

Förstudier

Laststyrning av värmepumpar i småhus
samt
Småhusens bidrag till minskade topplaster

Utarbetad av

Sara Borgström, Thomas Norrsén, WSP
Markus Lindahl, RISE

Granskad av

Charlotta Winkler, WSP

Göteborg och Borås, december 2019

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	4
1 INLEDNING	7
1.1 OM BESMÅ	7
1.2 NOMENKLATUR/BEGREPPSFÖRKLARING	8
1.3 SYFTE	10
1.4 BAKGRUND	11
1.5 GENOMFÖRANDE OCH OMFATTNING	12
2 ÖVERBLICK ENERGISYSTEMET NULÄGE OCH FÖRVÄNTAD UTVECKLING	13
2.1 FÖRÄNDRINGAR HOS ENERGILANDSKAPETS AKTÖRER	14
3 ELANVÄNDNING I SMÅHUS, NULÄGE	18
3.1 UPPVÄRMNING AV SMÅHUS IDAG	18
3.2 VÄRMEPUMPAR I SMÅHUS IDAG OCH DESS STYRMÖJLIGHETER	20
3.3 PRISSÄTTNING AV EL FÖR SMÅHUSKUNDER	20
4 POTENTIAL FÖR LASTSTYRNING I SMÅHUS	25
4.1 TOTAL POTENTIAL FÖR FLEXIBLA RESURSER	26
4.2 DAGENS INCITAMENT FÖR SMÅHUSKUNDER ATT SKAPA EFTERFRÅGEFLEXIBILITET	27
5 RESULTAT INTERVJUER OCH BRANSCHDIALOG	28
5.1 INTERVJUER OCH BRANSCHDIALOG	28
5.2 VÄRMEPUMPSTILLVERKARE OCH SVENSKA KYL- OCH VÄRMEPUMPSFÖRENINGEN	28
5.3 STYRMETODER FÖR EFTERFRÅGEFLEXIBILITET FRÅN VÄRMEPUMP	29
5.4 RESULTAT FRÅN DIALOG, ÖVRIGA AKTÖRER	30
6 RESULTAT LASTSTYRNING AV VÄRME OCH VARMVATTEN	32
7 ANALYS OCH SLUTSATSER	33
7.1 POTENTIAL FÖR LASTSTYRNING FRÅN SMÅHUS	33
7.2 PÅGÅENDE INITIATIV OCH LUCKOR I ARBETET	33
7.3 LÖSNINGAR FÖR STYRNING AV VÄRME OCH VARMVATTEN	34
7.4 IDENTIFIERADE INTRESSETER OCH BEHOV	34
8 REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT ARBETE	36
REFERENSER OCH PERSONER SOM BIDRAGIT TILL FÖRSTUDIEN	38

BILAGA 1. Laststyrning av elbaserad uppvärmning och tappvarmvatten i småhus

BILAGA 2. Genomförda utredningar/projekt

BILAGA 3. Pågående utvecklingsinitiativ

BILAGA 4. Energitjänsteföretag och styrteknik för fjärrstyrning

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultaten av två förstudier genomförda inom ramen för BeSmå, innovationskluster för energieffektiva småhus. Dessa förstudier har undersökt följande frågor

1. Hur stor är potentialen för att minska belastningen på elnätet genom laststyrning av värmepumpar i småhus?
2. Vilka typer av lösningar kan vara aktuella för styrning av värme- och varmvatten i småhus? Kan man identifiera lösningar för olika typfall?
3. Vilka initiativ pågår för att tillgodogöra sig denna potential? Finns det luckor i arbetet och finns det anledning för BeSmå att initiera arbete för att bidra till att fylla dessa eventuella luckor? Vilka aktörer skulle kunna vara intresserade av ett fortsatt utvecklingsarbete och hur skulle ett sådant arbete kunna se ut?

Förstudien har genomförts genom en kartläggning av genomförda utredningar, utvecklingsinitiativ och en omfattande branschdialog. Arbetet har varit ett samarbete mellan teknikkonsultföretaget WSP Sverige AB och forskningsinstitutet RISE.

Lösningar för styrning av värme och varmvatten

Totalt har åtta konstruktionsmöjligheter till laststyrning analyserats. Dessa har delats in i tre huvudgrupper: lösningar som inte kräver någon extern kontroll, lösningar med indirekt kontroll och lösningar med direkt kontroll. Till gruppen som inte kräver extern kontroll räknas tidur och värmepumpens möjlighet till egen styrning baserat på timpriser på el från Nordpool. För indirekt kontroll har styrning via utomhussensorn, via värmekurva, via prissignal och via SG Ready (Smart Grid Ready, se nomenklatur) undersökts. I gruppen med direkt extern kontroll ingår direkt styrning av värmepumpen och/eller tillsatsvärmarens elförbrukning samt extern avstängning av värmepump eller tillsatsvärmare.

Analysen visar att valet av lämplig teknik för laststyrning till stor del beror på när möjligheten till laststyrning, och därmed styrtekniken, behöver vara installerad. De närmsta tio åren kommer det finnas en tydlig skillnad i tillgänglig flexibilitet beroende av om man väljer en retrofitlösning eller en lösning som kräver en ny värmepump med inbyggda funktioner som ger tillgång till extern kommunikation. Behövs en snabb implementering inom några år krävs en retrofitlösning för att komma åt flexibiliteten från det stora flertalet av Sveriges installerade värmepumpar och elpannor. Här bedöms styrning genom att manipulera utomhustemperatursensorn bäst uppfylla kraven. Bedöms behovet av efterfrågefexibilitet ligga tio år fram i tiden eller mer bedöms styrning via prissignal eller möjligen värmekurva som ett möjligt alternativ.

Stor potential till efterfrågefexibilitet från uppvärmning i småhus

Ett flertal studier har undersökt potentialen för efterfrågefexibilitet kopplat till uppvärmning i småhus, se avsnitt 4.1. Studierna visar på en potential att minska topp effekterna med mellan 1–6 GW, att jämföra med topp effekten i hela det svenska elsystemet på knappt 30 GW. Även om resultaten varierar kan man ändå dra slutsatsen att det rör sig om en betydande potential, troligen den största, nu tillgängliga, potentialen för efterfrågefexibilitet. Denna är främst knuten till värmetrögheten i byggnader och uppvärmningssystem och därmed främst kopplad till vattenburna uppvärmningssystem.

Flera av de intervjuade och flera av utredningarna pekar på vikten av automatisk styrning och en enkel lösning för småhusägaren för att realisera potentialen. De påpekar också att med dagens prissättning av el är incitamentet för småhusägare att låta sin uppvärmning styras mycket låg.

I takt med att andelen elfordon ökar och ökande antal installerade batterier, kommer den styrbara lasten i småhus öka väsentligt. Laddbara fordon riskerar också att öka toppbelastningen avsevärt om denna laddning inte styrs utifrån elsystemets behov.

Stort intresse, många simuleringar, få tester i småhus

Många utredningar och projekt har undersökt efterfrågeflexibilitet, se bilaga 2 och 3. Ett flertal innehåller simuleringar av olika slag och många av dem har undersökt hur elnätet påverkas av olika typer av styrning. Det finns pågående initiativ som undersöker hur en marknadsplats för efterfrågeflexibilitet kan utformas. Författarna till föreliggande förstudie har dock endast identifierat två svenska test av styrning av uppvärmning av småhus i praktiken, KlokEl/VäxEl.

Flertalet av de genomförda och pågående utvecklingsinitiativen har haft fokus på elnätets frågeställningar. Vid intervjuer lyfter flertalet av de intervjuade fram att det idag saknas incitament för småhusägare att låta sig styras och, som ett nyckelbehov, att det idag saknas affärsmodeller för aggregatorer.

Flera av de intervjuade lyfter fram att det saknas ett standardprotokoll för styrning av t.ex. värmepumpar, men även andra installationer, t.ex. laddbara fordon, samt tester av hur styrning fungerar i praktiken i småhus.

Många aktörer behövs för att få systemet att fungera

Många olika aktörer krävs för att ett fungerande system för styrning. Nedan listas några av de viktigaste aktörerna för att utnyttja potentialen till efterfrågeflexibilitet, se Figur 1.

Huvudaktörer	Stödjande aktörer
•Småhusägare •Nätföretag •Aggregator •Elhandelsföretag •Tillverkare av värmepumpar •Tillverkare av styrutrustning	•Småhus-tillverkare •Myndigheter •Akademi •Övriga, t.ex. SKVP (Svenska kyl- och värmepumpsföreningen), Installatörsföretagen, TMF (Trä- och möbelföretagen)

Figur 1. Viktiga aktörer för att utnyttja småhusens potential för efterfrågeflexibilitet.

De intervjuade lyfter fram en lång rad pusselbitar som måste på plats innan det finns ett fungerande system för efterfrågeflexibilitet på plats. De som prioriteras högst av de intervjuade listas i Figur 2. Det är bland annat behovet av incitament för småhusägare och fungerande affärsmodeller för aggregatorer. Dessa två frågeställningar är redan idag fokus i några pågående initiativ och utvecklingsarbeten.

Ett annat behov som flera av de intervjuade nämner är behovet av gemensamma protokoll för kommunikation som bl.a. skulle kunna vara en input till en gemensam specifikation av funktionskrav avseende värmepumpar, batterier och laddplatser i småhus.

Ytterligare ett av de behov som identifierats är fälttest av olika typer av styrutrustning. I bilaga 1 beskrivs ett antal möjliga tekniker för styrteknik. Hur dessa tekniker påverkar elsystemet, men även byggnaden och användarupplevelse saknas det idag kunskap om. Här skulle ett fälttest kunna visa hur småhusen och de boende påverkas av en extern styrning.



Figur 2. Identifierade behov för att nyttja potentialen till efterfrågefleksibilitet från småhusens uppvärmning.

Rekommendationer för fortsatt arbete

Under arbetet med förstudien har man identifierat ett antal kunskapsluckor som skulle kunna täckas av ett forskningsprojekt. I nuläget pågår ett samarbete för att formulera en projektansökan och hitta projektpartners för ett projekt inom området värmelaststyrning i småhus för att kunna tillhandahålla efterfrågefleksibilitet.

Projektförslaget har preliminärt följande tre mål:

1. Att skapa en dialog mellan intressenter för att undersöka och underlätta möjligheten att bäst tar tillvara potentialen för flexibilitet i småhus.
2. Genomföra och utvärdera fältmätningar av laststyrning med några olika tekniska lösningar i småhus. Utvärdering kommer ske dels genom mätningar dels i form av en intervjustudie.
3. Undersöka möjliga ekonomiska eller andra incitament för småhusägare för att tillhandahålla efterfrågefleksibilitet

1 Inledning

1.1 Om BeSmå

BeSmå är ett Innovationskluster som har Energimyndigheten som initiativtagare och finansiär och TMF (Trä- och möbelföretagen) som huvudman.

Syftet med BeSmås arbete är att driva utvecklingsprojekt för att minska energianvändningen vid nybyggnation och renovering av småhus.

BeSmå ska ta fram metoder och verktyg för att undanröja hinder för att en bred marknadsintroduktion av energieffektiviserande åtgärder ska komma till stånd i småhussektorn.

Aktiviteter inom nätverket innefattar förstudier, teknikupphandlingar, kommunikationsaktiviteter och demonstrationsprojekt med målet att ta fram kravspecifikationer, beräkningsmetoder, verktyg, arbetsinstruktioner och incitamentsmodeller. En viktig del av arbetet består också av att sprida resultat och erfarenheter från pågående och genomförda projekt.

BeSmås mål är att

- minska beroendet av energi i form av värme och el i småhus och att därmed minska påverkan på miljön,
- ta fram metoder och verktyg för att undanröja hinder för en bred marknadsintroduktion av energieffektiviserande åtgärder i småhussektorn,
- skapa förutsättningar för en tidigare introduktion av energieffektiva system och produkter på marknaden med hjälp av en samlad beställarkompetens och nätverksaktiviteter,
- skapa förutsättningar för lönsam energieffektivisering med bibehållen eller förbättrad inomhusmiljö.

BeSmå leds av en styrgrupp och två referensgrupper för nyproduktion respektive det befintliga beståndet av småhus i Sverige. Styrgruppen är beslutande organ och säkerställer att Klustret arbetar mot de uppsatta målen för BeSmå. En del av arbetet är att ta beslut gällande förstudier och projekt som diskuterats i referensgrupperna liksom andra aktiviteter inom kommunikation och utbildning.

1.2 Nomenklatur/begreppsförklaring

Effekt – Effekt har grundenheten joule per sekund [J/s], där en joule per sekund är samma sak som 1 Watt [W]. Watt är därav den momentana energiproduktionen/användningen.

Energi – Energi mäts i SI-enheten Joule [J] alternativt wattimme [Wh]. Det är ett mått på effekt över en specifik tidsperiod [J] eller över en timme [Wh]. Om ett kraftverk med den kontinuerliga effekten 1 Watt [W] genererar denna effekt i en timme har 3600 Joule eller 1 Wh genererats.

Effektbrist – El produceras och användas samtidigt. Det svenska elsystemet måste därför vara dimensionerat för att varje sekund kunna tillgodose elbehovet nationellt. Effektbrist uppstår således när efterfrågan på el från elnätet vid en viss tidpunkt är större än den el som kan tillföras elnätet.

Kapacitet - Kapacitet är möjligheten att överföra el från där den produceras till där den används. Kapaciteten begränsas av fysiska faktorer såsom ledningarnas antal, tjocklek och material. Det kan alltså finnas situationer där tillgången på effekt är god nationellt men kapacitetsbrist hindrar den att nå kunderna i någon del av nätet.

Kapacitetsbrist - Kapacitetsbrist uppstår när det finns brister i tillförseln, dvs att det finns fysiska begränsningar som gör att inte tillräckligt med effekt kan överföras mellan var elen produceras och var den används.

Transformatorstation - Transformatorstationer anpassar spänningsnivåerna mellan olika nätnivåer samtidigt som den upprätthåller elnätets övergripande funktion och stabilitet. Olika nätnivåer, som beskrivs nedan, har behov av olika spänningsnivåer där transformatorstationerna finns placerade mellan dessa nivåer. Kallas även ställverk.

Stamnät – Stamnätet är stommen i det svenska energisystemet som förbinder producenter med konsumenter. Här är spänningsnivån hög och det kan göras en liknelse till en motorväg; där hastigheten är hög för en snabbare och effektivare transport av bilar över långa avstånd.

Regionnät – Regionnäten har en lägre spänning och kan liknas vid riksvägar för elen. Dessa nät överför el in till städer, där de är sammankopplade till stamnätet genom transformatorstationer. Vissa elintensiva industrier kan här vara direkt inkopplade till regionnäten.

Lokalnät – Lokalnäten är sista överföringsnivån av elen till slutanvändare och kan liknas vid mindre vägar.

Nätägare – Nätägare är de som äger region- och lokalnät, där näten kan vara kommunalt ägda eller ägda av privata företag. Stamnätet ägs av Svenska kraftnät, som har huvudansvar för detta nät.

Oplanerbar elproduktion – Kallas även volatil elproduktion eller väderberoendeelproduktion och åsyftar kraftproduktionstekniker där produktionen inte kan planeras utan styrs av väderberoende faktorer. Till oplanerbar elproduktion räknas vindkraft och solkraft.

Planerbar elproduktion – Detta är produktionstekniker där produktionen kan planeras och i viss mån är oberoende av väderpåverkan. Till planerbar elproduktion räknas kärnkraft, värmekraft och vattenkraft.

Laststyrning – När elanvändningen (lasten) styrs antingen upp eller ned. Ett program används där man försöker kontrollera industrier / fastigheter / kunders användning av effektkrävande elektrisk utrustning för att minska det totala behovet av effekt. Laststyrning kan göras på olika nivåer:

Stam / region / lokalnät: Kontroll och reglering av många mindre ellaster och / eller kontroll och reglering av större laster med syfte att undvika effekt och kapacitetsbrist i överförande ledningsnät.

Anläggning / fastighet: Kontroll av anläggningens reglerbara effektkrävande ellaster med syfte att minska anläggningen eller fastigheten behov av effekt och på så sätt minska nätkostnaden. I vissa fall kan styrning av anläggningens effektbehov vara ett alternativ till investering i förstärkning av anläggningens interna elnät.

Efterfrågeflexibilitet - Elnätskundernas förmåga att anpassa sin förbrukning utifrån olika signaler. Det kan till exempel handla om att kunderna minskar sin elanvändning när elnätet är hårt belastat, eller att kunderna ökar sin elanvändning när elpriset är lågt, exempelvis till följd av god tillgång till förnybar elproduktion.

Topplastsituation - En topplastsituation är ett tillfälle då konsumtionen av el och därmed behovet av effekt når väldigt höga nivåer. En sådan situation kan i ett nordiskt fall röra sig om några timmar upp till ett dygn.

Återvändande last - Vid kapacitetsbrist aktiveras program för laststyrning och man tar bort många små ellaster och/eller ett antal större ellaster för att upprätthålla kapacitet i elnätet. Om alla dessa ellaster kopplas in till elnätet samtidigt blir den *återvändande lasten* så hög att det med största sannolikhet kommer uppstå en ny kapacitetsbrist. Det är därför viktigt att ett program för laststyrning även innehåller rutiner för reglering, oftast i tid, av den återvändande lasten.

SG-ready- Smart grid ready eller "SG ready" är en standard för smart kontroll av värmepumpar framtagna av tyska Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP) Se även bilaga 1.

Microgrid - Ett microgrid, eller mikronät, kan bestå av flera byggnader eller enskilda byggnader (så kallade "nanogrids"). Systemet producerar egen energi, tar vara på överskottsenergi och är inte lika beroende av yttre energiförsörjning eftersom de både kan vara till- och frånkopplade från det stora elnätet.

Off-grid lösningar - off-grid lösningar: Är man inte ansluten till det fasta elnätet kan man installera ett så kallat off gridsystem, bestående av solcellspaneler, laddningsregulator och ett batteripaket. Systemet ger en begränsad elförsörjning och kan användas för att driva strömsnål apparatur som lampor, laddare, vattenpump och eventuellt en mindre kyl/frys, anpassad för 12 eller 24 volt.

1.3 Syfte

Förstudiernas övergripande syfte har varit att kartlägga småhusens roll för elnätets kommande behov, avseende efterfrågefleksibilitet, speciellt kopplat till laststyrning av olika slag.

Den initiala förstudien, *Laststyrning av värmepumpar*, har svarat på följande frågor:

1. Hur stor är potentialen för att minska belastningen på elnätet genom laststyrning av värmepumpar i småhus?
2. Vilka initiativ pågår för att tillgodogöra sig denna potential?
3. Finns det luckor i arbetet?
4. Finns det anledning för BeSmå att initiera arbete för att bidra till att fylla dessa eventuella luckor?
5. Hur skulle en sådan eventuell fortsättning kunna se ut (underlag för eventuell projektansökan)?

Den utökade förstudien, *Småhusens bidrag till minskade topplaster*, omfattade även utredning av följande frågor:

1. Vilka typer av lösningar kan vara aktuella för styrning av värme- och varmvatten i småhus? Kan man identifiera lösningar för olika typfall?
2. Vilka aktörer har ett intresse för ett samarbete kring genomförande av fälttester av laststyrning av värme- och varmvatten i småhus?
3. Hur kan ett fortsatt arbete för att skaffa erfarenhet av hur dessa styrlösningar fungerar i praktiken se ut?

Notera att förstudierna alltså begränsar sig till efterfrågefleksibilitet av el, dvs lagring ingår inte, inte heller frågor kring fjärrvärmeanvändning.

1.4 Bakgrund

Sverige har beslutat om ambitiösa mål för energi- och klimatpolitiken. Till exempel ska Sverige år 2040 ha 100 procent förnybar elproduktion och bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. Detta innebär en ökad andel el från sol och vind, samtidigt som efterfrågan ökar i och med ökad elektrifiering av t.ex. fordon och industri. Det ställer nya krav på elnäten. I vissa områden i Sverige idag är elnäten så ansträngda att det är problem med nyetableringar. Samtliga storstadsområden förväntas få problem med elnätens kapacitet på sikt om inga åtgärder genomförs.

Digitaliseringen öppnar för möjligheter till smart styrning av hela kedjan; produktion, distribution och användning.

Det är därför av stor vikt att identifiera kostnadseffektiva strategier för att avlasta elnätet under dess topplastsituationer, både för elnätens stabilitet och för att minska klimatpåverkan. Hushållen (främst småhus) pekas ut som viktiga för att minska påfrestningen på elnäten genom laststyrning. Potentialen för hushållens flexibilitet har bedömts som mycket stor, ungefär tre gånger så stor som för den elintensiva industrin (Alvehag, 2016). Uppskattningar visar att en relativt stor del av den tillgängliga efterfrågefleksibiliteten i det svenska elsystemet, som det ser ut nu, finns i styrning av värme och varmvatten. Uppskattningar av potentialen att styra effekt till värme och varmvatten, visar på en potential mellan 1 och drygt 5 GW under kalla vinterdagar. I ett framtida energisystem kommer batterier i fordon och andra batterier kunna spela en viktig roll för efterfrågefleksibilitet.

Få åtgärder för laststyrning har ännu genomförts på småhussidan, då de ekonomiska incitamenten för laststyrning är låga för småhusägare. Mycket talar dock för att en framtida prissättning kommer att styra mot ett effektivare utnyttjande av elnäten, dvs ökad prissättning av effektuttag under tidpunkter med hög belastning. Det betyder att det är viktigt att ha en god beredskap avseende införande.

Styrning kan ske på installationsnivå (tex en värmepump), på byggnadsnivå eller en grupp av byggnader. Dessa strategier ger olika typer av nätnytta, samtidigt som de varierar i komplexitet och förutsägbarhet, viktiga komponenter för penetrationsgrad, robusthet och nytta för nätägare.

Det finns olika tekniska lösningar för hur fjärrstyrning kan gå till i olika typer av småhus och mindre marknadsaktörer som *Tibber* och *Ngenic* arbetar redan idag med laststyrning. Inom ramen för projekten KlokEl och VaxEl har en typ av styrning testats i 250 villor i Uppland, med fokus på vilken aggregerad nätnytta dessa hus kan bidra med. Det saknas dock praktiska studier av fler typer av styrning av värme- och varmvatten, vilken nätnytta de ger och hur dessa fungerar i praktiken.

Flertalet av de åtgärder som föreslås som energieffektiviserande innebär även en minskning i topplast t.ex. byte från traditionella ljuskällor till LED, byte till effektivare ventilationsaggregat med förbättrad värmeåtervinning och tilläggsisolering. Genom ökad kunskap om laststyrningsåtgärder blir det möjligt att göra jämförelser avseende kostnader, affärsmodeller och potentialer mellan energieffektivisering och laststyrning. Elkraftbranschens intresseorganisation, Power Circle, uppskattar potentialen för minskade effekttoppar på ca 3 GW för energieffektiviseringsåtgärder i hela Sverige (ej enbart från småhus).

För att undersöka möjligheterna för laststyrning av värmepumpar initierade BeSmå en förstudie under hösten 2019, *Laststyrning av värmepumpar*. Då potentialen visade sig vara mycket stor, utökades arbetet med ytterligare en förstudie, *Småhusens bidrag till minskade topplaster*. Resultaten från båda dessa förstudier är sammanslagna i föreliggande rapport.

1.5 Genomförande och omfattning

1.5.1 Kartläggning

Förstudien inleddes med en kartläggning av kunskapsläget avseende småhusens möjligheter att bidra till efterfrågefleksibilitet, inklusive pågående initiativ och intressenter.

1.5.2 Intervjuer

Intervjuer har genomförts med 17 organisationer, bland annat nätbolag, värmepumpstillverkare, branschorganisationer, forskare och Villaägarna.

1.5.3 Kartläggning av styrtekniker

Inom förstudien har ett antal möjliga tekniska lösningar för laststyrning av elbaserad uppvärmning i småhus tagits fram och dess för och nackdelar diskuterats. Kunskapen baseras på litteraturstudier, genomgång av aktuella projekt inom området samt tillgängliga kommersiella produkter på marknaden. Kunskap har också inhämtats via de intervjuer som Sara Borgström på WSP har genomfört kopplat till förstudien för *Laststyrning av värmepumpar* och *Småhusens bidrag till minskade topplaster*. Lösningarna har diskuterats med utredare inom RISE och WSP med erfarenheter och kunskaper inom området.

1.5.4 Branschdialog

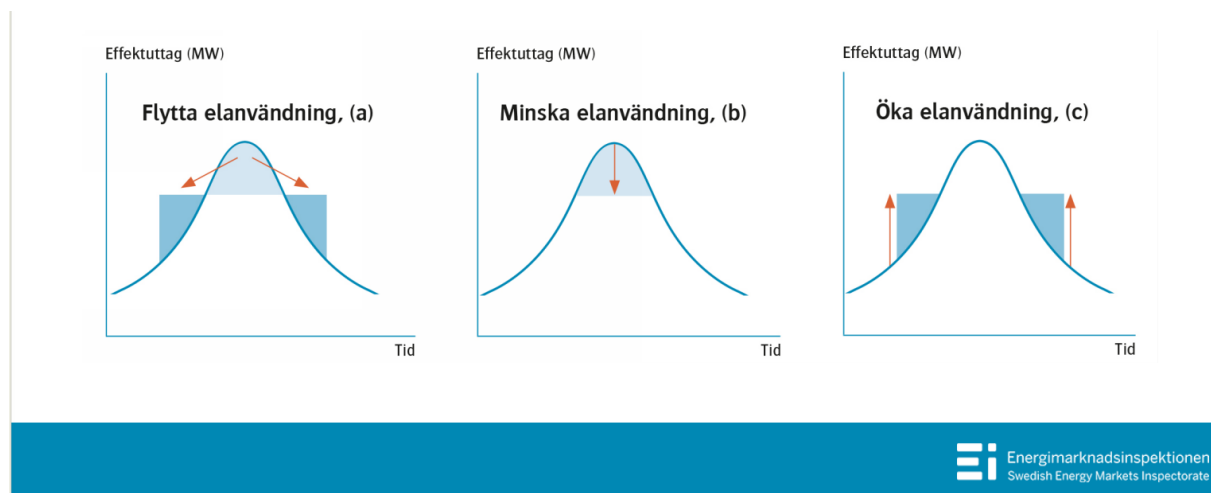
Branschdialog har hållits i ett antal olika forum.

- BeSmå-dagen, 5 november 2019
- Styrgruppsmöte BeSmå, 6 november 2019
- BeSmås referensgrupp för befintligt bestånd, 12 november 2019
- Fokusmöte Installatörsföretagen och Svenska Kyl- och värmepumpsföreningen, 11 november 2019
- Förstudieansvariga efterfrågefleksibilitet BeLok och BeBo, 7 respektive 14 november 2019.
- Villaägarna 21 november 2019
- Coordinet, konferens 5 december 2019

2 Överblick energisystemet nuläge och förväntad utveckling

Energisystemet i Sverige är i snabb omvandling. Detta kapitel innehåller en mycket övergripande genomgång av några av de faktorer som är relevanta för behoven av efterfrågefleksibilitet i småhus, kopplat till elanvändning. En ökad efterfrågan på el i kombination med en mer ojämn, icke planerbar produktion av el ökar kravet på att kunna anpassa behovet av el genom s.k. efterfrågefleksibilitet. Detta skulle skapa ett mer effektivt utnyttjande av elnäten.

I sitt arbete kring vad som är effektivt utnyttjande av elnäten har Energimarknadsinspektionen tagit fram följande bild, se Figur 3. Myndigheten pekar på att det handlar om att skapa incitament så att elnätets aktörer använder elnätet effektivt. Det kan t.ex. handla om att flytta last från en topplastsituation (tex genom styrning av värmepump inklusive tillsatsvärme), minska elanvändningen vid en topplastsituation (tex genom energieffektivisering) eller öka elanvändningen vid tidpunkter då elnätet har ett överskott av el (tex ladda bilen när vindkraften producerar mycket).

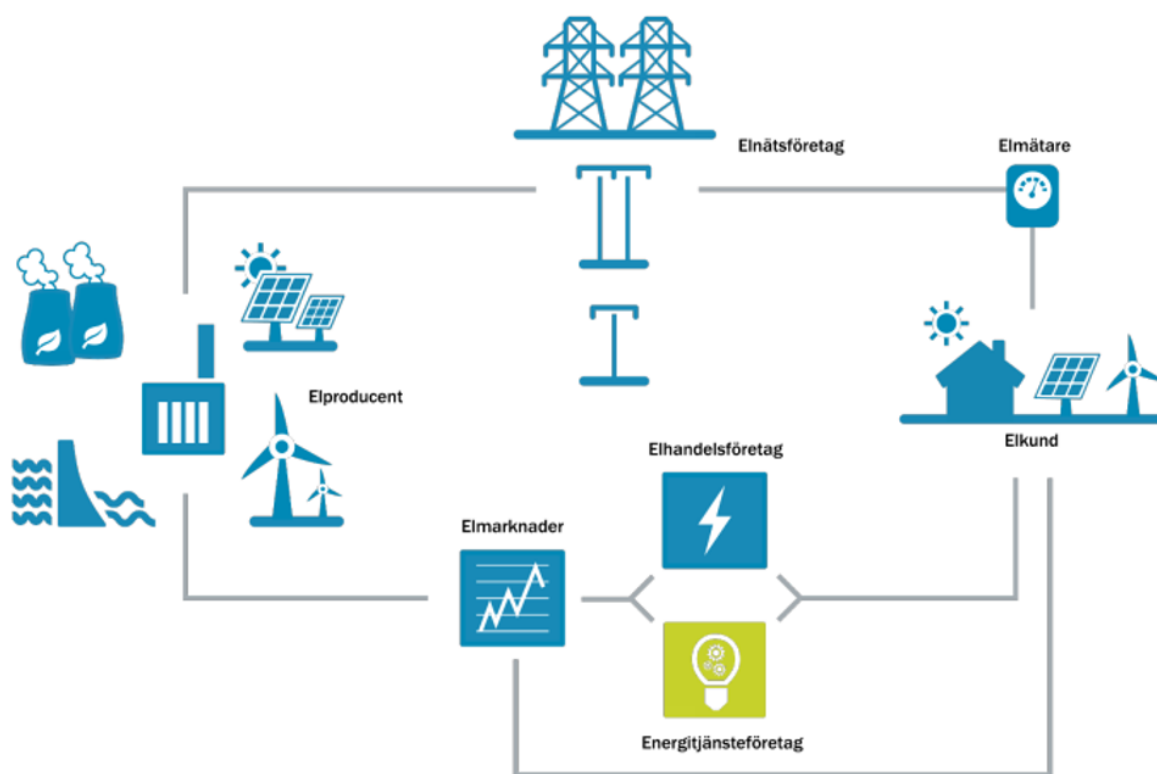


Figur 3. Olika former av laststyrning. (Energimarknadsinspektionen, 2019).

2.1 Förändringar hos energilandskapets aktörer

Arbetet med denna förstudie har bland annat inneburit att undersöka småhusens möjligheter för att vara en del av ett framtida, väl fungerande och klimatsmart energisystem avseende el. För att förstå småhusens roll följer här en mycket kort beskrivning av de förändringar som energisystemet kan förväntas stå inför. De roller som Energimarknadsinspektionen listar när de beskriver systemet, se Figur 4, är bland andra (Energimarknadsinspektionen, 2019):

- Elnätsföretag
- Elkunder
- Elhandlare
- Energitjänsteföretag
- Elproducenter
- Myndigheter



Figur 4. Beskrivning av energilandskapets olika aktörer. Bild lånad från (Energimarknadsinspektionen, 2019).

Detta system är i snabb förändring avseende produktion, förbrukning, affärsmodeller och de olika aktörernas roller. Nedan beskrivs några av de förändringar som kommer att påverka systemet framöver och kan komma att spela roll för frågan om efterfrågefleksibilitet i småhus.

2.1.1 Elnätsföretag

Elnätsföretagen ansvarar för distribution av el och verkar på tre nivåer, nationell, regional och lokal. Som villakund är man knuten till det lokala elnätsföretaget.

Elmarknadshubb och elhandlarcentrisk modell

För att möjliggöra ett tariffsystem som bygger på faktiskt effektuttag eller olika taxor vid olika tider behövs smarta mätare, något många kunder redan har. Svenska kraftnät (Svenska Kraftnät, 2019) och Energimarknadsinspektionen (Ei) har fått i uppdrag av regeringen att införa en central informationshanteringsmodell, en så kallad Elmarknadshubb. Syftet är att möjliggöra en elhandlarcentrisk modell vilket innebär man som elkonsument i framtiden endast kommer att behöva ha kontakt med ett elhandelsföretag som fakturerar kostnaderna för både elförbrukning och elnätanvändning. Projektet är ett uppdrag från regeringen.

Ny mätare är också under nationellt införande som ska kunna kommunicera med elmarknadshubben. Det är ett krav att samtliga elmätare har denna funktion från 2025. Mätarna har också en inbyggd brytare som kan slå av all elförsörjning till kunden. Denna funktion kommer troligtvis inte att utnyttjas utan flera former av mjukare styrning ligger mer nära till hands.

2.1.2 Elkunder

Elkunder förbrukar el, anslutna till ett elnät. Här finns stora punktförbrukare, som t.ex. industri och olika typer av mindre kunder, främst fastigheter, bland annat småhus.

Efterfrågeökning

I samhället finns en stark trend mot ökad elanvändning, både avseende spridda behov, som t.ex. elbilsladdning, och punktkällor, som t.ex. elektrifiering i befintlig industri eller nyetablering av företag. I tillägg till detta finns många delar av Sverige som har en stark tillväxt, både avseende näringsliv och invånare, och belastningen på elnätet i dessa områden ökar.

Mikronät och Off-gridlösningar

Under senaste tiden har intresset för mikronät och offgrid-lösningar ökat och en mycket snabb utveckling sker inom området. En faktor som skulle bidra till en utveckling av området, kopplat till småhus, är den nya möjligheten att bilda energigemenskaper för att dela energi.

2.1.3 Elhandlare

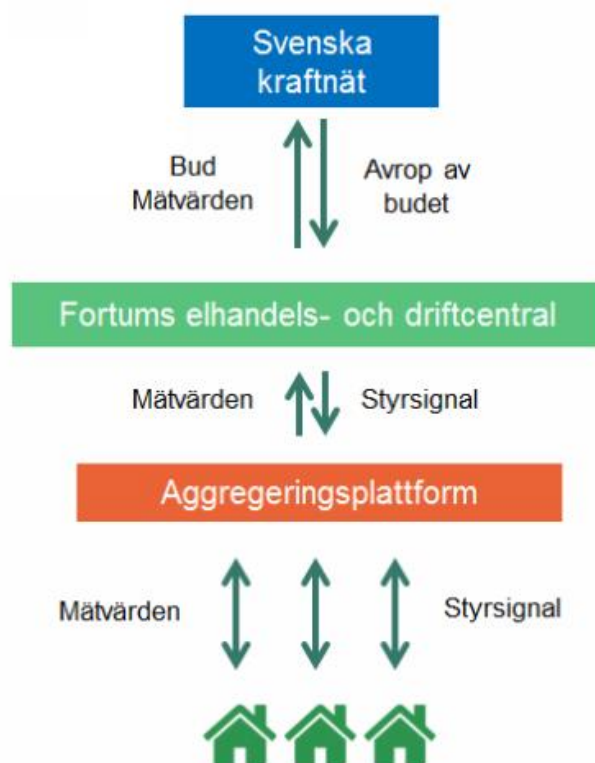
Elhandlare säljer el till kunder. Småhuskunder kan fritt välja elhandlare, oavsett var i Sverige de befinner sig.

2.1.4 Energitjänsteföretag

Aggregator, en ny aktör

Energimarknadsinspektionens utredning *Åtgärder för ökad efterfrågefleksibilitet* (Alvehag, 2016) beskriver behovet av ny aktör på elmarknaden, aggregatorer. Aggregators roll blir att styra elkundernas efterfrågan utifrån effektivt utnyttjande av elnätet, antingen genom att skicka signaler för att styra ner minska efterfrågan när tillgången är låg (tex genom lastflyttning) eller öka efterfrågan vid god tillgång. Aggregatorn kan kommunicera antingen med, en för småhuset central kommunikationsenhet, eller direkt med enskilda installationer (tex en värmepump eller en laddpunkt).

För att skapa en effektiv styrning behöver en aggregator ta hänsyn till elproduktion (tex genom signaler från Nordpool), förväntad förbrukning (historiska data tillsammans med väderprognoser) och överföringskapacitet (information om nätkapacitet). Svenska Kraftnät har beskrivit aggregatorn (i ett arbete med Fortum i figuren nedan) med nedanstående schematiska bild, se Figur 5.



Figur 5. Beskrivning av styrning med aggregator (Svenska Kraftnät, 2017).

2.1.5 Elproducenter

Elproducenter producerar el från t.ex. vattenkraft, kärnkraft, kraftvärmeverk, vindkraft och sol.

Ökad andel förnybar, variabel elproduktion

Med en ökad andel variabel elproduktion från sol och vind kommer behovet av att styra efterfrågan öka (Odenberger, 2019). I Energimyndighetens korttidsprognos (Energimyndigheten, 2019) spås en fördubbling av vindkraften till 2022.

Stängda kärnkraftverk

Sverige har i dag tre kärnkraftverk med tillsammans åtta reaktorer i drift (Teknik, 2019). Forsmark i Uppland med tre reaktorer, Oskarshamn i Småland med en reaktor i drift, och Ringhals i Halland med fyra reaktorer. Ringhals 1 och 2 ska tas ur drift i slutet av 2020 respektive 2019 och därefter avvecklas.

2.1.6 Myndigheter och andra aktörer

Myndigheter genomför de politiska ambitionerna och tar fram förslag på regelverk. Nedan redovisas några av dessa som har påverkan på elsystemet.

Höga hållbarhetsmål hos offentlig sektor och hos näringslivet

Det långsiktiga, nationella, klimatmålet innebär att Sverige senast år 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp. Många kommuner och regioner har satt upp liknande hållbarhetsmål.

Näringslivet bedriver också ett aktivt hållbarhetsarbete. En gemensam plattform finns inom initiativet Färdplan för Fossilfrihet. I detta arbete finns en lång rad branschinitiativ som driver på arbetet. Värmepumpsbranschen deltar i initiativet "Färdplan för fossilfri uppvärmningssektor". Planen (Fossilfritt Sverige, 2018) riktar några uppmaningar till värmepumpsaktörer i fem punkter. En av dessa fem punkter handlar om att styra energianvändningen för att minska effektbehovet för uppvärmning. Ytterligare en punkt handlar om att minska elförbrukning och toppeffektbehovet. En lång rad fastighetsägare, energibolag och andra organisationer bl.a. Svenska Kyl och Värmepumpsföreningen står bakom initiativet.

Ändrade tariffer för effektivt utnyttjande av elsystemet

Den 2 oktober 2018 beslutade regeringen om en ändring i elförordningen (2013:208). Ändringen innebär att Energimarknadsinspektionen (Ei) får meddela föreskrifter om hur nättariffer ska utformas för att främja ett effektivt utnyttjande av elnätet. Ei har startat ett projekt för att ta fram föreskrifter om hur nättariffer ska utformas för att främja ett effektivt utnyttjande av elnätet (Energimarknadsinspektionen, 2019). Projektet beräknas löpa till våren 2020.

I oktober gav regeringen ett uppdrag till Energimarknadsinspektionen om analys och förslag till åtgärder avseende kapacitetsbrist i elnäten (Regeringen, 2019). Bakgrunden är att den senaste tiden har samhällets ökade efterfrågan på el lokalt medfört att nätkapacitetsbrist uppstått på flera platser och regioner i Sverige.

Regeringens uppdrag innebär att undersöka omfattningen av kapacitetsbrist i elnäten, utreda hur problematiken sett ut över tid samt analysera förutsättningar och åtgärder kopplat till de problem som identifieras. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet senast den 1 oktober 2020. En delredovisning av uppdraget ska göras senast den 30 april 2020.

Det finns ett förslag att utrustning för styrning i småhus ska ges statliga subventioner (Alvehag, 2016).

Ren energipaketet

I mars 2019 fattade Europaparlamentet beslut om de sista delarna i det s.k. Ren energi paketet. Energimarknadsinspektionen har sammanfattat nya och ändrade bestämmelser i elmarknadsförordningen och elmarknadsdirektivet (Energimarknadsinspektionen, 2019). I paketet beskrivs en ny typ av marknadsaktör, aggregatorer, som kommer att agera mellanhand mellan elhandlare och kunder. Energimarknadsinspektionen beskriver dessa aktörer på följande sätt.

"Marknadsaktörer (så kallade aggregatorer) som aggregerar elförbrukning för att erbjuda elförbrukningsbud på elmarknaden förväntas spela en viktig roll som mellanhänder mellan kundgrupper och elmarknaden. Utgångspunkten i direktivet (skäl 26) är att medlemsländerna bör vara fria att välja lämplig nationell genomförandemodell och tillvägagångssätt för att styrning och oberoende aggregering, med beaktande av de allmänna principer som finns i direktivet."

Paketet beskriver även ytterligare en typ av aktör, medborgarenergigemenskaper som tillhandahålla olika typer av energitjänster, t.ex. aggregering eller lagning. Medlemmar ska ha rätt att dela energi som produceras av enheter som ägs av energisamhället.

Den svenska lagstiftningen ska anpassas för denna nya typ av aktörer.

3 Elanvändning i småhus, nuläge

3.1 Uppvärmning av småhus idag

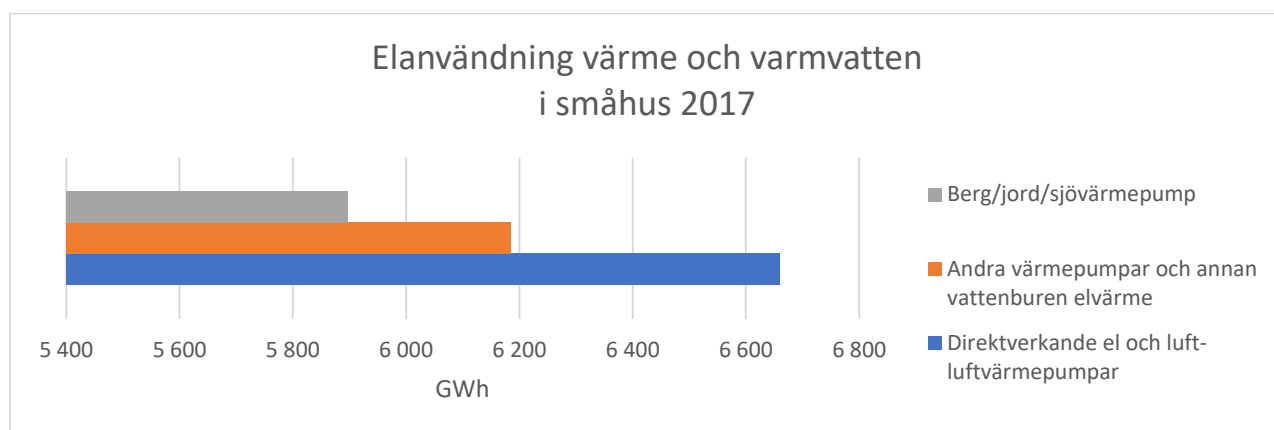
Ungefär 12 % av Sveriges elanvändning går till uppvärmning av småhus (Nyholm, 2016). Drygt hälften av småhuskundernas elanvändning går till uppvärmning och varmvatten, vilket pekas ut som ett område med stora möjligheter till laststyrning. 1,3 miljoner av Sveriges 2 miljoner småhus har någon form av eluppvärmning (direktverkande el, värmepump) (Nyholm, 2016).

47 % av energin till värme och varmvatten i småhus är el. Småhusens uppvärmningsformer visas i Figur 6. Detta ska jämföras med flerbostadshus och lokaler, som i mycket högre utsträckning värms med fjärrvärme.



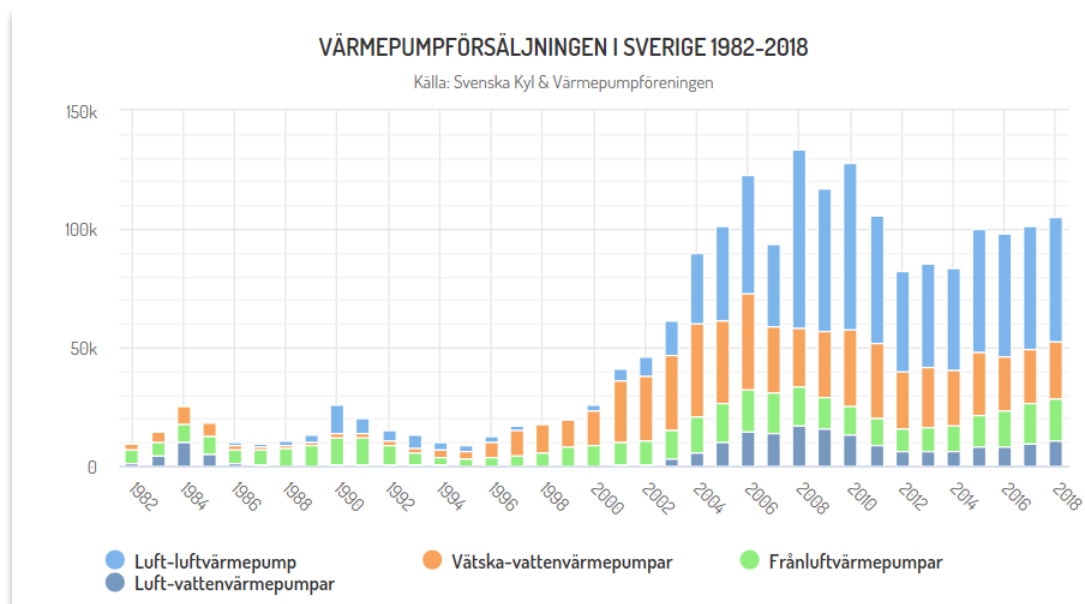
Figur 6. Småhusens energianvändning till uppvärmning och varmvatten 2017, fördelat efter uppvärmningsform. Källa: (Energimyndigheten) (d) = direktverkande el, (v)= vattenburet system. Notera att i direktverkande el ingår även luft-luft värmepumpar.

En jämförelse över olika typer av värmepumpar och eluppvärmning har gjorts i Figur 7.



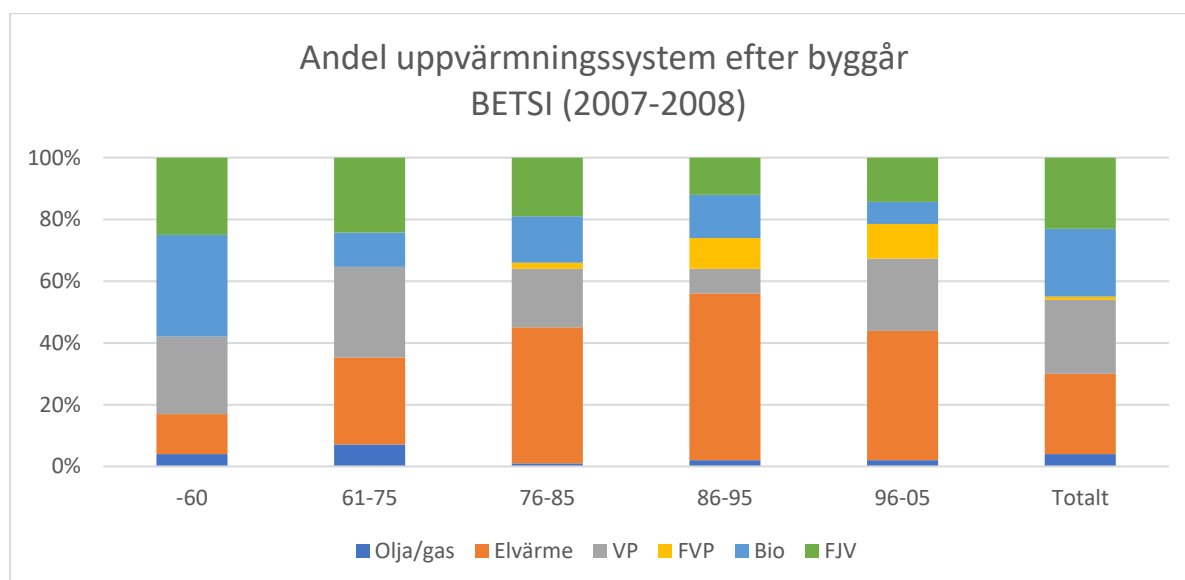
Figur 7. Elanvändning till värme och varmvatten för elbaserade uppvärmningsformer i småhus 2017 (Energimyndigheten). Notera att figuren även redovisar kombinationslösningar mellan uppvärmningsformerna.

Svenska Kyl & Värmepumpsföreningen för statistik över värmepumpsförsäljningen, se Figur 8. I figuren kan utläsas att försäljningen av värmepumpar ligger på ca 100 000 st. per år. Nya värmepumpar har ofta smartare styrning inbyggd, vilket möjliggör laststyrning utan installation av ytterligare enheter. Förutom luft-luftvärmepumpar är vätska-vattenvärmepumpar vanligast (tex bergvärme). Av Figur 8 framgår också att en stor mängd värmepumpar installerades mellan 2006 och 2010 och många av dessa har idag nått sin tekniska livslängd.



Figur 8. Försäljning av värmepumpar i Sverige, antal. (Svenska Kyl & Värmepumpsföreningen, 2019)

Vilken typ av uppvärmning som används i småhus skiljer sig åt beroende på byggår. Hus byggda på 60-talet och tidigare har oftast vattenburen värme. Detta möjliggör att använda fjärrvärme, elpanna eller en värmepump. Direktverkande elvärme är vanligt i hus från 70- och 80-talet. Många av de hus som har direktverkande el har kompletterats med en luft-luftvärmepump. Från 80-talet och framåt blir det vanligare med frånluftsvärmepump som levererar värme till ett vattenburet system.



Figur 9. Uppvärmningssystem i småhus enligt BETSI (Boverket, 2010). VP= värmepump. FVP= frånluftvärmepump. FJV= fjärrvärme.

3.2 Värmepumpar i småhus idag och dess styrmöjligheter

Värmepumpar använder el för att tillgodogöra sig energi från t.ex. luft eller marken som kan användas för uppvärmning av ett hus eller varmvatten. Detta gör att det går åt mindre el jämfört med om huset hade värmts med el direkt (elpanna eller direktverkande el).

Värmepumpens förmåga att leverera värme är helt beroende av temperaturskillnaden mellan det man tar värmen ifrån (tex mark eller luft) och det man avger värmen med (luft eller vatten). Med liten temperaturskillnad får man hög leverans av värme och med stor temperaturskillnad får man låg vilket innebär att i princip alla värmepumpar måste kompletteras med tillskott av effekt, så kallad elspets, för de kallaste dagarna, ofta en elpatron. Här finns en stor skillnad i funktion mellan olika typer av värmepumpar. Bergvärmepumpar och frånluftsvärmepumpar påverkas mycket mindre av utetemperaturen än värmepumpar som hämtar värme från uteluften. Det har skett en snabb utveckling av alla typer av värmepumpar mot ökad effektivitet även när det är kallt.

Elpatron och värmepump levereras som ett paket till småhuskunder som inte märker av vilken av dessa som arbetar när, då det sker automatiskt.

Äldre värmepumpar dimensionerades typiskt för att klara av ungefär halva husets effektbehov, och därmed ca 80 % av energibehovet på årsbasis. Resterande energi- och effektbehov täcktes av elspets. Moderna värmepumpar dimensioneras för att klara en betydligt högre del av effektbehovet, och har därmed ett mindre behov av elspets. Under kalla perioder, dvs ofta sammanfallande med effektoppar i nätet, används elspets mer än under varmare perioder. Lagrad värme i husets stomme samt i värmesystemet gör det möjligt att "bryta bort" värmepumpens elspets under kortare perioder.

Förutom att förse huset med värme, producerar en värmepump varmvatten. Det vanligaste är att värmepumpen har en tank på ca 200 liter som håller ca 55 grader för varmvatten (Ruud, 2019). Utan smart styrning kommer tanken att fyllas på direkt när varmvatten förbrukats, t.ex. efter det att någon tagit en dusch på morgonen. En värmepump prioriterar alltid produktion av varmvatten, vilket betyder att vid en tappning kommer värmepumpen att startas, eller styra om från att värma husets radiatorer till att producera varmvatten. Oftast finns det inget omedelbart behov ytterligare varmvatten på morgonen därför kan denna "last" flyttas längre fram i tid.

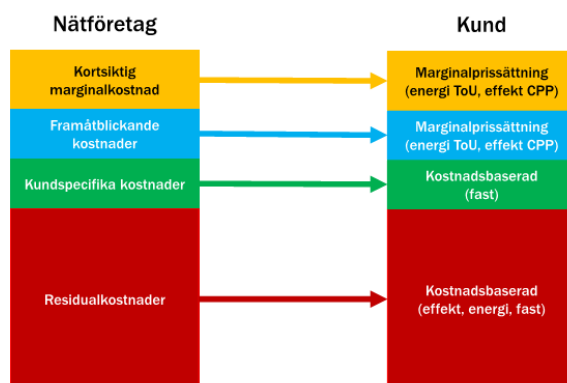
Resterande elanvändning i småhus är också som störst när det är personer hemma, där bl.a. spisar står för stor effekt. Framöver kommer vi också få mycket stort el- och effektbehov kopplat till laddning av fordon.

Elanvändningen i småhus är alltså ofta som allra störst på morgon och kväll (när personer är hemma) kalla dagar. Detta sammanfaller ofta med de behovstoppar som finns inom andra delar av samhället, t.ex. industrin, vilket skapar stor belastning på elnätet.

3.3 Prissättning av el för småhuskunder

Energimarknadsinspektionen beskriver kostnadsriktiga nättariffer enligt följande modell, där vissa delar är fasta och vissa delar är rörliga.

Kostnadsriktiga nättariffer



Figur 10. Kostnadsriktiga nättariffer enligt Energimarknadsinspektionen. (Energimarknadsinspektionen, 2019)

Ett exempel på hur dagens prissättning på el för ett småhus kan se ut visas nedan i Tabell 1. I detta exempel står de rörliga elkostnaderna för ca 40 procent av den totala kostnaden och elnätskostnaderna för mellan 25 och 30 procent av den totala kostnaden, resterande kostnader utgörs av energiskatter.

Tabell 1. Exempel på elkostnader för ett småhus i Göteborg med olika total elanvändning.

Kostnad	Kostnad per enhet	Total kostnad, 25 000 kWh/år [SEK]	Total kostnad, 15 000 kWh/år [SEK]	Källa
El	55 öre/kWh	13 750	8 250	elpriskollen.se
Elnät, abonnemang	157,5 kr/mån	1 890	1 890	goteborgenergi.se
Elnät, elöverföring	28 öre/kWh	7 000	4 200	goteborgenergi.se
Energiskatt	43,38 öre/kWh	10 845	6 507	goteborgenergi.se
Totalt		33 485	20 847	

3.3.1 Prissättning för elanvändning

Elpriset kan byggas upp på olika sätt och det som bäst speglar tillgången på el i de olika elhandelsområdena är spotpriset, dvs nordiska elbörsen, Nordpools elpris. Det finns idag möjlighet för småhuskunder att teckna ett avtal baserat på spotpris, vilket ger dem incitament att styra sin elanvändning till tillfällen med låga elpriser.

3.3.2 Prissättning för användande av elnätet

Merparten av elnäten erbjuder idag en platt tariff för överföring av el till sina småhuskunder, likt exemplet ovan. Det är dock redan idag möjligt att införa olika typer av mer dynamiska modeller för nättariffer, som ökar incitamentet för kunderna att minska eller flytta sin elanvändning.

Nedanstående figur, Figur 11, beskriver olika prissättningsmodeller för nyttjande av elnätet.



Figur 11. Olika modeller för prissättning av användande av elnätet. Sammanfattning från (Tenbakk, 2019).

Olika typer av effekttariffer har de senaste åren införts i Sverige (Tenbakk, 2019). En utredning beställd av Energimarknadsinspektionen visar det att flera elnätsföretag infört effekttariffer för sina mindre kunder, bl.a. Karlstad Energi, Jukkasjärvi Sockens Belysning, Malung, Vattenfall (planerat från 2020), Sala Heby och Västra Orust Energijämsn. Några använder månadens topplastimme för att bestämma effekttaxan, andra baserar taxan på ett medelvärde av mellan tre och fem timmar (i några fall enbart inom höglasttider, ofta kl. 06-22 vardagar). Flera av dem har en högre avgift under höglastperioder, november till mars och under dagtid/vardagar (Tenbakk, 2019).

Även energiavgiften skiftar hos några av nätbolagen, beroende på tid på dygnet och året.

Utredningen visar att

Ingen av elnätsföretagen vi har pratat med har gjort grundliga analyser av förändringar i kundbeteendet efter förändringen av tariffutformningen och vilken betydelse sådana förändringar haft på nätets lastkurva eller kostnaderna i nätet, även om vissa elnätsföretag har mätdata på timnivå för en viss period innan införandet av effekttariff. Därför kan de heller inte säga säkert om tariffen faktiskt har påverkat konsumtionsnivån och profilen, vem som anpassar sig eller hur de anpassar sig. Anledningen är att ändringar i beteendet inte var det viktigaste syftet med att ändra tariffen.

Elnätsföretagen hävdar att det för många kunder är svårt att förstå skillnaden mellan effekt och energi, vilket är en förutsättning för att minska sin maximeffekt. Många av de elnätsföretagen vi har pratat med har upplevt att de kunder som träffas vid informationsmötena förstår detta.

...

De flesta nätföretagen anser att det är villakunder som har störst potential att anpassa sin konsumtion och effekt (kunder med säkringsstorlek upp till 63 A). Dessa är fast bosatta och har tillräckligt hög effekt för att de ska kunna spara pengar på att anpassa sin förbrukning. Många villakunder har installerat värmepumpar de senaste åren.

Utredningen har också undersökt ett antal internationella fall och sammanfattar sina lärdomar för Sverige men bland annat nedanstående punkter

- *Många av studierna avser ToU- och rapporterar om reduktion i energiförbrukning i höglastperioden och inte speciellt om påverkan på topplasten. Några studier rapporterar om minskning av topplasten, medan andra endast rapporterar om minskning av elförbrukningen under en längre höglastperiod.*
- *Elbil-laddning kan flyttas från peak till off-peak genom ToU-tariffer, men hur stor prisskillnaden måste vara, är oklart, och skiljer sig troligen från fall till fall. Det finns litet empiri på detta området.*
- *CPP-prising, där det definieras ett antal dagar eller perioder där priserna är höga, ser ut till att ge kraftfulla incitament till att minska förbrukningen på dessa dagar.*
- ...
- *Kunderna gillar ToU-tariffer och tycker de är lätta att förstå, men effekttariffer ger större efterfrågerespons.*
- *Automatisk styrutrustning ökar responsen.*
- *Resultaten visar på större efterfrågeminskning för byggnader med elektrisk uppvärmning än för andra.*

Värt att notera är bland annat att automatisk styrning ger större respons och att byggnader med elektrisk uppvärmning minskar sin efterfrågan mer än andra, något som är relevant för den fortsatta diskussionen om småhus, med värmepump eller annan elbaserad uppvärmning.

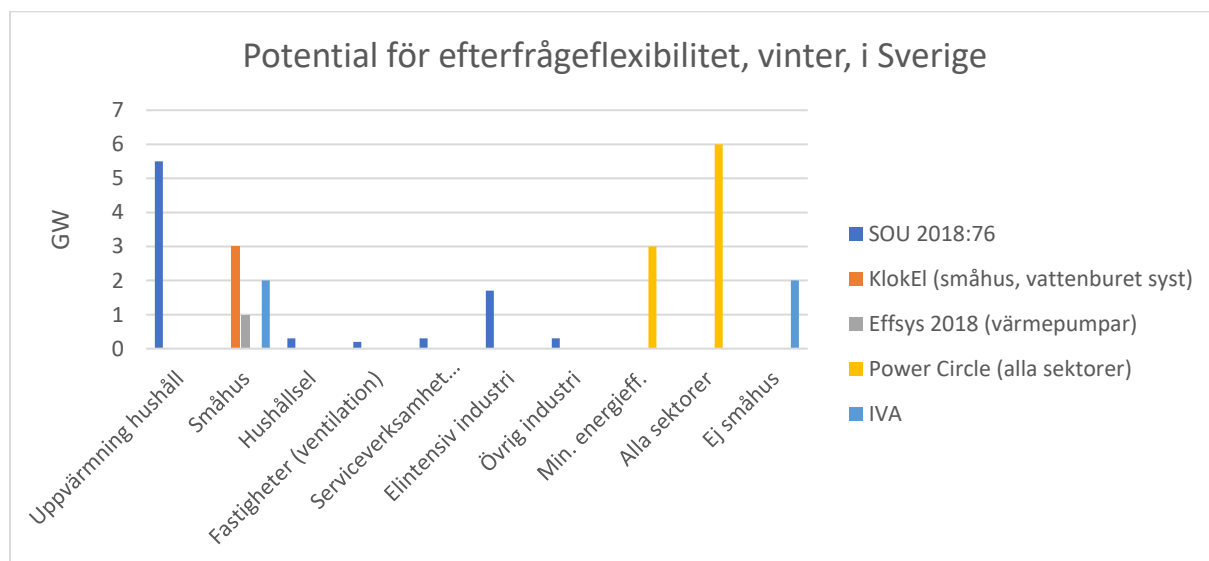
4 Potential för laststyrning i småhus

Sveriges totala effektbehov vid höglastsituationer är idag ca 28 GW. Delar av denna belastning kan undvikas genom efterfrågefleksibilitet. Det finns många uppskattningar av denna potential och de innehåller med nödvändighet många osäkra faktorer. Författarna till föreliggande förstudie har undersökt vilken potential efterfrågefleksibilitet i småhus har jämfört med andra sektorer. De av författarna identifierade uppskattningarna, finns sammanfattade i Figur 12. Uppskattningarna innehåller avgränsningar, vilka beskrivs nedan.

Elanvändning i ett småhus med en värmepump går till tre huvudområden; värme, varmvatten och annan elanvändning (tex spis, tvättmaskin, elbilsladdning). Flera av de intervjuade poängterar att framöver tillkommer även möjligheten att styra elbilsladdning och ev. batteri. Elanvändning för uppvärmning kan flyttas några timmar utan minskad komfort för de boende (olika lång tid beroende på husets värmetröghet och utetemperaturen). Fordonsladdning kan ofta flyttas över längre tid, t.ex. från kvällen till natt, beroende på när det finns ett behov av att ha bilen laddad. Dessa två styrmöjligheter kompletterar därför varandra.

Den värmetröghet som finns i de flesta småhus medger att uppvärmningen pausas utan att temperaturen sjunker nämnvärt. Här finns en stor del av laststyrningspotentialen i ett småhus. Den energis som behövs till uppvärmning försvinner dock inte utan måste tillföras antingen i förväg eller efter uppvärmningspausen. Det finns då en risk att denna situation i sin tur blir en höglastsituation om inte styrningen sker med detta i beaktande.

Utredningen *Mindre aktörer i energilandskapet* (Utredningen om mindre aktörer i energilandskapet., 2018) har kartlagt potentialen för efterfrågefleksibilitet i Sverige, se Figur 12. Två kategorier sticker ut avseende potential för efterfrågefleksibilitet, hushållens uppvärmning och den elintensiva industrin (oberoende av årstid). Notera att denna potential visar på nuvarande potential, dvs inte den som tillkommer när t.ex. laddning av elfordon kommer att gå att styra. Notera att merparten av dessa potentialer är så kallad återvändande last, dvs inte en minskad elanvändning utan en flyttad elanvändning. Test i Uppland visade att man vid styrning under morgonen kunde undvika återvändande last på grund av att morgonsolen gjorde kompenserande uppvärmningsbehov onödigt. Under kvällstid eller molnigt väder kan man inte förvänta sig samma effekt (Lindborg, Slutrapport. Nya samverkansmodeller på elmarknaden, 2018).



Figur 12. Potential för laststyrning, 2–3 timmar vintertid för olika sektorer genom olika utredningar. Potentialen hos hushållen är uppdelad i uppvärmning och varmvatten, samt hushållsel. Notera att det tre utredningar som tittat på potential för uppvärmning hushåll inte undersökt exakt samma sak. Källor: (Utredningen om mindre aktörer i energilandskapet., 2018) (Lindborg, Slutrapport. Nya samverkansmodeller på elmarknaden, 2018) (Axelsson, Sept 2018) (Svensk Vindenergi, 2019) (IVA, 2015).

Potentialen för hushållens uppvärmning från SOU:n bygger på BETSI-kartläggningen, som genomfördes 2007–2008. Fördelningen mellan olika uppvärmningssätt var enligt Figur 9. De två största uppvärmningskategorierna, elvärme och värmepump, har potential att laststyras. Notera att sedan denna kartläggning gjordes har det skett en mycket stor introduktion av värmepumpar. Uppskattningar från projektet KlokEl (Lindborg, Slutrapport. Nya samverkansmodeller på elmarknaden, 2018) visat på en laststyrningspotential för vattenburna system på 3–5 GW, vilket i princip bekräftar potentialen ovan, se Figur 3.

En utredning har tittat på potentialen för flexibilitet genom styrning av värmepumpar år 2030. Denna utredning förutsätter bl.a. en energieffektivisering och uppskattar föga överraskande en lägre potential, ca 1 GW (Axelsson, Sept 2018). En sammanställning av Power Circle bekräftar i princip storleksordningen avseende potential för styrning (Svensk Vindenergi, 2019). Den uppskattar också en potential för energieffektivisering på minst 3 GW för samtliga sektorer, dvs att man genom energieffektiviseringsåtgärder (t.ex. tilläggsisolering) minskar elbehovet generellt, vilket även påverkar effektbehovet vid toplastsituationer. De tre utredningarna bekräftar dock slutsatsen att småhusens uppvärmning har en stor potential för efterfrågefleksibilitet, jämfört med andra delar av energisystemet.

Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, har i en studie uppskattat den tekniska potentialen för minskning av effekt till 4 000 MW i Sverige, vilket är en betydande del av den maximala effekttoppen på 28 000 MW (IVA, 2015). Hälften av den identifierade potentialen kommer från eluppvärmda småhus och kan flyttas under några timmar. Utredningen pekar på att de tekniska lösningarna för att flytta last finns, men det är affärsmodellerna och metoderna för att realisera potentialen som är utmaningen.

Denna potential definierad som återvändande last, dvs man måste "ta igen" den effektreduktion som gjorts. Detta gör att det är den relativa prisskillnaden som är intressant.

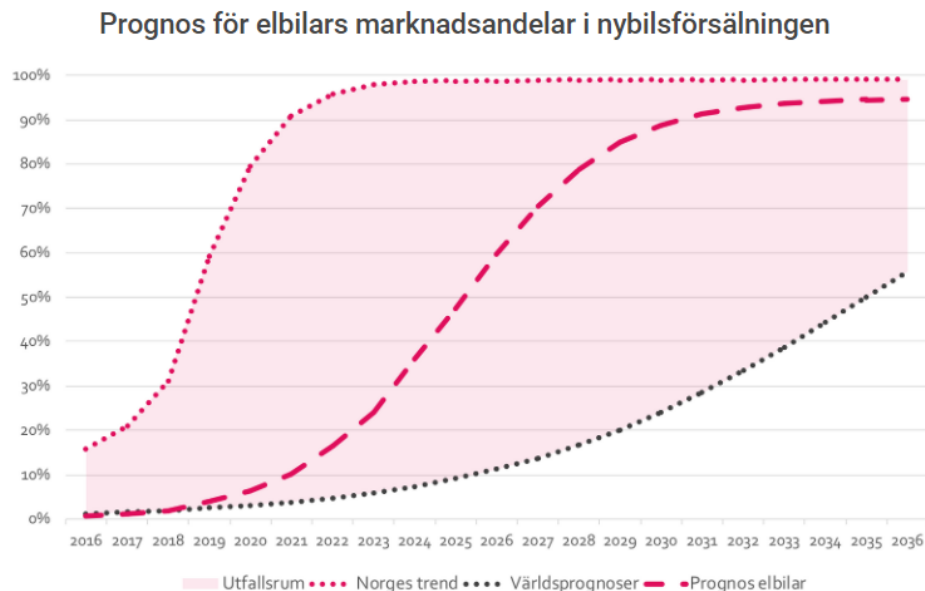
4.1 Total potential för flexibla resurser

Power Circle, elkraftbranschens intresseorganisation (Svensk Vindenergi, 2019) har sammanställt exempel på flexibla resurser som kan hjälpa till att tillgodose effektbehovet. Dessa presenteras nedan för att ge ytterligare en referens till den ovan angivna potentialen.

Resurser som finns redan	Morgondagens resurser
• Import/export (10 GW) • Vattenkraft (13 GW idag, 15 GW imorgon) • Gasturbiner (ca 1-2GW) • Kraftvärme (ca 3-4 GW)	• Elbilar med V2G (14-114 GW) • Batterier (minst 30 GW) • Efterfrågefleksibilitet (ca 5-7 GW) • Energieffektivisering (minst 3GW) • Vätgaslager (potential ännu okänd)

Figur 13. Flexibla resurser för elproduktion/användning. (Svensk Vindenergi, 2019)

För att få en uppfattning om hastigheten i elbilsintroduktionen kan Power Circles prognos för försäljning av laddbara fordon användas, se Figur 14. Prognosen visar att redan 2025 kan hälften av nybilsförsäljningen vara laddbara fordon. Västra Götalandsregionen (Ekengren, 2012) har gjort en uppföljning av läget och ser att trenden än så länge är att andelen elbilar stiger snabbare än Power Circles prognos.



Figur 14. Prognos för elbilars marknadsandelar i nybilsförsäljningen (Power Circle, 2019).

En Chalmersstudie (Nyholm, 2016) från 2016 undersöker potentialen för styrning av svenska småhus och används som referens ibland annat Energimarknadsinspektionens utredning från 2016.

4.2 Dagens incitament för småhuskunder att skapa efterfrågefleksibilitet

Med dagens prissättning finns ett mycket litet ekonomiskt incitament för småhuskunder att bidra med efterfrågefleksibilitet, bland annat (Alvehag, 2016) (Nyholm, 2016) (Tenbakk, 2019). Automatisk styrning har visat sig ge bättre effekt (Tenbakk, 2019), vilket flera av de intervjuade också pekar på som en framgångsfaktor (Odenberger, 2019) och (Lindborg, Teknisk chef Sustainable Innovation, 2019). Småhusägares vilja att bidra med miljönytta lyfts också av flera av de intervjuade och ett examensarbete har visat på stor beredskap att låta sina laster styras utifrån miljönytta (Odenberger, 2019).

5 Resultat intervjuer och branschdialog

5.1 Intervjuer och branschdialog

Branschdialog har hållits i ett antal olika forum:

- BeSmå-dagen, 5 november 2019
- Styrgruppsmöte BeSmå, 6 november 2019
- BeSmås referensgrupp för befintligt bestånd, 12 november 2019
- Fokusmöte Installatörsföretagen och Svenska Kyl- och värmepumpsföreningen, 11 november 2019
- Förstudieansvariga efterfrågeflexibilitet BeLok och BeBo, 7 respektive 14 november 2019.
- Villaägarna 21 november 2019
- Coordinet, konferens 5 december 2019
- Ytterligare samtal med representanter för Ngenic (aggregator), Chalmers, nätägare (EON, Göteborg Energi och Herrljunga Elektriska), RISE och Power Circle.

Totalt har dialog förts med representanter för 17 olika organisationer inom ramen för förstudien.

5.2 Värmepumpstillverkare och Svenska Kyl- och värmepumpsföreningen

Inom ramen för förstudien har fyra värmepumpstillverkare (Thermia, Bosch, Mitsubishi Electric och NIBE) intervjuats. Två av tillverkarna har möjlighet att styra flertalet av de sålda värmepumparna mot spotpris och en kommer inom kort att introducera möjligheten. En av tillverkarna har haft spotprisstyrning sedan 2014, en i ett totalt år. Värmepumpar, tillverkade från och med 2009, hos en av tillverkarna, kan förses med en hårdvara som gör att även dessa, äldre, värmepumpar går att styra mot spotpris.

Flertalet av värmepumparna har en SG Ready-funktion, som beskrivits ovan. Två av värmepumpstillverkarna anger att det endast krävs en mjukvaruuppgradering för att kunna styra flertalet av sina sålda värmepumpar mot andra signaler som t.ex. kapacitet i elnätet. En av tillverkarna anser att spotprisstyrning bör räcka och att det istället bör ske en uppdelning av zonerna för spotpris för att bättre spegla elnätets kapacitet på mer lokal nivå. En av tillverkarna har API:er som möjliggör extern styrning. Andelen värmepumpar som går att styra ökar hela tiden i takt med att pumparna byts ut.

SG Ready-styrning ses av den intervjuade representanten för en av tillverkarna som en ren krisstyrning, som bör användas enbart vid risk för akuta problem i nätet. När SG Ready-styrning används i delar av Tyskland designas byggnadernas uppvärmningssystem så att de klarar en period av avstängd värmepump (t.ex. större varmvattenberedare).

Samtliga representanter för värmepumpstillverkare anser att behovet av att kunna styra värmepumpar för att bidra med flexibilitet i elnätet kommer att öka under de närmsta fem till tio åren. Några ser även idag ett visst behov.

På frågan vilka utvecklingsbehov de ser säger representanter från värmepumpstillverkarna att det i första hand behövs tydliga incitament för deras kunder (t.ex. småhusägarna) att bidra med efterfrågeflexibilitet. Flera av dem efterfrågar också en gemensam standard för styrning. Någon nämner t.ex. en certifiering. SKVP pekas ut som en lämplig aktör att driva denna fråga. Några nämner också vikten av att driva en kunskapsuppbyggnad gemensamt med värmepumpstillverkare, hustillverkare, elproduktionsbolag/nätägare. Även praktiska tester av styrning efterfrågas.

Den intervjuade representanten för SKVP anser att möjligheten att styra värmepumpar kommer att behövas både för nya och äldre värmepumpar. Han bedömer också att det vore intressant att undersöka användarupplevelserna av styrning av olika slag genom praktiska tester.

Skellefteå kraft (Skellefteå Kraft, 2019) och NIBE (NIBE, 2019) har tillsammans utvecklat ett elhandelsavtal som baseras på timförbrukning. I kombination med NIBE:s styrapp myUplink kan värmepumpen styra driften efter förväntat värme- och varmvattenbehov och det kommande dygnets timpris för el. NIBE kallas systemet för Smart Price Adaption och marknadsför det med att det kan sänka den rörliga elkostnaden med 5–10 %.

5.3 Styrmetoder för efterfrågefleksibilitet från värmepump

Av de resurser som idag finns tillgängliga för att arbeta med efterfrågefleksibilitet är det hushållens uppvärmning som har den största potentialen, samt en ökande potential från elbilsladdning. Nedan finns en mycket grov genomgång av olika styrnivåer. För en mer omfattande och teknisk genomgång av tillgängliga styrtekniker, se bilaga 1.

Styrning av en värmepump kan ske på tre olika nivåer, antingen genom optimering av själva värmepumpen, genom optimering av byggnadens energianvändning eller genom optimering av energisystemet. I ett framtida energisystem, med alltmer oplanerbar effekt kommer det bli allt viktigare att anpassa efterfrågan efter energisystemets behov, se Figur 15. Idag saknar merparten av de befintliga värmepumparnas möjlighet att kommunicera med omgivningen (dvs befinner sig på lägsta trappsteget), även om många nya värmepumpar har möjlighet till styrning mot spotpris (högsta trappsteget).



Figur 15. Olika nivåer av styrning av värmepump.

I Bilaga 4 listas energitjänsteföretag (tex aggregatorer) och några av de styrtekniker som kan användas av energitjänsteföretag för fjärrstyrning av småhusens uppvärmning.

5.4 Resultat från dialog, övriga aktörer

Dagens smarta värmepumpar fångar inte elnätets alla behov

Det finns olika anledningar till att vilja styra ned eller upp användningen av el som förbrukas, se Tabell 2. Som framgår av tabellen är både *låg produktion* och *låg överföringskapacitet* skäl till att sänka användningen. De värmepumpar som har fjärrstyrning idag använder Nordpools prissignaler. Detta pris avspeglar produktionssituationen och eventuella kapacitetsproblem i överföringen mellan Sveriges fyra elhandelsområden. De avspeglar inte kapacitetsbrister i nätet på regional eller lokal nivå. Några av de intervjuade föreslår att detta bör lösas genom fler elområden.

Tabell 2. Olika situationer avseende behov av laststyrning.

	Högre produktion än efterfrågan	Lägre produktion än efterfrågan
Elnätet ej högt belastat	Öka användningen	Sänk användningen
Hög belastning på elnätet	Sänk användningen	Sänk användningen

En annan utmaning som flera av de intervjuade ser med styrning efter pris är att om många aktörer agerar efter samma signal kan detta skapa problem när en bristsituation är över. Ett exempel är när samtliga värmepumpar slår på igen efter en avstängning. Detta kommer medföra en belastningstopp vid detta tillfälle istället. Det är därför av stor vikt att en återgång till normalläge efter en nedstyrning sker gradvis. Här kan en aggregator spela en viktig roll. Den återvändande lasten är intressant att studera närmare.

Incitament och handlingsutrymme skevt fördelat

Många aktörer behövs för att småhusens potential till efterfrågefleksibilitet ska kunna nyttjas. Denna förstudies slutsats är att det idag inte är samma aktörer som har de största incitamenten som har handlingsutrymme i frågan som har det största handlingsutrymmet, samt att frågan för de flesta aktörer inte är akut i dagsläget.

Tabell 3. Incitament och handlingsutrymme för efterfrågefleksibilitet i småhus.

Aktör	Incitament	Handlingsutrymme
Nätägare	Medel till högt incitament	Förhindrade att starta aggregeringstjänster. Kan påverka genom tariffer. Flertalet verkar i områden där behovet idag inte är akut.
Aggregator	Mycket få aktörer. Saknar idag tillräckligt ekonomiskt incitament för att starta verksamhet.	Låg lönsamhet gör att det enbart finns få.
Tillverkare av styrutrustning för retrofitlösningar.	Få aktörer. Då incitamentet för kunderna är lågt, är marknaden också begränsad.	Liten marknad, låg lönsamhet.

Småhustillverkare	Ingen efterfrågan från kunderna gör att incitamentet är lågt.	Kan genom kravställning påverka den utrustning som sätts in i nyproducerade småhus.
Småhusägare	Låg kunskap om behovet. Låg lönsamhet.	Skulle kunna köpa styrutrustning till sitt hus.

Som framgår av Tabell 3 har aktörer med stort incitament för att arbeta för efterfrågefleksibilitet i småhus ett begränsat handlingsutrymme. Genom att ändra hur energin prissätts genom att värdera effekt och kapacitet högre skulle incitamentsstrukturen ändras.

De vattenburna systemen har störst potential

Fler av de intervjuade personerna nämner att det är de vattenburna systemen som har störst potential för att stänga av uppvärmningen under några timmar utan komfortpåverkan hos de boende. Detta beror på den stora volymen vatten som bidrar med värmeförmåga i systemet.

Utredningen inom ramen för föreliggande förstudie har inte gett resultat i form av kunskap om några tester eller simuleringar för t.ex. luft-luft-värmepumpar eller system med direktverkande el. En reflektion utifrån denna utredning är att dessa två system kan stängas av utan att varmvattenproduktionen påverkas, vilket minskar risken för påverkan på komforten. Det skulle därför vara av nytta att undersöka vilken nätnytta dessa system skulle kunna ge under kortare perioder.

Mycket intresse, många simuleringar, få praktiska test

Samtliga aktörer anger att frågan om småhusens bidrag till efterfrågefleksibilitet är intressant och att den behöver utvecklas. Flera simuleringar av potentialen för efterfrågefleksibilitet har identifierats inom ramen för dialogen, men endast ett test av efterfrågefleksibilitet, KlokEl/VäxEl har nämnts av de intervjuade personerna. Ett stort utvecklingsprojekt som många hänvisar till är också det som sker inom forum för smarta elnät, Coordinet.

Många av de aktörer som deltagit i branschdialogen har idag inget eller litet pågående utvecklingsarbete för att möjliggöra fjärrstyrning av uppvärmning och varmvatten i småhus. Många av de som vill arbeta med frågan behöver input utifrån för fortsatt utveckling, tex i form av gemensamma standards eller kundincitament. Anledningen till detta är antingen att frågan inte har kommit upp i deras organisation eller att de avvaktar incitament för styrning innan de agerar.

De småhusföretag som tillfrågats inom denna förstudie, ställer idag inte några krav avseende efterfrågefleksibilitet. Inget av företagen planerar heller att göra det inom närtid.

Flera av personerna som deltagit i förstudiens intervjuer och möten menar att tekniken för styrning inte är ett problem utan att det är relativt enkelt att laststyra småhus. Det är dock några som nämner on/off-lösningar som en variant för styrning, vilket kan vara en lösning som få småhusägare kan acceptera. Ngenic Tune, en retrofitutrustning för vattenburna system (se bilaga 4), är dock den enda plug and play utrustning som de intervjuade har kännedom om. Ngenics vd menar att 700 000 av Sveriges 800 000 villor med vattenburen uppvärmning skulle kunna styras med deras styrenhet.

Det finns en stor samstämmighet kring att affärsmodeller som skapar incitament för styrning är helt nödvändiga för att få fart på arbetet med efterfrågefleksibilitet hos småhus. Här pekar flera på behovet av den nya marknadsaktören aggregator som idag knappt existerar i Sverige. Power Circle menar att de har relativt god överblick över de som opererar i Sverige och nämner två existerande (Tibber och Ngenic) och flera på väg in/inom närliggande områden (Power2U, Stella Futura, Aleloin). Här sker en snabb utveckling. Flera av de intervjuade anser att nätbolagen är nyckelaktörer i detta arbete.

Gemensam standard efterfrågas

Ytterligare ett utvecklingsbehov som många parter nämner är en standard för hur kommunikationen

ska ske med småhusen/småhusens installationer. Installatörsföretagens representant påpekar att det just nu sker en mycket snabb utveckling av smarta hem-lösningar och att det är troligt att många kommer att vilja ha all kommunikation via någon typ av central kommunikationsenhet. Här finns just nu olika lösningar från många leverantörer (inte minst Google och Amazon) och det nämns av flera av de intervjuade. Så länge detta inte finns hos småhuskunder arbetar merparten av värmepumpstillverkarna med en egen uppkopplingslösning. Ett exempel på en sådan smarta hem-lösning är Niko Home Control, som kan kommunicera med t.ex. Nibe, en kombination som småhustillverkaren A-hus arbetar med (Niko, 2019). Denna marknadsförs dock inte som en kanal för styrning av elanvändningen från en extern signal.

Elbilsladdning en gigantisk möjlighet, men också en utmaning

Många av de intervjuade nämner också nödvändigheten av att arbeta med styrning av elbilsladdning, där Power Circle har uppskattat elfordonsladdningens behov till en ökad belastning på 14–114 GW, dvs långt större påverkan än den laststyrningspotential som uppvärmning har. Om dessa behov inte styrs efter elnätens behov kommer de snabbt att orsaka stora kapacitetsproblem.

Test i verkligheten efterfrågas – glöm inte användarupplevelsen

Flera av de intervjuade menar att det är värdefullt att testa styrning i praktiken, för att se vilka utmaningar man stöter på och vilken effekt det får, dels på elnätet, och dels för de boende. Den återvändande lasten och andra effekter efter en period med nedstyrning av lasten nämns också som intressant att studera av flera av de intervjuade.

Många spår kvar att utreda

Andra intressanta utvecklingsområden som en eller flera aktörer har nämnt är:

- Tröskelvärden för när det är intressant för en småhusägare att laststyra sin elanvändning
- Optimal varmvattenvolym
- Marknadsscanning av styrutrustning (görs till viss del i denna förstudie)
- Nyttan av närvarostyrning
- Effektcertifiering av byggnader
- Gemensamma upphandlingskrav från småhustillverkare avseende fjärrstyrning av uppvärmning (värmepump)
- Samverkan med styrföretag, t.ex. Schneider, Siemens, NIKO

6 Resultat laststyrning av värme och varmvatten

Resultaten från kartläggningen av tekniska lösningar för laststyrning av värme och varmvatten i småhus presenteras i bilaga 1. Det finns också en analys i avsnitt 7.4.

7 Analys och slutsatser

7.1 Potential för laststyrning från småhus

Ett flertal studier har undersökt potentialen för efterfrågefleksibilitet kopplat till uppvärmning i småhus, se avsnitt 4.1. Då gränsdragningarna och antagandena för studierna varierat kommer även svaren att variera. Ingen av studierna har haft samma gränsdragning som i denna förstudie, dvs hur stor potentialen är för att minska belastningen på elnätet genom laststyrning av värmepumpar i småhus, men många har använt liknande gränsdragningar. Studierna visar på en potential att minska topp effekterna med mellan 1–6 GW, att jämföra med topp effekten i hela det svenska elsystemet på knappt 30 GW. Även om resultaten varierar kan man ändå dra slutsatsen att det rör sig om en betydande potential, troligen den största, nu tillgängliga, potentialen för efterfrågefleksibilitet. Denna är främst knuten till värmeförbehåll i byggnader och uppvärmningssystem och därmed främst kopplad till vattenburna uppvärmningssystem.

Flera av de intervjuade och flera av utredningarna pekar på vikten av automatisk styrning och en enkel lösning för småhusägaren för att realisera potentialen.

I takt med att andelen elfordon ökar och ökande antal batterier, kommer den styrbara lasten i småhus öka väsentligt. Laddbara fordon riskerar också att öka toppbelastningen avsevärt om denna laddning inte styrs utifrån elsystemets behov.

7.2 Pågående initiativ och luckor i arbetet

Många utredningar och projekt har undersökt efterfrågefleksibilitet, se bilaga 2 och 3. Ett flertal innehåller simuleringar av olika slag och många av dem har undersökt hur elnätet påverkas av olika typer av styrning. Resultaten av arbetet inom ramen för denna förstudie har lett till endast två svenska test av styrning av uppvärmning av småhus i praktiken, KlokEl och VaxEl har identifierats.

Merparten av utvecklingsinitiativen och utredningarna har främst haft fokus på elnätets frågeställningar. Vid intervjuer lyfter många av de intervjuade fram att det idag saknas incitament för småhusägare att låta sig styras och, som ett nyckelbehov, att det idag saknas affärsmodeller för aggregatorer.

Flera av de tillfrågade lyfter fram att det saknas ett standardprotokoll för efterfrågestyrning av t.ex. värmepumpar, men även andra installationer, t.ex. laddbara fordon, samt tester av hur efterfrågestyrning fungerar i praktiken i småhus.

Många av de intervjuade aktörerna ser en lucka i arbetet kopplat till praktiska tester av laststyrning i småhus. Flera av de intervjuade ser det också som en svaghet i systemet att det endast finns en retrofitlösning för att fjärrstyra vattenburna system i småhus.

7.3 Lösningar för styrning av värme och varmvatten

Förstudien har kartlagt möjliga tekniska lösningar för laststyrning av värmepumpar, elpannor och elberedare med syfte att kunna tillhandahålla efterfrågefleksibilitet från småhus. Inom förstudien har ett antal tekniska lösningar för laststyrning av elbaserad uppvärmning tagits fram och dess för och nackdelar analyserats. Information har hämtats från litteraturstudier, genomgång av aktuella projekt inom området, tillgängliga kommersiella produkter på marknaden samt diskussioner och intervjuer med personer inom området.

Totalt har åtta konstruktionsmöjligheter till laststyrning analyserats. Dessa kan delas i tre huvudgrupper: lösningar som inte kräver någon extern kontroll, lösningar med indirekt kontroll och lösningar med direkt kontroll. Till gruppen som inte kräver extern kontroll räknas tidur och värmepumpens möjlighet till egen styrning baserat på timpriser på el från Nordpool. För indirekt kontroll har styrning via utomhussensorn, via värmekurva, via prissignal och via SG Ready undersökts. I gruppen med direkt extern kontroll ingick direkt styrning av värmepumpen och/eller tillsatsvärmarens elförbrukning samt extern avstängning av värmepump eller tillsatsvärmare.

Analysen visar att valet av lämplig teknik för laststyrning till stor del beror på när möjligheten till laststyrning, och därmed styrtekniken, behöver vara på plats. De kommande tio åren kommer en tydlig skillnad i tillgänglig flexibilitet finnas beroende av om man väljer en retrofitlösning eller en lösning som kräver en ny värmepump med inbyggda funktioner som ger tillgång till extern kommunikation. Behövs en snabb implementering inom några år krävs en retrofitlösning för att komma åt flexibiliteten från det stora flertalet av Sveriges installerade värmepumpar och elpannor. Här bedöms styrning genom att manipulera utomhustemperatursensorn bäst uppfylla kraven. Bedöms behovet av efterfrågefleksibilitet ligga tio år fram i tiden eller mer bedöms styrning via prissignal eller möjligen värmekurva som ett intressant alternativ.

7.4 Identifierade intressenter och behov

Styrning av efterfrågan på el från småhus är komplext och många frågor måste hanteras. Det innebär att många olika typer av aktörer behöver samverka för ett fungerande system, se Figur 16.

Huvudaktörer	Stödjande aktörer
• Småhusägare • Nätföretag • Aggregatorer • Elhandelsföretag • Tillverkare av värmepumpar • Tillverkare av styrutrustning	• Småhustillverkare • Myndigheter • Akademi • Övriga, t.ex. SKVP, Installatörsföretagen och TMF

Figur 16. Aktörer som kan bidra till att realisera potentialen för efterfrågefleksibilitet från uppvärmning av småhus.

I dialog med en lång rad aktörer har några prioriterade utvecklingsområden identifierats, se Figur 17. Många av de aktörer som bidragit till förstudien har tryckt på behovet av incitament för småhusägare och fungerande affärsmodeller för aggregatorer. Dessa två frågor är inkluderade i flera andra initiativ och utvecklingsarbeten.

Ett annat behov som flera av de vidtalade nämner är behovet av gemensamma protokoll för kommunikation som b.l.a. skulle kunna vara en input till en gemensam specifikation av funktionskrav för t.ex. fjärrstyrning av värmepumpar, batterier och laddplatser i småhus.

Ytterligare ett av de behov som identifierats är fälttest av olika typer av styrutrustning. I bilaga 1 beskrivs ett antal möjliga tekniker för styrteknik. Hur dessa tekniker påverkar elsystemet, men även byggnaden och användarupplevelse saknas det idag kunskap om. Här skulle ett fälttest kunna visa hur småhusen och de boende påverkas av en extern styrning.

Incitament i form av tariffer	• Här pågår en hel del tester samt en översyn hos Energimarknadsinspektionen.
Affärsmodeller för aggregatorer	• En nyckelfunktion för ett fungerande system.
Gemensamma protokoll för kommunikation	• Dialog pågår, men inte i den omfattning som aktörerna önskar sig.
Funktionskrav avseende värmepumpar, batterier, laddplatser i småhus	• Högt prioriterad fråga hos många aktörer, t.ex. värmepumpstillverkare, tillverkare av styrutrustning och aggregatorer.
Retrofitlösningar (plug and play)	• Här finns få tillgängliga lösningar.
Fälttest av styrutrustning	• Hur hanteras återvändande last? • Effekter för elnät, byggnad och komfort. • Användarupplevelse

Figur 17. Huvudsakliga identifierade behov för att skapa fungerande system för efterfrågeflexibilitet i småhus, med fokus på laststyrning av värmepumpar.

8 Rekommendationer för fortsatt arbete

Under arbetet med förstudien har ett antal kunskapsluckor som skulle kunna täckas av ett fortsatt forskningsprojekt identifierats. I nuläget pågår arbete med att formulera en projektansökan och hitta projektpartners för ett fortsatt projekt inom området värmelaststyrning i småhus för att kunna tillhandahålla efterfrågefleksibilitet, som ett resultat av arbetet i denna förstudie.

RISE föreslås vara projektägare av det nya preliminära projektet och utöver RISE har branschorganisationen Svenska Kyl & Värmepumpsförening en samt TMF visat intresse för att medverka. Dialog förs med fler företag och organisationer. En referensgrupp kommer kopplas till projektet för att ge input och säkerställa dess relevans.

Projektperiod

1,5–2 år

Finansiering

Preliminärt kommer projektfinsiering ansökas vid forskningsprogrammet E2B2s-utlysning som förväntas komma i februari.

Tänkt projektägare

RISE

Övriga medverkande

Svenska Kyl & Värmepumpsföreningen samt TMF har visat intresse för att medverka. En dialog förs med fler företag och organisationer.

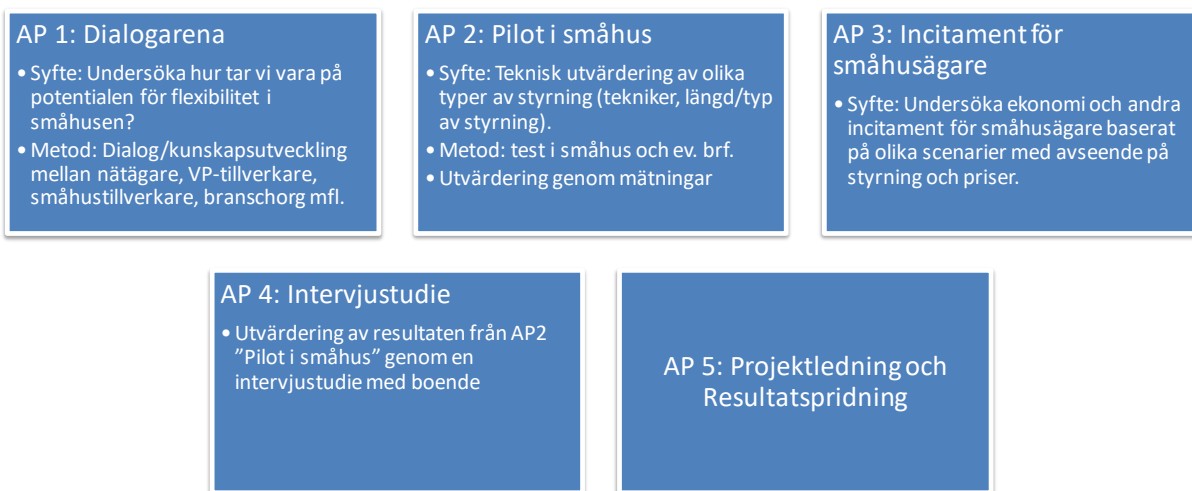
Mål

Tre mål med det planerade projektet har identifierats:

1. Att upprätta en dialog mellan intressenter för att undersöka och underlätta möjligheten att bäst tar tillvara potentialen för flexibilitet i småhus.
2. Genomföra och utvärdera fältmätningar av laststyrning med några olika tekniska lösningar i småhus (och eventuellt en bostadsrättsförening). Utvärdering kommer ske dels genom mätningar dels i form av en intervjustudie.
3. Undersöka möjliga ekonomiska eller andra incitament för småhusägare för att tillhandahålla efterfrågefleksibilitet.

Genomförande

Arbetet i projektet kommer preliminärt delas upp i fem arbetspaket enligt Figur 18 nedan:



Figur 18. Översiktliga preliminära arbetspaket

Referenser och personer som bidragit till förstudien

- Alelion. (den 29 11 2019). Hämtat från <https://www.alelion.com/sv>
- Alvehag, K. e. (2016). *Åtgärder för ökad efterfrågefleksibilitet i det svenska elsystemet. Ei R2016:15*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.
- Axelsson, E. e. (Sept 2018). *Värmepumpars påverkan på effektbalansen - idag och i framtiden*. Göteborg: Profu.
- BeBo. (den 03 12 2019). *Effektreduceringsmetoder*. Hämtat från BeBo: https://www.bebostad.se/projekt/teknikutvecklingsprojekt/2019_06-effektreduceringsmetoder
- Boverket. (2010). *Energi i bebyggelsen - tekniska egenskaper och beräkningar - resultat från projektet BETSI*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2019). GRIPEN.
- Ekengren, T. (Artist). (den 05 12 2012). *Elektrifieringstrender i Västra Götaland*. CoordiNet, Stockholm.
- Eliq. (den 29 11 2019). Hämtat från <https://eliq.io/>
- Energiföretagen. (Oktober 2019). *Samling för nätkapacitet - Så river vi hindren för omställning och tillväxt*. Energiföretagen.
- Energimarknadsinspektionen. (den 23 09 2019). *Presentation 10 september 2019*. Hämtat från Energimarknadsinspektionen: ei.se
- Energimarknadsinspektionen. (2019). *Ren energipaketet - en sammanfattning av nya och ändrade bestämmelser i elmarknadsförordningen och elmarknadsdierktivet*. Energimarknadsinspektionen.
- Energimarknadsinspektionen. (den 24 10 2019). *Tariffutformning för ett effektivt utnyttjande av elnätet*. Hämtat från Energimarknadsinspektionen: <https://www.ei.se/sv/Projekt/Projekt/tariffutformning-for-ett-effektivt-utnyttjande-av-elnatet/>
- Energimyndigheten. (2019). *Kortidsprognos ER 2019:16*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (u.d.). *Den svenska energistatistiken*. Småhus 2017.
- Entelios. (den 05 12 2019). *Entelios*. Hämtat från Entelios: <https://www.entelios.se/>
- Fossilfritt Sverige. (2018). *Färdplan för fossilfri uppvärmningssektor*. Stockholm: Fossilfritt Sverige. Hämtat från Energiföretagen.
- Installatörsföretagen. (2019). *Dubbelt upp - projektering, service och funktion är nycklarna till framtidens affärer*. Stockholm: Installatörsföretagen.
- IVA. (2015). *Scenarier för den framtida elanvändningen. En specialstudie. Med särskilt stöd av Svenskt Näringsliv*. IVA.
- Jämtkraft. (den 23 10 2019). *Äre först i världen med digitaliserat fjärrvärmenät*. Hämtat från Jämtkraft: <https://www.jamtkraft.se/om-jamtkraft/nyhetsrum/are-forst-i-varlden-med-digitaliserat-fjarrvarmenat/>
- Lindborg, J. (2018). *Slutrapport. Nya samverkansmodeller på elmarknaden*.
- Lindborg, J. (den 08 10 2019). Teknisk chef Sustainable Innovation. (S. Borgström, Intervjuare)

Live In Smargrid. (den 18 09 2019). *Projekt*. Hämtat från Live In Smartgrid: <https://www.live-in.se/projekt/>

Mannikoff. (den 30 10 2019). E-post.

NIBE. (den 18 09 2019). *Smarta hem myUplink*. Hämtat från NIBE: <https://www.nibe.eu/sv-se/produkter/myuplink>

Niko. (den 26 11 2019). *A-hus Väljer Niko som sin Smarta Hem-leverantör*. Hämtat från Niko: <https://www.niko.eu/sv-se/cases/residences/a-hus-valjer-niko-home-control-som-sin-smarta-hem-plattform>

NODES. (den 05 12 2019). *NODES Market*. Hämtat från NODES Market: <https://nodesmarket.com/>

Nyholm, E. e. (2016). Demand response potential of electrical space heating in Swedish single-family dwellings. *Building and Environment*, 270-282.

Odenberger, M. (den 02 10 2019). Forskare, institutionen för rymd- geo och miljövetenskap, energiteknik. (S. Borgström, Intervjuare)

Power Circle. (den 05 12 2019). *Elbilsläget 2018 by Power Circle*. Hämtat från Power Circle: <https://infogram.com/elbilslaget-2018-1h1749rjvkrq4zj?live>

Power2U. (den 29 11 2019). Hämtat från <https://www.power2u.se/produkter/flexpool>

Regeringen. (den 24 10 2019). *Uppdrag till Energimarknadsinspektionen om kapacitetsbrist i elnäten*. Hämtat från Regeringen: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2019/10/uppdag-till-energimarknadsinspektionen-om-kapacitetsbrist-i-elneten/>

Regeringskansliet. (den 12 09 2019). *Remiss av betänkandet Mindre aktörer i energilandskapet - förslag med effekt (SOU 2018:76)*. Hämtat från <https://www.regeringen.se/remisser/2019/06/remiss-av-betankandet-mindre-aktorer-i-energilandskapet--forslag-med-effekt-sou-201876/>

Ruud, S. (den 23 09 2019). RISE. (S. Borgström, Intervjuare)

Sandels, & Widén, J. (2018). *End-user scenarios and their impact on Distribution System Operators 2018:508*. Energiforsk.

Skellefteå Kraft. (den 18 09 2019). *Elhandelsavtal till NIBE:s värmepump*. Hämtat från Skellefteå Kraft: <https://www.skekraft.se/kampanj/?sk-code=nibe>

StellaFutura. (den 29 11 2019). Hämtat från <https://stellafutura.com/stella-europe/>

Sustainable Innovation. (den 23 10 2019). *Nemogrid*. Hämtat från Sustainable Innovation: <https://sustainableinnovation.se/projekt/nemogrid-nya-affarsmodeller-i-distributionsnatet/>

Svensk Vindenergi. (2019). *100 procent förnybart 2040. Vindkraft för klimatnytta och konkurrenskraft*. Stockholm: Svensk Vindkraft.

Svenska Kraftnät. (2017). *SLutrapport pilotprojekt. Flexibla hushåll. SvK 2016:1688*. Svenska Kraftnät.

Svenska Kraftnät. (den 04 10 2019). *Elmarknadshubben*. Hämtat från Svenska Kraftnät: <https://www.svk.se/hubb>

Svenska Kyl & Värmepumpsföreningen. (den 04 10 2019). *Värmepumpsförsäljning*. Hämtat från Svenska Kyl & Värmepumpsföreningen: <https://skvp.se/aktuellt-opinion/statistik/varmepumpsforsaljning>

Teknik, N. (den 14 11 2019). *Ny Teknik*. Hämtat från Ny teknik: <https://www.nyteknik.se/energi/dastangs-de-svenska-reaktorerna-6820105>

Tenbakk, B. E. (2019). *Nätтарiffer för ett effektivt utnyttjande av elnätet. 2019-11*. Oslo: Thema Consulting. På uppdrag av Energimarknadsinspektionen.

Utredningen om mindre aktörer i energilandskapet. (2018). *Mindre aktörer i energilandskapet - förslag med effekt*. SOU 2018:76. Regeringskansliet.

Nedan presenteras personer som bidragit till förstudien, antingen genom intervjuer, möten eller andra typer av input.

Namn	Organisation	Roll
Erik Olsson	Thermia	Refrigeration Designer på Thermia Värme AB
Gunnar Eklund	Bosch	Systemdesigner
Anders Nilsson	Mitsubishi Electric	Strategisk produktchef
Andreas Johansson	NIBE	Product Manager, Ground source heat pumps
Morgan Willis	Svenska kyl- och värmepumpsföreningen	Expert
Joakim Carlsson, Hans Söderström	Installatörsföretagen	Experter
Björn Berg	Ngenic	CEO
Michael Odenberg	Chalmers	Forskare
Anders Mannikoff	Herrljunga Elektriska	vd
Svein Ruud	RISE	Expert, hållbara energisystem
Henrik Tornsjö	Göteborg Energi	FoU Strateg
Christoffer Isendahl	EON	Projektledare för Switch, del i Coordinet.
Anna Wolf	Power Circle	Sakkunnig Framtidens energisystem
Joachim Lindborg	Sustainable Innovation	Projektledare KlokEl, VaxEl, LiveInSmart Grid
Stefan Johansson	Villaägarna	Samhällspolitisk chef
Medlemmar av Teknikergruppen	Trä- och möbelföretagen	Framförallt tekniska chefer. 14 personer närvarande vid mötet.