



När elbilen flyttar in!



När elbilen flyttar in!

Den sociala och tekniska potentialen med samordnad styrning av värmepumpar och elbilsladdning i småhus

Carolina Hiller

Markus Lindahl

Lars-Henrik Björnsson

Hanna Björner Brauer

Jan Ekman

2025





Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. Hållbarhet, effektivitet och robusthet i bebyggelsen behöver stärkas och utvecklas. Lösningarna behöver samspela för att fungera och utnyttjas. Forskning, utveckling, innovation och kommersialisering spelar en avgörande roll.

I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmet startade 2013 och en andra programperiod pågår mellan 2018 och 2024. Projektet som beskrivs i den här rapporten har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten.

Stockholm, 21 december 2022

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Energimyndigheten tar ställning till framförda slutsatser, resultat eller eventuella åsikter.



Sammanfattning

Med den pågående elektrifieringen av fordonsflottan och den höga förekomsten av värmepumpar i svenska småhus ökar risken för höga eleffekttoppar och stor belastning på elnätet, vilket med införandet av effekttariffer kan leda till höga kostnader för hushållen. För att bidra till att hantera dessa utmaningar har projektet "När elbilen flyttar in!" undersökt hur samordnad styrning av värmepumpar och elbilsladdning i småhus kan minska hushållens effekttoppar och samtidigt styra mot timmar med lågt elpris.

I projektet har simuleringar och en intervjustudie genomförts. Simuleringarna visade att en samordnad styrning av värmepump och elbilsladdning kan minska hushållens elkostnader med upp till 5000 kr per år genom att undvika effekttoppar och utnyttja timmar med lågt elpris. En stor del av besparingen kan allokeras till att undvika höga effekttariffer och kan uppnås genom relativt enkla styrstrategier och flexibilitet i elbilsladdningen. Intervjustudien belyste hushållens syn på flexibilitet och samordning, där hushållen visade sig ha viss flexibilitetspotential som beror på hushållens tidsmässiga, materiella och geografiska förutsättningar. Hushållens värderingar, kompetenser och tidigare erfarenheter hade också betydelse för både möjligheter och utmaningar för flexibilitet. Införandet av effekttariffer, koordinerad flexibilitet mellan värmepumpen och elbilsladdningen och en möjlig samstyrningsfunktion är däremot relativt nya företeelser för hushållen och inte något som de hittills behövt förhålla sig till i någon större utsträckning.

Resultaten visar att det finns både teknisk och social potential för samordnad styrning, men att hushållen behöver tydliga incitament och enkel teknik för att implementera detta i vardagen. I takt med att multipla prissignaler och flexibilitetstjänster introduceras till hushållen, samtidigt som fler tekniker inryms i våra bostäder, kan behovet av en mer automatiserad styrning bli påtagligare än det är idag. Ett viktigt nästa steg är att informera och utbilda hushållen om effekttariffer och flexibilitetens betydelse. Projektets resultat är betydelsefulla i ett större sammanhang då de bidrar till att skapa ett mer hållbart och flexibelt energisystem, vilket är nödvändigt för att möta framtidens energibehov och klimatmål.

Samordnad styrning, energiflexibilitet, värmepumpar, elbilar, effekt, effekttariffer



Summary

Given the ongoing electrification of the vehicle fleet and the high prevalence of heat pumps in Swedish single-family houses, the risk of high power peaks and significant strain on the power grid is increasing. This, combined with the introduction of power tariffs, can lead to high costs for households. To address these challenges, the project "When the electric car moves in!" has investigated how coordinated control of heat pumps and electric car charging in homes can reduce household electricity peak loads while also steering towards hours with low electricity prices.

In the project simulations and an interview study have been conducted. The simulations showed that coordinated control of heat pumps and electric vehicle charging can reduce household electricity costs by up to 5000 SEK per year by avoiding demand peaks and utilizing hours with low electricity prices. A significant portion of the savings can be attributed to avoiding high power tariffs and can be achieved through relatively simple control strategies and flexibility in electric vehicle charging. The interview study highlighted households' views on flexibility and coordination, revealing that households showed some potential for flexibility, which can depend on their temporal, material, and geographical conditions. Households' values, competencies, and previous experiences also played a role in both opportunities and challenges for flexibility. The introduction of power tariffs, coordinated flexibility between heat pumps and electric vehicle charging, and a potential coordinated control function are relatively new phenomena for households and not something they have previously had to consider to a large extent.

The results show that there is both technical and social potential for coordinated control, but households need clear incentives and simple technology to implement this in their daily lives. As multiple price signals and flexibility services are implemented for households, and as more technologies are integrated into our homes, the need for more automated control may become more apparent than it is today. An important next step is to inform and educate households about power tariffs and the importance of flexibility. The project's results are significant in a broader context as they contribute to creating a more sustainable and flexible energy system, which is necessary to meet future energy needs and climate goals.

Coordinated control, energy flexibility, heat pumps, electric vehicles, power, power tariffs



INNEHÅLL

1	INLEDNING	8
1.1	BAKGRUND	8
1.2	SYFTE OCH MÅL	9
1.3	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	10
1.4	TVÄRVETENSKAPLIGT ANGREPPSSÄTT	10
2	SIMULERINGAR AV SAMSTYRNING AV VÄRMEPUMP OCH ELBILSLADDNING	11
2.1	GENOMFÖRANDE AV SIMULERINGSSTUDIEN	11
2.1.1	SIMULERINGSMODELL OCH ANTAGANDEN	12
2.1.2	SIMULERINGSMODELL FÖR SAMSTYRNING	12
2.1.3	VERIFIERING	13
2.2	RESULTAT AV SIMULERINGARNA	14
2.2.1	KÖRMÖNSTER	15
2.2.2	VÄRMEPUMPSTYP	17
2.2.3	HUSETS VÄRMEBEHOV	18
2.2.4	VERIFIERING MED UPPMÄTTA VÄRDEN	19
2.3	SAMSTYRNING MED FLEXIBILITETSTJÄNSTER	20
3	HUSHÅLLENS UTMANINGAR OCH MÖJLIGHETER	23
3.1	GENOMFÖRANDE AV INTERVJUSTUDIEN	23
3.1.1	REKRYTERING AV HUSHÅLL	23
3.1.2	SEMISTRUKTURERADE INTERVJUER	24
3.1.3	ANALYSMETOD	24
3.2	RESULTAT OCH ANALYS FÖR INTERVJUSTUDIEN	24
3.2.1	ANALYS AV DELTAGANDE HUSHÅLL	26
4	DISKUSSION	29
5	SLUTSATSER	33
6	PUBLIKATIONSLISTA	35
7	REFERENSER	36





1 Inledning

Det här projektet har i huvudsak utförts av RISE Research Institutes of Sweden. Därutöver har Högskolan i Dalarna haft en aktiv roll i form av vetenskapligt bollplank och diskussionspartner. I en referensgrupp har det ingått sju företag som har varit behjälpliga som diskussionspartners, med data och kunskap. De deltagande företagen är CTEK (tillverkare av laddboxar), NIBE och Thermia (tillverkare av värmepumpar), Ngenic (leverantör av smart styrning), Falu elnät (elnätsägare), GodEl (elhandelsföretag), och Varberg Energi (energibolag). Projektet har genomförts mellan december 2022 och mars 2025.

1.1 Bakgrund

Det pågår en elektrifiering av det svenska samhället med syfte att skapa ett mer hållbart energisystem, något som man bedömer kommer öka behovet av en flexiblare elanvändning (Regeringskansliet, 2022). Samtidigt har energiomställningen, urbaniseringen och ett åldrande elnät skapat kapacitetsproblem i delar av elnätet (EI, 2020). För att hantera detta ska alla elnätsägare införa så kallade effekttariffer till första januari 2027 (EI, 2022), där en del av priset för elnätavgiften beräknas utifrån hushållets högsta eleffekttoppar under månaden, baserat på medeleffekten per timme. Dessa tariffer syftar till att ge ett incitament för slutanvändarna att skifta elanvändningen i tiden och minska effekttoppar.

Samtidigt håller den traditionella uppdelningen mellan energianvändning kopplad till olika samhällssektorer, såsom transport- och bostadssektorn, på att suddas ut. Bostadens energianvändning och effektuttag påverkas t ex av elektrifieringen av bilflottan (Bunsen et al., 2018) i och med att bilen laddas hemma. Denna förflyttning kommer öka hemmens elförbrukning samtidigt som risken för höga eleffekttoppar blir större om flera stora elförbrukare används samtidigt i bostaden, inte minst i bostäder med både elbilsladdning och värmepump. För att undvika höga effekttoppar, och därmed höga tariffer, behöver villaägare med både elbil och värmepump börja ta hänsyn till om elbilen laddas samtidigt som värmepumpen är i drift. En samordnad styrning av dessa ellaster kan därmed komma att behövas. För hushållen är dock koordinering av dessa samtidiga elanvändningar en ny aspekt att ta hänsyn till och hushållen har inte nödvändigtvis kunskap eller medvetenhet om flexibilitet och samstyrning och hur det kan få en eventuell påverkan på praktiker, vanor och normer i vardagen.

I december 2024 fanns 690 000 laddbara personbilar i Sverige, vilket motsvarar 14% av personbilflottan och den siffran förväntas stiga till cirka 2,5 miljoner laddbara fordon år 2030 (Trafikanalys, 2025). 76% av de laddbara fordon som registrerades under 2020 var av köpare som bor i enfamiljshus (Trafikanalys, 2023a). Samtidigt värms ungefär 900 000 av Sveriges drygt 2 miljoner småhus med en värmepump kopplat till ett vattenburet system (Energimyndigheten, 2024). Med tanke på den höga förekomsten av värmepumpar och den pågående elektrifieringen av fordonsflottan kan således kombinationen av dessa tekniker förväntas öka alltmer i småhus. Ytterligare en anledning till att fokusera på ellaster kopplade till uppvärmning och elbilsladdning är att dessa, inom vissa gränser, kan styras över tid vilket ger en teknisk potential för lägre effekttoppar. Vid en genomgång av befintliga styrfunktioner på marknaden hittar man produkter för dynamisk lastbalansering där man har möjlighet att styra framför allt elbilsladdningen efter huset övriga ellaster (Perific, 2025; CTEK,



2025). Perific har också funktioner för att ställa in en maximal effekt från hushållet eller att manuellt stänga av värmepumpen om man t.ex. vill prioritera elbilsladdningen. Flera företag har också funktioner där värmepumpen eller elbilsladdningen styrs efter variationer i elpris (NIBE, 2025; Ngenic, 2025; Thermia Värmepumpar, 2025; Tibber, 2025a). Däremot har inga funktioner identifierats där man automatiskt samstyr värmepump och elbilsladdning för att undvika effekttoppar. I det här projektet har vid därför gjort simuleringar för att undersöka hur mycket hushåll kan spara på en möjlig samstyrning av värmepumpsanvändningen och elbilsladdning.

Utöver de tekniska aspekterna och tänkbara ekonomiska besparingar har projektet fokuserat på den sociala potentialen med samordnad styrning av värmepumpar och elbilsladdning. Det sociala perspektivet har i detta projekt inneburit att undersöka hushållens syn på när fler ellaster, och då i första hand elbilen, blir en del av hemmet och hur hushållen påverkas av en samstyrning av uppvärmning och elbilsladdning. Det har handlat om hur flexibla hushållen kan tänka sig vara i sin användning av värmepumpen och elbilen, eftersom det kan krävas för att möjliggöra en samstyrning och hålla nere effekttoppar. Det har också handlat om hur hushållen ser på en automatiserad tjänst eller funktion med samordnad styrning av de två teknikerna. Tidigare forskning visar att högre och varierande elpriser, såsom under vintern 2022/2023, tillsammans med införandet av effekttariffer, skickar tydliga signaler till hushållen att energi- och effekthantering behöver beaktas för att hålla kostnaderna nere (Björner Brauer et al., 2024; Gram-Hanssen et al., 2024). Men många hushåll håller fortfarande på att lära sig om sin elanvändning, hur de kan vara mer flexibla och hantera användningen av energiintensiva tekniker, såsom elbil och värmepump, i relation till effekttoppar och prissignaler (Henriksen et al., 2021; Hofman & Lindberg, 2024; Gram-Hanssen et al., 2024; Katzeff et al., 2017). Vidare visar tidigare forskning att även om smarta funktioner och styrning många gånger framhålls som en möjliggörare för flexibilitet (Kaviani et al., 2023; Pink et al., 2024; Strengers et al., 2019) och som något som kan öka bekvämligheten för hushåll (Brich et al., 2014), finns utmaningar med tilliten till systemen (Katzeff et al., 2022), liksom att hitta en balans mellan automation av teknik i bostäder och möjligheten för användarna att styra själva (Katzeff et al., 2017). Med fokus på samstyrning, flexibilitet och koordinerad användning av värmepumpen och elbilsladdningen genomfördes djupintervjuer med hushåll som idag har erfarenhet av båda dessa tekniker.

I den här rapporten redovisas simuleringsresultaten utförligt, medan intervjustudiens huvudsakliga resultat summeras översiktligt, där en mer ingående analys presenteras i en vetenskaplig artikel (Hiller et al., 2025).

1.2 Syfte och mål

Projektets huvudsyfte är att undersöka hushållens utmaningar och möjligheter när en ny elast i form av elbilsladdning tillkommer till småhus som värms med värmepump, och blir en del av hemmets totala effektförbrukning. Projektet undersöker, från både ett tekniskt och ett socialt perspektiv, hur en samordnad styrning av bostadens värmepump och elbilsladdning kan genomföras med syfte att minska småhus eleffekttoppar samtidigt som de boendes vardagliga praktiker beaktas. Målet är att kunskapen från projektet kan hjälpa till att bidra till att minska småhusens kostnader för energi och effekt, liksom att bidra till att motverka kapacitetsbrist i de lokala elnäten.



1.3 Omfattning och avgränsningar

Projektet fokuserar på småhus med värmepump och elbilsladdare under svenska förhållanden, t.ex. för utomhustemperatur, byggstandard, elpriser och effekttariffernas utformning. Värmepumpen antas producera värme till både uppvärmning och tappvarmvatten och värmepumpen antas vara kopplad till ett vattenburet system för distribution av värmen. Hushåll som använder luft-luftvärmepumpar ingår därmed inte i studien.

1.4 Tvärvetenskapligt angreppssätt

Projektet har genom en tvärvetenskaplig ansats undersökt både den tekniska och sociala potentialen av samordnad styrning av värmepumpar och elbilsladdning i småhus. Ett tvärvetenskapligt angreppssätt har möjliggjort nära samverkan mellan både tekniska och sociala faktorer, där realiserbarheten av en styrning av de aktuella ellasterna i människors hem undersökts tillsammans med de utmaningar och möjligheter det medför för hushållen.

Simuleringarna som använts för att undersöka den tekniska potentialen och tänkbara ekonomiska besparingar av en samstyrning beskrivs i kapitel 3, medan intervjustudien med hushåll för att utforska den sociala potentialen med samstyrning, flexibilitet och koordinerad användning av de aktuella teknikerna presenteras i kapitel 4. I diskussionen i kapitel 5 belyser vi intressanta insikter från både det tekniska och sociala perspektivet.



2 Simuleringar av samstyrning av värmepump och elbilsladdning

Kapitel 2 fokuserar på den tekniska potentialen och möjliga ekonomiska besparingar med att samstyra värmepump och elbilsladdning för en svensk villa genom att hålla effekttopparna nere och samtidigt styra elanvändningen mot timmar med låg elpris. Genom simuleringar har ett hushålls totala elkostnader (elförbrukning och nätavgifter) studerats, för att svara på hur en samstyrning av värmepump och elbilsladdning påverkar dessa jämfört med en ursprunglig lastprofil utan styrning. Fokus ligger på hushåll som bor i ett enfamiljshus där värme och varmvatten produceras med hjälp av en värmepump och där värmen distribueras i huset via ett vattenburet system. Därutöver har hushållet en elbil som laddas hemma under natten. Det finns en stor variation hos sådana hushåll vad gäller typ av hus, byggnadsår, geografiskt läge, väder, elavtal, bilanvändning, övrig elkonsumention etc. För många av parametrarna har vi i studien försökt välja typvärden, medan andra värden varierar för att se hur resultaten påverkas.

2.1 Genomförande av simuleringstudien

Syftet med simuleringarna har varit att ta fram och utvärdera den ekonomiska besparingspotentialen med en styrstrategi för ett småhus som inkluderar både värmepumpens uppvärmning och laddning av hushållets elbil. Styrstrategin tar hänsyn till både effekttariffer och ett varierande spotpris på el. Kostnaderna hålls nere genom att hålla effekttopparna låga och samtidigt styra värmepumpens och elbilsladdningens elförbrukning till de timmar när elpriset är lågt. För att bedöma besparingspotentialen jämförs den framtagna strategin med andra enklare styrstrategier och ett referensfall där elbilen laddas så snabbt som möjligt vid hemkomst på eftermiddagen samtidigt som värmepumpens värmeproduktion som vanligt styrs av utomhustemperaturen. För småhus med ett timpris på el och en nätavgift som bestäms av husets effekttoppar, riskerar styrstrategier som enbart fokuserar på elpriset att leda till högre nätavgifter på grund av de höga effekttopparna. På samma sätt riskerar en strategi som enbart fokuserar på att hålla nere effekttopparna att leda till en onödigt hög elförbrukning under timmar med högt elpris. Därför har projektet fokuserat på potentialen hos en styrstrategi som tar hänsyn till båda dessa prissignaler.

För att verifiera att de simulerade hushållens effekttoppar är rimliga har data från simuleringarna jämförts med data från ett antal verkliga hushåll som har elbil och värmepump. Ett syfte med jämförelsen är att bedöma risken för att man i verkliga hushåll har vissa timmar med höga effekttoppar från andra elförbrukare än elbilen och värmepumpen och som inte är kopplat till den vardagliga elförbrukningen, något som i så fall skulle kunna missas i simuleringarna, som i hög grad bygger på typvärden snarare än extremvärden.

Slutligen har en kvalitativ analys genomförts med fokus på hur den tekniska potentialen och de ekonomiska besparingarna kopplat till samstyrningen av elbilsladdare och värmepump påverkas om man samtidigt tillgängliggör teknikerna för att leverera flexibilitetstjänster till t.ex. Svenska kraftnät balansmarknader eller till en lokal flexibilitetsmarknad.



2.1.1 Simuleringsmodell och antaganden

Simuleringsmodellen har byggts upp i Python 3.8.10 (2021) och simuleringarna baseras i grundfallet på en fiktiv typvilla på 160m² och ett värmebehov på 9kW den kallaste timmen på året. Villans värmebehov täcks av en värmepump som också producerar varmvatten. När kompressorns värmeeffekt inte räcker till går värmepumpens tillsatsvärmare in och täcker det resterande värmebehovet med hjälp av elpatronen. I simuleringarna har vi studerat två typer av värmepumpar, dels en bergvärmepump (värmeeffekt 8kW) som enbart använder tillsatsvärmaren när det är riktigt kallt ute, dels en frånluftsvärmepump med en kompressor med förhållandevis liten värmeeffekt (3kW) och som därmed kräver tillsatsvärme när utomhustemperatur går under 3°C. Villan antas vara belägen i Norrköping, och utomhustemperaturer har slumpats fram baserat på historiska data från SMHI (2024) för 2021, medan verkliga historiska elpriser för SE3 under 2021 har använts (ENTSO, u.å.). Valet av placeringsort beror på att stadens klimat bedömdes vara representativt för en typisk stad i SE3, samtidigt som det fanns god tillgång på klimatdata för Norrköping.

Hushållet har också en elbil som följer ett eget körmönster och laddas hemma varje natt med en 11kW-laddare. I simuleringarna antogs att bilen laddas dagligen efter att den har kommit hem på eftermiddagen med målet att den ska vara fulladdad igen morgonen efter. För att modellera hushållets elbilsanvändning används 431 körmönster från verkliga svenska personbilar insamlade med GPS (Karlsson, 2013). Varje hushåll antas ha en elbil med 50kWh batteri och en energiförbrukning på 0.2kWh per km som följer ett av de uppmätta körmönstren. Övrig hushållsel samt elanvändning kopplat till värmepumpens varmvattenproduktion antogs inte kunna styras utan ligger som en baslast.

Två olika exempel på prismodeller för elnätsavgifter som båda har en komponent kopplad till en effekttariff har studerats. Dessa baseras på verkliga tariffer från 2023 för Göteborg Energi (2024) och Mälarenergi (2024). En anledning till att just dessa tariffer valdes var för att kunna studera två exempel på elnätstariffer med olika utformning för att se hur resultaten påverkas. En tydlig skillnad mellan tarifferna är att Göteborg Energis tariff baseras på de tre högsta topparna varje månad oberoende av när de inträffar på dygnet, medan Mälarenergis tariff har en uppdelning med olika taxor för "högpri"-tider respektive "lågpris"-tider. "Högpri" definieras som vardagar kl. 07:00-20:00 under november till mars medan övrig tid definieras som "lågpris". Mer detaljerad information om vilka data som har använts och vilka antaganden som har gjorts i modellen finns i bilaga 1.

2.1.2 Simuleringsmodell för samstyrning

Samstyrning refererar i det följande till att styra elbilsladdningen och värmepumpens rumsuppvärmning för att minska hushållets totala elkostnad genom att konsumera el vid den mest optimala tidpunkten. Styrningen handlar således om laststyrning och inte om att minska kostnaden för el genom att minska energiförbrukningen, mätt i kWh. För de betraktade fallen finns det tre faktorer som gör det möjligt att minska elkostnaden genom att styra ellasterna i tiden:

1. Spotprisets variation (kr/kWh)
2. Nätavgifter med effekttariffer (kr/kW)
3. Variationer i effekttariffens storlek mellan hög- och lågpristider

Dessa faktorer behöver tas hänsyn till samtidigt för att erhålla en optimal laststyrning. Hur samstyrningen går till utifrån fem olika styrstrategier beskrivs härnäst.



2.1.2.1 Styrstrategier

Den framtagna styrstrategin för kombinerad värmepumpsdrift och elbilsladdning börjar med att planera in värmepumpens uppvärmning av huset, därefter planeras elbilsladdningen in. Övrig hushållsel och värmepumpens produktion av tappvarmvatten styrs inte, utan ligger som en baslast och beräknas in husets totala eleffekt och elanvändning.

Värmepumpen styrs så att husets uppvärmning flyttas i tiden till timmar med lågt elpris, samtidigt som hushållets totala eleffekt, om möjligt, hålls under tidigare maxvärden för den aktuella månaden. Då flexibilitet kopplat till uppvärmning beror på husets termiska tröghet och skiljer från hus till hus har vi i studien antagit ett hus som klarar att man under en tidsperiod på åtta timmar fritt kan styra uppvärmningen baserat på när det är billigast att tillgodose husets värmebehov. En ny period börjar när man är tillbaka på noll, det vill säga, den tid då uppvärmningen av huset (i kWh) är lika stor som den skulle ha varit utan styrning. Att huset klarar flytta uppvärmningen inom perioder på åtta timmar betyder inte att dessa perioder alltid är åtta timmar. Styralgoritmen bestämmer periodlängden, från en till åtta timmar, för en period i taget. Ju större variation det är i spotpriset på el under en period ju större potential finns det att minska uppvärmningskostnaden under denna period, så största minskningen av uppvärmningskostnaden kommer i många fall att erhållas genom att välja ut perioder med stor spotprisvariation, vilket kommer att bestämma periodlängderna.

Efter att husets uppvärmningsbehov tillgodosetts planeras elbilsladdningen in och ellasten från elbilsladdningen adderas till de andra ellasterna, återigen med hänsyn till effekttoppar och tider med billigast elpris. I studien antar vi att elbilen kopplas in på kvällen och laddas fullt varje natt.

Denna framtagna strategi för samstyrningen jämförs med fyra andra, enklare, styrstrategier där det endast är strategin för elbilsladdningen som varierar. Den framtagna strategin och de fyra varianterna för elbilsladdningen är:

- A Laddar med fokus på lågt elpris och låga effekttoppar (den framtagna strategin för samstyrningen)
- B Laddar med fokus på lågt elpris, men startar tidigast kl. 00:00
- C Laddar med fokus på låga effekttoppar, men startar tidigast kl. 00:00
- D Laddar oaktat prissignaler, men startar tidigast kl. 00:00
- E Laddar oaktat prissignaler och obehindrat, snabbast möjligt när bilen kopplas in (referensfall)

För var och en av strategierna för elbilsladdningen kan simuleringarna utföras med eller utan en aktiv styrning av värmepumpsdriften, där uppvärmningen antingen planeras in baserat på elpriser och effekttoppar, eller styrs enbart av utomhustemperaturen, vilken är den vanligaste styrstrategin för uppvärmning hos dagens värmepumpar. I båda fallen planeras elbilsladdningen in baserat på värmepumpen och övriga ellaster i hushållet.

2.1.3 Verifiering

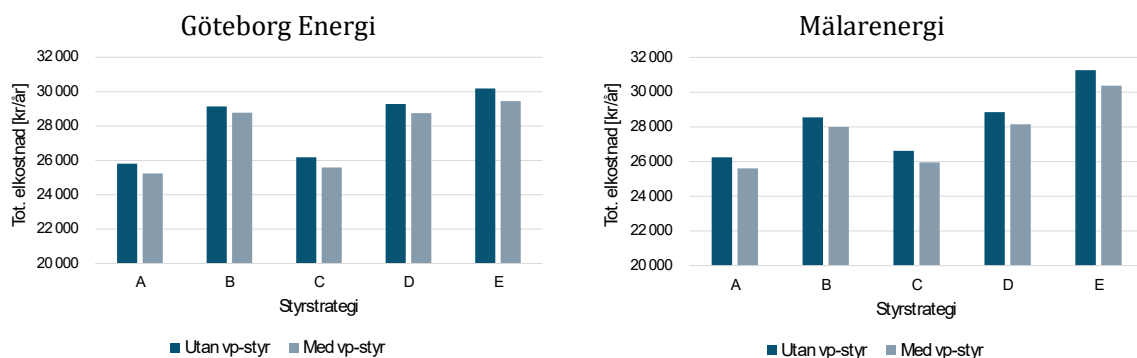
För att verifiera att de simulerade hushållens effekttoppar är rimliga har data från simuleringarna jämförts med data från ett antal verkliga hushåll som har elbil och värmepump. I verifieringen har data från simuleringarna jämförts med data från 13 verkliga hushåll med elbil och värmepump. Av de 13 hushållen har 12 en ren elbil och ett har en hybrid. För uppvärmning använder 7st en bergvärmepump,



5st frånluftsvärmepump och ett hushåll en luft-vattenvärmepump. Data är baserad på timdata på elförbrukning under 2023 för ett urval av Godels och Ngenics kunder. De simulerade värden som används som jämförelse inkluderar ingen smart styrning, utan elbilen antags laddas så snabbt som möjligt så snart man kommer hem, samtidigt som värmepumpen styr sin värmeproduktion efter utetemperaturen som vanligt (dvs referensfallet E). De simulerade fallen representerar hushåll med olika långa körsträckor och en bergvärmepump eller en frågluftsvärmepump. Liksom för de övriga simuleringarna har elbilen antagits kunna ladda med en maxeffekt på 11kW, medan huset har en 20A säkring, vilket motsvarar en högsta möjlig effektförbrukning på 14kW för hushållet.

2.2 Resultat av simuleringarna

I Figur 2-1 nedan visas medelkostnaden för el för ett hushåll med bergvärmepump och elbil beroende på vald styrstrategi för laddning och uppvärmning. Resultaten inkluderar alla kostnader för el så som fasta avgifter, elhandel och elnätsavgifter.



Figur 2-1. Årlig total elkostnad i medel beroende på styrstrategi (inkl. fasta avgifter, elhandel och nätavgift) med och utan optimering av värmepumpsdriften. Resultaten visas för ett hushåll med bergvärmepump med Göteborg Energis elnätsavgift till vänster och Mälarenergis elnätsavgifter till höger, notera att grafens y-axel inte börjar vid noll. Översikt styrstrategier: A: Lågt pris och låga effekttoppar (den framtagna strategin). B: Lågt pris, start tidigast kl. 00:00. C: Låga effekttoppar, start tidigast kl. 00:00. D: Starta tidigast kl 00:00. E: Ladda obehindrat, snabbast möjligt (referensfall).

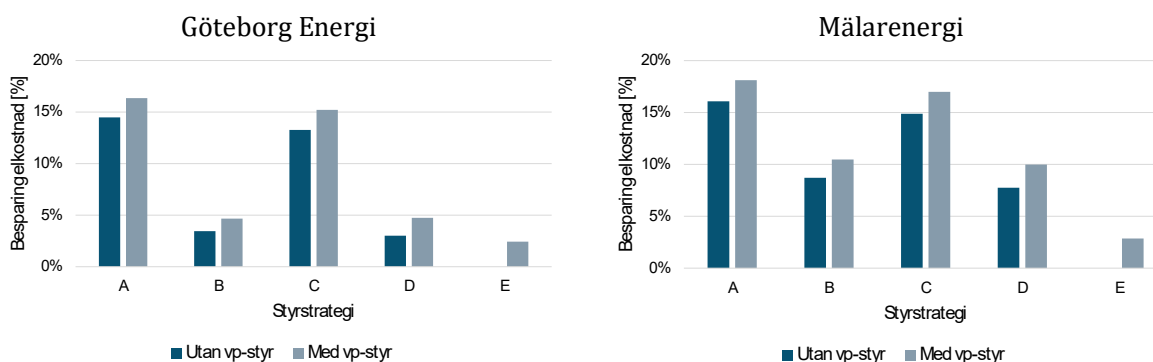
Variationer i elpriserna mellan olika år spelar också en stor roll för resultaten. År 2022 hade till exempel högre elpriser jämfört med 2021 (som vi har utgått från) och 2023, vilket ledde till att besparingarna från samstyrning var cirka 40 % högre under 2022 jämfört med de andra åren.

Att optimera både elbilsladdning och värmepumpsdrift för att minimera kostnader för både effekttariff och elpris ger den lägsta totalkostnaden (A), medan det ostyrda fallet med omedelbar laddning (E) resulterar i de högsta kostnaderna. Skillnaden uppgår till cirka 5000 kr/år. Noterbart är att strategin där man minimerar effekttariffer samtidigt som laddningen förskjuts till efter midnatt (C) bara ger något högre årskostnad än den fullständiga optimeringen (A), vilket antyder att en stor del av besparingspotentialen är kopplad till att hålla effekttopparna nere och att flytta konsumtion till timmar med billigare el kan uppnås genom att flytta elbilsladdningen till nattetid. Något som också framgår om man jämför att enbart förskjuta laddningen till efter midnatt (D) med styrstrategin som



startar vid midnatt och samtidigt aktivt styr mot timmar med lägre elpris (B), besparingen för de två fallen är nästan lika stor.

Baserat på den totala elkostnaden har besparingen även beräknats i procent jämfört med referensfallet, det vill säga om man inte har någon styrning och laddar sin elbil obehindrat så snabbt som möjligt (styrstrategi E), se Figur 2-2. Besparingarna varierar från några få procent till 18%. Här syns en intressant skillnad när man jämför resultaten för Göteborg Energi och Mälarenergi för styrstrategi B och D. Eftersom Mälarenergi har en uppdelning av sin effekttaxa i en hög- och en lågprisdal, med en betydligt lägre taxa på natten, får man en betydligt större besparing (8-10%) genom att flytta laddningen till natten med Mälarenergis taxa, jämfört med Göteborg Energi där besparingen kopplat till att flytta laddningen till natten är 3-5%.



Figur 2-2. Procentuell besparing i total elkostnad per år i medel, jämfört med ingen styrning (styrstrategi E). Resultaten visas för Göteborg Energis elnätsavgifter till vänster och Mälarenergis elnätsavgifter till höger. Översikt styrstrategier: A: Lågt pris och låga effekttoppar (den framtagna strategin). B: Lågt pris, start tidigast kl. 00:00. C: Låga effekttoppar, start tidigast kl. 00:00. D: Starta tidigast kl 00:00. E: Ladda obehindrat, snabbast möjligt (referensfall).

Det som också framgår av Figur 2-2 är att besparingen ökar med runt 2%-enheter när man inkluderar styrningen av värmepumpens drift i styrstrategin, jämfört med om man enbart styr elbilsladdningen och låter värmepumpen styra som vanligt på utomhustemperaturen. Däremot bygger resultaten fortfarande på att elbilen vet om och kan styra laddningen baserat på värmepumpen och övriga ellaster i hushållet. Under de förutsättningarna utgör värmepumpsstyrningen endast en mindre del av den totala besparingspotentialen.

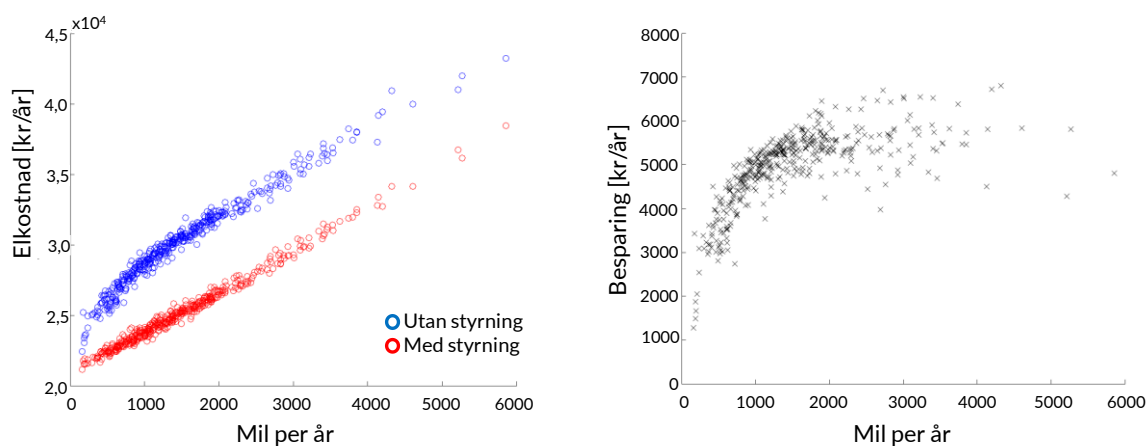
I följande avsnitt kommer vi fokusera på hur tre faktorer kan påverka simuleringsresultaten och den ekonomiska besparingen. Först presenterar vi körmönstrets betydelse, följt av hur de två värmepumpstyperna påverkar och slutligen beaktas betydelsen av olika värmebehov.

2.2.1 Körmönster

I detta avsnitt utgår vi från de ca 400 körmönstren som vi baserar elbilsladdningen på i simuleringarna, där varje körmönster representerar ett separat hushåll. De totala elkostnaderna för varje hushåll visas till vänster i Figur 2-3, där kostnaderna presenteras för två av styrstrategierna: referensfallet utan styrning (styrstrategi E) i blått och den framtagna strategin för samstyrningen (A)

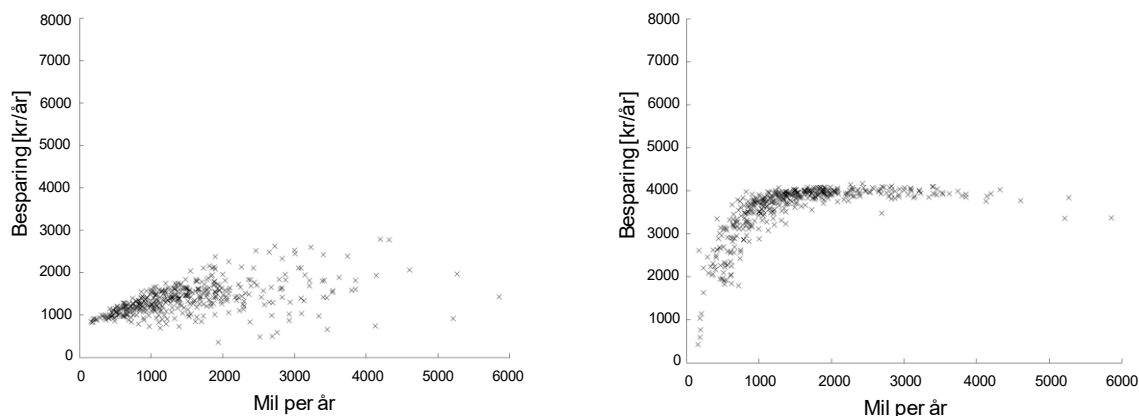


i rätt. Som väntat leder en längre årlig körsträcka till högre elkostnader på grund av ökad elförbrukning. Den högra delen av Figur 2-3 visar den årliga besparingen, beräknad som skillnaden mellan de två styrstrategierna. Som framgick av kapitel 2.2 uppgick den genomsnittliga besparingen till cirka 5 000 kr/år, vilket representeras av hushåll som kör drygt 1000 mil om året. För hushåll med samma årliga körsträcka kan besparingarna variera med upp till 40%, vilket främst beror på variationen i de dagliga körsträckorna. Om körningen sprids ut över många dagar ger det större flexibilitet i laddningen, vilket möjliggör högre kostnadsbesparingar, jämfört med färre dagar med mer intensiv körning och laddning.



Figur 2-3. Vänster: Total kostnad [kr/år] per hushåll sorterat efter årlig körsträcka, för den framtagna strategin för samstyrningen i rätt (styrstrategi A) respektive utan styrning i blått (E). Höger: Årlig total besparing [kr/år] beräknad som differensen i total kostnad mellan styrstrategi E och A, sorterad efter årlig körsträcka. Resultaten baseras på en bergvärmepump och en effekttariff från Göteborg Energi.

I Figur 2-4 har den årliga besparingen delats upp efter hur mycket som kan allokeras till styrning på lägre elpris och hur mycket som kan allokeras till lägre effektagifter. Ungefär en tredjedel, eller i genomsnitt 1500 kr/år, uppnåddes genom att flytta förbrukningen till timmar med lägre elpris. Samtidigt som två tredjedelar av besparingen, eller i genomsnitt 3500 kr/år, var kopplat till lägre effektagifter. Kraftiga öknings i elpris, såsom under elkrisen 2022/2023, påverkar givetvis siffrorna och fördelningen.



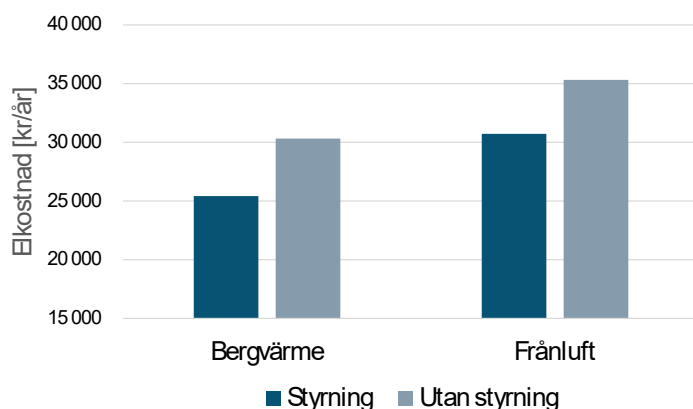
Figur 2-4. Vänster: Årlig besparing [kr/år] allokaterat till att elförbrukningen flyttats till timmar med lägre elpris, sorterat efter årlig körsträcka. Höger: Årlig besparing [kr/år] från minskade effekttariffkostnader, sorterat efter årlig körsträcka.

Den årliga besparingen från samstyrning ökar tydligt med körsträckan upp till cirka 1 000–1500 mil per år, varefter den planar ut. En del av förklaringen är att en stor del av besparingen består av minskade kostnader för effekttariffer, och dessa minskar inte ytterligare när man kör fler mil. Faktum är att en ökad körsträcka kan göra det svårare att uppnå samma nivå av besparing på effekttariffer, vilket framgår till höger i Figur 2-4, där besparingen från effekttariffer är relativt konstant efter 1 000 mil för att sedan avta lätt vid riktigt långa körsträckor. Den del av besparingen som är kopplad till elpriset (vänster i Figur 2-4) uppvisar en större variation och är mer beroende av bilistens körmönster.

I grundfallet antas elbilen laddas dagligen, men om laddningen istället sker vid behov minskar antalet laddningstillfällen, samtidigt som den mängd el som laddas vid varje tillfälle ökar. Detta påverkar inte besparingen kopplad till effekttariffer i någon större utsträckning, men kostnadsbesparingarna relaterat till elpriset minskar markant och kan ibland till och med bli negativa. I de fall där vi ser att styrning ger en högre elkostnad jämfört med det ostyrda fallet (E), har styrningen lett till att elförbrukningen har flyttats från billigare till dyrare timmar för att hålla effekttariffen nere. Medelbesparingen sjunker med knappt 20%, vilket motsvarar cirka 900 kr årligen, när bilen inte laddas dagligen.

2.2.2 Värmepumpstyp

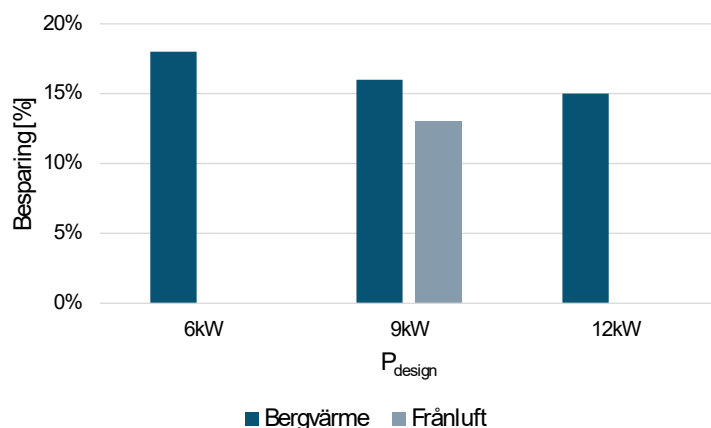
I Figur 2-5 jämförs de totala elkostnaderna för ett hushåll beroende på typen av värmepump, där värmepumpen antingen är en bergvärmepump med en 8kW kompressor eller frånluftsvärmepump med en 3kW kompressor. Den betydligt mindre kompressorn för frånluftsvärmepumpen medför att värmepumpens tillsatsvärmare som består av en elpatron med COP 1, måste vara mer aktiv. Det resulterar i en 19% högre elförbrukning och därmed högre elkostnader på runt 35 000 kr/år jämfört med drygt 30 000 kr/år för bergvärmepumpen. Däremot är besparingspotentialen ungefär lika stor, 5300 kr/år för bergvärmepumpen och 5000 kr/år för frånluftsvärmepumpen.



Figur 2-5. Årlig total elkostnad i medel för en bergvärmepump och en frånluftsvärmepump. Den framtagna strategin för samstyrning (styrstrategi A) visas jämte referensfallet utan styrning (E). Figuren visar medelkostnaden för en effektavgift baserad på Göteborg Energis och Mälarenergis taxa.

2.2.3 Husets värmebehov

Husets effektbehov den kallaste dagen (P_{design}) var för vår typvilla antagen till 9kW. Effektbehovet varierades för att motsvara ett 30% lägre eller högre värmebehov, vilket påverkade den totala elkostnaden. Kostnaden minskade med cirka 10% vid lägre värmebehov och ökade med ungefär 10% vid högre värmebehov. Som framgår av Figur 2-6 ökar besparingspotentialen med ett mindre värmebehov, där ett 30% lägre värmebehov (P_{design} 6kW) ger en besparing på 18% för styrningen (styrstrategi A jämfört med E). Vid ett 30% högre värmebehov (P_{design} 12kW) sjönk besparingspotentialen till omkring 15%. Notera att man får en högre procentuell besparing med ett litet P_{design} , däremot är besparingen i kronor ungefär lika stor, oberoende av storleken på P_{design} .



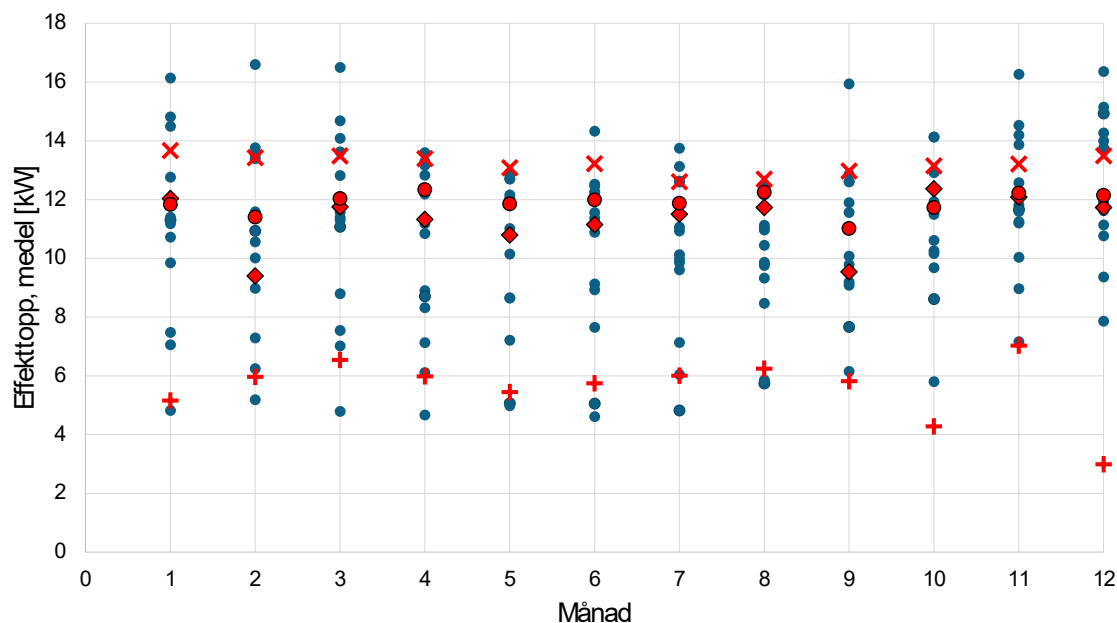
Figur 2-6. Procentuell besparing i total elkostnad per år i medel vid olika värmebehov, uttryckt i husets effektbehov den kallaste dagen, P_{design} . Besparingen jämför den framtagna strategin för samstyrning (styrstrategi A) med referensfallet med ingen styrning (styrstrategi E). För typvillan med P_{design} 9kW visas besparingarna för båda värmepumpstyperna, för de två övriga effektbehoven visas besparingen för bergvärmepumpen.



2.2.4 Verifiering med uppmätta värden

För att verifiera rimligheten i de simulerade hushållens effekttoppar har data från simuleringarna jämförts med data från 13 verkliga hushåll med elbil och värmepump, se Figur 2-7 nedan. Figuren visar medelvärdet av de tre högsta effekttopparna under respektive månad, baserad på timdata för ett urval av Godels och Ngenics kunder. De simulerade värden som visas som jämförelse inkluderar ingen smart styrning, utan elbilen antas laddas så snabbt som möjligt så snart man kommer hem, samtidigt som värmepumpen styr sin värmeproduktion efter utetemperaturen som vanligt (dvs referensfallet E). De simulerade fallen representerar hushåll med en bergvärme- eller frånluftsvärmepump och en elbil som går olika långa körsträckor.

Figur 2-7 visar att de antagna värdena som används i simuleringarna ger effekttoppar i samma storleksordning som i verkliga hushåll. Ett syfte med jämförelsen är att bedöma risken att man i verkliga hushåll har vissa timmar med höga effekttoppar från andra elförbrukare än elbil och värmepump och som inte är kopplat till den vardagliga elförbrukningen, något som i så fall skulle kunna missas i simuleringarna som i hög grad bygger på typvärden. I de simulerade fallen är det främst elbilens körsträcka som avgör hur höga effekttopparna blir. Simuleringen som visas som "+" i figuren motsvarar en bil med kort körsträcka vilket också resulterar i låga effekttoppar, medan "x" som baseras på en elbil med lång körsträcka har de högsta topparna av de simulerade fallen. Eftersom de simulerade fallen, oavsett körsträcka, är i samma storleksordning som de flesta av de verkliga hushållens effekttoppar kan man anta att effekttoppar på grund av andra elförbrukare inte är vanligt förekommande och att de simulerade hushållens effekttoppar är representativa för verkliga hushåll.



Figur 2-7. Medel av hushållens tre högsta effekttoppar (kWh/h) per månad för 13 verkliga hushåll med värmepump och elbil (mörkblått) jämfört med fyra simuleringar från vår modell (rött).

2.3 Samstyrning med flexibilitetstjänster

Resultaten från projektets simuleringar visar att samstyrning av elbilsladdning och värmepumpens drift kan leda till reducerade kostnader för villahushållen genom att de undviker höga effekttoppar samtidigt som de köper el när priset är lågt. Förutom lägre kostnader kopplat till effekttariff och inköpt el kan man också använda elbilsladdning och värmepumpar som resurser för att leverera flexibilitetstjänster. Till exempel kan smart elbilsladdning kombineras med frekvensreglering (Tibber, 2025b; Varberg Energi, 2025). Det finns också exempel på värmepumpar som agerar på lokala flexibilitetsmarknader (Ngenic, 2021). Genom att få ersättning för dessa tjänster kan villaägaren sänka sina elkostnader ytterligare men det riskerar att också göra styrningen mer komplex. Exempelvis har Stikvoort et al. (2024) visat på svårigheten för hushåll att styra på två olika prissignaler, att införa och optimera på ännu fler prissignaler kommer ytterligare att komplicera styrningen och det finns risk att det påverkar den primära funktionen och dess effektivitet.

Projektets resultat antyder att man kan ersätta avancerad styrning med förenklade strategier och ändå nå en förhållandevis stor besparing. Styrningen kan också utföras manuellt med hjälp av information om morgondagens elpriser och kunskap om effekttariffens utformning. Att delta i frekvensregleringstjänster eller lokala flexibilitetsmarknader kräver dock att man överlåter styrningen av sina resurser till en aggregator eller motsvarande.



När elbilsaddare och värmepump används för att leverera flexibilitet till Svenska kraftnäts marknad för frekvensreglering eller till en lokal flexibilitetsmarknad så som Sthlmflex eller Effekthandel Väst, finns en risk att deras tillgänglighet för laddning och uppvärmning påverkas. Frekvensreglering kräver att enheterna snabbt kan öka eller minska sin elförbrukning för att balansera elnätet. Detta kan innebära att laddning av elbilar eller uppvärmning med värmepumpar måste skjutas upp eller avbrytas, vilket kan minska möjligheten att utnyttja låga elpriser och undvika effekttariffer. Hur stor påverkan blir beror till stor del på behovet av uthållighet i flexibilitetstjänsterna. Med "uthållighet" avses hur länge resurserna behöver kunna upprätthålla sin funktion för att bidra till balansen i elsystemet. Exempelvis kräver frekvensregleringstjänsten FCR-D upp och FCR-D ned en uthållighet på 20 minuter medan FCR-N, aFRR och mFRR kräver uthållighet upp till en timma, se Tabell 1.

Tabell 1. Sammanställning av Svenska kraftnäts krav på responstid och uthållighet för stödtjänster (SvK, 2023; SvK, 2025).

	Responstid 1	Responstid 2	Uthållighet
FFR	0,7 s 1,0 s 1,3 s		30 eller 5 s, redo för återaktivering inom 15 min
FCR-N	63% inom 60 s	100% within 3 min	1 h
FCR-D	50% inom 5 s	100% within 30 s	20 min
aFRR	100% inom 2 min		1 h
mFRR	100% inom 15 min		1 h

Kravet på uthållighet för Svenska kraftnäts stödtjänster visar att om elbilen och värmepumpen aktiveras av tjänsten lika länge som kravet på uthållighet kan det påverka hushållets effekttoppar de timmar stödtjänsten aktiveras. Men eftersom effekttoppen beräknas som energiförbrukning per timme (kWh/h) och den faktiska aktiveringstiden många gånger är betydligt kortare än kravet på uthållighet blir påverkan på hushållets effekttopp i de flesta fall liten.

Det är också möjligt att hushållen vill agera på lokala flexibilitetsmarknader, så som Effekthandel Väst, Sthlmflex eller Uppsala flex. Där är den förväntade uthålligheten ofta en eller flera timmar (Göteborg Energi, 2025; SvK, 2022). Det är därmed större risk att ett deltagande på en lokal flexibilitetsmarknad påverkar hushållets effekttoppar och möjligheten att styra efter elpriset. Än så länge har deltagandet på lokala flexibilitetsmarknader främst rört sig om att styra ner elförbrukningen under några få timmar de kallaste dagarna på året, detta kan dock komma att ändra sig längre fram så att också en ökad elförbrukning efterfrågas. Att styra ner sin elförbrukning genererar inga höga effekttoppar men risken finns att man får höga toppar efteråt när värmesystem eller elbilsaddning ska köra ikapp. Eftersom effekttavgiften i flera elnät bestäms av värdet på de högsta topparna under månaden kan det göra att det kan räcka med ett fåtal aktiveringstillfällen under månaden för att effekttavgiften ska påverkas.

För att leverera effekt till frekvensreglering eller en lokal flexibilitetsmarknad är kraven ofta att man ska kunna leverera 50-100kW eller mer. Enskilda hushåll deltar dock redan på flera marknader genom så kallade aggregatorer, exempelvis genom elbilsaddning på marknaderna FCR-D och FCR-N (Tibber, 2025b; Varberg Energi, 2025) men också genom stationära batterier på Effekthandel Väst (CheckWatt,



2025). Genom att resurserna aggregeras är det också i princip möjligt att enskilda hushåll deltar med kortare uthållighet för att inte störa eventuell pågående laddning eller uppvärmning för mycket.

För att summera, att tillgängliggöra elbilsladdare och värmepumpar för flexibilitetstjänster kan ha ett betydande värde. Genom att bidra till frekvensreglering kan dessa resurser hjälpa till att stabilisera elnätet. Det kan också ge ekonomiska intäkter till hushållet, då deltagande i flexibilitetstjänster ofta ger ersättning från nätoperatörer. Det finns som sagt en risk att deltagande i flexibilitetstjänsterna stör pågående elbilsladdning och värmepumpsdrift men eftersom elpriser, effekttariff och ersättning för tjänsterna ofta är kända flera timmar i förväg borde det också vara möjligt att avstå deltagande om det skulle leda till ökade kostnader för elbilsladdning eller värmepumpsdrift. Detta tyder dock på att mer avancerad styrning eller en koordinerad tjänst behövs för att hushållen och deras "flexibilitetsresurser" ska kunna svara mot de multipla prissignalerna, med möjlighet till "opt-out" om det behövs.



3 Hushållens utmaningar och möjligheter

I detta kapitel presenteras intervjustudien med hushållen där fokus har varit att utforska den sociala potentialen med samstyrning, flexibilitet och koordinerad användning av värmepumpen och elbilsladdningen. Vi har valt att göra intervjuer för att få en djupare förståelse för människors vardag, vanor och förutsättningar kopplat till elbilsanvändningen, och upplevelsen av värmesystemet och inomhusklimatet. Intervjuerna har gett en värdefull möjlighet att belysa olikheter och likheter vad det gäller hushållens utmaningar och möjligheter att kunna vara flexibla, och koordinerade, i sin användning av de två teknikerna, samt hur de ser på sina elkostnader och olika prissignaler. Studien har också visat på vad hushållen anser om en automatiserad tjänst eller funktion med samordnad styrning av elbilsladdningen och värmepumpen och möjliga konsekvenser av sådan styrning exempelvis i form av en sänkt inomhustemperatur eller en elbil som inte alltid är fulladdad.

Intervjustudien har utgått från teori och koncept från sociala praktiker. Sociala praktiker hjälper oss att förstå hur hushåll organiserar sin vardag och hur vanor formas baserat på teknik, kompetens och mening (Shove et al., 2012), vilket inte minst är relevant för hur energiflexibilitet kan studeras, främjas och integreras i människors nuvarande och framtida vardagliga praktiker (Blue et al., 2020).

3.1 Genomförande av intervjustudien

Detta avsnitt beskriver hur intervjustudien har genomförts, vilket omfattar rekrytering av hushåll, intervjuer och analysprocessen.

Eftersom vi är intresserade av att studera kombinationen av två specifika tekniker blir vårt urval styrt till den del av populationen som främst har dessa, det vill säga villaägare med värmepump och elbil. För att sätta vår intervjustudie i relation till andra hushåll i Sverige har vi gjort en särskild analys av de intervjuade hushållen avseende ett urval av geografiska, ekonomiska och tekniska faktorer och jämfört dessa med hur det ser ut för hushåll över lag i Sverige. Vi har reflekterat över vad skillnader och likheter mellan de deltagande hushållen och den nationella statistiken kan ha för betydelse för våra resultat, och också för den fortsatta energiomställningen. För denna analys har vi använt oss av offentligt tillgängliga data; data för de deltagande hushållen samlades in via en enkät i samband med rekryteringsprocessen.

3.1.1 Rekrytering av hushåll

Studien undersökte hushållens flexibilitet i användningen av värmepumpar och elbilsladdning genom intervjuer med hushåll som har erfarenhet av båda teknikerna. Transportstyrelsens bilregister användes för att få tillgång till 1 000 slumpmässigt utvalda postadresser till elbilsägare. Brev skickades till cirka 800 hushåll, och 96 hushåll uttryckte intresse för att delta. Urvalet baserades på krav som fristående enfamiljshus, värmepump med vattenburet distributionssystem, minst en helt elektrisk elbil, regelbunden hemmaladdning och ett gemensamt elabonnemang för huset och laddningen. Kriterier för att få ett varierat urval inkluderade olika typer av värmepumpar, skillnader i antalet



laddningsbara fordon, könsfördelning, geografisk variation, hushållssammansättning och hushållsinkomst. Intervjuer genomfördes med 21 hushåll, totalt 30 respondenter.

3.1.2 Semistrukturerade intervjuer

Intervjuerna genomfördes från november 2023 till januari 2024 online via Microsoft Teams. Respondenterna informerades om studien och dess syfte. Den semistrukturerade intervjuguiden fokuserade på vardagslivet, och praktiker relaterade till elbilskörning, laddning, och uppvärmning, såväl som deras erfarenheter och åsikter om inomhusklimat, energianvändning, elpriser och effekttariffer. Den andra delen av intervjun utforskade flexibilitet och framtida praktiker relaterade till uppvärmning och laddning genom hypotetiska framtidsscenarier som skulle kunna uppstå på grund av ett mer ansträngt elnät, där samordning elbilsladdning och värmepumpar skulle kunna hjälpa hushållen att undvika högre elkostnader. Den sista delen inkluderade frågor om hushållens perspektiv på att använda automation för en möjlig samstyrning och hur det skulle behöva fungera för att integreras i deras vardagsliv.

3.1.3 Analysmetod

Intervjuerna analyserades med tematisk analys, där data kodas och struktureras i större teman (Braun & Clarke, 2006). Teman identifieras baserat på deras relevans för forskningsfrågan snarare än kvantifierbara mått (Vaismoradi et al., 2013). Forskarteamet läste intervjutranskriberingarna och noterade observationer relaterade till studiens mål och teori, där en workshop synkroniserade tolkningen av data. Analysen fokuserade på social flexibilitet och samordning av praktiker relaterad till elanvändning av värmepumpar och elbilsladdning, inklusive möjliggörande och hindrande förhållanden. Tre övergripande teman för flexibilitet identifierades: tidsmässig flexibilitet, materiella och geografiska förhållanden, och värden förknippade med elbilar och värmepumpar, liksom betydelsen av tidigare erfarenheter och kompetens för flexibilitetspotential. Därtill skapade samstyrning som en automatiserad funktion ytterligare ett tema.

3.2 Resultat och analys för intervjustudien

Med utgångspunkt i hushållens praktiker kopplade till elbilsladdning och användningen av värmepump har den sociala potentialen för flexibilitet, koordinering och (automatiserad) samstyrning av dessa tekniker belysts genom intervjuerna. Nedan sammanfattas de huvudsakliga resultaten som visar hur uppvärmnings- och laddningspraktiker integrerades i hushållens dagliga liv genom tidsmässiga, materiella och geografiska förutsättningar, och där också respondenternas värderingar (mening), kompetenser och tidigare erfarenheter hade betydelse för både möjligheter och utmaningar för flexibilitet. En mer ingående analys presenteras i en vetenskaplig artikel (Hiller et al., 2025).

Vi identifierade att det finns en potential till flexibilitet i praktiker kopplade till både elanvändning av värmepumpar och laddning av elbilar, men på lite olika sätt. När det gäller elbilar var flexibilitetspotentialen mer explicit, mer framträdande och redan i bruk hos många hushåll, medan flexibilitetspotentialen för uppvärmning var mer dold, eftersom uppvärmningen togs mer för givet och värmepumpen var sedan tidigare en integrerad teknik i huset. Vi såg att ytterligare flexibilitet för hur och när elbilar laddas är möjlig ur tidsmässiga, materiella och geografiska perspektiv, där en strategi att ladda "lite och ofta" skulle vara tillräcklig för de flesta deltagande hushållens dagliga körsträckor och passa in i deras livsrytm. När det gäller flexibilitetspotential för uppvärmning spelar hushållens



tidigare erfarenheter en intressant roll. Tidigare erfarenheter av att vara flexibel och/eller sparsam med sin uppvärmningsenergi hade byggt ny kunskap och färdigheter hos respondenterna, och erfarenheterna verkade också vara kopplade till hushållens förväntningar och acceptans av främst lägre och varierande inomhustemperaturer, men i vissa fall även tillgången på varmvatten.

Flexibilitetspotentialen för laddning och uppvärmning bestäms alltså av olika förutsättningar, men de har också viktiga aspekter gemensamt. I båda fallen identifierade vi att ytterligare flexibilitet är möjlig men under vissa förutsättningar. En sådan förutsättning är behovet av att flexibiliteten ska vara förutsägbar för att enkelt kunna integreras i schemalaggningsen av vardagslivet och för att undvika eventuella begränsningar kommer som en överraskning. Dessutom kan flexibilitet för båda teknikerna bli en högre prioritet hos hushåll om den på ett tydligt sätt motiveras med att det handlar om omsorg om planeten, och av att vi skulle kunna göra avkall på vår många gånger överdrivet höga levnadsstandard och komfortkrav, enligt vissa intervjuade. Ytterligare en drivkraft för hushållens flexibilitet skulle också vara om nyttan med deras flexibilitetsarbete tydliggjordes – både vad nyttan är för hushållens ekonomi, men också för samhället och energisystemet.

Det fanns också flera utmaningar för hushållens flexibilitet. Respondenterna vittnade om att hanteringen av ett hektiskt vardagsliv kräver mycket schemalaggningsen, vilket är format av institutionell timing relaterad till arbetstider och fritidsaktiviteter (jämför Blue et al., 2020), liksom att praktiker kan vara starkt sammankopplade och ske i sekvenser efter varandra (jämför Blue et al., 2020; Nicholls & Strengers, 2015), exempelvis duschning efter fysisk träning. Bilen utgör ofta en central möjliggörare för detta vardagspussel, och både "schemat" och bilen kan därför uppfattas som "icke-förhandlingsbara" med lite utrymme för flexibilitet. För att öka på utmaningarna för flexibilitet framkom även en rad värden som hushållen tycker att elbilar och värmepumpar skapar, och som för vissa var högt prioriterade. Dessa värden var i stor utsträckning kopplade till förväntningar på att leva ett bekvämt liv, såsom ett varmt och komfortabelt hem med jämn temperatur i hela huset, varmvatten tillgängligt när som helst på dagen, och den frihet och bekvämlighet som tillgången till en fullt laddad bil erbjuder. För somliga var dessa värderingar djupt rotade, och förändringar var svåra att föreställa sig. En annan uppsättning värden som troligen också konkurrerar med flexibilitet var värden relaterade till omsorg, vilket exempelvis handlade om att det behöver finnas tillräckligt med laddning för att kunna hämta barn och barnbarn eller för att kunna ta sig till närmsta sjukhus om det skulle behövas. Det var uppenbart att omsorg om familjemedlemmar, släktingar och vänner var ett viktigt åtagande för en del hushåll.

Ytterligare hindrande faktorer för flexibilitet relaterat till elbilsladdning och användning av värmepumpar var när ogynnsamma materiella och geografiska förutsättningar sammanföll. Det vill säga när det är kallt väder, och om man har långa avstånd till samhällsservice och det finns begränsad kollektivtrafik, i kombination med låg standard eller kapacitet hos hushållens teknik, det vill säga hus, värmesystem eller elbil. När flera av dessa materiella och geografiska förutsättningar sammanfaller innebär det följaktligen att hushållen behöver använda mer el, till exempel i form av värmepumpens tillsatsvärme, vilket ytterligare hindrar flexibilitet. Detta belyser också hur en del hushåll kan ha väldigt små marginaler och hamna i sårbara situationer när flera saker inträffar samtidigt som ökar energibehovet. En konsekvens är att vissa är ovilliga att skiljas från sina fossildrivna bilar som de har som backup när elbilen inte räcker till eller kan laddas till den grad som skulle behövas.



Det finns dock en annan sida av dessa sårbara situationer. När sådana situationer uppstår driver det hushållen till att börja tänka i termer av vad vi kan kalla koordinerad flexibilitet, vilket i vår studie innebar att prioritera mellan praktiker relaterade till elbilsladdning och användning av värmepump. Detta är en ny idé för de intervjuade hushållen, och vår studie indikerade att en samordning verkar ännu mer komplicerat att integrera i vardagslivet än de redan etablerade praktikerna att undvika elbilsladdning när elpriserna är höga eller sänka temperaturerna för att undvika höga elräkningar. Att hushållen hade liten kännedom om de kommande effekttarifferna gynnar inte heller förståelsen eller nyttan av att temporärt samordna och optimera flera elförbrukningar. Det fanns dock redan praktiska erfarenheter av situationer där hushållen har varit tvungna att navigera och agera när elbehovet från flera energikrävande teknologier sammanfallit. Enkla materiella "regler" i form av att undvika att husets huvudsäkring går blev mycket relevanta i dessa något "kritiska" situationer, där säkringen ger en grov men tydlig signal till hushållen att vara försiktiga med hur mycket el de använder samtidigt. En del hushåll tog också till tekniska hjälpmedel för att lättare kunna följa dessa regler såsom effektvakter, lastbalanserare eller varningsnotiser i smart app som övervakar hemmets eller enskilda teknikens elanvändning.

Gällande hushållens syn på en automatiserad tjänst eller funktion med samordnad styrning av elbilsladdningen och värmepumpen fanns generellt ett visst intresse och nyfikenhet kring vad en sådan funktion skulle kunna innebära. Utgångspunkten för hushållen var dock differentierad, då en del hushåll redan idag var bekanta med och tillämpade en viss grad av styrning, såsom prisstyrning på värmepumpen eller smart laddning via app-tjänst, medan andra var mer skeptiska mot styrning över lag eller styrde genom att justera manuellt. Viktiga villkor för en automatiserad samstyrning handlade om att man fortfarande vill ha kontroll över systemen med möjligheten att själv kunna gå in och styra, samt anpassa efter hushållets behov. Farhågor som lyftes angående detta var om systemen blir för komplexa att förstå, eller om tillförlitligheten med systemen brister så att exempelvis elbilen inte är tillräckligt laddad vid något tillfälle. Dessutom behöver nyttan med den automatiserade tjänsten ställas mot vad vinsten blir för hushållet.

3.2.1 Analys av deltagande hushåll

I detta avsnitt redovisas en utförligare analys av de deltagande hushållen i jämförelse med andra hushåll i Sverige avseende ett urval av geografiska, ekonomiska och tekniska faktorer.

Intervjuerna inkluderade 21 hushåll från hela Sverige som bodde både på landsbygden och i stadsområden. Många av de deltagande hushållen, 13 stycken, tillhörde elområde SE3, vilket också är det folkrikaste elområdet nationellt. Vidare bodde fem av de intervjuade hushållen i elområde SE4, ett hushåll i SE2 och två hushåll i SE1. Hushållens familjesammansättning bestod av ett flertal familjer med barn i olika åldrar (12 stycken), men också unga och medelålders par (5 stycken), liksom pensionärer (4 stycken). Det var stor spridning i husens byggår (original) med det äldsta från senare delen av 1800-talet. De övriga husen bestod av fem stycken byggda på 30-40-talet, fem på 60-70-talet, ett hus på 80-talet, sju hus på 00-10-talet, och slutligen två relativt nybyggda hus på 20-talet.

Det aktuella projektet fokuserar på hushåll som bor i småhus, vilket motiveras av att 76% av köparna av laddbara fordon (både helt elektriska bilar och laddhybrider) som registrerades 2020 bodde i just småhus (Trafikanalys, 2023a). Siffran är något lägre för personbilsflottan i stort, där 65% av ägarna av personbilar i trafik bodde i småhus 2020; andelen för nyregistreringar var 62%. Det kan ändå konstateras att boende i småhus köper fler bilar än hushåll i andra boendeformer. Därtill ser



elektrifieringstakten olika ut i olika delar av landet (SCB, 2023). I dagsläget finns majoriteten av laddbara fordon i storstadsområdena, i landets södra delar och längs med Norrlandskusten (Trafikanalys, 2022). För personbilar gäller detta både antalet bilar och med hänsyn till befolkningsstorleken. Dock hänger antalet elbilar inte nödvändigtvis ihop med biltätheten i ett område. För att ta ett exempel så hade Jämtlands län en relativt hög biltäthet på 570 personbilar per 1000 invånare år 2023, varav 43 var laddbara vilket motsvarar nästan 8%. Jämför man med motsvarande andel laddbara bilar i Stockholms län låg den på 28% och för hela riket på drygt 15% (Trafikanalys, 2023b; SCB, 2024). Fördelningen av elbilar i landet återspeglas i vilka som deltog i vår intervjustudie, där, som nämndes ovan, endast tre hushåll från elområden SE1 och SE2 deltog. Dock fångar intervjustudien en del av de geografiska skilda förhållanden som kan råda, där avstånd till arbete och samhällsservice, gles laddinfrastruktur och färre alternativa transportalternativ, liksom kalla väderförhållanden, kan vara hindrande faktorer för flexibilitet kopplat till elbilen, men som också påverkar huruvida man är villig eller har möjlighet att avyttra sin fossildrivna bil som man oftast har som backup. Starka bilnormer framkom även i intervjuerna även om detta inte entydigt kunde kopplas till geografiska skillnader för de deltagande hushållen.

Andelen elbilar i landet kan dock förväntas öka och EU har beslutat att från 2035 ska all försäljning av nya bensin- och dieselbilar förbjudas inom unionen som en del av klimatpaketet "Fit for 55" (European Parliament, 2023). Samma snabba utveckling syns inte för värmepumpar där den svenska marknaden är betydligt mer mogen och idag värms 45% av alla småhus i Sverige med en värmepump kopplat till ett vattenburet system. Det sker dock en stadig ökning, där antalet värmepumpar kopplade till vattenburna system ökade med 38% mellan 2013 och 2023, samtidigt som antalet småhus endast ökade med 5% (Energimyndigheten, 2024). De värmepumpstyper vår studie riktar sig mot är kopplade till just vattenburna värmesystem och här ingår berg-/jordvärmepumpar, luftvattenvärmepumpar och frånluftsvärmepumpar. Av dessa är bergvärmepumpar vanligast i Sverige följt av luft-vatten och sist frånluftsvärmepumpar. Den procentuella fördelningen mellan värmepumpstyperna hos de intervjuade hushållen speglar sammansättningen i riket väl.

Med tanke på prognosen att laddbara fordon kommer att öka kraftigt i Sverige, särskilt med EU:s beslut att förbjuda fossildrivna fordon från 2035, samt den höga andelen villor som redan använder värmepumpar för uppvärmning och den långsamt stigande trenden av fler villor som övergår till värmepumpar, kan vi förvänta oss att denna kombination av tekniker kommer att bli allt vanligare för villor. Men med utfasningen av fossila fordon, kommer elbilar även bli mer utbrett för hushåll som bor i andra boendeformer, såsom i flerbostadshus. I flerfamiljshus råder dock andra förutsättningar, ägarstrukturer och vanligen mindre påverkansmöjlighet på byggnadens elanvändning. Andra typer av frågor, incitament och styrning än i det aktuella projektet skulle därför kunna vara aktuella. Dessa skulle exempelvis kunna relatera till hur delade resurser i form av laddinfrastruktur och garage ska utformas för ett ökat antal elbilar samtidigt som belastningen på det lokala elnätet minskas.

De intervjuade hushållens totala inkomster (före skatteavdrag) rapporterades in i intervaller, där tre av de hushåll som bestod av två vuxna personer hamnade i inkomstintervallet 500 000 – 749 999 kronor per hushåll. Detta kan jämföras med den nationella genomsnittsnivån i Sverige, som var 345 529 SEK per person och år 2023¹ (Statistiska centralbyrån, 2025a). De övriga hushållen låg på högre

¹ Detta är medianinkomsten för individer som är 20 år och äldre och som var registrerade invånare i Sverige under hela 2023.



inkomstnivåer, vilket återspeglar nationell statistik för elbilar, där högre inkomst korrelerar positivt med att äga eller leasa en elbil (Trafikanalys, 2024).

När det gäller elavtal hade 15 av de deltagande hushållen timprisavtal, fyra hade rörligt månadsavtal och två hushåll hade fast elprisavtal. Timprisavtal har ökat de senaste åren till en andel på nästan 14% i december 2024, men månadsvisa rörliga elprisavtal är fortfarande vanligast i Sverige, och i alla elområden, och stod för ca 59% av elavtalen samma månad² (Statistiska centralbyrån, 2025b). Efter månadsvisa rörliga elprisavtal är fast elprisavtal den vanligaste formen i det nordligaste elprisområdet, SE1, där 20% av elkunderna i området har denna avtalsform. Timprisavtal är något vanligare i de sydligaste elprisområdena, SE3 och SE4, än i övriga landet. Varken den nationella fördelningen för alla elkunder, eller de regionala skillnaderna, speglas i de intervjuade hushållens elavtal där alltså timprisavtal var vanligast. Att betala per timme enligt spotpriser per kilowattimme, ger ekonomiska incitament för flexibel elanvändning, vilket är mer meningsfullt när man i stor utsträckning kan påverka sin elanvändning och har styrbara ellaster, såsom om man bor i en eluppvärmd villa som man äger själv och som har värmepump och där man även har hemmaladdning av elbil.

Den första januari 2027 ska alla elnätsägare ha infört prismodeller som inkluderar en effekttariff (Ei, 2022). Än så länge har 21 av landets ca 170 elnätsbolag infört dessa effekttariffer för sina hushållskunder och ytterligare 30 har infört det för kunder med en säkring upp till 200A (Ei, 2025). Intervjuerna vittnade om att de aktuella hushållen inte hade särskilt stor kännedom om dessa tariffer även om det är just dessa hushåll som kan behöva vara särskilt medvetna om effekttarifferna för att inte drabbas av onödigt höga kostnader. Troligen är kännedomen inte högre för hushåll i andra boendeformer, exempelvis för hushåll som bor i hyreslägenheter och där påverkan inte heller är lika tydlig.

För att summera, intervjustudiens fokus på småhusägare med värmepump och elbil, begränsar dess tillämplighet för andra bostadstyper och mindre resursstarka grupper, men samtidigt är inte kombinationen av dessa tekniker lika aktuell för just andra boendeformer och grupper idag. De deltagande hushållen speglar fördelningen av elbilar i Sverige, med få deltagare från elområden SE1 och SE2. Emellertid, i och med införandet av effekttarifferna, tillsammans med prognoser och EU-beslut som pekar på ökad användning av elbilar, följer att fler hushåll i hela landet, från olika elområden, såväl villor med värmepumpar, som hushåll i flerfamiljshus, kommer behöva hantera effektnivåer i högre grad, fast på olika sätt, framöver.

² Statistiken inkluderar både hushålls- och företagskunder.



4 Diskussion

Baserat på projektets simuleringar ser vi en besparingspotential kopplat till samstyrning av elbil och värmepump på ca 5000 kr/år jämfört med ett referensfall där elbilen laddas så snabbt som möjligt när man kommer hem på eftermiddagen samtidigt som värmepumpens värmeproduktion som vanligt styrs av utomhustemperaturen. Detta gäller för en typvilla på 160m² med värmepump och en elbil som rullar drygt 1000 mil om året. Samstyrningen håller nere effekttopparna som ett svar på eleffektarrifferna och använder även el när elpriset är lågt. Samtidigt är hushållets totala elkostnader för elhandel och nätavgift på drygt 30 000 kr/år med en bergvärmepump och runt 35 000 kr/år med en frånluftsvärmepump med mindre kompressor.

Frågan är om hushållen kommer tycka att besparingen är tillräckligt stor för att prioritera en samstyrning? Besparingen behöver sättas i relation till flera aspekter. Vad kommer styrutrustningen kosta i inköp? Hur mycket kommer styrningen påverka hushållens komfort och frihet att styra sin vardag? Vilka möjligheter kommer finnas att utforma styrningen efter hushållets egna besparingsambition och behov? Intervjustudien belyste några av dessa aspekter. I dagsläget är hushåll som har kombinationen villa, elbil och värmepump generellt en resursstark grupp – detta gällde också de intervjuade hushållen, baserat på deras inkomster, och verkar gälla elbilsägare över lag. Intervjuerna visade att tydliga ekonomiska incitament är viktiga, och där en kostnadsbesparing om 5000 kr/år, vilket motsvarar runt 400 kr/månaden, troligen inte är tillräckligt stor för vissa. Skulle dessutom samstyrningen, eller flexibilitet generellt, upplevas påverka det redan hektiska vardagspusslet där elbilen är central, det bekväma livet med god komfort och en elbil med välladdat batteri på garageuppfarten eller för den delen möjligheten att visa omsorg för familjemedlemmar, släktingar och vänner skulle detta minska chansen för att en del hushåll skulle vara intresserade. Kan man däremot påvisa nyttan med styrningen och flexibiliteten, att det finns möjlighet att anpassa och planera styrningen efter hushållens behov, och att påverkan på hushållens dagliga liv upplevs som inom acceptabla gränser, och på hushållens villkor, kommer det troligen finnas ett större intresse. I intervjuerna lyfts även andra aspekter som får hushåll att vilja vara flexibla och styra sina ellaster, så som vetskapen att man bidrar till energiomställningen eller känslan av att man hjälper samhället.

En annan fråga är hur behovet av avancerad styrning ser ut. När vi inom projektet har simulerat enklare styrstrategier ser vi att vissa av dem ger förhållandevis stora besparingar jämfört med vår framtagna styrstrategi där både värmepumpsdriften och elbilsladdningen styrs mot lågt elpris och låga effekttoppar. Vissa av de intervjuade hushållen har redan hittat enklare strategier och tumregler för främst elbilsladdningen. Det kan handla om att ladda nattetid då vanligen elpriset är billigare eller att inte ladda flera bilar samtidigt eftersom huset säkring inte klarar det. Här använder hushållen sig av att manuellt dra ner laddeffekter, installera effektvakter och lastbalanserare eller aktivera varningsnotiser i smarta appar som övervakar hemmets eller enskilda teknikernas elanvändning. Att styra efter enklare tumregler som ändå ger en stor del av den maximala besparingspotentialen, kan medföra ett minskat behov för att installera mer avancerade system för styrning – åtminstone i dagsläget. Men situationen kan ändra sig. De flesta hushåll har än så länge inte behövt beakta effektarrifferna men i takt med att dessa införs finns en risk att komplexiteten ökar, en farhåga som lyfts under intervjuerna. Att svara mot två prissignaler, effektarriffer och elpriser, som dessutom kan vara motstridiga, kan bli verkligt utmanande för hushållen, något också Stikvoort et al. (2024) belyser.



Ökad komplexitet skulle därför kunna öka nyttan med att ändå använda någon typ av styrsystem för att hjälpa hushållen att prioritera och optimera mellan variationerna i elpriset och att hålla effekttopparna nere. Våra simuleringar visade att med de elpriser som rådde 2021 i SE3 är det viktigast ur ekonomisk synvinkel att fokusera på att hålla effekttopparna nere jämfört med att styra efter variationerna i elpris, men den så kallade elkrisen vintern 2022/2023 visade att elpriserna kan öka kraftigt och vara mer volatila än vad vi vanligtvis är vana vid i Sverige. Detta skulle kunna betyda att elpriserna vid vissa tidpunkter kan ha större betydelse för elkostnaderna än våra simuleringar visade och behöva styras efter i högre grad. Vidare, har vi i detta projekt fokuserat på två av de mest energiintensiva teknikerna, men framöver kommer det också bli allt vanligare att styrningen behöver ta hänsyn till än fler tekniker, så som solceller, hemmabatterier eller vehicle2grid-lösningar. Därutöver kan det tillkomma styrning för att vara aktiv på olika flexibilitetsmarknader. Allt detta pekar mot att styrning och optimering av hushållets energisystem blir allt mer komplext och att en samordnad digital styrning förmodligen skulle kunna spela en betydande roll framgent för att hjälpa hushållen. I intervjuerna lyftes viktiga villkor för en sådan automatiserad styrning såsom att hushållen vill behålla kontrollen och kunna anpassa systemen efter sina behov, liksom att systemen har hög tillförlitlighet och inte är för komplexa att förstå. Behovet av kontroll stämmer väl överens med tidigare forskning som visar att hushåll föredrar semi-automatiserade funktioner framför helt automatiserade system (Pink et al., 2024), där de kan behålla kontrollen och delta i styrningen (Björner Brauer et al., 2023).

Ytterligare en intressant aspekt som våra resultat från simuleringarna pekar på är att man genom att planera in elbilsladdningen baserat på värmepumpens drift och hushållets övriga ellaster kan uppnå en stor del av besparingen. Att fokusera på elbilsladdningen stämmer väl överens med hur det ser ut för hushållen angående de två teknikerna eftersom hushållen har en mycket större vana av att reflektera över elbilsanvändningen jämfört med att planera värmepumpens drift. Bidragande orsaker kan vara att värmepumpen ses som en integrerad del av huset, och att värmepumpar under många år har sålts in som en problemfri värmekälla som man inte behöver tänka på i vardagen. Övergången till elbil har däremot varit ett överlagt teknikskifte som till viss del har krävt nya färdigheter och anpassningar i kör- och laddrutiner. Detta har innefattat att lära sig om bilens räckvidd under olika förhållanden, samt att kunna ladda bilen hemma, och hur och när man behöver göra detta för sin vardagliga elbilsanvändning. För elbilen finns en flexibilitetspotential för många av de intervjuade hushållen även om vissa uppfattar elbilen som en mycket viktig möjliggörare för att vardagspusslet ska fungera. Hushållens generellt större fokus på elbilsladdningen än på driften av värmepumpen är därmed gynnsamt från en samstyrningssynvinkel.

Att styra efter effekttavgifterna är fortfarande nytt och i dagsläget har bara ett 20-tal elnätsägare infört dem för hushåll (Ei, 2025). Detta kommer dock att öka, och från den 1 januari 2027 ska alla elnätsägare ha infört elnätsavgifter som baseras på effektanvändning. Intervjustudien demonstrerade att de deltagande hushållen inte hade någon djupare förståelse för effekttarifferna och de konsekvenser de skulle kunna medföra för dem. Denna omedvetenhet återspeglades i deras nuvarande uppfattning att den flexibilitet de eventuellt redan utför, eller den prisstyrning de redan har, är tillräcklig, utan att hushållen i dagsläget ser värdet av att kunna samordna och optimera flera elförbrukningar samtidigt. Med referens till sociala praktiker finns här således en lucka både i delar som har med kunskap och mening att göra, för att hushållen ska engagera sig i en möjlig ny praktik med koordinerad flexibilitet. Här kommer det att krävas både allmän information från myndigheter och aktörer inom energisektorn till allmänheten om effektproblematiken, och att ellaster kan vara både en belastning, men också en flexibilitetsresurs för elnäten. Nyttan med hushållens flexibilitetsarbete för energiomställningen i stort



behöver dessutom vara tydlig i denna kommunikation. Men eftersom både kapacitet och belastning i elnäten kan variera stort, och att elnätsföretagen därmed inför något olika modeller för effekttarifferna, behöver därutöver kommunikation finnas som är anpassad efter lokala förhållanden för att den ska vara relevant. Elhandelsbolagen har störst vana av att kommunicera med slutkonsumenter, men här kan det alltså finnas behov av information från, och tillsammans med, elnätsbolagen, i synnerhet hur multipla prissignaler kan hanteras. Eftersom de individuella hushållens geografiska och materiella förutsättningar dessutom ser olika ut, såsom påvisats i intervjustudien, kan prissignalerna få olika effekt för olika hushåll. Här kan det därför finnas behov av individuell vägledning, exempelvis om enklare styrstrategier är tillräckliga i det individuella fallet eller om mer avancerad styrning faktiskt skulle vara en hjälp för hushållet. Rådgivande aktörer för hushållen, såsom energi- och klimatrådgivare, spelar därför också en viktig roll i kommunikationen om effekttarifferna, men här finns en utmaning även för dem att ha kunskap om de lokala förutsättningarna och de olika effekttariffmodellerna. Därtill är marknaden för styrfunktioner idag än så länge fokuserad på tjänster för elprisstyrning för de enskilda teknikerna. Det vill säga, det finns elprisstyrning för både värmepumpar och elbilsladdning, medan vi inte ser många tjänster för att hålla hushållens samlade effekttoppar nere. För att marknaden ska ta fart, där tjänsteföretag och tekniktillverkare kan utveckla styrfunktioner som svar på effekttarifferna, efterfrågas enkel åtkomst till tarifferna. Inom bland annat forskningsprojektet Dynamiska nättariffer (RISE, 2025) sker redan utveckling av öppna API:er där tjänsteutvecklare kan få ta del av elnätsföretags prismodeller. Förhoppningen är att fler ska ansluta och att branschen ska enas om en gemensam datastandard.

Avslutningsvis, i takt med att vårt samhälle elektrifieras som en del av energiomställningen och ökad flexibilitet samt minskade effekttoppar uppmuntras, är det centralt att förstå hur detta kan realiseras. Projektet har visat att det finns en teknisk potential för en ekonomisk besparing genom att samordna elbilsladdning och värmepumpsdrift. Projektet har också visat att det finns en social potential att vara flexibel med vissa praktiker kopplade till dessa tekniker. Denna potential påverkas dock av tidsmässiga, materiella och geografiska förutsättningar, liksom hushållens värderingar och tidigare erfarenheter. Införandet av fler prissignaler såsom effekttariffer, koordinerad flexibilitet mellan teknikerna och en möjlig samstyrningsfunktion är däremot relativt nya företeelser för hushållen och inte något som de tidigare har behövt förhålla sig till i någon större utsträckning. Hur den tekniska och sociala potentialen både kan sammanfalla och skilja sig åt illustreras genom att titta lite närmre på hushålls olika körsträckor.

Simuleringarna visar att besparingspotentialen för samstyrning ökar ganska snabbt med en ökad årlig körsträcka upp till ungefär 1000–1500 mil per år, för att sedan börja plana ut. Vi ser alltså en mindre besparing för de som använder sin elbil riktigt lite, samtidigt som inte besparingen ökar mer för de som kör riktigt långa sträckor. Här är det intressant att en del av de intervjuade hushållen som kör korta sträckor med sin elbil har stor möjlighet i sitt vardagsliv att vara flexibla med både sin körning och sin laddning, det vill säga det finns en stor social potential, men precis som simuleringarna visar finns det inte så mycket teknisk potential i form av laddenergi att styra flexibelt för de här hushållen, och därmed inte några större besparingar att göra.

I simuleringar ser vi också en stor spridning i årlig besparing för olika hushåll som har samma årliga körsträcka, här kan skillnaden vara så stor som upp till 40%. Detta beror främst på hur de dagliga körsträckorna varierar. Om körningen sprids ut över många dagar ger det större flexibilitet i laddningen, vilket möjliggör högre kostnadsbesparingar, jämfört med om man använder bilen få dagar



men kör längre sträckor och därmed behöver ladda mer vid varje tillfälle. Här ser vi en blandad social potential från intervjustudien. En del av de intervjuade hushållen uppfattar att bilanvändandet inte är "förhandlingsbart" på grund av ett hektiskt vardagsliv där bilen är en central möjliggörare eller att man prioriterar konkurrerande värden förknippade med det bekväma livet och den frihet bilen upplevs skapa. Men i intervjuerna ser vi också att för många hushåll skulle en strategi som går ut på att ladda "lite och ofta" vara tillräcklig för att klara de dagliga körsträckorna. Detta sammanfaller då med den tekniska potentialen för flexibilitet och möjligheten till högre kostnadsbesparingar genom samstyrning. Exemplet med hushålls körsträckor belyser således att både tekniska och sociala perspektiv behöver beaktas när man diskuterar hushållens förmåga att bidra till flexibilitet och minskade effektoppar.



5 Slutsatser

Projektets huvudsyfte har varit att undersöka hushållens utmaningar och möjligheter när en ny ellast i form av elbilsaddning tillkommer i småhus som värms med värmepump, och blir en del av hemmets totala effektförbrukning. Projektet har undersökt, från både ett tekniskt och ett socialt perspektiv, hur en samordnad styrning av bostadens värmepump och elbilsaddning kan genomföras i syfte att minska småhusens eleffekttoppar och visa på besparingsmöjligheter, samtidigt som de boendes vardagliga praktiker beaktas.

En av huvudslutsatserna är att det finns en social potential för flexibel användning av de båda teknikerna. Flexibilitetspotentialen för laddning av elbilar är tydligare och används redan, medan den för uppvärmning är mer dold eftersom värmepumpen är en integrerad teknik i hemmet. Hushållen har olika tidsmässiga och geo-materiella förutsättningar, liksom värderingar och erfarenheter kopplade till flexibilitet och ladd- och värmepraktiker. Hushållens dagliga körbehov visar att laddstrategier som att ladda "lite och ofta" skulle fungera för många, men bilens centrala roll i vardagslivet kan upplevas som ett hinder för flexibilitet, liksom värden kopplade till bekvämlighet. Förväntningar på bekvämlighet kan också utgöra ett hinder för flexibilitet i värme- och varmvattenpraktiker, men intervjuerna visar att tidigare erfarenheter av sparsamhet kan öka öppenheten för alternativa praktiker. Överlag gynnas flexibilitet om den är förutsägbar och nyttan är tydlig – för plånboken, energisystemet eller planeten. Koordinerad flexibilitet mellan teknikerna är något de intervjuade hushållen inte är vana vid, och de har begränsad kännedom om kommande effekttariffer och deras konsekvenser för elkostnaderna. Detta kan bli särskilt kännbart om sårbara situationer uppstår när flera geografiska och materiella förutsättningar för hushållen sammanfaller.

En annan huvudslutsats är att det, utifrån den tekniska potentialen, finns besparingsmöjligheter med planering och samstyrning av ellasterna för en villa som har både elbil och värmepump. Resultaten från simuleringarna visar en årlig besparingspotential på i medel 5000 kr/år baserat på data från 2021 och jämfört med ett referensfall där elbilen laddas så snabbt som möjligt när man kommer hem på eftermiddagen samtidigt som värmepumpens värmeproduktion styrs av utomhustemperaturen. Besparingen är främst kopplad till lägre kostnader för effekt, vilket utgör drygt två tredjedelar av den totala besparingen, medan knappt en tredjedel kan tillskrivas lägre kostnader genom styrning med hänsyn till variationer i elpris. Det finns dock flera faktorer som påverkar en villas besparingsmöjlighet genom samstyrning. Den viktigaste i våra simuleringar är elbilsanvändningen, det vill säga hur många mil per år man kör med sin elbil. Besparingen ökar snabbt upp till 1 000–1 500 mil per år, för att därefter plana ut. En förklaring är att en stor del av besparingen består av minskade kostnader för effekttariffer, vilka inte minskar ytterligare vid ökad körsträcka. Simuleringarna visar däremot att besparingsmöjligheten endast varierar marginellt med valet av värmepump och tariffmodell för effekttariffen.

Ytterligare en slutsats är att en stor del av besparingen kan uppnås även med en enklare strategi – om den är rätt utformad. Det viktigaste för att uppnå stor besparing är att hålla nere hushållets effekttoppar. Simuleringarna visade också att, under förutsättning att elbilsaddningen kan styras i relation till värmepumpen och övriga ellaster, kan en stor del av besparingen uppnås enbart genom att styra elbilsaddningen. I dagsläget kan hushållen därför i många fall komma långt med enkla regler som vissa redan tillämpar, antingen genom manuell justering eller med hjälp av smart styrning –



exempelvis att ladda nattetid eller undvika att ladda flera bilar samtidigt. I takt med att multipla prissignaler och flexibilitetstjänster införs till hushåll, samtidigt som fler tekniker integreras i bostäderna, kan behovet av mer automatiserad styrning bli tydligare. Intervjuerna visar att en sådan styrning måste säkerställa att hushållen kan behålla kontrollen över systemen, så att de kan anpassas efter individuella behov, samt att systemen är tillförlitliga och inte för komplexa att förstå.



6 Publikationslista

Hiller, C., Björner Brauer, H., Kania Lundholm, M., Lundberg, E., & Olsson, T. (2025). Don't charge while you heat! The social potential for flexibility and coordination of energy intensive technologies in single-family houses. [Manuskript inlämnat för publicering]

Lindahl, M., Björnsson, L.-H., & Ekman, J. (2024). When the Electric Car Moves In - Coordinated Control of Heat Pumps and Electric Car Charging. *Heat Pumping Technologies Magazine*, Vol. 42 Issue 3/2024. DOI:10.23697/mgf2-tx64



7 Referenser

- Bales, C. et al. (2015). *Optimized solar and heat pump systems, components and dimensioning: MacSheep - New Materials and Control for a next generation of compact combined Solar and heat pump systems with boosted energetic and exergetic performance*, Deliverable 7.3,
- Björner Brauer, H., H. Hasselqvist, M. Håkansson, S. Willermark, and C. Hiller (2024). Re-configuring practices in times of energy crisis – A case study of Swedish households, *Energy Research & Social Science*, 114: 103578.
- Björner Brauer, H., M. Håkansson, and M. Willis (2023). The Ghost in the Heat Pump: Examining social flexibility potential in thermal comfort practices through an experiment of remote-controlled heating in detached houses in *7th Behave Conference of the European Energy Network (EnR)*, Maastricht, Netherlands, 28-29th November 2023. European Energy Network; Netherlands Enterprise Agency.
- Blue, S., E. Shove and P. Forman (2020). Conceptualising flexibility: Challenging representations of time and society in the energy sector. *Time and Society*, Vol. 29 Issue 4 Pages 923-944
- Braun, V. and V. Clarke (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2): p. 77-101.
- Brich, J., M. Walch, M. Rietzler, M. Weber, and F. Schaub (2017). Exploring end user programming needs in home automation. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 24(2).
- Bunsen, T., P. Cazzola, M. Gorner, L. Paoli, S. Scheffer, R. Schuitmaker, J. Tattini and J. Teter (2018). *Global EV Outlook 2018. Towards cross-modal electrification*. Paris: International Energy Agency. Tillgänglig på www.iea.org
- CheckWatt (2025). *Så ökar vi lönsamheten för ditt batteri*, <https://www.checkwatt.se/batteri-intresse>
- CTEK (2025). *Lastbalansering med nanogrid*, <https://www.ctek.com/se/elbilsaddning-elfordonsladdning/laddstationslosningar/lastbalansering-med-nanogrid?srsltid=AfmBOoqrGpZiiSU33SE6KTpCp38qp-4JS1uBYycNDK4nQaLWaOFjPiR>, besökt 2025-03-26
- Energimarknadsinspektionen, Ei (2020). *Kapacitetsutmaningen i elnäten* (Ei R2020:06). Tillgänglig på <https://ei.se/>
- Energimarknadsinspektionen, Ei (2022). *Effektavgift*, <https://ei.se/konsument/el/elnatsavgiften-och-elnatsreglering/effektavgift-effektariff>, besökt 2025-03-18
- Energimarknadsinspektionen, Ei (2025). *Så här många elnätsföretag har infört effektavgifter*, <https://ei.se/om-oss/nyheter/2025/2025-03-12-sa-har-manga-elnatsforetag-har-infort-effektavgifter>, besökt 2025-03-12
- Energimyndigheten (2024). *Energistatistik för småhus*, <https://www.energimyndigheten.se/statistik/officiell-energistatistik/tillforsel-och-anvandning/energistatistik-for-smahus/>
- ENTSO (u.å). ENTSO Transparency platform [Online]. <https://transparency.entsoe.eu/>



- European Parliament (2023). *Fit for 55: zero CO2 emissions for new cars and vans in 2035*, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230210IPR74715/fit-for-55-zero-co2-emissions-for-new-cars-and-vans-in-2035>
- Gram-Hanssen, K., L. V. Madsen, L. K. Aagaard and R. S. Nielsen (2024). Heating practices during the energy crisis of 2022: the role of energy vulnerability and environmental concern. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 20(1).
- Göteborg Energi (2024). *Elnätsavgiften*, <https://www.goteborgenergi.se/privat/elnat/elnavgiften>
- Göteborg Energi (2025). *Tre sätt att sälja effekt*, <https://www.goteborgenergi.se/foretag/elnat/produkter-pa-effekthandel-vast>, besökt 2025-03-16
- Haglund Stignor C. et al. (2021). *Svenskt bidrag till Comfort&Climate Box Annex – ett samarbete mellan IEAs TCP och Mission Innovation*, <https://termoinnovation.se/wp-content/uploads/2022/07/48287-1-comfort-and-climate-box-pdf.pdf>
- Henriksen, I. M., W. Throndsen, M. Ryghaug, and T. M. Skjølvold (2021). Electric vehicle charging and end-user motivation for flexibility: a case study from Norway, *Energy, Sustainability and Society*, 11.
- Hiller, C., Björner Brauer, H., Kania Lundholm, M., Lundberg, E., & Olsson, T. (2025). Don't charge while you heat! The social potential for flexibility and coordination of energy intensive technologies in single-family houses. [Manuskript inlämnat för publicering]
- Hofmann, M. and K.B. Lindberg (2024). Residential demand response and dynamic electricity contracts with hourly prices: A study of Norwegian households during the 2021/22 energy crisis. *Smart Energy*, 13: p. 100126.
- Karlsson S. (2013). *The Swedish Car Movement Data Project Final Report*. Chalmers University of Technology, Report. Available at: <http://publications.lib.chalmers.se/publication/187380-the-swedish-car-movement-data-project-final-report>
- Katzeff, C., H. Hasselqvist, E. Önevall and S. Nyström (2017). *Smarta elnät – För vem? Översikt och analys av användaraspekter på smarta elnät för bostäder* (E2B2 Rapport 2017:23)
- Katzeff, C., H. Strömberg and H. Hasselqvist (2022). *TRUSTnEnergy En förstudie av sociala aspekter på tillit till automatisering i framtidens energisystem*. Energiforsk (RAPPORT 2022:866)
- Kaviani, F., Y. Strengers, K. Dahlgren and H. Korsmeyer (2023). Automated and absent: How people and households are accounted for in industry energy scenarios. *Energy Research & Social Science*, 102: p. 103191.
- Lindahl, M., P. Ollas and C. Haglund Stignor (2020). *IEA HPT Annex 55 / ECES Annex 34 "CCB" Task 1 report – Sweden*
- Mälarenergi (2024). *Nya prismodellen för elnätet. Priser Elnät 2023*, https://www.malarenergi.se/globalassets/dokument/elnat/priser/prislista_elnat_nya-prismodellen_2023-01-01_privat-o-foretag_a4.pdf
- Ngenic (2021). Ngenic säljer flexibilitet till ansträngt elnät i Uppland. (Pressmeddelande) <https://storage.mfn.se/be899654-3a7d-4a7c-81a1-17b68306e261/ngenic-saljer-flexibilitet-till-anstrangt-elnat-i-uppland.pdf>, besökt 2025-03-16



- Ngenic (2025). *Elprisstyrning –hur fungerar det?*, <https://support.ngenic.se/article/48-elprisstyrning-hur-fungerar-det>, besökt 2025-03-26
- NIBE (2025). *Sänk elkostnaden med elprisstyrning*, <https://www.nibe.eu/sv-se/kunskapsbank/sa-fungerar-det/smart-price-adaption>, besökt 2025-03-26
- Perific (2025). *Säker och kostnadseffektiv elanvändning*, <https://perific.com/i-hemmet>, besökt 2025-03-26
- Pink, S., H. Korsmeyer, K. Dahlgren and Y. Strengers (2024). Automation in electric vehicle futures. *Mobilities*, p. 1-19.
- Psimopoulos, E., E. Bee, J. Widén and C. Bales (2019). Techno-economic analysis of control algorithms for an exhaust air heat pump system for detached houses coupled to a photovoltaic system. *Applied Energy* 219;249:355-367, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.080>
- Python (2021). *Python 3.8.10*, <https://www.python.org/downloads/release/python-3810/>, besökt 2025-03-28
- Regeringskansliet (2022). *Nationell strategi för elektrifiering*, www.regeringen.se, besökt 2022-06-09
- RISE (2025). *Elnätsavgift*, <https://xn--elntsavgift-n8a.se/v%C3%A4lkommen.html>, besökt 2025-03-31
- SCB (2023). *Tredubbling av elbilar på två år*. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/redaktionellt/tredubbling-av-elbilar-pa-tva-ar2/>
- SCB (2024). *Befolkningsstatistik*. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningens-sammansattning/befolkningsstatistik/>
- Shove, E., M. Pantzar and M. Watson (2012). *The Dynamics of Social Practice: Everyday Life and How It Changes*. SAGE Publications.
- SMHI (2024). *Ladda ner meteorologiska observationer*, <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/airtemperatureInstant/85050>, besökt 2024-10-22
- SIS (2018). *Svensk Standard SS-EN 14825:2018, Luftkonditioneringsaggregat, vätskekylare och värmepumpar, med elektriskt drivna kompressorer, för rumsuppvärmning och kylning – Provning och prestanda vid dellastförhållanden, samt beräkning av säsongsprestanda*, Edition 4
- Statistiska centralbyrån (2025a). *Inkomster och skatter*, <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/hushallens-inkomster-tillgangar-och-skulder/inkomster-och-skatter/> besökt 2025-02-19
- Statistiska centralbyrån (2025b). *Fördelning av elavtal efter elområde och avtalstyp. Månad 2013M04 - 2024M12*, https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_EN_EN0301_EN0301A/SSDMa_nadElAvtalstyp/ besökt 2025-02-21
- Stikvoort, B., F. El Gohary, A. Nilsson and C. Bartusch (2024). Serving two masters -How dual price signals can undermine demand flexibility, *Energy Policy* 185.
- Strengers, Y., S. Pink, and L. Nicholls (2019). Smart energy futures and social practice imaginaries: Forecasting scenarios for pet care in Australian homes. *Energy Research & Social Science*, 48: p. 108-115.



- SvK (2022). *sthlmflex*, <https://www.svk.se/siteassets/2.utveckling-av-kraftsystemet/forskning-och-utveckling/sthlmflex/introduktion-till-sthlmflex-klar-svensk-version-korr-em-ml.pdf>, besökt 2025-03-16
- SvK (2023). *Översiktlig kravbild för reserver*, <https://inkom.se/wp-content/uploads/2023/07/oversiktlig-kravbild-for-reserver-december-2022-sve.pdf>, besökt 2025-03-16
- SvK (2025). *Om olika reserver*, <https://www.svk.se/aktorsportalen/bidra-med-reserver/om-olika-reserver/>, besökt 2025-03-16
- Thermia Värmepumpar (2025). *Smart Price*, <https://www.thermia.se/varmepumpar/timprisstyrning/smart-price/>, besökt 2025-03-26
- Tibber (2025a). *Förbruka el smartare med Tibber*, <https://tibber.com/se/smart-styrning>, besökt 2025-03-26
- Tibber (2025b). *Grid Rewards*, <https://tibber.com/se/grid-rewards>, besökt 2025-03-27
- Trafikanalys (2022). *Eldrivna vägfordon – ägande, regional analys och möjlig utveckling till 2030* (Rapport 2022:12).
- Trafikanalys (2023a). *Vem väljer en elbil? De svenska hushållens val av elbilar och laddhybrider* (Rapport 2023:2). www.trafa.se.
- Trafikanalys (2023b). *Fordon i län och kommuner 2023*. Available: <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/>
- Trafikanalys (2024). *Elektrifierade fordon i Sverige – en analys av laddbara fordon över tid och geografi* (Rapport: 2024:10).
- Trafikanalys (2025). *Fordon i län och kommuner 2024*, <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/>
- Vaismoradi, M., H. Turunen, and T. Bondas (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing and Health Sciences*, 15(3): p. 398-405.
- Widen J. and E. Wäckelgård E (2010). A high-resolution stochastic model of domestic activity patterns and electricity demand. *Applied Energy* 2010;87:1880–92. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.11.006>



Bilaga 1 Antaganden i simuleringsmodellen

Data och antaganden

De fall som analyseras bestäms av följande antaganden:

- Simuleringarna har utförts baserat på en fiktiv villa på ca 160m² belägen i Norrköping. Villan har ett vattenburet system för distribution av värme och en värmepump som producerar rumsvärme och tappvarmvatten. Hushållet har också en elbil som laddas hemma.
- Elförbrukningen kopplad till uppvärmning av huset beror av utomhustemperatur, se under Uppvärmning nedan.
- Utomhustemperatur slumpas fram baserat på SMHI-data från 2021 för Norrköping (SMHI, 2024).
- Elpriser baserat på data för 2021 i SE3 (ENTSO, u.å) och hushållen antas ha ett elhandelsavtal med timpris
- Elnätsavgiften baseras på verkliga tariffer från 2023 för Göteborg Energi (2024) och Mälarenergi (2024).
- Data för konsumtion av övrig hushållsel togs ursprungligen fram av Psimopoulos (2019). Beräkningarna baseras på en stokastisk Markov-kedjemodell enligt Widén och Wäckelgård (2010) och bygger på antagandet att två vuxna och två barn bor i villan. För modellen gäller att husets framtida elkonsumtion inte är känd i förväg.
- Spotpriset på el är känt i förväg för den tid bilen laddas till kommande morgon.
- Villan antas ha en 20A huvudsäkring, vilket motsvarar en maxeffekt på 13.86 kW.
- Elbilen antas vara tillgänglig för laddning varje natt från någon gång på eftermiddagen, kl. 17:00 i medel, till på morgonen, kl. 8:00 i medel.
- Billaddaren har 11,04 kW maxeffekt
- Bil med effektivitet 0,2 Wh/m
- Bilanvändning enligt givna av statistiska modeller för körsträcka och tillgänglighet
- Standard energiskatt på 0,49 kr/kWh.

Elbilsanvändning och -laddning

För att modellera hushållens elbilsanvändning används 431 körmönster från verkliga svenska personbilar insamlade med GPS under en period på 1–3 månader (Karlsson, 2013). Varje hushåll antas ha en elbil med 50kWh batteri och en energiförbrukning på 0.2kWh per km som följer ett av de uppmätta körmönstren. I grundfallet antas elbilen laddas hemma varje kväll och vilka tider som bilen antas vara tillgänglig för laddning avgörs av hemkomst och nästa dags avresa.

Uppvärmning

Husets värmebehov täcks av en värmepump med tillsatsvärmare. Beräkningarna bygger på beräkningsgången i EN14825 (SIS, 2018), vilket är en standard som används för att beräkna



Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.

*E2B2 är Energimyndighetens program där IQ Samhällsbyggnad är koordinatör.
Läs mer på www.E2B2.se.*

