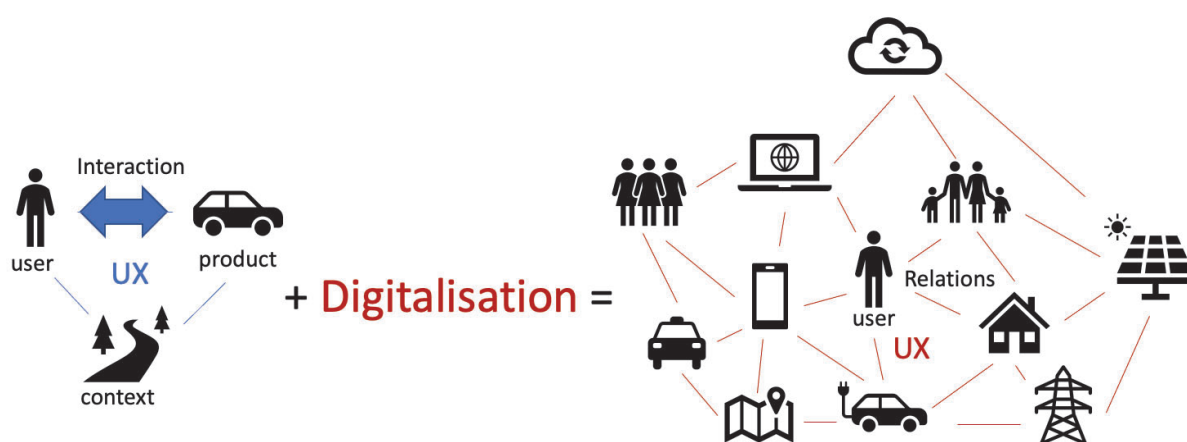


RELEVANT

Realisera Effektiv Laddning av Elbilar (EVs) med Användarcentrerad smart Teknologi

Publik rapport



Redaktörer: Patrik Palo - VCC & Tor Skoglund - RISE

Datum: 2023-05-31

Diare nr: 2019-03065

Projekt inom System-av-system för mobilitet i städer

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English	3
3 Bakgrund.....	4
4 Syfte, forskningsfrågor och metod.....	4
5 Mål.....	6
5.1 Projekt mål	6
5.2 Effektmål	6
6 Resultat och måluppfyllelse	7
7 Spridning och publicering	8
7.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	8
7.2 Publikationer	8
7.3 Event och seminarier	9
8 Slutsatser och fortsatt forskning	10
9 Deltagande parter och kontaktpersoner	11
9.1 Deltagande partners i RELEVANT-projektet.....	11
9.2 Kontaktpersoner.....	11
9.3 Ledningsgrupp & Projektorganisation	12

Kort om FFI

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

Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Den övergripande frågan i Relevant-projektet handlade om fordonsanvändares preferenser och förväntningar på smart laddning. Projektet gav unika möjligheter att utvärdera olika laddningsinställningar för kunder i en verklig miljö, t.ex. laddning så billigt som möjligt, så snabbt som möjligt eller när endast grön el är tillgänglig.

Projektets huvudhypotes var att olika användare har olika laddningspreferenser och förväntningar som utvecklas över tid och projektet inkluderade därför både kvantitativa (genom mätningar) och kvalitativa (genom etnografiska metoder, intervjuer och frågeformulär) metoder för att förstå dessa bättre. Projektet baserades således inte på hypotetiska situationer, utan på verkliga situationer där användarna upplevde de faktiska konsekvenserna av sina beslut och kan därför sägas ha gett viktiga bidrag till forskningen och den framtida utvecklingen av projektpartnerna.

Relevantprojektet finansierades delvis av Fordonsstrategisk forskning och innovation, FFI (ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin) genom Vinnova, Sveriges innovationsmyndighet. Projektet löpte över drygt tre år och innehöll en viktig mix av olika typer av aktörer: RISE, Volvo Cars, Vattenfall, Krafringen, Skellefteå Kraft, Högskolan i Halmstad. Den totala budgeten var ca 18MSEK.

Projektet försåg hushåll som redan hade egenproducerad el (genom solceller) med laddbara bilar och utrustning för att reglera hemmets system under ca ett år. Under denna tid utvärderade projektet hur interaktionen mellan hemmet och den laddningsbara bilen kunde förbättras med avseende på energiförbrukning, nätpåverkan, kostnader och användarattraktivitet.

Resultaten visar att komplexitetsnivån i användarinteraktioner och samarbete mellan mycket olika kommersiella aktörer är stor men möjlig att övervinna och då kan förändring av energianvändning, som är positiv för slutkunder såväl som elproducenter och nätoperatörer, åstadkommas.

- För en mer detaljerad beskrivning rekommenderar vi hela RELEVANT rapporten (75 sidor på engelska).

2 Executive summary in English

The overall question in the Relevant project concerned vehicle users' preferences and expectations for smart charging. The project gave unique opportunities to evaluate different charging settings for customers in a real-world environment, e.g. charging as cheaply as possible, as quickly as possible or when only green electricity is available.

The main hypothesis of the project was that different users have different charging preferences and expectations that evolve over time and the project therefor included both quantitative (through measurements) and qualitative (through ethnographic methods, interviews and questionnaires) methods for understanding these better. The project was thus not based on hypothetical situations, but on real situations where users experienced the actual consequences of their decisions and can thus be argued to have made important contributions to the research and future development of the project partners.

The Relevant Project was partly funded by Fordonsstrategisk forskning och innovation, FFI (Roughly translated into "Strategic Vehicle Research and Innovation", a collaboration between the state and the automotive industry) through Vinnova, Sweden's innovation agency.

The project ran over a period of just over three years and included an important mix of types of actors: RISE, Volvo Cars, Vattenfall, Krafringen, Skellefteå Kraft, Högskolan i Halmstad. The total budget was about 18MSEK.

The project provided households that already had self-generated electricity (through photovoltaic cells) with rechargeable cars and equipment for regulating home systems for a about a year. During this time, the project evaluated how the interaction between the home and the plug-in car using could be improved in terms of energy consumption, grid impact, costs and user attractiveness.

The results show that the level of complexity in cooperation, user interactions and collaboration between very different commercial actors are large but possible to overcome and can render a change in energy use beneficial to end customers as well as electricity producers and grid operators.

- For a more detailed description we recommend the full RELEVANT report (75 pages in English).

3 Bakgrund

Idag byggs såväl laddinfrastruktur som (ladd)fordon och smarta hemlösningar efter varje aktörs egen uppfattning om vad som är en bra lösning och ett lämpligt kunderbjudande. Helhetsbilden och förståelsen saknas dock, vilket kan rendera i lösningar där t.ex. proppar löses ut, onödigt höga kostnader, utebliven laddning och dålig kundupplevelse. Än mer viktigt för samhället är att dåliga lösningar kommer att hindra utvecklingen mot fossilfrihet snarare än att accelerera den. Det finns ofta en förväntan på hushåll att aktivt medverka och påverka sin elanvändning, men samtidigt finns en brist på kunskap om hur smart teknik skall designas och implementeras för att passa in i människors vardag. Ofta drivs lösningarna av ett dominerande tekniskt fokus utifrån ideala användningsfall snarare än baserade på användarnas verkliga komplexa vardagsituation, egentliga behov och sociala kontext.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med projektet var att öka kunskaperna kring smart laddning av laddbara fordon genom att utveckla, realisera och utvärdera funktionalitet som möjliggör en bättre balansering av tillgång och efterfrågan av el i ett hem med egengenererad el ("prosumenter"). Utgångspunkten i projektet var användarperspektivet då det i slutändan är kunderna som skall investera, förstå och använda funktionaliteten. Projektet är ett första steg mot att utveckla visionen att prosumenter skall kunna utnyttja sin egenproducerade el, t.ex. från solpaneler, för laddning av sitt fordon även på distans, dvs. på ställen utanför sitt eget hems elmätare, och därigenom bidra till ett mer hållbart samhälle.

De frågeställningar och metoder som använts i projektet beskrivs med fördel uppdelade i de forskningsnära arbetspaketen:

Arbetspaketet som drev användarstudierna syftade till att identifiera preferenser och förväntningar på smart laddning av el- och hybridfordon. Frågeställningarna var:

- Vilka laddningspreferenser, verkliga behov och rutiner har användarna, och varför?
- Vilka möjliga laddningspreferenser och laddningsrutiner kan du skapa i ett smart hem?
- Vilka framtida förväntningar har användarna på smart laddning av sina fordon?
- Hur förändras preferenser och förväntningar över tid?
- Hur bör ett användargränssnitt för en smart laddningsfunktion utformas iterativt för att förbättra förståelsen, ge möjlighet att påverka funktionalitet och beteendeförändring över tid?

I användarstudien användes både kvalitativa och kvantitativa metoder för att belysa slutanvändarnas erfarenheter när de integrerade helelektriska bilar eller pluginhybridbilar i sina energisystem och dagliga liv. En treårig longitudinell iterativ designetnografisk metod användes. Detta inkluderade fyra uppsättningar intervjuer och en avslutande workshop med deltagare från tio hushåll.

I arbetspaketet som hade som uppgift att titta på teknisk lösning för schemalägningsalgoritm ställdes följande frågor:

- Hur ska schemalägningsalgoritmen utformas för att uppnå kostnadsreduktion?
- Vilken information behövs och hur påverkas den?
- Vilken annan information från förbrukningsenheter och egen produktion av el i huset kan bidra till en kostnadsminskning och hur hanteras den av reglerfunktionen?

Processen var i praktiken iterativ, vilket innebär att olika funktioner ibland togs i bruk och senare förbättrades. Ett sådant exempel var att optimeringen implementerades steg för steg för varje hushåll, så snart integrationerna på plats var klara. Detta innebar ett nära samarbete med andra arbetsgrupper för att samordna de nödvändiga komponenterna och säkerställa kontinuerliga diskussioner och återkoppling mellan arbetsgrupperna.

Arbetspaketet som arbetat med kvantitativ dataanalys syftade till att besvara följande frågor:

- När under dygnet laddas bilarna?
- Hur har laddningsbeteendet förändrats under projektiden?
- Vad är marginalkostnaden för laddning, och kan den förbättras?

Varje deltagande hushåll hade upp till fyra elmätare som mätte strömmar och spänningar för alla tre faserna. Laddningsbeteendet visualiserades genom att separera de olika källorna för energiförbrukning och produktion och visa dem som värmekartor med tid på en axel och tid på dygnet på den andra axeln. Kostnad simulerades utifrån tre olika debiteringssystem. Den faktiska debiteringen jämfördes med två system som efterliknar "minsta ansträngning" och timerbaserade metoder.

Farhågor gällande testpersoners representativitet visade sig vara överdriven. Användarstudierna visade att en betydande andel av testpersonerna innan studien inte varit intresserade och tekniskt kunniga kring frågor rörande elektrifiering och kostnadsoptimering. Könsfördelningen hos testpersonerna kan också anses acceptabel. Då syftet heller inte varit att få ett statistiskt underlag för slutsatser på befolkningsnivå utan snarare en djupare förståelse och förutsättningar för att lära känna potentiella kunder kan urvalet anses vara gott. Testhushållen var därtill olika i typer av tekniska installationer, fordonstyper och i fordonsanvändning. Det gav bred förståelse för såväl tekniska utmaningar som användares olika behov.

De utmaningar som identifierats i gränssnittet mellan involverade parter gav djupare insikter om behov av klargörande av roller och arbetsmetoder. Ett konkret exempel på resultatet av hanteringen av sådant behov var utvecklingen av Volvo Developer Portal och tillhörande arbetsprocesser.

Arbetspaketet "Kraftnät" fokuserade på ekonomiska incitament för smart laddningsstyrning, nätpåverkan på grund av schemalägningsalgoritmen och möjligheten att påverka schemalägningsalgoritmen med olika tariffstrukturer från nätbolagen.

Hur smart laddning påverkar kraftsystemet undersöktes genom modellering av fiktiva körmönster, baserade på rimliga avstånd, ankomst- och avresedatum. Optimeringar har sedan genomförts för att se effekterna av olika tariffer på detta laddningsmönster i kombination med faktiska belastningar från slutkunder (uppmätta med energimätare under ett år). Dessa lastprofiler med elbilsladdning har sedan studerats i ett verkligt elnät för bostäder vid olika nivåer av laddningseffekt (3,7, 11 och 22 kW). Grundfallet utan elbil och med så kallad ankomstladdning (V0G) användes som jämförelsefall i studien.

5 Mål

5.1 Projekt mål

Den övergripande målsättningen med projektet var att bättre förstå användares laddningspreferenser och förväntningar för att utveckla en scheduleringsalgoritm (reglerfunktion för laddningen) för att kunna ladda på ett smartare sätt baserat på kundens preferenser över tid. Genom en studie i verklighetsnära miljö byggs kunskaper upp om framtidens energilösningar i ett eko-system av svenska företag där kunderbudandet potentiellt blir bättre än varje företags enskilda erbjudande.

- Projektmålen har uppnåtts och under ganska ovanliga forskningsförutsättningar med tanke på pandemin som medförde att företagen jobbade färre dagar under en period. Tekniska lösningar och installationer för hushållen tog längre tid samt nya utmaningar med att genomföra användarstudier. Vi behövde finna nya vägar, metoder och verktyg för att genomföra projektet. Vi kunde lösa detta och konsekvensen av detta var i praktiken att vi behövde förlänga projektet cirka 5 månader så att projektet kunde samla data inom alla områden och över årets säsonger, vinter, vår, sommar och höst.

Mer specifikt är målsättningarna med projektet:

- Att ta fram ett utformat människa-maskinanvändargränssnitt till smart laddningsfunktionalitet av bilen så att användarna intuitivt förstår val och inställningar.
- Att utveckla en AI-baserad scheduleringsalgoritm för smartare laddning.
- Att bygga, testa och utvärdera olika lösningar för att fylla användarnas behov, företagets affär och samhällsnytta avseende omställning till en fossilfri fordonsflotta.
- Att bygga kunskap om hur husets effektbehov (mätt över elmätare) förändras med smart laddning.
- Att grovt uppskatta kundkostnader och kundvärden för att få underlag till parternas potentiella framtida affär. Underlag kan bland annat uppskatta potentiella vinster med att införa V2G (vehicle to grid) vilket är nödvändigt att förstå innan teknologin införs.

5.2 Effektmål

Projektet var framför allt angeläget för FFI då det:

- Stärker svensk fordonsindustris konkurrenskraft genom att kombinera laddbara fordon, uppkoppling, smart laddning, egengenererad el etcetera och därigenom kunna erbjuda attraktiva innovativa funktioner för ett hållbart samhälle.
- Möjliggöra snabbare ökning av laddbara fordon och egengenererad el, till exempel med solpaneler, för attraktiv kundlösning, vilket minskar fossilutsläppen och behovet av kärnkraft.
- Främjar branschöverskridande samverkan mellan fordonstillverkare, energibolag och elleverantörer.
- Främjar samverkan mellan industri, högskolor och institut.

RELEVANT-projektet passar mot FFI-programmet Systems-of-Systems for Smart Urban Mobility - SoSSUM. Projektet är ett steg i att få samordning mellan olika, i sig oberoende, system och har varit ett av användarfallet när den strategiska satsningen skrevs, där egengenererad el på ett effektivt sätt kopplas samman med det laddbara fordonet och det smart styrda hemmet. Flera intressenter är involverade för att åstadkomma detta. Effekterna av smart laddning skall utvärderas i projektet, där människors beteende är i fokus. Slutmålet är minskad klimatpåverkan. Alla de kunskapsutmaningar som har relevans till SoSSUM och som adresseras är:

- Arkitektur, genom att den lösning som implementeras kräver att det bestäms vilken hårdvara och mjukvara som skall användas för vilket ändamål och av vilken part.
- Gränsytorerna mellan hård- och mjukvaran behöver definieras och de tjänster som finns i molnet måste integreras på lämpligt sätt.

- Interoperabilitet, genom att de lösningar som tas fram måste vara generella för att åstadkomma ett livskraftigt eko-system där nya aktörer kan leverera lösningar.
- RELEVANT-projektet lägger grunden för samarbete mellan fordonstillverkare och energibolag och i förlängningen att signalgränssnitten standardiseras, vilket möjliggör att fler tillverkare kan tillhandahålla lösningar, vilket i sin tur gynnar kunden.
- Utvecklingsverktyg och metoder, genom att de lösningar som utvecklas i form av mjukvara spänner över olika parter lösningar och det gäller att vara överens om lämplig kundlösning och hur varje part bidrar till lösningen, vilket kräver metodarbete.
- Dessutom så kommer det ske metodutveckling i scheduleringsalgoritmen, där det inte på förhand är givet vilken information som behövs och hur den tas om hand.
- Affärsmodeller och legala aspekter, genom att nya erbjudande implicerar att varje parts del av kakan måste vara lönsam och lösningen kan dessutom kräva lagändringar för att alla skall få affären att gå ihop. Kunden är återigen i huvudfokus eftersom erbjudandet måste vara tillräckligt attraktivt från början för att kunden skall göra investeringen.
- Socio-tekniska frågor, eftersom projektet handlar om människors behov och nyttor i ett tekniskt systemsammanhang kring det smarta hemmet som dessutom skapar samhällsnytta i form av minskad klimatpåverkan.
- trovärdighet inklusive cybersäkerhet och integritet, eftersom de lösningar som utvecklas i möjligaste mån kommer att uppfylla existerande branschstandarder. I den mån som standarder saknas, kommer detta identifieras och lösningarna framöver kommer att utvecklas och vara vägledande för framtidens standarder.

6 Resultat och måluppfyllelse

Projektet förväntades resultera i:

- Kompetensuppbyggnad och förståelse kring smarta hem och smart laddning och användarnas preferenser och förväntningar av dessa system.
- Prototyputveckling och demonstration, i syfte att skapa förståelse kring smart laddning.
- Utveckling av scheduleringsalgoritm för smartare laddning, där skattning av hushållets effektkonsumtion baseras på modeller och metoder som i sig saknas eller kan utvecklas.
- En kostnadsreduktionsuppskattning vid kostnadseffektiv smart laddning i hemmet.
- En doktorsexamen för den industridoktorand som kommer att utbildas inom ramarna för projektet.
- Ett examensarbete skall genomföras under projekttiden.

Samtliga ovan listade projektmål uppnåddes, inklusive en styck disputerad PhD. Examensarbetet hann dock inte slutföras under projekttiden. Ett urval av viktiga slutsatser och resultat hittas under rubriken Event och seminarier.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Mellan parterna, nya projekt har definierats både internt inom företagen och externa projekt. Projektet har deltagit i konferenser, artiklar, seminarier med mera.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Resultat har delats under hela projektet internt hos parterna och har redan exekverats löpande.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	Resultat har delats under hela projektet internt hos parterna och har redan exekverats löpande och har gett resultat i pågående utvecklingsprojekt.
Kort sikt (utmaningsdrivet projekt, möjligt införande ca 2–4 år efter projektets avslutande)	X	Det pågår och inom olika tekniska domänerna samt för användare och dess behov.
Medellång sikt (kunskapsuppbyggande projekt, möjligt införande ca 5–8 år efter projektets avslutande)	X	Det pågår och inom olika tekniska domäner samt för användare och dess behov.

Andra aktiviteter och referensgrupper:

- Relevant har varit en del i referensgruppens VINNOVA projektet Morgondagens mobilitetshus - systemmodellering och experiment med fokus på tekniska och sociotekniska aspekter.
- Projektet Morgondagens mobilitetshus partners inklusive Dansmästarens deltagare har deltagit som referensgrupp, deltagit på Relevants seminarier och Relevants Final Event i mars -23
- Halmstad H och VCC deltagande i internationellt symposium i Australien (Monash University)
- Projektets arbete och resultat har presenterats på nio seminarier/event.
- Vattenfall har även haft interna möten och som referens i möten som inte varit direkt kopplade till arbetet men som bidragit med evidens att man arbetar med närstående frågor.

7.2 Publikationer

Projektresultat har publicerats i bland annat följande:

Lindgren, T. (2022). *Recharging Future Mobility : Understanding Digital Anticipatory UX through Car Ethnographies (PhD dissertation, Halmstad University Press).*

Andersson, J., Dahlin Hedqvist, K., Eriksson, R., Hagman, J., Lindgren, T., Persson, M. & Pettersson, S. (2022) RELEVANT – Realize efficient charging of electric cars with user-centred smart technology - A Swedish test pilot, 35th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS35) Oslo, Norway, June 11-15, 2022

Lindgren, T. (2022, January). Experiencing Electric Vehicles: The Car as a Digital Platform. In Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences.
Nominated to Best Paper Awards at HICCSS

Lindgren, T., Fors, V., Andersson, J. & Yuan, L. (2023) What Does It Take to Make Electric Car Charging 'Smart'. Accepted to Fourteenth Scandinavian Conference on Information Systems (SCIS2023).

En magisteruppsats startades under senare delen av projektet: *“Rethinking smart: Designing future smart charging”* (Crabtree, 2023).

Projektet sammanfattades också i en video som publicerades online och användes vid flera av projektevenemangen. Videon kan till exempel ses på <https://vimeo.com/788691990>.

7.3 Event och seminarier

- 17 Sep 2020 **RELEVANT seminar - Future smart charging**
Frågan som behandlades i detta seminarium var: Vad behöver vi veta mer om för att uppnå hållbar smart laddning?
Smart laddning med fokus på följande ämnen:
- Sociala och samhällsliga förutsättningar för framtida hållbar smart laddning.
 - Människocentrerade tillvägagångssätt för smart laddning.
 - Aktuella frågor och metoder för att studera ovanstående
- Talare från RISE, Vattenfall, Högskolan i Halmstad, Monach University
Workshop för att i grupper diskutera implikationer för RELEVANT-projektet.
- 22 Okt 2021 **RELEVANT Seminar I**
Huvudsyftet med seminariet var att ge varandra, både interna team och extern publik, insikter och dela resultat från RELEVANT-projektet och även relaterade ämnen som är av intresse.
- 12 Sep 2022 **RELEVANT Seminar II**
Huvudsyftet med seminariet var att ge varandra, både interna team och extern publik, insikter och dela resultat från RELEVANT-projektet och även relaterade ämnen som är av intresse.
- 27 Mar 2023 **RELEVANT Final Event**
Huvudsyftet med det avslutande evenemanget var att dela RELEVANT slutresultat till intressenter och externa samarbetspartners.
- 19 Okt 2022 **Volvo Cars Australia Mobility summit in Melbourne**
Deltagare: Volvo Cars Australien, Volvo Cars Sverige, Halmstad Högskola, Monach University
Syfte: Dela erfarenheter om framtida mobilitets tjänster och elektrifiering ur ett användarperspektiv
Aktivitet: Delade resultat om användarupplevelser av smart hemladdning från RELEVANT och fick aktuell status och förståelse för användarupplevelse och behov kring elektrifiering i Australien.
- 20-21 Okt 2022 **ADM+S Future Automated Mobilities Symposium @ RMIT Melbourne**
Deltagare: Från universitet i Australien, Nya Zeeland, Sverige, England samt statliga myndigheter och företag för transport i Australien
Syfte: Symposium för att dela erfarenheter och diskutera nya framtida forskningsprojekt kring framtida automatiserade tekniker (självkörande fordon, datadrivna mobilitetssystem, smart laddning och elektrifiering av fordon, etc.) för mobilitet ur ett människocentrerat perspektiv.
Aktivitet: Deltagande i en paneldiskussion om hur samarbete i projekt mellan flera olika aktörer kring framtida automatiserade mobilitetssystem kan genomföras för att säkerställa rättvisa, tillförlitliga och säkra framtida mobilitetslösningar. Erfarenheterna av samarbete med flera olika typer av aktörer i RELEVANT-projektet delades och diskuterades.
- 24 Okt 2022 **ADM+S Transport & Mobilities Research Exchange @ RMIT Melbourne**
Deltagare: Från universitet i Australien, Nya Zeeland, Sverige, England samt statliga transportmyndigheter i Australien
Syfte: Forskningsutbyte för att "speeddejta" andra forskare för att eventuellt hitta nya potentiella samarbeten och forskningsprojekt

Aktivitet: Presenterade RELEVANT-projektet och framtida utmaningar för elektrifiering av fordon ur ett slutanvändarperspektiv.

- 25 Okt 2022 **Australian Energy Social Science Symposium @ Monach Caulfield Campus**
Deltagare: Universitet och myndigheter från Australien kopplade till olika typer av forskningsprojekt inom framtida smarta el- och energisystem
Syfte: Symposium för att dela erfarenheter och skapa nya framtida forskningsprojekt kring framtida automatiserade el- och energisystem ur ett socialt hållbart perspektiv.
Aktivitet: Presenterade insikter från RELEVANT-projektet om vad som krävs för att göra smart laddning smart ur ett användarperspektiv
- 26 Okt 2022 **Seminar about the Industrial PhD project within RELEVANT @ Monach Clayton Campus**
Deltagare: Human Centered Computing Department at Monach University
Aktivitet: Presenterade insikter från RELEVANT-projektet om vad som krävs för att göra smart laddning smart ur ett användarperspektiv

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Några av slutsatserna och rekommendationerna från detta projekt sammanfattas här.

Det är inte nödvändigtvis intelligensnivån hos den tillhandahållna tekniken som ger "smarthet". Det är hur lätt det är för människor att integrera tekniken i sitt vardagsliv och utvecklas med den som gör den smart. "Smarthet" beror mer på hur väl tekniken passar in i människors dagliga liv, snarare än att vara tekniskt avancerad.

Den smarta laddningstekniken måste tillhandahålla användargränssnitt för flera användare i ett hushåll för att ge de olika användarna möjlighet att förstå, känna kontroll och samarbeta med varandra och tekniken.

Ett smart laddningssystem samlar allt från matlagning, skolskjutsar, nödsituationer och daglig pendling under ett paraply av energianvändning. Människor kommer att integrera smart laddning baserat på en mängd olika prioriteringar som ständigt förändras.

En utmaning i projektet var att utforma ett säkringsskyddssystem som balanserar behovet av säkringsskydd med en positiv användarupplevelse. Även om ett hårt säkringsskydd kan vara effektivt i teorin, ansågs implementeringen av ett mjukt säkringsskydd, som utnyttjar säkringarnas tröghet för att tillåta ett kort överskridande av gränsen under en begränsad tid, vara mer fördelaktigt för att uppnå de dubbla målen att skydda säkringarna och säkerställa en tillfredsställande användarupplevelse.

Effektivt samarbete krävs för att korrekt ta emot och tolka informationen om laddningsstatus. Installationen av hårdvara kan vara relativt dyr och arbetsintensiv, och det finns potential för förbättringar i framtida forskning. Genom att undersöka möjligheten att låta säkringsskydd och kostnadsoptimering ske via molnet, istället för att förlita sig på gatewayen, skulle man kunna minska mängden hårdvara som behöver installeras på plats.

Som svar på projektets utmaningar utvecklade Volvo Developer Portal, som gav tillgång till de nödvändiga signalerna för detta pilotprojekt (Energy API), inte bara internt utan även för allmänheten. Utvecklarportalen kan besökas på <https://developer.volvocars.com/>.

När projektet fortskred uppstod en ny utmaning på grund av elfordonens växande popularitet. Det ökande antalet elbilar och att ett hushåll fick flera elbilar innebar en oväntad belastning på systemet,

som från början inte var utformat för att hantera sådana användningsfall. Detta tydliggjorde vikten av att ta hänsyn till skalbarhet och flexibilitet i framtida projekt.

Fördelarna med händelsestyrda API:er blev också uppenbara, eftersom de möjliggör ett mer effektivt och responsivt datautbyte mellan systemkomponenter. Detta visade att det är nödvändigt att prioritera API-design som bättre kan hantera realtidssignaler.

Vi har visat att värmekartor över bilens laddningsenergi är ett bra sätt att visualisera laddningsbeteendet. Det är väldigt enkelt att se när och hur förändringar sker. I resultaten ser vi att åtta av de tio hushållen ändrade laddningsbeteende under projektet. Analysen visar att de flesta av de hushåll som har ändrat sitt beteende får kostnader som är desamma som de timerbaserade. I dessa begränsade data kan vi inte se någon stor skillnad mellan användningen av applikationernas laddningsalgoritm och användningen av en ren timerbaserad. Det är en indikation på att den största kostnadsbesparingen är att flytta laddningen till efter midnatt på daglig basis.

Framtida forskning om tariffer kommer att inkludera diversifierade tariffer även i distributionsnät. Lokala flexibilitetsmarknader kan också utgöra en värdefull lösning för elbilsägare, om den är lätt att implementera genom lokala aggregatorer.

Ett spännande område för framtida forskning är V2G och den potential som finns för att möjliggöra smarta hem-funktioner. V2G kan implementeras på olika sätt, bland annat genom liknande upplägg som RELEVANT-projektet, där bilbatteriernas lagringskapacitet utnyttjas för att optimera solproduktionen eller för att dra nytta av spotprisarbitragemöjligheter i elnätet. En annan potentiell intäktsström skulle kunna vara deltagande i balansmarknader, där många bilar skulle kunna användas som en kraftkälla för att stabilisera nätet under tider med fallande frekvens, samtidigt som de genererar ytterligare intäkter för användarna.

De utmaningar som identifierats i gränssnittet mellan involverade parter gav djupare insikter om behov av klargörande av roller och samarbetsmetoder. Ett konkret exempel på resultatet av hanteringen av sådant behov var utvecklingen av Volvo Developer Portal och tillhörande arbetsprocesser.

Fortsatt forskning behövs för att förstå vilken roll smart laddning kan ha och hur användare och samhälle kan dra mest nytta av den.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

9.1 Deltagande partners i RELEVANT-projektet

Volvo Cars, RISE, Vattenfall, Kraftringen, Skellefteå Kraft och Högskolan i Halmstad

9.2 Kontaktpersoner

Företag	Namn	Roll
Volvo Cars	Patrik Palo	Projekt Koordinator
RISE	Tor Skoglund	Operativ Projektledare
Vattenfall	Christian Gruffman	Ledningsgruppen
Kraftringen	Karin Waldén	Ledningsgruppen
Skellefteå Kraft	Ann-Christine Schmidt	Ledningsgruppen
Halmstad Högskola	Vaike Fors	Ledningsgruppen

9.3 Ledningsgrupp & Projektorganisation

En ledningsgrupp med representanter från alla projektpartners höll regelbundna möten under hela projektet. Projektet var organiserat i nio arbetspaket.

Ledningsgrupp
Ordinarie: SP - RISE RE - Volvo Cars VF - Halmstad Högskola CG - Vattenfall KW (ersättare för FL) - Krafringen ACS - Skellefteå Kraft
Adjungerad (projektledning): Patrik Palo - Volvo Cars Tor Skoglund – RISE

Arbetspaket & namn	AP Ledare	Involverade
AP1: Projektledning	Project Koordinator – VCC	Operativ Projektledare – RISE
AP2: Användarstudier	RISE	VCC; Halmstad Högskola
AP3: Teknisk lösning – användargränssnitt bil/APP	VCC	
AP4: Teknisk lösning - schemuleringsalgoritm	Vattenfall	
AP5: Teknisk lösning - laddinfrastruktur	VCC	
AP6: Installation SW & HW i hushåll, demonstration och datainsamling	VCC	
AP7: Analys av datainsamling	RISE	Krafringen
AP8: Elkraftsystem	RISE	
AP9: Resultspridning	RISE	All partners
Ytterligare kunskap och input har tagits emot av elbolagsparterna, Skellefteå Kraft (särskilt "Affärsmodeller och marknadsförskjutningar"); och Krafringen.		

