

Förstudie

2021:01 Småhusens roll i ett förändrat energisystem

Utarbetad av

Diar Balata, Fanny Lundkvist, Egil Öfverholm, Saga Ekelin, Karin Lindström
och Agneta Persson

Stockholm, 2021-12-22

Sammanfattning

Denna förstudie syftar till att analysera olika åtgärdsalternativ för att samtidigt minska småhusens eleffektbehov och öka potentialen för efterfrågeflexibilitet i elnätet. De åtgärder som förstudien fokuserar på är: konvertera bort elvärme, laststyrning av värmepump, laststyrning av elbilsaddning, V2X, batterilagring och vätgaslagring.

Det svenska energisystemet är i förändring. Elproduktionen genomgår en stark förändring med utfasning av kärnkraft och övergång till framförallt förnybara energikällor. Samtidigt förväntas elanvändningen öka signifikant inom transportsektorn, datahallar och industri. De finns stora utmaningar i elenergisystemet, bland annat toppeffektbehovet, balansering av elsystemet och lokal nätkapacitetsbrist.

Lösningar på effektutmaningen har ofta kretsat kring diskussion om nätutbyggnad, men produktion och användning har också en signifikant påverkan. En viktig roll för småhusen i ett förändrat energisystem kan vara att minska elanvändningen, att lagra energi och att bidra med efterfrågeflexibilitet genom att minska eleffektbehovet, flytta elanvändning från tidpunkter när det är effektbrist och att istället tillföra el när det är effektbrist.

Den största energianvändningen i svenska småhus går till uppvärmning, och det vanligaste alternativet för uppvärmning är el inklusive värmepumpar. För att minska småhusens energi- och eleffektbehov är det därför naturligt att se över småhusens värmebehov. En vanlig åtgärd är att ersätta eller komplettera elvärme med någon form av värmepump. Konvertering av elvärme leder även till minskat eleffektuttag. Åtgärder som avser förbättrad energiprestanda för klimatskalet har var för sig inte särskilt stor effektreduktion, men sammanlagt kan de svara för en effektreduktion på 37 procent.

Laststyrning kan styra elanvändningen och flytta den till en lämpligare tidpunkt. Dagens tillgång på prisvärda trådlösa givare och IT-system har öppnat upp nya möjligheter för laststyrning. Systemen kan fatta beslut baserat på löpande prisuppgifter från elbörsen och agera på signaler som säger att småhusets effekttag är på väg att nås. Även småhusägarnas hemmaladdning av elbilar har stor påverkan på elsystemet.

Småhusägare som har en smart värmepump, en smart elbil eller andra smarta hushållsprodukter och köper el med rörligt pris kan få en lägre elkostnad. Utvecklingen att som privatperson kunna delta på en marknad för effektflexibilitet, dvs att få betalt för att styra sin elanvändning eller eltillförsel, har dock inte kommit så långt i Sverige.

I dagsläget väljer många småhusägare att installera solceller för att producera sin egen el. Under sommarhalvåret när dagarna är långa och småhus inte har lika stort behov av uppvärmning produceras överskottsel som ofta säljs tillbaka till nätet. Husägarna kan också välja att lagra detta överskott för att sedan använda det vid ett senare tillfälle. Detta sker oftast med hjälp av batterier. Batteriernas lagringskapacitet är dock begränsad både i volym och tid. När säsongslagring behövs kan det vara lämpligt att använda sig av en långvarig lagringsmetod som komplement, exempelvis vätgas.

Uppvärmning av småhusen utgör den största potentialen för efterfrågeflexibilitet under större delen av året. Det är främst småhus med eluppvärmning som kan bidra med störst efterfrågeflexibilitet. Tack

vare småhusens värmetröghet påverkar styrning av uppvärmningen under ett fåtal timmar inte de boendes komfort.

Prognoser för personbilsmarknaden pekar på att elbilar kommer vara dominerande i framtiden. Elbilarnas potentiella dominans kommer att ha en stor påverkan på det svenska elnätet. Om alla elbilsägare i ett småhusområde väljer att ladda sina bilar samtidigt blir påverkan på elnätet mycket stor, med risk för nya effekttoppar i elsystemet. Idag finns smart teknik som kan styra laddningen av elbilar. Styrtekniken kan programmeras till att välja när bilen ska laddas, exempelvis när småhusets elanvändning är låg och när effektuttaget på elnätet är lågt. Utöver smart laddning av elbilar nämns idag ofta V2X (vehicle to everything) som en möjlig lösning för elbilarnas samlade effektbehov. Denna teknik innebär att bilens batteri används som energilager, och kan användas både för att leverera el tillbaka till elnätet (V2G) eller till huset (V2H) vid toppeffektillfällen. När kapacitet finns, återladdas bilens batteri från elnätet.

1 BAKGRUND	5
1.1 SYFTE OCH MÅL	6
1.2 METOD	6
1.3 AVGRÄNSNINGAR	6
1.4 ARBETSGRUPP	7
2 OMVÄRLDSUNDERSÖKNING	8
2.1 SMÅHUS	8
2.2 ELSYSTEMET OCH EFFEKTUTMANINGEN	12
3 MÖJLIGHETER OCH UTMANINGAR FÖR DET SVENSKA SMÅHUSBESTÅNDET	18
3.1 SMÅHUS	19
3.2 ELBILAR	21
3.3 EFTERFRÅGEFLEXIBILITET	23
3.4 UTMANINGAR OCH HINDER	25
3.5 SAMMANSTÄLLNING AV MÖJLIGHETER OCH HINDER	26
3.6 REALISERING AV ÅTGÄRDERNA	27
4 LÖNSAMHET FÖR ÅTGÄRDERNA	29
4.1 PRIVATEKONOMISK LÖNSAMHET	29
4.2 SAMHÄLLSEKONOMISK LÖNSAMHET	31
5 DISKUSSION	33
5.1 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	33
6 REFERENSER	34

1 Bakgrund

Energisystemet i Sverige förändras, och utvecklingen går snabbt. Detta gäller inte minst produktion, lagring och användning av el. Flera regioner har stora utmaningar med brist eller risk för brist på nätkapacitet i stamnätet och regionnätet. Det finns olika sätt att åstadkomma en jämnare belastning på elnätet, och den här förstudien har fokuserat på hur småhussektorn kan bidra till en minskad elanvändning och ett minskat eleffektbehov.

I Sverige finns det drygt 2 miljoner småhus med en årlig energianvändning på 30,5 TWh energi för uppvärmning och varmvatten. Det motsvarar cirka 8 procent av den totala energianvändningen i Sverige (373 TWh/år). Den vanligaste uppvärmningsformen för småhus är el, och statistik från år 2018 visar att ca 593 000 småhus värms enbart med el, och hälften av dessa hus med direktverkande el.

BeSmå-förstudierna ”Laststyrning av värmepumpar i småhus” och ”Småhusens bidrag till minskade topplaster” konstaterade att det finns stor potential för efterfrågeflexibilitet för uppvärmning av småhus.¹ Potentialen att minska småhusens toppeffekt bedöms enligt den sistnämnda studien uppgå till 1 – 6 GW, att jämföra med toppeffekten i hela det svenska elsystemet på knappt 30 GW. Även om det redovisade resultatet omfattar ett stort intervall rör det sig om en betydande potential, troligen den största nu tillgängliga potentialen för efterfrågeflexibilitet. Framförallt ligger potentialen i värmetröghet i småhus med vattenburna uppvärmningssystem.

Det är också intressant att studera andra möjligheter för småhussektorn att bidra till en ökad efterfrågeflexibilitet. En utmaning för lokala elnät med en ökad andel solelproduktion är att balansera de spänningsvariationer som solelproduktion kan ge upphov till, t.ex. när ett moln passerar och skuggar solpanelerna. Batterilager är en av få tekniker som inom korta tidsintervall kan användas för att bibehålla balansen i systemet. På så sätt spelar batteritekniken en viktig roll i att möjliggöra för en större integrering av förnybar elproduktion i både stora och små elnät.

Batterilager möjliggör för en ökad egenanvändning av solel eftersom det överskott som produceras kan lagras och användas när elanvändningen är högre än produktionen. För elkunder med timprisavtal kan batterilager även möjliggöra att en större andel av elen köps när priset på el är lågt, och en lägre andel när priset är högt. Det är betydligt mer lönsamt med gemensamma lagringssystem i ett småhusområde jämfört med att varje småhus har egna batterier. Delade batterier ökar även möjligheterna för lastbalansering. En ökad implementering av delade lagringssystem i småhusområden kräver dock att nya affärsmodeller och marknadslösningar skapas och införs, och hur det ska ske behöver undersökas vidare. Batterilager kan även komma att spela en avgörande roll för att möta ett massivt inträde av elbilar på elnätet.

När det gäller omställningen till ett elektrifierat transportsystem bedöms hemmaladdning stå för 80 - 95 procent av privatägda elfordons laddningstid, vilket ställer höga krav på laddinfrastruktur i småhusområden. Utan aktiv styrning kommer en stor andel av bilarnas laddningstid att sammanfalla med de effekttoppar som redan inträffar under tidig morgon och sen eftermiddag, vilket innebär ökat effektuttag och riskerar att medföra att kapacitetsgränsen överskrids i lokala nät. Följaktligen är behovet av effektbalansering stort.

¹ Efterfrågeflexibilitet innebär att företaget eller privatpersoner flyttar sina effektuttag i tiden genom att styra om sin elanvändning. Flexibel elanvändning och laststyrning är två andra begrepp som används inom detta område och är synonyma med efterfrågeflexibilitet.

1.1 Syfte och mål

Syftet med denna förstudie har varit att analysera olika åtgärdsalternativ för att minska småhusens eleffektbehov och att öka potentialen för efterfrågefleksibilitet i elnätet. En huvudsaklig åtgärd som har analyserats är konvertering av direktvärme. För konvertering har förstudien belyst både det privatekonomiska perspektivet och ett samhällsekonomiskt perspektiv.

Målet med förstudien har varit att bidra till en ökad kunskap om vilken roll som småhussektorn spelar i det förändrade energisystemet.

1.2 Metod

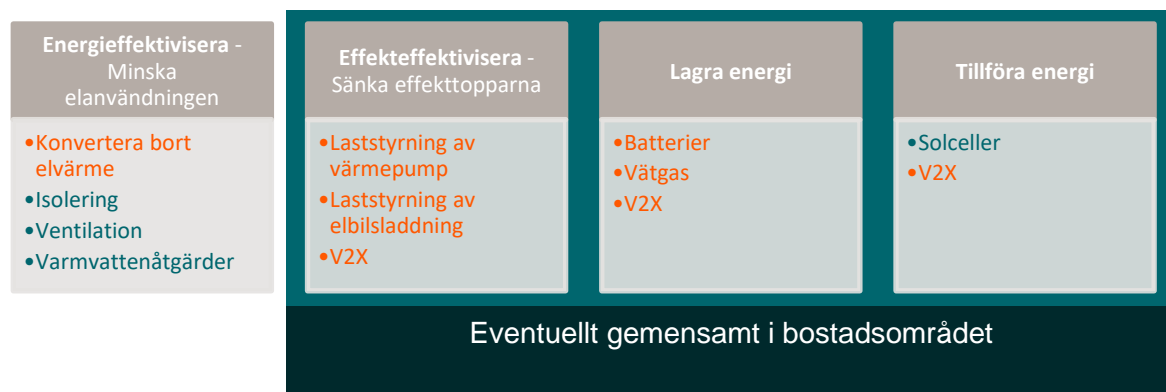
Huvuddelen av arbetet har genomförts i form av intervjuer och dialogmöten. Parallellt med dessa har en litteratursökning genomförts för att identifiera projekt och nyckelaktörer.

Inledningsvis har det gjorts en analys av konverteringar av direktvärme ur såväl ett småhusägarperspektiv som ett energisystemperspektiv. Därefter har det undersökts vilka andra möjligheter det finns för att minska småhusens effektbehov. Slutligen har en bedömning av lönsamheten för några av de identifierade åtgärderna gjorts.

1.3 Avgränsningar

Energisystemet avgränsas i denna förstudie till **elsystemet**. De åtgärder som förstudien fokuserar på är de sex åtgärderna i orange text i Figur 1, det vill säga **konvertera bort elvärme, laststyrning av värmepump, laststyrning av elbilsladdning, V2X, batterilagring och vätgaslagring**.

I denna förstudie görs den privatekonomiska och samhällsekonomiska analysen endast för de tre första åtgärderna. De andra tre åtgärderna är alla i ett så pass tidigt skede i teknikutvecklingen att osäkerheter kring både kostnader och effektiviseringspotential försvårar bedömning av lönsamheter.



Figur 1. Översikt över åtgärder. Förstudien fokuserar på åtgärderna i orange text.

De sex åtgärder som belyses i förstudien är åtgärder som kan minska småhusens eleffektbehov och öka potentialen för efterfrågefleksibilitet i elnätet. Att konvertera bort elvärme benämns som en energieffektiviseringsåtgärd, till exempel i förstudien om potential för energieffektivisering i småhus (Persson, et al., 2019), men det är även en åtgärd som sänker effekttoppar (Sköldberg, et al., 2020).

Elproduktion från solceller är å sin sida en del av bakgrunden till utmaningarna med toppeffektbehov, ökat behov av balansering av elsystemet och lokal nätkapacitetsbrist, (Sköldberg, et al., 2020).

Åtgärder som förbättrar småhusens klimatskal (fönsteråtgärder, tilläggsisolering m.m.) bidrar också till att minska effektbehovet, men har bara beskrivits mer översiktligt i denna förstudie, och enbart utifrån möjligheten att sänka eleffekten i elvärmda småhus. Denna typ av energi- och effektsparande åtgärder är dock noggrant beskrivna i andra studier, till exempel BeSmås projekt och förstudier ”*Potential för energieffektivisering i småhussektorn*” (Persson, et al., 2019), ”*Hårda paket är det bästa klimatet vet*” och ”*Typhus och värmeförluster*”.

1.4 Arbetsgrupp

Denna förstudie har genomförts inom ramen för Energimyndighetens nätverk för energieffektiva småhus, BeSmå. Förstudien har genomförts av Anthesis, med ett arbetsteam bestående av Karin Lindström, Egil Öfverholm, Saga Ekelin, Diar Balata, Fanny Lundkvist och Agneta Persson. Energimyndighetens representanter har varit Tomas Berggren och Dag Lundblad.

2 Omvärldsundersökning

2.1 Småhus

Ett småhus definieras som en byggnad med en eller två bostäder. Dessa kan vara radhus, kedjehus, parhus eller fristående villor. Småhus förekommer oftast som äganderätter men kan också vara en hyresrätt eller bostadsrätt. Fastighetstaxeringslagen har en juridisk definition av vad ett småhus innebär i 2 §. Det är denna definition som används när man tar fram statistik för småhus:

Byggnad som är inrättad till bostad åt en eller två familjer. Till sådan byggnad ska höra mindre byggnad. Byggnad som är inrättad till bostad åt minst tre och högst tio familjer ska tillhöra byggnadstypen småhus, om byggnaden ligger på fastighet med åkermark, betesmark, produktiv skogsmark eller skogligt impediment. Byggnad som hör till en tredimensionell fastighet eller ett tredimensionellt fastighetsutrymme kan inte utgöra småhus.

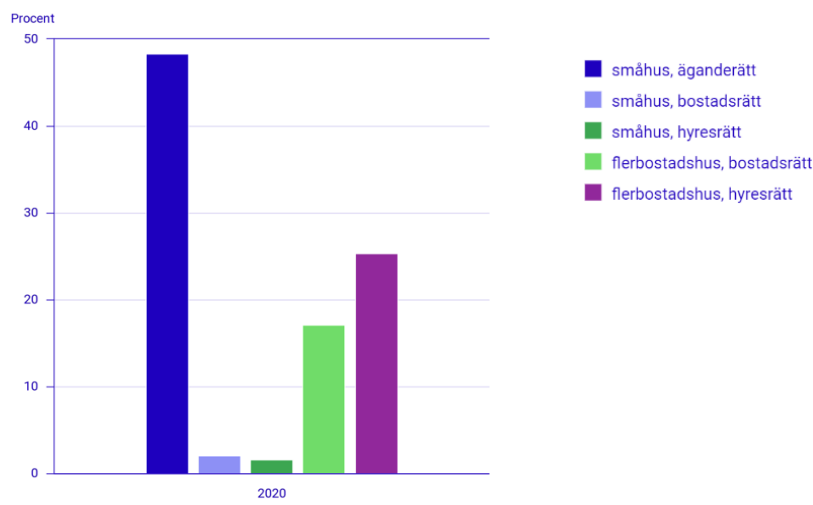
Det finns också andra former av byggnader som taxeras som småhus. Dessa omfattar s.k. Attefallshus, kolonistugor och fritidshus.

2.1.1 Småhusen i siffror

Enligt SCB finns det cirka 2,1 miljoner småhus, varav 1,9 miljoner äger sitt hus medan resten hyr sitt hus eller bor i ett småhus med bostadsrätt. Småhus utgör cirka 42 procent av Sveriges hushåll, och är den näst största formen av bostad efter lägenheter i flerbostadshus (51 procent).

Majoriteten av invånarna i Sverige, 52 procent, bor dock i småhus. 42 procent av den svenska befolkningen bor i en lägenhet, varav de flesta bor i en hyresrätt (SCB, 2021). Att fler personer bor i småhus än i lägenheter trots att det finns fler hushåll i småhus än i lägenheter beror på att cirka hälften av alla lägenheter är enpersonshushåll medan det är vanligare att det bor fler än en person i småhus. Statistiken illustreras i Figur 2.

De svenska småhusen totala area var år 2016 cirka 302 miljoner m² bostadsarea och biarea (BOA och BIA) (SCB, 2017).



Figur 2 Andel personer efter boendeform 2020. Källa: (SCB, 2021).

2.1.2 Energi i småhus

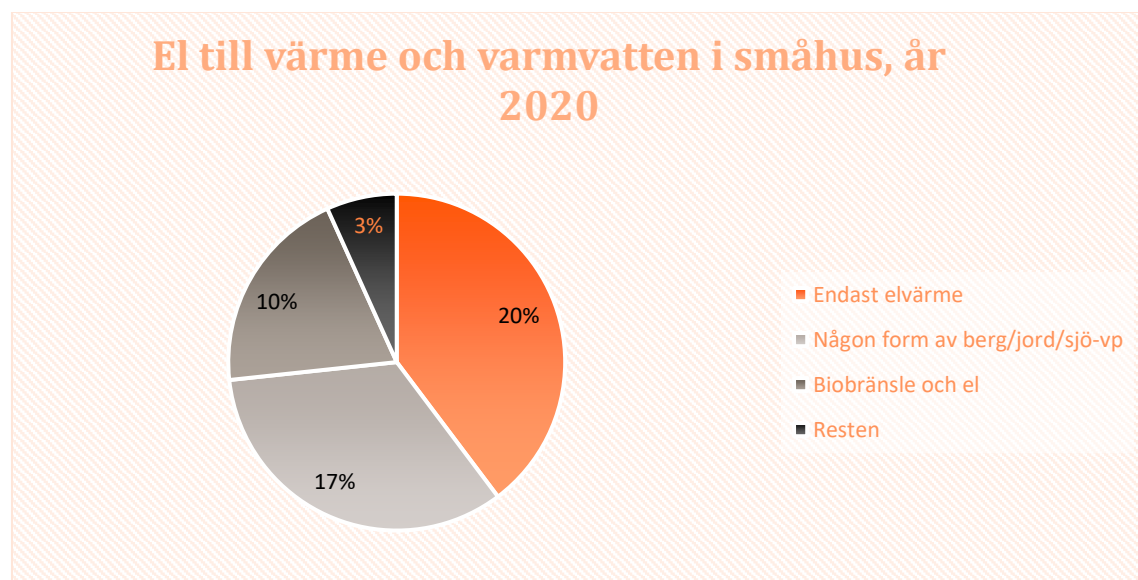
Energianvändningen i småhus går till olika ändamål, bland annat uppvärmning, hushållsel, fastighetsel och varmvatten. Merparten av energianvändningen i Sveriges småhus går till uppvärmning.

Av Energimyndighetens statistik framgår att för år 2020 stod el för cirka 50 procent av all energi för uppvärmning och varmvatten i småhus. Fördelningen mellan alla energikällor och dess energianvändning redovisas i Tabell 1. I tabellen visas utvecklingen för olika energislag från år 2011.

Tabell 1 Energistatistik för uppvärmning och varmvatten i småhus 2011 – 2020. Källa: (Energimyndigheten, 2021), Tabell 2.1.

	2011 TWh	2012 TWh	2013 TWh	2014 TWh	2015 TWh	2016 TWh	2017 TWh	2018 TWh	2019 TWh	2020 TWh
TOTALT	33,0	32,5	32,1	30,7	30,9	31,9	31,9	30,5	30,3	29,1
El	14,1	14,3	14,4	13,8	13,9	15,2	15,1	15,3	15,3	14,6
Biobränsle	12,0	11,5	11,1	10,3	10,4	10,4	10,4	8,8	8,8	8,4
Fjärrvärme	5,8	5,4	5,5	5,5	5,6	5,5	5,5	5,5	5,4	5,2
Olja	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Naturgas/stadsgas	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Närvärme	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Av de 14,6 TWh som är el som år 2020 användes till uppvärmning och varmvattenproduktion gick ca 20 procent (5,8 TWh) till de småhus som har enbart el som värmekälla. De småhus som har någon form av berg/jord/sjövärmepump använde ca 17 procent (4,9 TWh) el medan de som har biobränsle och el i kombination använde ca 10 procent (2,9 TWh) el. Resterande ca 3 procent (1 TWh) gick till hus med övriga typer av uppvärmningssystem, t.ex. elvärme eller värmepump i kombination med olja eller fjärrvärme. Elanvändningen till uppvärmning och varmvattenproduktion i småhus illustreras i Figur 3Figur 3.

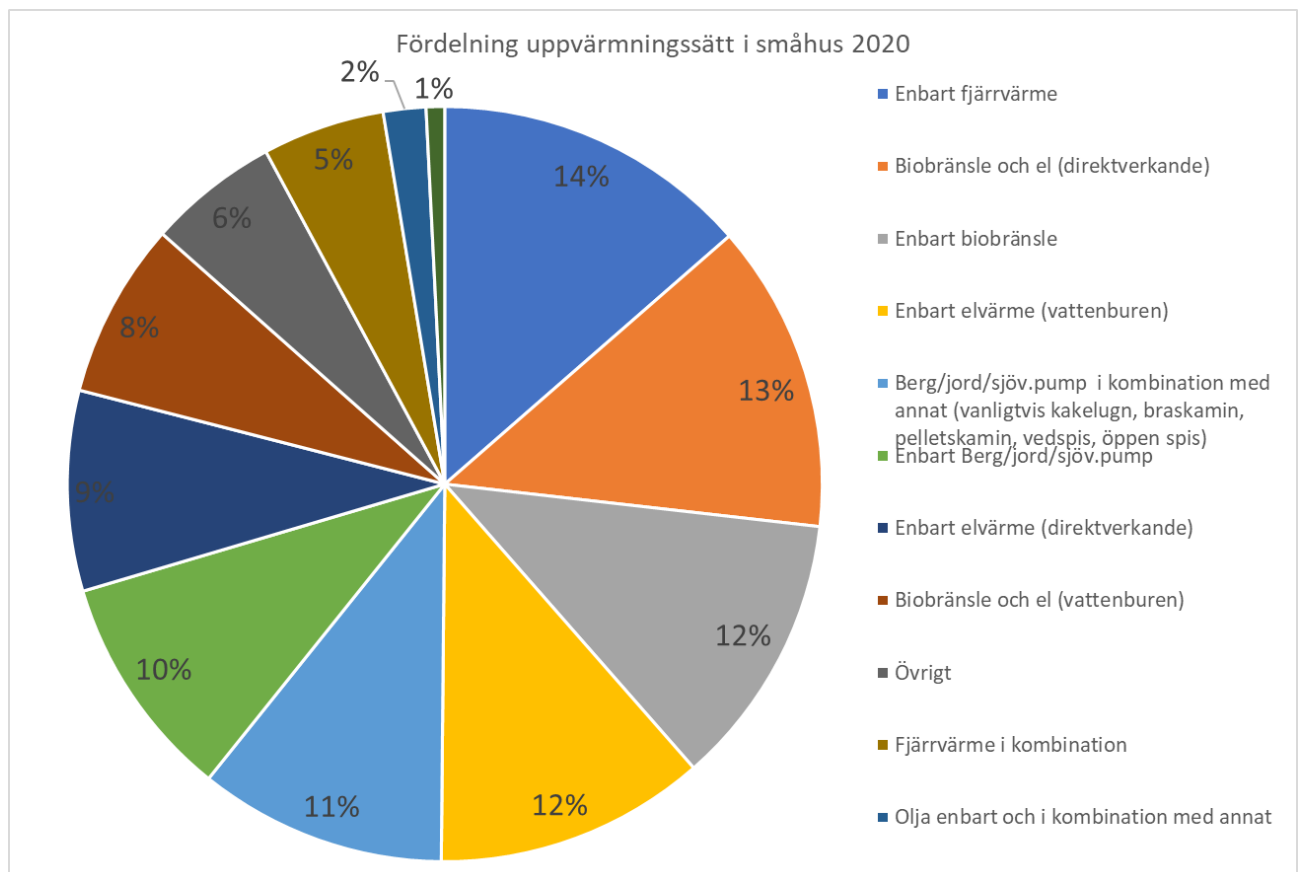


Figur 3: El till värme och varmvatten i småhus, år 2020. Källa: (Energimyndigheten, 2021), Tabell 3.11.

Fördelningen mellan olika uppvärmningssätt i Sveriges småhus för år 2020 redovisas i Figur 4. För småhus är det vanligt med lösningar där flera olika uppvärmningsformer kombineras med varandra. De vanligaste uppvärmningsformerna för småhus är:

- Enbart elvärme 21 procent, varav
 - Direktverkande elvärme 9 procent

- Vattenburen elvärme 12 procent
- Berg/jord/sjövärmepump 21 procent, varav
 - Enbart värmepump 10 procent
 - Värmepump i kombination med annan uppvärmningsform 11 procent, vanligtvis kakelugn, braskamin, pelletskamin, vedspis eller öppen spis
- Biobränsle 32 procent, varav
 - Enbart biobränsle 12 procent
 - Biobränsle i kombination med direktverkande elvärme 13 procent
 - Biobränsle i kombination med vattenburen elvärme 8 procent
- Fjärrvärme 19 procent, varav
 - Enbart fjärrvärme 14 procent
 - Fjärrvärme i kombination med andra uppvärmningsformer 5 procent



Figur 4 Fördelning uppvärmningssätt i småhus, Sverige år 2020. (Energimyndigheten 2021, Tabell 3.11).

I Energimyndighetens statistik för år 2020 framgår att 30 procent av alla småhus i Sverige använder enbart direktverkande eller vattenburen elvärme. Ytterligare 17 procent använder elvärme i kombination med biobränsle och 24 procent har berg/jord/sjövärmepump. Totalt är således 71 procent av småhusen beroende av el för uppvärmning och tappvarmvatten. (Energimyndigheten, 2021), Tabell 2.5)

2.1.3 Stöd till renovering av och installationer i småhus

ROT-avdrag

ROT-avdrag är ett avdrag på skatt som privatpersoner eller organisationer kan ansöka om, för reparation, underhåll samt ombyggnad och tillbyggnad av en bostad. Tidigare har arbetskostnaden vid installation av solceller och annan grön teknik också varit berättigat till ROT-avdrag men efter introduktionen av skattereduktionen för grön teknik har det istället blivit två olika avdrag. ROT-avdraget *kan* leda till energieffektivisering, men är *inte villkorat* till att omfatta åtgärder som bidrar till ökad energiprestanda. Taket för ROT-avdraget ligger på 50 000 SEK per person och år.

Intresset för ROT-avdrag har ökat under Covid-pandemin. Mellan år 2019 och 2020 ökade ROT-avdraget i 248 kommuner och nära 1,1 miljoner ansökningar om ROT-avdrag skedde år 2020. Ökningen i beviljat ROT-avdrag var en dryg miljard SEK i hela landet, från 9,8 miljarder SEK år 2019 till 10,9 miljarder SEK år 2020. Det genomsnittliga ROT-avdraget som de sökande fick var ungefär 10 000 SEK. (Skatteverket, 2021)

ROT-avdraget motsvarar 30 procent av arbetskostnaden för den köpta tjänsten, och det faktiska värdet av åtgärderna är betydligt större. Om man förutsätter att småhusägaren också betalar för någon form av material, och att materialkostnaden är lika stor som arbetskostnaden, motsvarar ROT-avdragets 10,9 miljarder SEK en faktisk investering i de svenska småhusen på 73 miljarder SEK under året, eller i genomsnitt 35 000 SEK per svenskt småhus och år.

Skattereduktion för grön teknik

Syftet med skattereduktionen för grön teknik är att bidra till energisystemets omställning och till näringslivsutveckling inom energiteknikområdet (Skatteverket, 2021). Skattereduktion för grön teknik ersatte solcellsstöd i januari 2021. Detta för att kunna inkludera andra energieffektiviserande och klimatvänliga åtgärder i skattereduktionen. Det finns ett stort intresse för solcellsinstallationer i Sverige, och regeringen har valt att tillsätta 260 miljoner SEK till skattereduktion för grön teknik i sin vårändringsbudget 2021.

Skattereduktionen för grön teknik gäller både för arbets- och materialkostnader, det vill säga är mer generöst än ROT-avdraget, men gäller bara för ett begränsat antal åtgärder. Utöver inköp och installation av solceller omfattar det installation av system för lagring av egenproducerad elenergi och installation av laddningspunkt till elfordon. Skattereduktionen för solceller är 15 procent medan den är 50 procent för både lagring av egenproducerad elenergi och laddningspunkt. Skattereduktionen är högst 50 000 SEK per person och år. (Skatteverket, 2021)

Fram till och med september 2021 har närmare 34 000 personer använt sig av skattereduktion för grön teknik och närmare 520 miljoner SEK har betalats ut. Den vanligaste installation som fastighetsägare har sökt avdrag för är laddpunkt (50 procent), följt av solceller (46 procent) och lagring av elenergi (4 procent).

2.1.4 Åtgärder för energieffektivisering i småhus

Genom att göra energieffektiviserande åtgärder som syftar till att minska uppvärmningsbehovet i elvärmda småhus avlastas elnätet. De flesta sådana åtgärder relaterar till husets klimatskal, men även åtgärder som innebär en konvertering av uppvärmningssystemet påverkar effektbelastningen signifikant.

I det tidigare genomförda BeSmå-projektet ”Potential for energieffektivisering i småhus” (Persson, et al., 2019) analyserades ett antal energieffektiviseringsåtgärder för småhus. Dessa var:

- **Vindsisolering** –I det befintliga småhusbeståndet finns en stor potential för energieffektivisering i form av tilläggsisolering av vindar.
- **Energieffektiva fönster** –Cirka 35 procent av värmeförlusterna i befintliga småhus sker genom fönstren. Energieffektiviseringspotentialen för energieffektiva fönster är således stor.
- **Energieffektiva dörrar** – Även dörrar står för en stor del av husets värmeförluster. Att byta till energieffektiva dörrar ger också ett förbättrat inomhusklimat och en ökad komfortkänsla.
- **Fasadisolering** – Småhusens klimatskal har förbättrats markant under de senaste decennierna, och vissa nya småhus är så välisolerade att de inte behöver något uppvärmningssystem utan att värmen från människor, solinstrålning och spillvärme är tillräcklig. I det befintliga småhusbeståndet finns ändå en stor potential för energieffektivisering i form av tilläggsisolering av fasader.
- **Tappvarmvatten** – Installation av snålspolande armaturer och byte till energieffektiva varmvattenberedare i småhus ger ett bra bidrag till energieffektivisering.
- **Ventilation** – Stora delar av svenska småhusbeståndet är underventilerat. Åtgärder för att uppnå normenliga ventilationsflöden bör göras och då lämpligen med teknik för återvinning av värmen i frånluften.
- **Konvertering av uppvärmningssystem** – Denna åtgärd ger ingen förändring av nettovärmebehovet, men kan innebära minskad köpt energi för uppvärmning. Eftersom majoriteten av småhus idag använder el för uppvärmning finns en stor uppgraderingspotential för detta, bland annat för konvertering till värmepumpar som beskrivs mer utförligt senare i rapporten.
- **Solenergi** – Det finns en stor potential för solenergiproduktion. Men det bör samtidigt noteras att det krävs systemtekniska lösningar för att tillvarata all den energi som kan genereras, eftersom energibehov och energiproduktion endast delvis sammanfaller. Att producera egen el kan innebära en avlastning till elnätet om elen kan lagras och laststyras.
- **Styr- och reglersystem** – Styr- och reglersystemet kan åtgärdas i alla småhus, men det är olika produkter som installeras beroende på vilken typ av uppvärmningssystem som det aktuella huset har.

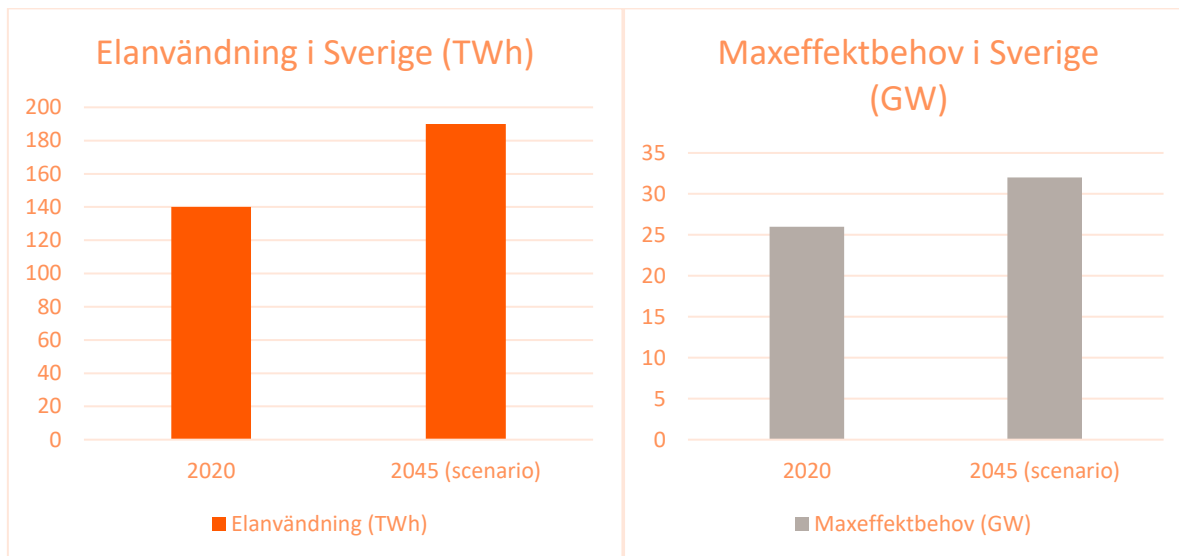
2.2 Elsystemet och effektutmaningen

2.2.1 Framåtblick

Det sker en stor förändring i energisystemet i Sverige. Elproduktionen genomgår en övergång från kärnkraft och vattenkraft till framförallt vindkraft, men även till solceller. Samtidigt förväntas elanvändningen öka signifikant inom transportsektorn, datahallar och industri (Sköldberg, et al., 2020).

De finns stora utmaningar i elenergisystemet, bland annat topeffektbehovet, balansering av elsystemet och lokal nätkapacitetsbrist. I NEPP-rapporten ”*Eleffektfrågan – utmaningar och lösningar*” (Sköldberg, et al., 2020) uppskattas elanvändningen i Sverige öka från 140 TWh år 2020

till 190 TWh år 2045 (36 procent ökning), se Figur 5.² I Energimyndighetens långsiktiga scenarier beskrivs en liknande ökning av elanvändningen i flera olika scenarier. Den största ökningen av elanvändningen bedöms uppstå i scenariot ”Elektrifiering”, där elanvändningen år 2050 bedöms bli 234 TWh, dvs en ökning med 67 procent jämfört med den svenska elanvändningen år 2020. (Energimyndigheten, 2021)



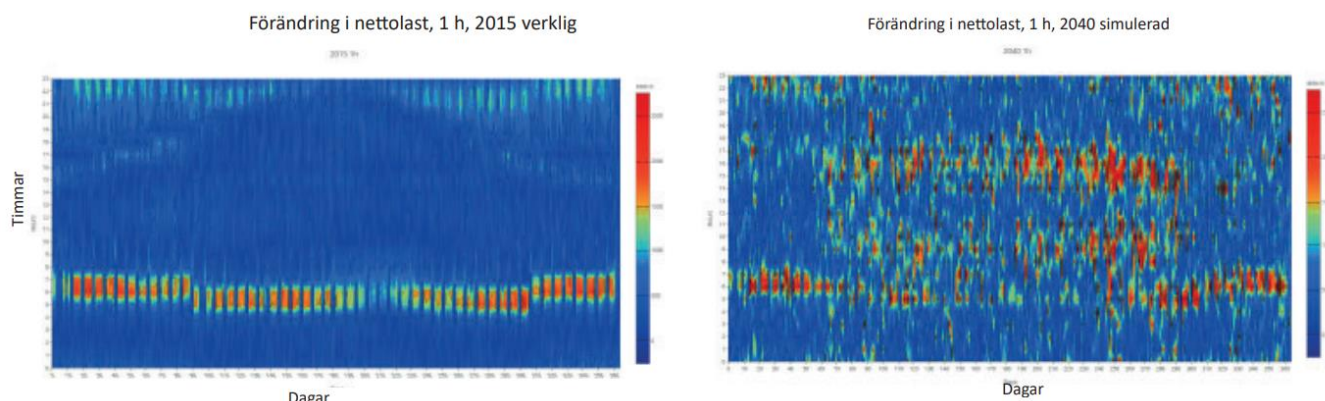
Figur 5 Elanvändning (TWh) och maxeffektbehov (GW) i Sverige år 2020 och år 2045 (scenario). Källa: (Sköldberg, et al., 2020)

I NEPP-projektet uppskattas maxeffektbehovet öka med nära en fjärdedel, från 26 GW år 2020 till 32 GW, till år 2045 (Figur 5). Utöver ny elproduktion kan topp effektutmaningen mötas med energieffektiviserande åtgärder som minskar elbehovet under topplasttid, laststyrning och annan efterfrågefleksibilitet och med energilagring. (Sköldberg, et al., 2020).

Balansering av elsystemet blir mer och mer komplext, bland annat på grund av varierande användning och snabba och svårförutsägbara elproduktionssvängningar. Den maximala ändringen av nettoelproduktionsbehovet förväntas nästan dubbleras från år 2020 till år 2040.³ I Figur 6 visualiseras hur fluktuationerna både bedöms bli större och svårare att förutsäga. Den vänstra bilden i figuren visar hur förändringen i nettolast från en timme till en annan år 2015 var störst på vardagsmorgnar, särskilt under vintern, och mindre på sommarmorgnar. Den högra bilden i figuren visar modellår 2040 där förändringarna inte är lika stora under morgnarna utan mer slumpmässiga under dygnet och året. Under sommarhalvåret syns solkraftens påverkan på morgon och eftermiddag. (Sköldberg, et al., 2020).

² NEPP: North European Energy Perspectives Project

³ Nettoelproduktionsbehovet = elanvändning minus variabel elproduktion



Figur 6: Förändring i nettolast från timme till timme, år 2015 (vänster) och modellår 2040 (höger). X-axeln visar dag på året från dag 1–365, 1 januari-31 december. Y-axeln visar tid på dygnet från 0–24 h (blå = liten förändring, röd = stor förändring). Källa: (Sköldberg, et al., 2020).

2.2.2 Effektutmaningen

På kort sikt är effektutmaningen störst lokalt, och det försvårar städers och regioners tillväxt om denna utmaning inte åtgärdas. Lösningar på effektutmaningen har ofta kretsat kring diskussion om nätutbyggnad, men produktion och användning kan också påverka betydligt. Enligt det multidisciplinära forskningsprojektet NEPP-projektets rapport ”Insikter och vägval i energiomställningen” är det inte självklart vilka åtgärder som bör genomföras (Gode & Wråke, 2020).

I NEPP har utvecklingen av energisystemen i Sverige, Norden och Europa undersökts i tidsperspektiven 2020, 2030 och 2050. I projektet har fem sätt att möta effekt- och flexibilitetsutmaningarna belysts: elnätsutbyggnad, ökad produktionskapacitet, minskning av energi- och eleffektbehov i användarledet, efterfrågeflexibilitet och energilagring. Flexibilitetsutmaningen kan mötas genom olika åtgärder, några av dem presenteras i Figur 7. I valet av åtgärder är tidsperspektivet en viktig aspekt att ha i åtanke. (Sköldberg, et al., 2020)

	Balansreglering timme	Balansreglering vecka	Överskott	Topplast 1h	Topplast dygn	Årsreglering
Energilagring (batteri)	😊	😞	😊	😊	😐	😞
Efterfråge flexibilitet	😊	😞	😐	😊	😞	😞
Utbyggnad av stamnät	😐	😐	😊	😊	😊	😊
Utbyggd kraftvärme	😐	😊	😐	😊	😊	😊
Gasturbin	😊	😐	😞	😊	😊	😊
Ökad flexibilitet vattenkraften	😊	😊	😊	😐	😐	😊

Figur 7. Schematisk, och delvis subjektiv, bedömning av olika åtgärders förmåga att möta olika flexibilitetsutmaningar. (Sköldberg, et al., 2020)

Denna förstudie fokuserar på småhusens roll inom **minskning av energi- och eleffektbehov**, **efterfrågeflexibilitet** och **lagring**. Detta baseras på antagandet att småhusen inte spelar någon direkt roll i elnätsutbyggnaden eller ökad produktion av kraftvärme, gasturbiner och vattenkraft. Vilken roll

småhusen kan spela inom minskning av energi- och eleffektbehov, efterfrågeflexibilitet och lagring presenteras i kapitel 3. I Figur 7 har de flexibilitetsåtgärder där småhusen kan spela en roll ramats in. Det finns ett antal olika åtgärdsgrupper till förfogande för att hantera flexibilitetsbehovet. Dessa passar olika väl för olika ändamål och kompletterar därför varandra. Det finns inte, varken idag eller i framtiden, en enskild åtgärd eller en enskild resurs som kan möta hela denna utmaning och täcka samtliga behov. Åtgärderna fungerar olika väl avseende att möta olika behov, och genom att kombinera dem skapas ytterligare flexibilitet och robusthet för att möta framtida utmaningar.

2.2.3 Laststyrning

Laststyrning, det vill säga att styra genom att flytta elanvändningen till rätt tidpunkt, är en teknik som har använts sedan tidigt 1980-tal. Även då fanns behov av att ställa om energisystemet och kraftproduktion och -distribution var trånga sektorer. För konsumenterna var tidstariffer för el vanliga, vilket skickade en tydlig signal att elanvändning på natten var att föredra.

I de befintliga småhusen finns ofta teknik med styrmöjligheter som vi hittills inte har utnyttjat, till exempel tvätt- och diskmaskiner som kan programmeras med fördröjd start så att de inte går igång förrän efter ett visst klockslag. För fritidshus har det också länge funnits möjlighet att fjärrstyra uppvärmningssystem så att huset är lagom varmt när man kommer dit. Denna teknik kan förstås lika gärna användas för att styra uppvärmningen av ett småhus avsett för permanentboende, men då kan man vilja ha annan funktionalitet som att sänka inomhustemperaturen ett antal grader under skol- och arbetstid, enligt ett inprogrammerat schema, och höja temperaturen igen innan familjen kommer hem.

Dagens tillgång på prisvärda trådlösa givare, IT-system som kan samla in, bearbeta och presentera stora mängder data, och mobila applikationer för styrning har också öppnat upp helt nya möjligheter för laststyrning. Systemen kan inte bara ta hänsyn till en fast taxa där el är billigare vissa tider på dygnet, utan kan fatta beslut baserat på löpande prisuppgifter från elbörsen, agera på signaler som säger att småhusets effekttak är på väg att nås och göra avvägningar mellan det momentana behovet av uppvärmning, tappvarmvatten och laddning av elbilen. De nya, smarta elmätare som ska installeras hos samtliga elkunder senast år 2025 ger också teknisk möjlighet för både konsumenter och elnäts- och elhandelsbolagen att styra kundens elanvändning genom utrustning som finns i alla hus.

2.2.4 Marknad för effektflexibilitet

Svenska Kraftnät (SVK) har länge haft en marknad för efterfrågeflexibilitet, så kallade stödtjänster, som riktar sig till stora aktörer som elnätsbolag, elhandelsbolag, industrier och stora fastighetsägare som får betalt för att styra sin elanvändning eller eltillförsel, alltså köpa eller sälja el. I EU-projektet **Coordinet** har man i flera länder, inklusive Sverige, testat den nya digitala effektmärknadsplatsen Switch för efterfrågeflexibilitet. Switch har utvecklats av energiföretaget E.ON och har testats under två vintrar, 2019–2021. Till märknadsplatsen har användare, industrikunder, elproducenter, fastighetsägare och aggregatorer anslutit sig och erbjuder flexibilitetstjänster.⁴ Testperioden för Switch pågår till och med 2022.

sthlmflex är ett pågående projekt vars mål är att testa en flexibilitetsmarknad i alla 26 kommuner i Stockholms län. Tanken är att marknaden ska fungera som en plattform för elkunder och elproducenter

⁴ En aggregator är en marknadsaktör som kombinerar flera kunders elanvändning eller elproduktion för försäljning, köp eller auktionering på organiserade energimarknader.

för att uppmuntra ett samspel för att undvika kapacitetsbrist under de tider då det är effekttoppar i elnätet.

Att flytta energianvändningen mellan dygnets timmar är något småhusägare kan göra redan idag, manuellt eller automatiskt, och som de uppmuntras att göra via sina elbolag eller via aggregatorer som exempelvis Tibber, Greenely och Ngenic. Småhusägare som har en smart värmepump, en smart elbil eller andra smarta hushållsprodukter och köper el med rörligt pris kan få en lägre elkostnad.

Utvecklingen att som privatperson kunna delta på en marknad för effektflexibilitet, dvs att få betalt för att styra sin elanvändning eller eltillförsel, har dock inte kommit så långt i Sverige. Exempelvis Storbritannien har kommit längre inom effektflexibilitet. Där har det etablerats lokala, regionala och nationella flexibilitetsmarknader, och det finns många etablerade aggregatorer som även privatkunder kan ansluta sig till. I Sverige är det fortfarande ganska nytt med aggregatorer och flexibilitetsmarknader och hur utvecklingen kommer att se ut återstår att se.

Ett exempel på initiativ som gör det lättare för privatpersoner att tillhandahålla flexibilitet till elnätet är Flexible Power i Storbritannien. Här har elnätsbolag, kraftproducenter och elhandelsbolag gått samman kring en gemensam webbplats med samlad information till konsumenter. Genom att ange sitt postnummer kan enskilda konsumenter få snabb information om vilka aggregatorer som är aktiva i närområdet (Flexible Power, 2021)

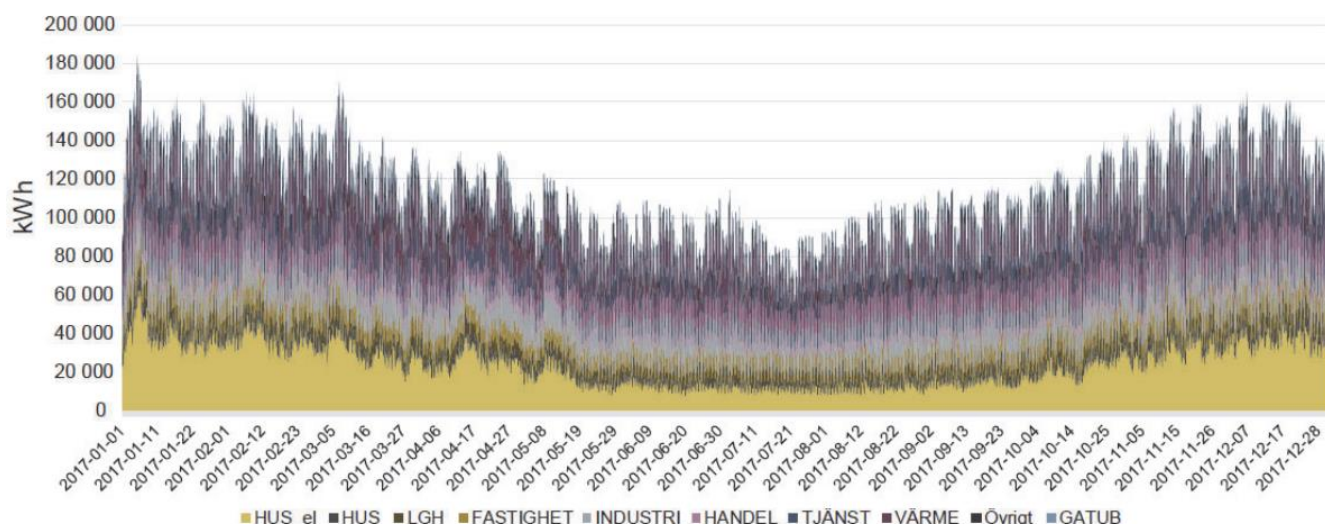
Den svenska elkraftbranschens intresseorganisation Power Circle har sammanställt exempel på flexibel kraftproduktion, lagringsmöjligheter och minskad elanvändning som kan bidra till att säkerställa effektbehovet när andelen förnybar elproduktion är mycket hög. Värdena i Tabell 2 är hämtade från Svenska kraftnät, Energimyndigheten, Energimarknadsinspektionen, Chalmers, NEPP, energiföretag och Power Circles egen forskning. (Svensk Vindenergi, 2019)

Tabell 2 Flexibla resurser för elproduktion/användning. Källa: (Svensk Vindenergi, 2019).

Resurser som redan finns	Morgondagens resurser
<ul style="list-style-type: none">• Import/export (10 GW)• Vattenkraft (13 GW idag, 15 GW imorgon)• Gasturbiner (ca 1-2GW)• Kraftvärme (ca 3-4 GW)	<ul style="list-style-type: none">• Elbilar med V2G (14-114 GW)• Batterier (minst 30 GW)• Efterfrågefexibilitet (ca 5-7 GW)• Energieffektivisering (minst 3GW)• Vätgaslager (potential ännu okänd)

2.2.5 Eluppvärmda villor

Småhus med elvärme tas i NEPP-rapporten om eleffektfrågan upp som den enskilda användare som står för största delen av effektbehovet. Under 2017 års absoluta toppplastimme stod eluppvärmda småhus för 33 procent av effektbehovet, jämfört med industrikunder som stod för 9 procent under toppplastimmen och 14 procent av total elanvändning under året. Figur 8 visas en verklig användningskurva för år 2017, uppdelat per kundgrupp. Den gula sektorn i botten av användningskurvan är elvärmda småhus.



Figur 8. Användningskurva uppdelad per kategori under 2017. Källa: (Sköldberg, et al., 2020).

2.2.6 Hemmaladdning av elbilar

Enligt NEPP-rapporten (Sköldberg, et al., 2020) påverkar inte bara småhusens elvärme elsystemet i hög grad idag, även småhusägarnas hemmaladdning av elbilar har stor påverkan på elsystemet. Yvonne Ruwaida, projektledare för Coordinet från Vattenfall Eldistribution, uppger att lokalnäten inte klarar snabbaddning av elbilar hemma. Vid snabbaddning av en elbil med 3-fas används potentiellt lika mycket effekt som husets säkring ligger på. Elnätet är inte dimensionerat för att klara att alla hushåll använder maximal effekt samtidigt (Ruwaida, 2021).

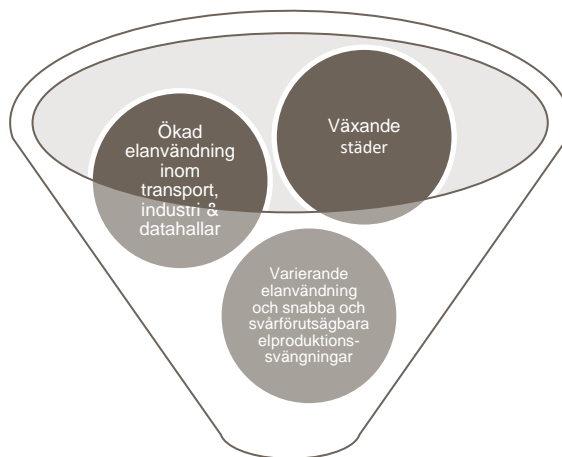
Ett vanligt jordat eluttag på 10 A klarar normalt en belastning på 2,3 kW effekt. En laddbox på 16 A kan belasta elnätet med 3,7 kW och en trefas snabbaddningsbox på 16 A kan belasta elnätet med 11 kW. Effektbehovet för uppvärmning och tappvarmvatten i ett småhus beror på flera faktorer, framför allt husets storlek, hur välisolerat det är och var det är geografiskt beläget, men ett effektbehov på 6–10 kW är inte ovanligt.

Med en vanlig laddbox räcker sannolikt inte en säkring på 20 A, som har ett maximalt möjligt effektuttag på 14 kW, och med snabbaddning räcker troligen inte en säkring på 25 A, som har ett maximalt möjligt effektuttag på 17 kW.

3 Möjligheter och utmaningar för det svenska småhusbeståndet

En viktig roll för småhusens i ett förändrat energisystem kan vara att minska elanvändningen, att lagra energi och att bidra med efterfrågefleksibilitet genom att minska eleffektbehovet, flytta elanvändning från tidpunkter när det är effektbrist och att tillföra el när det är effektbrist. Vilka möjligheter som finns inom dessa områden presenteras i detta kapitel och visualiseras i Figur 9, som även visar en sammanställning av de förändringar i energisystemet och dess utmaningar som presenterades i förra avsnittet.

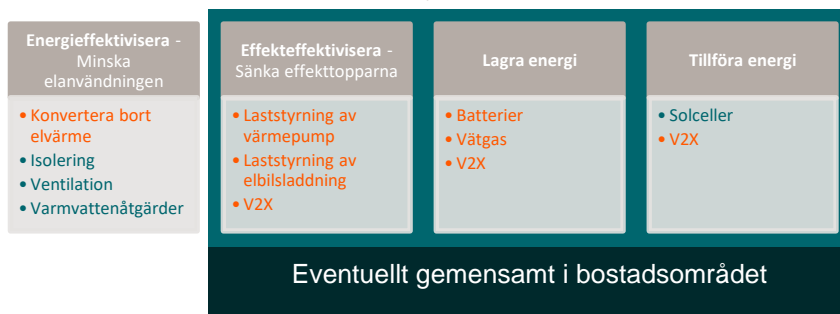
Förändringar i energisystemet



Utmaningar

Ökat toppeffektbehov,
Ökat behov av balansering av elsystemet
Lokal nätkapacitetsbrist

Småhusens roll



Figur 9: Förenklad översikt över småhusens roll i ett förändrat energisystem.

Den största energianvändningen i svenska småhus går till värme, och det vanligaste alternativet för uppvärmning är el, inklusive värmepumpar. För att minska småhusens energi- och eleffektbehov är det därför naturligt att se över småhusens värmebehov. En vanlig åtgärd är att ersätta eller komplettera elvärme med någon form av värmepump. Detta speglar den nuvarande situationen, men den snabba elektrifiering av samhället som sker idag kan göra att ett behov av förändring snabbt blir aktuellt. Elbilar och laddstationer kopplade till småhus blir allt vanligare. Näst efter uppvärmning kommer elen som går till att ladda bilar att bli en av största elanvändarna i småhussektorn (Sköldberg, et al., 2020).

3.1 Småhus

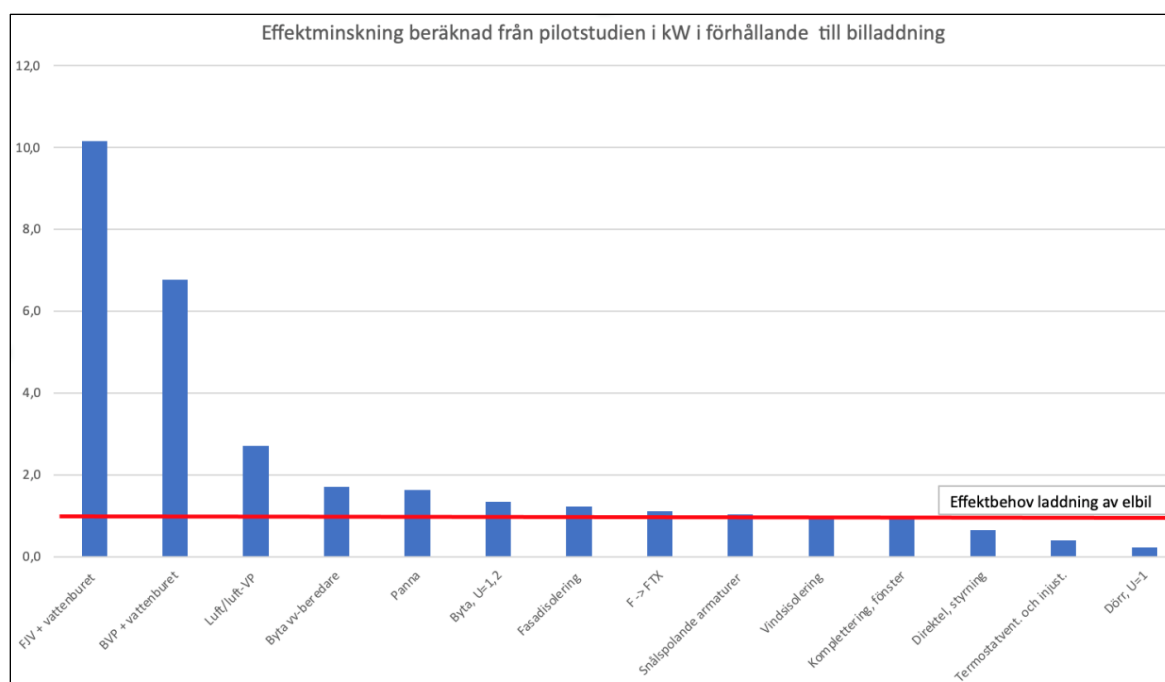
3.1.1 Konvertering av elvärme

I BeSmå-förstudien ”Potential for energieffektivisering i småhus” presenteras olika möjligheter till konvertering av uppvärmningssystem för elvärmade småhus. Underlaget i Tabell 3 är hämtat från potentialstudien. Tabellen ger en överblick över de olika konverteringsåtgärderna. I tabellen redovisas även vilka åtgärder som är privatekonomiskt lönsamma. Observera att tabellen redovisar energibesparingen och inte specifikt minskningen av elbehovet (Persson, et al., 2019). Konvertering av elvärme leder, utöver energibesparing, även till minskat eleffektuttag (Axelsson, et al., 2018).

Tabell 3: Energibesparing och lönsamhet vid konvertering av värmesystem. (Persson, et al., 2019)

Nuvarande värmesystem	Åtgärd	Energibesparing (kWh/m ² , år)	Lönsamhet (NPV)
Direktverkande elvärme	Bergvärmepump + vattenburet	101,6	170 809
Vattenburen elvärme	Bergvärmepump	78,3	165 887
Elvärmade exkl. värmepump	Luft/luft-värmepump	33,6	102 955
Vattenburen elvärme	Fjärrvärme	4,5	- 28 437
Direktverkande elvärme	Fjärrvärme + vattenburet	1,5	- 137 815

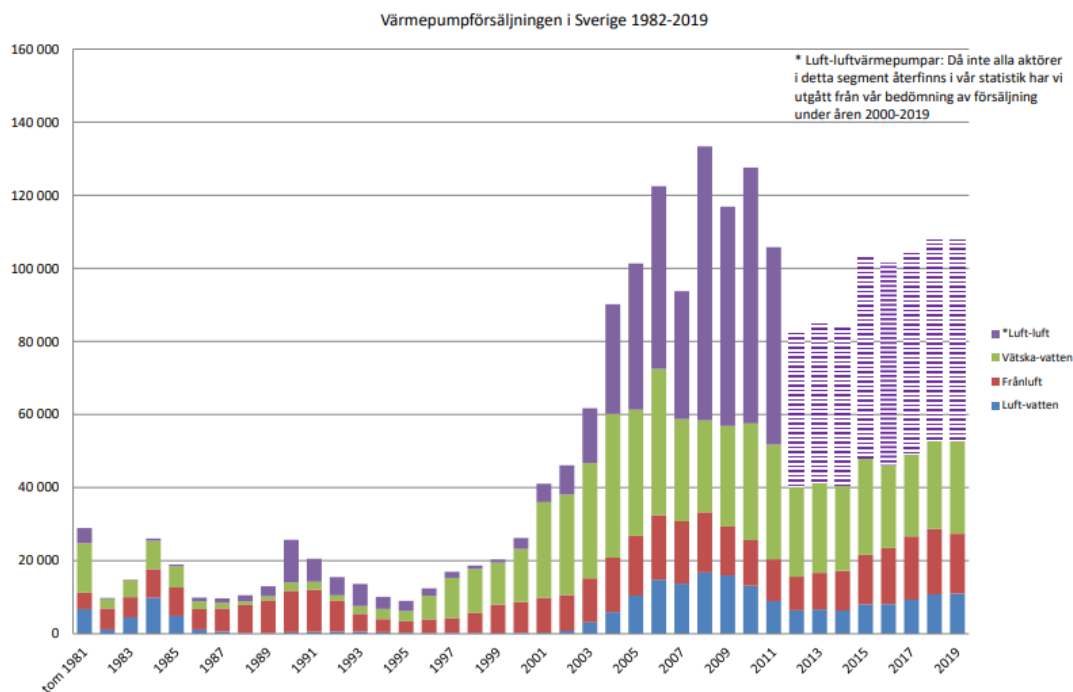
De energieffektiviseringsåtgärder som avser förbättrad energiprestanda för klimatskalet som tas upp i BeSmå-förstudien ”Potential for energieffektivisering i småhus”, har var för sig inte särskilt stor effektreduktion, men sammanlagt kan de svara för en effektreduktion på 37 procent. I (Power Circle, 2019) visas olika effektsänkande åtgärder i förhållande till effektbehovet för laddning av elbil. Effektbehovet för laddning av elbil är beräknad utifrån en årlig körsträcka på 1 200 mil, 2 kWh/mil för elbil och laddning mellan kl. 00 - 06. Ca 50 procent av husen från miljonprogrammet har genomfört någon eller några av åtgärderna som visas i Figur 10 (Lindström, et al., 2021).



Figur 10 Effektreduktion för olika typer av åtgärder för ett småhus med direktel. Den röda linjen i diagrammet visar det beräknade effektbehovet för laddning av en elbil. Källa: (Lindström, et al., 2021)

3.1.2 Värmepumpar

Försäljningen av värmepumpar har ökat markant de senaste decennierna, och har hållit en hög nivå på cirka 100 000 sålda enheter årligen mellan 2005–2019, se Figur 11 (SKVP, 2019). De senaste drygt 10 åren har mer än hälften av de sålda aggregaten varit luft/luftvärmepumpar. De småhus som installerar denna värmepumpstyp är huvudsakligen direktelvärmda.



Figur 11: Värmepumpförsäljning fördelat på typen av värmepump i Sverige. Källa: (SKVP, 2019).

Ett projekt som har studerat huruvida värmepumpar kan avlasta effekttoppar i elnätet är KlokEl, som har genomförts av Sustainable Innovation, Ngenic AB och Upplands Energi. Projektet pågick under perioden 2014–2017, och hade som mål att installera 500 Ngenic Tune i olika småhus. Ngenic Tune är en smart termostat som används för att styra husets värmepump. Tidigare utredningar har visat att vattenburna värmesystem har ett effektbehov på cirka 2 kW, och tanken med projektet var att kunna nå 1 MW styrbar effekt med hjälp av de smarta termostaterna. Redan efter att ha installerat Ngenic Tune i 250 småhus nåddes en effekt på 1,5 MW efterfrågefleksibilitet vid de korta avbrotten på morgon och både kväll. Avbrotten gav inte några märkbara temperaturskillnader i småhusen, och småhusägarna gav inga indikationer på komfortförsämring. Styrningen ledde också till en energieffektivisering för värmepumparna på cirka 10 procent.

Projektet visade tydligt småhusägarnas vilja att vara med och påverka. Många av småhusägarna var i början tveksamma till projektet eftersom de inte såg något behov av att ändra på något som redan fungerade bra. När de sedan fick se resultatet och vad de bidragit med utan att de upplevt någon försämring av sin komfort blev de ofta positiva. Tanken att de kunde vara delaktiga i att avlasta energisystemet och vara delaktiga i något som kan leda till ett mer flexibelt och energieffektivt system var tillfredsställande.

3.1.3 Lagring med batterier

I dagsläget väljer många småhusägare att installera solceller för att producera sin egen el. Under sommarhalvåret när dagarna är långa och småhus inte har lika stort behov av uppvärmning produceras överskottsel som ofta säljs tillbaka till nätet. Husägaren kan också välja att lagra detta överskott för att sedan använda det vid ett senare tillfälle. Detta sker oftast med hjälp av batterier. Olika batterier kan installeras men ett normalstort batteri kan lagra ungefär 4 - 9 kWh (EON, 2021). Incitamentet för en privatperson att investera i batterier ligger oftast i att minska de egna kostnaderna. Med hjälp av solceller och batterier kan en småhusägare minska sina driftkostnader för el, vilket samtidigt medför en avlastning av nätet. Har småhusägaren dessutom kontroll över när de kan använda den lagrade energin så kan de göra det i avlastningssyfte under effektoppar.

I Sverige varierar den genererade mängden solenergi markant mellan vinter och sommar. Ett enskilt småhus solelproduktion under vintern blir inte överskottsel eftersom solpanelerna inte hinner producera tillräckligt under dagtid i förhållande till husets energianvändning. För att kunna använda lagrad energi under vintern (när effektopparna oftast är som högst) krävs det säsongslagring från sommar till vinter av elen. Dagens batteriteknik är inte tillräckligt effektiv för att göra detta. Dels är batteriernas lagringskapacitet begränsad och dels är förlusterna för stora vid lagring som sträcker sig över flera månader. När säsongslagring behövs kan det vara lämpligt att använda sig av en långvarig lagringsmetod som komplement, exempelvis vätgas (Puranen, et al., 2021).

Batterilager kan givetvis också delas mellan flera småhus inom en energigemenskap. Detta kan vara ett sätt att göra tekniken ekonomiskt tillgänglig för fler småhusägare och öka egenanvändningen av lokalt producerad solenergi.

3.1.4 Lagring med vätgas

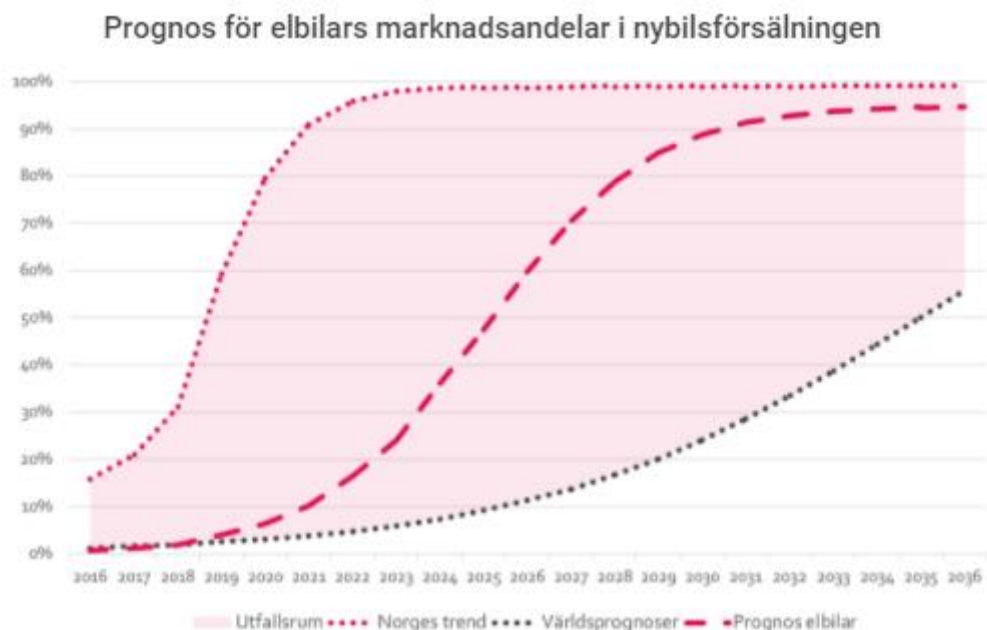
Solceller i kombination med batterier är oftast tillräckligt i länder som har liten säsongsvariation (Yilanci, et al., 2009) och där lagringstiden inte är så lång. Batterierna fungerar således bra som dygnslager, men det krävs annan teknik för säsongslagring. Idag finns det flera exempel på pilotprojekt som använder vätgaslagring. Ett sådant projekt är Skellefteå Krafts Zero Sun, som är en villa som är helt självförsörjande på energi året runt. Med hjälp av solceller, batteri, vätgaslagring, elektrolysörer och bränsleceller försörjer det fristående energisystemet villan med värme och el, huset är således frikopplat från elnätet.

Principen med vätgaslagring involverar en rad olika tekniker. Det behövs en energikälla, som kan vara sol- eller vindkraft. I anslutning till byggnader är solenergi det vanligaste av dessa två alternativ. Den el som produceras i solcellerna går vidare in i en elektrolysör. I elektrolysören spjälkas vatten med hjälp av el till vätgas och syrgas. Vätgasen komprimeras sedan i högtryckstankar där den lagras. När det finns behov av el leds vätgasen till en bränslecell som i sin tur omvandlar vätgasen till el.

3.2 Elbilar

3.2.1 Elbilsladdning

Prognoser för personbilsmarknaden pekar på att elbilar kommer vara dominerande i framtiden. Branschorganisationen Power Circle (Power Circle, 2019) gjorde år 2019 en prognos för hur SUN personbilsmarknaden kan komma att utvecklas fram till år 2036, den visas i Figur 12.



Figur 12: Prognos för elbilars marknadsandelar i nybilsförsäljning. Källa: Power Circle (2019).

Elbilarnas potentiella dominans kommer att ha en stor påverkan på det svenska elnätet. En kalkyl över elbilarnas el- och effektbehov om hela personbilsflottan elektrifieras som har presenterats av Vattenfall visar att elbehovet för personbilar i Sverige blir 12 TWh/år.⁵ Baserat på att den årliga svenska elproduktionen är ca 140 TWh per år borde det rent principiellt inte leda till några problem. Men eftersom elbilar ofta laddas under kvällen/natten och att det sker vid de egna bostäderna kommer det att leda till utmaningar ur ett effektbehovsperspektiv. Om alla småhusägare i ett bostadsområde äger en elbil och väljer att ladda sina bilar samtidigt blir påverkan på elnätet mycket stor med risk för nya effektoppar i elsystemet (Vattenfall, 2019).

3.2.2 Laststyrning av elbilsladdning

Idag finns smart teknik som kan styra laddningen av elbilar. Styrtekniken kan programmeras till att välja när bilen ska laddas, exempelvis när småhusets elanvändning är låg och när effektuttaget på elnätet är lågt (Vattenfall, 2019). I NEPP-projektet har man i en analys av olika scenarier förutsatt smart laddning av elbilar (Gode & Wråke, 2020). Utan smart laddning av elbilar kan eleffektbehovet bli tiotals GW större. (Sköldberg, et al., 2020)

En tänkbar utmaning för laststyrning av elbilsladdning är om alla hushåll laddar sina bilar hemma och att de styr bort laddningen (manuellt eller automatiskt) från tidpunkter med toppeffektbehov till tidpunkter när elpriset är lågt är att stora småhusområden resulterar i att alla bilar ändå laddas på samma gång och det uppstår en ny tidpunkt med toppeffektbehov. Detta är en utmaning som både Coordinets projektledare Yvonne Ruwaida och Boo Energis VD Per Svenningsson belyser. (Ruwaida, 2021) (Svenningsson, 2021) En annan utmaning är att många av dagens elbilar inte kan laststyras eftersom de inte är tillräckligt smarta.

⁵ Kalkylen baseras på att bilarna körs i genomsnitt 1 200 mil per år, att en elbil använder 2 kWh/mil och att personbilsflottan består av ca 5 miljoner bilar.

Boo Energi har nyligen initierat ett projekt tillsammans med ChargeNode för att testa styrbar laddning av elbilar för ett helt småhusområde i Saltsjö Boo i Nacka. (Svenningsson, 2021)

I Upplands Energis nätområde har projektet VäxEl drivits sedan år 2017. I projektet arbetar man på flera olika sätt med smart styrning för att balansera elproduktion och -användning. Här används Ngenics teknik för smart styrning av värmepumpar, Ferroamps teknik för styrning av batteri- och solcellslösningar och Chargestorms teknik för styrning av elbilsaddning. Sustainable Innovation och elnätbolaget Upplands Energi står för projektledningen. Målet för projektet är att utveckla nya samverkansformer, både tekniska och affärsmässiga, som behövs för att verkställa morgondagens smarta energisystem. I det här projektet har man till exempel konstaterat att 11 kW elbilsaddning motsvarar eleffektbehovet hos 3–4 värmepumpar. Om man kan styra ner värmepumparna, ger det kapacitet till att ladda elbilarna (Berg, 2021).

3.2.3 *Vehicle to everything V2X och elbilsbatterier som lagring*

Utöver smart laddning av elbilar nämns idag ofta V2X (vehicle to everything) som en möjlig lösning för elbilarnas samlade effektbehov. Inom V2X ingår V2G (vehicle to grid) och V2H (vehicle to home). Dessa tekniker innebär att bilens batteri används som energilager, och kan användas både för att leverera el tillbaka till elnätet (V2G) eller till huset (V2H) vid toppeffektillfällen. När kapacitet finns, återladdas bilens batteri från elnätet.

I ett pågående projekt som genomförs i Göteborg försöker Chalmers Tekniska Högskola tillsammans med Göteborg Energi, Polestar, Ferroamp och CTEK påskynda utvecklingen av V2X. Projektet syftar till att ta fram tekniska lösningar, undersöka om det finns barriärer och utarbeta nya affärsmodeller. För tillfället är en av projektets huvudfrågor huruvida man ska använda en ombordladdare i bilen eller om det är bättre att använda väggfast laddare på fastigheten (Olin, 2021).⁶

3.3 Efterfrågefleksibilitet

I Energiinspektionens (EI) rapport ”Åtgärder för ökad efterfrågefleksibilitet i det svenska elsystemet” från 2016 sammanställdes den tekniska potentialen för efterfrågefleksibilitet i olika kundsegment, resultatet visas i Tabell 4. EI konstaterade att uppvärmning av hushåll (småhus och övriga hushåll) utgör den största potentialen för efterfrågefleksibilitet under större delen av året. Rapporten fastslog också att det bland hushållen främst är småhus med eluppvärmning som kan bidra med störst efterfrågefleksibilitet. Därmed varierar potentialen för efterfrågefleksibilitet efter säsong. Tack vare småhusens värmetröghet påverkar styrning av uppvärmningen under ett fåtal timmar inte de boendes komfort (Energimarknadsinspektionen, 2016). I Tabell 4 redovisas storleken på den tekniska potentialen i olika segment (MW).

⁶ Ombordladdaren är ett inbyggt system i ett elfordon eller ett hybridfordon som används för att ladda batteriet. Systemet omvandlar växelströmmen från elnätet till en likström som laddar batteriet. Utöver likriktaren innehåller ombordladdaren också styrelektronik för att styra laddhastigheten och är den begränsande faktorn för hur snabbt fordonet kan laddas.

Tabell 4: Teknisk potential (MW) för efterfrågeflexibilitet i olika kundsegment i Sverige år 2016. Källa: (Energimarknadsinspektionen, 2016).

Hushåll	Fastigheter	Service- verksamhet	Elintensiv industri	Övrig industri
5 500 - vinter	200 (ventilation)	300	1 700	300
3 000 - vår		(reservaggregat)	(effektreduktion eller övergång till egen	(effektreduktion inom lätt
1 500 - sommar			elproduktion	industri såsom
4 500 - höst			inom framförallt	livsmedels- och
2 000 - medel			skogsindustrin)	verkstads- industri och
(uppvärmning)				sågverk)
300 (hushållsel)				

Med smarta styr- och regleringar skapas möjligheter att minska eleffektbehovet för värme i småhus när det är högt effektbehov i elnätet. Sådana system kan installeras i alla småhus, men det krävs olika typer av styr- och regleringar beroende på vilken typ av uppvärmningssystem som det individuella huset har.

I kapitel 2.1.2 beskrivs att hela 30 procent av det svenska småhusbeståndet har enbart elvärme och att ytterligare 24 procent har någon form av värmepump i ett vattenburet värmesystem. Det innebär att mer än hälften av alla småhus har potential att bidra till en minskning av topplasten i elnätet.

I Chalmers Tekniska Högskolas studie *”Demand response potential of electrical space heating in Swedish single-family dwellings”* (Nyholm, et al., 2016) undersöktes vilken effekt som elvärme skulle kunna ha på efterfrågeflexibilitet i småhus. En byggnadsbeståndsmodell användes för att beräkna nettoenergibehovet för alla småhus i Sverige som använde elvärme. För att minska de enskilda småhusägarnas elkostnader användes en delmodell för att optimera leveransen av värmesystemen för respektive småhus. Modellanalysen visade att efterfrågeflexibiliteten kan nå en styrbar effekt på 7,3 GW. Eftersom många konsumenters vilja att förändra sin elanvändning påverkas av energipriset, gjordes bedömningen att baserat på den svenska marknadens dåvarande elpriser skulle denna efterfrågeflexibilitet kunna minska belastningen med 5,5 GW eller öka med 4,4 GW när det skulle behövas. En viktig slutsats från modellanalysen var att småhusägarnas ekonomiska incitament för efterfrågeflexibilitet var små (Nyholm, et al., 2016). Med tanke på de höga elpriser som har förekommit under hösten/vintern 2021, kan potentialen för efterfrågeflexibilitet i småhusen vara större idag.

Styrning av småhusens efterfrågan på el är komplext och många frågor måste hanteras. Många olika typer av aktörer behöver samverka för att skapa ett fungerande system, det berör småhusägare, nätföretag, aggregatorer, elhandelsföretag, tillverkare av värmepumpar, tillverkare av styrutrustning m.fl.

I takt med att andelen elfordon ökar och fler batterier installeras kommer den styrbara effekten i småhus att öka väsentligt. Det finns en uppenbar risk att laddbara fordon kan öka småhusens toppeffektbehov avsevärt om denna laddning inte styrs utifrån elsystemets behov.

3.4 Utmaningar och hinder

Utöver de utmaningar och hinder som redan har nämnts för respektive åtgärd, finns det ett antal utmaningar för energisystemet i stort, t.ex. småhus som fristående energisystem, att frångå sig kontrollen över styrning samt mätmetoder och mätnoggrannhet.

Det har under några senare år genomförts pilotprojekt som syftar till att göra småhus fristående från den storskaliga energiinfrastrukturen. Men det är viktigt att samtidigt ha energisystemet som helhet i åtanke. Att utforma småhus som enskilda energisystem kan synas som en intressant utveckling, och kan möjligen förordas i områden med stor brist på eleffekt och där denna brist inte bedöms komma att åtgärdas. Men i områden med en välutvecklad energisystemsinfrastruktur riskerar många små självförsörjande energisystem att bli kontraproduktivt för samhället. De små systemen kan leda till suboptimeringar genom att man bland annat går miste om möjligheterna till sammanlagringseffekter och därför överdimensionerar systemen. Det totala resursbehovet blir då större än om man skapar en infrastruktur som integrerar den befintliga storskaliga infrastrukturen med nya småskaliga lösningar och smart teknik.

För att småhusägare ska kunna bidra till att minska toppeffektbehovet och stabilisera effekttoppar krävs att de flyttar sin elanvändning i tid, från tidpunkter när effektbehovet är som störst och elpriset är som högst. För att åstadkomma detta krävs antingen att de gör det själv, eller att de ger någon annan aktör som styr elanvändningen kontrollen över de funktioner som använder mest el, i första hand uppvärmningssystemet och laddning av elbil. Denna aktör kan t.ex. vara en aggregator. Det kan vara en utmaning för många småhusägare att frångå sig den kontrollen. Ett intressant projekt här är det tidigare nämnda KlokEl, men det behövs mer tillämpad forskning avseende affärsmodeller, hur acceptansen kan ökas m.m.

Möjligheten att styra sin värmeanläggning och sin elbilsladdare kräver mätning av de största effektuttagen. Mätning är också en förutsättning för att kunna ansluta sig till en marknad för efterfrågefleksibilitet. Det finns redan teknik som är lätt att installera, både för att mäta själv och för att låta någon annan aktör mäta. De nya ”smarta elmätarna” som ska installeras hos konsumenterna senast år 2025 erbjuder också möjligheten att både ta ut mätdata och styra elanvändningen utifrån uppmätta värden. Redan idag finns det dock kritik mot att standarden för de smarta elmätarna inte är tillräckligt tydlig, och att den lämnar utrymme för alltför många tolkningar. Som exempel beskriver en aktör på flexibilitetsmarknaden, Ngenic, att de har undersökt möjligheten att använda signaler från de smarta elmätarna, men har stött på problem eftersom det finns minst fem olika tolkningar av kommunikationsstandarderna som de behöver anpassa sina produkter och tjänster till (Berg, 2021). För att småhusägarnas efterfrågefleksibilitet ska kunna utvecklas på ett kostnadseffektivt sätt och utnyttjas i den omfattning som är tekniskt och ekonomiskt möjlig måste kommunikationsstandarderna finnas och vara tydliga.

3.5 Sammanställning av möjligheter och hinder

Åtgärd	Möjlighet	Utmaning/hinder	Kan bemötas genom
Konvertera bort elvärme	<ul style="list-style-type: none"> Minskat toppeffektuttag Minskad elanvändning 	<ul style="list-style-type: none"> Kan kräva stora åtgärder i huset 	<ul style="list-style-type: none"> Vid renovering kan konvertering av uppvärmningssystemet göras samtidigt
Förbättrat klimatskal	<ul style="list-style-type: none"> Minskat toppeffektuttag Minskad elanvändning 	<ul style="list-style-type: none"> Kan kräva stora åtgärder i huset 	<ul style="list-style-type: none"> Samordning med större renoveringar av huset, utnyttjande av ”renoveringsfönstret”
Laststyrning av värmepump	<ul style="list-style-type: none"> Minskat toppeffektuttag Minskad elkostnad Bättre inomhusklimatet 	<ul style="list-style-type: none"> Otydlig standard Osäkerhet hos småhusägare innan man har testat 	<ul style="list-style-type: none"> Tydlig standard för mätning samt kommunikation
Laststyrning av elbilsaddning	<ul style="list-style-type: none"> Minskat toppeffektuttag Minskad elkostnad 	<ul style="list-style-type: none"> Kan begränsa elbilsanvändare tillgänglighet till bilen Effekttoppen kan förskjuts utan att minskas om alla elbilsaddare styr om till samma tidpunkt 	<ul style="list-style-type: none"> Att smarta laddare kommunicerar med varandra. Gemensam laststyrd elbilsaddning för bostadsområdet.
V2X	<ul style="list-style-type: none"> Kan bidra med effekt till systemet Ökad självförsörjandegrad 	<ul style="list-style-type: none"> Hög investeringskostnad Tekniken i ett tidigt stadium 	<ul style="list-style-type: none"> Vidare utveckling och finansiering av tekniken
Batterilagring	<ul style="list-style-type: none"> Minskat toppeffektuttag Minskad elkostnad Ökad självförsörjandegrad 	<ul style="list-style-type: none"> Hög investeringskostnad Implementering av tekniken 	<ul style="list-style-type: none"> Vidare utveckling och finansiering av tekniken
Vätgaslagring	<ul style="list-style-type: none"> Minskat toppeffektuttag Öka självförsörjandegraden 	<ul style="list-style-type: none"> Omogen marknad Hög investeringskostnad i nuläget Avsaknad av standard Rädsla för osäkerhet 	<ul style="list-style-type: none"> Standardisering och bättre kommunikation om tekniken

3.6 Realisering av åtgärderna

De möjligheter som beskrivs i denna förstudie skulle kunna realiseras genom ekonomiska incitament, införandet av energigemenskaper och att involvera småhusägare mer.⁷ Vad som krävs varierar mellan de olika åtgärderna.

Ekonomiska incitament

Ekonomiska incitament för att småhusägare ska sänka sitt effektuttag kan t.ex. ges via flexibilitetsmarknad, annan prissättning av el (t.ex. effekttariffer eller liknande), att elnätbolagen erbjuder anslutningar under 16 A till lägre kostnad eller att de reglerar kostnaderna för befintliga anslutningsstorlekar som gör det tydligt att lägre effekt premieras.

Allt fler elnätsföretag övergår till en ny prismodell för elnätstariffen för småhus som baseras på använd effekt. De inför en ny effekttavgift samtidigt som de sänker den fasta avgiften och avgiften för elöverföring. Några av elnätsföretagen baserar sin effekttavgift på den högsta effektanvändningen för månaden. Andra baserar sin effekttavgift på genomsnittet för de tre timmar i månaden (fördelat på tre olika dygn) då effektbehovet har varit som högst. Detta ökar elnätbolagets flexibilitet genom att de erbjuder en lägre effekttavgift om elanvändningen sprids ut.

Energigemenskaper

En energigemenskap kan beskrivas som att flera mindre aktörer, privatpersoner och/eller företag, går samman och bildar en gemensam större ”aktör”. De kan till exempel samordna sin energianvändning och dela på lokala energiresurser, som solceller och batterier. Då kan det bli möjligt att installera solceller på de allra bäst lämpade taken och att investera i ett större batterilager, i stället för många små. När det gäller flexibilitetstjänster, ger samarbetet i en energigemenskap också fördelar gentemot elproducenter, elhandelsbolag och elnätägare. Ur det systemperspektivet gör styrningen av en enskild värmepump eller laddningen av en elbil ingen större skillnad, medan möjligheten till styrningen av tusentals värmepumpar och elbilsladdare kan innebära att man kan undvika investeringar i dyr reglerkraft eller förstärkning av elnätet.

Juridiskt sett togs ett steg mot att möjliggöra energigemenskaper genom den nya formuleringen av Förordning (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen (1997:857), som börjar gälla i januari 2022. Här ökas möjligheterna att installera lokala eldistributionsnät mellan lokala solcellsanläggningar, byggnader och energilager, men precis som för alla andra regeländringar återstår att se var nya begränsningar uppkommer.

Den nya förordningen reglerar också bara de tekniska möjligheterna att dela energi inom ett begränsat område, men säger ingenting om möjligheterna att dela på kostnader och ekonomiska vinster. Eftersom energiområdet påverkas av flera olika skatter och avgifter, behöver även skattelagstiftningen kring energigemenskaperna ses över och frågor som vem som ska betala energiskatt och moms på den lokalt producerade energin behöver klargöras.

Ett annat område där lagstiftning och regelverk kan behövas ses över, och som berör småhussektorn, är samfälligheter. Att ändra samfällighetens befintliga anläggningsbeslut är en process som är

⁷ En energigemenskap är ekonomisk förening som syftar till att ge sina medlemmar miljömässiga, ekonomiska eller sociala samhällsfördelar.

komplicerad och kan vara kostsam. Formuleringen av det befintliga anläggningsbeslutet kan det begränsa möjligheterna för en samfällighet att exempelvis bilda en energigemenskap, genomföra gemensamma upphandlingar av laddstationer för området och upphandla smart styrning av laddsystemet. Likaså kan det vara omöjligt att med det befintliga anläggningsbeslutet upphandla gemensamma solcellsanläggningar till de ur energisynpunkt bästa taken i området och ett delat batterilager. Att förenkla regelverket för samfälligheter som vill genomföra projekt inom energiområdet skulle öka småhusens möjligheter att bidra till omställningen till ett hållbart energisystem.

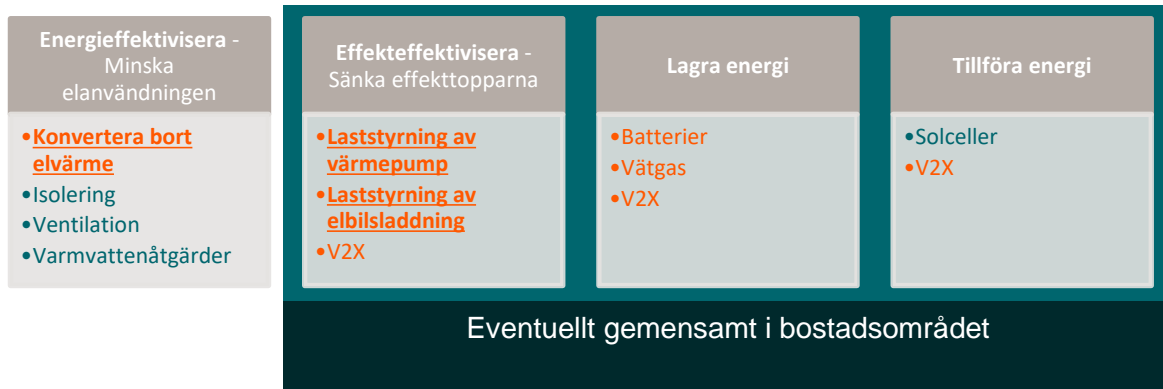
Involvera småhusägarna

För alla föreslagna åtgärder krävs att småhusen ses som en del av elsystemet och att de som äger och bor i husen ses och behandlas som människor med behov och utmaningar. Många småhusägare behöver mer kunskap och ökad förståelse för varför och hur eleffektutmaningen påverkar dem och hur de påverkar elsystemet för att kunna ta rätt beslut när det gäller elanvändning. För att förmå småhusägare att konvertera bort elvärme, energieffektivisera, välja en smart värmepump, välja en smart elbil och smart elbilsladdare m.m. krävs utöver att de har ekonomiska resurser och finansieringsmöjligheter även att de har kunskap om olika typer av åtgärder.

Samtidigt som småhusägarna behöver få en ökad kunskap om och förståelse för elsystemet behöver aktörerna i elsystemet förstå småhusägarnas utmaningar och behov. Vi befinner oss fortfarande i ett skede där det finns goda möjligheter att involvera småhusägarna som en del av lösningen för framtidens energisystem. Flera projekt med där småhusägare deltar i försök med nya lösningar pågår, t.ex. laststyrning av värmepumpar för flera hus i KlokEl-projektet och i Boo Energis projekt om gemensam laddning i Saltsjö Boo. Att energibranschens aktörer samarbetar med småhusägare och involverar dem i tidigt skede för ömsesidig förståelse av behov och förutsättningar är en grund i att utveckla lösningar för ett hållbart energisystem.

4 Lönsamhet för åtgärderna

De åtgärder som är i fokus i denna förstudie är: konvertera bort elvärme, förbättrad energiprestanda för klimatskalet, laststyrning av värmepump, laststyrning av elbilsladdning, V2X, batterilagring och vätgaslagring, se Figur 13. En privatekonomisk och samhällsekonomisk analys har endast gjorts för konvertering från elvärme, laststyrning av värmepump, laststyrning av elbilsladdning (de åtgärder som är markerade med understruken text i Figur 13). Åtgärderna V2X, batterilagring och vätgaslagring är alla i ett så tidigt skede i teknikutvecklingen att osäkerheter kring både kostnader och effektiviseringspotential försvårar bedömningen av deras respektive lönsamhet.



Figur 13: Översikt över olika åtgärder. Lönsamhetsanalys görs för understrukna åtgärder.

Var och en av åtgärderna konvertera bort elvärme, laststyrning av värmepump och laststyrning av elbilsladdning är bidrar till en minskning av eleffektbehovet, det vill säga att de jämnar ut eleffektoppar. I den privatekonomiska och samhällsekonomiska analysen har utvärderingen delats in i lönsamhet för energieffektivisering respektive minskning av eleffektbehov. Lönsamhet för energieffektivisering bygger på resultat från BeSmå-rapporten Potential för energieffektiva småhus och Anthesis underlagsberäkningar i projektet Grön Logik (Swedisol m.fl.), medan bedömningen av lönsamhet för minskning av eleffektbehov bygger på resonemang baserade på tidigare avsnitt i denna förstudie. En jämnare belastning på elnätet ger även många samhällsekonomiska fördelar, t.ex:

- Ett robust och hållbart energisystem med låga förluster, hög kvalitet, försörjningstrygghet och säkerhet
- Mer förutsägbar användning för såväl nätbolag, elhandelsbolag och slutkund
- Möjlighet att undvika betydande investeringar i utbyggd energiproduktion och -distribution
- Minskade toppeffektbehov och därmed ett minskat behov av de energikällor som har högst klimatbelastning
- Möjligheter att öka andelen förnybar energi
- Ökad möjlighet för installation av elbilsladdning
- Lägre elnätsförluster

4.1 Privatekonomisk lönsamhet

Privatekonomisk lönsamhet för energieffektivisering

Att konvertera elvärme till berg/sjö/jord-värmepump eller luft/luft-värmepump ger en stor energibesparing och är privatekonomiskt lönsamt i småhus som har vattenburet

värmedistributionssystem (men inte i direktelvärmade småhus), enligt förstudien *Potential för energieffektiva småhus*.

Både konvertering från vattenburen elvärme till berg/sjö/jord-värmepump samt från direktelvärme till luft-luft-värmepump är lönsamt. Det är sannolikt också privatekonomiskt lönsamt att uppgradera äldre värmepumpar med en stor elspets som går in under årets kallare perioder.

Som enskild åtgärd är konvertering från direktverkande elvärme till vattenburet värmesystem inte privatekonomiskt lönsamt eftersom installationskostnaden är hög och åtgärden inte ger någon energibesparing. Inte heller konvertering från direktverkande elvärme till vattenburen värme med berg/sjö/jord-värmepump är privatekonomiskt lönsamt på grund av kostnaderna för det vattenburna systemet.

Laststyrning av elbilsladdning ger ingen energibesparing eftersom elanvändningen enbart förskjuts i tid.

Privatekonomisk lönsamhet för minskning av eleffektbehov

Konvertering av elvärme, förbättrad energiprestanda för småhusets klimatskal, uppgradering av äldre värmepumpar, laststyrning av värmepumpar och laststyrning av elbilsladdning bidrar till ett lägre effektuttag. Ett lägre effektuttag ger lägre elhandelskostnader för de småhusägare som har rörligt elavtal, och kan potentiellt ge möjlighet att byta till en lägre anslutningseffekt vilket ger en lägre elnätskostnad.

Med småhusens bidrag till utjämnade effekttoppar skulle det på lång sikt potentiellt finnas en möjlighet att elnätsavgifterna för småhusägare sänks. Tack vare ett elnät med sänkta effekttoppar kan elnätsbolagen undvika straffavgifter och minska sitt behov av investeringar för att förstärka elnätet, samtidigt som man kan ansluta fler kunder. Dessa minskade kostnader och ökade intäkter till följd av småhusens bidrag till minskning av eleffektbehovet skulle kunna motivera en sänkt elnätsavgift. Alla elnätsbolag delar dock inte den synen.

Tabell 5. Sammanställning privatekonomisk analys för energieffektivisering och minskning av eleffektbehov.

Åtgärd	Privatekonomisk lönsamhet med energieffektivisering	Privatekonomisk lönsamhet med minskning av eleffektbehov
Konvertera bort elvärme	Ger stor energibesparing och är privatekonomiskt lönsamt i småhus med vattenburen värme (BeSmå <i>Potential för energieffektiva småhus</i> (Persson, et al., 2019))	Ger lägre elhandelskostnader (vid rörligt elavtal) och lägre elnätskostnader (om anslutningseffekt sänks).
Förbättrad energiprestanda för småhusets klimatskal	Ger stor energibesparing och många åtgärder är privatekonomiskt lönsamma (BeSmå <i>Potential för energieffektiva småhus</i> (Persson, et al., 2019))	
Laststyra värmepump	Kan ge en viss kostnadsbesparing och är privatekonomiskt lönsamt BeSmå <i>Potential för energieffektiva småhus</i> (Persson, et al., 2019))	
Laststyra elbilsaddning	<i>Ger ingen minskad elanvändning.</i>	

4.2 Samhällsekonomisk lönsamhet

Samhällsekonomisk lönsamhet för energieffektivisering

Småhusägarnas energieffektivisering påverkar inte bara småhusägarna utan även elhandels- och elnäts- och elproduktionsbolag. Småhusägare påverkas finansiellt av investeringskostnader och kostnadsbesparingar. Utöver dessa effekter för privatpersoner ger energieffektiviseringen upphov till en rad mervärden. Det ekonomiska värdet av några av dessa mervärden har beräknats i rapporten Grön Logik (Persson, et al., 2021), de beräkningar som har genomförts i det projektet inkluderar undvikt utbyggnad av elproduktion, minskade utsläpp av koldioxid och andra farliga ämnen samt hälsoeffekter av ett förbättrat inomhusklimat. Rapporten Grön Logik visar att många energieffektiviserande renoveringsåtgärder leder till stora samhällsekonomiska vinster. Enligt de analyser som gjorts i projektet Grön logik bidrar både konvertering av elvärme och laststyrning av uppvärmningssystem till dessa samhällsekonomiska vinster.

Generellt kan det konstateras att om en energieffektiviseringsåtgärd är privatekonomiskt lönsam så är den även samhällsekonomiskt lönsam, eftersom energieffektivisering ger upphov till mervärden men få eller inga ytterligare kostnader utöver investeringskostnaden.

Samhällsekonomisk lönsamhet av minskning av eleffektbehov

Liksom för energieffektivisering har åtgärder som minskar eleffektbehovet investeringskostnader, kostnadsbesparingar (i dessa fall tack vare förskjutning av elanvändning i tid), undvikt utbyggnad av elproduktion och -distribution, minskade utsläpp av koldioxid och andra farliga ämnen samt förbättrat inomhusklimat och hälsoeffekter. Andra samhällsekonomiska nyttor är ökad försörjningstrygghet, minskat behov investeringar och andra resurser för att förstärka elnätet och elproduktionen, minskade utsläpp tack vare att man undviker användning av icke-förnybar elproduktion vid topplasttimmar,

lägre elförluster och att elen kan användas inom andra sektorer som t.ex. transporter och industri för att ersätta fossila bränslen.

Tabell 6: Sammanställning av samhällsekonomisk analys av energieffektivisering och minskning av eleffektbehov.

Åtgärd	Samhällsekonomisk lönsamhet med energieffektivisering	Samhällsekonomisk lönsamhet med minskning av eleffektbehov
Konvertera bort elvärme	Inte privatekonomiskt lönsamt, däremot samhällsekonomiskt lönsamt. (Persson, et al., 2019), (Persson, et al., 2021)	Samhällsekonomiskt lönsamt tack vare kostnadsbesparingar och mervärden.
Laststyra värmepump	Kan ge en viss kostnadsbesparing och är privatekonomiskt lönsamt , samt samhällsekonomiskt lönsamt. (Persson, et al., 2019), (Persson, et al., 2021)	
Laststyra elbilsladdning	<i>Ger inte minskad elanvändning.</i>	

5 Diskussion

Kunskapsdelning och samverkansmöjligheter

Inom nätverken BeBos och Beloks fördjupningsområde smarta stadsdelar finns ett pågående arbete om hur framtidens förändrade energisystem kan hanteras inom bebyggelsen. Här finns således goda möjligheter för ett kunskapsutbyte med de andra nätverken, bl.a. gällande frågor som rör laddinfrastruktur, efterfrågefleksibilitet, effekthantering och digitalisering.

5.1 Förslag till fortsatt arbete

I arbetet med denna förstudie har ett förslag till fortsatt arbete tagits fram. Det bör knytas till forskning och utveckling, med fokus på tillämpad forskning. Vårt förslag till fortsatt arbete är:

- Genomför en samhällsekonomisk analys som mer detaljerat kvantifierar åtgärder för en minskning av eleffektbehov, och beräknar både den privatekonomiska och den samhällsekonomiska lönsamheten för åtgärdena.
- Undersök varför åtgärder som är privatekonomiskt och samhällsekonomiskt lönsamma inte genomförs och vilka nya eller förändrade styrmedel och andra åtgärder som skulle krävas för att en mobilisering av ett genomförande av dessa åtgärder.

5.1.1 *Utforska småhusägarnas behov*

Förstå och involvera småhusägarna genom intervjuer och observationer. Det behövs både för att kunna utveckla tjänster kring efterfrågefleksibilitet och lagring och för att undersöka antagandet om att husägare behöver förstå utmaningen med elsystemet för att ändra beteende. Det finns motsägelser här, där även människor som har stor kunskap i effektutmaningen inte genomför de åtgärder som är tekniskt möjliga och ekonomiskt lönsamma idag (så som att konvertera bort sin elvärme i småhus som har vattenburet värmesystem eller laststyra sin värmepump eller elbilsladdning).

- Analysera vad Sverige kan lära av andra länder, t.ex. Storbritannien, om efterfrågefleksibilitet. Flera länder har kommit längre än Sverige avseende marknader för efterfrågefleksibilitet och aggregatorer.
- Utför scenarioanalys på smarta hem vs. energigemenskaper. Hur bör de utformas, med enskilda batterilager eller gemensamma batterilager, individuell eller gemensam elproduktion, risker m.fl.? En av de avgörande frågorna är alla medborgares behov av trygg energiförsörjning - vad händer om vissa småhus eller småhusområden har ett pålitligt och kostnadseffektivt energisystem och andra inte?
- Identifiera nyckelaktörer och ta fram förslag på hur Energimyndighetens andra byggnadsrelaterade nätverk kan samverka i arbetet med att realisera olika åtgärdsförslag. Nyckelaktörer för småhussektorn kan vara bland annat småhustillverkare, energiföretag, elnätsföretag, kommuner, småhusägare, bostadsföreningar och samfälligheter, teknikutvecklare och forskare vid universitet och högskolor.
- Arbeta tillsammans med relevanta aktörer för ta fram förslag på konkreta affärsmodeller, hur de kan utformas och hur de kan kopplas till aktörsbehoven för ett flexibelt och robust energisystem för småhussektorn.

6 Referenser

Axelsson, E., Blomqvist, P. & Unger, T., 2018. *Värmepumpars påverkan på effektbalansen - Idag och i framtiden*, Göteborg: Profu.

Berg, B., 2021. *VD, Ngenic* [Intervju] (14 12 2021).

Energimarknadsinspektionen, 2016. *Åtgärder för ökad efterfrågeflexibilitet i det svenska elsystemet*, Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.

Energimyndigheten, 2021. *Energistatistik för småhus 2020*. [Online]
Available at: https://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/officiell-statistik/statistikprodukter/energistatistik-i-smahus/tabeller/rapport_01v02_smh_2020_resultattabeller.xlsx
[Använd 21 12 2021].

Energimyndigheten, 2021. *Scenarier över Sveriges energisystem 2020*, Eskilstuna: Energimyndigheten.

EON, 2021. *EON*. [Online]
Available at: <https://www.eon.se/solceller/varfor-solceller/solcellsbatteeri>
[Använd 16 11 2021].

Flexible Power, 2021. *Flexible Power*. [Online]
Available at: <https://www.flexiblepower.co.uk/>
[Använd 21 12 2021].

Gode, J. & Wråke, M., 2020. *Insikter och vägval i energiomställningen*, Stockholm: NEPP.

Isendahl, C., 2021. *Affärsutvecklare, E.On* [Intervju] (29 11 2021).

Lindström, K., Westberg, H., Öfverholm, E. & Balata, D., 2021. *Gemensam upphandling och grön finansiering*. [Online]
Available at: <https://energieffektivasmahus.se/projects/gemensam-upphandling-och-gron-finansiering/>
[Använd 22 12 2021].

Nyholm, E. o.a., 2016. Demand response potential of electrical space heating in Swedish single-family dwellings. *Building and environment*, 96(1), pp. 270-282.

Olin, L., 2021. Nu ska elbilarna bli en del av energisystemet. *Tidningen el, energi, värme & kyla*, 15 04, p. 1.

Persson, A., Gråd, E. & Ekelin, S., 2021. *GRÖN LOGIK Den samhällsekonomiska potentialen från energieffektivisering i byggnader*. [Online]
Available at: https://www.anthesisgroup.com/se/wp-content/uploads/sites/6/2021/12/Gron-Logik_2021-12-07.pdf
[Använd 07 12 2021].

Persson, A., Westling, H., Andersson, G. & Westerbjörk, K., 2019. *Potential för energieffektivisering i småhus*, Stockholm: Besmå.

Power Circle, 2019. *Elbilsläget 2018*, u.o.: Power Circle.

Puranen, P., Kosonen, A. & Ahola, J., 2021. Technical feasibility evaluation of a solar PV based off-grid domestic energy system with battery and hydrogen energy storage in northern climates. *Solar Energy*, 213(1), pp. 246-259.

Ruwaida, Y., 2021. *Business strategiser, Vattenfall Eldistribution* [Intervju] (03 12 2021).

SCB, 2017. *SCB*. [Online]

Available at: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/bostadsbyggande-och-ombyggnad/bostadsbestand/pong/statistiknyhet/bostadsbestandet-2017-12-31/>

[Använd 10 11 2021].

SCB, 2021. *SCB*. [Online]

Available at:

https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_HE_HE0111/HushallT21B/

[Använd 10 11 2021].

Skatteverket, 2021. *Grön teknik*. [Online]

Available at:

<https://www.skatteverket.se/privat/fastigheterochbostad/gronteknik.4.676f4884175c97df4192860.html>

[Använd 27 10 2021].

Skatteverket, 2021. *Statistik - Rotavdrag*. [Online]

Available at:

<https://www.skatteverket.se/omoss/varverksamhet/statistikochhistorik/inkomstdeklarationer.4.3152d9ac158968eb8fd1cbc.html>

[Använd 21 12 2021].

Sköldberg, H. o.a., 2020. *Eleffektfrågan - utmaningar och lösningar*, Stockholm: NEPP.

SKVP, 2019. *SKVP*. [Online]

Available at: <https://skvp.se/statistik/varmepumpsforsaljning/2019>

[Använd 12 11 2021].

Svenningsson, P., 2021. *VD Boo Energi* [Intervju] (02 12 2021).

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

Vattenfall, 2019. *Vattenfall*. [Online]

Available at: <https://www.vattenfall.se/fokus/eldrivna-transporter/racker-elen-till-elbilarna/>

[Använd 12 11 2021].

Yilanci, A., Dincer, I. & Ozturk, H., 2009. A review on solar-hydrogen&fuel cell hybrid energy systems for stationary applications. *Progress in Energy and Combustion Science*, 35(3), pp. 231-244.