

TRUSTNENERGY – SOCIALA ASPEKTER PÅ TILLIT TILL AUTOMATISERING I FRAMTIDENS ENERGISYSTEM

RAPPORT 2022:866



TRUSTnEnergy

En förstudie av sociala aspekter på tillit till
automatisering i framtidens energisystem

Cecilia Katzeff, Helena Strömberg, Hanna Hasselqvist

ISBN 978-91-7673-866-8 | © Energiforsk maj 2022

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Projektet TRUSTnEnergy – Sociala aspekter på tillit i framtidens energisystem tillhör programmet Elnätens digitalisering och IT-säkerhet och syftar till att genom tvärvetenskaplig forskning och beteendevetenskaplig metodik studera betydelsen av tillit i relation till hushållens (människans/medborgarens) roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering.

En utmärkande egenskap hos smarta elnät är att de använder informations- och kommunikationsteknik för att samla in och agera på information för att hantera efterfrågan och leverans av el. När de smarta elnäten införs fullt ut innebär det en genomgripande förändring av samhällets elanvändning. Projektdeltagare i projektet har varit Cecilia Katzeff (projektledare), Miriam Börjesson-Rivera, Björn Hedin och Sofie Nyström från KTH samt Hanna Hasselqvist och Helena Strömberg från Chalmers. Energiforsk tackar referensgruppen för deras stöd och uppföljning av projektet. Referensgruppens ledamöter var:

- Mona Wärdell, SVID, Stiftelsen Svensk Industridesign
- Joachim Lindborg, Sustainable Innovation
- Anders Åkesson, Karlstad El och Stadsnät
- Henrik Törnsjö, Göteborg Energi
- Torbjörn Solver, Mälarenergi

Stort tack också till programstyrelsen för programmet som består av ledamöterna:

- Kristina Nilsson, Ellevio ordförande
- Arne Berlin, Vattenfall Eldistribution
- Hampus Bergquist, Svenska kraftnät
- Ferruccio Vuinovich, Göteborg Energi
- Teddy Hjelm, Gävle Energi (Elinorr)
- Torbjörn Solver, Mälarenergi vice ordförande
- Magnus Sjunnesson, Öresundskraft
- Adam Nilsson, Jämtkraft
- Magnus Brodin, Skellefteå Kraft
- Johan Örnberg, Umeå Energi Elnät
- Peter Ols, Tekniska Verken i Linköping
- Jesper Bjärvall, Karlskoga Energi
- Peter Addicksson, HEM
- Malin Wallenberg, VB Energi
- Claes Wedén, Hitachi Energy Sweden
- Katarina Porath, ABB
- Björn Ållebrand, Trafikverket
- Patrik Björnström, Sveriges Ingenjörer (Miljöfonden)
- Matz Tapper, Energiföretagen Sverige (adjungerad)

Energiforsk framför ett stort tack för värdefulla insatser till samtliga intressenter:

Ellevio	Hitachi Energy Sweden	Blåsjön Nät
Vattenfall Eldistribution	ABB	Härjeåns Nät
Svenska kraftnät	Trafikverket	Sandviken Energi Nät
Göteborg Energi	Sveriges ingenjörer (MF)	Sundsvall Elnät
Mälarenergi Elnät	Forumet Swedish Smartgrid	Dala Energi Elnät
Öresundskraft Elnät	Teknikföretagen	Elektra Nät
Tekniska Verken i Linköping	Exeri	Gävle Energi
Skellefteå Kraft Elnät	Evado	Hamra Besparingsskog
Umeå Energi Elnät	Huawei Sverige	Hofors Elverk
Jämtkraft Elnät	Borlänge Energi	Härnösand Elnät
Elinorr ekonomisk förening	Nacka Energi	Ljusdal Elnät
Eskilstuna Strängnäs E&M	Västerbergslagens Elnät	Malungs Elnät
Karlstads El- och Stadsnät	PiteEnergi	Söderhamn Elnät
Borås Elnät	Södra Hallands Kraftförening	Åsele Elnät
Halmstad E&M Nät	Karlskoga Elnät	Åsunda Kraft& Belysn.fören
Luleå Energi Elnät	Bergs Tingslags Elektriska	Övik Energi Nät

Stockholm i maj 2022

Susanne Stjernfeldt

Sammanfattning

Rapporten utgör slutredovisning av förstudien TRUSTnEnergy, som utforskar betydelsen av tillit i relation till hushållens roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering. Fokus i projektet är tillitens i förhållande till automatiseringen av elsystemet och hur den berör elanvändning i våra hem. Syftet är att belysa vilken roll tillit spelar i relation till hushållens roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering för styrning av elanvändning.

Studien består av tre delar: En litteraturstudie av forskning om hushållens tillit till smarta elnät; en litteraturstudie av forskning om tillit till automatiserade fordon; samt en intervjustudie av aktörer inom automatisering av elnätet och hushåll som har automatisering i sin bostad.

I forskningslitteraturen om hushållens tillit identifierades tre typer av risker – ekonomiska risker, förlorad kontroll och säkerhets-/integritetsrisker – som hushåll upplevde i samband med ny, automatiserad teknik kopplade till elsystemet i hemmet. Konsekvenser av hög tillit till aktörer bakom systemen som lyfts i litteraturen är t.ex. ökad acceptans för systemen, minskad oro för risker och att hushåll ser fler fördelar med tekniken. Låg tillit kan tvärtom göra hushåll mer negativt inställda och kan påverka viljan att testa nya produkter och tjänster, även om ekonomiska aspekter väger tyngre.

Den växande forskningslitteraturen om tillit till automatiserade fordon ger kunskap som kan överföras på människors tillit till smarta elnät. Här finns en omfattande modell av faktorer som påverkar hur tillit byggs upp, och som får mer och mer inflytande på forskningen. De pekar på tre olika former av tillit som tillsammans bygger hur mycket användaren i slutändan väljer att lita på automationen. Resultaten från intervjustudien visar att aktörerna tror att den största nyttan som hushållen kommer att uppleva i närtid är en ekonomisk nytta för den automatiserade elanvändningen. En annan nytta som hushållen förutspås kunna erfara är den ökade komforten som det intelligenta hemmet kan ge. Risker och problem som hushållen skulle kunna uppleva är sådana som har att göra med den ökande komplexiteten i systemet, teknik som fallerar, datasäkerhet och bristande kompetens hos leverantörer och husägare. Hushållen ser ekonomi som den största nyttan. Risker och problem förknippas starkast med bristen på transparens, komplexitet, datasäkerhet och bristande kommunikation med leverantörer. Resultaten från förstudien pekar på en rad kunskapsluckor om vad som bestämmer hushållens tillit till smarta elnät och automatisering av sina hem. Här finns intressanta spår att följa och studier i verkliga miljöer att utföra.

Nyckelord

Tillit, förtroende, hushåll, smarta elnät, automatisering, flexibel elanvändning, extern styrning, risk

Summary

This is the final report of the TRUSTnEnergy feasibility study, which explores the importance of trust in relation to the role of households in smart grids, with a special focus on automation. The focus of the project is trust in relation to the automation of the electricity system and how it affects electricity use in our homes. The purpose is to highlight the role that trust plays in relation to the role of households in smart electricity networks, with a special focus on automation for controlling electricity use.

The study consists of three parts: A literature study of research on household trust in smart grids; a literature study of research on trust in automated vehicles; as well as an interview study of actors in automation of the electricity grid and households that have automation in their homes.

In the research literature on household trust, three types of risks were identified - financial risks, lost control and security / integrity risks - that households experienced in connection with new, automated technology connected to the electricity system in the home. Consequences of high trust in actors behind the systems that are highlighted in the literature are e.g. increased acceptance of the systems, reduced concern about risks and that households see more benefits from the technology. On the contrary, low confidence can make households more negative and can influence the willingness to try new products and services, even if economic aspects weigh more heavily.

The growing research literature on trust in automated vehicles provides knowledge that can be transferred to people's trust in smart grids. Here is a comprehensive model of factors that affect how trust is built, and which have more and more influence on research. They point to three different forms of trust that together build how much the user ultimately chooses to trust automation. The results from the interview study show that the actors believe that the greatest benefit that households will experience soon, is an economic benefit for the automated electricity use. Another benefit that households are predicted to experience is the increased comfort that the intelligent home can provide. Risks and problems that households could experience are those that have to do with the increasing complexity of the system, failing technology, data security and lack of competence on the part of suppliers and homeowners. Households see finances as the greatest benefit. Risks and problems are most strongly associated with the lack of transparency, complexity, data security and lack of communication with suppliers. The results from the feasibility study point to several knowledge gaps about what determines households' trust in smart grids and automation of their homes. Here are interesting tracks to follow and studies in real environments to perform.

Innehåll

1	Inledning	8
1.1	Bakgrund och syfte	8
2	Genomförande	12
2.1	Litteraturstudie 1: psykologisk, antropologisk och sociologisk forskning om tillit och relaterade begrepp	12
2.2	Litteraturstudie 2: tillit och automatiserade fordon och designimplikationer	12
2.3	datainsamling aktörer	13
2.4	Datainsamling hushåll	13
2.5	Referensgruppsmöten	13
3	Resultat	14
3.1	Litteraturstudie 1	14
3.1.1	Upplevda risker	14
3.1.2	Skapa förtroende för aktörer	14
3.1.3	Konsekvenser av tillit och brist på tillit	15
3.2	Litteraturstudie 2	15
3.3	Resultat och analys Intervjuer aktörer	18
3.3.1	Uppskattad nytta med automatisering av elanvändning för hushåll	18
3.3.2	Problem och risker som skulle kunna uppstå med automatisering av elanvändning för hushåll	19
3.3.3	Hur förtroende byggs	20
3.4	Resultat och analys Intervjuer hushåll	20
3.4.1	Uppskattad nytta med automatisering av elanvändning för hushåll	21
3.4.2	Problem och risker som skulle kunna uppstå med automatisering av elanvändning för hushåll	22
3.4.3	Hur förtroende byggs	23
4	Diskussion	24
5	Referenslista	26

1 Inledning

Denna rapport utgör slutredovisningen av förstudien "TRUSTnEnergy – En förstudie av sociala aspekter på tillit i framtidens energisystem". Syftet med projektet var att utforska betydelsen av tillit i relation till hushållens roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering. De huvudsakliga frågorna som studeras är: Vilka faktorer avgör hur tillit skapas i relation till aktörer och teknik i det smarta elnätet? Vilka konsekvenser får tillit till automatiseringen av elnätet i omställningen till ett hållbart elnät och ett framtida hållbart energisystem.

1.1 BAKGRUND OCH SYFTE

Tillit är centralt i vårt demokratiska samhälle. Vi är beroende av tillit i våra mellanmänniska relationer såväl som i val av våra politiker och i den teknik vi använder i vår vardag. Fokus i projektet TRUSTnEnergy är tillitens i förhållande till automatiseringen av elsystemet och hur den berör elanvändning i våra hem. Syftet är att belysa vilken roll tillit spelar i relation till hushållens roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering för styrning av elanvändning – s.k. efterfrågefleksibilitet. En utmärkande egenskap är att de smarta elnäten använder informations- och kommunikationsteknik för att samla in och agera på information för att hantera efterfrågan och leverans av el. När de smarta elnäten införs fullt ut innebär de en genomgripande förändring av samhällets elanvändning. De smarta elnäten planeras integrera förnybara energikällor och därmed skapa goda förutsättningar för att uppnå en hållbar omställning av energisystemet i enlighet med FN's hållbarhetsmål i Agenda 2030.

Förnybara energikällor i elnäten medför väderberoende och ibland ojämn tillgång till el i näten, vilket kräver en flexibel elanvändning. Efterfrågefleksibilitet har blivit ett centralt begrepp för relationen mellan dem som behöver el och dem som levererar el. Situationer uppstår där hushållens elanvändning blir både en resurs och en förbrukningsvara. Flexibilitet i elkunders elanvändning blir en resurs för elnäten. Hushåll utpekade som en nyckelaktör eftersom balansen i elnäten blir beroende av att hushållens elanvändning blir mer flexibel än vad den är idag (se t ex Alvehag och Werther, 2016). Att få hushåll att aktivt flytta sina sysslor i hemmet till tider då det är optimalt för elsystemet har visat sig vara svårt (Thronsdén, 2017). En alternativ strategi för att öka flexibiliteten är att överlåta styrning av elanvändning till en extern aktör som kopplar ihop flera privatkunder för att ta vara på deras flexibilitet, genom att automatiskt styra t ex bostäders värmepump. Enligt Energimarknadsinspektionen (Jaakonantti och Rosenlling, 2019) pekas styrning av elanvändning ut som en inriktning för att öka efterfrågefleksibilitet i bostäder, genom t ex aggregatorer, som möjliggör energilagring och styrning av elförbrukningen. De finns redan i industrin (Sweco, 2018), men än så länge enbart i liten skala för privatkunder. Försök görs t ex i EU-projektet Coordinet (<https://coordinet-project.eu/>), där Sverige deltar med en demonstrationsanläggning. I Sverige görs försök genom projekten VäxEl och KlokEl, lett av SUST (Ridenour och Lindborg, 2018).

Efterfrågefleksibilitet planeras i hög grad att ske genom både automatisk laststyrning med aggregatorer (som styr t ex värmepumpen i en bostad) och uppkopplade apparater i hushållet som styrs av AI (artificiell intelligens). Smarta produkter som har med energianvändning att göra ses som den största kategorin av smarta hem-produkter produkter (Sovacool och Furszyfer Del Rio, 2020). De smarta elnäten blir en del av de smarta hemmen. Ju smartare dessa blir desto mer komplexa blir de. Komplexiteten ökar deras sårbarhet och utsatthet för t ex strömavbrott. Komplexiteten medför också ökade svårigheter för hushållen att förstå olika orsakssamband och varför oväntade skeenden uppstår (t ex fel och avbrott). Den ökade automatiseringen har till följd att hushållens egen kontroll av bostaden och energisystemets transparens minskar. Att inte förstå vad som händer ökar vikten av att lita på att någon annan förstår och att de beslut som tas av andra aktörer i systemet stämmer överens med egna värderingar och önsknings. Högre krav än tidigare ställs på att människor ska lita på tekniken och andra aktörer i systemet. Samtidigt finns det risker med att tilliten till systemen blir för stor eller byggs på fel premisser.

Fördelar för hushåll med automatisering av elnätet är exempelvis ökad hållbarhet genom integrering av förnybara energikällor i elnätet, effektivisering och bekvämlighet. Å andra sidan finns också nackdelar och risker med automatiseringen. Förutom den ökade komplexiteten utpekade bl a brister i att uppdatera smarta uppkopplade apparater (Sovacool och Furszyfer Del Rio, 2020), vilket medför risk för överbelastningsattacker och virus (Zio, 2016). Andra risker är kränkning av integritet genom att data hamnar i fel händer, brist på föråldrad teknik och teknisk pålitlighet, förlust av personlig kontroll och risk att inte få den energi som behövs. Risken finns också att rådande normer för komfort i hemmet förstärks snarare än förändras till att bli mer hållbara. En ökad automatisering riskerar därför att stå i konflikt med andra strategier för att uppnå ett hållbart energisystem. Det är svårt för automatiska system att helt anpassa sig efter människors komplexa livsmönster och en övertro på systemens smarthet kan leda till att de önskade energiminskningarna uteblir (Yang et al. 2014). Det är alltså viktigt att automatiserade system inger rätt nivå av tillit.

Trots att privata hushåll betraktas som en viktig aktör i de smarta elnäten råder det brist på kunskap om vilken roll hushållens tillit till och upplevelse av risker med smarta elnät spelar för omställningen till ett hållbart elnät och ett framtida hållbart energisystem. Forskningslitteratur om tillit till automatisering har studerats utifrån ett tekniskt perspektiv där data-säkerhet och förtroende för energibolag hamnat i fokus (Cuijpers C. och Koops BJ., 2013; Fang et al., 2020; Backlund och Eidensskog, 2013). Frågor om integritet och säkerhet har försenat införandet av smarta mätare både i Europa och USA (Cuijpers C. och Koops BJ., 2013). Även om vissa studier berör hushållens tillit i det smarta elnätet (Milchram et al., 2018; Ingeborgrud et al., 2020) finns en brist på studier som studerar praktiska fall.

Det huvudsakliga målet med TRUSTnEnergy var att belysa betydelsen av tillit i relation till hushållens roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering för efterfrågefleksibilitet. Automatisk styrning av efterfrågefleksibilitet i bostäder finns enbart i liten utsträckning i Sverige idag, men spås öka under den närmaste tiden, genom t ex aggregatorer. Försök görs t ex i EU-projektet Coordinet

(<https://coordinet-project.eu/>), där Sverige deltar med en demonstrationsanläggning.

Ett av projektets delmål var att förstå betydelsen av tillits-begreppet för hushållens roll i smarta elnät, utifrån ett beteendevetenskapligt perspektiv. Begreppet i sig har många dimensioner som får olika tyngd beroende på vilka områden de tillämpas på. Brené Brown, professor i socialt arbete, fann utifrån intervjuer att tillit mellan människor byggs av bl a pålitlighet, ansvarstagande och integritet. Liknande betydelser av tillit finns i en översikt av forskning från andra vetenskapliga discipliner. Rousseau et al. (1998) lanserar beskrivningen av tillit som "ett psykologiskt tillstånd som innefattar avsikten att acceptera sårbarhet baserad på positiva förväntningar på andras avsikter eller beteenden". I sin översikt finner samma författare att ekonomer tenderar att se på tillit som kalkylerad eller institutionell. Psykologer ramar vanligen in bedömningar av tillit i termer av attribut hos den som litar och den som blir litad på (Rotter, 1967) medan sociologer ser tillit som integrerat i sociala relationer mellan människor eller mellan människor och institutioner. En litteraturöversikt av tillitens betydelse i riskhantering pekar på betydelsen av att skilja på relationell tillit och tillit som bygger på erfarenhet av tidigare beteenden. Det senare är vad Earle (2010) menar är förtroende. Enligt samma forskare är riskperception tätt kopplat till tillit, särskilt gällande tillit till teknik. I en rapport från forskningsprogrammet Fjärrsyn lyfts frågan om tillit genom begreppet förtroende (Löfblad m fl, 2013). Resultaten visar att branschen är bra på det kalkylerade och institutionella förtroendet, men sämre på det relationella. En färsk studie visar att energibolags miljövänliga investeringar har en stark effekt på kunders tillit (Przepiorka, W., & Horne, C, 2020).

Frågeställningar för denna förstudie tangerar forskning om tillit till teknik för smarta hem eftersom en stor andel av smart hem-teknik (SHT) består av teknik för energianvändning. Wilson et al., (2017) visar i en enkätstudie att många husägare har en positiv bild av SHT, men ändå upplever risker med minskat oberoende och tilltagande styrning. Studien pekar på brister i att bygga upp kundens tillit till datasäkerhet och integritet (Wilson et al., 2017). Upplevda risker med smarta hem tas också upp av Sovacool and Furszyfer Del Rio (2020), t ex integritets- och säkerhetsaspekter, teknisk tillförlitlighet, föråldrad teknik och bristande användbarhet. Ju smartare hemmen blir desto komplexare och mer sammankopplade blir de. Detta medför att beroenden skapas mellan tekniker, vilket urholkar tillförlitligheten. Tillit till teknik krävs för att människor ska acceptera teknik för självkörande bilar (Choi & Ji, 2015). Men eftersom konsekvenserna för tekniska brister på självkörande bilar kanske upplevs som mer drastiska än konsekvenser för tekniska brister i elsystemet är resultaten kanske inte direkt överförbara. Litteraturstudier inom området autonoma fordon görs i projektet för att utröna detta.

TRUSTnEnergy angränsar till frågeställningar som den utförande forskargruppen har adresserat i tidigare projekt och även tar upp i pågående projekt. I projektet "Smarta elnät – för vem?" sammanställdes europeisk forskning om användaraspekter på införandet av smarta elnät i bostäder (Katzeff et al, 2018). Här visades bl a att det fanns en allmän utmaning i att hitta en bra balans mellan automation av systemen och användarstyrning. I takt med att tilltron avtar till att

hushållen aktivt ska balansera sin elanvändning syns en ökad förhoppning till att en extern aktör (energibolag eller aggregator) med digital teknik styr elanvändningen. Automation anses underlätta eftersom det minskar kravet på hushållen att vara aktiva. Men det finns också svårigheter i att få automationen att fungera i komplexa användningssituationer som hemmiljön. En studie visar att hushåll valde inställningar med ett smalt acceptabelt temperaturspann av rädsla för att ett större spann skulle leda till stora temperaturskillnader under kort tid (Jensen et al., 2016).

2 Genomförande

Två litteraturstudier genomfördes: en med fokus på forskning om tillits-begreppet i relation till smarta elnät och en om tillit till automatiserade fordon.

2.1 LITTERATURSTUDIE 1: PSYKOLOGISK, ANTROPOLOGISK OCH SOCIOLOGISK FORSKNING OM TILLIT OCH RELATERADE BEGREPP

En sökning efter relevanta forskningsartiklar gjordes i september 2021 i forskningstidskrifterna "Energy Research & Social Science" och "Energy Policy" som båda inkluderar forskning med ett användarperspektiv på energi. Urvalet sattes till artiklar som hade orden "trust" och "grid" som nyckelord eller i titeln eller sammanfattningen. Detta resulterade i 14 artiklar efter att några manuellt sorterats bort då de rörde andra betydelser av "trust" än tillit eller andra typer av "grid" än elnät. Artiklarna var publicerade mellan 2013 och 2021 och 10 av de 14 artiklarna var publicerade under 2020 eller 2021. I litteraturstudien analyserades artiklarna med fokus på att samla insikter kopplade till följande frågor:

- Vilka risker upplevs av hushåll och aktörer i energisektorn i samband med automatisering av elsystemet, smarta apparater och styrning av det egna hemmet?
- Hur skapas förtroende med en yttre aktör som styr efterfrågeflexibilitet i hushåll?
- Vilka konsekvenser kan låg respektive hög tillit till det automatiserade elnätet resultera i?

2.2 LITTERATURSTUDIE 2: TILLIT OCH AUTOMATISERADE FORDON OCH DESIGNIMPLIKATIONER

Projektets andra litteraturstudie genomfördes med syftet att identifiera möjliga lärdomar från ett annat område där automation håller på att introduceras i vardagen, men där tillitsforskning möjligt kommit längre: automatiserade eller självkörande fordon.

En litteratursökning genomfördes i mars 2022 i databasen Scopus för att skapa en översikt över forskningsområdet "automatiserade fordon och tillit". En sökning på (trust AND (auto* AND vehicle*)) i nyckelord, titeln eller sammanfattning gav vid detta tillfälle 1535 document, varav 60 publicerats enbart de tre första månaderna av 2022. Det har därför inte varit möjligt att genomföra en strukturerad djupanalys av all litteratur i ämnet. Sökningen begränsades till att inkludera:

- artiklar som behandlar tillit mellan människa och maskin (och därmed utesluta den stora andelen artiklar som behandlar tillit mellan maskiner)
- artiklar som försöker förklara hur tillit uppstår eller påverkas (och därmed utesluta den stora andel som använder tillit som en av flera indikatorer på acceptans eller adoption, studier av hur tillit i sin tur påverkar uppfattningen av t.ex. olika gränssnitt, och studier som försökt utveckla metoder att mäta tillit)

Därmed ämnade litteratursökningen främst att bidra till en av projektets huvudfrågor: Vilka faktorer avgör hur tillit skapas i relation till aktörer och teknik i det smarta elnätet? Ur litteraturstudien hämtades en struktur för att jämföra området "tillit & hemmets automation" och området "tillit till automatiserade fordon" som låg till grund för den jämförande workshop som genomfördes inom projektet med syftet att utreda vilka lärdomar som var överförbara. Här diskuterades Grunden för tillit; Aktörerna (runt omkring); Påverkande faktorer.

2.3 DATAINSAMLING AKTÖRER

Tre unika intervjuer genomfördes med representanter för företag. I samverkan med forskningsprojektet "Hemmets Berättelser om Smarta Elnät", (finansierat av Energimyndigheten) ställdes frågor som var relevanta för båda projekt. Genom synergier mellan fick vi data från ytterligare 3 intervjuer.

Inför intervjuerna skapades intervjuguiden runt de teman som studien utforskar. Varje intervju genomfördes digitalt (Zoom) och tog ca 1 timme.

2.4 DATAINSAMLING HUSHÅLL

Två intervjuer genomfördes med hushåll som hade installation av automatisk styrutrustning av värme i sina hem. Trots att betydande ansträngningar gjordes för att rekrytera fler hushåll till studien gick det inte att få tag på fler hushåll, som uppfyllde kriterierna och som ville delta i studien.

2.5 REFERENSGRUPPSMÖTEN

Tre referensgruppsmöten har hållits: Den 8 februari, den 17 mars och den 25 april. Följande personer ingick:

Anders Åkesson	Karlstad El och Stadsnät
Henrik Törnsjö	Göteborg Energi
Mona Wärdell	SVID
Joachim Lindborg	SUST, NGenic
Torbjörn Solver	Mälarenergi
Magnus Brodin	Skellefteå Kraft

3 Resultat

3.1 LITTERATURSTUDIE 1

Resultatet är uppdelat efter hur insikterna från litteraturen kopplar till tre av projektets frågor:

1. Vilka risker upplevs av hushåll och aktörer i energisektorn i samband med automatisering av elsystemet, smarta apparater och styrning av det egna hemmet?
2. Hur skapas förtroende med en yttre aktör som styr efterfrågeflexibilitet i hushåll?
3. Vilka konsekvenser kan låg respektive hög tillit till det automatiserade elnätet resultera i?

3.1.1 Upplevda risker

Från artiklarna i den här litteraturstudien identifierade vi tre typer av risker – ekonomiska risker, förlorad kontroll och säkerhets-/integritetsrisker – som hushåll upplevde i samband med ny, automatiserad teknik kopplade till elsystemet i hemmet.

Ekonomiska risker som människor oroar sig för inkluderar t.ex. att det är elbolaget, snarare än kunden, som tjänar på tjänster som automatiserar elsystemet (Michaels & Parag, 2016). Med elavtal där elpriset varierar under dygnet kan det även vara svårt att förutsäga priset eller förstå prissättningen (Parrish et al., 2020). Samtidigt är möjligheten till ökad kontroll över elkostnader, och minskade kostnader, ett huvudargument för smarta elnätsprojekt (Gangale et al., 2013).

Tekniska lösningar för att underlätta styrning av elanvändning baserat på pris kan minska den upplevda ekonomiska risken men kan istället leda till en ny risk i form av *förlorad kontroll* (Parrish et al., 2020). Om hushållen inte känner att de har kontroll över hur ett system fungerar kan det upplevas som orättvis (Milchram et al., 2020) och en känsla av att ha kontroll är viktig för acceptans av nya system även om kontrollmöjligheterna inte nödvändigtvis utnyttjas (Parrish et al., 2020).

Slutligen så oroar sig människor även för risker kopplade till *säkerhet och integritet*. Oro kring integritetsfrågor kan bidra till minskad tillit till aktörer (Parrish et al., 2020). Upplevda integritetsrisker beror dock på sammanhanget och kan vara mindre problematiska för t.ex. ett forskningsprojekt än för en kommersiell aktör (Milchram et al., 2020).

3.1.2 Skapa förtroende för aktörer

Förtroendet för aktörer som verkar inom smarta elnät påverkas av många olika faktorer och är också sammanlänkat med tillit till andra personer, aktörer och tekniken i hemmen. Ceglaz m.fl. (2017), som undersökt tillit inom elinfrastrukturprojekt, föreslår tre dimensioner av tillit att ta hänsyn till: Hushålls tillit till aktörer inom offentliga institutioner, generell samhällstillit och en tro på

gemensamma samhällsvinster även om det kan finnas personliga nackdelar, samt tillit till specifika individer som projektledare eller kontaktpersoner inom projektet.

För att få hushåll att testa på eller köpa produkter och tjänster kopplade till energianvändning, -produktion och -lagring är det viktigt för aktörerna bakom att involvera personer och organisationer som hushåll redan har förtroende för. Detta kan t.ex. vara grannar (Parrish et al., 2020), personer med god lokalkännedom och lokala nätverk (Bandi et al., 2020), bostads- eller konsumentföreningar (Gangale et al., 2013) eller universitet (Milchram et al., 2020). Ju mindre hushållen känner till en ny teknisk produkt eller tjänst desto viktigare är det antagligen med tillit till aktören bakom (Jones et al., 2021).

Tillit är fortsatt viktigt även efter att hushåll rekryterats till ett projekt eller köpt en produkt och kommunikation och hur tekniken fungerar är centralt för detta. Problem med att tekniken inte fungerar som den ska kan minska tilliten och det är viktigt med kommunikation både för att adressera problem och frågor och för att sätta realistiska förväntningar (Parrish et al., 2020). Förväntningar som inte infrias, t.ex. förväntningar på ekonomiska vinster, kan leda till minskad tillit (Gangale et al., 2013). Andra faktorer som Parrish m.fl. (2020) identifierat som påverkar tillit är transparens kring t.ex. prissättning och hur förhållandet mellan automation och kontroll ser ut i systemet.

3.1.3 Konsekvenser av tillit och brist på tillit

Konsekvenser av hög tillit till aktörer bakom systemen som lyfts i litteraturen är t.ex. ökad acceptans för systemen (Aas et al., 2014; Michaels & Parag, 2016), minskad oro för risker (Mueller, 2020) och att hushåll ser fler fördelar med tekniken (Jones et al., 2021). Låg tillit kan tvärtom göra hushåll mer negativt inställda (Hann, 2020) och kan påverka viljan att testa nya produkter och tjänster, även om ekonomiska aspekter verkade väga tyngre (Parrish et al., 2020). Det kan också få negativa konsekvenser direkt för hushåll. Hann (2020) tror att låg tillit till inblandade aktörer eller till tekniken bidrog till att vissa hushåll som testade batterilagring behöll gamla elavtal och inte fick nytta av de ekonomiska besparingar de skulle kunnat göra med den nya tekniken.

På samhällsnivå kan konsekvenserna av låg tillit till aktörer inom energisektorn alltså bli att det är svårt att få med hushåll i energiomställningen och att den därför går långsammare. I vissa fall skulle låg tillit dock kunna ha en pådrivande effekt i investeringar i teknik som bidrar till energiomställning. En studie från Kalifornien i USA visade att hushåll som hade lägre tillit till el(-näts)bolag var mer intresserade av solceller och fler av dem hade redan solceller jämfört med hushåll med högre tillit (Horne et al., 2021). Detta var bland annat kopplat till en vilja att göra sig oberoende av elbolagen och koppla bort sig från elnätet, vilket då negativt påverkar möjligheterna till att engagera hushållen som "prosument" och bidra till att balansera elnätet.

3.2 LITTERATURSTUDIE 2

Litteraturstudien kring tillit till automatiserade fordon visar på en stor mängd forskning kring ämnet och att forskningen har vuxit explosionsartat de sista åren.

Det finns även många nyligen publicerade sammanställningar av forskningen kring tillit och automatiserade fordon, eller tillit till automation mer generellt (ex. Raats et al. 2019, Zhang et al. 2021, Zhou et al. 2021, Manchon et al. 2021, Holthausen et al. 2022). Dessa identifierar på ett likande sätt gemensamma definitioner av tillit och grundläggande modeller av faktorer som bygger tillit som används i vidare empiriska studier. I sin bibliometriska översikt av ämnet konstaterar Zhang m.fl. (2021) att de mest inflytelserika referenserna varit Lee & See (2004) och Hoff & Bashir (2015). Lee och See definierar tillit till automation som *“the attitude that an agent will help achieve an individual’s goals in a situation characterized by uncertainty and vulnerability”* vilket stämmer väl överens med de definitioner som beskrevs i introduktionen till denna rapport. De identifierar även viktiga informations-pusselbitar som en användare lägger ihop till en bedömning av tillit och ger rekommendationer för hur det automatiserade systemet ska utformas för att skapa kalibrerad tillit, dvs. inte för hög och inte för låg tillit i relation till automationens kapacitet.

Hoff & Bashir (2015) presenterar en omfattande modell av faktorer som påverkar hur tillit byggs upp, och som får mer och mer inflytande på forskningen (Zhang m.fl. 2021). De pekar på tre olika former av tillit som tillsammans bygger hur mycket användaren i slutändan väljer att lita på automationen.

- Dispositionell tillit, en mer allmän benägenhet att känna tillit, som påverkas av ålder, kön, kultur, och personlighet
- Situationell tillit, som varierar mer med situationen, både användarens interna situation (självförtroende, ämneskunskap, humör och uppmärksamhetsresurser) och externa situation (inkl. hur komplext systemet är, uppfattade risker och nyttor med systemet, och kontexten kring uppgiften som användaren (eller systemet) ska utföra)
- Inlärd tillit, som bygger på tidigare kunskap innan användare interagerar med systemet (förväntningar, systemets rykte eller varumärke, tidigare erfarenhet och förståelse för systemet) och som under interaktionen ständigt uppdateras beroende på hur väl systemet presterar (om det är användbart, förutsägbart, pålitligt, och vilka fel som uppstår). Hur användare tolkar prestationen påverkas i sin tur av designen: dess utseende, hur enkelt det är att använda, vilken kommunikationsstil systemet har, hur transparent det är/hur mycket feedback man får och hur mycket kontroll systemet tillåter användaren.

Även om dessa modeller och definitioner är framtagna med tanken att appliceras i en fordonskontext, så bygger de på forskning kring tillit till teknik och automation mer generellt, och borde därför vara mycket användbara för det område som TRUSTnENERGY berör.

Utifrån sambanden som beskrivs i definitionerna och modellerna görs mer specifika empiriska studier av tillit till automatiserade fordon. Studierna handlar både om tilliten hos människorna i bilen, och hos människorna utanför bilen, samt av olika avancerad automation. Här undersöks t.ex. styrkan i påverkan från faktorerna i dispositionell tillit genom mestadels enkätstudier, eller andra former av onlinestudier. För kön och ålder finns relativt små effekter, och ibland motstridiga (exempelvis hittar Charness et al (2018) att män litar mer än kvinnor, medan Lee et al. (2020) konstaterat tvärtom). Mer specifika karaktärsdrag verkar

vara tydligare kopplade: människor som värnar om sin privacy är mindre benägna att känna tillit till tekniken (Meyer-Waarden & Cloarec, 2022) och nationell kultur påverkar hur förtroendeingivande olika gränssnitt uppfattas (Joisten et al. 2021). Det är svårt att säga om dessa mönster är överförbara på smarta hem, men studierna visar ändå på värdet att undersöka samma aspekter i en smarta hem-kontext.

I en stor andel av studierna i litteratursökningen testas förare olika lösningar, instruktioner, och gränssnitt ämnade att skapa rätt nivå av tillit till automationens kapacitet, eller exponeras för automation och automationsfel. Studierna bekräftar erfarenhet och lärande som en viktig del av tillit och för en kalibrerad tillit (ex. Clemens et al. 2022; He et al. 2022). Vad det gäller utformningen av gränssnitt utforskas många olika sätt att kommunicera hur tillförlitlig automationen är – genom att hjälpa användaren förstå intentionen hos automationen, förklara varför automationen gör som den gör, och vilken förmåga eller status systemet besitter just nu. Om intentionen, orsakerna och statusen kommuniceras effektivt ökar tilliten till systemet (ex. Wintersberger et al 2021). Wintersberger med flera (2021) konstaterar också vikten av att anpassa informationens innehåll och mängd till användarens situationella tillit. Kommunikationsstil studeras också i detalj, till exempel artig eller dominant kommunikationen ska vara (ex. Lee & Lee, 2022; Yoo et al., 2022) där kommunikation som är artig och undergiven leder till mer tillit. Vilka modaliteter som är bäst undersöks också flitigt (ex. Bai et al., 2021; Basantis et al., 2021), men här finns inga samstämmiga svar, utan det verkar bero på utformningen av det som testas, i vilka situationer, och hur testen genomförs (ex. Wang et al. 2021; Manchon et al. 2021). Många av dessa studier är mycket detaljerade, och därmed begränsat överförbara. Men grundtankarna är relevanta – användare litar mer, eller litar lagom, på automationen om den förklarar intentionen, eller syftet, berättar om sin status, gör det på ett tydligt och artigt sätt och genom en modalitet och stil som tar hänsyn till användarens kompetens, uppfattning av systemet, och den kontext och uppgiften som ska utföras.

Frågan är dock vad eller vem det är som ska kommunicera denna information till användaren? I fordonskontexten är själva fordonet den centrala källan av tillitsbyggande information, och det som studerats är främst hur väl explicit designade gränssnitt kommunicerar. Men det finns också en viktig distinktion i fordonskontexten mellan implicita cues (ex. bilens rörelsemönster) och explicit designade cues (ex. displayer och audiella signaler). Dey m.fl. (2021) finner att när det finns en diskrepans mellan den explicit designade informationen och den implicita så använder deltagarna den implicita för att avgöra om bilen går att lita på - de tittar på bilens rörelsemönster snarare än displayen. Man väger också in andra källor än själva bilen. Hoff & Bashir (2015) pekade tidigt på varumärkets betydelse, vilket nyanseras av Forster et al (2018) som visar på att prestigemärken är mer tillitsskapande. Pågående forskning på Chalmers visar också att fordonets tillverkare, eller kollektivbolaget i fallet med automatiserade bussar, står som garant för säkerheten och därmed leder till tillit hos användarna (Ekman, forthcoming). Det finns även andra aktörer i trafiken man behöver lita på, t.ex. att inte fotgängare och cyklisterna utnyttjar automationen och bara går rakt ut i gatan (Hulse et al., 2018), eller att inte bilen eller hela transportsystemet blir hackat.

3.3 RESULTAT OCH ANALYS INTERVJUER AKTÖRER

Intervjuer på c:a en timme var gjordes med tre aktörer (numrerade 1A, 2A och 3A): En teknisk utvecklare på ett produktutvecklingsföretag inom energieffektivisering, en VD för ett småföretag inom smarta hem och en energiansvarig på ett stort bostadsföretag. Intervjuerna spelades in, transkriberades och analyserades för att hitta teman. I relation till projektets frågeställningar identifierades tre huvudsakliga teman:

1. Uppskattad nytta med automatisering av elanvändning för hushåll
2. Problem och risker med automatisering för hushåll
3. Hur förtroende mellan aktörer och hushåll byggs

Aktörernas resonemang sammanfattas nedan och illustreras med citat från intervjuerna.

3.3.1 Uppskattad nytta med automatisering av elanvändning för hushåll

Ekonomi

I första hand tror de intervjuade att ekonomin ses som den övervägande nyttan för den automatiserade elanvändningen. Men så småningom när automatiseringen blir utbredd i närområdet antas enskilda hushåll se sin delaktighet i ett system där automatiseringen optimerar elanvändningen.

"...nyttan ... ekonomin. Men sen kan man också säga framtidssäkerhet. För precis som dem med fjärrvärme så får du ett eget elsystem, så att om du vill addera batterier, då har du ett eget energisystem..." (1A)

Samhällsnytta

En tolkning av citatet ovan är att utöver det individuella hushållets ekonomi är det som är bra för elsystemet också bra för samhället och därmed också för enskilda hushåll. Så här säger 1A:

"Men om vi fem som har elbilar gör att säkringarna går i elnätet varje torsdag, så att alla andra i området i min lilla radhuslänga blir av med elen varje torsdag för att de här med elbilarna stoppar in de samtidigt och så går säkringarna, och så måste Vattenfall komma ut och byta den där och det är jättestökigt. Då är det själoklart att jag ska låta bli att stoppa i bilen, för vårt lokala nytta. Och då ... men det är klart att min bil får vara aktiv och stängas av om det blir problematiskt i det lokala elnätet, i vår brf, eller i vår vägsamfällighet, eller i vår stadsdel." (1A)

Förbättrad komfort

En annan nytta för hushållen som en aktör pekar på är nyttan av det intelligenta hemmet, som en plattform för automatisering kan innebära. Gällande automatisering kopplad till uppvärmning av bostaden antas bibehållen eller förbättrad komfort också bidra med värde för hushållet. Här påpekar dock en aktör att hushåll också vill sänka sin komfort till förmån för ett lägre elpris.

3.3.2 Problem och risker som skulle kunna uppstå med automatisering av elanvändning för hushåll

Tekniska mjukvaru- och hårdvaruproblem

Att styrsignaler inte stämmer med vad som sker i realtid. Om prognosen leder till att el används när priset är lågt kan det leda till att t ex för många värmepumpar slås på. Detta slår sönder prognosen och gör att styrsignalerna inte gäller längre:

"...det svåra är just de här styrsignalerna, vad styr vi på? Automatiserade system är väldigt snabba och får de fel input så kommer de ta katastrofala beslut kanske." (1A)

Internet fallerar ibland och det kan vara svårt för hushållen att veta hur de ska sköta systemet manuellt. Uppkoppling av utrustning (t ex värmepump) till internet kan vara komplext och utgöra en risk (2A):

"Nibe ... ville inte att vi skulle styra den, för att de var rädda för att det skulle gå sönder..."

Integritets- och datasäkerhetsproblem

En allvarlig risk som påpekas av aktörerna är att lösenord kan läcka, särskilt när företag växer och kan öppna systemet för obehöriga. Uppkoppling till internet utgör en risk för intrång både i enskild utrustning, som t ex belysning, men även gällande elmätare:

"Om Ikea har sålt 7 miljarder lampor och så [...] någon som kan göra att alla lampor stängs av eller sätts på samtidigt." (2A)

Ökad komplexitet

Komplexiteten ökar när olika branscher måste kommunicera med varandra.

"Vi hade elbranschen i elbil till exempel och vi har VVS-branschen i värmepump, och sen har vi elmätare i elnätsbranschen. Så det är många olika branscher som ska samsas om att prata samma språk också..." (2A)

Kompetensbrist

Efterfrågan på kompetens om automatiseringens olika aspekter är något som alla intervjuade lyfter fram. För att hushållen ska känna sig trygga och ha kontroll även om de själva inte förstår automatiseringen behöver de kunna få information från den grupp av aktörer som utgör länken mellan dem själva och systemet. Det kan gälla driftstekniker, installatörer såväl som kundtjänst. En aktör uttrycker det så här:

"...alltså problemet med den här energieffektiviseringen över huvud taget gäller ju att de som ska sköta husen sen har utbildning och kunskap så man sköter det rätt. Det är en jätteutmaning." (3A)

En annan aktör påpekar att utbildning av personal och villaägare är ett viktigt led i att bygga förtroende mellan hushåll och tekniken:

"...i vårt projekt här ...har vi Studieförbundet Vuxenskolan med så att villaägare själva ska lära sig, plus att vi har elektrikerna på elprogrammet. Att det finns någon att ta i handen och ... Det kommer bli så enkelt så att villaägare själva kommer göra sina smarta system, men det är lite höga trösklar än, men det där kommer bli mindre trösklar. Och sen att det finns entreprenörer som kan det där." (2A)

3.3.3 Hur förtroende byggs

Det råder litet olika meningar om aktörernas syn på hur förtroende byggs. Denna aspekt relaterar förstås till kunskap och kommunikation. Men även tekniska standarder för olika system lyfts fram som ett viktigt bidrag till att skapa förtroende mellan olika aktörer och hushåll. En annan aktör pekar på att hushållens kommunikation med varandra spelar en viktig roll. Här ses t ex användarforum på FaceBook som en kommunikation som kan ha stor effekt. När användare utbyter erfarenheter, kunskap och idéer gällande en tjänst för automatisering som t ex Tibber kan förtroende både byggas och raseras för den tjänsten:

"Där tror jag mycket att det största av det förtroendet byggs i de här forumen, att andra har tyckt och provat och blivit arga eller gjort något eller ..." (1A)

För hushåll i bostadsrättslägenheter skapas förtroende mellan dem och fastighetsägaren bl a genom att respektera hushållens önskemål om att inte automatisera deras elanvändning. Detta visar bl a Nöjd-Kund-Index-undersökningar på:

"Vi får inte gå in och tvångsstyra alla om man säger så." (3A)

Sammanfattningsvis visar aktörernas svar på intervjufrågorna att de tror att den största nyttan som hushållen kommer att uppleva i närtid är en ekonomisk nytta för den automatiserade elanvändningen. Men med automatiseringens spridning i samhället och i närområdet antas hushåll kunna se sitt bidrag till en samhällsnytta. En annan nytta som hushållen förutspås kunna erfara är den ökade komforten som det intelligenta hemmet kan ge. Risker och problem som hushållen skulle kunna uppleva är sådana som har att göra med den ökande komplexiteten och sårbarheten i systemet, hård- och mjukvara som fallerar, datasäkerhet och bristande kompetens hos leverantörer och husägare. Även om aktörerna har litet olika syn på hur förtroende byggs tycks kommunikation och respekt mellan olika aktörer spela en avgörande roll, både mellan hushåll och leverantörer och hushåll emellan. Tekniska standarder pekas också ut som en viktig komponent i att skapa förtroende.

3.4 RESULTAT OCH ANALYS INTERVJUER HUSHÅLL

Intervjuer på c:a en timme var gjordes med individer från 2 hushåll (numrerade 7H och 8H): den ena i en liten BRF i Stockholm och den andra i en villa i Uppsalaområdet. Intervjuerna spelades in, transkriberades och analyserades för att hitta teman. I relation till projektets frågeställningar identifierades olika teman inom de

områdena, "nytta med automatisering", "problem och risker" och "hur förtroende byggs". Hushållens resonemang sammanfattas nedan och illustreras med citat från intervjuerna.

3.4.1 Uppskattad nytta med automatisering av elanvändning för hushåll

Ekonomi

En av intervjupersonerna (7H) har nyss köpt en ny senaste modellen av värmepump från NIBE, där automatiseringsfunktioner finns. Värmepumpen måste vara uppkopplad till Internet för att automatiseringen ska fungera. 7H har genom sitt yrke, expertkunskaper inom energiområdet. Han ser den ekonomiska vinsten som en viktig nytta:

"[NIBE] har ett erbjudande som kort och gott går ut på att man optimerar driften utav värmepumpen över dygnet utifrån de elpriser som gäller. För elpriser det vet man dagen innan, och då är värmepumpen uppkopplad till internet och NIBE. Och sen så utifrån vissa parametrar, och jag förmodar ... definitivt elpriset, och jag antar värmebehovet, så kan den göra en planering utav hur den körs det kommande dygnet."

Kontroll

Den andra intervjupersonen (8H) har deltagit i KlokeI, som var ett forskningsprojekt, som finansierades av Energimyndigheten och som genomfördes 2014-2018 av Sustainable Innovation, Upplands Energi, Enertech och NGenic. Målet var att effektbalansera elnätet med medverkan av villahushåll. 500 villakunder i lokalnätet erbjöds en kostnadsfri energitjänst för styrning av värmepumpen. Genom att installera NGenics aggregator på det vattenburna värmesystemet kunde hushållens värmeanvändning sänkas automatiskt när elnätet var ansträngt.

Genom erbjudandet fick de medverkande kunderna behålla sin styrningstjänst även efter projektets slut. Genom hjälp från Upplands Energi fick vi kontakt med 8H som medverkade i KlokeI:s studie och som vi fick intervjua. Den främsta nyttan med sin medverkan var att den skulle ge honom kontroll över sin egen värmeförbrukning:

"Sen när det här KlokeI:en kom då, just det här systemet att ... då kommer du att få en lättare kontroll över förbrukning av värmen. Och då blev jag intresserad [...] det var det att det var digitalt. Jag kunde styra från telefonen till exempel, om vi var borta länge så kunde jag sänka lite grann på temperaturen."

Den intervjuade tror att det är han själv som styr uppvärmningen i huset, medan det i själva verket är energibolaget genom en aggregator. Han kan enbart påverka styrningen genom att använda en app på sin mobil.

3.4.2 Problem och risker som skulle kunna uppstå med automatisering av elanvändning för hushåll

Bristande transparens

Det finns ett problem i att 8H inte inser att det är energibolaget som styr hushållets värmepumpen. Om det är ett etiskt, juridiskt problem eller något annat slags problem är svårt att avgöra, men bristande förståelse för vem det är som styr hushållets värmeanvändning kan resultera i missförstånd och missbedömningar. Att inte vara medveten om en extern styrning av uppvärmningen tyder på bristande transparens.

Intervjupersonen tror att det är han själv som styr uppvärmningen i huset, medan det i själva verket är energibolaget genom en aggregator. Det hushållet kan göra är att ändra styrningen. Detta illustreras med ett utdrag ur den transkriberade intervjun:

”INTERVJUPERSON: Var tanken att elbolaget skulle styra?

INTERVJUARE: Ja. Är det inte de som ... eller har jag missuppfattat det?

INTERVJUPERSON: Nej, jag har inte uppfattat det utan ... ja, jag tror att jag sköter det här själv här hemma. ”

Även 7H råkar ut för bristande transparens, men han är medveten om problemet och kallar problemet för ”black-box-problem”:

“...det lite grann en black box. Jag vet inte exakt vilka parametrar den tar i beaktande och så vidare. Jag vet till exempel inte om den i över huvud taget beaktar väderutsikterna eller någonting sånt där. Men jag ser att den ändå kör lite försiktigare när det är höga elpriser och kör på lite hårdare när det är lägre.” (7H)

Bristande kompetens hos leverantör

Kunskap, utbildning och kompetens var aspekter som aktörerna pekade på som avgörande länkar som måste fungera för att hushållen ska kunna medverka i automatiseringen av elnätet. Intervjuperson 7H, som hade installerat en ny värmepump berättar hur han inte fick den information han behövde för att förstå systemet:

“... värmepumpen måste vara uppkopplad till internet för att det funka. Och det var de väldigt ... Installatören var inte alls inne på att säga någonting om det här till mig, utan det läste jag på själv...” (7H)

Inte heller kundtjänsten hos leverantören kunde ge honom den information han efterfrågade:

“när jag har ringt NIBE och frågat lite grann om hur den här algoritmen funkar så ... Och jag vill ha en manual också på den. Jag vill kunna läsa. Nej, det får jag inte. Det tillhandahåller de inte. Så när jag sa till dig att det är en black box så är det verkligen black box.”

Komplexitet

Det automatiserade systemet komplexitet anges som något som utgör ett problem och eventuellt en risk. Intervjupersonen ser en risk i att fel på en del av systemet kan påverka resten av systemet och om man inte vet var felet ligger går det heller inte att förstå konsekvenserna:

“Riskerna om det är för integrerat är att när det fallerar så är det så mycket som fallerar, att man tappar översikten. Men jag kommer inte gå den vägen känns det som, utan jag kommer nöja mig med att jag har de här funktionerna på värmepumpen och eventuell laddning utav elbil.”

“Och sen är det väl just detta med att det är problematiskt när man integrerar många olika system och ska försöka hänga det ihop, och jag känner inte att jag vill vara en försökskanin på det området”

3.4.3 Hur förtroende byggs

Förtroende för automatiseringen relaterar till kommunikation mellan hushåll, aktörer och det tekniska systemet. Att döma av svar från våra intervjuer är förtroendet beroende av att hushåll får rätt information när de ber om den. Förtroendet blir lidande av att hushållet lämnas åt sitt öde att själv försöka förstå hur systemet fungerar och var pedagogisk information finns att tillgå. Hushåll 7H uttrycker det så här:

“Det har inte byggt mitt förtroende någonstans när jag har börjat försöka att engagera mig i de här sakerna. Jag tycker jag fick inte alls något förtroende för Fortum som säger att “nej, de här siffrorna finns inte” fastän de finns. ... Kommunikationen där var dålig kort och gott. Men nu tycker jag att det funkar. Och NIBE ... Nej, när jag ställde frågan om hur den här ser ut, då tycker jag att om de var angelägna om att bygga upp ett förtroende så skulle det finnas en enkel manual, till exempel, som sa hur det här funkar och ur det beaktas. Men för att gå tillbaka till den frågan du ställde förut. Jag tror helt enkelt att det är så här att det här är så nytt så de har inte haft folk ... att de har haft precis nätt och jämnt folk som har kunnat utveckla algoritmerna, men inte tillräckligt med folk för att över huvud taget sätta ihop någonting i en manual som utomstående kan läsa. Det tror jag.”

Sammanfattningsvis framkom ur intervjuerna att hushållen såg att de huvudsakliga nyttorna med den externa styrningen var ekonomi och kontroll. Problem och risker kretsade kring brist på transparens, ökad komplexitet av systemet, bristande bemötande från leverantör av teknik och energi, samt bristande kompetens hos leverantörerna. Brist i bemötande och bristande kompetens påverkade förtroendet för leverantören i negativ riktning.

4 Diskussion

I denna förstudie har vi belyst frågor som har att göra med hushållens tillit till automatisering av elsystemet. De huvudsakliga frågorna som ställdes var vilka faktorer som avgör hur tillit skapas i relation till aktörer och teknik i systemet; och vilka konsekvenser tillit till automatiseringen av elnätet förväntas ha för omställningen till ett hållbart elnät. Studien genomfördes genom två litteraturstudier och genom en intervjustudie med aktörer och en med hushåll. Resultaten från de olika studierna pekar i samma riktning och de stödjer också den beskrivning av tillit som lanserades av bl a Rousseau et al. (1998) "ett psykologiskt tillstånd som innefattar avsikten att acceptera sårbarhet baserad på positiva förväntningar på andras avsikter eller beteenden". Beskrivningen öppnar upp för att olika aktörer kan påverka hushållens acceptans av sårbarhet genom att agera på ett sådant sätt att hushållen skapar positiva förväntningar. Konkret skulle detta kunna innebära att energibolag och utvecklare och leverantörer av teknik arbetar med att bygga sin kompetens och kommunicera med enskilda hushåll för att förse dem med den kunskap de behöver.

Litteraturstudie 1, som gick igenom forskningslitteratur om tillit i förhållande till smarta elnät, visade att förtroendet för aktörer som verkar inom smarta elnät påverkas av många olika faktorer och också är sammanlänkat med tillit till andra personer, aktörer och tekniken i hemmen. Ett par dimensioner av tillit som föreslås är generell samhällstillit och en tro på gemensamma samhällsvinster även om det kan finnas personliga nackdelar, samt tillit till specifika individer som projektledare eller kontaktpersoner inom projektet (Ceglarz m.fl., 2017). Detta forskningsresultat kan jämföras med våra aktörsintervjuer uppvisade ett resonemang om att även om de enskilda hushållen inte just nu kan se hur de är delaktiga i samhällsomställningen kommer de att kunna se detta när de t ex delar ladd-infrastruktur med sina grannar.

Resultat från intervjuerna stödjer och illustrerar resultat från litteraturstudie 1. Litteraturstudien identifierade tre typer av risker – ekonomiska risker, förlorad kontroll och säkerhets-/integritetsrisker – som hushåll upplevde i samband med ny, automatiserad teknik kopplade till elsystemet i hemmet. Även om våra intervjuer inte tydligt visade på ekonomiska risker syntes både risk för förlorad kontroll och integritetsrisker. Ekonomi sågs i stället som en nytta och en drivkraft till att själv automatisera sitt värmesystem.

Resultaten från litteraturstudien om tillit till automatiska fordon ger också näring till vad som skapar tillit till automatisering av elsystemet. Även om kontexten är en annan framstår kunskap, lärande och kommunikation som avgörande faktorer. Forskningen om tillit inom fordonsindustrin har kommit längre än inom automatiserade elanvändning och kan därmed också ge idéer till vilken typ av experiment som skulle kunna bedrivas för att studera hur hushåll bygger tillit till elsystemet, både gällande nytta för egen del och för en samhällsnytta. Experiment skulle t ex kunna utformas för att testa olika lösningar för styrning och av utformning av kommunikation mellan olika aktörer och hushåll. Förslag på andra frågor för framtida forskning är:

- Vad är egentligen nyttan med automationen, och inför den fler risker än den avhjälpes?
- Vad är nyttan med smarta hem? kan vi klargöra och kommunicera nyttan med smarta hem tydligt? Hur kan smarta hem bli nyttiga för alla i samhället?
- Hur ska tilliten balanseras mellan de olika aktörerna som är inblandade i smarta elnät? Hur ska vi se till att inte automationen utnyttjas av kriminella, "fuskare", eller personer/organisationer som vill sko sig på systemet?

5 Referenslista

- Aas, Ø., Devine-Wright, P., Tangeland, T., Batel, S., & Ruud, A. (2014). Public beliefs about high-voltage powerlines in Norway, Sweden and the United Kingdom: A comparative survey. *Energy Research and Social Science*, 2, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.04.012>
- Alvehag, Karin, och Werther Öhling, Linda. 2016. "Åtgärder För Ökad Efterfrågefleksibilitet I Det Svenska Elsystemet." Energimarknadsinspektionen.
- Backlund, S., & Eidenskog, M. (2013). Energy service collaborations-it is a question of trust. *Energy Efficiency*, 6(3), 511–521. <https://doi.org/10.1007/s12053-012-9189-z>
- Bai, S., Legge, D. D., Young, A., Bao, S., & Zhou, F. (2021). Investigating External Interaction Modality and Design between Automated Vehicles and Pedestrians at Crossings. Paper presented at the IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC.
- Bandi, V., Sahrakorpi, T., Paatero, J., & Lahdelma, R. (2020). Touching the invisible: Exploring the nexus of energy access, entrepreneurship, and solar homes systems in India. *Energy Research and Social Science*, 69(March), 101767. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101767>
- Basantis, A., Miller, M., Doerzaph, Z., & Neurauder, M. L. (2021). Assessing Alternative Approaches for Conveying Automated Vehicle "Intentions". *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 51(6), 622-631. doi:10.1109/THMS.2021.3106892
- Ceglarz, A., Beneking, A., Ellenbeck, S., & Battaglini, A. (2017). Understanding the role of trust in power line development projects: Evidence from two case studies in Norway. *Energy Policy*, 110(June), 570–580. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.051>
- Charness, N., Yoon, J. S., Souders, D., Stothart, C., & Yehnert, C. (2018). Predictors of Attitudes Toward Autonomous Vehicles: The Roles of Age, Gender, Prior Knowledge, and Personality. *Frontiers in Psychology*, 9. doi:10.3389/fpsyg.2018.02589
- Choi, J. K., & Ji, Y. G. (2015). Investigating the Importance of Trust on Adopting an Autonomous Vehicle. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(10), 692–702. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1070549>
- Clement, P., Veledar, O., Könczöl, C., Danzinger, H., Posch, M., Eichberger, A., & Macher, G. (2022). Enhancing Acceptance and Trust in Automated Driving through Virtual Experience on a Driving Simulator. *Energies*, 15(3). doi:10.3390/en15030781
- Cuijpers C., Koops BJ. (2013) Smart Metering and Privacy in Europe: Lessons from the Dutch Case. In: Gutwirth S., Leenes R., de Hert P., Pouillet Y. (eds)

- European Data Protection: Coming of Age. Springer, Dordrecht. https://doi-org.focus.lib.kth.se/10.1007/978-94-007-5170-5_12
- Dey, D., Matvienko, A., Berger, M., Martens, M., Pfleging, B., & Terken, J. (2021). Communicating the intention of an automated vehicle to pedestrians: The contributions of eHMI and vehicle behavior. *IT - Information Technology*, 63(2), 123-141. doi:10.1515/itit-2020-0025
- Ekman, F. (kommande) Should we design for appropriate trust? Thesis for the degree of Doctor of Philosophy
- Fang, W., Cui, N. Chen, W. Zhang, W. and Chen, Y. "A Trust-based Security System for Data Collecting in Smart City," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, doi: 10.1109/TII.2020.3006137.
- Forster, Y., Kraus, J., Feinauer, S., & Baumann, M. (2018). Calibration of Trust Expectancies in Conditionally Automated Driving by Brand, Reliability Information and Introductory Videos: An Online Study. *Proceedings of the 10th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, Toronto, ON, Canada. <https://doi.org/10.1145/3239060.3239070>
- Forum för smarta elnät, 2017. Strategi för en ökad flexibilitet i elsystemet genom smarta elnät, Stockholm.
- Gangale, F., Mengolini, A., & Onyeji, I. (2013). Consumer engagement: An insight from smart grid projects in Europe. *Energy Policy*, 60, 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.031>
- Hann, V. (2020). Transition to decentralised electricity storage: The complexities of consumer decision-making and cost-benefit analyses. *Energy Policy*, 147(August), 111824. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111824>
- He, X., Stapel, J., Wang, M., & Happee, R. (2022). Modelling perceived risk and trust in driving automation reacting to merging and braking vehicles. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 86, 178-195. doi:10.1016/j.trf.2022.02.016
- Hoff, K. A., & Bashir, M. (2015). Trust in Automation: Integrating Empirical Evidence on Factors That Influence Trust. *Human Factors*, 57(3), 407-434. doi:10.1177/0018720814547570
- Holthausen, B. E., Stuck, R. E., & Walker, B. N. (2022). Trust in Automated Vehicles. In *Studies in Computational Intelligence* (Vol. 980, pp. 29-49).
- Horne, C., Kennedy, E. H., & Familia, T. (2021). Rooftop Solar among California Homeowners: The Contribution of Homeowner Distrust in their Utility Companies. *Energy Research & Social Science*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102308>
- Hulse, L. M., Xie, H., & Galea, E. R. (2018). Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age. *Safety Science*, 102, 1-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.001>

- Ingeborgrud, L., Heidenreich, S., Ryghaug, M., Skjølvold, T. M., Foulds, C., Robison, R., ... Mourik, R. (2020). Expanding the scope and implications of energy research: A guide to key themes and concepts from the Social Sciences and Humanities. *Energy Research and Social Science*, 63(May), 101398.
- Jaakonantti, L. och Rosenlling, J., 2019. Tjänster för efterfrågefleksibilitet 2019. Sammanställning av tekniska krav och andra villkor för tillhandahållandet av tjänster i form av ändrad elanvändning. Energimarknadsinspektionen, 2019.
- Jensen, R.H., Kjeldskov, J. & Skov, M.B., 2016. HeatDial: Beyond User Scheduling in Eco-Interaction. In *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*. p. 74:1--74:10.
- Joisten, P., Liu, Z., Theobald, N., Webler, A., & Abendroth, B. (2021). Communication of Automated Vehicles and Pedestrian Groups: An Intercultural Study on Pedestrians' Street Crossing Decisions. Paper presented at the Mensch und Computer 2021, Ingolstadt, Germany. <https://doi.org/10.1145/3473856.3474004>
- Jones, C. R., Hilpert, P., Gaede, J., & Rowlands, I. H. (2021). Batteries, compressed air, flywheels, or pumped hydro? Exploring public attitudes towards grid-scale energy storage technologies in Canada and the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102228>
- Lee, J., Abe, G., Sato, K., & Itoh, M. (2020). Effects of demographic characteristics on trust in driving automation. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 32(3), 605-612. doi:10.20965/jrm.2020.p0605
- Lee, J. G., & Lee, K. M. (2022). Polite speech strategies and their impact on drivers' trust in autonomous vehicles. *Computers in Human Behavior*, 127. doi:10.1016/j.chb.2021.107015
- Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in Automation: Designing for Appropriate Reliance. *Human Factors*, 46(1), 50-80. doi:10.1518/hfes.46.1.50_30392
- Le Ray, G., & Pinson, P. (2020). The ethical smart grid: Enabling a fruitful and long-lasting relationship between utilities and customers. *Energy Policy*, 140, 111258. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111258>
- Katzeff, C., Hasselqvist, H., Önnvall, E. och Nyström, S. (2018): "Smarta elnät – För vem? Översikt och analys av användaraspekter på smarta elnät för bostäder". Energiforsk, Rapport 2018:870
- Löfblad, E., Rydén, B., & Göransson, A. (2013). Ta Förtroende På Allvar. En syntes av Fjärrsyns forskning om kunders förtroende för fjärrvärmebolagen. Stockholm.
- Manchon, J. B., Bueno, M., & Navarro, J. (2021). From manual to automated driving: how does trust evolve? *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 22(5), 528-554. doi:10.1080/1463922X.2020.1830450
- Meyer-Waarden, L., & Cloarec, J. (2022). "Baby, you can drive my car": Psychological antecedents that drive consumers' adoption of AI-powered

- autonomous vehicles. *Technovation*, 109.
doi:10.1016/j.technovation.2021.102348
- Michaels, L., & Parag, Y. (2016). Motivations and barriers to integrating 'prosuming' services into the future decentralized electricity grid: Findings from Israel. *Energy Research and Social Science*, 21, 70–83.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.06.023>
- Milchram, C., van de Kaa, G., Doorn, N., & Künneke, R. (2018). Moral values as factors for social acceptance of smart grid technologies. *Sustainability (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/su10082703>
- Milchram, C., Künneke, R., Doorn, N., van de Kaa, G., & Hillerbrand, R. (2020). Designing for justice in electricity systems: A comparison of smart grid experiments in the Netherlands. *Energy Policy*, 147(June), 111720.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111720>
- Mueller, C. E. (2020). Examining the inter-relationships between procedural fairness, trust in actors, risk expectations, perceived benefits, and attitudes towards power grid expansion projects. *Energy Policy*, 141(April), 111465.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111465>
- Parrish, B., Heptonstall, P., Gross, R., & Sovacool, B. K. (2020). A systematic review of motivations, enablers and barriers for consumer engagement with residential demand response. *Energy Policy*, 138.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111221>
- Przepiorka, W., & Horne, C. (2020). How Can Consumer Trust in Energy Utilities be Increased? The Effectiveness of Prosocial, Proenvironmental, and Service-Oriented Investments as Signals of Trustworthiness. *Organization and Environment*, 33(2), 262–284. <https://doi.org/10.1177/1086026618803729>
- Raats, K., Fors, V., & Pink, S. (2019). Understanding trust in automated vehicles. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series.
- Ridenour, J., & Lindborg, J. (2018). Optimal Control in a Smart Grid Aggregator: Connecting PV, EV, Energy Storage, and Heating Systems to Solve the Power Problem. 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium, (October).
- Rotter, J. (1967). A new scale for the measurement of interpersonal trust 1. *Journal of Personality.*, 35(4), 651-665.
- Rousseau DM, Sitkin SB, Burt RS, Camerer C. Not so different after all: A cross-discipline view of trust. *Academy of Management Review*, 1998; 23:393–404, p. 395.
- Sovacool, B. K., & Furszyfer Del Rio, D. D. (2020). Smart home technologies in Europe: A critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120(December 2019), 109663.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109663>

- Thronsdén, W., 2017. What do experts talk about when they talk about users? Expectations and imagined users in the smart grid. *Energy Efficiency*, 10(2), pp.283–297.
- Wang, M., Lee, S. C., Kamalesh Sanghavi, H., Eskew, M., Zhou, B., & Jeon, M. (2021). In-vehicle intelligent agents in fully autonomous driving: The effects of speech style and embodiment together and separately. 13th International ACM Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, AutomotiveUI 2021
- Wilson, C., Hargreaves, T., & Hauxwell-Baldwin, R. (2017). Benefits and risks of smart home technologies. *Energy Policy*, 103, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.047>
- Wintersberger, P., Janotta, F., Peintner, J., Löcken, A., & Riener, A. (2021). Evaluating feedback requirements for trust calibration in automated vehicles. *IT - Information Technology*, 63(2), 111-122. doi:10.1515/itit-2020-0024
- Yang, R., Newman, M.W. & Forlizzi, J., 2014. Making Sustainability Sustainable : Challenges in the Design of Eco - Interaction Technologies. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.823–832.
- Yoo, Y., Yang, M. Y., Lee, S., Baek, H., & Kim, J. (2022). The effect of the dominance of an in-vehicle agent's voice on driver situation awareness, emotion regulation, and trust: A simulated lab study of manual and automated driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 86, 33-47. doi:10.1016/j.trf.2022.01.009
- Zhang, Z., Duffy, V. G., & Tian, R. (2021). Trust and Automation: A Systematic Review and Bibliometric Analysis. Paper presented at the Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics).
- Zhou, S., Sun, X., Liu, B., & Burnett, G. (2021). Factors Affecting Pedestrians' Trust in Automated Vehicles: Literature Review and Theoretical Model. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. doi:10.1109/THMS.2021.3112956
- Zio, E. (2016). Challenges in the vulnerability and risk analysis of critical infrastructures. *Reliability Engineering and System Safety*, 152, 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.res.2016.02.009>
- <https://jamesclear.com/great-speeches/the-anatomy-of-trust-by-brene-brown>

TRUSTNENERGY – SOCIALA ASPEKTER PÅ TILLIT TILL AUTOMATISERING I FRAMTIDENS ENERGISYSTEM

TRUSTnEnergy, utforskar betydelsen av tillit i relation till hushållens roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering. Fokus i projektet är tilliten i förhållande till automatiseringen av elsystemet och hur den berör elanvändning i våra hem. Syftet är att belysa vilken roll tillit spelar i relation till hushållens roll i smarta elnät, med särskilt fokus på automatisering för styrning av elanvändning.

Förstudien består av tre delar: en litteraturstudie av forskning om hushållens tillit till smarta elnät; en litteraturstudie av forskning om tillit till automatiserade fordon; samt en intervjustudie av aktörer inom automatisering av elnätet och hushåll som har automatisering i sin bostad.

I forskningslitteraturen om hushållens tillit identifierades tre typer av risker – ekonomiska risker, förlorad kontroll och säkerhets-och integritetsrisker – som hushåll upplevde i samband med ny, automatiserad teknik kopplade till elsystemet i hemmet. Den växande forskningslitteraturen om tillit till automatiserade fordon ger kunskap som kan överföras på människors tillit till smarta elnät. Resultaten från intervjustudien visar att aktörerna tror att den största nyttan som hushållen kommer att uppleva i närtid är en ekonomisk nytta för den automatiserade elanvändningen.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se