av en vanlig bil, har en drivlina med en verkningsgrad på 80 - 90 % och ger mycket små utsläpp totalt sett och inga utsläpp alls lokalt. I figur 1 visas hur långt olika fordon kan köra med energin 1 kWh (för beräkningar se bilaga 2). Den LEV som testats i projektet, Renault Twizy, kommer 10 gånger så långt som en stor bensinbil.

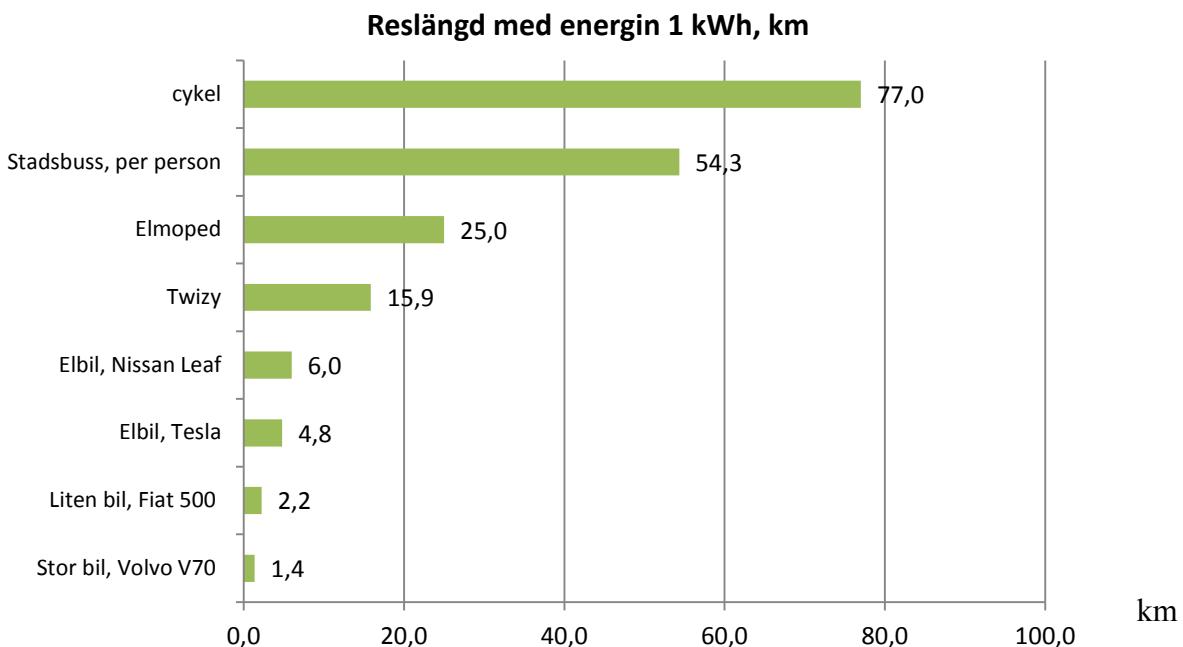


Diagram 1. *Med samma energimängd kommer man tio gånger så långt med en Twizy som med en Volvo V70. Det beror både på vikten på fordonen och på skillnaden i elmotorns och förbränningsmotorns verkningsgrad. För beräkningar se bilaga 2.*

Konventionella bilars, elbilars och LEV livslängd i kilometer

Hur många kilometer en bil kör innan den skrotas har avgörande betydelse för beräkning av hur mycket utsläppen under tillverkningen bidrar till bilens utsläpp per kilometer. För elbilar är detta ännu viktigare eftersom tillverkningen av en elbil ger större utsläpp än en konventionell bil medan elbilens utsläpp vid drift i stort sett alltid är lägre än den konventionella bilens utsläpp. I livscykkelanalyser används livslängder på mellan 150 000 km och 300 000 km (Hawkins et Al, 2012, FHWA, 2009).

Ecotraffic har beräknat svenska bilars medelkörsträcka till 220 000 km.

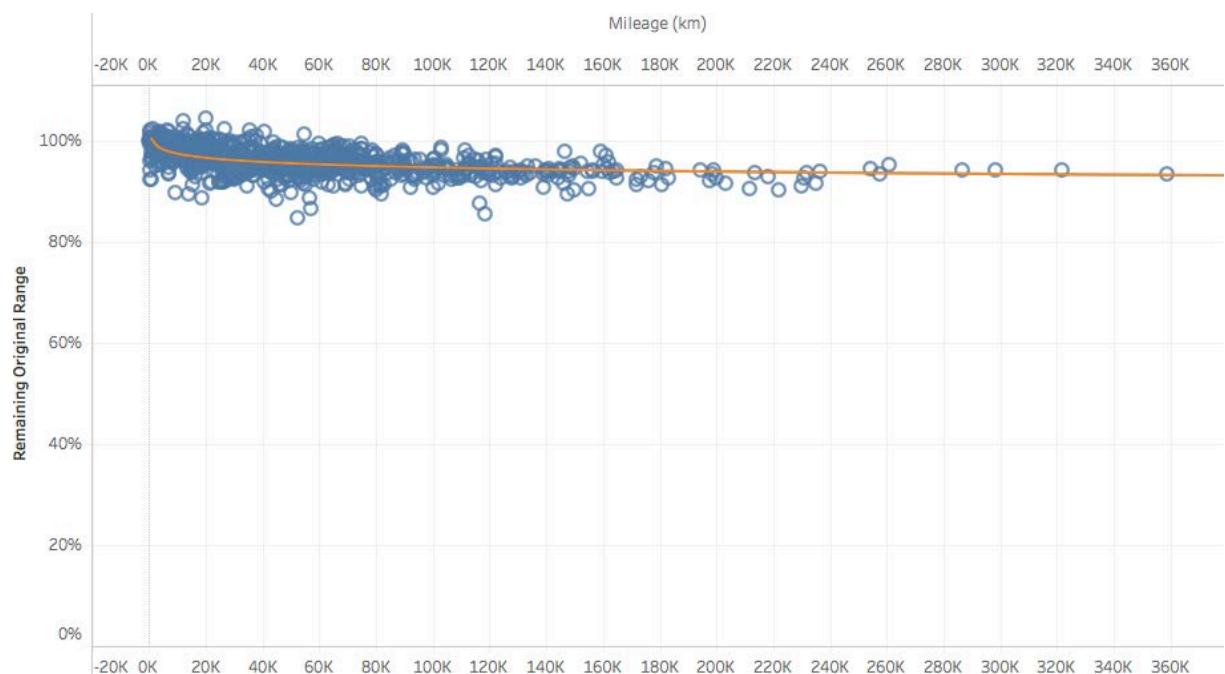
Beräkningarna har gjorts utifrån data över medelkörsträckor i Sverige och åldern på bilar som avregistreras. Medelkörsträckan i Sverige var 12900 km under åren 1999-2012 (Trafikanalys, 2017). Den genomsnittliga livslängden på personbilar i Sverige är 17 år (Transportstyrelsen, 2016).

Eftersom de flesta elbilar som finns idag bara är ett fåtal år gamla så finns det ännu inte mycket erfarenheter av elbilarnas åldrande. Det finns få data för flera viktiga parametrar som t ex bilarnas och batteriernas livslängd. Erfarenheter av återvinning saknas också i stor utsträckning.

Det finns argument för att anta att elbilar kommer att ha längre livslängd och lägre servicekostnader än förbränningsmotorbilar. Elbilens drivlina är enklare med färre rörliga delar. Batteriernas kapacitet minskar dock med tiden och det finns en osäkerhet om livslängden. Många elbilstillverkare erbjuder dock en garanti på 160 000 km eller mer vilket innebär att batterierna kan antas hålla en godtagbar

kapacitet i åtminstone så många kilometer. Viktigt i sammanhanget är att batteriet kan bytas. Detta förlänger då bilens livslängd men ökar även miljöbelastningen från tillverkningen av batteriet.

En intressant datainsamling gör på privat initiativ av Teslaägare. I ett Googledokument kan Teslaägare själva fylla i uppgifter om bland annat batterikapaciteten och antal körda kilometer. När ägaren laddat fullt noteras räckvidden som bildatorn beräknar. Den beräknade räckvidden jämförs med räckvidden när bilen var ny. På sajten <https://teslanomics.co/> visas resultaten (se fig 1) Riktigheten i datainsamlingen bygger på många enskilda personers ärlighet och metoden är därför inte vetenskapligt helt tillförlitlig. Den insamlade dataen visar att batterierna behåller en hög kapacitet över tid men spridningen är stor. Det finns ett antal batterier som har över 90 % av sin kapacitet efter 300 000 och 360 000 km samtidigt som något batteri har 85 % av kapaciteten efter bara 50 000 km.



Figur 1. Diagram som visar Teslabatterierars kvarvarande räckvidd. Y-axeln visar % av ursprunglig räckvidd när bilen var ny. X-axeln visar körsträcka i kilometer. (<https://teslanomics.co/>)

Ett argument som talar för en kortare livslängd på elbilar är den snabba teknikutvecklingen. Prestandan på dagens elbilar kan ses som oattraktiv om fem eller tio år. Det behöver dock inte betyda att de skrotas. Ett annat argument för en kortare livslängd är att undersökningar visat att i USA körs elbilar kortare sträcka per år, 14 000 km, jämfört med bensinbilars 17 000 km (Carson et al. 2014). En kortare årlig sträcka behöver inte betyda kortare total livslängd i kilometer om bilen i övrigt är i bra skick. Vi har inte hittat några data som stöder det ena eller det andra. Vi gör därför antagandet att elbilar har samma livslängd som vanliga bilar, d v s 220 000 km med ett stort osäkerhetsspann.

I projektet kördes LEV motsvarande 3 600 km per år vilket blir 36 000 km på 10 år. Förutsättningarna i projektet gör att vi antar att en etablerad LEV-pool får betydligt större årliga körsträckor. Med ett antagande av en knapp tredubbling av



användningen av LEV från 3600 km per år till 10 000 km per år. Med antagandet att en LEV används i tio år blir körsträckan 100 000 km. Observera att detta är en grov uppskattning med stora osäkerheter.

Miljöbelastning under livscykeln

Resonemang kring beräkningar

Beräkningarna av energiåtgång och utsläpp är gjorda i ett livscykelperspektiv och inkluderar fordonens och bränslenas produktion. Effekterna av utsläpp beror på var de sker. Exempelvis är utsläpp av hälsofarliga ämnen från elproduktion oftast ett mindre problem än utsläpp av hälsofarliga ämnen från fordon.

Det sker en kontinuerlig utveckling av fordon och bränslen. Tekniken och produktionen av elbilar och batterier är under stark utveckling. Miljöprestandan hos flytande bränslen förändras i takt med utveckling av teknik och marknad.

Produktionen av avancerade biobränslen ökar, men samtidigt ökar även den s k okonventionella utvinningen av fossila råvaror vilket innebär att de fossila bränslen ger en ökad miljöbelastning. Kunskapen om bränslenas och fordonens miljöegenskaper utvecklas också. Exempelvis visar avslöjandena om avgasfusk att utsläppen från trafiken är värre än vad vi tidigare visste. Sammantaget gör ovanstående att data har begränsad giltighetstid. Det är svårt att gissa rätt om framtidens teknik och beteende och beräkningar av framtida scenerier innehåller stora osäkerheter.

Val av LEV påverkar miljöprestandan. Inte bara genom att utsläppen vid produktionen och användningen skiljer sig åt. Utformning, design och tekniska prestanda påverkar användbarheten och därmed i praktiken livslängden vilket i sin tur påverkar utsläppen per kilometer

Utsläpp av CO₂-ekvivalenter under ett fordons livscykel

Vi har baserat våra beräkningar bland annat på LCA-data framtagna av NTNU i Norge som har lång erfarenhet av LCA (Hawkins, T. 2012). För batterier, som utgör en betydande andel av miljöbelastningen, har vi jämfört data med data från IVL som har gjort en genomgång av flera batteri-LCA (Romare, M. 2017).

Utsläpp vid tillverkning av fordon

Tillverkning av en bensinbil i mellanklass, 1400 kg, (ungefärl Mercedes A-klass) ger utsläpp på 7 080 kg CO₂-ekvivalenter och tillverkning av en elbil i mellanklass, 1500 kg, (ungefärl Nissan Leaf) ger utsläpp på 13 100 kg CO₂-e (Hawkins, T. 2012). Tillverkning av en LEV, 475 kg, i storlek som Renault Twizy ger utsläpp på 3 700 kg CO₂-e. För LEV används data för elbil omräknat efter vikt på fordon utan batteri samt batteriets energikapacitet. LEV utan batteri väger 31 % av elbil utan batteri. Batteri i LEV är på 6,1 kWh. Tillverkning av batteri (LiNCM) ger utsläpp på 175 kg/kWh (150-200 kg/kWh), (Romare, M. 2017).

Tabell 1 och diagram 2 visar utsläppen från tillverkning av fordonen.

Tabell 1. Utsläpp, kg CO₂-e, vid tillverkning och återvinning av fordon.

	Bensinbil	Elbil	LEV
Grundbil	5 592	5 592	1733
Drivlina, bensin	1 484	-	-
Drivlina, elbil	-	2 717	842
Batteri, elbil inkl.	-	4 813	1120

återvinn.			
Summa komplett fordon	7 076	13 121	3 700

Utsläpp, kg CO₂-e

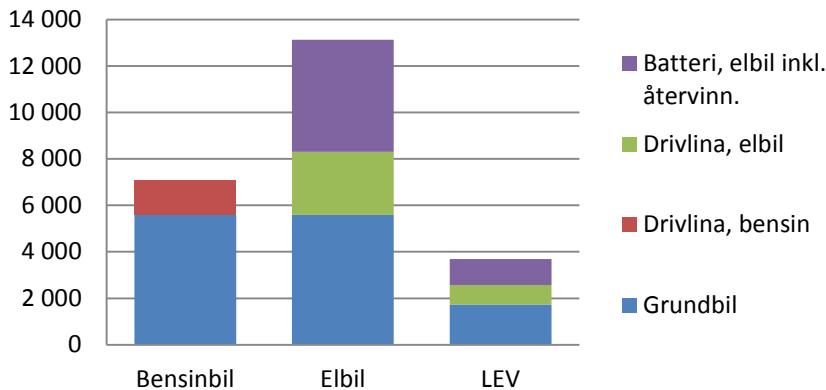


Diagram 2. *Utsläpp, kg CO₂-e, vid tillverkning och återvinning av fordon.*

Batteriet står för en betydande andel av elbilstillverkningens totala utsläpp. Ett stort elbilsbatteri på 85 kWh ger utsläpp på 14 000 kg CO₂-e. Det finns stor potential att minska utsläppen. En stor del av utsläppen hör till användning av elektricitet. Siffrorna för batteritillverkning baseras på en elmix med 50-70 % fossilt ursprung. I alla steg, inklusive gruvdrift och materialprocesser, kommer utsläppen att minska genom övergång till förnybar energi (Romare, 2017). Tillverkningsland för elbilar och batterier har därmed stor betydelse för utsläppen. Tillverkare oavsett land kan givetvis också styra utsläppen genom inköp av såväl energi som råvaror och komponenter.

En genomsnittscykel väger 19,9 kg och består av 14,5 kg aluminium, 3,7 kg stål och 1,6 kg gummi. Med antagandet att cykeln håller i 8 år och används 2400 km per år ger tillverkningen av en cykel utsläpp på 5 g CO₂-e/km. För en elcykel tillkommer tillverkning av batteri och motor vilket gör att utsläppen blir 7 g CO₂-e/km. (TNO, 2010).

Utsläpp vid körning

Förbränning av en liter bensin ger utsläpp på 2,3 kg CO₂. När man lägger till de utsläpp som uppkommer vid framställningen av bränslet (WTW, Well-to-Wheel-analys) blir utsläppen 2,94 kg CO₂/l. För låginblandad diesel är utsläppen 3,04 kg CO₂/l (miljöfordon.se, 2017). Bränsleförbrukningen och utsläppen för nya bilar har minskat från över 1 l/mil och 300 g CO₂/km år 1975 till under 0,6 liter/mil och 180 g CO₂/km år 2015 (Trafikverket, 2015). Den genomsnittliga bränsleförbrukningen för bensinbilar 2016 i Sverige är 0,79 l/mil och 232 g CO₂/km och för dieselmotorer 0,55 l/mil och 167 g CO₂/km (SCB, 2017). En intressant fråga är hur utvecklingen ser ut för bensin och dieselprodukter. Det sker en utveckling med ökad inblandning av biobaserade råvaror i en del länder. Samtidigt sker det en ökad produktion av s. k okonventionella fossila bränslen, t ex oljesand och fracking, och mer krävande oljeutvinning i arktiska klimat vilket ger större utsläpp per liter.

Utsläppen vid körning av ett elfordon beror av elproduktionen vilken skiljer sig kraftigt åt mellan länder och regioner och förändras från år till år. Produktion av el från vattenkraft, vindkraft, kärnkraft och bioeldat kraftverk ger utsläpp på mellan 5 och 15 g CO₂/kWh medan naturgaseldat kraftverk ger cirka 500 g CO₂/kWh och koleldat kraftverk ger cirka 800 g CO₂/kWh (Vattenfall, 2012). Svensk elproduktion ger i snitt utsläpp på 25 CO₂/kWh medan nordisk elmix ger utsläpp på cirka 60 CO₂/kWh (Energirådgivningen, 2017). Eftersom det nordiska elnätet är gemensamt finns det argument att använda siffror för den nordiska elmixen när man beräknar utsläppen från elfordon i Sverige.

El från förnybara energikällor ökar medan fossila energikällor minskar inom EU. 2014 stod fossila energikällor för 42 % av elproduktionen och utsläppen var cirka 250 g CO₂/kWh (se diagram 3). Både politiska beslut som den tekniska utvecklingen med minskade kostnader för förnybar energiteknik förklarar utvecklingen som antas fortsätta (EEA, 2017).

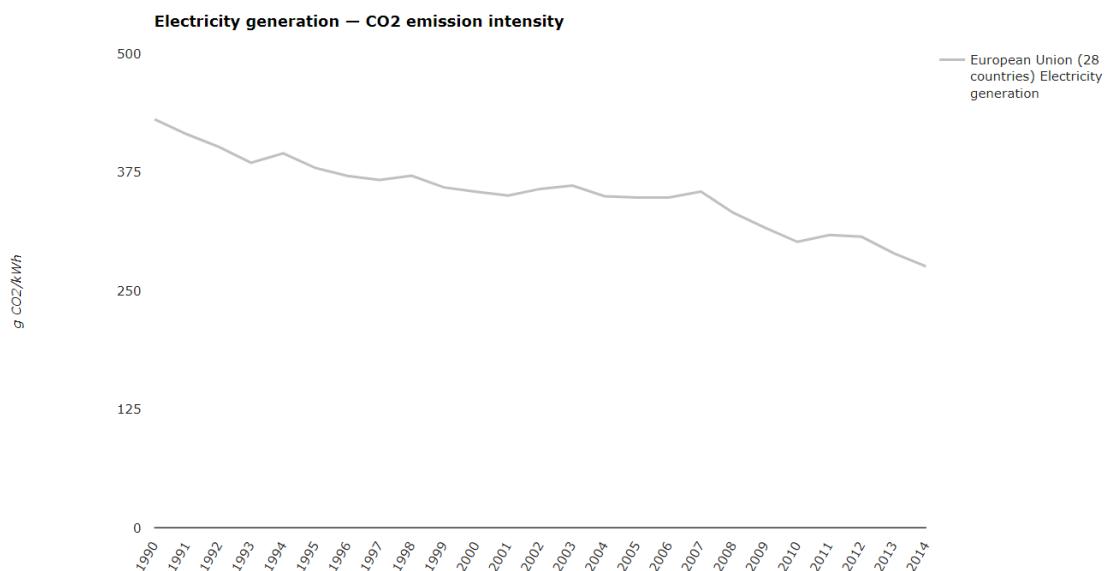
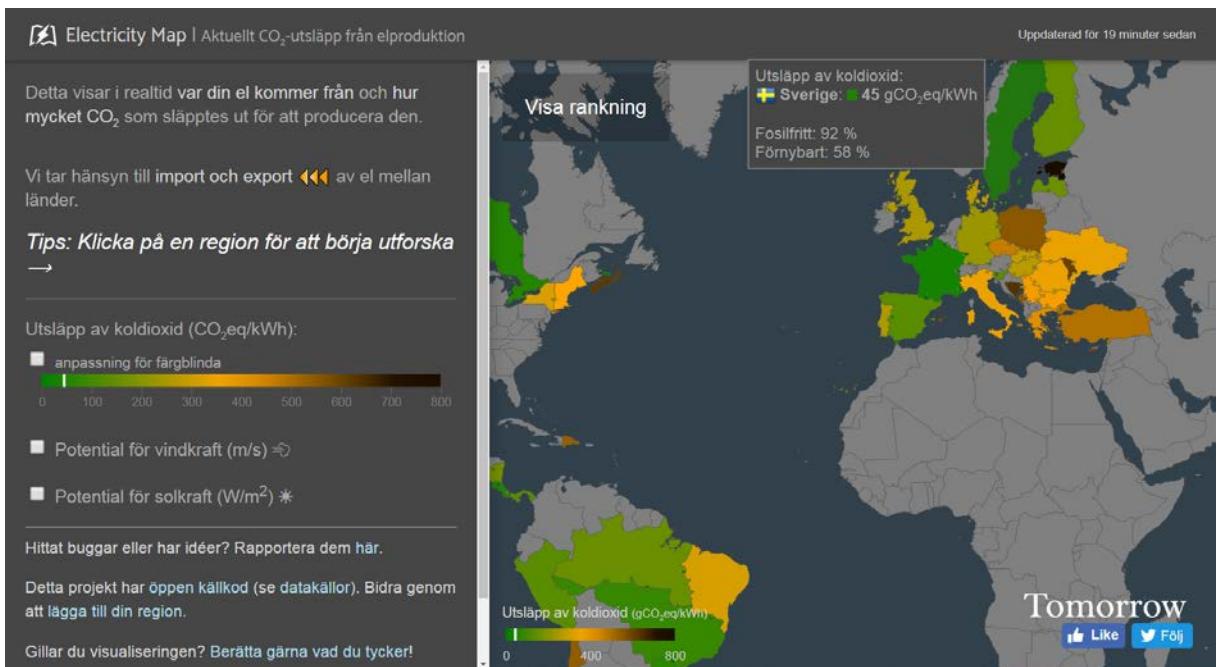


Diagram 3. *Utsläppen från elproduktion inom EU minskar (EEA, 2017).*

En intressant datakälla är Electricity Map som visar aktuellt koldioxidutsläpp från elproduktion i olika länder (se figur 2). Denna kan användas för jämförelser av utsläpp från elbilar i olika länder, dock med viss försiktighet eftersom siffrorna skiftar momentant. Dataunderlaget kommer från vetenskapliga källor som IPCC (www.electricitymap.org).



Figur 2. Electricity map visar elproduktionens utsläpp i olika länder.

En stor elbil (Tesla model S85) använder 0,21 kWh/km och ger utsläpp på 13 g CO₂/km med nordisk elmix, en medelstor elbil, t ex Nissan Leaf, använder 0,17 kWh/km och ger utsläpp på 10 g CO₂/km med nordisk elmix. En LEV använder 0,08 kWh/km och ger utsläpp på 5 g CO₂/km med nordisk elmix.

Det kan diskuteras om man kan och ska beräkna utsläppen från bränslet som går åt vid cykling. Ecotraffic menar att man bör göra en sådan beräkning. Forskning visar att människor ökar sitt matintag vid ökad fysisk aktivitet. Det är naturligt att räkna med bränslet för cykling liksom man gör för andra transportslag.

Matproduktion ger dessutom stora utsläpp.

Cyklister förbränner ungefär 4 kcal per timme och kg kroppsvikt vid cykling i 16 km/timme (Coley D. A. 2002) Det är 2,5 kcal mer än vid normala aktiviteter. Så för en vuxen person på 70 kg innebär cykling en extra förbränning på 175 kcal i timmen eller 11 kcal/km.

Utsläppen i CO₂-ekvivalenter skiljer sig kraftigt åt beroende på vad vilken mat cyklisten äter. I diagrammet nedan visas exempel på olika matvarors koldioxidutsläpp i relation till energiinnehåll. Siffrorna är beräknade från data över olika livsmedels klimatpåverkan (Röös, SLU) och deras kaloriinnehåll (Livsmedelsverket.se). I genomsnitt ger maten i Sverige utsläpp på 1,7 g CO₂/kcal. I Sverige står maten för 2000 kg CO₂-ekvivalenter per person och år (Naturvårdsverket, 2017) och vi äter 1,15 miljoner kcal per person och år (Eurostat, 2017). Med en svensk genomsnittskost blir utsläppen vid cykling 19 g CO₂-e/km. Om cyklingen drivs av enbart nötkött blir utsläppen 220 g CO₂-e/km medan potatis eller socker endast ger 1 g CO₂-e/km. Om man antar att en cyklist med elcykel förbränner hälften så många kalorier så blir utsläppen ungefär 10 g CO₂-e/km.

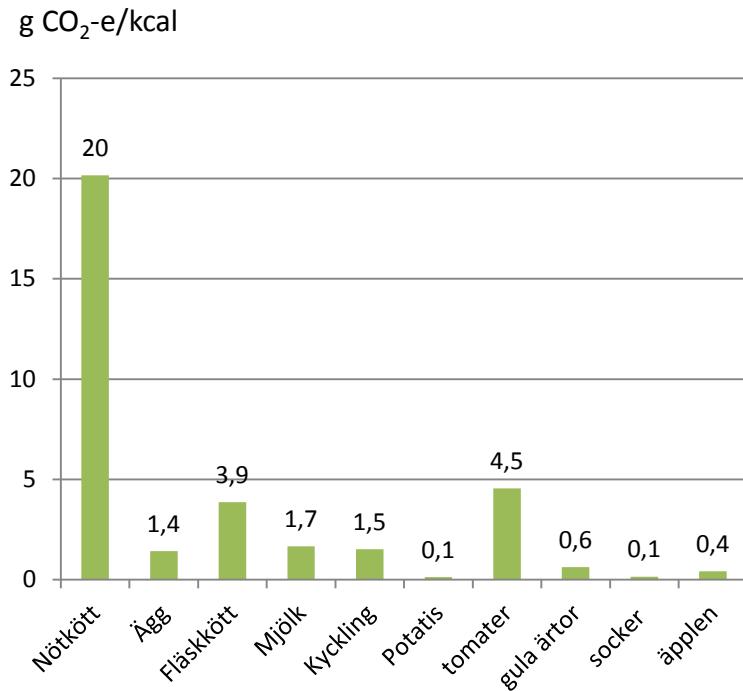


Diagram 4. *Olika matvarors klimateffekt I förhållande till energiinnehåll*

Utsläpp från vaggan till graven

I diagram 5 redovisas utsläppen, g CO₂-e/km under fordonens hela livscykel. Bensinbilen är i mellanklass, 1400 kg, (ungefär Mercedes A-klass) som förbrukar 0,69 l/mil. Elbilen är i mellanklass, 1500 kg, (ungefär Nissan Leaf). Bensinbilen och elbilen antas ha en livslängd på 220 000 km. LEV antas ha en livslängd på 100 000 km. Bensinbilen släpper ut 240 g CO₂-e/km, varav 200 kommer från bensinen. Elbilen ger utsläpp på knappt 80 g CO₂-e/km varav endast 10 g kommer från elproduktionen. **LEV ger utsläpp på 44 g CO₂-e/km** varav under 5 g kommer från elproduktionen.

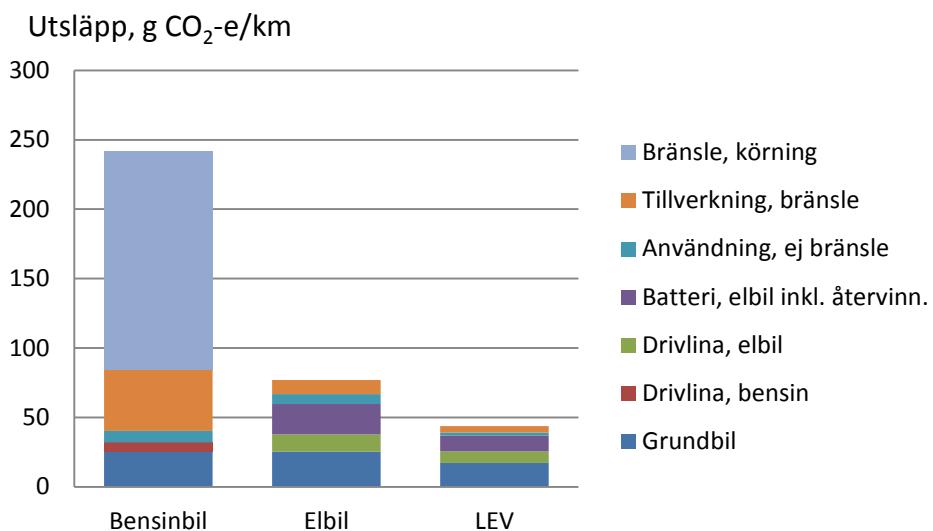




Diagram 5. *Utsläpp, g CO₂-e, under fordonens hela livscykel. Bensinbilen och elbilen rullar 220 000 km och LEV rullar 100 000 km.*

Staplarna visar tydligt att elfordonens utsläpp per kilometer påverkas mycket av livslängden. Med antagandet att LEV används i god utsträckning och får en god livslängd så ger den avsevärda miljövinster. Det bör också framhållas att det finns risker med ett fordon av LEV-typ. Om fordonets utformning, tekniskt eller i andra avseenden, innebär en alltför begränsad användbarhet finns risken att körsträckan under livstiden blir kort och då blir utsläppen per kilometer höga. **Om LEV tex rullar 50 000 km blir utsläppen 80 g CO₂-e/km. Om LEV istället rullar 150 000 km blir utsläppen 31 CO₂-e/km.**

Cykling ger utsläpp på 24 g CO₂-e/km varav tillverkningen av cykeln står för 5 g och maten står för 19 g. Det är alltså enkelt att minska cyklingens utsläpp genom val av klimatsmart mat. **Cykling med elcykel ger utsläpp på 18 g CO₂-e/km** varav tillverkningen står för 7 g och cyklistens mat står för 10 g.

Det är värt att notera att körning med LEV ger mindre än dubbelt så höga utsläpp av koldioxidekvivalenter än cykling.

Andra utsläpp än koldioxid

Elfordonens drift ger inte några avgasutsläpp med kväveoxider, kolväten eller partikelutsläpp. Partikelutsläpp från elbilars däck antas vara likvärdiga med vanliga bilars. Vid elproduktion sker utsläpp men för nordisk elproduktion har vi antagit utsläpp utöver koldioxid är försumbara.

Vid tillverkningen av elfordon sker miljöpåverkan i ett antal kategorier. De kategorier som vanligtvis undersöks utöver koldioxidekvivalenter vid livscykelanalyser är:

- försurning
- partiklar
- ozonbildning
- humantoxicitet
- ekotoxicitet i sötvatten
- ekotoxicitet på land
- eutrofiering, sötvatten
- förbrukning av mineralresurser
- förbrukning av fossila resurser

I en livscykelanalys jämfördes miljöeffekterna enligt ovan av elbil och bensinbil vid tillverkning och drift i 160 000 km (Hawkins, T. et Al. 2012). Som tidigare nämnts spelar elproduktionen stor roll vid många processer och vid elbilens drift. Vid beräkningar användes data för europeisk elmix. Resultatet visade att i de fem kategorierna försurning, partiklar, ozonbildning, ekotoxicitet på land och förbrukning av fossila resurser är elbilen likvärdig eller bättre än bensinbilen. Med en bättre elmix för driften är elbilen tydligt bättre. I de tre kategorierna humantoxicitet, ekotoxicitet i sötvatten och förbrukning av mineralresurser var bensinbilen bättre än elbilen.

En svensk genomsnittsbil ger vid stadskörning utsläpp på 4,0 g CO/km, 0,87 g HC/km, 0,42 g NOx och 0,010 g partiklar/km (trafikverket, 2010).



Data för KMPs testperioder

Körsträckor och användarbeteende

Under testperioden på IKEA Älmhult så körde användarna i genomsnitt 300 km per månad och fordon. Det motsvarar 3 600 km per år vilket är en liten körsträcka jämfört med genomsnittet för vanliga bilar som är 12 900 km per år (1999-2012) (Trafikanalys, 2017).

Det finns flera tänkbara förklaringar till den låga utnyttjandegraden. En viktig faktor var troligen att testperioden var begränsad och det tog tid att få användare att testa. Mot slutet av testperioden ökade bokningarna. I försöket gjordes också många till synes onödiga ”noll-bokningar”, d v s ett fordon bokades med användes inte. Även många bokningar med körsträckor på under 1 km kan anses onödigt. Ungefär en tredjedel av bokningarna var 0 eller 1 km. Bokningsdata visar samtidigt att flera bokningar per dag förekom och att körsträckor på 10-tals km förekom. Utifrån detta antar vi att i en etablerad LEV-pool blir användningen och den årliga körsträckan betydligt större.

Det finns inga undersökningar som undersökt livslängden i kilometer för LEV eller liknande lättare fordon och det är svårt att veta vad som är ett rimligt antagande. LEV passar bäst för korta körsträckor för en eller två personer utan större packning. Användningsområdet är alltså begränsat jämfört med en vanlig bil. Det är därför rimligt att anta att en LEV får betydligt kortare årliga körsträckor jämfört med en vanlig bil. I en tid med snabb teknik- och produktutveckling kan man anta att en LEV blir omodern efter några år men annars finns det inget som talar för kortare livslängd i år jämfört med en vanlig bil med motsvarande kvalitet, snarare bör en LEV, tack vare sitt enklare tekniska utförande och längsammare snitthastighet, kunna hålla minst lika många år som en vanlig bil.

De flesta resor med LEV ersatte en bilresa men en del resor ersatte istället en cykelresa. Utifrån intervjuer och loggböcker uppskattades resmönstret med avseende på andelen resor där LEV ersatte en bil. Totalt 15 personer intervjuades och 8 personer fick loggböcker varav 4 lämnades in. Det var stora skillnader i resmönster. 5 personer uppgav att LEV ersatte en bil till 100 %. För 6 personer ersattes en bil i 82-91 % av resorna och för 4 personer ersattes en bil i 62-73 % av resorna. I genomsnitt ersattes en bil i 86 % av resorna. Stora osäkerheter finns i svaren.

De bilar som ersattes var privatbilar med utsläpp på cirka 250 g CO₂-e/km (varierade mellan 150 och 300 g CO₂-e/km). Under testperioden i Älmhult kördes 2100 km per månad med LEV. Då användes **160 kWh** el per månad och det genererades utsläpp på **94 kg CO₂-e per månad**. Dessa resor ersatte 1800 km med bensin- och dieselbilar vilket motsvarar en energiförbrukning på cirka **1400 kWh** och utsläpp på cirka **450 kg CO₂-e**. De ersatta cykelresorna motsvarar 7 kg CO₂-e per månad. **LEV-poolen sparade därmed ungefär 1240 kWh och utsläpp på 350 kg CO₂-e per månad.**

Vidare sparades varje månad utsläpp på **7,2 kg kolmonoxid, 1,6 kg kolväten, 0,76 kg kväveoxider och 18 g partiklar**. Dessa utsläpp avser endast utsläpp från avgasröret. Motsvarande utsläpp vid tillverkning bedömer vi vara små i jämförelse. Utsläppen av partiklar och kolväten vid tillverkning av elfordon är inte obetydliga men svåra att kvantifiera utifrån våra LCA-data. En grov uppskattning

ger att nivåerna för LEV ligger i intervallet 10-30 % jämfört med en bensinbil från 2012, vilket används i LCA-data, vilket i sin tur antas vara betydligt lägre än utsläppen från en svensk genomsnittsbil.

Införandet av en LEV-pool innebär ett ändrat resmönster för de personer som utnyttjar tjänsten. Det ändrade resmönstret innebär inte bara minskad bilkörsning utan kan även påverka vanor gällande kollektivtrafik och cykel. Tillgången till ett fordon på arbetsplatsen kan t ex innebära att det blir lättare att åka tåg, buss eller cykel till jobbet. I en tänkt situation där långpendlare behöver ett fordon under arbetsdagen och därför pendlar med bil innehåller tillgången till en LEV-pool att pendlaren kan byta från bil till tåg+LEV. Då kan några km med LEV spara mångdubbla sträckan med en bil. Utifrån intervjuer gick det inte att bekräfta någon sådan effekt. I en amerikansk studie av bildelningssystemet Car2go i fem städer såg man endast en svag ökning av användarnas resor med intercitytåg i en av städerna men i övrigt inga skillnader (E. Martin et Al, 2016).



Referenser använda i bilaga 2

Carlson, R, S. Salisbury, M. Shirk, and J. Smart. 2014. eVMT analysis of on-road data from plug-in hybrid electric and all-electric vehicles. PowerPoint presentation, October 2. Idaho Falls, ID: Idaho National Laboratory. Online at

http://avt.inl.gov/pdf/prog_info/eVMTAnalysisResultsOct2014.pdf

Coley, D. A. Emission factors for human activity, Energy policy 30 (1),3-5, 2002. Daily calorie supply per capita by source. Eurostat.

http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_rk100&plugin=1 Besökt december 2017.

ECF, European Cyclist Federation. *Cycle more Often 2 cool down the planet ! Quantifying CO₂ savings of cycling*. ECF, 2011.

EEA, Europeiska energimyndigheten. Overview of the electricity production.

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-2/assessment>. Besökt december 2017.

Federal Highway Administration (FHWA). 2009. National household travel survey. Washington, DC: Department of Transportation. Online at

<http://nhts.ornl.gov/download.shtml>

Fietsen is groen, gezond en voordelig, TNO 2010.

Hawkins, T. R. et Al. Environmental impacts of hybrid and electric vehicles – a review. *International Journal of Life Cycle Assessment* 17(8): 997–1014. Yale University 2012.

Index över 2014 års nya bilars klimatpåverkan i riket, länen och kommunerna inkl. nyregisterade kommunägda fordon och dess klimatpåverkan. Trafikverket 2015.

Johansson, Håkan. Ökande trafik dämpar effekter av energieffektivisering och förnybar energi. PM, transportstyrelsen 2016.

Körsträckor. Trafikanalys. <https://www.trafa.se/vagtrafik/korstrackor/>, besökt under hösten 2017.

Körsträckor och bränsleförbrukning, SCB.

<http://extra.lansstyrelsen.se/rus/Sv/statistik-och-data/korstrackor-och-bransleförbrukning/Pages/default.aspx> , besökt december 2017

Martin E., Shaheen S. Working Paper. The Impacts of Car2go on Vehicle Ownership, Modal Shift, Vehicle Miles Traveled, and Greenhouse Gas Emissions: An Analysis of Five North American Cities. University of California, Berkeley. July 2016

Miljöpåverkan från el. Energirådgivningen.

<https://energiradgivningen.se/klimat/miljopaverkan-fran-el>. Besökt december 2017

Miljöpåverkan, bilar. Miljöfordon.se,

<https://www.miljofordon.se/bilar/miljoepaaverkan/> besökt December 2017



Romare, M. et Al. The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries. IVL-rapport C 243. Stockholm 2017.

Söderberg, D., *Model estimation of the longevity for cars registered in Sweden using survival analysis and Cox proportional hazards model, Uppsala University, 2014*

Vattenfalls elproduktion i Norden, Livscykkelanalys.

https://www.vattenfall.com/en/file/Livscykkelanalys_-_Vattenfalls_elproduktion_i_Norden_11336961.pdf, besökt december 2017

Bilaga 2.1

Exempel på data från Sunfleets GPS-system för loggning av körd km

Member name	UserEmail	Booking notes	Transactions	BookedHours	ActualTimeLengthHours	KmDriven
PER LINDBERG	per.lindberg@ikea.com	Fodervärd		1	46,00	2,50
Emilia Ahlberg	Emilia.ahlberg1@ikea.com	fodervärd		1	31,50	32,00
MIKAEL MIKAELSSON	mikael.mikaelsson@ikea.com	.		1	2,00	1,50
PER LINDBERG	per.lindberg@ikea.com	fodervärd		1	16,50	17,00
PER LINDBERG	per.lindberg@ikea.com	fodervärd		1	1,50	1,00
Vendula Persson	vendula.persson@ikea.com	Älmhult		1	4,50	5,00
ANDERS EKSTRAND	AEkstrand53@gmail.com	fodervärd Twizy		1	15,00	15,00

Exempel på data i en loggbok

Log book for my Twizy drives. Name: MIKAEL MIKAELSSON											
		DISTANCE									
24	To work	2	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
		4	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
		2	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
		6	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
			work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
			work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
25	From work	2	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
		4	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
		2	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
		7	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
			work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
26	LÖRDAG	6	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
		8	work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
			work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
			work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:
			work	private	other:	No	Own car	Company car	Bus/train	Bicycle	Other:

35 X X
8 X X
13

Bilaga 2.2. Tabeller med LCA-data och beräkningar

Tabell 1. Data för klimatpåverkan vid tillverkning och användning av bensinbil och elbil, kg CO2-e. Från Hawkins, T. 2012

Sammanfattning GWP, kg CO2 eq					
	ICEV	EV, LiNCM		ICEV	EV, LiNCM
Grundbil			Grundbil	5592	5591,9
Body & Doors	2090	2090	Spec. EVu batteri		2716,58
Brakes	104	104	Spec. ICEV	1484	
Chassis	589	589	batteri+ avfall		4813
Final assembly	137	137	summa hel bil	7076	13121,48
Fluids ICEV and EV			användning 160000 km		
	18,9	18,9		1328	1169
Interior and exterior	1820	1820	tot. summa 160000 km	8404	14290,48
Tires and wheels	323	323			
EOL vehicle	510	510			
<i>summa</i>	<i>5592</i>	<i>5591,9</i>			
Spec. EV					
Electric motor		1070			
EV controller		7,18			
EV invertor		641			
EV cooling system and other hardware		930			
Transmission EV		68,4			
Battery Li-NCM		4620			
EOL battery		193			
<i>summa</i>		<i>7529,58</i>			
Spec. ICEV					
Engine	593				
Transmission ICEV		372			
PbA batteries		87,4			
Fluids ICEV only	14,8				
Other power-train ICEV	417				
<i>summa</i>	<i>1484</i>				
summa hel bil	7076	13121,48			
Användning ej bränsle	1040	1040			
Användning ej bränsle	288				
Användning ej bränsle		129			
summa användning, 160000 km	1328	1169			
summa 160000 km	8404	14290,48			

**Bilaga 2. Fortsättning. Diverse dataunderlag och beräkningar.**Tabell 2. Utsläpp från bränslen, WTW kg CO₂/l. (miljofordon.se)

WtW	kg CO ₂ /l
diesel	2,84
bensin 95	2,94

Diverse dataunderlag och antaganden vid beräkningar

Verkningsgrad, bensinbilar och elbilar

Bränsleförbrukningen för bensinbilar 2016 i Sverige är 0,79 liter per mil och för dieselbilar 0,55 liter/mil (SCB, <http://extra.lansstyrelsen.se/rus/Sv/statistik-och-data/korstrackor-och-bransleforbrukning/Pages/default.aspx>). Energiinnehåll. 9,94 kWh/liter bensin. 9,77 kWh/liter diesel <http://spbi.se/blog/faktadatabas/artiklar/berakningsmodeller/>). Det innebär att en svensk bensinbil i snitt förbrukar 0,71 kWh/km. Det är ungefär fyra gånger så mycket som en Nissan Leaf elbil som förbrukar 0,15-0,2 kWh/km.

Beräkningar Twizy

Utsläppen för tillverkning av Twizy har antagits vara 31% för fordonet och 33% för batteriet jämfört med Nissan Leaf.

Twizyn har en elförbrukning på 0,076 kWh /km. (www.gronabilister.se/biltester/renault-twizy.) Twizys batteri är på 6,1 kWh. Utsläpp 150-200 kg CO₂/kWh (IVL 2017) ger utsläpp på 915-1220 kg CO₂, snitt 1070 kg CO₂.

EOL batteri 25% av elbil= 48 kg CO₂

När en Twizy ersätter en svensk genomsnittsbil, bensin sparar 0,71-0,076=0,63 kWh

Verklig förbrukning Tesla, 0,208 kWh/km

(<http://www.mestmotor.se/recharge/artiklar/nyheter/20170320/sa-mycket-drar-elbilarna-och-laddhybriderna-i-verkligheten/>)

Tabell 3. Utsläpp från elproduktion g CO₂/kWh. (olika källor)

Elproduktion	g CO ₂ -e/kWh	energirådgivningen, 2017
Nordisk mix	60	vattenfall, 2012
Vind	15	vattenfall, 2012
EU-el	250	Eea, 2017
Kolkraft	800	vattenfall, 2012
naturgas	500	vattenfall, 2012

Tabell 3. Beräkning av LCA-värden för LEV (Renault Twizy) vid körsträcka 150 000 km

Beräkning Twizy kg CO ₂ eq	anm
Grundbil	1733,489
Spec. EV	842,1398
summa fordon u batteri	2575,6288
batteri+avfall	1120
summa hel bil	3695,6288
användning 150000 km	339,01
tot. summa 150000 km	4034,6388
användning, g CO ₂ /km	2,2600667
g CO ₂ eq per km	24,637525
elförbrukning, kWh/km	0,076
Kör. g CO ₂ -e per km, nordisk	4,56

el		
Utsläpp g CO2 LCA	31,45759	

Tabell 3. Beräkning av LCA-värden för LEV (Renault Twizy) vid körsträcka 50 000 km och 100 000 km

Beräkning Twizy kg CO2 eq	
Grundbil	1733,489
Spec. EV	842,1398
summa fordon u batteri	2575,6288
batteri+avfall	1120
summa hel bil	3695,6288
användning 50000 km	116,9
tot. summa 50000 km	3812,5288
kg CO2 eq per km	0,0762506
elförbrukning, kWh/km	0,076
Kör. g CO2-e per km, nordisk el	4,56
Utsläpp g CO2 LCA	80,81058
användning 100000 km	233,8
tot. summa 100000 km	3929,4288
kg CO2 eq per km	0,0392943
elförbrukning, kWh/km	0,076
Kör. g CO2-e per km, nordisk el	4,56
Utsläpp g CO2 LCA	43,85429

Tabell 4. Beräkning av LCA-värden för bensinbil, körsträcka 220 000 km

Mellanstor bensinbil	kg CO2
grundbil+drivlina	7076,1
användning g/km	8,3
g/km, tillverkning, 220 000 km	32,16409091
g/km, bensin,	201,39
Utsläpp g CO2 LCA	241,8540909

Tabell 5. Beräkning av LCA-värden för elbil, körsträcka 150 000 km, 220 000 km och 300 000 km. Olika elproduktion.

Elbil (Nissan Leaf)	kg CO2
Grundbil	5591,9
Spec. EV	2716,58
batteri+avfall	4813
summa hel bil	13121,48
användning 150000 km	1087,17
användning per km	0,00725
tot. summa 150000 km	14209
tot summa 220 000 km	14716
kg CO2 eq per km (150 kkm)	0,0947
kg CO2 eq per km (220 kkm)	0,0669
kg CO2 eq per km (300 kkm)	0,050986067
elförbrukning, kWh/km ^a	0,17
Kör. g CO2-e per km, nordisk el	10,2
Utsläpp g CO2 LCA, nordisk el, 150 kkm	105
Utsläpp g CO2 LCA, nordisk el, 220 kkm	77
Utsläpp g CO2 LCA, nordisk el, 300 kkm	61
Kör. g CO2-e per km, EU-el	
Utsläpp g CO2 LCA, EU-el. 160 kkm	
Utsläpp g CO2 LCA, EU-el. 220 kkm	109
Kör. g CO2-e per km, kol-el	
Utsläpp g CO2 LCA, kol-el. 220 kkm	203

Bilaga 3. Resultatspridning

5st Projektpresentation/eventdeltagande

Eko-Transport Conference, Munchenbryggeriet Sthlm, 2016

Chalmers Transport Area of Advance, Gothenburg, October 2015

Secretariat2030, Stockholm, October 2015

OECSR (Öresund Electric Car Rally), September 2015

KTH Sustainability Day, 2016

10st Presentationer

Energimyndighetens programkonferens, Oktober 2017.

KTH Sustainability Research Day, 2016

Research Seminar Integrated Product Development, Stockholm, 2016

ECS seminar Machine Design, Stockholm, March 2015

CINet Seminar, Luzern.April 2015

ITRL PhD Seminar, Stockholm, March 2015

SSEDR, Croatia and Denmark, July 2016

StandUp for Energy, Uppsala, March 2016

LEVs Summit, Barcelona, September 2016

Brasiliens president besöker KTH 2016 (se bild)



4st Akademiska presentationer (och publikationer)

23rd Innovation and development management conference (IPDMC) Glasgow, June 2016

17th International CINet Conference Turin, September 2016

21st International conference on Engineering Design IECD 2017 Vancouver, August 2017

DMA2017 Design Management Academy Conference 2017 Hongkong, June 2017

5st Workshops

Sustainable Mobility SCANIA

Sustainable Transport Innovation, Bäckahagens Skola, December 2016

Global Playgrounds - Sustainable Cities, Stockholm, November 2015

Urban Revolution Workshop

Almedalen, 2016

9st Media

Dagens Industri, Trafik & Miljö, maj 2015

Smålandsposten, september 2015

Älmhultsbladet, maj 2016

Dagens Industri/Gröna Bilister, juli 2016

TV4 Lokalnyheter, KTH Mobility Pool på Botkyrka kommun, 4 oktober 2016

<http://www.svt.se/nyheter/lokalt/stockholm/vad-gor-den-har-lilla-grejen-i-botkyrka>

Dagens Industri, Tjänstebilen, mars 2017

Dagens Industri, Tjänstebilen, juni 2017 (

Dagens Industri, Trafik & Miljö, juni 2017

Dagens Industri, Tjänstebilen, sept 2017

12st Seminarier/konferenser i Sverige:

En svensk branschorganisation för bilpooler? jan 2015

KTH Sustainability Research Day, 2015

Mobilitet och Beteende 2016, januari 2016

Miljöbästa Bil 2016, januari 2016

Mobilitet och beteende, 2016

Eko Transport Conference 2016, Breakfast seminar, 2016

Hållbara Transporter 2016, nov 2016

Miljöbästa Bil 2017, nov 2016

MMMIS (Möjligheter med mobility manangement i samhällsplaneringen)
nätverksträff, april 2016

Elfordonsdagen in Älmhult, 3 maj 2016

KTH Sustainability Research Day, 2016

Mobilitet och Beteende 2017, mars 2017

Bilaga 4. Vetenskapliga artiklar

ALIGNING PRIVATE AND PUBLIC DOMAINS FOR SUSTAINABLE DISRUPTIVE INNOVATION

Liridona Sopjani, Mia Hesselgren, Jenny Janhager Stier, and Sofia Ritzén

KTH Royal Institute of Technology, Sweden

liridona@kth.se

ABSTRACT

This paper addresses the constellation of various actors from private and public sectors represented by three companies, a municipality, a non-profit organization, a research lab and users to collaborate on bringing forward a sustainability driven disruptive innovation. The purpose of the paper is to investigate how the various actors' interests and contributions influence the management of the collaboration setup and what barriers and enablers boost or impede the outcome of the setup, i.e. deploying an innovation with sustainability promise. We argue that the alignment of diverse actors' interests and aims for the innovation in collaborative settings is crucial for the collaboration to lead to desirable outcomes. However, only alignment at an abstract level cannot ensure success even when actors bring competencies that balance the innovation requirements. Rather, creating cohesion and commitment of all actors simultaneously at a concrete level is necessary. The integration of new approaches to collaboration such as design methods may strengthen commitment despite actors coming from different organizational cultures and traditions.

Keywords: Strategic niche management, sustainability driven innovation, transportation, collaboration

1. INTRODUCTION

Climate changes and CO₂ emissions' amplitude have become central topics of political and policy agenda. Promoting innovation that challenges the current production and consumption trajectories toward sustainability is paramount (Hekkert & Negro, 2009; Petruzzelli et al., 2011). Changes of disruptive character are needed and innovations that disrupt the market and technological trajectory could affect these patterns as well as enable firms to maintain their competitiveness and leadership. Engaging in disruptive innovation with sustainability promise comes along with high uncertainty on both the technology and market sides because their values are not attractive for the mass consumers initially (Christensen and Bower, 1996; Yu and Hang, 2010). Particularly when innovation is rather new and socially disruptive requiring more than just customer acceptance i.e. new behaviors (Urban et al., 1996), firms face difficulties in finding the right strategies even when the technology side is straightforward (Christensen and Bower, 1996). In addition, many innovations do not stand alone, but depend on contextual changes for their own success (Adner and Kapoor, 2010) and require innovations from other actors as well (Adner, 2006). These patterns have been observed in many sustainability driven innovations i.e. transportation, energy, and agriculture (Geels, 2002).

Strategic niche management (SNM) has been suggested to facilitate the development and use of promising sustainable technologies through means of experimentation, in

order to learn about social desirability and application of the innovation (Kemp, Schot, & Hoogma, 1998). An emphasis of the SNM is the interaction among various actors from different domains as crucial to reduce uncertainty, and stimulate learning about the problems, needs, and possibilities of the innovation while fostering institutional adaptation toward change (Geels, 2002; Schot and Geels, 2008). When an innovation itself is dependent on a range of changes (Adner, 2006) i.e. new electric vehicles for instance, such constellations may be desirable and even necessary for many actors. By collaborating, actors from different public and private domains can build an innovation constituency, which may redirect evolving dynamics toward a desired path (Kemp et al., 2000). Collaboration among different actors is considered a core and beneficial to them, however, it may also increase coordination costs, induce complexity further and cause loss of control as found by Enkel et al., (2009). Aligning different interests and particularly when these actors come from different domains i.e. users, private companies (large and small), non-governmental actors, and others involved in the policy making, may be challenging from an innovation management perspective.

This paper therefore investigates collaboration between diverse actors from different public and private domains as a way to develop and deploy sustainability driven disruptive innovation and facilitate transitions towards sustainable futures. Using data from an ongoing collaborative development project, we look at the aims and interests of each participating actor for engaging in such a setup, and reflect on how these translate into enablers and barriers for innovative solutions toward sustainability. The paper draws from literature on strategic niche management, as it addresses management of core issues of achieving sustainability transitions through new and different innovations. The main research questions addressed are: how diversity of interests and contributions of various actors influence the management of collaboration setups and what enablers and barriers exist for a successful outcome of the collaboration setup. Learning about these is important for understanding how collaborations among diverse actors support or inhibit efforts toward sustainability.

2. STRATEGIC NICHE MANAGEMENT AND COLLABORATION OF ACTORS FOR SUSTAINABILITY DRIVEN DISRUPTIVE INNOVATION

For many new innovations and specifically those with sustainability promise, markets are not readily available because often these innovations differ drastically from the prevailing set of technologies (Schot and Geels, 2008). These innovations require different approach mechanisms both in terms of how they are developed, managed and deployed into the markets (Petruzzelli et al., 2011; Diaz-Garcia et al. 2015). Strategic niche management (SNM), is one approach that has been developed for managing particular types of innovations, such as socially desirable innovations serving long-term sustainability goals and radical novelties that face mismatches with regards to existing infrastructure, user practices, regulations etc. (Schot and Geels, 2008). We regard this approach complementing the disruptive innovation theory (Christensen, 1997), which treats innovation more exclusively to technology development and market dimension in isolation of other than the interactions between incumbent firms and new entrants. It also is in line with open innovation literature, which places collaboration with external actors as important for innovation (Chesbrough, 2006).

The progress in development of environmental technology must be supplemented by corresponding lifestyles i.e. changing mobility patterns and institutional changes that range from local networks to global organizations (Rennings, 1998; Elzen et al., 2004; Schot and Geels, 2008). SNM stipulates that transitioning innovation trajectory towards sustainability can be facilitated through co-evolution of technology, user practices, and regulatory structures in a process of interaction shaped by many actors (Schot and Geels, 2008). These all require alignment and collaborations by many actors for innovation to successfully create new markets or to be adapted to existing markets by modifying or changing user practices and behaviors. The emphasis of SNM is placed on what scholars call ‘endogenous steering’ or steering from within, where innovations can be enacted by several actors, including users and societal groups (*ibid.*) by bringing their expertise into the development process.

This steering may be enacted through domains of actors as posited by the framework such as niche, regime, and landscape level, which enhance the exchange of information, knowledge, and experience (Caniëls and Romijn, 2008). Here, niches are the spaces or structures for nurturing experimentation in real environments with new technology where learning is co-created, they are the micro-level where novelties emerge; regime is the socio-technical arena at the meso-level, where practices and rules have been established into cognitive routines along technological trajectories; and, landscape-level forming the macro-level which extends beyond the influence of niche and regime i.e. deep cultural patterns or macro-political development in which changes take place slowly (Rip and Kemp, 1998; Geels, 2002, 2005a). Niches are a crucial part because besides nurturing the development and design of innovation, they are seen as facilitation mechanisms allowing articulation and alignment of technology, demand, and broader societal issues, including sustainable development (Rip, 1992, 1995; Schot 1992, 1998). Particularly the alignment, which here can be interpreted as the coordination of actors that represent these dimensions, has been considered to provide direction for learning processes at multiple dimensions simultaneously (Schot and Geels, 2008). Aligning interests to a goal while altering expectations of different actors may be leveraging for the innovation to be developed and implemented in such way that it creates new paths towards effective social embedding. The enrollment of more diverse actors expands the resource base and the network (Geels, 2011), but may not support efficient coordination when actors come from different domains. Too much diversity may hinder development due to the uncertainty it creates impeding full commitment of actors, fragmenting resources, and emergence of stable set of rules (Schot and Geels, 2008). In this regard, there seems to be noticeable trade-offs in terms of the domain of involved actors and collaboration efforts for the innovation success in broader social embedding. For experimentation and learning to take place, this process ought to be interactive and diverse but at the same time convergent and aligned, where actors’ strategies, expectations and views, aims and interests go in the same direction (Hoogma, 2000). These interactions are fruitful when the participating actors develop a mutual view on their own direction as well as with the technology (Caniëls & Romijn, 2008).

3. METHOD

3.1 LEVPOOL PROJECT SETUP

ITRL, Integrated Transport Research Lab at KTH Royal Institute of Technology setup the LEV-pool-project as a constellation project between various actors from private and public domains represented by three large companies, a municipality and a non-profit organization. The users who signed up as caretakers of the product-service-system at the test site are also included as an actor. The project was set up with the overall aim of understanding how companies and municipalities can support people to replace work commuting in privately owned fossil fuel driven cars with more sustainable transportation practices. The project was set up in 2014 and included a one-year idea generation phase to get all actors on board and create initial internal alignment. Also, in this phase, before the actual intervention started, user needs were pre-studied to develop an initial understanding of how the solution should be designed to fulfill the special needs of users at work environment. This work was done with a service design approach to ensure development of user centered design solutions. In September 2015, the six-month period of field trial started. Seven caretakers were appointed to use seven Twizys (new small electric vehicles) for their work commuting trips using a sharing system service. The caretakers were responsible for bringing their respective Twizy to and from work every workday whereby the vehicles could be used by daytime users who booked their intended use in the booking system whereby they used it for work related transport and for private errands during office hours.

3.2 RESEARCH METHODOLOGY

To investigate the research questions, data have been collected using semi-structured interviews conducted with all the actors ($n=14$) involved in the research project described above. Out of this, interviews with users ($n=7$) have been conducted after they completed a six months trial period using the new solution. The actors interviewed represent their respective organizations as they come from high-level of decision-making positions. Data were sourced also by observing the actors' interaction through project meetings and online platforms and usage of service. The data from the interviews have then been categorized into actors from different domains to analyze each representative actor. These actors were categorized as client actors: one municipality and one corporation where the innovation was tested; the user actors: all the employees of the client actors participating in the trial; the supplier actors: two private large companies supplying the product and the service; the non-profit organization actor: a large influential organization in public opinion; and finally, the academic actor: a research center working with innovation in transportation. Then, for each actor group, aims and interests for participating in the project as well as their contribution to the project were analyzed as categories in order to see how each actors' interests related to their contribution within the project as well as when do these interests conflict or bring the project forward. Besides these, part of the interviews also investigated the experiences of each actor within the project, where positive and negative aspects of such involvement were categorized into barriers and enablers for the constellation and its goals.

4. RESULTS

4.1 ACTORS AIMS AND INTERESTS FOR PARTICIPATING IN THE PROJECT

4.1.1 THE CLIENT ACTORS

Both actors on the client side were interested in finding solutions to replace employees' cars for commuting trips and for trips during the day, related to work as well as private life. The actors were looking to encourage employees to change their transportation practices into more sustainable ones. Their reasons for this were both practical, such as shortage of parking spaces, as well as value related aspiring for transitions towards sustainable transportation practices and fossil fuel free lifestyles.

On a practical level, the client actors wished to obtain hands-on decision-making suggestions. The client actors were also interested in having a research partner involved to carry out the practical work, saving them time, as well as to take advantage of the thoroughness the research partner could devote to the analysis. To test the product-service-system in real life situations together with real users was considered valuable and in line with their organizations' values.

On a more abstract level, the client actors wished to influence attitudes of employees and their surroundings. At this level, their interest lied in communicating alternatives to cars. On a higher level, the client actors also wanted to, in line with their strategies of influencing society, become more fossil fuel independent, lead the way in sustainable transitions. Not only were they interested in influencing their employees but also the many people and society at large.

4.1.2 THE USER ACTORS

There were three main interest areas for the users who signed up in the project. Firstly, those with a genuine interest in new technology and particularly in vehicles predominantly joined the project because they were curious to test an electric vehicle. They also enjoyed testing something new and exciting. Secondly, some were mainly attracted to the project as a way to try more sustainable alternatives to their fossil fuel driven cars. They also wanted to explicitly show others in their surroundings the potential of electric vehicles and, in line with their own interests, make others reflect on sustainability issues in society. Thirdly, those with families including young children were mainly driven by the practicalities of adding a second vehicle to their families to make their everyday logistics easier and cost effective. They were at the same time interested in exploring sustainable transportation practices.

4.1.3 THE SUPPLIER ACTORS

The supplier actors were interested in exploring new ways of thinking in mobility and curious to find out about the sharing concept with electric vehicles. From their commercial point of view, testing a new concept in collaboration was a way to obtain 'proof of concept'. They saw testing and collaboration as necessary to be able to convince higher-level management within their organizations that the concept worked in reality, therefore push for commercialization. One of the supplier's aim was to look at how new vehicles can be used for car sharing. The other supplier aimed at obtaining real-user data in terms of the new business model for car sharing integrating lightweight electric vehicles. Another aim of both supplier actors was to connect with academia to expand their networks.

4.1.4 THE NON-PROFIT ORGANIZATION ACTOR

The involved non-profit organisation was interested in affecting opinions with the overall aim to reach climate goals of fossil fuel independent transportation in 2030 in Sweden. Affecting opinions were strived for at different levels: public's opinions through increasing awareness about electrical vehicles and sharing solutions; corporate level through learning about users; and the political level through demonstrating possible solutions.

4.1.5 THE ACADEMIC ACTOR

The academic actor saw the project as integral to its portfolio through which it aims to demonstrate advantages for new kinds of transport solution, adding to the overarching goal to develop sustainable transport solutions. A major aim was to understand the challenges involved with one specific transport solution and create awareness of transport issues in relation to sustainable development. Another interest was to focus on the users' behavior by aiming at decreasing the amount of cars used for commuting. As well, the academic actor was interested in expanding the network of actors involved in the research center.

	New mobility solutions/concepts	User knowledge /Change behaviour	Knowledge on car sharing	Knowledge on EVs	Collaboration with University	Network expansion	Test concept in real environments	Strategy or branding
Client 1	X	X					X	X
Client 2	X	X					X	X
Users	X			X			X	X
Supplier 1	X	X	X	X	X	X	X	X
Supplier 2	X	X	X	X	X	X	X	X
Non-profit organization	X	X	X		X	X	X	X
Academic Partner	X	X	X	X		X	X	X

Table 1. Actors' Aims and Interests for Developing the Innovation in Collaboration

4.2 ACTORS CONTRIBUTION TO THE PROJECT

4.2.1 THE CLIENT ACTORS

Foremost, the client actors contributed with their employees as users of the product-service-system. The employees of both organizations were used to test and evaluate new things considering many different perspectives. Also, an important part of their cultures was the fact that they were used to deal with change, the unknown and the unexpected, so called wicked problems.

4.2.2 THE USER ACTORS

The seven caretakers used the product-service-system, including the Twizys and booking service, for a six-months period. Every workday they drove their respective Twizy to and from work. They also regularly used the system in their spare time to go shopping, to drive their children and for getting to various sport activities as well as going to visit friends and relatives. On some of these occasions the Twizy replaced their car whereas on others the Twizy replaced their bike. The caretakers occasionally

used the Twizy during work hours for work related trips to get to meetings and to go for lunch or run errands during lunch hours.

4.2.3 THE SUPPLIER ACTORS

Both supplier actors contributed to the project with their expertise and technical know-how in terms of car sharing and the vehicles. Since they were the suppliers of the platform and the vehicles in the project, they saw their contribution with regards to technical support and logistics, system setup, product information and knowledge, as well as their experiences within this area as valuable for the project.

4.2.4 THE NON-PROFIT ORGANIZATION ACTOR

The non-profit organisation contributed mainly by engaging in communication activities, both internal communication with project group members and in external communication activities with research participants and their surroundings.

4.2.5 THE ACADEMIC ACTOR

The academic partner's main contribution was to realize and manage the project as well as bring competence in mobility issues and project management. In addition, the network it supplied was perceived as strengthening the project, particularly due to its reputation in developing sustainable system solutions. Furthermore, the academic actor included the research team that planned, conducted and implemented the research.

	Product Innovation Knowledge	Service Innovation Knowledge	General knowledge on EVs	Communication (internal and external)	Platform for Testing the Innovation	Project Management /Project Realization	Network Expansion	Technical Support
Client 1					X	X		
Client 2					X	X		
Users					X			X
Supplier 1	X		X					X
Supplier 2		X						
Non-profit organization				X				
Academic partner			X	X		X	X	

Table 2. Actors' Contribution in the Collaboration

4.3 ENABLERS AND BARRIERS

4.3.1 THE CLIENT ACTORS

The access to the project enabled the organization, as well as its employees, to try a different solution to mobility. This enabled the organizations test if the solution suited their needs. The client actors appreciated the setup of the project where the research partner ensured time and devotion was spent on analyzing the findings. For the client partners this was both a practical solution to test something new and a trustworthy evaluation of the product-service-system. The trial setup of six months was also an enabler for the organization as they were unsure how well the product-service-system

actually would work for them. The trial setup was also an important enabler for the participating users, i.e. the employees of the two organizations, to try out new transportation practice and test new technology.

Furthermore, it was clear that a barrier to test an innovative product-service-system lied in the possibility to attract users of the vehicles. Not only was it difficult to attract different types of users, rather than only the early adopters, it was also difficult to simply get people to try an unfamiliar transportation practice including an unknown booking system for sharing a new type of vehicle.

4.3.2 THE USER ACTORS

At a rather intangible level, the users appreciated being part of a future-oriented project with sustainability ambitions as using electric vehicles were considered environmentally beneficial. This emotional side was a clear positive experience for all of them and an enabler to deal with the less convenient parts of both the product and system. Overall users had a positive experience of the system, but there were a number of functional and technical problems with the Twizy and the booking system was sometimes perceived as too rigid. However, the users overcame the product respectively service related barriers and dealt with the inconveniences. At a system level, the involved logistics required a considerate amount of planning, especially for those with families of young children. Particularly, they had to plan and negotiate their responsibilities when going on business trips or being absent for other reasons. The more intangible side of the barriers included their felt disappointments as there were not as many daytime users participating as expected.

4.3.3 THE SUPPLIER ACTORS

One of the main enablers perceived by both supplier actors was the access to multi-dimensional knowledge. Other positive aspects of the collaboration were networking and involvement with academic research and the ability to initiate new business relationships. In addition to the commercial perspective, one of the actors saw the collaboration with academia particularly as a way to be recognized by their customers as reliable by showing engagement in trying out sustainable innovations. The other actor emphasized and valued the shared resources put into the project from different actors to test out a concept in multiple dimensions i.e. the business model, user behaviour, learning about car sharing and electric vehicles in general, and the diffusion of the concept.

In terms of barriers, both these actors emphasized that the time consumed by the project was much more than expected with difficulties in following the project progress. One of the actors thought that the focus of the project was too oriented towards user-friendliness development rather than ensuring actual system usage, which for them was of higher interest. The other actor was concerned with the project's internal communication aspects, which they saw as a barrier since following its progress was difficult and data access was limited. Other barriers perceived by these actors were that one of them saw engagement in collaborative projects as far ahead from their strategy, whereas the other indicated that they were unable to commercialize the innovation being developed and tested in the short run. In addition, both actors saw the utilization of vehicles as crucial but also as a barrier for them if utilization rates were low during the test period.

4.3.4 THE NON-PROFIT ORGANIZATION ACTOR

An important enabler for the non-profit organisation to be able to spread information about sustainable mobility solutions was the research project in itself. For learning throughout the project, an open project environment was considered an enabler and also a key benefit. This enabled even the smaller organisations with limited resources to co-operate on equal terms with the other project partners, where all contributed with valuable perspectives. The research environment, where the researchers had possibilities to deeply engage in project matters and include all partners in this process, was considered an important enabler for success.

However, a barrier for project success was considered to be the cultural differences of the various actors' respective organisations. As the actors included all sectors, from corporations; public sector including municipalities; non-profit organisations; to academia, it was not found surprising that there were challenges in aligning the team and its commitments.

4.3.5 THE ACADEMIC ACTOR

Networking through the project was a relevant factor for the academic partner. The way the actor conducted the project, which was experimental and demonstration work, was an enabler for more complex research about change. On a higher level, the actor considered being 'culture developer' was an enabler making changes in real life.

On the other hand, the required project hours were critical and when one or more actors laggard, this was a barrier to accomplish the project. The divergence of the project also became a barrier in terms of difficulties in managing it. In addition, the setup of the project, where things were being changed in real life, became a challenge. Last, the test sites' distances to the academic actor's location were perceived as another barrier.

5. DISCUSSION

In this multi-dimensional project, actors from all sectors: private and public sectors, third sector as well as academia, all brought valuable contributions to the project. Each of them, representing a different perspective on the same innovation, in this case a new mobility solution, was influenced by actions from all domains in order to push the change toward sustainability.

The results show that there are three common aims despite the different perspectives: first to explore new mobility concepts toward sustainability, second to test these in real environments, and third to use collaboration as a strategy for marketing purposes. The actors involved were all interested to learn more about how such innovation could work in real contexts, but each expressed an interest to learn about the specifics relevant for them. For instance, as seen from the results, the client actor was interested in the innovation to change employee behavior for sustainability reasons, whereas the supplier actors wanted to know product and service utilization rates for commercial purposes.

The findings indicate that the group was not fully convergent with regards to aims and interests although aligned on a higher level i.e. the goal toward sustainability. On the more practical side, the actors were interested in finding suitable solutions adapted to their own specific needs. This may have implications regarding a coherent functioning of the group when realizing those aims. Aligning the different interests is difficult when challenges emerge because actors' focus on their own interest may hinder their commitment on pushing the innovation forward.

However, when looking into their contributions, two interesting findings can be observed relating to the importance of alignment of actors from different domains. First, each actor brings diverse competences and when combined these provide strong support for implementing the innovation. The actors see this as an enabler for innovation, as access to such diverse knowledge means possibilities to deal with various challenges. This is in line with the postulations from the SNM approach implying that diversity positively affects learning and network expansion (Schot and Geels, 2008). On the other hand, the diversity of contributions indicates that these actors also expect the project focus to be aligned with their specific interests. This is reflected when considering the barriers of which the actors point at the different views on project activities inhibiting individual actors to focus on their interests, e.g. the actors' cultural differences. Second, actors perceive their contribution as straightforward, and yet all of them considered that there were unclear responsibilities or lacking roles, which they saw creating a vague vision for the project. This indicates an implication for collaborative projects involving different actors from different domains. Even though the diverse competencies brought into the collaboration to balance the innovation requirements, were all clearly committed, it did not ensure cohesion of the collaboration. A study by Caniëls & Romijn (2008) also suggests that the lack of cohesion may inhibit proper functioning of the network in such setups. Further investigations into structures of collaboration projects and combinations of actors' competences would be fruitful to determine effectiveness of constellations for implementation of innovation.

In addition, managing the divergence of the actors' contribution implies a barrier for the actors since they all come from different organizational cultures with different perspectives on what the focus of the project should be. This may hinder development by consuming resources such as time, which seems to be another major barrier experienced by all the actors. Enkel et al. (2009) showed in a study of 107 European large enterprises and SMEs that higher coordination costs (48%) as well as loss of control and higher complexity (both 41%) were often associated with engagement in collaboration with external actors. On the other hand, by bringing different competencies to the innovation, actors feel that they are able to test a concept without being tied up. They see it as a win-win strategy because all of them benefit from each other's expertise and since none of the actors are able to affect the transition to more sustainable innovation individually, collaboration of this structure is fruitful. When collaboration is on equal terms, also the smaller and less powerful actors can feel they gain from it.

6. CONCLUSION

In this project we have seen that not only is collaboration difficult, but it is also hard to change ways of doing things. For several of the actors, working in this

collaborative way was clearly challenging and the innovation as such is challenging through the demand of changes in users lifestyles. The different actors had to step out of their comfort zones and get over the hurdles of understanding each other. This took more time and effort than expected and required considerable amount of planning.

As seen in this project, when desiring sustainability transitions, it can be relatively easy to align actors from various domains at an abstract level but it is clearly more challenging to find mutual interests on the concrete level. The abstract goal of a sustainable society can work as a vision, but in order for transitions to actually take place, there also needs to be alignments on concrete and practical level, such as how to develop and innovate, which are more dependent on cultures and traditions. We see a potential in using design methods as a way to bridge between various actors to facilitate communication amongst these affecting their interactions. This will be further investigated in coming stages of the project.

The actors chosen, either by the project management or by volunteering to participate, were all open to change and desired transitions toward a more sustainable future. For them it was in their tradition, corporate culture or personal lifestyle to constantly evolve, try new things and change tracks. Traditions of openness for the new will have to be fostered if new sustainable practices, challenging current unsustainable ones, are to emerge. This research project has pushed actors in different domains to try new sustainable mobility solutions hence knowledge about their respective traditions of openness for the new has been created.

Finally, it could be concluded that this project has also shown the strength of collaborating actors affecting various transition levels (niche, regime and landscape). The users and clients were central for real life concept trial and the suppliers' competences and contribution were crucial for both developing the concept and executing the project. In the long run, there is an ambition that this learning could also affect at landscape level. The project shows that collaborations of actors with different skills and contributions is essential for developing, testing and establishing sustainable driven innovations.

Acknowledgement

The research project and this study have been supported by the Swedish Energy Agency, Sweden.

REFERENCES

- Adner, R. (2006), Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem, Harvard business review.
- Adner, R. & Kapoor, R. (2010), Value creation in innovation ecosystems: how the structure affects firm performance in new technology generations, Strategic Management Journal, (31), pp.306–333.
- Caniëls, M.C.J. & Romijn, H.A. (2008), Actor networks in Strategic Niche Management: Insights from social network theory, Futures, 40(7), pp.613–629.

- Chesbrough, H. (2006), Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation, In Open Innovation: Researching a New Paradigm, eds. H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke and J. West. Oxford: Oxford University Press, pp. 1-12.
- Christensen, C.M., Bower, J. L., (1996), Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms, *Strategic Management Journal*, 17(3): 197–218.
- Díaz-García, C., González-Moreno, Á. & Sáez-Martínez, F.J. (2015), Eco-innovation: insights from a literature review, *Innovation*, 17(1), pp.6–23.
- Enkel, E., Gassmann, O. & Chesbrough, H. (2009), Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon, *R&D Management*, 39(4), pp.311–316.
- Elzen, B., Geels, F.W., Green, K. (Eds.) (2004), System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy, Edward Elgar, Cheltenham.
- Geels, F.W. (2002), Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study, *Research Policy*, 31(8-9), pp.1257–1274.
- Geels, F.W. (2005a), The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930), *Technology Analysis & Strategic Management* 17, 445–476.
- Geels, F.W. (2011), The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), pp.24–40.
- Hekkert, M.P. & Negro, S.O. (2009), Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims., *Technological Forecasting and Social Change*, 76(4), pp.584–594.
- Kemp, R., Schot, J. & Hoogma, R. (1998), Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management, *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), pp.175–195.
- Kemp, R., Truffer, B. & Harms, S. (2000), Strategic Niche Management for Sustainable Mobility, Social Costs and Sustainable Mobility.
- Petruzzelli, A. M., Dangelico, R. M., Rotolo, D., Albino, V. (2011), Organizational factors and technological features in the development of green innovations: Evidence from patent analysis, *Innovation*, 13:3, 291-310.
- Rennings, K. (1998), Towards a Theory and Policy of Eco-Innovation - Neoclassical and (Co-) Evolutionary Perspectives, ZEW Discussion Paper 98-24, pp.1–21.
- Rip, A., Kemp, R. (1998), Technological change. In: Rayner, S., Malone, E.L. (Eds.), *Human Choice and Climate Change*, vol. 2. Battelle Press, Columbus, OH, pp. 327–399.
- Rip, A. (1992), A quasi-evolutionary model of technological development and a cognitive approach to technology policy, *Rivista di Studi Epistemologici e Sociali Sulla Scienza e la Tecnologia* 2: 69–103.
- Rip, A. (1995), Introduction of new technology: making use of recent insights from sociology and economics of technology, *Technology Analysis & Strategic Management* 7, no. 4: 417–31.
- Schot, J. (1992), The policy relevance of the quasi-evolutionary model: the case of stimulating clean technologies. In *Technological change and company strategies: economic and sociological perspectives*, eds. R. Coombs, P. Saviotti and V. Walsh, 185–200, London: Academic Press.

- Schot, J. (1998), The usefulness of evolutionary models for explaining innovation, The case of the Netherlands in the nineteenth century, *History and Technology* 14: 173–200.
- Schot, J. & Geels, F.W. (2008), Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy, *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), pp.537–554.
- Urban, G.L., Weinberg, B.D., Hauser, J.R., (1996), Premarket forecasting of really new products, *Journal of Marketing*, 60 (1), pp. 47–60.
- Yu, D. & Hang, C.C. (2010), A Reflective Review of Disruptive Innovation Theory, *International Journal of Management Reviews*, 12(4), pp. 435–452.



this is a Blind Submission due on **Monday 30 January 2017**

Design strategies for exploring and bridging: Intersections of everyday life and change-making decisions for sustainability

Transitions of unsustainable everyday practices into more sustainable ones require new approaches to explore possible futures and encourage change. Trying new practices and experiencing alternative configurations of socio-material assemblages can increase reflexivity as well as assist in exploring potential futures. Design can assist in co-creating possible futures and bridging discussions about the preferred strategies to reach them. If sustainability is defined as an on-going process calling for dialogue, there could be potentials for using practice-based design research, and in particular co-design approaches, at the intersections of these dialogues. By paying attention to reflexivity and collaboration in two design research projects within sustainable mobility, we suggest design strategies for prototyping change at an individual level and communicating the experiences of such change to people with power to trigger and direct change. This may be particularly useful when it comes to addressing sustainability which both requires complex problem solving and extensive collaboration.

Keywords: sustainable mobility, co-design, bridging, living prototypes

Introduction

Many current transportation practices, especially fossil fuelled car driving, are unsustainable and cause severe problems for the planet and many of its inhabitants. Therefore, encouraging changes towards sustainable mobility solutions is of uttermost importance. In order for these changes to take place, people need to make new and different choices in their everyday lives to form more sustainable transportation practices. For the individual, this requires openness to change and willingness to try something new which, given the uncertainties and inconveniences that can come with changing practices, need to be accompanied by other support. Giving up the sense of efficiency, flexibility and comfort that car driving can offer is for many considered unrealistic in the everyday puzzle



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#).

of logistic activities. Replacing car driving with sustainable transportation practices can also be experienced as a transitional loss (Randall, 2009) that can be perceived as difficult and even undesirable. For those who embrace that to loose something can consequently mean to gain, and who also discover new benefits when replacing one practice with another, the transition to more sustainable practices can be smoother. To mourn a loss can also be considered a reconfiguration process (Sennett, 2012) where new meanings take shape when sacrifices are done. Trying new practices and experiencing different configurations of socio-material assemblages, can increase reflexivity as well as assist in exploring potential futures by opening up new design spaces (Suchman, 2012).

However, for new everyday practices to emerge it is not enough with individuals being curious to try different practices out, but support by decision makers at various levels is also necessary (Strömberg, Rexfelt, Karlsson, & Sochor, 2016). Establishing new social practices, defined as the interdependent relations between the three categories of elements: materials, competences and meanings, requires various types of support (Shove, Pantzar, & Watson, 2012). To generate required support for new sustainable transportation practices to develop, collaborations between different actors are crucial (Kemp & Loorbach, 2007; Verganti, 2008), as it is difficult for a single stakeholder to successfully supply the materials (such as innovative vehicles and necessary infrastructure) as well as build the competences (like teaching how to drive it) and form new meanings (for example enabling acceptance of new norms) (Author, 2016). When striving to design for change towards sustainable mobility with all its complex and wicked problems, we believe, cooperation between different stakeholders can be a fruitful way forward. Strengthened cooperation includes both formal and informal aspects of collaborating (Sennett, 2012) and by bringing not only co-design tools and techniques but also a co-design mindset (L. Sanders & Stappers, 2012) as an approach to design research we believe both these aspects can be cared for. Bringing everyday life to decision makers can be nourishing for co-creating potential sustainable futures.

Shaping futures clearly needs to be a democratic process but this is problematic when it comes to future sustainability transitions (Geels, 2010). Geels clarifies that sustainability transitions have three added complexities compared with many other societal transitions (*ibid.*). First, sustainability is a normative goal whereby debates about relative importance will flourish and, since sustainability is a collective good problem, many private actors will have no direct incentives to address sustainability issues. Second, there are different strategic approaches to making decisions for sustainability that depend on two opposing views: On one side there are those who advocate technical challenges to be met with green innovations, including top-down approaches and with emphasize on governments' responsibilities and experts' knowledge. On the other side are those who instead suggest a broad social transformation process including new lifestyles where bottom-up participatory approaches should be used to create engagement. Third, Geels (2010) claims, many of the sustainability challenges, including environmental problems such as climate change, are global, intangible and mainly about the future. These problems are more challenging as opposed to those that can be experienced locally, visibly and immediately. To address these three added complexities when dealing with sustainability transitions, Geels suggests, crossovers between research fields are needed (2010). Also Robinson (2004) calls for transdisciplinary thinking where different fields, sectors and actors cooperate and form partnerships to address the challenges of sustainability.

Robinson further argues that there is not one single successful approach available, but instead new forms of social learning are needed (*ibid.*). Hence, sustainability can be seen as a process, rather than an end-state, encouraging multiple views to be expressed and experimental practices used to try out possible futures (*ibid.*). If sustainability is defined as an on-going process calling for dialogue and openness, there could be potential for using practice-based design research, and in particular co-design approaches, at the intersections of these dialogues.

The contributions of this paper are foundations and inspirations for bringing practice-based design research, as an approach and including its methodologies, methods and tools, to other research fields with the aim to create change for sustainability. We present a set of design strategies for exploring prototypes of alternative future everyday lives, and for bridging everyday life with decision-making. In this paper we start by introducing practice-based research and a framework for relevant research methods within this approach, including interventions in everyday life and co-design methods. Following this, two design cases within sustainable mobility are presented with a focus on design methods. Concluding are discussions of the design strategies that facilitated exploring by doing and supported bridging by co-creating.

Framing

Design research, as practice-based research, is when the research activities are carried out through the use of design practice. Practice-based research can be useful to enrich the practice. With practice-based research it is also possible to learn about the tacit knowledge within the practice. Tacit knowledge encompasses the things we know, for example about a practice, but that is difficult to express verbally (Sanders, 2002). As Schön (1983) describes, learning by doing is one way to articulate knowledge and to be able to articulate the practice, you need to engage with it and to reflect in, and on, the action. Through this engagement in reflection, also the tacit knowledge can be teased out. This approach is foundational to practice-based research and is widely used by design, architecture and artistic research scholars. However, it is not as well known or applied in other research areas. We believe practise-based design research can enrich other research areas by bringing different ways of investigation. There are, for example in social science, calls for new ways of knowing and methods to research the increasingly complex and messy world. As Law (Law, 2004) argues, if researchers are to understand realities that are complex and messy, new ways to think and practice are needed.

Building on Law's call for new methods, Lury and Wakeford (2012) present inventive methods as ways to explore knowledge of change. Inventiveness is a matter of use and its capacity cannot be secured in advance, but reflexivity is one of the principal requirements (*ibid.*). Furthermore, Lury and Wakeford (2012) describe devices as hinges or clutches between concepts and practices, and as such they are terms for thinking processes. Other suggestions to new methods come for example from Suchman (2012) who suggests configuration as a method toolkit. Consideration of how humans and machines are configured, and to possibly re-configure these into new socio-material constellations, is a suggested way (*ibid.*). All these inventive methods are highly relevant in practice-based design research where devices and re-configurations of socio-material assemblages can be used as research methods, specifically when approaching research questions with an open mind in search for varieties and stories rather than specific solutions.

With this open mindset, experiments in real life, can be useful as research methods. New or changed configurations of social-material constellations to purposely disrupt everyday practices can be a way to open up for new design spaces. Conducting research in the wild, where also non-researchers are invited into the research process, can be useful approaches to study material-social interactions (Callon & Rabeharisoa, 2003). Also, action research approaches, including participatory action research where both the participants and researchers engage in problem solving activities with an intent to take action, can be useful to understand change (Eden & Huxman, 1996). Not only do these methods encourage openness but they also foster a research culture of inclusiveness and collaboration. Interventions created and studied in action research often both want to understand the situations as well as improve them, which has similarities to design's intentions of creating better futures. Similarly, participatory design approaches traditionally emphasize empowerment and provision of resources for participants to actively solve their problems (Bødker, Ehn, Sjogren, & Sundblad, 2000) and there is trust in the users themselves having expert knowledge on their own practices. As such, the designer's role is primarily to be the facilitator, as opposed to the expert on the individual practice, and to enable the participants' emerged knowledge to be used at a higher level. Designing together with users as a co-creative approach is particularly useful in generative design research, i.e. at the early stage of a design process (L. Sanders & Stappers, 2012). Not only is it foundational within this approach to actively engage with users, similar to action research and participatory design research, but there is also an agreement to acknowledge all people as creative (*ibid.*). To release creativity, in for example generative sessions where future possibilities are co-created, different types of decision-making need to be encouraged (*ibid.*). To complement rational decision-making, where "thinking first" is followed by decision, it can be useful to introduce "seeing first" and "doing first" approaches (Mintzberg & Westley, 2001). "Thinking first" is mainly used within science and is well suited when the issue is clear and the context is structured, but there are limitations to this strategy when dealing with complex issues and when creating future options. "Seeing first" is more related to the arts where many elements have to be combined into creative solutions. Finally, "doing first" is typically used in crafts and particularly useful when the situation is novel and confusing, for example when disruptive technology is entering a field creating a situation of flux, or when addressing complex issues such as sustainability. When following this third approach, making and trying out are important activities and the focus is on experiences (*ibid.*). If sustainability is regarded as a process of adaption and continuous learning, the mindset of design including its methodology, methods and tools, can be important and useful. With a design approach encouraging "doing first", learning takes place all along. Also, learning by doing pays attention to many different layers of knowledge, including tacit knowledge, and through reflection in action, and on action, a culture of openness and ambiguity is fostered, particularly useful when trying to understand complexity and mess. With design's experimental practices and thinking across temporal scales possible preferred futures can be tried out. Furthermore, with a co-design approach, various actors, users as well as decision-makers from different fields and sectors, are brought together to collaborate. This inclusive and transdisciplinary process, where the designer acts as the facilitator and brings out the expertise within each and everyone, is useful to address sustainability challenges. The designer facilitates dialogue, so needed when

negotiating sustainability, by encouraging stories to be told and bringing these stories into the conversation. Possibly, design's primary role when engaging in sustainability is to make people realize that multiple options exist and that there is not one pre-decided future. Instead, there are many possibilities of how to live, and these need to be discussed and debated. Design can assist in co-creating possible futures and bridging discussions about the preferred strategies to reach them. This is what we have explored in the two cases presented in this paper.

Case 1 – A car-free year for three families

In the research project "A Car-free Year" we explored transitions towards sustainable transportation practices by removing the car from the everyday life of three families with children living in [major city], [Scandinavia]. The families' cars were replaced by light-electric vehicles, such as electric bikes, box bikes, a scooter and a four-wheeled motorcycle (see Figure 1), which the families rented from the project based on their specific needs.



Figure 1 Examples of the light electric vehicles. Going clockwise from top left, is the scooter, the four-wheeled motorcycle, the bike and bottom left is one of the box bikes.

The car-free year took place between October 2014 and October 2015. During the year the families formed new practices related to transportation and they were supported by the project for example by access to bike service and expert advice on challenges such as winter biking. Together with the project the families “prototyped” life without car, and by the end of the year they expressed that being car-free had become normal.

To explore a broad set of challenges related to not owning a car, we selected families that were different in terms of previous car use, type of housing, age of children, and activities they engaged in. Although the families previously used the cars to different extents, replacing car trips with alternative transportation modes, which in addition to the light-electric vehicles included walking, biking, using public transport and home deliveries, had a great impact on all the families’ lives. It affected how they dealt with situations such as going to work, taking children to sports activities, doing grocery shopping, going on holidays, meeting family and friends, and renovating at home.

We studied the changes in transportation related practices mainly through monthly interviews and observations in the families’ homes. To encourage reflection, and to elicit tacit knowledge, the parents in the families used a trip diary where they, one week per month, registered facts about their trips as well as emotional aspects and other thoughts on their new practices (see Figure 2). To further support reflection, the parents used the mobile app Moves¹ to automatically log all their trips and the connected tool Move-o-scope² to visualise their travel patterns (see Figure 2). Since the families were used to having access to a car, many reflections on being car-free were made in relation to their previous car use. How other people approached transportation and what others said about their participation in the study were also triggers for reflection.

While the families did not have access to their own car during the year, they had the option of borrowing or renting a car (or taxi) 24 times, when they could find no other solution. They documented all such trips on a designated sheet (see Figure 2), which gave us insights into the perceived limitations of car-free living. The option of using a car was for example used for buying a new toilet when an old one broke down, going to a summer house in an area with poor public transport, and coming home from a party on New Year’s Eve. The allowed car trips became a safety net, although the participants were very motivated to minimise the number of car trips they made.

¹ <https://moves-app.com/>

² <http://move-o-scope.halftone.co/>



Figure 2 Examples of trigger material: trip diary (to the left), 24-car-trips card (at the top right) and visualisation of trips for different transportation modes (at the bottom right).

Based on the families' stories about positive and negative experiences of car-free life and practical and emotional aspects of changing to more sustainable transportation practices, we created design concepts for how products, services and the city better could support car-free living. We could not cover all aspects of car-free living in the concepts but we strived for a variety in types of practices represented, main users and stakeholders involved, and types of support imagined. The concepts were developed together with a design company and the families were also involved in the process. Collaboration between different stakeholders was central to many of the concepts, which included ideas such as workplaces as enablers of trying alternative transportation modes, the city rewarding cyclists with points to be used to pay for bike services, shared digital public transport cards for children's sports teams, and links between physical infrastructure and digital tools that highlight benefits of alternatives to the car. The concepts were visualised as non-photorealistic 2D images that aimed at striking a balance between being concrete enough to convey the families' experiences and abstract enough to trigger new ideas (see Figure 3 for example). As a complement to the concepts, we created a video where the families shared stories from the car-free year and reflected back on the experience.

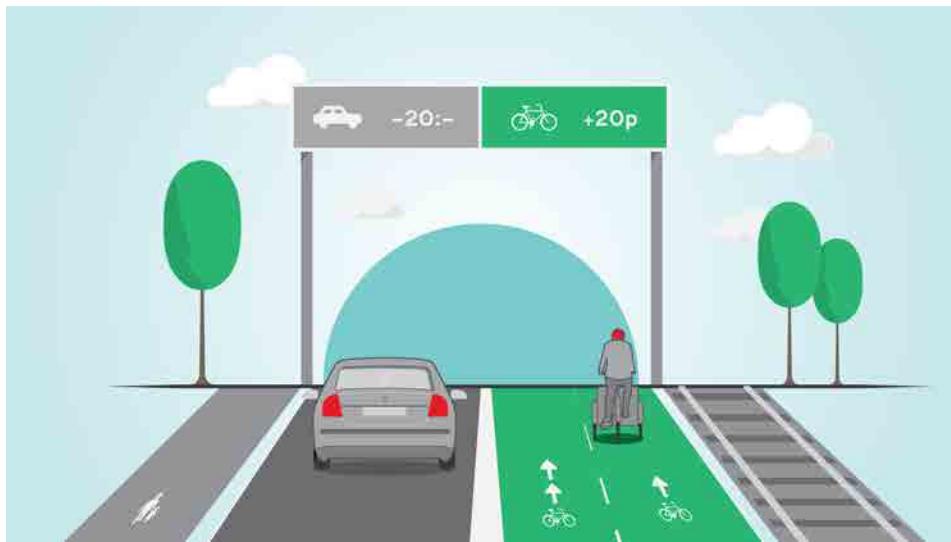


Figure 3 Concept example describing possible future biking infrastructure where cyclists are rewarded points that can be used to pay for bike services.

The concepts, in combination with the video, were used to communicate the knowledge from the study in several meetings with decision makers with an influence on transportation practices, such as local and national politicians and employers. The aim was to support reflection on possible futures for sustainable mobility in relation to the responsibilities and power of the respective stakeholder. Due to the decision-makers' pressed schedules, the meetings lasted for about one hour each and did only leave room for beginnings of alternative future discussions. These shifted between thoughts on details, such as choice of colours on road signs, and greater implementation challenges and additional opportunities. One of the main barriers identified for most of the concepts, was that implementation depended not only on the stakeholders in the room but was also related to responsibilities of other decision-makers. Although the decision-makers met with us in their professional roles, they reflected on the concepts also based on personal, non-work related, experiences of transportation. In general, the concepts and the video were appreciated for giving a rich picture of transportation related everyday practices and challenges and opportunities of car-free living.

For more details on the outcomes of the project and implications for design of services and technologies supporting sustainable transportation, see our previous work (Author, 2016).

Case 2 – Mobility Pool and no car to work at two workplaces

In the study Mobility Pool, set as a collaborative project between academia, private sector and public actors, we brought a living experiment to two, large, different workplaces to support the transition of an everyday practice, commuting to, in between, and from work, with an alternative to fossil-fuelled cars. A pool of ten light-electric vehicles (see Figure 4 for example) was set up as a mobility service to engage two types of users: people taking their fossil-fuelled car every day to work (in the project referred to as caretakers) and

people commuting with public transport, bikes, or walking to work but in need of a vehicle during office hours for meetings between offices (with a distance longer than 5km) or other errands outside of the office (in the project referred to as daytime users). In the project we intended to diffuse re-thinking of transport choices by engaging in the routine of going to work or travelling for short distances towards more environmentally friendly alternatives.



Figure 4 Some of the light electric vehicles at one of the workplaces.

In a period of one year, September 2015 – September 2016, 16 users joined as caretakers of those vehicles and used them every day to commute to and from work instead of using their fossil-fuelled cars. To some extent, they also replaced their private car outside work in the evenings and during weekends. The set-up, to try a possible different future through an alternative, was proposed by the project in which users voluntarily decided to participate. These users were called caretakers since they agreed to co-own the vehicles for a monthly fee with the project's stakeholders. This co-ownership included rules i.e. bringing the vehicles everyday to and from work and responsibilities i.e. maintenance and charging of the vehicles every day. In addition, they shared those vehicles with other colleagues (the daytime users) at work during work hours. The caretakers came from different backgrounds in terms of personalities, lifestyles, household sizes, and living distances from their workplace, which allowed exploring and understanding of diverse everyday practices and how the combination of a light-electric vehicle with bike or public transport could support those practices in different situations. They all used the car as a primary transport choice to work and showed interest in trying new possibilities. The project was divided in two periods of six months in one organization, where first seven caretakers tried it for six months, and then another seven users signed up for the next six months. In the other organization, two users signed up to be co-owners (here the pool was rather small, only three vehicles). At the workplaces, the use alternative was provided for all employees in respective departments where the pool was set up. In the project, these were referred as daytime users, who through a digital booking system could book the vehicles for use during work hours. These users had the possibility to try the alternative for free throughout the whole project period.

Given the different type of users engaged, different research methods were used to explore the users in various contexts while being in their real environments. The caretakers were of primary focus since changing their commuting practices was imperative exploration for the project. Thus, this group of users was heavily engaged in the process of trying future scenarios together with the researchers. We conducted sets of deep interviews with them before, during, and after trial periods, as well as organized

workshops while they were caretakers to capture their experiences, both at individual and group level. Different design methods were used to engage them in discussions such as mapping experience journeys, storytelling, mapping values, mapping barriers and enablers as well as visualizing activities (see Figure 5 as example).

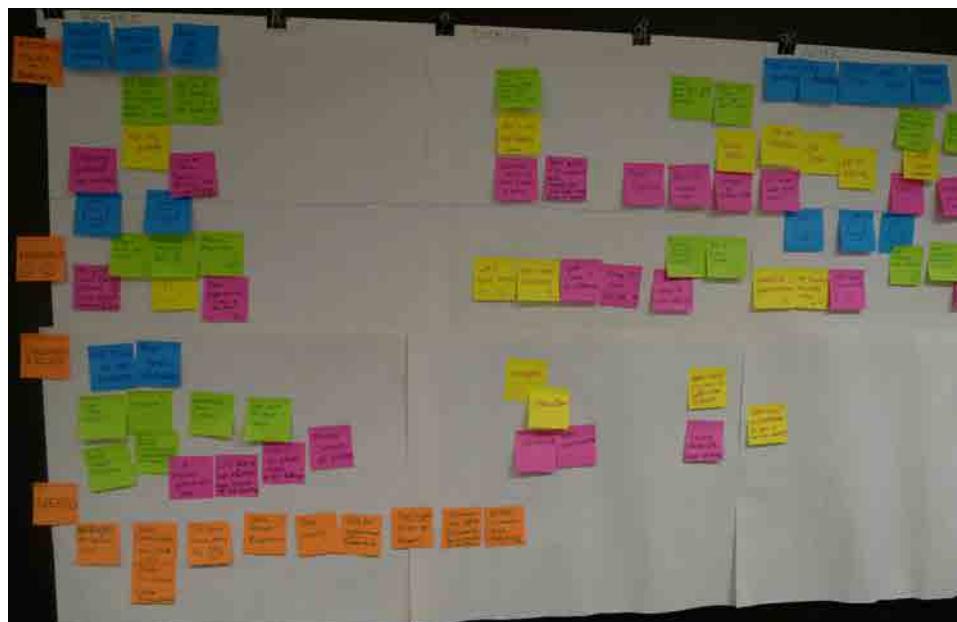


Figure 5 Example of experience journey co-created together with caretakers.

The caretakers were important actors in the development process of the mobility alternative, and in a way became self-critics by reflecting on their daily practices including the challenges and benefits of giving up their private cars. Their involvement allowed them to both reflect on their practices and provide input for us researchers to study how changing a transportation practice could be facilitated.

During workshops, they shared their stories and experiences with the group and involved in a dialogue that for them became almost a goal – minimizing the use of their private car. They talked about their everyday life in which at times the new alternative was a huge support such as quick grocery shopping, and at times it brought them challenges that perhaps were not thought of before when they were driving their four-seat or five-seat private cars, like fitting sports equipment or doing large shopping with the family. These were constraints that emerged as they lived with the new alternative, and through experiencing it, they were able to reflect and make more conscious decisions about their choices of transport. In a way, their everyday activities that involved transport means, motivated a more informed choice. As these trials were part of developing the innovation with users in focus, these experiences was input for the design and development phase. This input, brought through analysis of interviews and workshop materials, such as rough films of users presenting their experiences and maps of post-it notes, was brought to the stakeholders in the project whom were decision-makers in the process of developing solutions towards more sustainable transport futures. These experiences provided room for dialogue and alternative design spaces, for the stakeholders since knowledge was

tangible and a form of material they could use to inform their decision-making further. In generative sessions storyboards and scenarios were co-created (see Figure 6 for example).



Figure 6 Example of concept generation and business modelling co-created with stakeholders.

Exploring and bridging

While the cases above share the practice-based approach and have many similarities, there are also important differences in how practices were explored and how the participants' stories were taken to decision makers. Following we discuss how some of the strategic choices were balanced in the two cases and how that facilitated reflection and co-creation. These design strategies, we hope, can be inspiration for others who aim at creating change for sustainability.

Each of the projects had two separate phases. In the first phase participants tried, and learned from, new everyday practices and we aimed to facilitate this by using different strategies for *exploring*. The second phase was related to bringing the participants' learning forward in design conceptualisation and communication of everyday life to decision-makers. In this phase we tried different strategies for *bridging*. The strategic choices were balanced to achieve co-creation and hence learn for sustainability. Through design approaches, methodologies, methods and tools, we explored prototypes of alternative everyday lives and bridged this learning to decision-makers. We believe this is particularly useful when it comes to addressing sustainability, which both requires complex problem solving and extensive collaboration (Schot & Geels, 2008). Design is motivated by, and is good at, both problem solving, connected to the physical world, and sense making, more related to the social world (Manzini & Coad, 2015). As such, there are potentials in using design to address sustainability. In our framing, these approaches initiated dialogue that extended beyond top-down and bottom-up perspectives but

created intersections across. However, a limitation in this paper is that the framing occurred in a Scandinavian context where the tradition of participatory problem solving may influence openness and inclusiveness in decision-making. As such, trying out these strategies in other cultures and traditions of decision-making may lead to different conclusions.

Exploring prototypes of alternative everyday life

A significant difference between the two cases described is the strategies for exploring an alternative everyday life and learning while doing. These can be seen as moving on a scale from *strict* to *soft* ways of trying and learning in the exploration phase. When setting up prototypes of everyday life for people to actually try out alternatives, the purpose is to reconfigure their lives and practices. Configuration has simultaneously a reflexive and a generative character (Suchman, 2012) that we wanted to explore and the different strategies were used to do so.

Table 1 Strict and soft strategies used when exploring at different stages.

EXPLORING		Strict strategies	Soft strategies
Trying	What	Removals	Add-ons
	How	Rule (top-down)	Guide (bottom-up)
Learning	What	Reports	Discussions
	How	Formal	Informal

The strict strategies for trying out alternatives can create more radical change, which however can be more difficult to test in real life. Possibly, participants might bend the rules to fit the prototype to their everyday lives. Using soft strategies to prototypes of everyday life, can be easier for the participants to adapt to, but might only create incremental change. Also in the learning phases of the projects, the categories of strict and soft strategies can be applied as different ways to access knowledge about the participants' everyday lives in the prototypes. With strict strategies, including formal reports and meetings, can be used to access required detailed information, but can also entail a focus on rational information which not necessarily enables a deeper understanding. With soft strategies, informality can instead be emphasized possibly bringing out more emotional reflections. Inviting discussions, as a soft strategy, can encourage reflections and development of mutual learning amongst both participants and researchers, but require mutual trust for more sensitive issues to be revealed.

In the Car-free Year project, we took a more radical approach by removing the car from the families' everyday lives, which also pushed them far towards forming sustainable transportation practices. However, the hard strategy of disrupting and reconfiguring the families' practices was softened by the 24-trip car-allowance, in order to make participation in the study seem less scary or impossible. The softer strategy in the Mobility Pool project, where instead another vehicle was added to the participants' already owned vehicles, had a smaller impact on the participants' lives and possibly also on sustainability. To encourage exploration of new practices, the intervention was hardened by rules regarding for example when to bring the light-electric vehicles to work.

During the car-free year, the participants could choose for themselves the electric vehicles they wanted to use. This softer strategy enabled them to try various practices, and they were also allowed to change their set-ups throughout the project period. In Mobility Pool, on the other hand, the stricter strategy was implemented by simply adding the particular light-electric vehicle to encourage substitution of the private vehicle. However, the participants in this project softened this themselves by using the vehicle more differently and bending the rules. In both cases, finding a balance between hard and soft ways to try out alternative practices was important for making the most out of each case.

Experimenting in the wild requires a balance of disruptions, still enabling life to go on.

To get to the knowledge the participants obtained throughout the project periods, the research teams used various methods and tools. In A Car-free Year, the travel diary was a helpful more formal tool to encourage reflections and for the participants to report conducted transportation activities. This was also useful to prepare the participants before the monthly interviews. The informality of these interviews, often taking place around the kitchen tables in the families' homes, softened the dialogue and also the one-year research process encouraged the informality of these discussions as all project members got to know each other. In Mobility Pool, the settings for interactions with participants were more formal, as they took place at the workplaces together with colleagues. However, as these were conducted as creative workshops, informality was encouraged but the primary focus on work life, as opposed to private life, made these discussions more formal.

The learning in Mobility Pool was also facilitated in the co-creative sessions where the participants were asked to generate possible refinements of the product-service system. Here, the learning developed mutually with the discussions in these co-creative sessions aided by the provided tools. In A Car-free Year, the travel diaries and digital tools brought the research team thick reports and vast amount of information, but the more sensitive information, such as the challenges of living outside the car-norm, came in inviting discussions after trust had developed. Balancing formal with informal, and reporting of details with reflective discussions, were necessary strategies to understand the participants' experiences and tacit knowledge.

Bridging everyday life and decision-making

In the next phase of the two research projects, different strategies were used to bridge everyday life and decision-making. These strategies can also be viewed as moving on a scale from *strict* to *soft* strategies for conceptualizing and communicating. When conceptualizing, knowledge from the prototypes of alternative everyday lives is packed into concepts of systems. Designing at a system level requires attention to the different parts as well as their relations (Ceschin & Gaziulusoy, 2016). When communicating the findings with decision-makers, the concepts are un-packed with the intention of creating change.

Table 2 Strict and soft strategies used when bridging at different stages.

BRIDGING		Strict strategies	Soft strategies
Conceptualizing	What	Elaborate	Rough
	How	Professional	Inclusive
Communicating	What	Presentations	Participations
	How	Formal	Informal

Use of strict strategies in conceptualisation can help to create trustworthy messages, but can also distance the audience. Soft strategies can be used to include the audience to ensure commitment, but even if a mutual vision is shared it can be difficult to align for change. Different strategies can also be used when communicating concepts to decision-makers. Strict strategies for communication can ensure expected information is brought to decision-makers, but this does not guarantee change will take place. Communication with the use of soft strategies can inspire and open up for imagination, however the direction of change can be more ambiguous.

In A Car-free Year, the concepts that were co-created with the design agency, describe socio-material relations of how a city could welcome more car-free families. The final concepts were built on extensive analysis and elaborate attention to system relations as strict strategies to conceptualisation. However, to clarify that these were unfinished proposals, they were visualized as non-photorealistic 2D renderings. To further balance, and soften the concepts, the 2D visualisations were complemented with the video with the families' stories. The families own words brought concrete details from everyday life to the more high-level and abstract concepts.

In the Mobility Pool project, on the other hand, the level of the concepts brought into these co-creative sessions were intentionally very rough and not as finished and detailed as in the Car-free Year project. In this project, the conceptualization mainly took place in co-creation activities, emphasizing soft strategies, and included people who were not so used to creative work. However, as we trust, in line with e.g. Sanders & Stappers (Sanders & Stappers, 2012), that all people are creative, this simply implied that more attention needed to be paid to the prerequisites of the co-creative sessions. Also the other stakeholders in this project were brought into similar inclusive co-creative sessions further developing the concepts of possible future pool solutions. With service design methods (Stickdorn et al., 2011), it was possible to move beyond the product level to include a system perspective to identify some of the real challenges around making the employees refrain from travelling by car to work. As the concepts were deliberately presented as unfinished, emphasized by the inclusive making of them as the sessions went along, and at the same time specifically related to the particularities and details of each workplace, the dialogues around the concepts were enabled.

The projects also used different strategies, soft and strict, for communication. In the Mobility Pool project, as the stakeholders with decision-making powers participated as members of the project, the communication took place over the whole project period and co-creative sessions were immersion rich (Sanders & Stappers, 2012). This allowed for emphasis on soft strategies. In some of these longer sessions, the stakeholders were, through the concepts and films, immersed into the everyday lives of the participants who had tried new transportation practices. The discussions became more informal as the project members got to know each other over the project period. The initial concepts were co-created as part of the communication process and, by including all stakeholders in the dialogue, new values, also at corporate and societal level, of shared mobility solutions were identified. Even though all stakeholders shared the mutual vision to improve conditions towards more sustainable mobility, it was difficult to get alignment

around the respective strategies for reaching the vision as each stakeholder also had to relate to its own organisation's strategies.

In A Car-free Year, the communication with decision-makers was instead organised as a series of high-level presentations with politicians and corporate decision-makers. This meant an emphasis on more strict strategies. These presentations were shorter and more formal but the concept visualizations and films still managed to open up the discussions and the decision-makers could start imagining possible future options. The stories of how people had lived in prototypes of possible futures enabled empathy for these people to develop as well as provided context for imagination, also among the politicians, creating possibilities for new design spaces. However, the decision-makers quickly located others' responsibilities for enabling sustainable mobility changes. This points at the need for a co-creative mindset enabling dialogue for sustainability transitions.

Moving on

In this paper we explore two different design research projects where sustainable transportation practices were tried out in real life and the results from living in these prototypes of potential futures were brought to decision makers. We discuss how this practice-based research has increased participants' reflexivity and encouraged stakeholders' collaboration. By paying attention to reflexivity and collaboration, we suggest design strategies for prototyping change at an individual level and communicating the experiences of such change to people with power to trigger and direct change. Practice-based generative design research with a co-creation mindset, we believe, can be a complement to transition research for sustainability. This particular research approach, we argue, can facilitate problem solving by openly exploring potential futures and support communication processes by inclusively bridging everyday life to decision makers. The applied strategies can hopefully be inspirational for others to try out and learn from as well as potentially push for change-making with a designerly co-creative mindset.

References

- Bødker, S., Ehn, P., Sjogren, D., & Sundblad, Y. (2000). Co-operative Design—perspectives on 20 years with “the Scandinavian IT Design Model.” In *Proceedings of NordiCHI 2000, Stockholm, October 2000*. (pp. 1–12).
- Callon, M., & Rabeharisoa, V. (2003). Research “in the wild” and the shaping of new social identities. *Technology in Society*, 25(2), 193–204. [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(03\)00021-6](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(03)00021-6)
- Ceschin, F., & Gaziulusoy, I. (2016). Design for Sustainability: An Evolutionary Review. *2016 Design Research Society 50th Anniversary Conference*, 1–24.
- Eden, C., & Huxman, C. (1996). Action research for management research. *British Journal of Management*.
- Geels, F. W. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39(4), 495–510. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.022>
- Kemp, R., Loorbach, D., & Rotmans, J. (2007). Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14(1), 78–91. <https://doi.org/10.1080/13504500709469709>
- Law, J. (2004). *After Method. After Method: Mess in Social Science Research*. <https://doi.org/10.4324/9780203481141>
- Lury, C., & Wakeford, N. (Eds.). (2012). *Inventive methods: The happening of the social*. Routledge.
- Manzini, E., & Coad, R. (2015). *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. mit press.

- Mintzberg, H., & Westley, F. (2001). Decision Making : It ' s Not What You Think. *MIT Sloan Management Review*, 42(3), 89–94. <https://doi.org/10.1108/eb000998>
- Randall, R. (2009). Loss and Climate Change: The Cost of Parallel Narratives. *Ecopsychology*, 1(3), 118–129. <https://doi.org/10.1089/eco.2009.0034>
- Robinson, J. (2004). Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development. *Ecological Economics*, 48(4), 369–384. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.10.017>
- Sanders, E. B. (2002). From User-Centered to Participatory Design Approaches Elizabeth B.-N. Sanders SonicRim. *Design and the Social Sciences*, 7.
- Sanders, L., & Stappers, P. J. (2012). *Convivial design toolbox: generative research for the front end of design*. Orbis Litterarum: International Review of Literary Studies (Vol. 61). Retrieved from <http://www.gbv.de/dms/bowker/toc/9789063692841.pdf>
- Schot, J., & Geels, F. W. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), 537–554. <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>
- Schön, D. (1983). The Reflective Practitioner. *Pediatrics*, 116(6), 1546–52. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-0209>
- Sennett, R. (2012). Together: The rituals, pleasures and politics of cooperation. *Together: The Rituals, Pleasures and Politics of Cooperation*, 15(4), 1–337. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0536>
- Shove, E., Pantzar, M., & Watson, M. (2012). The Dynamics of Social Practice. *The Dynamics of Social Practice. Everyday Life and How It Changes*, 1–19. <https://doi.org/10.4135/9781446250655.n1>
- Stickdorn, M., Schneider, J., Andrews, K., & Lawrence, A. (2011). This is service design thinking: Basics, tools, cases. Hoboken, NJ: Wiley.
- Strömborg, H., Rexfelt, O., Karlsson, I. C. M. A., & Sochor, J. (2016). Trying on change - Trialability as a change moderator for sustainable travel behaviour. *Travel Behaviour and Society*, 4, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2016.01.002>
- Suchman, L. A. (2012). Chapter 4: Configuration. In *Inventive Methods: The Happening of the Social* (p. 288). Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=cKfijYCN6BYC&pgis=1>
- Verganti, R. (2008). Design, meanings, and radical innovation: A metamodel and a research agenda. *Journal of Product Innovation Management*, 25(5), 436–456. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00313.x>
- Author (2016) Conference paper.



CO-CREATION WITH DIVERSE ACTORS FOR SUSTAINABILITY INNOVATION

Sopjani, Liridona (1); Hesselgren, Mia (2); Ritzén, Sofia (1); Janhager Stier, Jenny (1)
1: KTH Royal Institute of Technology, Integrated Product Development, Sweden; 2: KTH Royal Institute of Technology, Product and Service Design, Sweden

Abstract

Sustainability driven innovations differ from current established technologies imposing new requirements on users and often interdependent with other actors' changes. Strategic Niche Management (SNM) stresses interactions between actors through niches i.e. protected spaces for experimentation to support innovation. However, it is unclear what activities are necessary when different actors are involved in developing and diffusing sustainability innovation. This paper aims at identifying activities crucial for sustainability innovation in an implemented mobility project. The results show that co-creation through iterations and reflections by combinations of diverse actors and users can be considered a core process for sustainability innovation. Six activities are identified as critical: matching the interdependencies by combining the actors' diverse competences and resources; facilitating to steer the group of actors into actions; engaging users at early stages of innovation; trying to drive change by offering the users an opportunity; co-creating through a multitude of actors with the development and usage simultaneously; steering and facilitating to enable co-creation.

Keywords: Co-creation, Innovation, Sustainability, Product-Service Systems (PSS)

Contact:

Liridona Sopjani
KTH Royal Institute of Technology
Integrated Product Development
Sweden
liridona@kth.se

Please cite this paper as:

Surnames, Initials: *Title of paper*. In: Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17), Vol. 8: Human Behaviour in Design, Vancouver, Canada, 21.-25.08.2017.

1 INTRODUCTION

Transitioning the innovation of products and services towards sustainability requires new approaches that facilitate capturing and creation of value for the innovation across stakeholder groups such as providers and consumers as well as other actors in the value network. Sustainable innovations are shaped by different processes as they impose changes across a multitude of actors along the value network or decision making process, thus, emulating a complex web of interactions and involvement that must be coordinated and organized in new ways. For instance, changes in infrastructure, consumer practices, regulations and policies are considered as critical for the success of sustainability promising innovations (Rene et al., 1998; Schot and Geels, 2008; Smith and Raven, 2012) making them interdependent with the actions and activities of diverse actors. Sustainability driven innovations often differ radically from prevailing set of technologies, whereby markets are not readily available or they impose new user requirements, initially making them less attractive or socially desirable (*ibid.*). Subsequently, facing a mismatch between the development and applicability in the early stages, these new technologies have hard time competing against incumbent technologies (*ibid.*). These patterns are similar to the radical and disruptive innovation typologies, however, there are additional complexities related to sustainable innovation. Geels (2011) argues that compared to many historical shifts, sustainability embarks on three additional complexities. First, he says, sustainability is a normative goal and collective good problem which entails debates around the relative importance of environmental problems in which private actors may have no incentives to address sustainability on their own. Second, he adds, solutions about sustainability often do not provide obvious user benefits and often rank lower than incumbent technologies in terms of price/performance dimensions, thus, they cannot transform existing systems without substantial changes coming both from top-down and bottom-up approaches and these denote politics and power struggles because of vested interests. Third, he continues, that issues of sustainability are global, intangible, and mainly about the future and here narratives and socio-political discourses play a role in framing the dialogue for change. Such debates pose new questions as to how such innovations are to be managed, implemented, and diffused widely given the nature of sustainability issues. Literature suggests that sustainable innovations have to be addressed in an integrated manner taking into account both production and consumption (Stevens, 2010; Vergragt et al., 2014) likewise the interactions between various actors. Though, supporting mechanisms for integrating these in the innovation process have been little investigated, especially in terms of engagement of diverse actors simultaneously. It is less clear what processes and activities lead to a more integrated innovation process, thus, contributing to successful introduction and usage of sustainably sound products and services. We extend this discourse to user involvement in the process (von Hippel, 1998) and argue for co-creation (Prahalad and Ramaswamy, 2004) between a multitude of actors to transcend the aforementioned interrelated factors. This paper, therefore, intends to add to this stream of literature by exploring what activities occur and shape interactions between diverse actors, and identify which ones are crucial for supporting sustainable innovation. We critically explore and analyse a demonstration project, where the authors have been part of a multi-actor engagement in order to develop and deploy a sustainability driven disruptive product-service system. The system delivered is a pool for light electric vehicles implemented in two large organizations as a more sustainable mobility alternative for commuting and in work related transports.

2 THEORETICAL FRAME

2.1 Strategic niche management and sustainable innovation

Strategic niche management is an analytical approach to understand the dynamics in the early development and adoption of new technologies that have a high potential to contribute to sustainable development (Schot and Geels, 2008). Founded upon theoretical background from constructivist science and technology studies into evolutionary economics (as in Nelson and Winter, 1982), attempts to understand the processes of socio-technical change resulted in quasi-evolutionary perspective on technical change by Rip (1995) and Schot (1998) that emerged into this analytical framework. SNM is built on the core assumption that transitions can be facilitated through modulation of so-called technological niches (spaces where radical novelties emerge) with the co-evolution of innovation, user practices, and regulatory structures (Schot and Geels, 2008). This assumption lays on the argument that

too much focus on development, testing, and optimization of technology has resulted in less attention or negligence to the broader societal embedding and social desirability of these innovations (*ibid.*). Initially SNM placed strong emphasis on the emergence of niches as a fundamental step in the innovation process (e.g. Levinthal, 1998). Niches were considered as the locus for radical novelties, as protected spaces, which would allow the nurturing and experimentation in order to learn about the applicability and social desirability of particularly sustainability promising innovations (Geels, 2002). However, forming niches showed to be insufficient for transition as dynamics of actors at different levels are strongly influential. The multi-level perspective (MLP) (first coined by Rip and Kemp, 1998) emerged as an additional analytical framework extending niche development (Geels, 2011). In addition to niches, the MLP focuses on the socio-technical regime level, where practices and associated rules are established, stabilizing existing systems as well as the socio-technical landscape (Geels, 2011; Schot and Geels, 2008). MLP views transitions as non-linear processes that result from the interplay of developments at three analytical levels: niches, socio-technical regime, and the socio- technical landscape (Geels, 2002; Rip and Kemp, 1998). The regime is of primary interest, argues Geels (2011), since it embodies the deep structures and stabilized socio-technical system (Geels, 2005). The socio-technical regime in SNM stresses the criticality of a community of broader societal groups such as scientists, policy makers, users and special-interest groups, and the alignment of their activities (Geels and Schot, 2008: p.543). These actors on one hand enact, instantiate and draw upon rules in concrete actions in local practices; and on the other hand, rules configure actors i.e. cognitive routines and shared beliefs, capabilities and competences, lifestyles and user practices, favourable institutional arrangements and regulations, and legally binding contracts. Regimes have stabilized institutional structures that can hardly be influenced by the actors individually (Geels, 2011). Thus, for innovation, the interactions between these different actors at different levels become crucial as they together can transform the innovation landscape, since their diversity in terms of backgrounds and interests may lend impetus as well as resources for approaching issues of sustainability.

2.2 Co-creation for sustainable innovation

According to Sanders and Stappers (2007, p.6) co-creation is ‘any act of collective creativity, i.e. creativity that is shared by two or more people’, and this collective creativity is critical for achieving more effective and efficient problem solving in innovation. This is an aspect that could extend SNM by bringing it from the analytical level to an operational level and practical use. A key idea is, as Shove and Walker puts it (2010, p.764) ‘that change takes place through processes of co-evolution and mutual adaptation’. Co-creation has been practiced extensively at the front-end development as well as lately at later phases of product development (Sanders and Stappers, 2007). It has emphasized value creation when firms and customers were engaged to provide meaningful output in the growth for the companies (Dhaka, 2015). When looking in the value creation processes in the conventional perspective, the roles of consumers and companies were distinctive and value creation occurred outside the markets (Prahalad and Ramaswamy, 2004). But, as access to information and the means of production have become more readily available, more individuals have the ability to innovate (von Hippel, 2005). Innovation became more democratized (*ibid.*) and value creation leaned more towards the closer interaction with consumers since co-creation of consumer experiences brought about competitive leverage (Prahalad and Ramaswamy, 2004). Although not a new concept, there are forms of co-creation being applied in practice particularly toward solving issues of sustainability as the innovations demonstrate a critical dependency on systemic changes. Oksanen and Hautamäki (2015) argue that today’s innovators require new capabilities that do not only focus on the innovation but also the entire chain around that innovation ranging from basic research to products, services and markets. In addition, because actors share opposing views of the problems, of solution methods, and of the legitimacy of possible solutions, Oksanen and Hautamäki (2015, p.92) add that best solutions are implemented if all stakeholders are able to find their role within the problem-solving network. Actors from public and private domains can together build innovations that may redirect technology development as well as the usage of new technology (Kemp et al., 2000). Hence, we consider the framing of actors from various domains into a broader setting for facilitating the development and diffusion through involvement and more democratized processes with equal role of actors.

2.3 Innovation through user involvement

Extensive research supports that the involvement of users is critical (von Hippel, 1988; Gales and

Mansour-Cole, 1995), although not without debate. Particularly in innovation for a sustainable development, user involvement has been suggested as highly important in order to create markets and increase the social desirability of such innovations (Blok et al., 2015; Jackson, 2005; Schot and Geels, 2008). Sustainable development requires sustainable consumption involving significant behavioural changes that are deeply engraved in social structures (Jackson, 2005). Influencing these changes is considered much more complex than advancing technology towards higher environmental goals (Blok et al., 2015; Jackson, 2005). Thus, engaging users is as important as engaging other actors in the innovation process. For sustainability innovation, this benefit is extended further to the societal impact, whereby involving users in the process, a mutual learning may occur. Users exposed to new technologies can therefore begin to adapt as well as adopt new practices as the innovation is being developed (Sopjani et al., 2016). Additionally, involving users in the development and trial phases of the innovation provides the opportunity to learn about the innovation, therefore potentially facilitate their adoption decision. Some research has shown that it is possible to influence behaviours and practices through activities of trying (Nevens et al., 2013; Strömbärg et al., 2016). This extends further SNM's claims that processes of change occur in a co-evolutionary manner and through experimentation with innovations. Through engaging users in the process of trying out the innovation, possible changes may occur in the consumer practices hence simultaneously contributing to increased applicability.

2.4 Activities in co-creation

The analytical framework of strategic niche management and the multi-level perspective contribute greatly to the understanding of how to achieve sustainable development in a socio-technical system. By interpreting the suggested processes into actions of co-creation and stressing the need of actively involving actors and particularly users in this co-creation, it is possible to bring the framework one step towards its practical implications. However, both at niche level and niche-regime level, it is unclear what activities are needed in order to gain momentum for diffusing innovations and what activities shape interactions between different actors. We attempt to shed some light to this by exploring the activities that happened in a case when actors were brought together at niche-regime level, and users were an equally important actor. Consequently, the research question in this paper follows: What activities occur when engaging in co-creation and which ones support the development and usage of sustainable innovation?

3 METHOD

3.1 Research method

In this paper we combine experiment methods for data collection in innovation research as suggested by Sørensen et al. (2010). We have analysed an ongoing large joint development project called LEVpool, initiated between several partners in academia, public, and private sector, which we present in the section below. For the analysis, we have collected data from six workshops conducted with all actors (2 with stakeholders, 4 with users) in the project at different periods throughout the innovation phases, following qualitative interviews with all individual actors, documents from the project, and meeting notes. The workshops were sessions between stakeholders which generated input for the innovation, whereby actors actively participated, engaged in discussions, shared ideas, and made decisions. We as researchers were part of this project where on one hand conducted research and on the other suggested actions based on the outcomes of those workshops. Each workshop was a building block of the innovation process from design to implementation and usage. Due to diversity of data sources, we sorted and clustered them (Creswell, 2003) based on activities that occurred within the group of actors in a timeline basis. Consequently, content analysis (Silverman, 2011) was performed in relation to the research aim in this paper in order to gather insights.

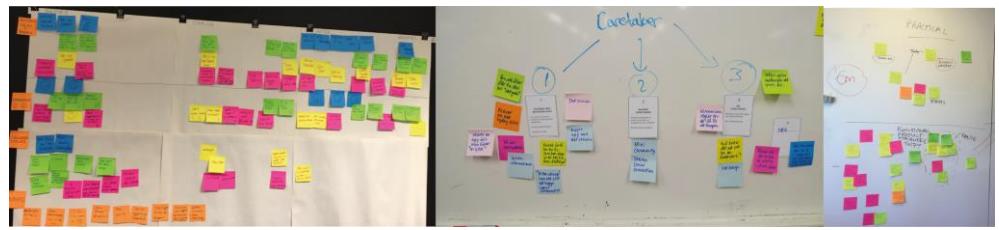


Figure 1. Input from the workshops conducted with actors

3.2 LEVpool – Product-service system innovation

LEVpool was a sustainability driven innovation project, developing and trying an innovative mobility solution for individuals. It was set up as a multi-actor initiative to reduce CO₂ emissions due to commuting to/from and between workplaces. Two large workplaces saw the need for providing alternative solutions to employees at work and encouraging commuting by public transport or bike. LEVpool, as the name connotes, offered LEVs (lightweight electric vehicles) through a shared-use system. It integrated a product-service system (PSS) where the LEVs and digital booking services were combined to offer a new mobility alternative for two different types of users. For those who needed a vehicle to commute to work due to bad access to public transport or a distance further than possibility to bike, the solution offered the possibility to co-own a vehicle. These users were assigned as ‘caretakers’, driving the vehicle back and forth to work and were free to use this vehicle for private purposes in the evenings and weekends as compensation for easy maintenance, cleaning and full charging. The caretaker concept did not only solve the problem with lack of charging stations at the sites, but also ensured that the LEV was replacing a fossil-fuelled car to the greatest possible extent amongst the caretakers. During office hours the vehicles were offered to other colleagues, here called daytime users, who needed a vehicle to attend meetings and do other errands. Ten LEVs were placed at two large workplaces (serving as experimentation and trial sites); one site in a rural area south of Sweden and one in the area of suburban Stockholm.

4 RESULTS

In this section, results are shown from the LEVpool project in terms of the innovation process in its development and usage phase, where major activities were identified and are explored below. Figure 2 shows categories of results from the data collected about the whole project. It depicts the combination of actors, whom together brought the needed resources for the innovation requirements; the development activities that brought about the solution; users, as a critical actor for steering the project; and activities to reach usage of the solution as well as bring in knowledge about the innovation. In the middle, it shows the core activities that integrated the development phase and usage phase with the developers and users.

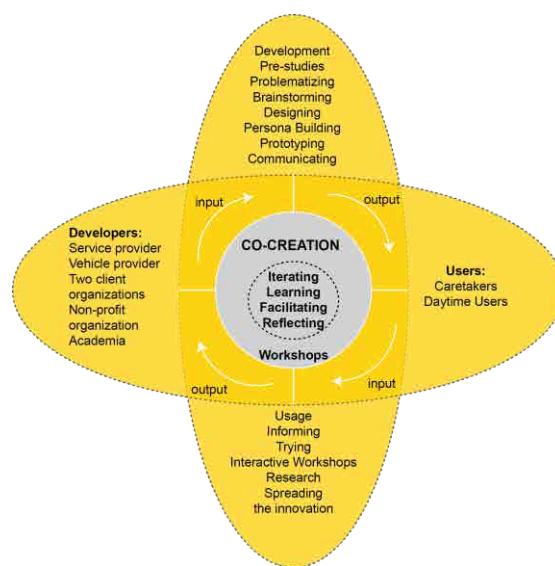


Figure 2. A visual representation of the actors, processes, and activities within LEVpool

4.1 Actors – Developers and Users

The LEVpool involved actors from private and public domains represented by a service provider, vehicle provider, two client organizations (a municipality and a manufacturing company), a non-profit organization, a research group, and users – led by the academic partner. However, each actor was responsible for the competences that they brought and managed their resources individually, but utilized each other's resources as needed during the different innovation phases. Resources such as booking system and the new LEVs, were brought by the two private firms. The service provider offered e.g. booking tool and support, vehicle assistance, and contract preparations and the vehicle provider assisted with vehicle equipment and know-how concerning the vehicle. The infrastructure, e.g the test sites, was provided by the two client organizations. In addition, to encourage their employees to use the pool, the two client organisations also provided some practical support at the test sites. The non-profit organization was in charge of the information spread within and out from the project, though, several actors in the project group contributed to the dissemination of information at the sites and efforts to make users to sign up for the pool solution. The users were those who used the product-service-system during the project period, i.e. booked and drove the vehicles. All came from different backgrounds and organizational cultures but had an interest in the area of transport or sustainability. They all brought different resources and competences providing means to develop the innovation. Because of their diversity, together, the actors complemented each other with their knowledge and expertise in their respective field that they individually were not capable of. The LEVpool project managed to collaboratively generate a potential solution, the tried PSS, to a critical environmental problem – tackling the high usage of fossil fuel car for daily commutes. The trials managed to attract a satisfactory number of users, continuous development of the product service system and a usage of light electric vehicles that reduced CO₂ emissions. After the completion of the experimentation, results from the project showed that there were over 200 active users who used the solution on a daily basis and whom reported a change in perceptions toward electric vehicles after having tried the solution for a few times.

4.2 Development and Usage

The major activities that occurred during the development process were *pre-studies, problematizing, brainstorming, designing, persona building, prototyping and communicating*. Initially, the actors (excluding users at this point) wanted to identify the current issues faced at the two workplaces in terms of the mobility and transportation. Through pre-studies, the group learned about the travel behavior and aimed at understanding where the critical problems were. After exploring the problems, the group brainstormed about possible solutions and began designing the system to develop a functional use concept around it. The actors at this point had a product (the vehicle), and a platform (the booking system), but needed to find a solution of how to bring it into a product-service system that would offer multiple usages. With the initial solution designed, the group created personas of the typical users for the different envisioned concepts of use. At this point, the actors began organizing for prototyping the solution and communicating the project to the experiment sites to recruit users. The initial group goal was to deploy the system at the sites as soon as possible in order to learn about the innovation from the users' perspectives. The objective was to develop through involving the users, whereby it was necessary to set up the usage phase simultaneously. The major activities that occurred during the usage phase were *informing, trying, interactive workshops, research, and spreading the innovation*. The client organizations were engaged together with the rest of actors in informing their employees that they could try out the system both for daytime use as well as become caretakers. The initial users who applied to become caretakers were selected and invited in meetings to be further informed about the project, how it worked, and the rules of co-owning where contracts were signed with them. They had to bring the vehicle to work in the morning and take it back after work, in order to allow the daytime users to access and utilize the system during the day. The caretakers were heavily engaged in the project since they not only tried the solution for their everyday life and provided critical insights and ideas into the development process, but also showed others how it worked and recruited people. Interactive workshops were meeting points with these users, whereby experiences were shared, including issues, challenges, and benefits of being a caretaker. In addition, caretakers also revealed their experiences and learning with regards to electric vehicles and sharing, as well as their feeling of contributing towards sustainability. The caretakers also participated in surveys and interviews before, during, and after the trials. The combination of individual interviews and group discussions was used as complementing ways to qualitatively capture the caretakers' experiences and learning throughout their respective test periods.

4.3 Co-creation approach

The LEVpool approach was building knowledge and learning about a sustainability innovation through co-creating. The process was rather integrated between developers and users throughout development and usage stage since most activities were interdependent. This co-creation approach was characterized by activities such as *iterating, learning, facilitating, and reflecting* simultaneously. The activities in LEVpool emerged iteratively between the innovating actors and the users connected through learning loops. Throughout the development and usage phase, there were two iterative learning loops. In these iterative learning loops, the developers gained insights for the innovation performance and made improvements, which came from users' input. Similarly, the users gained insights about its applicability in their daily life. Being a rather radical and new concept for mobility, engaging the user at the early development phase was in a way a 'preparation' stage before adoption from the user's perspective. The knowledge transfers between users and the actors and vice versa were greatly facilitated through the use of workshops integrated by the research group, allowing mutual learning processes to occur. In the first learning loop, the actors worked together to *understand and define* the scope of issues concerning private mobility and as well *create and design* possible alternatives that would solve those issues. The user knowledge from the field pre-studies was brought into these actions. In the second learning loop, the most critical, the actors were organized to design the solution and begin *testing and exploring* with the users to gather knowledge from trials in real environments and co-create with the users. All the initial trial data gathered both from workshops with the users, interviews, and quantitative data from logbooks, were analysed and communicated by the research group to the actors. From this first learning loop, the actors made new decisions on how to proceed with the innovation development, made iterations to the design and saw the need for more communication activities on the sites. Users were constantly involving and bringing critical knowledge for each of the actors through the workshops, and by their usage, they co-created the system.

5 DISCUSSION

From the results, we draw three major insights that allow us to answer the research question posed in this paper. One is the way the actors have been combined in terms of their diverse backgrounds, resources and competences for the development of innovation. The second is the way the development and usage took place simultaneously in the innovation process. And third, the way users both affected the activities of other actors and the development process, and learned themselves while extending their new experiences to their networks, as a way to spread the innovation.

5.1 Combining competencies

The diversity of actors in the LEVpool project allowed for a steering that was critical for the innovation process as diverse resources were required to put together the product-service system. Since the solution was a system of product and service requiring changes in travel behaviour dependant on the users, more competences than the actors could provide individually were required. All the actors had an interest in one way or the other in the innovation at stake, e.g. the two employers wanting mobility alternatives for their employees; the service provider wanting to explore shared use of light electric vehicles; the vehicle provider wanting to understand more about the spread of light electric vehicles; and, the non-profit organisation aiming at spreading knowledge about new mobility solutions. All these actors were interested in bringing forward sustainability. The engagement of the actors contributed in different ways to bring the elements of the PSS together and achieve an initial user segment to try it and contribute further to the understanding of the innovation. The research group, besides conducting the research, facilitated the co-creation of the innovation by bringing in and out the learning between users and the rest of actors. SNM literature highlights that individual actors within niche-regime levels cannot bring about changes on their own because of the stabilized set of systems and rules, where their 'options for agency' are limited often in terms of competences and capabilities and others (Geels, 2011). However, when these are brought together, they can increase agency. In the case of LEVpool, the actors together managed to develop and implement the innovation, and even instantiate as Geels (2011) asserts, usage of the system that extended further to indirectly influencing the travel practices of users. This may be considered as an effort to destabilize existing regimes within the mobility sector, since all the actors one way or another represent the levels and layers of the broader societal groups (Geels and Schot, 2008). In this part, two critical activities emerge as supporting mechanism for sustainable innovation: *Matching*

the interdependencies through combining competences and resources between diverse actors; Facilitating to steer the group of actors into actions.

5.2 Simultaneous development and usage

Reaching actual usage by real users at early stage was as important as developing the solution. Trying the system can here be considered a critical activity since the functionality and applicability of the solution was unknown and particularly its everyday logistics were hard to predict. The vehicle, as well as the shared usage, and the 'caretaker' aspect, were all very new to the market. The users' usage was considered critical from the early phase and they co-created by experiencing the new system, and participating with their insights about the system. The users also learned themselves by trying a new alternative, different from their owned fossil fuel car and reportedly showed that they tried to disseminate the word about the solution and its contribution to sustainable development. This indicates that engaging the user at early stage and establishing usage is a critical activity since understanding about its applicability before finalizing the innovation was even more important than making the technology fully functional. SNM postulates that competing initially is difficult for sustainability driven products or services due to dominant designs, therefore experimenting in real contexts has been suggested (Raven and Bosch, 2010). As well, the lack of defined markets emphasizes the need for engagement to understand patterns of demand and user segments (Schot and Geels, 2008; Geels, 2002). LEVpool, however, extended even further since trying it also allowed the users to learn and take action toward shifting their travel practices – a desired change for sustainability. It is interesting to note that the users not only tried it themselves but also disseminated the concept within their networks. Thus, two activities can be considered crucial: *Engaging users at early stages of innovation before fully developing the innovation to define markets better and to understand applicability early; Trying in order to steer change within users through offering them an opportunity to change behaviour.*

5.3 Co-creating change

Iterations as an activity of engagement for co-creation were critical and learning loops allowed for a more simultaneous engagement of all the actors. Iterations and learning loops were core for co-creation to occur as this empowered the actors at all stages. As well, co-creation from development to usage made the innovation process more integrated and allowed for possible actions to take place to push the innovation forward since a holistic understanding of the requirements is provided. This way, not only are uncertainties reduced, but also a more applicable solution is adapted to the users' everyday context. Further, through co-creation, a broader value can be created because not only do providers build extensive knowledge of the users and their environments, but it also transcends new knowledge and learning to the users about innovations. This has both a societal impact in terms of utilizing resources more effectively e.g. sharing solutions, as well as reduced environmental impact e.g. efficient light-weight electric vehicles instead of fossil fuel cars that both take space and affect the emissions considerably. In this way, a broader range of actors feels inclusive in the efforts towards more sustainable development for which change is needed at all levels to reach the goals as SNM argues (Schot and Geels, 2008; Smith and Raven, 2012; Rene, Schot and Hoogma, 1998; Hekkert and Negro, 2007; Geels, 2011). Hence, critical activities for supporting both development and diffusion and that may contribute to gaining momentum for sustainability promising innovation as argued in SNM are: *Co-creating through a multitude of actors simultaneously with the development and usage, where mutual learning is mediated; Steering and facilitating to enable co-creation.*

6 CONCLUSION

In this paper, we addressed changes toward sustainability as an interdependent process interacting in symbiosis with organizations (public and private), innovation (technology, products, and services), and society (individuals and communities) as a 'win-win-win' strategy. Strategic niche management literature has investigated the internal processes that occur between niche-regime levels to bring innovations forward and influence transitions. However, SNM has been less clear in addressing concretely the processes and activities that lead to a more integrated simultaneous innovation process, thus, contributing to successful introduction and usage of sustainably sound products and services. This paper explored this dimension by asking what activities occur and which ones are critical between various actors for the development and usage of sustainability innovation? Based on the results and

discussion, six activities can act as critical supporting mechanisms: *matching the interdependencies through combining competences and resources between diverse actors; facilitating to steer the group of actors into actions; engaging users at early stages of innovation before fully developing the innovation to define markets better and to understand applicability early; trying in order to steer change within users through offering them an opportunity; co-creating through a multitude of actors simultaneously with the development and usage, where mutual learning is mediated; steering and facilitating to enable co-creation*. Co-creation, thus, can be considered a core process for sustainability innovation that needs to be driven by the combination of diverse actors and users from early stages of development until usage and through iterations, learning loops, facilitations, and reflections. It enables a broader value-creation among the actors in which activities are not linear and individual, but rather iterative and mutual. From a sustainability perspective, this way of integrating the innovation process may be a mechanism for destabilizing the incumbent regime or the socio-technical lock-ins that SNM postulates (Geels, 2011). This opens new areas for discussion in SNM when considering the lock-ins of the systems for instance. Perhaps one reason for the lock-ins is the missing supporting mechanisms that steer change towards sustainability. Goals are there, but individually it is difficult to reach them. Thus, co-creation may open new endeavours that both contribute to development and usage of sustainability innovation, as well as enable change to occur in and between layers. Indeed, a limitation in this paper is that the empirical context is narrow only to one case, therefore, further research is needed to address these in other contexts and cases so as to make scientific inferences of this occurring phenomena.

REFERENCES

- Blok, V. et al. (2015), From best practices to bridges for a more sustainable future: advances and challenges in the transition to global sustainable production and consumption. *Journal of Cleaner Production*, 108, pp.19–30. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.119>
- Creswell, J. W. (2003), Chapter Once, “A framework for design”, *Research design Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*, pp.3-26.
- Dhaka, S. (2015), Co-Creation: Literature Review and Research Issues. *International Journal of Research – Granthaalayah*, Vol. 3, No. 2, 20-37.
- Gales, L. and Mansour-Cole, D. (1995), User involvement in innovation projects: Toward an information processing model. *Journal of Engineering and Technology Management*, 12(1-2), pp.77–109. Available at: [http://dx.doi.org/10.1016/0923-4748\(95\)00005-7](http://dx.doi.org/10.1016/0923-4748(95)00005-7)
- Geels, F.W. (2002), Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), pp.1257–1274. Available at: [http://dx.doi.org/10.1016/s0048-7333\(02\)00062-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. (2005), Technological Transitions and System Innovations. Available at: <http://dx.doi.org/10.4337/9781845424596>
- Geels, F.W. (2011), The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), pp.24–40. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>
- Hekkert, M.P. et al. (2007), Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), pp.413–432. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Jackson (2005), *Motivating Sustainable Consumption: a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change*, Sustainable Development Research Network, Surrey. Accessed online at www.sustainablelifestyles.ac.uk/sites/default/files/motivating_sc_final.pdf
- Johan Schot and Frank W. Geels (2008), Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20:5, 537-554. <http://dx.doi.org/10.1080/09537320802292651>
- Kemp, R., Schot, J. and Hoogma, R. (1998), Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), pp.175–198. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/09537329808524310>
- Kemp, R., Truffer, B. and Harms, S. (2000), Strategic Niche Management for Sustainable Mobility. *ZEW Economic Studies*, pp.167–187. Available at: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-57669-0_11
- Lettl, C. (2007), User involvement competence for radical innovation. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24(1-2), pp.53–75. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jengtecman.2007.01.004>
- Levinthal, D.A. (1998), The Slow Pace of Rapid Technological Change: Gradualism and Punctuation in Technological Change. *Industrial and Corporate Change*, 7(2), pp.217–247. Available at: <http://dx.doi.org/10.1093/icc/7.2.217>

- Nelson, R.R., Winter, S.G. (1982), An Evolutionary Theory of Economic Change. Bellknap Press, Cambridge, MA.
- Nevens, F. et al. (2013), Urban Transition Labs: co-creating transformative action for sustainable cities. *Journal of Cleaner Production*, 50, pp.111–122. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.001>
- Prahhalad, C.K. and Ramaswamy, V. (2004), Co-creating unique value with customers. *Strategy & Leadership*, 32(3), pp.4–9. Available at: <http://dx.doi.org/10.1108/10878570410699249>
- Raven, R., Bosch, S.V. den and Weterings, R. (2010), Transitions and strategic niche management: towards a competence kit for practitioners. *International Journal of Technology Management*, 51(1), p.57. Available at: <http://dx.doi.org/10.1504/ijtm.2010.033128>
- Rip, A. and Kemp, R. (1998), ‘Technological change’, in Rayner, S. and Malone, E.L. (Eds.): *Human Choice and Climate Change*, Batelle Press, Columbus, Vol. 2, pp.327–399.
- Rip, A. (1995), Introduction of new technology: making use of recent insights from sociology and economics of technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 7(4), pp.417–432. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/09537329508524223>
- Sanders, E.B.-N. and Stappers, P.J. (2008), Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), pp.5–18. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/15710880701875068>
- Schot, J.W. (1992), ‘The policy relevance of the quasi-evolutionary model: The case of stimulating clean technologies’, Coombs, R., Saviotti, P. and Walsh, V. (Eds.): *Technological Change and Company Strategies: Economic and Sociological Perspectives*, Academic Press, London, pp.185–200.
- Silverman, D. (2011), *Interpreting Qualitative Data*. SAGE Publications Ltd.
- Shove, E. & Walker, G. (2010), Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy*, 39(4), pp.471–476. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.019>
- Smith, A. & Raven, R. (2012), What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy*, 41(6), pp.1025–1036. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.012>
- Sopjani, L., Ritzen, S., and Stier, J. J. (2016), User involvement in disruptive innovation – A case study on users of a light electric vehicle system. *23rd Innovation and Product Development Management Conference*, Glasgow, June 2016, EIASM, ISSN 1998-7374
- Sørensen, F., Mattsson, J. and Sundbo, J. (2010), Experimental methods in innovation research. *Research Policy*, 39(3), pp.313–322. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.006>
- Stevens, C. (2010), Linking sustainable consumption and production: The government role. *Natural Resources Forum*, 34(1), pp.16–23. Available at: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1477-8947.2010.01273.x>
- Strömborg, H. et al. (2016), Trying on change – Trialability as a change moderator for sustainable travel behaviour. *Travel Behaviour and Society*, 4, pp.60–68. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tbs.2016.01.002>
- Oksanen, K., and Hautamäki, A. (2015), Sustainable Innovation: A Competitive Advantage for Innovation Ecosystems. *Technology Innovation Management Review*, 5(10): 24-30.
- Van der Laak, W.W.M., Raven, R.P.J.M. and Verbong, G.P.J. (2007), Strategic niche management for biofuels: Analysing past experiments for developing new biofuel policies. *Energy Policy*, 35(6), pp.3213–3225. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.11.009>
- Vergragt, P., Akenji, L. and Dewick, P. (2014), Sustainable production, consumption, and livelihoods: global and regional research perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 63, pp.1–12. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.028>
- von Hippel, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford and New York, Oxford University Press.

ACKNOWLEDGMENTS

We gratefully acknowledge Swedish Energy Agency, Sweden, for supporting this study.

User involvement in disruptive innovation – A study on users of a light electric vehicle sharing system

Liridona Sopjani, Jenny Janhager Stier, Sofia Ritzén

Department of Machine Design, Royal Institute of Technology KTH, Stockholm,
Sweden

liridona@kth.se

ABSTRACT

This paper investigates the extent to which user involvement in disruptive innovation influences the users in terms of their experiences when exposed to such innovation for a period of time. The study is conducted in an on-going research project undertaken in collaboration with academia and private stakeholders, which is developing and implementing a product-service system for light electric vehicles. This solution is environmentally driven and new in two ways: it integrates a different type of vehicle and introduces a new service concept i.e. the caretaker concept. The users are studied while they interact with the innovation in their own environments, where emphasis has been placed on the experiences of these users when disruptive innovations as such are introduced into their everyday life. Data from the first seven users (caretakers) were collected through a survey and semi-structured interviews over two periods of time, from which early user characteristics are presented and user experiences when deploying disruptive innovations, as well as enablers and barriers for integrating these into daily life. As disruptive innovations tend to redefine or restructure market trajectories to some extent, understanding these user segments and their experienced enablers and barriers may facilitate the creation of better strategies on how to make these innovations more desirable for society at large. Findings suggest that user involvement positively influences users experiences toward adapting to new ideas with regards to mobility.

INTRODUCTION

With the urgency of environmental issues such as CO₂ emissions, there is a growing need to move the innovation trajectory toward sustainability (Hekkert et al., 2007). This trajectory points to not only new technologies but also systems of products and services where more disruptive innovations are to be required, as seen e.g. in transport industries (Pinkse, Bohnsack, & Kolk, 2014). Electric, hybrid, and fuel-cell vehicles are emerging in the market and expected to be mainstream technologies in the near future, however, with a low market share currently. In parallel, service solutions that integrate these vehicles, known as car sharing, become even more interesting from a sustainability perspective (Luè et al., 2012; Shaheen and Cohen, 2007), further increasing the level of disruptiveness of offers to the market with new user behavior requirements. Light electric vehicles (LEVs) and particularly small battery electric vehicles are seen as disruptive innovations in the transportation technology (Lorentz et al., 2015; Hardman, Steinberger-Wilckens & van der Horst, 2013; Rezvani et al., 2015). They are considered as disruptive both in terms of technology and the market. They are technologically different from incumbents (internal combustion engine-ICEs) and require different infrastructure, whereas from a market point of view they pose different behavioral demands on consumers i.e. charging the battery, planning of trips ahead due to limited range, limited size, and other product attributes. In general, electric vehicles currently do not satisfy the requirements of performance on the mainstream gasoline and diesel market, therefore cannot compete in such market (Lorentz et al., 2015). Scholars assert that it is yet unclear as to what market EVs will

be precisely positioned but it is rather certain that the EV market cannot be found in an established automobile market segment (Lorentz et al., 2015). On the other hand, the concept of car sharing may relate to disruption as well from the user point of view in the sense that it proposes a change of a long-lived social norm – car ownership (Sopjani, 2015). Katzev (2003, p. 68) suggests that “car sharing divorces the notion of automobile use from ownership by providing individuals with convenient access to a shared fleet of vehicles, rather than a single privately owned one.” Moving society from ownership, to use or access based consumption is attractive for sustainability, for instance curbing traffic congestion, pollution, and long term economic costs for individuals among others (Firnkorn and Müller, 2011; Huwer, 2004), though, achieving this is rather challenging in the current mindset and consumption practices of society at large. New behaviors and lifestyles are arguably necessary for such ideas to be embodied in society.

Positioning this within the theoretical framework of disruptive innovation (Christensen and Bower, 1996) requires extended understanding of other dimensions beyond developing the technology, oriented toward the demand side. An increased focus on users regarding new systems of products and services may bring us forward into understanding how disruptive innovations that benefit society and environment in terms of products and services can become commercially attractive to large segments of customers at an accelerated pace. While innovation literature has suggested that involving users at different stages of innovation development brings positive outcomes i.e. higher acceptance, improved solutions, and reduced uncertainty (Bano and Zowghi, 2014) for new solutions, it remains less known as to how this involvement may affect users themselves. Therefore, the purpose of this paper is to investigate the extent to which user involvement in innovation affects users and how insights on users’ experiences can contribute to our understanding of making disruptive innovations more desirable for society at large. The study is conducted in an on-going research project undertaken in collaboration with academia and private stakeholders, which is developing and implementing a product-service system for LEVs.

The paper contributes by extending further the knowledge in disruptive innovation beyond the firm dimension while looking into customers and learning about their experiences when exposed to disruptive innovation. Second, it builds further knowledge on the insights that firms need to acquire about users when developing and commercializing disruptive innovations, and how these insights can add valuable input in bringing those technologies closer to the mainstream markets at an accelerated rate. Finally, it provides practical insights into the current debate about collaborative projects with users as key stakeholders through experimenting in real life environments as an approach to both knowledge acquisition for the firms in one side, and user behavior change on the other. Initially, we briefly introduce the context of the research and empirical study, where we describe the research project setup and the disruptive innovation focus in terms of the industry and the type of product and service being investigated. The second section dives into the theoretical construct of disruptive innovation, where we narrow onto the demand and market side of disruptive innovation and relate this theory to the user involvement framework. The third part presents the method used in the study following the results, where we present findings from the research project. Finally, we discuss the main findings and

the implications these findings may entail. In the end, the paper draws conclusions from which further research in the topic may be put forward.

LEV-pool PROJECT

LEV-pool project is a collaborative project between Integrated Transport Research Lab (ITRL), a research center at the Royal Institute of Technology (KTH), and several large and small size firms in a joint effort to design, implement, and test an innovative approach to mobility. The collaborative project is conducting experiments in real-world user contexts, where a product-service system (PSS) is introduced in two large workplaces, as a new mobility alternative for the employees, particularly for short trips in-between offices and commutes to and from work. The project integrates a LEV, a new two passenger battery electric vehicles (Twizy) –developed by carmaker Renault and released first in 2012 in France, and offers these vehicles as a mobility service in the form of carpool. In these experiments, users are studied in their environments such as at workplace and home while being involved in the development of the solution. The research experiments are set out in two different geographical contexts and settings. One of the experiment sites is in a small city in Sweden, where a large workplace is situated with approximately 6000 employees, which basically constitute a large majority of inhabitants in that area. The second site is a suburban region of Stockholm, where the experiment is being conducted in the municipality as the workplace with similar number of employees as the first site.

The LEV-pool system is a car sharing service (Shaheen et al. 2004), but is new in the sense that it integrates a much different type of vehicle (in terms of design, performance, and functionality) with a different service concept i.e. the caretaker concept, which is the focus of this paper. A fleet of seven vehicles is running throughout six departments in one of the workplaces, and a fleet of three vehicles will be running in the second site among three departments. From a user perspective, this is a completely new proposition to how they move because the fleet of vehicles is partly co-owned with the caretakers –users who take care of charging and maintenance based on rental agreements. Here, we can relate the PSS more in terms of its use and business model, where reaching maximum efficiency and effectiveness have been thought as primary objectives with regards to value addition both for the business and the environment as well. This has been done by designing a use model that ensures high occupancy rate of vehicles throughout the whole day while catering to various users and their needs simultaneously as opposed to leaving private cars standing idle throughout the day.

In each of the sites, the experiment has been set out as an alternative solution for the mobility needs of the employees, whereby through registration in the project, employees can become users. Here the project has categorized the system in two sets of users: daytime users and morning/evening weekend users, i.e. the caretakers. The daytime users can be any of the employees from the departments contracted by the project, who can book the service on a short notice or planned travel in advance. Whereas the caretakers have gone through an application process and selected based on certain criteria. This is the set of users where the project has made deliberate ‘intervention’, whereby users have agreed to co-own the vehicles to use privately for their needs after work and during weekends. In return, they are assigned to bring the vehicle to work every morning and take it back after work, charge and maintain cleanliness of the vehicle. In this way, this group of users is pushed to commute to

work with a different means other than the private fossil fuel car that they own. Throughout the study, in one hand, referring to the user involvement methodologies, the users are seen as active co-creators (Svensson, Eriksson, & Ståhlbröst, 2009) being involved in the process contributing with their feedback and input, and on the other hand, they are passive (in Almirall, Lee & Wareham, 2012) because we are studying how this involvement affects their experiences when they are exposed to disruptive changes in their everyday life context. In this paper, we focus our analysis in the testing period at one site and on one of the sets of users, as mentioned before, the caretakers.

The project is taking a user-centered approach (Daae and Boks, 2014) in developing the mobility alternative following an iterative cycle in designing and improving the PSS similar to the newly observed open innovation approaches such as living labs (Almirall, Lee & Wareham, 2012; Bergvall-Kåreborn et al. 2009; European Commission, 2009; Svensson et al., 2009). It is based on three-phases methodology, which began with a pre-study of the context and users' travel behavior and needs to support idea generation, then followed a development phase where the service and the product were emerged into a product-service system design in which each stakeholder from the project brought different expertise and competences. The third phase is following a testing period through which users are exposed to the idea for a longer period, allowing them to interact and get accustomed with the PSS, while being encouraged to reflect throughout the whole study. This third phase can be interpreted as form of a deliberate 'intervention' because a certain groups of individuals are provided with a different means to commute to and from work. Users' feedback from such intervention is then taken into the iterative cycles of PSS development as input for improvement of the offering in a similar study setup conducted by Hesselgren, Hasselqvist, and Eriksson (2015). The experiments are conducted throughout a period of one year in both sites with different set of users in every six months so that a deeper understanding of diverse users is captured.

THEORETICAL EXPOSITION

Our study can be related to disruptive innovation theory and user involvement, which have had a significant influence on research in the fields of user-producer relationships as critical to the success of innovations, and particularly innovations that are disruptive both from a technological standpoint but also from a social point of view.

Disruptive Innovation –The user of disruptive innovations

To maintain competitiveness firms cannot afford only incremental innovation, rather, they need to generate new markets through more disruptive innovations simultaneously (Paap and Katz, 2004). Such innovations shift market structures and require user learning as they often induce significant behavior changes on users too (Urban et al., 1996). However, disruptive innovations are not always the firms' least concern because developing these innovations is a huge challenge. Over time, the basis of competitive advantage changes and considering that technical and market information are both imperative in the innovation process Paap and Katz (2004) mention two implications. They assert that either pioneering companies fail to detect changes in the technologies or the leaders of these firms fail to detect changes in consumer needs and/or market conditions. Technologies, and later referred to innovations, 'which disrupt an established trajectory of performance improvement, or

redefine what performance means, are referred to as disruptive technologies' (Christensen, 1997, 2006; Christensen and Bower 1996; Christensen and Raynor 2003). In line with Abernathy and Clark (1985), Adner (2002), Christensen (1997), Christensen and Bower (1996), Charitou and Markides (2003), Christensen and Raynor (2003), Gilbert (2003), and Govindarajan and Kopalle (2006), these innovations introduce a different set of features and performance attributes relative to the existing products, which are not so attractive to mainstream customers in the beginning. They "initially provide different values from mainstream technologies and are initially inferior to mainstream technologies along the dimension of performance that are most important to mainstream customers" (Adner 2002, p. 668). Here disruption not necessarily refers to the technology per se; rather it describes the effect of these technologies on markets that are based on technology innovation (Paap and Katz, 2004). This market disruption occurs when the new product has displaced the mainstream product in the mainstream market despite its inferior performance on focal attributes, which are valued by the existing customers (Yu and Hang, 2010). Nevertheless, literature notes two preconditions for such market to occur: "overshoot on the focal mainstream attributes of the existing product, and the asymmetric incentives between existing healthy business and potential disruptive business" (Yu and Hang, 2010). The theory further distinguishes between low-end and new-market disruptive innovations (Christensen and Raynor, 2003). While the low-end disruptions are considered those that target the least-profitable and most over-served customers at the end of the original value network, new-market disruptions create a new value network, where it is the non-consumption, not the incumbent, which must be overcome (Christensen and Raynor, 2003). As such, 'addressing these technologies requires changes in strategy in order to attack a very different market' (Christensen and Bower, 1996). Based on the assumptions that such innovations attract fairly different customer segments at the time of their introduction, Govindarajan and Kopalle (2006) saw as relevant to distinguish this different (or niche) segment from the framework of 'early adopter segment' for instance as observed in the diffusion of innovation research. They argue that those finding a disruptive innovation attractive are distinct from the early adopters because among others, they are typically more price sensitive than the rest of the market and are not seen as those that can influence the rest of the mainstream market. Only a number of forward-looking customers will be attracted to them in the entry phase (Christensen and Bower, 1996). Subsequently, implications arise in terms of the dilemmas that disruptive innovations create, of which two are critical. One is the disruptive innovation being ignored due to their lower margin offering and the continuation of incumbents to serve larger and more attractive segments. The other is the difficulty of these innovations to reach mainstream markets because of the different value offered than the mainstream products or services (Govindarajan and Kopalle, 2006). These implications therefore may impede or inhibit firms to pursue such innovations because firms will perceive it too difficult to succeed even when innovations are technologically straightforward (Christensen and Bower, 1997). With regards to sustainability, where more fundamental changes are required both in terms of technology innovation and customer behavior, this can have serious implications. In the case of electric vehicles, for instance, the slow movement into mainstream markets may indicate that carbon emissions reduction may take much longer than aimed. In addition, the smaller the user segment, the lower are the expectations that these technologies may be further improved to penetrate mainstream markets, therefore enhancing the possibility to create a vicious rather than a virtuous cycle of change.

In such considerations, the market side or demand side for disruptive innovation is therefore a crucial factor in the development and acceleration of these types of innovations. Paap and Katz (2004) among others have proposed that firms shall not ignore the customers, both current and potential, even though this perspective was at first neglected in the theoretical assumptions of disruptive innovation. Yu and Hang (2010) in their review of disruptive innovation theory research noted that among the enablers of successful implementation of disruptive innovation, the external perspective i.e. the context and environment and the customer orientation under disruptive change are relevant. Paap and Katz (2004) and Daneels (2004) proposed that focusing on what is happening with the customer and operational needs is key to avoiding negative effects of disruptive technologies. Literature from different research domains has emphasized the role of the demand side in bringing valuable knowledge into innovation. Though, there has been little explicit identification of R&D strategies to the creation of these type of innovations, remaining thus a less explored research arena. Focusing on the market related aspects, a key competence is involving the ‘right’ users at the ‘right’ time in the ‘right form’ where firms shall be able to identify which users may contribute throughout the different phases of the innovation process and how to interact with them (Lettl, 2007). The high market uncertainty of disruptive innovations arguably requires firms to involve users as a crucial source of market related knowledge (Lettl, 2007). And, because disruptive innovations theoretically attract only a margin of customers that are totally different from mainstream markets (Christensen and Brown, 1996; Daneels, 2004, Markides, 2006), it is important to understand the characteristics of these users and their differences from mainstream customers. To make these innovations reach mainstream markets at an accelerated pace, understanding these can be fruitful in terms of making these innovations appealing to a larger user segment and facilitate the adoption process. How users are affected when they are exposed to disruptive ideas that fundamentally require or enact changes in their everyday life is crucial for firms that want to engage in such innovation. User knowledge can be a huge source for both development and diffusion of innovations (Daneels, 2002; Ives and Olson, 1984; Rose, 2001). Users are often attributed a cardinal role in new product and service development and success, and researchers acknowledge the need for new ways of integrating this aspect into the innovation (in Traitler et al., 2011). Driven by the assumption that knowledge about users is beneficial to firm innovation capabilities (Daneels, 2002), there is much research devoted to identifying user needs rather than identifying other underlying dimensions that may serve impetus for disruptive and radical innovation for instance such as how user involvement in the innovation process affects users, subsequently their willingness to adopt or adapt to disruptive ideas.

User Involvement in Innovation

A user “is someone who would be actually using the system and her/his work and environment in some way would be effected by the system” (Bano and Zowghi, 2014, p. 149). In this paper we adopt this conceptual definition of users. ‘Involvement’ has been inconsistently used in literature and stands in between ‘participation’ and ‘engagement’ but which are quite dependent on the techniques and methods used in the process (Bano and Zowghi, 2014). One of the more clear distinctions between user involvement and user participation has been provided by Barki and Hartwick (1989, p.53) defining it as “a subjective psychological state reflecting the importance

and personal relevance of a system to the user'' whereas user participation as “a set of behaviors or activities performed by users in the system development process”. ‘Engagement’ on the other hand has been used synonymously with the above two. In this paper, we are oriented toward the involvement perspective as the interest is to see how an innovation is brought into the users everyday life and how the users embody it in their everyday situations.

The theoretical construct for user involvement has far been based on the assumptions that success of systems is highly dependent on users being involved in the design and throughout implementation in the innovation process (Alam, 2002; Gales and Mansour-Cole, 1995; Kujala, 2003). However, the primary focus of users being involved from an innovation perspective has been to identify sources of innovation where users have been placed a cardinal role as von Hippel’s seminal work has shown (1976, 1977a, 1997b, 1988). The discussions have often concluded purely economic incentives to be large motives for engaging users in the innovation process, although, such interactions have been useful and beneficial in other aspects as well (Gales & Mansour-Cole, 1995, 1995). Involving users in the innovation process may reduce uncertainty by allowing a more accurate picture of user requirements (Ives and Olson, 1984) and result in more successful implementation (*ibid.*). User involvement benefits firms in a way that reduces marketing and R&D, accelerates diffusion by providing an initial user and aids implementation of new technologies (cf. Gales and Mansour-Cole, 1995). Scholars note that inability to consider users’ constraints and requirements in innovation can negatively affect commercialization later (in Gales and Mansour-Cole, 1995). Lettl (2007) found that close interaction of firms with specific users has positive influence in their radical innovation work. On the other hand, scholars have also argued that in the context of development processes, user input may be not as necessary because of the users’ limited ability to bring insights into the process (in Alam, 2002). This can be due to the characteristics of radical or disruptive innovation for instance, which face firms with severe challenges when involving users in the process (Lettl, 2007). Evaluating concepts and prototypes of radical or disruptive innovations when no reference exists can be a difficult task for users; therefore, their input may be limited (*ibid.*).

There is an overarching consensus in research that in depth understanding of user needs and requirements is crucial to maintain competitiveness through new products and services (Alam, 2002; Bano and Zowghi, 2014; in Magnusson, Matthing, & Kristensson, 2003). Nevertheless, in much of literature, user involvement has mainly been focused into the outcomes that it brings centered on the system performance when users interact with it (Bano and Zowghi, 2014). Namely two classes of outcome variables have been the focus: system quality and system acceptance (Blake and Olson, 1984; Baroudi, Olson, & Blake, 1986), which are operationalized in terms of usage, user attitudes, and user information satisfaction (Baroudi, Olson, & Blake, 1986). Within these classes of outcomes, however, two variables may act as Blake and Olson (1984) put ‘intervening mechanisms’: cognitive factors and motivational factors, which could bring fruitful information beyond user input toward improving the system. The cognitive factors include improved understanding of the system, improved assessment of system needs, and improved valuation of system features whereas motivational factors include increasing user perceived ownership of the system, decreasing resistance to change, and increasing commitment to the new system (Blake and Olson, 1984, p. 590). Although these studies have emphasized the

benefit of involving users in the process for the sake of implementing successful innovations, these important underlying cognitive and motivational characteristics of individuals affected by the changes have been neglected (*ibid.*). There are few studies however, that have addressed changes in user behavior or attitudes (see Alter 1978; Edstrom 1977; Franz, 1979; Ives and Olson, 1980; Marsh 1979). These studies have focused primarily on outcome variables such as user information satisfaction, which has been relatively a measure of both system quality and system acceptance (Gales and Mansour-Cole, 1995; Ives and Olson, 1984). A logical conclusion can be made that the focus has been predominantly toward how much users' involvement can bring to the innovation process, but not vice versa.

Research on how user involvement affects users is stretched among different streams of research and there is not much explicit focus in this dimension of user involvement. Among the few articles, one that has addressed this is Rohracher (2003) who studied how a specific category of end users is involved in shaping environmental technologies, how these end users develop practices of using and valuing these technologies and how this socio-technical embedding feeds back into the design of these products. He concluded that the way users appropriate technologies and integrate them into daily practice while making sense of them plays a crucial role in the early phase of diffusion when technologies are still characterized by a degree of malleability. Urban et al. (1996, p.443) postulate "individuals who are active in the system development process are quite likely to develop beliefs that the system is both important and personally relevant, and the feeling that the system is good".

RESEARCH QUESTIONS

As such, user involvement may expand beyond user input as a valuable external source solely into the innovation process (Chesbrough, 2006; von Hippel, 2005) in terms of reducing uncertainty about the technology being developed. Rather, our understanding can be extended toward how involvement can facilitate transition of user practices by learning about these users more in depth. User involvement from the perspective of users and how they are affected by the new technology in their daily life environments may be relevant for the R&D and market related capabilities of firms (Daneels, 2002; Lettl, 2007; Urban et al. 1996). Particularly for some products and services that revolutionize product categories or define new categories, this knowledge is paramount since they shift market structures, represent new technologies, require consumer learning, and induce behavior changes (Urban et al. 1996). As disruptive innovations tend to redefine or restructure market trajectories to some extent, understanding these user segments and their experienced enablers and barriers that may facilitate or inhibit adoption from mainstream users is critical. Why these innovations are appealing to non-mainstream customers in the beginning and how this trajectory changes over time brings into surface the need for looking at the different user segments more in-depth, their characteristics, and lifestyles. Therefore, the following research questions have emerged:

What are the characteristics of the users when deploying a sustainability driven disruptive innovation?

What are the experiences of users when deploying a disruptive innovation?

Which enablers and barriers can be derived from users' experiences?

METHOD

In this paper we investigate how user involvement in innovation projects is affecting users when they are introduced to a disruptive innovation. To answer the research questions, data from the first period of testing the new PSS in the LEV-pool project has been gathered using a mixed-method approach (Creswell, 2003), this in order to gain sufficient user insights both from qualitative and quantitative data. The main focus is on qualitative research methods as the study intends to obtain deeper understanding of experiences in users' everyday life as they interact with the PSS for a period of time, which is complemented by the quantitative data obtained on a daily basis from logbooks inserted in all vehicles, and with surveys regarding background data and knowledge, attitudes and interest in matters of concern to the PSS. For the test phase in the project, users have been recruited to become the so-called "caretakers". These users had to meet certain criteria mainly relating to the practical matters such as being able to charge the vehicle at home, maintain it, and bring it to work and take it back, as well as be able to pay a small monthly fee for co-owning it. The study intentionally did not bring out more criteria in terms of the user characteristics since it was imperative to see which users find the solution appealing first. The first seven users who applied were also selected to become caretakers for the seven respective vehicles. Upon selection, the research team had an introductory meeting describing the whole project to these seven users and signed contracts with them to participate in the project. Then, prior to start, a survey was given for completion to each user ($n=7$). The survey was designed to understand patterns of early users of the system and identify the characteristics of these users. The data was compiled and based on the recurring characteristics found in each user, through which a model of early user profile is generated. This technique is generally adopted in user-centered design studies, where in-depth user profiles are generated from gathering of user insights (Parker and Heapy, 2006; Stickdorn and Schneider, 2010; Teixeira et al., 2013). The semi-structured interviews were conducted in two time periods before the start of the testing (7 interviews) and after one month of testing (7 interviews). The first round of interviews was focused on understanding motivations and expectations about the solution prior to use and the expected challenges and benefits from the system. The second interview was more focused on tangible and intangible factors related to the solution after users were exposed to the PSS for a period of time. The interest was to see both how the solution has worked in practice and how it has affected the users after switching to a different mobility alternative. All of these data were then compiled, coded, and categorized as themes emerged from the data sets (Silverman, 2011). Since the study is not strictly looking at one dimension of user involvement, emerging themes are relevant and may support understanding of previously unexplored variables (Silverman, 2011). From the survey, four categories were used for preliminary data collection, which gave an overview of the early user characteristics. Sequentially, the variables investigated in each category lead to the structuring of the following interview questions allowing for a more in-depth exploration. However, the interviews were semi-structured in order to capture the users' views and thoughts, whereby the data sets revealed new themes and patterns. The intended categories together with the emerging themes helped in constructing the data analysis as suggested by Silverman (2011).

RESULTS

Survey and interviews have been used in a mixed method approach as described above and in the following, results from the different data sources will be presented separately. The survey data will illustrate the users involved and interview analysis will contribute with the users experiences of the PSS in focus.

LEV-pool early user profile

The results from the survey reveal the profile of the 'caretaker' users. Results have been divided into four main categories: demographics, mobility, environmental considerations, and knowledge/attitudes/interest. It is clear that the caretaker users are similar in their profile, see Table 1 where data are reported as is or for some of the factors to a certain extent interpreted.

Table 1: LEV-pool early user characteristics (Survey data)

Demographics	
Gender	3 women, 4 men
Age	1 29-30, 4 30-39, 1 40-49, 1 60-69
Income	2 20-30 000, 2 30-40 000, 2 40-50 000, 1 >50 000 SEK
Family structure	4 in partnership and children at home, 2 in partnership, 1 single
Education level	3 Gymnasium, 3 Graduate, 1 not specified
Mobility	
Car ownership	All own car
Preferred travel mode	5 mixed car or bike as primary choice, 2 primary bike
Frequency of car usage	Various degrees of car usage "from sometime to every time in need of mobility"
Car positive factors	Availability, comfort (2), distance (2), weather, needs, fast (2), easy, shopping,
Car negative factors	Pollution (6), costs (6)
Usage of company car/bike	Rare use of company car or bike, or no use
Mobility needs at work	1 many times a week, 2 sometimes, 4 rarely
Environmental considerations	
Environmental conscious decisions	never, sometimes, regularly (2), often (2)
Environmental investments	energy efficient light bulbs (3), windows (1), insulation (1)
Examples of environmental choices	local products, organic food, waste sorting, led bulbs
Use of eco-products/attitude to more eco-products	7 yes/ 7 positive
Knowledge/awareness/interest	
concerning EV	1 knows a lot , 6 familiar/ knows only little
concerning car pools/sharing	5 unfamiliar with carpools/sharing, 2 used before

concerning cars	Varies from like due to function to highly interested
concerning technology	strong interest (7)

With regards to the environment category presented in Table 1 above, since the PSS in focus is oriented toward environmental benefits in comparison to a private car, it was paramount to investigate users' view in this dimension where more open-ended questions were used in the survey. All the users reflected as environmentally conscious individuals with strong interest in eco-products and investments related to greener products and services. Regarding what kind of decisions, investments, and products or services related to environment the users currently take the results range from a very high commitment toward more sustainable lifestyle to those with lower commitment. Two of the users showed that they do not make environmentally conscious decisions nor have they made any environmentally conscious investments, but they all consume some eco-products and express a desire to use more. These users, although they own a fossil fuel based vehicle, they use it rarely when their mobility needs cannot be met by bike. The users relate their environmental decisions and investments mainly with household consumption such as energy saving solutions at home, new windows and better insulation, sorting waste, water saving taps, and organic food and larger investments are clearly rare or lacking. For factors relating to knowledge, awareness and interest the users seem to have different information about EVs, ranging from those who know a lot about EVs and those who know little about them. On the other hand, a surprising factor due to the project that they are actually involved in, is users' information about car sharing and carpooling service, where they claim to only have heard about it but that they know very little about what it is and how it works. Similar to the knowledge on EVs the interest in cars varies among the users from being highly interested to being interested in cars only due to the function they can provide. In addition, the users seem to be characterized by a high interest on adopting new technologies in their life, which was more detailed described in the survey by stating how they are usually the first in their network to adopt new innovations.

Usage of the PSS

The first interviews were made before the users started the trial period. Some of these users had tried the vehicle once during a test session. The interviews provided insight in the users' motivations to join the research project, the expected challenges and benefits, as well as their expectations in terms of switching behavior from private car use to a shared use system with a totally different vehicle.

Key motivators for joining

Switching to a more environmentally alternatives for their mobility was one of the key motivator for joining the project in parallel with their interest in testing an electric vehicle and this new concept of mobility. The users believe that environmental actions, such as reducing emissions, are urgent and matter for them as well as reducing our dependence on fossil fuel. In addition, an observed pattern is an urge to show others that there are alternatives to 'normal' car life. Above the environmental concerns, one user shows a desired change related to the convenience of having an extra vehicle in the household that does not have same cost as the private car and also being environmentally friendly. For two of the users, there is a genuine interest in cars and motor vehicles, which is their major motivation to join.

Expectations before testing

All the seven users claimed to be curious to try the new vehicle and see how it works in different situations and related the experience as fun, exciting, and interesting. The users showed interest in learning and getting acquainted with the new technology and see if they would possibly buy it in the future. They perceive that there is a lack of knowledge about such new technologies, therefore trying it out for a while may help them to learn and see how it fits into their daily activities as well as spread this knowledge across their colleagues and friends. What was also observed among these users was their positive expectation that the solution should work both for them and their colleagues at work. As one user stated “it should feel like a natural choice for mobility”. Concerning challenges that users foresaw before testing, mainly all of them (6) related these to the practicality of the system and how it would work both with regards to the new vehicle and the booking system. Major factors foreseen as challenging were the range of the vehicle i.e. the number of trips and distance possible without charging, the need to recharge the vehicle throughout the day, and the effects of weather on the vehicle. Concerning benefits, users reported four major benefits that they expected from the new solution. The first is the environmental impact of the vehicle, which they think is a positive benefit for moving around on with small vehicle. The second is the convenience of the vehicle, which they relate to as quick and easy to move around with because of its size. In addition, some of the users (3) see it as a good complement to their first private car or bike, which they think will add value to their household. A third benefit that was highlighted was that the vehicle should be fun to drive. The interviewees expected a feeling of acceleration due to the closeness to ground, and that it should be quiet, “like sailing” as one interviewee put it. Finally, the fourth benefit that users reported was their perception that by having access and moving around with such vehicle, they will be able to show others that this is a practical and useful solution at work and perhaps convince them to try it out. As one of the users put it “...make people see that sustainable solutions are not just science fiction and that they are actually here now”.

Expected changes in everyday life

All the seven users claimed that they expect some changes in their everyday life when applying the new mobility system. The major change that they foresee is their daily commute to work, back and forth, which is obvious because the project requires them to bring the vehicle to work and take it back every day. On the other hand, they also related this change with the replacement of their private car to do their daily activities, such as training, sports, shopping and other short trip errands. For one user, the solution is seen as a simplification of their life particularly when two family members share only one vehicle. For some (4), the solution will make their daily errands much more comfortable because of the size of the vehicle making it easy to move around and park. Nevertheless, all users share two major concerns such as the longer distance trips and large shopping to be an issue for using the Twizy since the range is limited as well as the size not fitting more than two persons or bulky stuff. Five of them also relate this change to their strong desire to replace their fossil fuel car as much as possible with energy efficient and greener vehicles, without having to compromise their daily activities. A user states “...I am already on the hunt for an electric vehicle, Twizy will probably not be my next vehicle, but this is a foretaste of a full electric vehicle.” They all were optimistic in replacing the majority of their trips with Twizy, and expressed a strong willingness to do so in all activities that Twizy could support. For some of the users (3), the newness of the vehicle and being fully electric is

perceived as very exciting for the fact that they can still enjoy driving a ‘fun and interesting’ vehicle without compromising the environment.

Actual change after one month into intervention

The seven users have adapted their practices of how to get to (and from) work and are now using the Twizys for these journeys. Five of them have replaced car usage and two of them have replaced bike use as mean of transport for work. They are satisfied with the solution and feel the new Twizy practice is easy and simple for them. They do not experience that any big sacrifices have been done. They have not adapted so many other practices in their everyday lives since they have used the Twizy to a limited extent for private errands i.e. going shopping, going to the gym or football, and driving kids to school or their other personal activities but experience a good flexibility during weekends and state that they have with this PSS an ability to do things easy and quick. When going shopping with the Twizy, one user points out a problem of not being able to leave things in the vehicle and another user experience a tension in not being able to bring both his children at the same time.

Experiences after one month of use

Users expressed that it has been a good experience so far. They still think that it is fun to drive the Twizy and they still got attention from people in the surrounding, when they drive around in the neighborhood. Some minor technical issues were faced by each of them in the beginning but overall, they think it is going well and they feel satisfied. The vehicle restrict one user to certain roads where speed limit is lower and suits this vehicle better and another user use his conventional vehicle for the same reason. Apparently, the size restricts them, however, this is also positive when parking and driving. The users have overcome some technical issues themselves and then if it did not work, they turned to service support. In summary, the users experienced the following practical issues with the vehicles:

- limited size (sometimes there is a need for fitting more people and things),
- handbrake (other users pulling too much),
- condensation inside,
- cleanliness (from streets),
- steering wheel (too hard),
- comfort (for longer trips),
- fit (tall persons),
- inability to lock vehicle;

and with the service:

- requirements to bring the vehicle to/from work sometimes feels controlling and restricting,
- difficulties in booking in the beginning (how, receiving too many sms-s, which car it was whose, cancel booking/change booking instantly through the phone),
- card reader (not recognizing the card),
- when finishing early at work, or travelling away for a couple of days, users felt limited and a bit constrained by the system.

Fit to daily activities

The users think that they make some compromises depending on what activity they are doing. For example, due to the size of the vehicle and that it is not lockable, they decide on small or large shopping, when going shopping. Doing things around with more than one children or the whole family is another issue for the three users who have two small children. Despite this, the users point out that they mainly choose the Twizy for daily errands; if it does not require more passengers or transport of bulky luggage. Still, they recognize that they are using Twizy slightly more than their car and that sometimes they substitute their bikes with Twizy. The vehicle for them is a good addition/supplement to their life and its perceived newness makes them want to try it more in different situations.

DISCUSSION

The results presented reveal new information about the characteristics of early users of this particular disruptive innovation: the LEV with a service function of carpooling. They also illustrate how the deployment of a disruptive innovation is experienced which is in particular interesting in order to understand how such innovations can be deployed at a faster pace. Analyzing the illustration that the results are providing can contribute with identifying barriers and enablers for disruptive innovations and this particular set up can be evaluated in terms of its contribution to deploying disruptive innovations.

Early users characteristics

The findings from this study reveal some of the characteristics of the ‘niche’ market segment, which scholars of this research domain have identified theoretically (Adner, 2002; Govindarajan and Kopalle, 2006). Although the demographic data points toward the direction of Rogers (1995) model of early adopter, other relevant factors shown in these findings describe a rather different user profile which not necessarily correlates with identified attributes of the model. However, neither does this user profile fit into the disruptive innovation’s forward looking customers, although the studied users were the first ones to be most attracted by the offering. If we look into product attributes as a comparative point for each user segment (mainstream and niche), the users of LEV-pool are somewhat in between the two segments. They are all highly interested in new technologies but at the same time are as price sensitive as the rest of the market, which is the case for the disruptive innovation forward looking customers. In addition, if theoretically such innovation performs poorly on the attributes mainstream customers value (Govindarajan and Kopalle, 2006), the results may then indicate that the LEV-pool early user is coming from the mainstream market, since the studied users do not yet value other attributes of the PSS different from their private car for instance. The findings somewhat suggest a combination of these two models, in which the early user is seen as one that is highly interested in new technologies but is also reluctant to see value in the disruptive innovation different from the mainstream customer. In addition, the LEV-pool user despite being highly interested in new technologies has limited awareness and knowledge about the new technology for instance. In this construct, Rogers (1995) model does not fit to this early user profile because often the early adopters are well informed about the new technology prior to decision making to adopt the new technology. Although all the users are environmentally concerned and motivated to make more sustainable choices in their everyday life, when it comes to mobility, they still relate the product with its performance as a mobility tool and not with its environmental impact although it is a highly appreciated attribute. A study by Lane and Potter (2007)

implied that environmental impact of EVs is among the least attributes for some consumers. This may raise an important implication for the innovating firms, which have specifically integrated the environmental aspects into their market strategies for gaining new customers. Nevertheless, in our analysis of users, we must be clear that LEV-pool is offered in a specific project that is run in a specific context and where the employer of the users as well as the other partners in the project are playing important roles for easing the deployment of the PSS.

Deployment of a disruptive innovation – user experiences

In this initial phase of testing we can observe that the ‘disruptiveness’ of the system seems to be changing as users move from having expectations about the innovation, knowing about it, testing it on a daily basis, and rethinking their expectations based on the experiences of the trial. The findings show some extent of ‘adaptability’ where the solution is slowly being integrated as part of the users’ everyday life despite the occurring challenges that these users experienced throughout the first month of testing. At first, the studied users perceived the product-service system as something new and different, which made them curious to try and test. They were all environmentally motivated to apply for becoming a user, though, the rather ‘different-looking’ vehicle and the ‘shared-use’ idea were of much higher value to make them try the solution as seen in their expectations about the solution. Here we can observe what Vandecasteele and Geueens (2010) name as instrumental, hedonic, and symbolic motives of the early consumers of EVs for instance. These motives relate to the consumer focus on the functionality of the vehicle (instrumental); the significance of anticipated emotions i.e. pleasure of driving experience (hedonic); and, the importance of symbolic attributes of a vehicle for the consumers (symbolic) (in Rezvani et al. 2015). The early users of LEV-pool seem to be strongly oriented toward the three motives: environmental impact of the solution, convenience of the vehicle to move around, good complementary to their first car, and fun to drive. The affective or hedonic attributes have been highlighted by other studies on EVs as well, such as the pleasure and joy are seen as important factors in influencing EV purchase intentions for instance (Schuitema et al, 2013). In this particular study, the timing when these motives were more expressive is rather interesting since we can observe the hedonic and symbolic motives to be more prevalent before the users began trying the solution. Whereas the instrumental motives were more shown as the users began using the solution on a daily basis, which we discuss further below.

After starting trial period, users became more interested in the practicality of the solution in their daily life and related their experiences in terms of the vehicle’s performance and the ‘caretaker’ concept in meeting their needs and supporting their daily activities. Much of their experience is related to cases when the vehicle worked well when doing an activity and when it did not fit, although the perceived newness of the vehicle and users’ environmental motivation prevailed in their choice of mobility i.e. small electric vehicle over their private car. Based on the results, these users are making attempts to prioritize the solution over their private car, however, this decision depends on their personal activities that these users perform on a daily basis. Shuitema et al. (2013) have shown a similar observation where they indicate that the perceptions of instrumental attributes influence the perceptions of symbolic and hedonic attributes. In such regard, despite the users being enthusiastic about the innovation, as they try it, the product functionality or performance may become more relevant than the first. An implication of this may be that user involvement may

actually allow a higher degree of affecting the perceptions about the innovation since the users have not yet adopted the innovation but are rather trying it. Consumers' attitudes towards EVs' technical features and perceptions of utility of EVs are a group of factors that has been shown to both drive the rate of intention and/or adoption (Rezvani et al., 2015). Among the technical attributes, the limited range of battery electric vehicles for example is a well-known adoption barrier (Skippon and Garwood, 2011). Skippon and Garwood (2011) studied 56 UK households, which were given the opportunity to try such vehicles for a week and their findings suggest that the limited range for instance was more of a created perception than the users actually experienced. This is argued to be more of a perceived barrier than an actual one (Rezvani et al., 2015). Range limitation and charging behavior however, can be considered as the adaptation demand or the needed change in behavior relative to conventional ICE cars, argue Rezvani et al. (2015). These posed requirements on consumers make them more resistant to accept battery electric vehicles (Caperello and Kurani, 2011; Lane and Potter, 2007).

From our results, it can be noted that the users had these perceptions before the testing period as major concerns; however, the users are slowly overcoming these challenges as they get acquainted with the vehicle, where they already show positive experiences in terms of use of the vehicle. The users have become accustomed to the 'limitations' of the vehicle and do not feel they are experiencing big compromises due to the product performance. They experience barriers on a daily basis, but also try to overcome them by slowly adapting their practices within the 'limitations' of the vehicle i.e. doing smaller shopping or taking kids with them in turns. Users do relate this with the limited flexibility offered to them, but they also acknowledge the other benefits that the solution has offered them i.e. quick and easy daily errands.

This may indicate that exposing users to the solution for a longer period of time, may actually allow enough time for these users to adapt and pass the needed time for new behaviors to take place. Franke et al. (2011) point at interventions such as interface design and driver training could potentially overcome the psychological barriers in adapting to limited range and other perceived or experienced barriers for instance. Jensen et al. (2013) showed that hands-on experience with battery electric vehicles affected positively consumer's preferences and attitudes. Rezvani et al. (2015) suggest that the provision of opportunities for trial and hands-on experiences with EVs may affect consumers' adaptation. In this experiment overall it seems like the caretaker users are reporting positive experiences and are gradually getting into using the PSS in way that suits them. The PSS is reaching a level of actual deployment and is not only perceived as a trial period since the users will be using the solution for a period of six months. The users show a high interest to contribute to this change by attempting to adapt to the new solution to the extent it does not compromise their activities. This particular set up of user involvement may potentially be a way for disruptive innovations to reach the more suitable markets and perhaps even penetrate mainstream markets quickly, however, further user analysis in the remaining part of the experimenting period is needed to make any inference.

Enablers and barriers

A deeper analysis of enablers and barriers when experiencing disruptive innovation may bring to surface further understanding of when user involvement becomes an effective mechanism to deploy environmentally driven disruptive innovations. From these results, we identify a few of these. The users expected that the solution would

bring some changes to their everyday life in terms of their mobility. They felt committed to replace their private car with the new solution and were positive to adopt the new behavior. For them the solution was easy and simple, therefore, seen as practical and beneficial. By being introduced with the idea, although requiring them to change the way they traveled to and from work, users had still the freedom to ‘drive’ and do so without compromising the environment. Being both technologically and environmentally interested, the solution despite new was not seen as so disruptive from the users’ point of view. However, after one month of trying it out, the innovations’ performance in terms of the product and the service affected the users in the sense that they were not able to perform some of their activities using the solution. In terms of the product, some of the limitations posed affected their switching behavior back to their private car i.e. limited size of the vehicle when shopping, doing sports, or carrying other passengers. In terms of the service, they began to feel a bit restricted and controlled i.e. the requirement of bringing the vehicle to and from work everyday at an agreed time. This may indicate that the perceived ‘newness’ or ‘difference’ of disruptive innovations as such is more important when these innovations are introduced into consumers’ life, but that their performance attributes become more relevant as the users try them, subsequently their ‘disruptiveness’ scale from a market perspective starts to increase. From users experiences, we summarize these enablers and barriers as follows:

Experienced enablers

- incentives for use may attract users
- information and awareness on the innovation
- perceived newness and difference of the product
- environmental attributes combined with economic incentives

Experienced barriers

- the practicality of the solution for the user
- users’ particular lifestyles and daily activities in relation to the PSS
- the general construct of everyday life not supporting disruptive innovations as such, thus, requiring behavior changes not only on one aspect i.e. shopping malls stimulating larger shopping
- the fit of the solution to certain user segment only

CONCLUSION

Analysis reveals that users are to some extent typical early adopters and in some aspects typical mainstream users. A cautious conclusion is that the project has attracted not typical disruptive innovations users, which is interesting when targeting the users of these innovations. Users are affected by their own usage and continuously accept the disruptive innovation in the form of ‘adaptation’ to some extent. In relation to before being introduced and after experiencing the PSS for a period of time, we can observe that users are gradually integrating the new solution into their everyday life despite some challenges that arose on a daily basis, which in some cases are also overcome by the benefits experienced from the solution. In such regard, a conclusion can be made that user involvement does positively affect the users’ in the sense that these users are able to see that with time, the perceived functional barriers on light (battery) electric vehicles may be overcome and that they can slowly begin to adapt to the new idea of how they commute to and from work, as well as in performing their

private daily activities. The involvement of these users in the research project facilitates their experiences and motivations for change, however, we believe that this is partly due to the environmental concern driving both the project and the users as well. We also believe that such experimental setup may ease the deployment of disruptive innovations of this kind into larger segments of users, which may begin with a smaller group of users in a certain context and gradually expand. Nevertheless, it is important to acknowledge the fact that these users are aware such innovation is under development, which may also imply their willingness to collaborate and feel that such solution may work for them in the long run.

Finally we can conclude that such approach may be important for the battery electric vehicle and car sharing development process in order to understand to what kind of markets disruptive innovations would most likely serve and be adopted at higher pace. Such knowledge may serve critical input for the automotive firms in changing their strategy toward the ‘right’ user segments when it comes to environmentally driven disruptive innovations. However, further understanding into the non-user segments may be the next step for researchers and practitioners involved in this matter.

REFERENCES

- Adner, R., (2002) 'When are technologies disruptive? A demand-based view of the emergence of competition', *Strategic Management Journal*, 23(8): 667–688
- Abernathy, W. J., Clark K. B., (1985) 'Mapping the winds of creative destruction', *Research Policy*, 14: 3–22.
- Alam, I., (2002) 'An Exploratory Investigation of User Involvement in New Service Development', *Journal of the Academy of Marketing Science*, 30(3), pp.250–261.
- Almirall, E., Lee, M. & Wareham, J. (2012) 'Mapping living labs in the landscape of innovation methodologies', *Technology Innovation Management Review*, September, pp.12–18.
- Alter, S., (1978) 'Development Patterns for Decision Support Systems', *MIS Quart.*, 2,3
- Bano, M. & Zowghi, D., (2014) 'A systematic review on the relationship between user involvement and system success', *Information and Software Technology*, 58, pp.148–169. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2014.06.011>
- Barki, H., Hartwick, J. (1989) 'Rethinking the concept of user involvement', *MIS Quart.*, pp. 53–63.
- Baroudi, J., Olson, M. & Ives, B., (1986) 'An empirical study of the impact of user involvement on system usage and information satisfaction', *Communications of the ACM*, 29(3), pp.232–238. Available at:<http://dx.doi.org/10.1145/5666.5669>.
- Bergvall-Kåreborn, B. & Eriksson, C.I., (2009) 'A milieu for innovation - defining living labs', *2nd ISPIM Innovation {...}*, September 2015.
- Berghman, L. et al., (2013) 'Deliberate Learning Mechanisms for Stimulating Strategic Innovation Capacity', *Long Range Planning*, 46(1-2), pp.39–71. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002463011200074X>.
- Caperello, N.D., Kurani, K.S., (2011) 'Households' stories of their encounters with a plug-in hybrid electric vehicle', *Environmental Behavior* 1–16. <http://dx.doi.org/10.1177/0013916511402057>
- Charitou, C. D., Markides, C. C., (2003) 'Responses to disruptive strategic innovation'. *Sloan Management Review* 44(2): 55–63.

- Chesbrough, H. (2006) 'Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation', In Open Innovation: Researching a New Paradigm, eds. H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke and J. West. Oxford: Oxford University Press, pp. 1-12.
- Christensen, C.M. (2006) 'The ongoing process of building a theory of disruption', *Journal of Product Innovation Management*, 23, pp. 39–55.
- Christensen, C. M. (1997) 'The Innovator's Dilemma', *Harvard Business School Press: Boston*, MA.
- Christensen, C.M., Bower, J. L., (1996) 'Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms', *Strategic Management Journal* 17(3): 197–218.
- Christensen C. M., Raynor, M. E., (2003) 'Innovator's Solution', *Harvard Business School Press*, Boston, MA.
- Creswell, J.W., (2003) Chapter One, 'A Framework for Design', *Research design Qualitative quantitative and mixed methods approaches*, pp.3–26.
- Daae, J. & Boks, C., (2014) 'A classification of user research methods for design for sustainable behaviour', *Journal of Cleaner Production*, 106, pp.680–689.
Available at:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614004120>.
- Danneels, E., (2004) 'Disruptive technology reconsidered: a critique and research agenda', *Journal of Product Innovation Management*, 21(4), pp. 246–258.
- Danneels, E., (2002) 'The dynamics of product innovation and firm competences', *Strategic Management Journal*, 23(12), pp.1095–1121. Available at:
<http://doi.wiley.com/10.1002/smj.275>.
- European Commission, (2012) 'Transport. Clean Transport'. Retrieved March 2016 from: http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/vehicles/road/electric_en.htm.
- Edstrom, A., (1977) 'User Influence and the Success of MIS Projects', *Human Relations*, 30, pp. 589-606.
- Franke, T., Neumann, I., Bühler, F., Cocron, P., Krems, J.F., (2011) 'Experiencing range in an electric vehicle: understanding psychological barriers' *Appl. Psychol.* <http://dx.doi.org/10.1111/j.1464-0597.2011.00474.x>. Frijda,
- Franz, C. R., (1979). Contingency Factors Affecting the User Involvement Role in the Design of Successful Information Systems. Ph.D. dissertation, University of Nebraska.
- Firnkorn, J. & Müller, M., (2011) 'What will be the environmental effects of new free- floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm', *Ecological Economics*, 70(8), pp.1519–1528. Available at:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.014>.
- Gales, L., Mansour-Cole, D., (1995) 'User involvement in innovation projects: Toward an information processing model', *Journal of Engineering and Technology Management*, 12(1-2), pp.77–109.
- Gilbert, C., (2003) 'The disruption opportunity' *Sloan Management Review*, 44(4): 27–32.
- Govindarajan, V., Kopalle, P.K., (2006) 'Disruptiveness of innovations: measurement and an assessment of reliability and validity', *Strategic Management Journal*, 27 (2): 189-199.
- Jensen, A.F., Cherchi, E., Mabit, S.L., (2013) 'On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle' *Transp. Res. D Transp. Environ.*, 25, pp. 24–32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.006>.
- Ives, N., Olson, M. H., (1980) 'Measuring User Involvement in Information Systems Development', *Proceedings of International Conference on Information Systems*,

- Philadelphia*, pp. 130-143
- Ives, B., Olson, M. H., (1984) 'User Involvement and MIS Success: A Review of Research', *Management Science* 30(5): 586-603.
<http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.5.586>
- Hardman, S., Steinberger-Wilckens, R. & Van Der Horst, D., (2013) 'Disruptive innovations: The case for hydrogen fuel cells and battery electric vehicles', *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(35), pp.15438–15451. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.09.088>.
- Hekkert, M.P., Suurs R.A.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S., Smits, R.E.H.M., (2007) 'Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change', *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), pp.413–432. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0040162506000564>.
- Hesselgren, M., Hasselqvist, H. & Eriksson, E. (2015) 'A Car-free Year: Providing vehicles for change', In: Design Ecologies: Challenging anthropocentrism in the design of sustainable futures. Paper presented at Nordes 2015, Konstfack – University College of Arts, Crafts and Design. Stockholm, Sweden Sunday 7 – Wednesday 10 June 2015. Nordes.
- Huwer, U., (2004) 'Public transport and car-sharing - benefits and effects of combined services', *Transport Policy*, 11(1), pp.77–87. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2003.08.002>.
- Kujala, S. (2003) 'User involvement: A review of the benefits and challenges' *Behaviour & Information Technology*, 22:1, 1-16, DOI: 10.1080/01449290301782. Available at <http://dx.doi.org/10.1080/01449290301782>
- Lane, B., Potter, S., (2007) 'The adoption of cleaner vehicles in the UK: exploring the consumer attitude-action gap', *Journal of Cleaner Production*, 15 (11–12), pp. 1085–1092. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.05.026>.
- Lettl, C., (2007) 'User involvement competence for radical innovation', *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 24(1-2), pp.53–75.
- Lorentz, V.R.H., Wenger, M. M., John, R. and März,M. (2015) 'Electrification of the Powertrain in Automotive Applications: "Technology Push" or "Market Pull"?' In Springer International Publishing, pp. 169–178.
- Luè, A. ,Colorni, A., Nocerino, R., Paruscio, V., (2012) 'Green Move: An Innovative Electric Vehicle-Sharing System' *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, pp. 2978–2987.
- Katzev, R., (2003) 'Car Sharing: A New Approach to Urban Transportation Problems', *Analyses of Social Issues and Public Policy*, 3(1), pp.65–86.
- Markides, C., (2006) 'Disruptive innovation: In need of better theory' *Journal of Product Innovation Management*, 23(1), pp.19–25.
- Magnusson, P.R., Matthing, J. & Kristensson, P., 2003. Managing User Involvement in Service Innovation: Experiments with Innovating End Users. *Journal of Service Research*, 6(2), pp.111–124.
- Marsh, A. M., (1979) 'A User's Behavior Toward His MIS', *MIS Quart*, 3, 39-52
- Paap, J. & Katz, R., (2004) 'Anticipating Disruptive Innovation', *Research Technology Management*, pp.13–22.
- Parker, S. & Heapy, J. (2006). The Journey to the Interface: How Public Service Design Can Connect Users to Reform. *Demos*, pp. 1-62.
- Pinkse, J., Bohnsack, R. & Kolk, A., (2014) 'The Role of Public and Private Protection in Disruptive Innovation: The Automotive Industry and the Emergence of Low-Emission Vehicles', *Journal of Product Innovation*

- Management*, 31(1), pp.43–60. Available at:
<http://doi.wiley.com/10.1111/jpim.12079>.
- Rezvani, Z., Jansson, J. & Bodin, J. (2015) 'Advances in consumer electric vehicle adoption research: A review and research agenda', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34, pp.122–136.
- Rogers, E.M., 1995. *Diffusion of innovations*, Available at:
<http://hollis.harvard.edu/?itemid=|library/m/aleph|006256656>.
- Rohracher, H., (2003) 'The Role of Users in the Social Shaping of Environmental Technologies', *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 16, pp.177–192.
- Rose, D. A., (2001) 'Reconceptualizing the user(s) of—and in—technological innovation: the case of vaccines in the United States', in Coombs, R. et al. (eds), *Technology and the Market. Demand, Users and Innovation*, Cheltenham and Northampton, Edward Elgar, pp. 68–88.
- Schuitema, G., Anable, J., Skippon, S., Kinnear, N., (2013) 'The role of instrumental, hedonic and symbolic attributes in the intention to adopt electric vehicles', *Transp. Res. A Policy Pract*, 48, pp. 39-49.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2012.10.004>.
- Shaheen, S. & Cohen, A., (2007) 'Growth in Worldwide Carsharing: An International Comparison' *Transportation Research Record*, 1992, pp.81–89.
- Shaheen, S., Wipyewski, K., Rodier, C., Novick, L. (2004) 'Carlink II: a commuter carsharing pilot program final report', *Transportation*, August, pp.1–186.
Available at: <http://escholarship.org/uc/item/63z755sc.pdf>.
- Silverman, D. (2011) *Interpreting Qualitative Data*. SAGE Publications Ltd
- Skippon, S., Garwood, M. (2011) 'Responses to battery electric vehicles: UK consumer attitudes and attributions of symbolic meaning following direct experience to reduce psychological distance', *Transp. Res. D Transp. Environ*, 16 (7), pp. 525–531. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2011.05.005>.
- Stickdorn, M. and Schneider, J. (2010). *This is Service Design Thinking*. BIS Publishers. ISBN 9063692560.
- Sopjani, L., (2015) 'Mapping users' needs and service requirements for electric car sharing service design', Master thesis in Sustainable Development at Uppsala University, 63 pp, 30
- Svensson, C. I., Eriksson A., Ståhlbröst, J. (2009) 'A Milieu for Innovation – Defining Living Labs', *2nd ISPIM Innovation Symposium*.
- Traitler, H., Watzke, H.J. & Saguy, I.S., (2011) 'Reinventing R&D in an Open Innovation Ecosystem', *Journal of Food Science*, 76(2), pp.R62–R68. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1750-3841.2010.01998.x>.
- Teixeira, J., Patrício, L., Nunes, N., Nóbrega, L., Fisk, R., Constantine, L. (2013). Customer experience modeling: from customer experience to service design.
- Vandecasteele, B., Geuens, M. (2010) 'Motivated consumer innovativeness: concept, measurement, and validation' *International Journal of Research and Marketing*, 27, pp. 308–318.
- von Hippel, E. (2005) '*Democratizing Innovation*', Cambridge MA: MIT Press
- von Hippel, E., (1976) 'The dominant role of users in the scientific instrument innovation process', *Research Policy*, 5: 240-266.
- von Hippel, E., (1977a) 'Successful and failing internal corporate ventures: An empirical analysis', *Industrial Marketing Management*, 6: 163-174.

- von Hippel, E., (1977b) 'The dominant role of the user in semiconductor and electronic equipment subassembly process innovation' *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-24 (2) 60-71.
- von Hippel, E., (1988) *The Sources of Innovation*. Oxford University Press, New York.
- Urban, G.L., Weinberg, B.D., Hauser, J.R., (1996) 'Premarket forecasting of really new products', *Journal of Marketing* 60 (1), pp. 47–60.
- Yu, D. & Hang, C.C. (2010) 'A Reflective Review of Disruptive Innovation Theory' *International Journal of Management Reviews*, 12(4), pp. 435–452.