

Förstudie

Potential för energieffektivisering i småhus

Utarbetad av

Agneta Persson & Hanna Westling, Anthesis,
Anders Göransson, Profu, samt Katarina Westerbjörk, WSP

Granskad av

Charlotta Winkler, WSP

Stockholm, juni 2019

1 Sammanfattning

Denna förstudie har syftat till att analysera hur stor energieffektiviseringspotentialen är i den svenska småhussektorn samt hur potentialen fördelar sig mellan olika kategorier av energieffektiviseringsåtgärder. Resultatet av analysen ska ligga till grund för innovationsklustret BeSmås verksamhet. Resultatet behövs också för att avgöra vilka styrmedel, åtgärder och program som är kostnadseffektiva och lämpliga för småhussektorn med avseende på energieffektivisering, och kan till exempel användas i Energimyndighetens arbete med renoveringsstrategier.

Förstudien har omfattat en analys av energieffektiviseringspotentialen fram till år 2050 med milstolpar för årtalen 2030 och 2040, och har omfattat fyra olika scenarier. Dessa fyra scenarier är:

1. Teknisk potential - Alla småhusägare genomför *alla åtgärder som är tekniskt möjliga*.
2. Ingenjörspotential - Alla småhusägare genomför *alla åtgärder som är tekniskt möjliga och lönsamma*.
3. Rimligt genomförande – Småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga och lönsamma i en takt som bedöms vara rimlig.
4. Halvering av energianvändningen - Urvalet av åtgärder och genomförandetakt har ändrats och anpassats efter ett typhus som ska nå en halverad energianvändning.

Analysen har gjorts med hjälp av beräkningsprogrammet HEFTIG. Resultatet av analysen redovisas i de tre kategorierna Nettovärme, Köpt värme samt El (hushållsel samt fastighetsdrift). Totalt har tio åtgärds-kategorier studerats i denna förstudie. Följande kategorier har ingått:

- Fasadisolering
- Vindsisolering
- Mer energieffektiva fönster
- Mer energieffektiva dörrar
- Uppgradering till FTX-ventilation
- Varmvattenåtgärder
- Effektivare styr- och reglerutrustning
- Solenergi
- Konvertering till annan uppvärmningsform
- Energieffektivare vitvaror och belysning

Resultatet av förstudien visar bl.a. att den lönsamma potentialen för energieffektivisering i småhus är mycket stor, och att det går att halvera energianvändningen i småhussektorn med lönsamma åtgärder. Resultaten visar också att det är lättare att minska värmeanvändningen än elanvändningen.

Vidare visar de genomförda simuleringarna att det är teoretiskt möjligt att nå ett nollenergiläge sett över den totala småhussektorn redan om drygt tio år om både alla de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna genomförs och alla tillgängliga areor för solenergiproduktion utnyttjas. Men simuleringen av solenergiproduktionen är beräknad på årsbasis, utan hänsyn till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter. För att bedöma hur stor del av solenergiproduktionen som i praktiken kan utnyttjas krävs en ordentlig energisystemanalys.

Simuleringen av solelproduktionen visar att produktionen överskrider småhusens elbehov om maxkapaciteten för solenergi installeras. Detta öppnar upp för en möjlighet att föra över delar av denna produktion till andra sektorer med stora elbehov. För att möjliggöra detta krävs en utveckling av tekniska system och framförallt av juridiska ramverk kring småskalig elproduktion.

Till år 2050 är en mycket stor minskning av energibehovet i småhussektorn möjlig. I Tabell 1 har beräkningsresultaten för energieffektiviseringspotentialen år 2050 sammanställts för förstudiens fyra scenarier.

Tabell 1: Sammanställning av den beräknade energieffektiviseringspotentialen i småhus till år 2050 för de fyra valda scenarierna.

	Nettovärme	Köpt värme	EI (för hushållsel och fastighetsel)
Energibehov ¹	49,4 TWh	42,4	13,6
Scenario 1 – Teknisk potential	63,0	48,0	18,0
Scenario 2 – Ingenjörsmässig potential	53,2	40,6	18,0
Scenario 3 – Rimligt genomförande	33,3	25,7	8,5
Scenario 4 – Halverad energianvändning	27,6	22,5	6,1

Trots att en så stor energieffektiviseringspotential är lönsam blir endast en liten del av åtgärderna realiserade, det visar flera studier. De flesta energieffektiviseringsåtgärder som i praktiken realiseras i småhussektorn sker strax efter ägarbyte respektive i samband med förändringar i familjesituationer. Det gäller att hitta vägar att stimulera ägarna av befintliga småhus att vidta fler åtgärder, att det sker vid fler tillfällen samt att småhusägarna väljer bästa tillgängliga teknik när de ska renovera eller byta ut installationer.

Om en storskalig energieffektivisering i småhussektorn ska ske behövs det åtgärder och styrmedel för att stimulera småhusägarna. Solenergi kan också behöva ytterligare stimulans, även om solenergiinstallationer i dagsläget verkar ha ett större momentum än energieffektivisering i småhussektorn. Åtgärder och styrmedel som kan vara intressanta för att öka genomförandet av den lönsamma energieffektiviseringspotentialen är t.ex. att energirelatera ROT-bidragen, klimatkliv för småhusägare, att kombinera radonbidrag med krav på energieffektiv ventilation, innovativa skattesystem som t.ex. bonus/malus, förstärkt energi- och klimatrådgivning, studiecirkel för nya småhusägare och kampanjer från Energimyndigheten och Boverket.

Arbetsgrupp

Denna förstudie har genomförts inom ramen för innovationsklustret BeSmå. Arbetet har genomförts av Agneta Persson (uppdragsledare och Hanna Westling, Anthesis, Anders Göransson, Profu, samt Katarina Westerbjörk, WSP.

¹ Efter justering för bristande ventilationsflöden i det befintliga småhusbeståndet samt hänsyn till energianvändning i tillkommande bebyggelse 2016-2050.

1	SAMMANFATTNING	2
2	INLEDNING	6
2.1	Bakgrund	6
2.2	Syfte	6
2.3	Omfattning	6
2.4	Metod	7
3	ENERGIANVÄNDNING I DAGENS SMÅHUSBESTÅND	8
3.1	Småhusbeståndet	8
3.2	Energianvändning enligt Energimyndighetens statistik	9
3.3	Korrigerad energianvändning för att nå normenlig ventilation	10
4	VAL AV SCENARIER OCH UTRULLNINGSTAKT	12
4.1	Val av scenarier	12
4.2	Utrullningstakt för åtgärderna	12
4.3	Ingenjörspotential	12
4.4	Rimligt genomförande	13
4.5	Halvering av energianvändningen	13
5	ÅTGÄRDER	13
5.1	Uppgradering till normenlig ventilation	14
5.2	Vindsisolering	15
5.3	Fönster	15
5.4	Dörrar	17
5.5	Fasadisolering	17
5.6	Tappvarmvatten	18
5.7	Ventilation	19

5.8	Konvertering av uppvärmningssystem	20
5.9	Solenergi	22
5.10	Styr- och reglersystem	23
5.11	Vitvaror och belysning	24
6	RESULTAT OCH ANALYS	27
6.1	Hur ska diagrammens tolkas?	27
6.2	Resultat för scenariot teknisk potential	28
6.3	Resultat för scenariot ingenjörspotential	37
6.4	Resultat för scenariot rimligt genomförande	45
6.5	Resultat för scenariot halverad energianvändning	52
7	DISKUSSION	58
8	REFERENSER	59

2 Inledning

2.1 Bakgrund

BeSmå är ett innovationskluster som är delfinansierat av Energimyndigheten. BeSmås syfte är att bidra till omställningen till ett hållbart energisystem genom att påskynda realiseringen av energieffektiviseringsåtgärder i småhus. För att beslutsfattare ska kunna avgöra vilka styrmedel, åtgärder och program som är kostnadseffektiva och lämpliga för småhussektorn är det helt avgörande att ha en aktuell bild av hur stor sektorns potential för energieffektivisering är.

Den senaste bedömningen av småhussektorns samlade energieffektiviseringspotential som BeSmå har genomfört gjordes år 2012. Den bedömningen var en översiktlig justering av en analys från år 2002. Mycket har hänt inom området energieffektiva småhus sedan dess. Många åtgärder har genomförts, ny teknik har introducerats på marknaden, investeringskostnaden har ändrats för många energieffektiviseringsåtgärder m.m. Därför behövs en ny genomlysning av hur stor potentialen för energieffektivisering i småhussektorn är.

2.2 Syfte

Denna förstudie har syftat till att ge en aktuell bild av hur stor energieffektiviseringspotentialen är i den svenska småhussektorn och hur potentialen fördelar sig mellan olika energieffektiviseringsåtgärder. En aktuell bild behövs för att avgöra vilka styrmedel, åtgärder och program som är kostnadseffektiva och lämpliga för småhussektorn med avseende på energieffektivisering.

2.3 Omfattning

Uppdraget omfattade ursprungligen att genomföra analys i två olika scenarier fram till år 2030. Genom en tilläggsbeställning har uppdraget utökats till att omfatta fyra olika scenarier samt att bedöma energieffektiviseringspotentialen fram till år 2050 med milstolpar för årtalen 2030 och 2040. Utöver att utgöra grund för innovationsklustret BeSmås verksamhet kan analysen därmed även ligga till grund för Energimyndighetens arbete med renoveringsstrategier.

De fyra valda scenarierna som förstudien omfattar är:

5. Teknisk potential - Alla småhusägare genomför *alla åtgärder som är tekniskt möjliga*.
6. Ingenjörspotential - Alla småhusägare genomför *alla åtgärder som är tekniskt möjliga och lönsamma*.
7. Rimligt genomförande – Småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga och lönsamma i en takt som bedöms vara rimlig.
8. Halvering av energianvändningen - Urvalet av åtgärder och genomförandetakt har ändrats och anpassats efter ett typhus som ska nå en halverad energianvändning.

Flera tidigare genomförda studier och kartläggningar av det befintliga småhusbeståndet har konstaterat att många svenska småhus är underventilerade.² I denna förstudie har därför en korrigering av småhusstockens energianvändning för ventilation gjorts före genomförandet av själva potentialberäkningarna. Syftet med denna korrigering är att beräkningarna ska ta hänsyn till hur stor småhusens energianvändning skulle vara om alla småhus hade normenliga ventilationsflöden.

Totalt har tio åtgärder (enskilda åtgärder eller åtgärds-kategorier) analyserats. Detta antal har valts med hänsyn till att det är det högsta antalet åtgärder eller åtgärds-paket som beräkningsprogrammet HEFTIG kan redovisa i ett enskilt diagram.

2.4 Metod

Utredningen har genomförts i fyra steg.

Steg 1 - Val av åtgärder

Det första steget i denna förstudie omfattade att definiera vilka effektiviseringsåtgärder, konverteringsåtgärder och åtgärds-paket som ska analyseras, och i vilken takt de kan antas genomföras jämfört med den energieffektivisering av småhusbeståndet som sker i dagsläget. Förutom energieffektiviseringsåtgärder har även åtgärder identifierats för att förbättra småhusens ventilation så att normenliga luftflöden nås.

Steg 2 – Identifiera kostnader och besparingspotentialer

I det andra steget togs underlag fram om besparingar och kostnader för de valda åtgärderna. För att identifiera värden för dessa besparingar och kostnader har en statistisk typbyggnad använts. Ett förenklat antagande har gjorts kring att byggnadens storlek inte beror på några tekniska faktorer som påverkar energiberäkningarna. För småhus gäller till exempel att det genomsnittliga huset som har direktverkande el har samma boarea som ett småhus med bergvärmepump. Byggnadens storlek påverkas inte heller av om den har självdrags-, frånlufts- eller FTX-ventilation.

Steg 3 - Beräkna potentialer

Steg tre i arbetet har innefattat att beräkna energibesparingspotentialen för de valda åtgärderna och åtgärds-paketen. Beräkningarna har gjorts med verktyget HEFTIG (se kapitel 2.4.1). Som grund i HEFTIG ligger detaljerad statistik över den svenska bebyggelsestocken, med historiska data med början år 1995. För de åtgärder som simuleras i HEFTIG illustreras potentialen som skillnaden mellan energianvändningen i läge år 2016 (efter flödesökning till normenliga flöden), och den energianvändning som kvarstår när åtgärden har lagts in i beräkningsverktyget.

Steg 4 - Analys

Som steg 4 i arbetet har resultatet av HEFTIG-körningarna analyserats. Resultatet av analyserna presenteras för de fyra valda scenarierna.

2.4.1 Om HEFTIG

HEFTIG (Husens EnergiFramTid I Genomlysning) är en programvara som år 2012 utvecklades tillsammans av CIT Energy Management, Profu och WSP Sverige AB på uppdrag av Energimyndigheten. Programvaran har inlagd bebyggelsesdata, och syftet är att HEFTIG ska kunna användas för att simulera hur stor påverkan olika energieffektiviseringsåtgärder får på den svenska

² Se t.ex. Boverket 2008, Bebyggelsens Energianvändning, Tekniska Status och Innemiljö

bebyggelsens totala energianvändning. Nivåer för energianvändning i olika typer av bebyggelse utgår från historisk nationell energistatistik som har samlats in av Energimyndigheten och SCB, vilket också ger bakgrunden till långsiktiga trender för energianvändningen.

I grundversionen av HEFTIG finns en inlagd business-as-usual-utveckling av energieffektiviseringen som baseras på den referensutveckling som beskrivs i Energimyndighetens senaste långsiktsscenario. I föreliggande arbete har denna effektivisering tagits bort (bl.a. eftersom det inte är detaljspecificerat vilka åtgärder som ingår i business-as-usual), och inverkan av effektivisering i befintlig bebyggelse har helt styrts av de åtgärder vi själva specificerat. Vid beräkning av en viss åtgärds effekt i det totala byggnadsbeståndet anges följande parametrar:

- Förväntad energibesparing ($\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$)
- Kostnad för energieffektiviserande investering när åtgärden ursprungligen genomförs ($\text{SEK/m}^2 A_{\text{temp}}$)
- Teknisk livslängd (år)
- Återinvesteringens storlek när den tekniska livslängden har uppnåtts (uttrycks som procent av ursprunglig investering)
- Vilka uppvärmningsformer, hustyper och byggår som åtgärden påverkar.

För att göra en prognos för framtida energieffektivisering i det totala beståndet ska även en uttrullningstakt för den aktuella åtgärden anges. Denna takt visar hur snabbt och i hur stor utsträckning en åtgärd förväntas genomföras i ett visst byggnadsbestånd. En åtgärd som rullas ut på 5 procent av byggnadsbeståndet varje år under en 20-årsperiod kommer alltså vid tidsperiodens slut att vara införd i alla byggnader. Åtgärders uttrullningstakt påverkas både av åtgärdernas tekniska begränsningar (att åtgärderna inte kan genomföras i alla byggnader) och fastighetsägarnas benägenhet att genomföra olika typer av åtgärder. Utrullningstakten kan således vara olika stor för olika åtgärder och i olika scenarier.

Simuleringar med verktyget HEFTIG ger resultat i diagram som visar inverkan av energiåtgärder i bebyggelsestocken över lång tid. HEFTIG har använts i en rad olika studier för att analysera energieffektiviseringspotentialen i framför allt flerbostadshus och lokaler, men fram till nu inte för hela småhussektorn.

3 Energianvändning i dagens småhusbestånd

I detta kapitel beskrivs kortfattat antalet småhus i Sverige och hur energianvändningen i småhussektorn ser ut i nuläget.

3.1 Småhusbeståndet

Den senast tillgängliga offentliga statistiken över antalet småhus i Sverige är från år 2017, och den har publicerats av statistiska centralbyrån (SCB). Enligt denna statistik fanns det knappt 2,1 miljoner småhus. Hur dessa fördelar sig efter byggnadsperiod framgår av Tabell 2. Den totala arean för de svenska småhusen var år 2016 cirka 302 miljoner m^2 bostadsarea och biarea (BOA och BIA) (Energimyndigheten och SCB. Energistatistik i småhus, flerbostadshus och lokaler.). Underlag för år 2017 saknas.

Tabell 2: Antal lägenheter i småhus år 2017 efter byggnadsperiod. Källa: SCB.

Småhus	2017
-1930	414 633
1931–1940	141 281
1941–1950	137 914
1951–1960	164 566
1961–1970	289 444
1971–1980	427 569
1981–1990	213 967
1991–2000	98 552
2001–2010	113 795
2011-	56 778
Uppgift saknas	10 854
Totalt	2 069 353

3.2 Energianvändning enligt Energimyndighetens statistik

Enligt energimyndighetens statistik (Energistatistik för småhus 2017, Excel, Energimyndigheten) var den totala energianvändningen för uppvärmning och varmvatten i småhus ca 31,9 TWh år 2017. Denna energianvändning är inte normalårskorrigerad. Hur energianvändningen fördelades på olika energikällor framgår av Tabell 3.

Utöver energianvändning för uppvärmning och varmvatten används hushållsel i småhusen. Enligt Energimyndigheten uppgår den genomsnittliga hushållselanvändningen i småhus till 5 800 kWh/hushåll (Energistatistik för småhus 2016 ES 2017:03), således totalt ca 12,0 TWh. Den totala energianvändningen i svenska småhus var således ca 43,9 TWh år 2017.

Även för år 2016 uppger Energimyndigheten att energianvändning för uppvärmning och varmvatten i småhus var ca 31,9 TWh, och att den normalårskorrigerade energianvändningen var ca 33,0 TWh det året.

Tabell 3: Total energianvändning för uppvärmning och varmvatten i småhus fördelad på energikällor och energibärare, år 2006-2017, TWh. Källa: Energistatistik för småhus 2017, Excel, Energimyndigheten

	2017 ³	2016	2016 normalårsk.
	TWh	TWh	TWh
TOTALT	31,9	31,9	33,0
EI ⁴	15,1	15,2	15,7
Biobränsle	10,4	10,4	10,8
Fjärrvärme	5,5	5,5	5,7
Olja	0,4	0,4	0,4
Naturgas/stadsgas	0,3	0,3	0,3
Närvärme	0,2	0,2	0,2

3.3 Korrigerad energianvändning för att nå normenlig ventilation

Den senaste rikstäckande undersökningen av det svenska byggnadsbeståndet gjordes under uppvärmningssäsongen 2007-2008 av Boverket på uppdrag av regeringen. I undersökningen som gick under namnet BETSI (Bebyggelsens Energianvändning, Tekniska Status och Innemiljö) besiktades 826 småhus. Urvalet gjordes med hjälp av SCB för att studien skulle omfatta byggnader som representerade hela det nationella bostadsbeståndet.

En av de slutsatser som drogs i BETSI-studien var att en stor del av det svenska småhusbeståndet är underventilerat, dvs en stor del av de svenska husen uppnår inte normenliga ventilationsflöden. För den här förstudien har vi därför gjort en bedömning av hur mycket energianvändningen skulle öka för att uppnå normenlig ventilation i småhusbeståndet, för att på så sätt skapa ett mer korrekt utgångsläge för bedömningen av småhusens energieffektiviseringspotential.

Enligt BETSI behövde år 2008 värme motsvarande 7,5 TWh/år tillföras svenska småhus för att kompensera för de värmeförluster som uppstår till följd av ventilationen och den luftomsättningen som uppmättes i studien. Men den genomsnittliga luftomsättningen i småhusbeståndet var enligt BETSI endast 0,23 l/s, m² och A_{temp} och det normenliga ventilationsflödet enligt BBR är 0,35 l/s, m² och A_{temp} . Om småhusbeståndet skulle nå de normenliga ventilationsflödena krävdes enligt BETSI att ytterligare 5,4 TWh/år värme tillförs till småhusen. Detta ger en total energianvändning av 12,9 TWh/år för ventilation (enligt BETSI) år 2007-2008.

Småhusbeståndet har förändrat sedan dess, vilket påverkar det totala energibehovet för dagens småhusbestånd. Energianvändningen 12,9 TWh/år för ventilation år 2007 – 2008 har använts som grund i bedömningen. Det normenliga ventilationsflödet enligt BBR idag är detsamma som under år

³ Inga undersökningar har genomförts avseende år 2015 och 2017, istället har energianvändningen modellskattats utifrån föregående års resultat.

⁴ Exklusive hushållsel.

2008. Statistik över antalet färdigställda lägenheter i småhus för perioden 2008-2017 har hämtats från SCB. Totalt under perioden småhusbeståndet ökat via nybyggnation med knappt 96 000 lägenheter.⁵

Tabell 4 - Nybyggnad småhusbestånd 2008 – 2017. Källa: SCB.

2008	12 072
2009	8 374
2010	8 875
2011	7 477
2012	9 336
2013	8 562
2014	8 410
2015	9 038
2016	11 411
2017	12 444
Totalt	95 999

Småhusbeståndet har i BETSIs redovisning angivits till 1 888 000 hus, och arean för dessa uppgavs vara 301 miljoner m², vilket ger en genomsnittlig uppvärmd småhusarea (boarea och biarea) på 160 m². I ökningen av bostadsbeståndet för perioden 2008-2017 (96 000 småhus) uppskattas den genomsnittliga arean för dessa tillkommande hus vara 150 m² per småhus. Det innebär en ökning av småhusbeståndets area med 14,3 miljoner m². I BETSI redovisas även ett antagande att cirka 2 000 småhus per år rivs eller omvandlas till att inte längre vara permanentbebodda. Detta har inte medräknats, då hus som omvandlas från permanent bebodda till fritidshus antas fortsättningsvis ventileras och andelen småhus som rivs är liten.

Det justerade nuläget har således baserats på byggnadsbeståndet från BETSI, och uppgradering av ventilationen till normenlig nivå, samt nybyggnad som har skett mellan 2008 och 2017.

De nytillkomna småhus antas vara försedda med frånluftsvärmepump eftersom det är den lösning som har kunnat användas för att uppfylla Boverkets byggregler till lägsta investeringskostnad.

Energibehovet för ventilation för de tillkommande småhusen har bedömts vara 10 kWh/m² A_{temp}.⁶ Energibehov för ventilation i de 96 000 nybyggda småhusen (14,3 Mm² A_{temp}) blir då:

$$14,3 \text{ miljoner m}^2 A_{\text{temp}} * 10 \text{ kWh/m}^2 = 0,14 \text{ TWh/år}$$

Det ger ett totalt värmeenergibehov för ventilation i småhus år 2017 på 13,0 TWh/år (12,9 TWh/år + 0,14)

Det alternativa totala energibehovet för ventilation i småhus antas således vara 5,5 TWh/år högre än det som räknades fram i BETSI-studien.

Den uppdaterade totala energianvändningen för år 2017 för småhus om hänsyn tas till normenliga ventilationsflöden blir således 49,4 TWh (43,9 + 5,5).

⁵ Antal färdigställda lägenheter i flerbostadshus resp. småhus, SCB, 2018

⁶ Källa: Bedömning av Ola Larsson, WSP, och beräkningar med <http://energikalkylen.energimyndigheten.se/sv/smahus/>

4 Val av scenarier och utrullningstakt

4.1 Val av scenarier

Denna förstudie har analyserat energieffektiviseringspotentialen i småhus i fyra olika scenarier fram till år 2050 med milstolpar för årtalen 2030 och 2040.

De fyra valda scenarierna är:

1. Teknisk potential - I detta scenario antas att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är *tekniskt möjliga*.
2. Ingenjörspotential - Alla småhusägare genomför alla åtgärder som är *tekniskt möjliga och lönsamma*
3. Rimligt genomförande – Småhusägare genomför alla åtgärder som är *tekniskt möjliga och lönsamma i en takt som bedöms vara rimlig*.
4. Halvering av energianvändningen - Urvalet av åtgärder och genomförandetakt har ändrats och anpassats efter *ett typhus som ska nå en halverad energianvändning*.

4.2 Utrullningstakt för åtgärderna

Utrullningstakten för respektive åtgärd har beräknats utifrån åtgärderna livslängd. Ansatsen är att alla småhus i beståndet ska hinna genomföra en viss åtgärd innan återinvesteringarna påbörjas.

För scenariot Teknisk potential har utrullningstakten beräknats genom med formeln $1/(\text{livslängden})$. För Ingenjörspotentialen och Halvering av energianvändningen används samma utrullningstakt, men enbart för aktuella åtgärder. För scenariot Rimligt genomförande viktas utrullningstakten utifrån vad som bedöms vara realistiskt för småhusägarna.

4.3 Ingenjörspotential

För att identifiera vilka åtgärder som skulle ingå i scenariot för Ingenjörspotential har samtliga åtgärders lönsamhet beräknats med hjälp av livscykelkostnadsanalyser (LCC).

Lönsamhetsberäkningarna har genomförts för respektive åtgärd i både ett hus med fjärrvärme och i ett eluppvärmt hus, för att se om lönsamheten varierar beroende på uppvärmningsform. För eluppvärmda hus har ett genomsnittligt COP för värmepumpar antagits på 1,5 för värme och 1,3 för varmvatten.⁷

I lönsamhetsberäkningarna har endast merkostnaden för åtgärderna beaktats, det vill säga den kostnad som är direkt kopplad till energibesparingen i sig. Indata för lönsamhetsberäkningarna har erhållits från Energimyndigheten, och presenteras nedan:

⁷ Källa: Bedömning av Ola Larsson, WSP Sverige AB, 2018, för värmepump och sammanvägt utifrån fördelning mellan direktel och värmepumpar i det befintliga småhusbeståndet.

- Elpris: 1,33 SEK/kWh
- Fjärrvärmepris: 0,94 SEK/kWh
- Real energiprisökning: 0 %
- Real kalkylränta: 3,5 %

De åtgärder som hade ett positivt nuvärde enligt LCC-analysen har inkluderats i denna förstudies scenario Ingenjörspotential. I lönsamhetsberäkningarna fick samtliga åtgärder samma resultat i eluppvärmda hus och hus värmda med fjärrvärme.

4.4 Rimligt genomförande

För detta scenario har utrullningstakten viktats efter vad som bedömts vara rimligt för respektive åtgärd. Större åtgärder på klimatskalet bedöms genomföras när dess livslängd har passerats och åtgärden därmed har blivit nödvändig. Dessa åtgärder bedöms genomföras i hela beståndet inom en 50-årsperiod, istället för inom en 40-årsperiod som antagit för Teknisk potential.

Installationstekniska åtgärder har också bedömts bli aktuella att genomföra när en installation eller komponent har passerat sin livslängd. Dessa åtgärder är i scenariot Rimligt genomförande bedömts genomföras inom en 20-årsperiod istället för in en 15-årsperiod som antagit för Teknisk potential.

Byte av vitvaror har bedömts vara aktuella att genomföra när vitvarans livslängd är slut i en del av fallen men tidigare än när livslängden är slut i vissa fall, t.ex. vid uppgradering av kök av estetiska skäl. Den sammanvägda utrullningstakten har i detta scenario antagits vara densamma som i Teknisk potential.

För solenergi används samma utrullningstakt för rimligt genomförande som i scenariot ingenjörspotential, men data om energibesparing och kostnad är viktade för att motsvara en rimlig installationsakt.

4.5 Halvering av energianvändningen

För detta scenario gjordes en översiktlig bedömning av vilka åtgärder som behövs för att uppnå en halverad energianvändning i småhusbeståndet. Endast de åtgärder som bedömdes som lönsamma inkluderades i beräkningen. Även solenergi inkluderades i denna beräkning.

Vid beräkningen identifierades ett par olika åtgärds paket som ger en halverad energianvändning, antingen med fokus på varmvattenberedare med värmepump eller med fokus på styr- och regleråtgärder. Bedömningen gjordes att styr- och regleråtgärder är mer troligt att genomföras i en större andel av småhusen och därför valdes detta åtgärds paket för HEFTIG-simulering.

5 Åtgärder

I de diagram som verktyget HEFTIG resulterar i kan tio åtgärder eller åtgärds paket redovisas samtidigt. Utöver de tio har uppgraderingen till normflöden kunnat läggas in i diagrammen. De energieffektiviseringsåtgärder som har valts ut är:

- Fasadisolering
- Vindsisolering
- Mer energieffektiva fönster
- Mer energieffektiva dörrar
- Uppgradering till FTX-ventilation
- Varmvattenåtgärder
- Effektivare styr- och reglerutrustning
- Solenergi
- Konvertering till annan uppvärmningsform
- Energieffektivare vitvaror och belysning

Åtgärderna har valts ut i samråd med Energimyndigheten. Eftersom endast tio åtgärder kan visas samtidigt har ett antal antaganden och aggregeringar varit nödvändiga att göra. Dessa beskrivs nedan för respektive åtgärd.

Åtgärdernas respektive energibesparingspotential har bedömts som $\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$. Åtgärdernas kostnad har beräknats som $\text{SEK/m}^2 A_{\text{temp}}$, och både som deras totala investeringskostnad samt merkostnaden för energieffektivisering har beräknats. Som merkostnad har den kostanden som härrör till energibesparingen beaktats. I lönsamhetsberäkningarna har merkostnaden använts.

För beräkning av åtgärders lönsamhet har livscykelkostnadskalkylering tillämpats. Livslängd för merparten av åtgärderna har antagits i enlighet med försäkringsrådgivaren Willis Towers Watsons riktlinjer.⁸ I lönsamhetsberäkningarna har räntan antagits vara 3,5 procent. Återinvestering antas ske när åtgärdens livslängd är slut.

Vissa av åtgärderna inverkar på varandras energieffektiviseringspotential medan andra inte gör det. I den nedanstående beskrivningen av åtgärderna presenteras åtgärderna i en ordning som har bedömts logisk ur ett energieffektiviseringsperspektiv. Alla åtgärder antas genomföras på ett professionellt sätt, det antas således att åtgärderna inte ska orsaka några byggnadstekniska eller byggnadsfysiska problem som t.ex. fukt- och mögeluppkomst i samband med tilläggsisolering.

Utrullningstakten för energieffektiviseringsåtgärderna varierar mellan de fyra olika scenarierna, men åtgärdernas individuella begränsningar avseende möjligt genomförande (tekniska och kulturhistoriska begränsningar samt redan genomförda åtgärder) har hanterats lika i samtliga scenarier.

5.1 Uppgradering till normenlig ventilation

Som nämnts tidigare är en stor del av det befintliga svenska småhusbeståndet underventilerat. Det innebär att det behövs åtgärder för att nå normenliga ventilationsflöden i en stor del av de svenska småhusen. Baserat på underlaget från Boverkets så kallade BETSI-studie har det antagits att 66 procent av småhusen är underventilerade, och att de graderar upp till ett mekaniskt ventilationssystem med frånluft.

⁸ Livslängd för ett antal åtgärder: WillisTowersWatson

Denna åtgärd har bedömts innebära en ökning av värmeanvändningen med 10 kWh/m² A_{temp} och en ökning av elanvändningen med 5,7 kWh/m² A_{temp}.^{9, 10}

Merkostnaden för denna åtgärd motsvarar i detta fall hela investeringskostnaden, och har bedömts till 411 SEK/ m² A_{temp}.¹¹ Åtgärdens livslängd har bedömts vara 15 år. Lönsamheten för denna åtgärd har inte beräknats, eftersom den genomförs i samtliga scenarier oavsett lönsamhet.

Åtgärden har inte simulerats i HEFTIG, utan lagts in manuellt i resultatdiagrammen som en ökning av energianvändningen i dagens småhusbestånd.

5.2 Vindsisolering

Småhusens klimatskal har förbättrats markant under de senaste decennierna, och många nya småhus är mycket välisolerade. Men i det befintliga småhusbeståndet finns en stor potential för energieffektivisering i form av tilläggsisolering av vindar.

I detta fall har det antagits att den tekniskt möjliga potentialen omfattar 85 procent av de befintliga småhusen. Övriga småhus antas inte kunna tilläggsisoleras till följd av kulturbevarandekrav m.m.

Energibesparingen har antagits vara 14,4 kWh/m² A_{temp} och år.¹² Tilläggsisolering av vind är i princip oberoende av renovering av tak. Merkostnaden har därmed antagits vara den samma som investeringskostnaden, och har beräknats uppgå till 66,4 SEK/ m² A_{temp}.¹³ Vindsisoleringens livslängd har antagits vara 40 år.

Utrullningstakten för vindsisolering har antagits vara 2,5 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig i scenariot för teknisk potential. I scenariot för ingenjörspotential har utrullningstakten också antagits vara 2,5 procent. I scenariot rimligt genomförande har utrullningstakten antagits vara 2,0 procent. Slutligen har utrullningstakten antagits vara 2,5 procent per år i scenariot för halverad energianvändning.

Tabell 5: Antagen utrullningstakt för tilläggsisolering av småhusens fasader.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Rimligt genomförande	2,0 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Halverad energianvändning	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt

5.3 Fönster

Cirka 35 procent av värmeförlusterna i befintliga småhus sker genom fönstren.¹⁴

Energieffektiviseringspotentialen för energieffektiva fönster är således stor. Att byta till

⁹ Baserat på beräkningar från BETSI

¹⁰ Energimyndighetens test av FTX-aggregat: 9

¹¹ Telefonkontakt med Andreas Thörnblad, Fläkt Group Sweden

¹² Energikalkylen, Energimyndigheten

¹³ Energikalkylen, Energimyndigheten

¹⁴ Energikalkylen, Energimyndigheten

energieffektiva fönster eller att komplettera de befintliga fönstren med lågenergiglas ger ofta samtidigt möjligheter att sänka inomhustemperaturen med bibehållen komfortkänsla eftersom energieffektiva fönster leder till mindre kallras och strålningsdrag än äldre fönster med sämre värmegenomgångstal.

Vid beräkningarna i HEFTIG har fönsteråtgärden antagits vara byte till energieffektiva fönster med ett U-värde på $1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ och år alternativt komplettering med lågenergiglas. Det har antagits att den tekniskt möjliga potentialen omfattar 75 procent av de befintliga småhusen för byte av fönster. Övriga småhus antas inte kunna byta fönster av kulturbesvarandeskäl. För komplettering med energiglas antas 75 procent av småhusen kunna genomföra åtgärden.

Energibesparingen för fönsterbyte har antagits vara $19,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år.¹⁵ Fönsterbytet antas genomföras i samband med behov av utbyte av de befintliga fönstren. Merkostnaden har antagits vara $611 \text{ SEK/m}^2 A_{\text{temp}}$ medan hela investeringskostnaden har bedömts vara $929 \text{ SEK/m}^2 A_{\text{temp}}$.¹⁶ Fönstrens livslängd har antagits vara 40 år. LCC-beräkningen indikerar att denna åtgärd inte är lönsam, utan får ett negativt nuvärde på $-43\,200 \text{ SEK}$.

För komplettering av befintliga fönster har energibesparingen antagits vara $13,3 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år. Fönsterbytet antas genomföras i samband med behov av utbyte av de befintliga fönstren. I detta fall bedöms hela investeringskostnaden vara merkostnad, och den har antagits vara $176 \text{ SEK/m}^2 A_{\text{temp}}$. Livslängden har antagits vara 40 år. Denna åtgärd bedöms vara lönsam och får ett positivt nuvärde på $7\,200 \text{ SEK}$.

Utrullningstakten för fönsteråtgärder har antagits vara 2,5 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig i scenariot för teknisk potential, här är åtgärden fönsterbyte. I scenariot för ingenjörspotential har utrullningstakten antagits vara 2,5 procent per år, här är åtgärden komplettering av befintliga fönster. I scenariot rimligt genomförande har utrullningstakten antagits vara 2 procent, där byggnader uppförda före 1940 antas byta fönster medan övriga byggnader antas komplettera med lågenergiglas. Slutligen har utrullningstakten antagits vara 2,5 procent per år för de åtgärder som erfordras för att nå en halverad energianvändning, här är åtgärden komplettering av befintliga fönster.

¹⁵ Energi- och Klimatrådgivningen, Faktablad Fönster samt *Paketrenovering i småhus med BELOK Totalmetodik*

¹⁶ Energi- och Klimatrådgivningen, Faktablad Fönster samt *Paketrenovering i småhus med BELOK Totalmetodik* samt input från Sven-Ove Östberg, Svenska fönster

Tabell 6: Antagen utrullningstakt för energieffektiva fönster.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential (Byte av fönster)	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential (Komplettering befintliga fönster)	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Rimligt genomförande (Byte av fönster och komplettering av befintliga fönster)	2 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Halverad energianvändning (Komplettering befintliga fönster)	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt

5.4 Dörrar

Även genom dörrarna försvinner en stor del av husets värmeförluster. Att byta till energieffektiva dörrar ger också en förbättrad komfortkänsla.

Vid beräkningarna i HEFTIG har dörrbyten antagits ske genom byte till energieffektiva dörrar med ett U-värde på 1,0 W/m² K och år. För denna åtgärd antas den tekniskt möjliga potentialen omfattar alla befintliga småhusen.

Energibesparingen har antagits vara 3,3 kWh/m² A_{temp} och år.¹⁷ Dörrbytet antas genomföras i samband med behov av utbyte av de befintliga dörrarna. Merkostnaden har antagits vara 49 SEK/m² A_{temp} medan investeringskostnaden har bedömts vara 156 SEK/ m² A_{temp}. Dörrarnas livslängd har antagits vara 40 år.¹⁸ Denna åtgärd bedöms vara lönsam med ett positivt nuvärde på 1 000 SEK.

Utrullningstakten för energieffektiva dörrar har antagits vara 2,5 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig i scenariot för teknisk potential. I scenariot för ingenjörspotential har utrullningstakten också antagits vara 2,5 procent per år. I scenariot rimligt genomförande har utrullningstakten antagits vara 2,0 procent. Slutligen har utrullningstakten antagits vara noll i scenariot för en halverad energianvändning.

Tabell 7: Antagen utrullningstakt för energieffektiva dörrar.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Rimligt genomförande	2,0 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Halverad energianvändning	0

5.5 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,

¹⁷ *Paketrenovering i småhus med BELOK Totalmetodik*

¹⁸ Sammanställt från mest populära dörrar på Bygghemma och SweDoor

solinstrålning och spillvärme är tillräcklig. I det befintliga småhusbeståndet finns ändå en stor potential för energieffektivisering i form av tilläggsisolering av fasader.

I detta fall har det antagits att den tekniskt möjliga potentialen omfattar 75 procent av de befintliga småhusen. Övriga småhus antas inte kunna tilläggsisoleras till följd av kulturbevarandekrav.

Energibesparingen har antagits vara 17,9 kWh/m² A_{temp} och år.¹⁹ Tilläggsisoleringen antas genomföras i samband med renovering av fasaden. Merkostnaden har antagits vara 1 016 SEK/ m² A_{temp} medan hela investeringskostnaden har bedömts vara 2 177 SEK/ m² A_{temp}.^{20, 21} Åtgärdens livslängd har antagits vara 40 år. LCC-beräkningen för denna åtgärd indikerar att den inte är lönsam utan får ett negativt nuvärde på – 109 000 SEK.

Utrullningstakten för fasadisolering har antagits vara 2,5 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig i scenariot för teknisk potential. I samtliga av de andra tre scenarierna har utrullningstakten antagits vara noll.

Tabell 8: Antagen utrullningstakt för tilläggsisolering av småhusens fasader.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	2,5 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential	0 %
Rimligt genomförande	0 %
Halverad energianvändning	0 %

5.6 Tappvarmvatten

De åtgärder som har undersökts kopplat till tappvarmvatten är byte av varmvattenberedare samt installation av snålspolande armaturer. Installation av snålspolande armaturer kan antas ske antingen vid renovering eller av småhusägare med en hög medvetenhet om energianvändning. Byte av varmvattenberedare bedöms ske i samband med behov av att byta ut den befintliga varmvattenberedaren.

I detta fall har det antagits att den tekniskt möjliga potentialen för byte till energieffektiva varmvattenberedare med värmepump omfattar 85 procent av de befintliga småhusen. Övriga småhus antas inte kunna genomföra byte till denna typ av varmvattenberedare på grund av att dessa hus inte är elvärmdda eller har värmepump. Installation av snålspolande armaturer antas kunna genomföras i samtliga småhus.

Den sammanvägda energibesparingen för varmvattenåtgärder har beräknats till 16,0 kWh/m² A_{temp} och år.²² Merkostnaden har antagits vara 90 SEK/ m² A_{temp} medan den totala investeringskostnaden har

¹⁹ Energikalkylen, Energimyndigheten

²⁰ Krushna Mahapatra, Linnéuniversitetet

²¹ *Paketrenovering i småhus med BELOK Totalmetodik* samt Krushna Mahapatra, Linnéuniversitetet

²² Sammanställt från Energimärkningar för varmvattenberedare från Nibe, Indol och Metro.

bedömts vara 127 SEK/ m² A_{temp}.²³ Åtgärdens livslängd har antagits vara 15 år. Åtgärderna bedöms vara lönsamma, med ett positivt nuvärde på 37 7000 SEK för byte av varmvattenberedare respektive 25 2000 SEK för installation av snålspolande armaturer.

Utrullningstakten för varmvattenåtgärder (sammanvägt byte av varmvattenberedare och snålspolande armaturer) har antagits vara 6,7 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig i scenariot för teknisk potential. I scenariot för ingenjörspotential har utrullningstakten också antagits vara 6,7 procent. I scenariot rimligt genomförande har utrullningstakten antagits vara 5,0 procent. Slutligen har utrullningstakten antagits vara noll i scenariot för halverad energianvändning.

Tabell 9: Antagen utrullningstakt för tappvarmvattenåtgärder.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	6,7 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential	6,7 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Rimligt genomförande	5,0 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Halverad energianvändning	0 %

5.7 Ventilation

Som nämnts tidigare är en stor del av det svenska småhusbeståndet är underventilerat. Detta har beräkningsmässigt korrigerats för som en inledande uppjustering, så att alla småhus antas ha normenliga ventilationsflöden.

Denna åtgärd avser uppgradering av småhusens ventilationssystem till mekanisk ventilation med till- och frånluftsventilation med högeffektiv värmeåtervinning. Här har det antagits att den tekniskt möjliga potentialen omfattar 79 procent av de befintliga småhusen. Övriga småhus antas redan ha FT- eller FTX-ventilation.²⁴

Denna åtgärd har bedömts innebära en minskning av värmeanvändningen med 21,8 kWh/m² A_{tem} men samtidigt en ökning av elanvändningen med 5,7 kWh/m² A_{temp}.²⁵

Merkostnaden har bedömts vara densamma som hela investeringskostnaden, och bedöms vara 865 SEK/ m² A_{temp}. Åtgärdens livslängd har antagits vara 15 år, men vid återinvestering behöver inte hela investeringen ske på nytt.²⁶ T.ex. kan ventilationskanaler bibehållas. Åtgärden bedöms inte vara lönsam, utan får ett negativt nuvärde på – 97 200 SEK.

Utrullningstakten för uppgradering till FTX-ventilation har antagits vara 6,7 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig i scenariot för teknisk potential. I samtliga övriga tre scenarier har utrullningstakten antagits vara noll.

²³ Sammanställt för varmvattenberedare från Nibe, Indol och Metro.

²⁴ Energistatistik Småhus 2011

²⁵ Energimyndighetens test av FTX-aggregat: 9

²⁶ Andreas Thörnblad, FläktGroup Sweden

Tabell 10: Antagen utrullningstakt för uppgradering till FTX-ventilation.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	6,7 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential	0 %
Rimligt genomförande	0 %
Halverad energianvändning	0 %

5.8 Konvertering av uppvärmningssystem

Konvertering till annat uppvärmningssystem har i simuleringarna införts för befintliga småhus med vattenburen el, motsvarande 3 procent av alla småhus, och direktverkande el, motsvarande 5 procent av alla småhus. I båda fallen antas hälften övergå till fjärrvärme och hälften till bergvärme. För de hus som har direktverkande el tillkommer kostnader för installation av ett vattenburet distributionssystem.

De åtgärder för alternativa uppvärmningsformer som har beaktats är:

- Bergvärmepump + vattenburet
- Bergvärmepump
- Luft/luftvärmepump
- Fjärrvärme + vattenburet
- Fjärrvärme

Konvertering av uppvärmningssystemet ger ingen förändring av nettovärmebehovet, men en minskad köpt värme och en minskad elanvändning.

För samtliga åtgärder bedöms merkostnaden vara densamma som hela investeringskostnaden. För byte till fjärrvärme har kostnaden uppskattats till 296 SEK/m² A_{temp}. Om ett vattenburet distributionssystem behöver installeras uppgår kostnaden till 943 SEK/m² A_{temp}. Behovet av köpt värme bedöms minska med 4,5 kWh/m² A_{temp} respektive 1,5 kWh/m² A_{temp}.²⁷ LCC-kalkylen indikerar att byte till fjärrvärme inte är lönsamt, utan får ett negativt nuvärde på -28 400 SEK för småhus med vattenburen elvärme respektive -137 800 SEK för småhus med direktel.

För installation av bergvärmepump har kostnaden uppskattats till 823 SEK/m² A_{temp}. Om ett vattenburet distributionssystem behöver installeras uppgår kostnaden till 1361 SEK/m² A_{temp}. Behovet av köpt värme bedöms minska med 78,3 kWh/m² A_{temp} respektive 101,6 kWh/m² A_{temp}.²⁸ LCC-kalkylen indikerar att denna åtgärd inte är lönsam med ett positivt nuvärde på 165 900 SEK för ett hus med vattenburen elvärme respektive 170 800 SEK för ett hus med direktel.

För installation av luft/luft-värmepump har kostnaden uppskattats till 144 SEK/m² A_{temp}. Behovet av köpt värme bedöms minska med 33,6 kWh/m² A_{temp}. Åtgärden bedöms vara lönsam med ett positivt nuvärde på 103 000 SEK.

²⁷ Energikalkylen, Energimyndigheten

²⁸ Energikalkylen, Energimyndigheten och *Paketrenovering i småhus med BELOK Totalmetodik*

Konverteringsåtgärdernas livslängd har antagits vara 15 år, men vid återinvestering behöver i många fall inte hela investeringen ske på nytt.

Utrullningstakten för konverteringsåtgärder har antagits vara 6,7 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig i scenariot för teknisk potential, här avses konvertering till bergvärmepump respektive till fjärrvärme. Hälften av alla småhus med direktverkande el antas byta till bergvärme och hälften av småhus antas byta till fjärrvärme. Hälften av alla småhus med vattenburen el antas byta till bergvärme och hälften antas byta till fjärrvärme. Installation av luft/luft-värmepump ingår inte i detta scenario.

I scenariot för ingenjörspotential har utrullningstakten antagits vara 6,7 procent, här avses konvertering till bergvärmepump och installation av luft/luft-värmepump. Hälften av alla småhus med direktverkande el antas byta till bergvärmepump och hälften installera luft/luft-värmepump. Samtliga småhus med vattenburen el antas installera bergvärmepump. Konvertering till fjärrvärme ingår inte i detta scenario.

I scenariot rimligt genomförande har utrullningstakten antagits vara 5,0 procent, här avses konvertering till bergvärmepump och installation av luft/luft-värmepump. Hälften av alla småhus med direktverkande el antas byta till bergvärmepump och hälften installera luft/luft-värmepump. Samtliga småhus med vattenburen el antas installera bergvärmepump. Konvertering till fjärrvärme ingår inte i detta scenario.

Slutligen har ingen konvertering alls antagits ske i scenariot halverad energianvändning.

Tabell 11: Antagen utrullningstakt för konverteringsåtgärder.

Scenario	Utrullningstakt (per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt)
Teknisk potential	Bergvärmepump + vattenburet: 6,7 % Bergvärmepump: 6,7 % Fjärrvärme + vattenburet: 6,7 % Luft/luftvärmepump: 0 % Fjärrvärme: 6,7 %
Ingenjörspotential	Bergvärmepump + vattenburet: 6,7 % Bergvärmepump: 6,7 % Fjärrvärme + vattenburet: 0 % Luft/luftvärmepump: 6,7 % Fjärrvärme: 0 %
Rimligt genomförande	Bergvärmepump + vattenburet: 5,0 % Bergvärmepump: 5,0 % Fjärrvärme + vattenburet: 0 % Luft/luftvärmepump: 5,0 % Fjärrvärme: 0 %
Halverad energianvändning	Bergvärmepump + vattenburet: 0 % Bergvärmepump: 0 % Fjärrvärme + vattenburet: 0 % Luft/luftvärmepump: 0 % Fjärrvärme: 0 %

5.9 Solenergi

Under de senaste åren har det både skett en snabb teknisk utveckling och snabba kostnadsminskningar för småskalig el- och värmeproduktion. Det finns också ett ökat intresse bland småhusägare att ha egen förnybar el- eller värmeproduktion i anslutning till den egna bostaden.

I detta fall har det antagits att den tekniskt möjliga potentialen omfattar alla småhus, och att den ena hälften av husen kan installera solcellsanläggningar och den andra hälften kan installera solvärmeanläggningar.

För solel bedöms energiproduktionen bli 46 kWh el per m² A_{temp} och år om all tillgänglig takarea utnyttjas.²⁹ Installationen av solceller antas genomföras fristående från andra åtgärder, och merkostnaden och den totala investeringskostnaden antas vara densamma. Kostnaden har bedömts till 1 052 SEK/ m² A_{temp}. Om ett mer rimligt genomförande antas, med utnyttjande av 25 procent av den tillgängliga takarean, blir energiproduktionen 18 kWh el per m² A_{temp} och år och kostnaden blir 421

²⁹ Fallstudier till HEFTIG

SEK/ m² A_{temp}³⁰ Åtgärdens livslängd har antagits vara 20 år, men vid återinvestering behöver inte hela anläggningen bytas ut. Både maxinstallation och 25 procent installation bedöms vara lönsamt, med ett positivt nuvärde på 10 900 SEK respektive 2 800 SEK. Åtgärdens livslängd har antagits vara 20 år, men vid återinvestering behöver inte hela anläggningen bytas ut.

För solvärme bedöms energiproduktionen bli 95 kWh värme per m² A_{temp} och år om all tillgänglig takarea utnyttjas.³¹ Solvärmeinstallationen antas också genomföras fristående från andra åtgärder, vilket innebär att merkostnaden och den totala investeringskostnaden antas vara densamma. Kostnaden har bedömts till 1 191 SEK/ m² A_{temp}. Om ett mer rimligt genomförande antas, med utnyttjande av 25 procent av den tillgängliga takarean, blir energiproduktionen 38 kWh el per m² A_{temp} och år och kostnaden blir 476 SEK/ m² A_{temp}³² Både maxinstallation och 25 procent installation bedöms vara lönsamt, med ett positivt nuvärde på 79 300 SEK respektive 31 700 SEK. Åtgärdens livslängd har antagits vara 20 år, men vid återinvestering behöver inte hela anläggningen bytas ut.

Det finns en mycket 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. Detta gäller för det enskilda huset. Men ännu mer uppenbart när årsproduktionen av solvärme eller solel överstiger alla de svenska småhusens egna årsbehov. Att ta hand om ”plusproduktion” av el kan finna lösningar inom det nationella elsystemet. Att hitta användning för ”plusproduktion” av värme från småhusen verkar vara svårare.

Utrullningstakten för solenergilösningar (fördelat lika mellan solel och solvärme) har antagits vara 5 procent per år för alla de hus där åtgärden är teknisk möjlig både i scenariot för teknisk potential och ingenjörspotential-scenariot. I de två scenarierna för rimligt genomförande och halverad energianvändning har antagits att 25 procent av den maximala kapaciteten installeras med en antagen utrullningstakt på 5 procent.

Tabell 12: Antagen utrullningstakt för konverteringsåtgärder.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	5 %
Ingenjörspotential	5 %
Rimligt genomförande	5 % - installation 25 % av maxkapacitet
Halverad energianvändning	5 % - installation 25 % av maxkapacitet

5.10 Styr- och reglersystem

Styr- och reglersystemen kan åtgärdas i alla småhus, men det är olika produkter som installeras beroende på vilken typ av uppvärmningssystem som det aktuella huset har.

³⁰ Fallstudier till HEFTIG

³¹ Fallstudier till HEFTIG

³² Fallstudier till HEFTIG

Reglersystem för direktverkande el bedöms kunna spara ca 10 procent av energibehovet medan reglersystem för vattenburna värmesystem bedöms kunna spara ca 20 procent av energibehovet.^{33 34}, Installation av termostater och injustering av värmesystemet antas kunna genomföras i samtliga småhus och antas minska energianvändningen med 5 procent.³⁵

Ovanstående åtgärder har räknats samman utifrån i hur stor andel av beståndet de antas kunna genomföras. Den sammanvägda energibesparingen har bedömts vara 26,4 kWh/m² A_{temp} och år.

Den totala merkostnaden för styr- och regleråtgärderna har uppskattats vara 163 SEK/ m² A_{temp} densamma som den totala investeringskostnaden. Åtgärdernas livslängd har antagits vara 15 år. Åtgärderna bedöms vara lönsamma, med ett positivt nuvärde på 25 800 SEK för styrsystem för direktel, 37 200 SEK för styrsystem för vattenburen el och 7 800 för termostatventiler och injustering.

Utrullningstakten för styr- och regleråtgärder har antagits vara 6,7 procent per år för samtliga tre åtgärdstyper som har nämnts ovan i scenariot för teknisk potential. Detsamma har antagits, dvs 6,7 procent för samtliga tre åtgärdstyper, i scenariot för ingenjörspotential. I scenariot rimligt genomförande har utrullningstakten antagits vara 5,0 procent (samtliga tre åtgärdstyper). Slutligen har utrullningstakten antagits vara 6,7 procent per år i scenariot halverad energianvändning.

Tabell 13: Antagen utrullningstakt för styr- och reglersystem.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	6,7 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential	6,7 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Rimligt genomförande	5,0 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Halverad energianvändning	6,7 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt

5.11 Vitvaror och belysning

I denna åtgärd har vi aggregerat utbyte av vitvaror och belysning. De vitvaror som ingår är kyl, frys, diskmaskin, tvättmaskin, torktumlare och spis. För belysning har antagits byte till LED-ljuskällor.

Här har det antagits att den tekniskt möjliga potentialen omfattar alla de befintliga småhusen.

Den sammanvägda energibesparingen för dessa hushållsåtgärder har antagits vara 7,9 kWh/m² A_{temp} och år. Byte av vitvaror och belysning har antagits ske i samband med att den tekniska livslängden är slut. Merkostnad och investeringskostnad därmed har antagits vara densamma, och bedöms uppgå till 90 SEK/ m² A_{temp}³⁶. Vitvarornas och belysningens livslängd har antagits vara 10 år.

Utrullningstakten för vitvaror har antagits vara 10 procent i tre av scenarierna: teknisk potential, ingenjörspotential och rimligt genomförande. I scenariot för halverad energianvändning har inga

³³ BeSmå – Förstudie styrning, mätning och visualisering

³⁴ Reglerutrustning för villavärme sparar tusenlappar,

³⁵ Genom att kunna sänka inomhustemperaturen med en grad.

³⁶ Energikalkylen, Energimyndigheten samt Energi- och Klimatrådgivningen, Faktablad Hushållsel

vitvaru- och belysningsåtgärder antagits ingå eftersom en halvering av energibehovet är möjlig även utan denna åtgärd.

Tabell 14: Antagen utrullningstakt för vitvaror och belysning.

Scenario	Utrullningstakt
Teknisk potential	10 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Ingenjörspotential	10 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Rimligt genomförande	10 % per år i det bestånd där det är tekniskt möjligt
Halverad energianvändning	0 %

Tabell 15: Sammanställning av beräkningsunderlag för HEFTIG-simuleringarna.

Kategori	Åtgärd	Ordning	Teknisk möjlig omfattning	Energibesparing (kWh/kvm,år)	Merkostnad (kr/kvm)	Livslängd	Återinvestering	Lönsamhet (NPV) (FJV-hus)	Lönsamhet (NPV) (EI/VP-hus)	1. Teknisk potential	2. Ingenjörspotential	3. Rimligt genomförande	4. Halvering energi
Förbättrad ventilation	S -> F	0	66%	Värme: -10 / El: -5,7	411	15	100%	-109 944	-108 453	-	-	-	-
Fasadåtgärder	Fasadisolering	4	75 %, pga. bevarandekrav	17,9	1016	40	100%	-107 650	-110 319	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Vindsåtgärder	Vindsisolering	1	85 %, pga. bevarandekrav	14,4	66,4	40	100%	27 732	25 585	2,5%	2,5%	2,0%	2,5%
Fönsteråtgärder	Byta fönster, U=1,2	2	75%	19,5	611	40	100%	-41 783	-44 691	2,5%	0,0%	2,0%	0,0%
	Komplettera med lågenergiglas		75%	13,3	176	40	100%	8 154	6 171	0,0%	2,5%	2,0%	2,5%
Dörråtgärder	Dörrar, U=1,0	3	100%	3,3	49	40	100%	1 212	720	2,5%	2,5%	2,0%	0,0%
Ventilationsåtgärder	F -> FTX	6	79 % (F)	Värme: 21,8 / El: -5,7	865	15	40%	-95 593	-98 843	6,7%	0,0%	0,0%	0,0%
Varmvattenåtgärder	Sammanslaget	5	100%	16,0	90	15	100%			6,7%	6,7%	5,0%	0,0%
	Byta vv-beredare	5b	85% (elvärme)	17,1	65	15	100%	35 018	40 453	6,7%	6,7%	5,0%	0,0%
	Snålspolande armaturer	5a	100%	10,4	25	15	100%	23 515	26 820	6,7%	6,7%	5,0%	0,0%
Styr- och regleråtgärder	Sammanslaget	9	100%	26,4	162,6	15	100%			6,7%	6,7%	5,0%	6,7%
	Styr och regler, direktel	9a	14 % (Direktel)	9,5	62,5	15	100%	-	25 785	6,7%	6,7%	5,0%	6,7%
	Styr, panna	9b	86 % (Vattenburen värme)	23,6	52,6	15	100%	53 991	20 472	6,7%	6,7%	5,0%	6,7%
	Termostatventiler och injustering	9c	100%	5,9	47,5	15	100%	8 256	7 376	6,7%	6,7%	5,0%	6,7%
Konvertering av uppvärmningssätt	BVP + vattenburet	7	5 % (Direktel)	101,6	1361	15	10%	-	170 809	6,7%	6,7%	5,0%	0,0%
	BVP		3 % (Vattenburen el)	78,3	823	15	30%	-	165 887	6,7%	6,7%	5,0%	0,0%
	FJV + vattenburet		5 % (Direktel)	1,5	943	15	10%	-	-137 815	6,7%	0,0%	0,0%	0,0%
	Luft/luft-VP		8 % (Elvärmda, exkl värmepump)	33,6	144	15	100%	-	102 955	0,0%	6,7%	5,0%	0,0%
	FJV		3 % (Vattenburen el)	4,5	296	15	100%	-	-28 437	6,7%	0,0%	0,0%	0,0%
Solenergi	Solceller (max)	8	100%	46	1052	20	50%	10 866	10 866	5,0%	5,0%	0,0%	0,0%
	Solceller (25%)		100%	18	421	20	50%	2 723	2 829	0,0%	0,0%	5,0%	5,0%
	Solvärme (max)		100%	95	1191	20	50%	68 315	90 379	5,0%	5,0%	0,0%	0,0%
	Solvärme (25 %)		100%	38	476	20	50%	27 267	36 212	0,0%	0,0%	5,0%	5,0%
Vitvaror/Belysning	Kyl/Frys	10	100%	3,8	36	10	100%	8 613	8 613	10,0%	10,0%	10,0%	0,0%
	Diskmaskin		100%	0,8	11	10	100%	1 289	1 289	10,0%	10,0%	10,0%	0,0%
	Tvätt/tork		100%	0,9	23	10	100%	-178	-178	10,0%	10,0%	10,0%	0,0%
	Spis		100%	1	19	10	100%	807	807	10,0%	10,0%	10,0%	0,0%
	Byta till LED		100%	1,4	0,7	10	100%	5 098	5 098	10,0%	10,0%	10,0%	0,0%

6 Resultat och analys

I detta kapitel redogörs för utfallet av HEFTIG-beräkningarna i de fyra valda scenarierna. Simuleringarna utgår i samtliga fall från ett ”frost” läge vad gäller småhusbeståndets energianvändning och uppvärmningssätt under år 2016 och bedömning av utfallet av de tio åtgärder som har beskrivits ovan.

I detta kapitel redovisas resultatet av simuleringarna för följande fall för vart och ett av de fyra valda scenarierna:

- Nettovärme
- Köpt värme och
- El (hushållsel samt fastighetsdrift)

6.1 Hur ska diagrammens tolkas?

De diagram som presenteras i detta kapitel innehåller mycket information i en komprimerad form. Med syftet att förenkla tolkningen för läsaren ges här en beskrivning av hur diagrammen är uppbyggda. Beskrivningen refererar till Diagram 1.

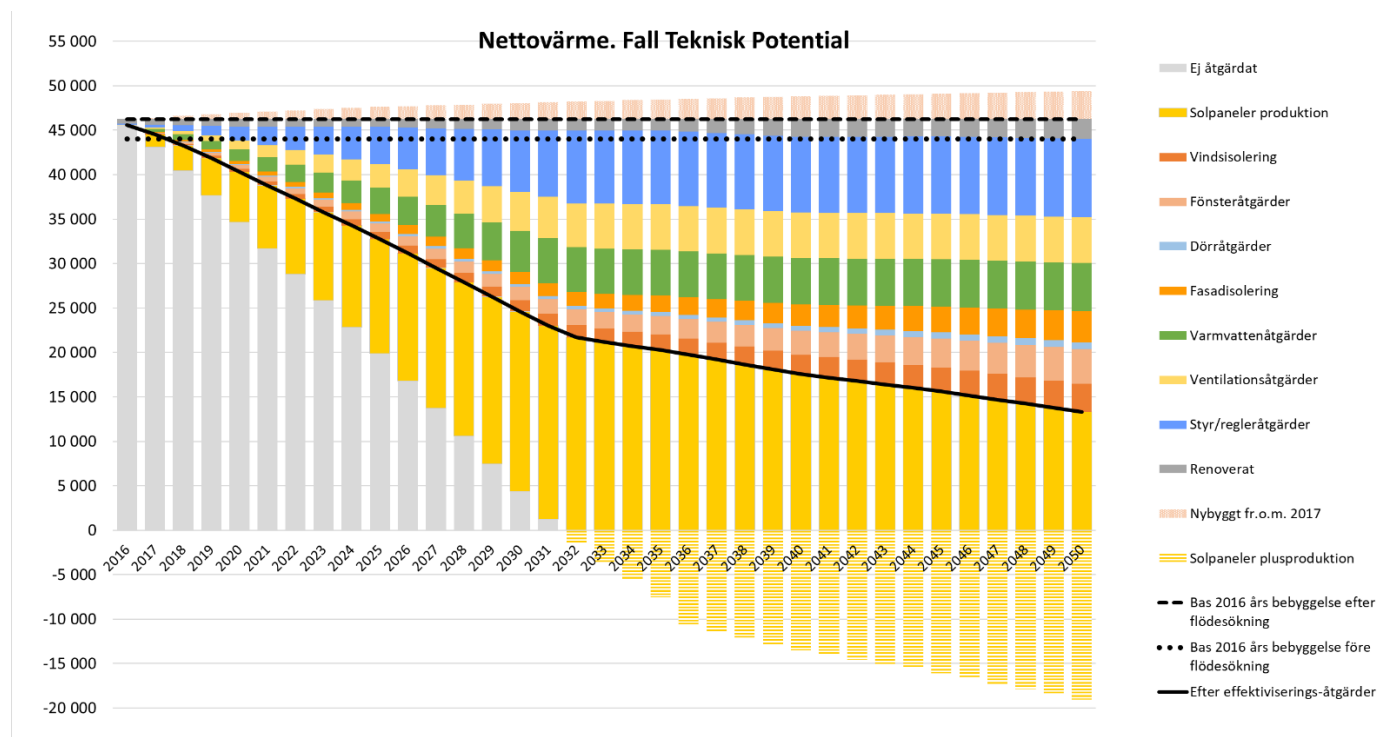


Diagram 1: Exempel på hur diagrammen över småhusens energieffektiviseringspotential ser ut, i detta diagram visas nettovärme i scenario teknisk potential.

I samtliga diagram finns en *vågrät prickad linje* som visar den faktiska energianvändningen i dagens småhusbestånd (baserat på statistik från år 2016). Ovanför den ligger en *vågrät streckad linje* som indikerar hur energianvändningen skulle ha sett ut om alla småhus hade ventilation som uppnår normenliga luftflöden.

I samtliga diagram finns ett *färgat fält ovanför den vågräta streckade linjen* som visar prognosen för tillkommande energianvändning för nya småhus. I de husen antas inga åtgärder ske. I diagrammet över elanvändning i scenariot teknisk potential finns det också ett fält för tillkommande elanvändning i samband med uppgradering till FTX-ventilation.

Det finns också ett färgat fält under de vågräta streckade linjen som heter ”Renoverat”. Det är en mindre andel av småhusen som i en tidigare studie beräknats bli helrenoverade, och i samband därmed göra vissa åtgärder. Den andelen av småhusen omfattas inte av de åtgärder som simulerats i detta arbete.

Den *heldragna linjen* i diagrammen visar den samlade energieffektiviseringspotentialen. De *färgade fälten mellan* den streckade och den heldragna linjen visar hur stor energieffektiviseringspotentialen är för respektive åtgärd som har analyserats.

Under den heldragna linjen ligger *gula fält*, dessa representerar småhusens potential för energiproduktion från sol (solvärme och solel). Vi har således valt att skilja mellan småhusens potential för energieffektivisering och småhusens potential för energiproduktion. I den mån denna energiproduktion överstiger den totala småhusstockens eget behov kommer den under x-axeln, och redovisas som ett överskott, en ”plusproduktion”.

6.2 Resultat för scenariot teknisk potential

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga. Nettovärmebehovet för det befintliga småhusbeståndet är knappt 46,3 TWh/år (inklusive uppjustering för att nå normenliga ventilationsflöden i hela småhusbeståndet).

6.2.1 Teknisk potential - Nettovärme

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga. Behovet av nettovärme för det idag befintliga småhusbeståndet är knappt 46,3 TWh/år, till detta kommer nettovärmebehov för de nybyggda hus som tillkommer under perioden fram till år 2050.

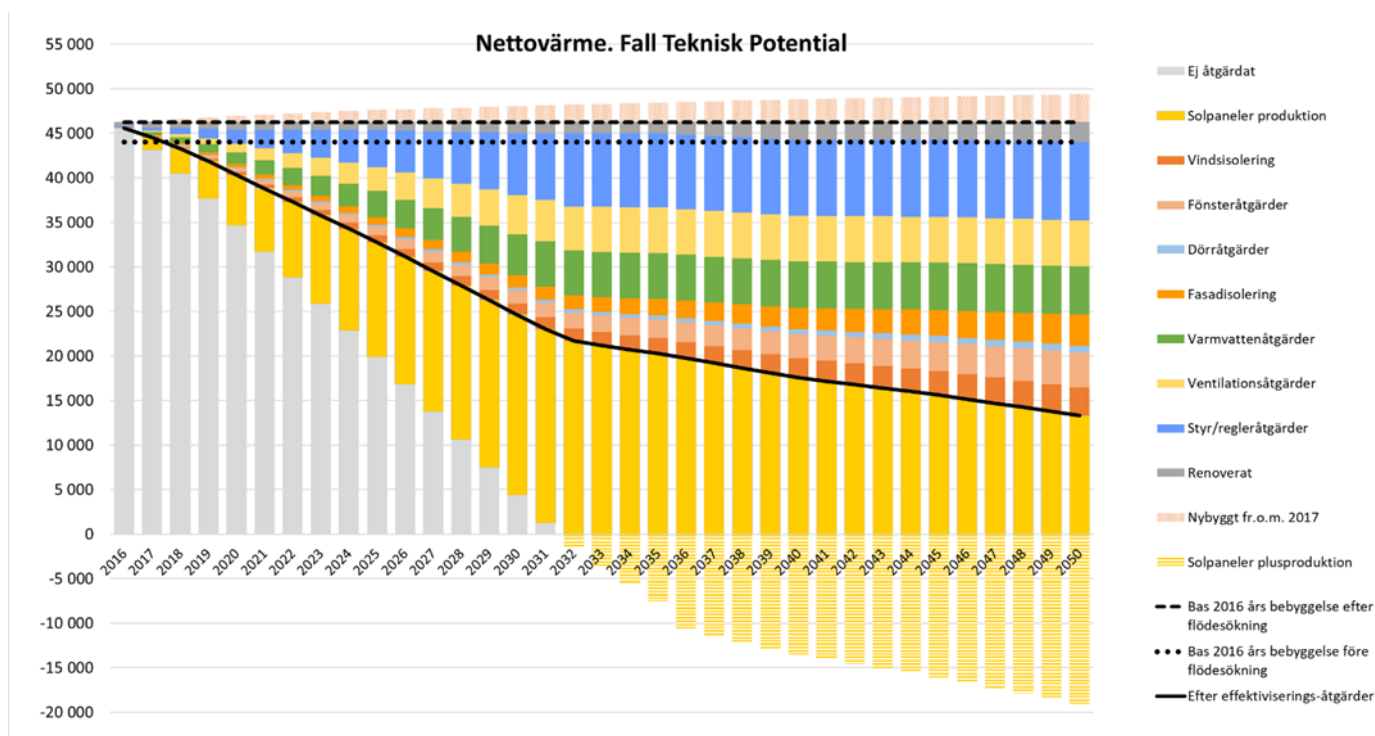


Diagram 2: Simuleringsresultat för nettovärme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Teknisk potential.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn öka med drygt 3,1 TWh till år 2050, från 46,3 TWh till totalt 49,4 TWh.

Den totala tekniska potentialen i de befintliga svenska småhusen, uttryckt i nettovärme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 30,7 TWh till år 2050. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför alla energieffektiviseringsåtgärder där det är tekniskt möjligt kommer småhusens nettovärmebehov att vara ca 18,7 TWh år 2050 (varav 15,6 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den tekniska potentialen för solenergiproduktion uttryckt i nettovärme har beräknats till 32,3 TWh år 2050. Teoretiskt innebär det således en större produktion än det energibehov småhusen kommer att ha. Enligt simuleringarna kan ett nettonoll-läge teoretiskt uppnås redan år 2032. Men potentialen för energiproduktion är beräknad på årsbasis, och den matchar inte med småhusens verkliga effektbehov. För att kunna ta tillvara hela solenergiproduktionen behövs en energisystemanalys och åtgärder ur ett övergripande systemperspektiv. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i *nettovärme* till år 2050:

- Solceller, solpaneler 32,3 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,9 TWh
- Varmvattenåtgärder 5,4 TWh
- Ventilationsåtgärder 5,1 TWh
- Fönsteråtgärder 3,9 TWh

- Fasadisolering 3,5 TWh
- Vindsisolering 3,2 TWh
- Dörråtgärder 0,8 TWh
- Konvertering 0,0 TWh
- Vitvaror och belysning 0,0 TWh

Notera att konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror inte har någon påverkan på nettovärmebehovet.

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med drygt 2,5 TWh till år 2040, från 46,3 TWh till totalt 48,8 TWh.

Den totala tekniska potentialen i svenska småhus, uttryckt i nettovärme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 26,7 TWh till år 2040. Småhusens tekniskt möjliga energiproduktion är 31,1 TWh till år 2040.³⁷

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför energieffektiviseringsåtgärderna där det är tekniskt möjligt och produktionen av nya småhus sker enligt den använda prognosen kommer småhusens nettovärmebehov vara ca 22,1 TWh år 2040 (19,6 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Om alla småhusägare också genomför alla tekniskt möjliga åtgärder för solelproduktion nås här teoretiskt ett läge där småhusens nettoenergibehov är lägre än den energiproduktion som kan ske i småhusbeståndet. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, och den matchar inte med småhusens verkliga effektbehov, och denna studie inkluderar inga analyser av effektbehov eller analyser ur systemperspektiv.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i nettovärme till år 2040:

- Solceller, solpaneler 31,1 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,5 TWh
- Varmvattenåtgärder 5,2 TWh
- Ventilationsåtgärder 5,1 TWh
- Fönsteråtgärder 2,7 TWh
- Fasadisolering 2,4 TWh
- Vindsisolering 2,2 TWh
- Dörråtgärder 0,6 TWh
- Konverteringar 0
- Vitvaror, belysning 0

³⁷ Notera att den bedömda solenergiproduktionen endast är marginellt mindre år 2040 än år 2050. Detta beror på att den antagna utrullningstakten gör att alla tillgängliga ytor för solenergiproduktion har tagits i anspråk strax efter år 2040.

Notera att konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror inte har någon påverkan på nettovärmebehovet.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med knappt 1,8 TWh till år 2030, från 46,3 TWh till totalt 48,1 TWh.

Den totala tekniska potentialen i svenska småhus, uttryckt i nettovärme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 20,4 TWh till år 2030. Småhusens tekniskt möjliga energiproduktion är 20,2 TWh till år 2030.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför energieffektiviseringsåtgärderna där det är tekniskt möjligt kommer småhusens nettovärmebehov att vara ca 25,9 TWh år 2030 (24,1 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016). Om alla småhusägare också genomför alla tekniskt möjliga åtgärder för solexproduktion nås här teoretiskt ett läge där småhusens nettoenergibehov är endast 5,7 TWh. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, och den matchar inte med småhusens verkliga effektbehov. Denna studie inkluderar inga analyser av effektbehov eller analyser ur systemperspektiv.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i nettovärme till år 2030:

- Solceller, solpaneler 20,3 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,9 TWh
- Varmvattenåtgärder 4,6 TWh
- Ventilationsåtgärder 4,4 TWh
- Fönsteråtgärder 1,5 TWh
- Fasadisolering 1,4 TWh
- Vindsisolering 1,3 TWh
- Dörråtgärder 0,3 TWh
- Konverteringar 0 TWh
- Vitvaror och belysning 0 TWh

Notera att konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror inte har någon påverkan på nettovärmebehovet.

6.2.2 Teknisk potential - Köpt värme

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga. Behovet av köpt värme för det befintliga småhusbeståndet är drygt 39,3 TWh/år.

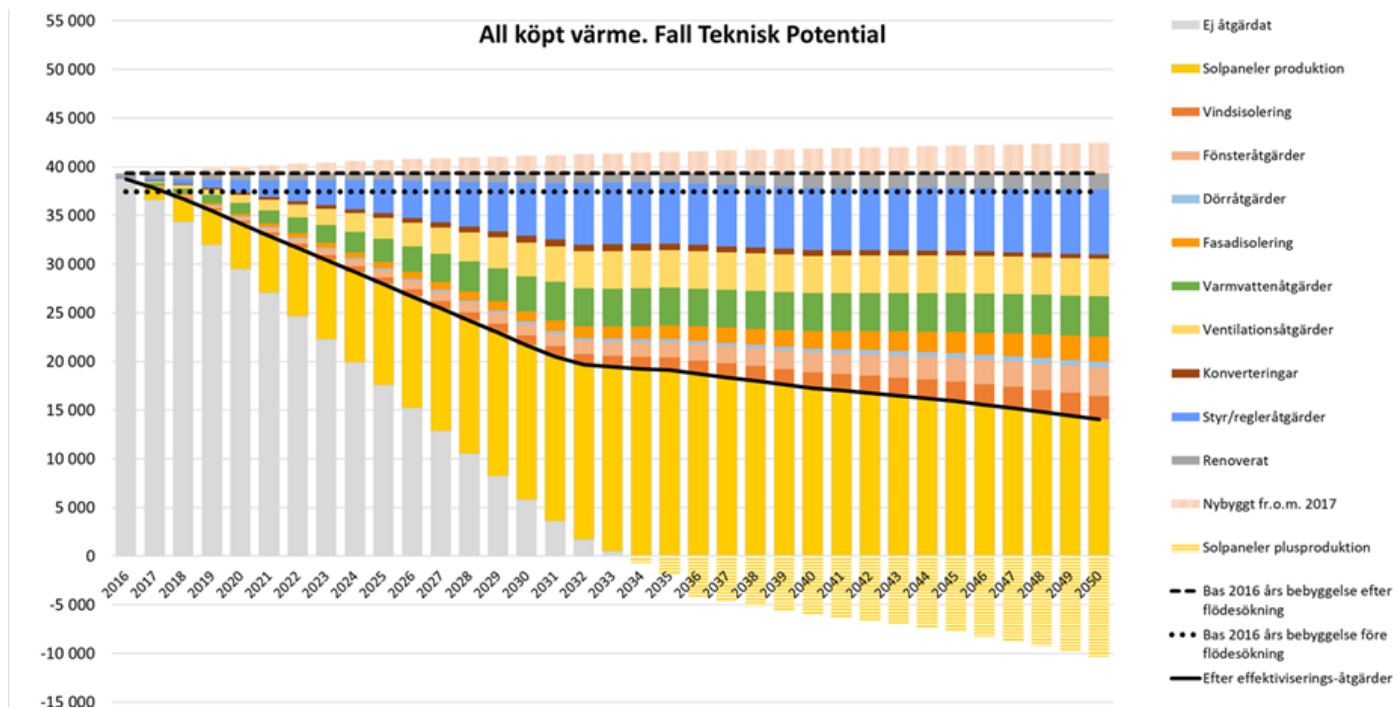


Diagram 3: Simuleringsresultat för köpt värme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Teknisk potential.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn öka med knappt 3,1 TWh till år 2050, från 39,3 TWh till totalt 42,4 TWh.

Den totala tekniska potentialen i svenska småhus, uttryckt i behov av köpt värme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 23,6 TWh till år 2050. Småhusens tekniskt möjliga energiproduktion är 24,4 TWh till år 2050.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför alla energieffektiviseringsåtgärder där det är tekniskt möjligt kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 18,8 TWh år 2050 (varav 15,7 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den tekniska potentialen för solenergiproduktion uttryckt i köpt värme har beräknats till 25,3 TWh år 2050. Teoretiskt innebär det således en större produktion än det energibehov småhusen kommer att ha. Enligt simuleringarna kan ett nettonoll-läge teoretiskt uppnås redan år 2032. Men som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, och den matchar inte med småhusens verkliga effektbehov. För att kunna ta tillvara hela solenergiproduktionen behövs en energisystemanalys och åtgärder ur ett övergripande systemperspektiv. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2050:

- Solceller och solpaneler 24,4 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,7 TWh
- Varmvattenåtgärder 4,1 TWh
- Ventilationsåtgärder 3,9 TWh
- Fönsteråtgärder 2,9 TWh
- Fasadisolering 2,6 TWh
- Vindsisolering 2,4 TWh
- Dörråtgärder 0,6 TWh
- Konvertering 0,4 TWh
- Vitvaror och belysning 0,0 TWh

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 2,5 TWh till år 2040, från 39,3 TWh till totalt 41,8 TWh.

Den totala tekniska potentialen i svenska småhus, uttryckt i behov av köpt värme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 20,6 TWh till år 2040. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför energieffektiviseringsåtgärderna där det är tekniskt möjligt och produktionen av nya småhus sker enligt den använda prognosen kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 21,2 TWh år 2040 (18,7 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den tekniska potentialen för småhusens solenergiproduktion uttryckt i köpt värme har beräknats till 23,4 TWh år 2040. Teoretiskt innebär det således även här en större energiproduktion än det behov av köpt värme som småhusen bedöms ha.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2040:

- Solceller och solpaneler 23,2 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,4 TWh
- Varmvattenåtgärder 3,9 TWh
- Ventilationsåtgärder 3,8 TWh
- Fönsteråtgärder 2,0 TWh
- Fasadisolering 1,8 TWh
- Vindsisolering 1,6 TWh
- Konverteringar 0,6 TWh
- Dörråtgärder 0,4 TWh
- Vitvaror, belysning 0 TWh

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 1,8 TWh till år 2030, från 39,3 TWh till totalt 41,1 TWh.

Den totala tekniska potentialen i svenska småhus, uttryckt i köpt värme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 16,7 TWh till år 2030. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför åtgärderna där det är tekniskt möjligt kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 24,4 TWh år 2030 (21,6 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016). Den teoretiska potentialen för solenergiproduktion, uttryckt i köpt värme, är 15,9 TWh till år 2030.

Om alla småhusägare också genomför alla tekniskt möjliga åtgärder för solelproduktion nås här teoretiskt ett läge där småhusens behov av köpt värme endast är 8,5 TWh. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till hur den matchar med småhusens verkliga effektbehov.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2030:

- Solceller och solpaneler 15,9 TWh
- Styr/regleråtgärder 5,4 TWh
- Varmvattenåtgärder 3,6 TWh
- Ventilationsåtgärder 3,5 TWh
- Fönsteråtgärder 1,2 TWh
- Fasadisolering 1,1 TWh
- Vindsisolering 1,0 TWh
- Konvertering 0,7 TWh
- Dörråtgärder 0,3 TWh
- Vitvaror och belysning 0 TWh

6.2.3 Teknisk potential – El för hushållsel och fastighetsel

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga. Behovet av el (hushållsel och fastighetsel) för det befintliga småhusbeståndet är i dagsläget drygt 12,7 TWh/år.

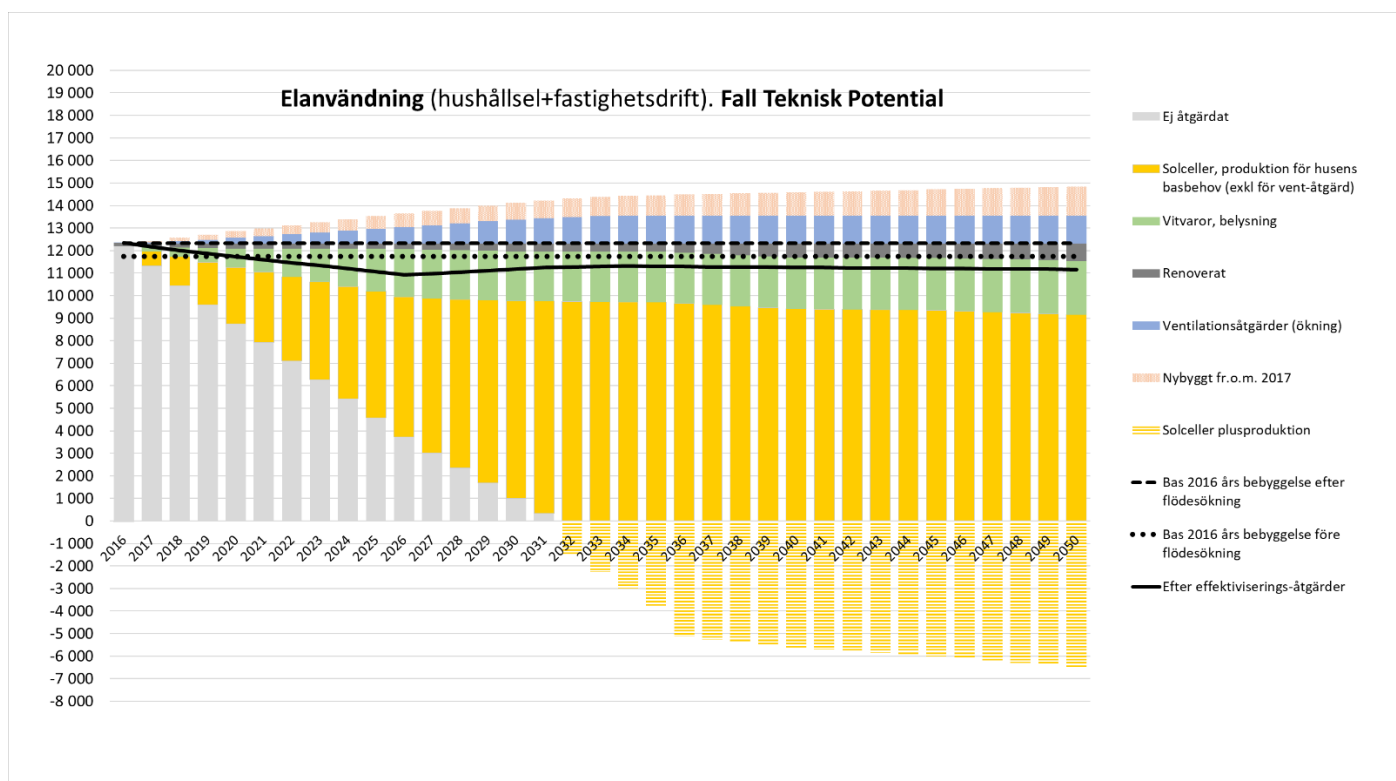


Diagram 4: Simuleringsresultat för el (hushållsel och fastighetsel) från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Teknisk potential.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med cirka 1,3 TWh till år 2050, från 12,3 TWh³⁸ till totalt 13,6 TWh.

De enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (minskar elanvändningen), ventilation (ökar elanvändningen) och solelproduktion. Den totala tekniska energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus, uttryckt i behov av el för hushållsel och fastighetsel, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 1,2 TWh till år 2050. Småhusens beräknade solelproduktion uppgår till 15,7 TWh år 2050.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför dessa åtgärder i de fall det är tekniskt möjligt kommer småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) att vara 3,3 TWh lägre år 2050 än den mängd solenergi som tekniskt kan produceras. Den möjliga elproduktionen är dock på årsbasis, och ingen hänsyn har tagits till när elanvändningen sker i praktiken.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i el till år 2050:

- Solceller 15,6 TWh
- Vitvaror och belysning 2,4 TWh
- Ventilationsåtgärder -1,2 TWh

³⁸ Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

Notera att styr- och regleråtgärder, varmvattenåtgärder, fönsteråtgärder, fasadisolering, vindsisolering och konvertering inte ger någon effekt på el som används för hushållsel och fastighetsel.

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med drygt 1,0 TWh till år 2040, från, 12,3 TWh³⁹ till totalt 13,3 TWh. Notera att de simulerade ventilationsåtgärderna minskar värmebehovet men ökar elbehovet.

Som nämnts ovan är de enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (minskar elanvändningen), ventilation (ökar elanvändningen) och solexproduktion. Den totala tekniska energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus, uttryckt i behov av el för hushållsel och fastighetsel, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 1,1 TWh till år 2040. Småhusens tekniskt möjliga solexproduktion är 15,0 TWh år 2040.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför dessa åtgärder i de fall det är tekniskt möjligt kommer småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) år 2040 lägre än den mängd solenergi som tekniskt kan produceras. Den möjliga elproduktionen är dock på årsbasis, och ingen hänsyn har tagits till när elanvändningen sker i praktiken.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i el för hushållsel och fastighetsel till år 2040:

- Solceller, solpaneler 15,0 TWh
- Vitvaror och belysning 2,3 TWh
- Ventilationsåtgärder 1,2 TWh

Notera att styr- och regleråtgärder, varmvattenåtgärder, fönsteråtgärder, fasadisolering, vindsisolering och konvertering inte ger någon effekt på el som används för hushållsel och fastighetsel.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 0,7 TWh till år 2030 från 12,3 TWh till totalt 13,0 TWh. Notera att de simulerade ventilationsåtgärderna minskar värmebehovet men ökar elbehovet.

Som nämnts ovan är de enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (minskar elanvändningen), ventilation (ökar elanvändningen) och solexproduktion. Den totala tekniska energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus, uttryckt i behov av el för hushållsel och fastighetsel, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 1,1 TWh till år 2030. Småhusens tekniskt möjliga solexproduktion är 8,8 TWh år 2030.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför dessa åtgärder där det är tekniskt möjligt kommer småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) att vara ca 3,1 TWh år 2030.

³⁹ Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i *el* för

- Solceller 8,8 TWh
- Vitvaror och belysning 2,2 TWh
- Ventilationsåtgärder 1,1 TWh

Notera att styr- och regleråtgärder, varmvattenåtgärder, fönsteråtgärder, fasadisolering, vindsisolering och konvertering inte ger någon effekt på *el* som används för hushållsel och fastighetsel.

6.3 Resultat för scenariot ingenjörspotential

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga **och** lönsamma.

6.3.1 Ingenjörspotential - Nettovärme

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga **och** lönsamma. Behovet av nettovärme för det idag befintliga småhusbeståndet är knappt 46,3 TWh/år, till detta kommer nettovärmebehov för de nybyggda hus som tillkommer under perioden.

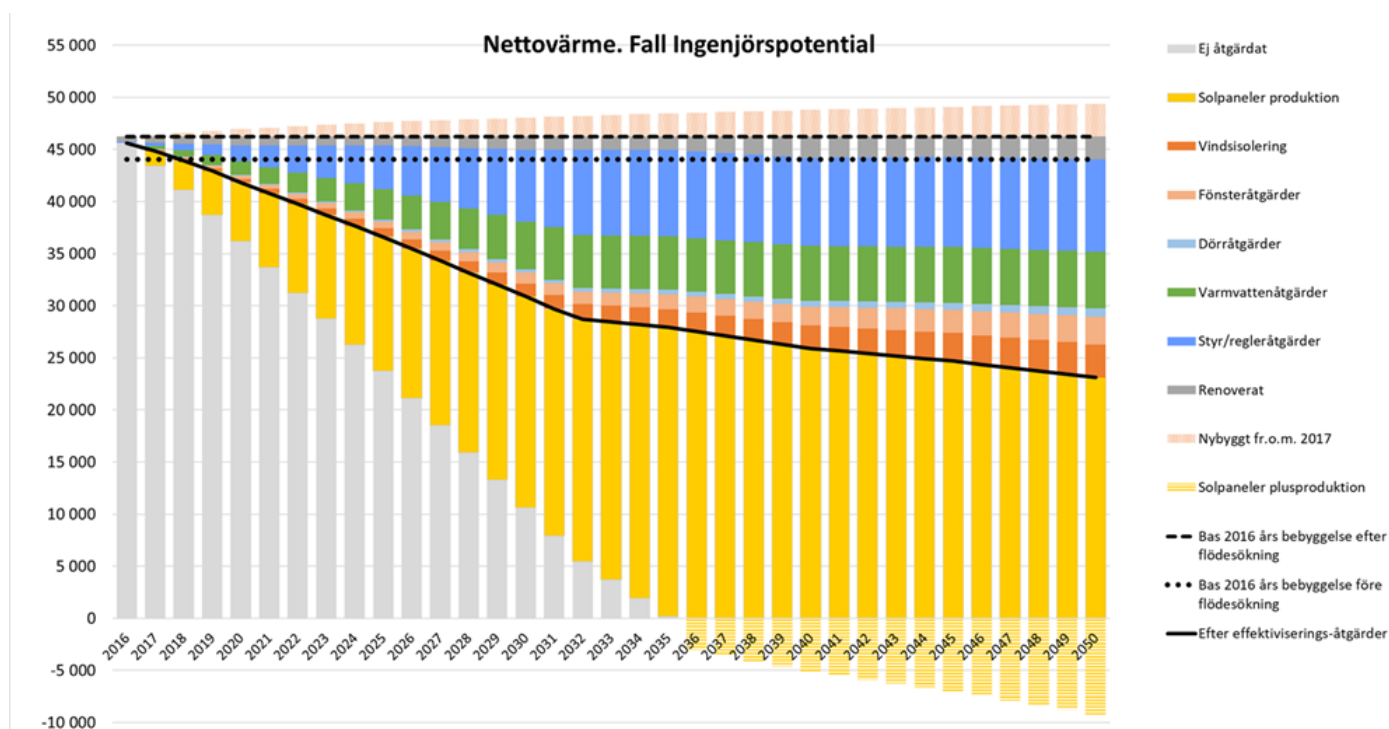


Diagram 5: Simuleringsresultat för köpt värme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Ingenjörspotential.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn öka med drygt 3,1 TWh till år 2050, från 46,3 TWh till totalt 49,4 TWh.

Den totala ingenjörsmässiga energieffektiviseringspotentialen i de befintliga svenska småhusen, uttryckt i nettovärme, för de simulerade åtgärderna beräknas till 20,9 TWh till år 2050. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför alla energieffektiviseringsåtgärder där det är tekniskt möjligt

och lönsamt kommer småhusens nettovärmebehov att vara ca 28,5 TWh år 2050 (varav 25,4 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den ingenjörsmässiga potentialen för solenergiproduktion uttryckt i nettovärme har beräknats till 32,3 TWh år 2050. Teoretiskt innebär det således, liksom i scenariot för teknisk potential, en större produktion än det energibehov småhusen kommer att ha. Enligt simuleringarna kan ett nettonoll-läge teoretiskt uppnås i ingenjörspotentialscenariot år 2036. Som nämnts flera gånger tidigare är potentialen för energiproduktion är beräknad på årsbasis, och den matchar inte med småhusens verkliga effektbehov. För att kunna ta tillvara hela solenergiproduktionen behövs en energisystemanalys och åtgärder ur ett övergripande systemperspektiv. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i nettovärme till år 2050:

- Solceller, solpaneler 32,3 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,9 TWh
- Varmvattenåtgärder 5,4 TWh
- Vindsisolering 3,2 TWh
- Fönsteråtgärder 2,6 TWh
- Dörråtgärder 0,8 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på nettovärmebehovet.

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med drygt 2,5 TWh till år 2040, från 46,3 TWh till totalt 48,8 TWh.

Den totala ingenjörsmässiga energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus, uttryckt i nettovärme, för de simulerade åtgärderna beräknas till 18,3 TWh till år 2040. Småhusens tekniskt möjliga energiproduktion är 31,1 TWh till år 2040.⁴⁰

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför energieffektiviseringsåtgärderna där det är tekniskt möjligt **och** lönsamt, och produktionen av nya småhus sker enligt den nämnda prognosen kommer småhusens nettovärmebehov vara ca 30,5 TWh år 2040 (28,0 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Om alla småhusägare också genomför alla tekniskt möjliga **och** lönsamma åtgärder för solelproduktion nås här teoretiskt ett läge där småhusens nettoenergibehov är 1,0 TWh lägre än den energiproduktion som kan ske i småhusbeståndet. Som nämnts ovan är potentialen för

⁴⁰ Notera att den bedömda solenergiproduktionen endast är marginellt mindre år 2040 än år 2050. Detta beror på att den antagna utrullningstakten gör att alla tillgängliga ytor för solenergiproduktion har tagits i anspråk strax efter år 2040.

energiproduktion beräknad på årsbasis, och utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller energisystemeffekter.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i nettovärme till år 2040:

- Solceller och solpaneler 31,1 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,5 TWh
- Varmvattenåtgärder 5,2 TWh
- Vindsisolering 2,2 TWh
- Fönsteråtgärder 1,8 TWh
- Dörråtgärder 0,6 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på nettovärmebehovet.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med knappt 1,8 TWh till år 2030, från 46,3 TWh till totalt 48,1 TWh.

Den totala ingenjörsmässiga (tekniskt möjlig **och** lönsamt) potentialen i svenska småhus, uttryckt i nettovärme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 14,1 TWh till år 2030. Småhusens tekniskt möjliga **och** lönsam energiproduktion är 20,3 TWh till år 2030.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför energieffektiviseringsåtgärderna där det är tekniskt möjligt **och** lönsamt kommer småhusens nettovärmebehov att vara ca 34,0 TWh år 2030 (32,2 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016). Om alla småhusägare också genomför alla tekniskt möjliga **och** lönsamma åtgärder för solelproduktion nås här teoretiskt ett läge där småhusens nettoenergibehov är 11,9 TWh. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller energisystemeffekter.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i nettovärme till år 2030:

- Solceller, solpaneler 20,3 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,9 TWh
- Varmvattenåtgärder 4,6 TWh
- Fönsteråtgärder 1,0 TWh
- Vindsisolering 1,3 TWh
- Dörråtgärder 0,3 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på nettovärmebehovet.

6.3.2 Ingenjörspotential - Köpt värme

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga. Behovet av köpt värme för det befintliga småhusbeståndet är drygt 39,3 TWh/år.

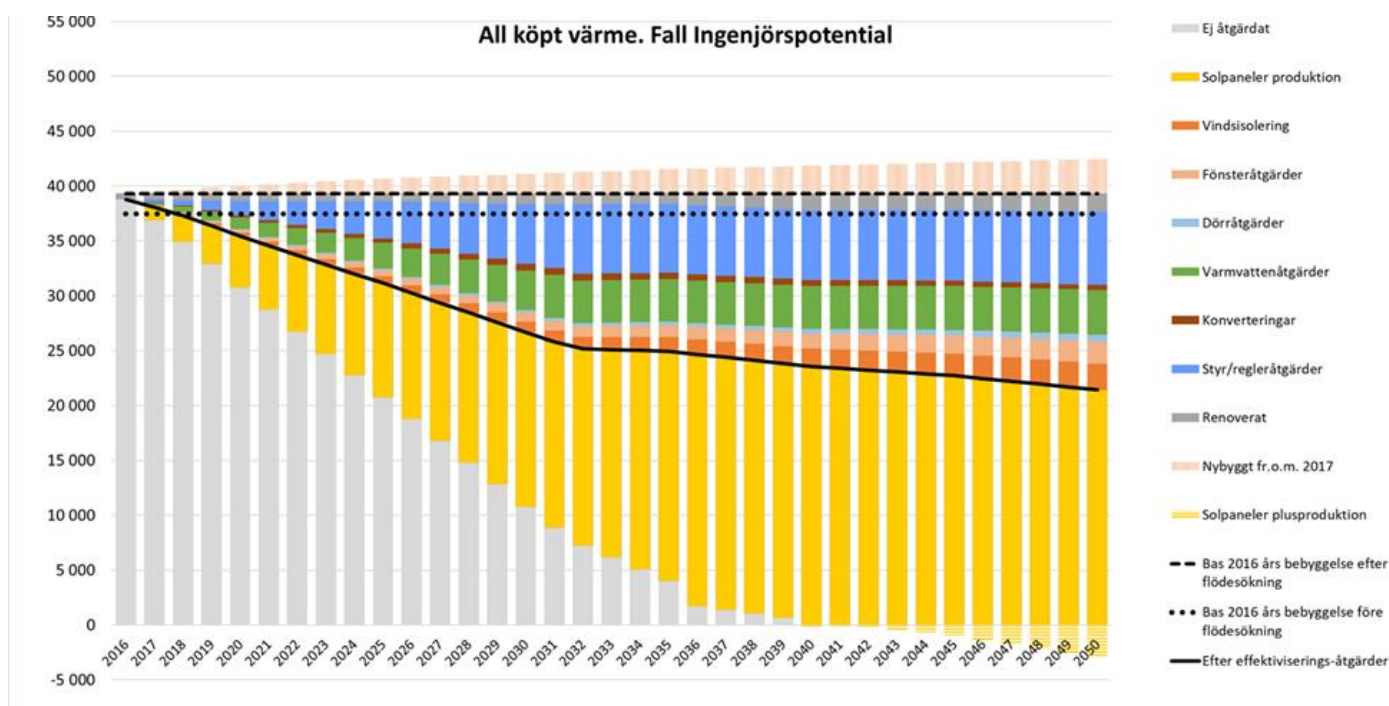


Diagram 6: Simuleringsresultat för köpt värme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Ingenjörspotential.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn öka med knappt 3,1 TWh till år 2050, från 39,3 TWh till totalt 42,4 TWh.

Den energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus i Ingenjörspotentialscenariot (tekniskt möjlig **och** lönsam), uttryckt i behov av köpt värme, för de simulerade åtgärderna beräknas till 16,2 TWh till år 2050. Småhusens tekniskt möjliga och lönsamma energiproduktion är 24,4 TWh till år 2050.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför alla energieffektiviseringsåtgärder där det är tekniskt möjligt **och** lönsamt kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 26,8 TWh år 2050 (varav 23,7 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016). Om även den ingenjörsmässiga potentialen för solenergiproduktion på 24,4 TWh realiseras till år 2050, blir det teoretiska behovet av köpt värme i småhusbeståndet endast 1,8 TWh år 2050. Dock är som nämnts ovan potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörsmässiga potential i behov av köpt värme till år 2050:

- Solceller och solpaneler 24,4 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,7 TWh
- Varmvattenåtgärder 4,1 TWh
- Fönsteråtgärder 2,0 TWh
- Vindsisolering 2,4 TWh

- Dörråtgärder 0,6 TWh
- Konvertering 0,4 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Energieffektiva vitvaror har en viss indirekt påverkan på behovet av köpt värme, men den visualiseras inte i diagrammet.

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 2,5 TWh till år 2040, från 39,3 TWh till totalt 41,8 TWh.

Den totala tekniska energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus, uttryckt i behov av köpt värme, för de simulerade åtgärderna beräknas till 14,3 TWh till år 2040. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför energieffektiviseringsåtgärderna där det är tekniskt möjligt och lönsamt samt produktionen av nya småhus sker enligt den använda prognosen kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 27,5 TWh år 2040 (25,0 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Ingenjörspotentialen för småhusens solenergiproduktion uttryckt i *köpt värme* har beräknats till 23,9 TWh år 2040. Teoretiskt innebär det således att småhusens behov av köpt värme år 2040 endast kommer att vara 3,6 TWh.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2040:

- Solceller och solpaneler 23,9 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,4 TWh
- Varmvattenåtgärder 3,9 TWh
- Ventilationsåtgärder 0 TWh
- Fönsteråtgärder 1,4 TWh
- Fasadisolering 0 TWh
- Vindsisolering 1,6 TWh
- Konverteringar 0,6 TWh
- Dörråtgärder 0,4 TWh
- Vitvaror, belysning 0 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på behovet av köpt värme.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 1,8 TWh till år 2030, från 39,3 TWh till totalt 41,1 TWh.

Den totala tekniska energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus, uttryckt i köpt värme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 11,7 TWh till år 2030. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför åtgärderna där det är tekniskt möjligt och lönsamt kommer

småhusens behov av köpt värme att vara ca 29,4 TWh år 2030 (27,6 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den teoretiskt möjliga och lönsamma potentialen för solenergiproduktion i småhusen är 15,9 TWh år 2030. Om alla småhusägare också genomför dessa åtgärder nås här teoretiskt ett läge där småhusens behov av köpt värme är 13,5 TWh. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till hur den matchar med småhusens verkliga effektbehov.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2030:

- Solceller och solpaneler 15,9 TWh
- Styr/regleråtgärder 5,4 TWh
- Varmvattenåtgärder 3,6 TWh
- Fönsteråtgärder 0,8 TWh
- Vindsisolering 1,0 TWh
- Konvertering 0,6 TWh
- Dörråtgärder 0,3 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på behovet av köpt värme.

6.3.3 år 2050. Ingenjörspotential – El för hushållsel och fastighetsel

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga **och** lönsamma. Behovet av el (hushållsel och fastighetsel) för det befintliga småhusbeståndet är i dagsläget drygt 12,7 TWh/år.

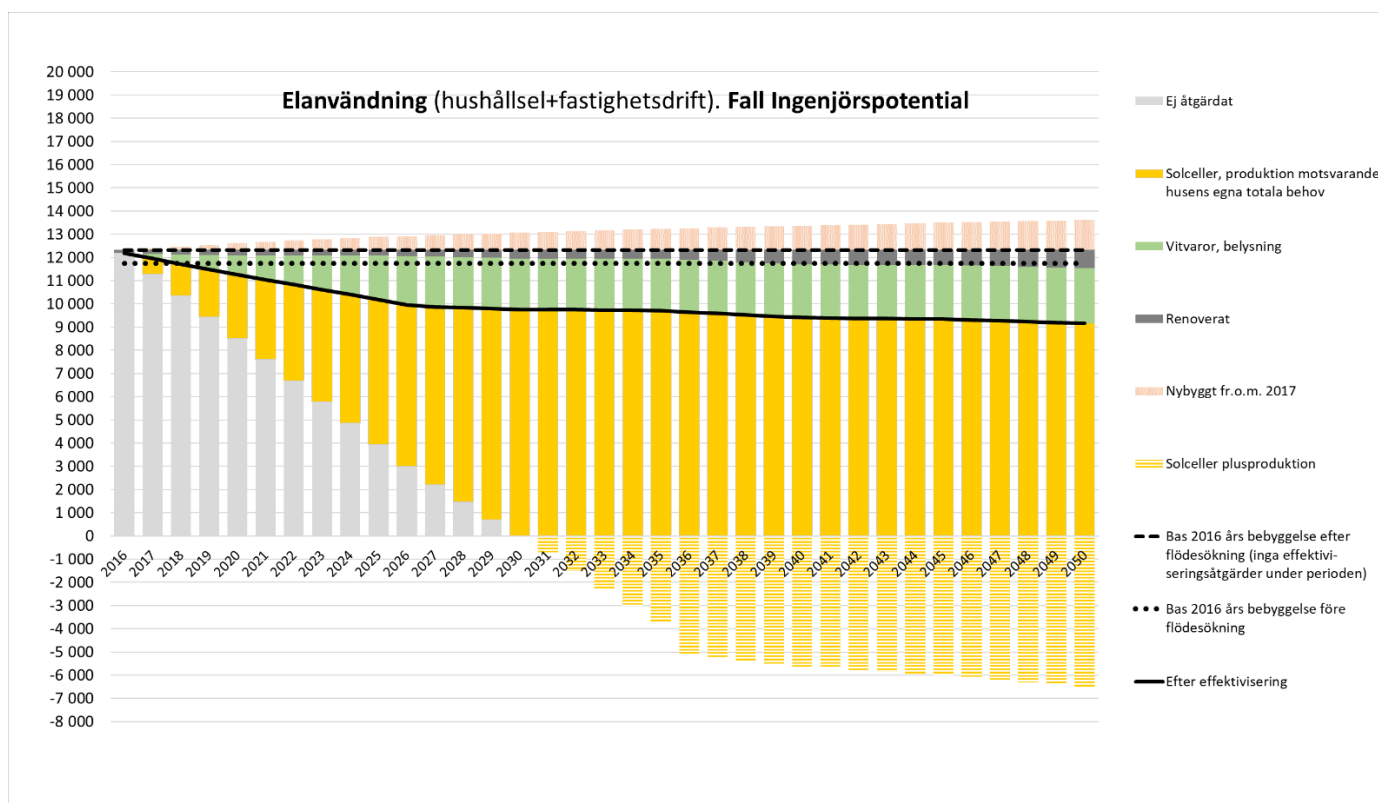


Diagram 7: Simuleringsresultat för el (hushållsel och fastighetsel) från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Ingenjörspotential.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med knappt 3,1 TWh till år 2050, från 12,3 TWh⁴¹ till totalt 15,4 TWh.

De enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (energieffektivisering) och solelproduktion. Den ingenjörsmässiga energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus (behov av *el för hushållsel och fastighetsel*) beräknas till 2,4 TWh år 2050. Småhusens beräknade solelproduktion uppgår till 15,7 TWh

Om alla svenska småhusägare genomför dessa åtgärder i de fall det är tekniskt möjligt **och** lönsamt kommer småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) teoretiskt generera ett elöverskott på 2,7 TWh år 2050. Den möjliga elproduktionen är dock på årsbasis, ingen hänsyn har tagits till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i el till år 2050:

- Solceller 15,7 TWh
- Vitvaror och belysning 2,4 TWh

⁴¹ Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med 1,0 TWh till år 2040, från, 12,3 TWh⁴² till totalt 13,3 TWh.

Som nämnts ovan är de enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (energieffektivisering) och solexproduktion. Den ingenjörsmässiga energieffektiviseringspotentialen (behov av el för hushållsel och fastighetsel) beräknas till 2,3 TWh till år 2040. Småhusens tekniskt möjliga solexproduktion är 15,0 TWh år 2040.

Det innebär även här att om alla svenska småhusägare genomför dessa åtgärder i de fall det är tekniskt möjligt och lönsamt kommer småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) generera ett överskott på cirka 4,0 TWh år 2040. Den möjliga elproduktionen är beräknad dock på årsbasis, utan hänsyn till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i el för hushållsel och fastighetsel till år 2040:

- Solceller 15,0 TWh
- Vitvaror och belysning 2,3 TWh

Notera att styr- och regleråtgärder, varmvattenåtgärder, fönsteråtgärder, fasadisolering, vindsisolering och konvertering inte ger någon effekt på el som används för hushållsel och fastighetsel, och ventilationsåtgärderna bedöms inte vara lönsamma med de förutsättningar som använts i simuleringarna.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt +,7 TWh till år 2030 från 12,3 TWh till totalt 13,0 TWh. Notera att de simulerade ventilationsåtgärderna minskar värmebehovet men ökar elbehovet.

Som nämnts ovan är de enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (energieffektivisering) och solexproduktion. Den ingenjörsmässiga energieffektiviseringspotentialen i svenska småhus (el för hushållsel och fastighetsel) beräknas till 2,1 TWh till år 2030. Småhusens tekniskt möjliga solexproduktion är 9,8 TWh år 2030.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför dessa åtgärder där det är tekniskt möjligt och lönsamt beräknas småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) att endast vara ca 2,5 TWh år 2030.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i el för

⁴² Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

- Solceller 9,8 TWh
- Vitvaror och belysning 2,1 TWh

Notera att styr- och regleråtgärder, varmvattenåtgärder, fönsteråtgärder, fasadisolering, vindsisolering och konvertering inte ger någon effekt på el som används för hushållsel och fastighetsel, och ventilationsåtgärderna bedöms inte vara lönsamma med de förutsättningar som använts i simuleringarna.

6.4 Resultat för scenariot rimligt genomförande

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att en bedömning av vad som kan var rimligt att uppnå. Utgångspunkten är i princip de bedömningar som har gjorts i scenariot Ingenjörspotential med en minskning av genomförandegraden för att ta hänsyn till transaktionskostnader och andra hinder som gör att renoveringar fördröjs, färre åtgärder genomförs och energieffektiviseringspotentialen i praktiken minskar. Exempel på sådana hinder är okunskap (man inser aldrig att åtgärden finns), tveksamhet om att åtgärden fungerar bra, resursbrist, tidsbrist, höga avkastningskrav med mera.

För att den grad av genomförande som simulerats i scenariot Rimligt genomförande ska ske i verkligheten krävs att dagens styrmedel förstärks och kompletteras för att undanröja marknadsmisslyckanden m.m. och att förmå småhusägare att välja bästa tillgängliga teknik när de ska renovera och byta ut installationer.

6.4.1 Rimligt genomförande - Nettovärme

Behovet av nettovärme för det idag befintliga småhusbeståndet är knappt 46,3 TWh/år, till detta kommer nettovärmebehov för de nybyggda hus som tillkommer under perioden.

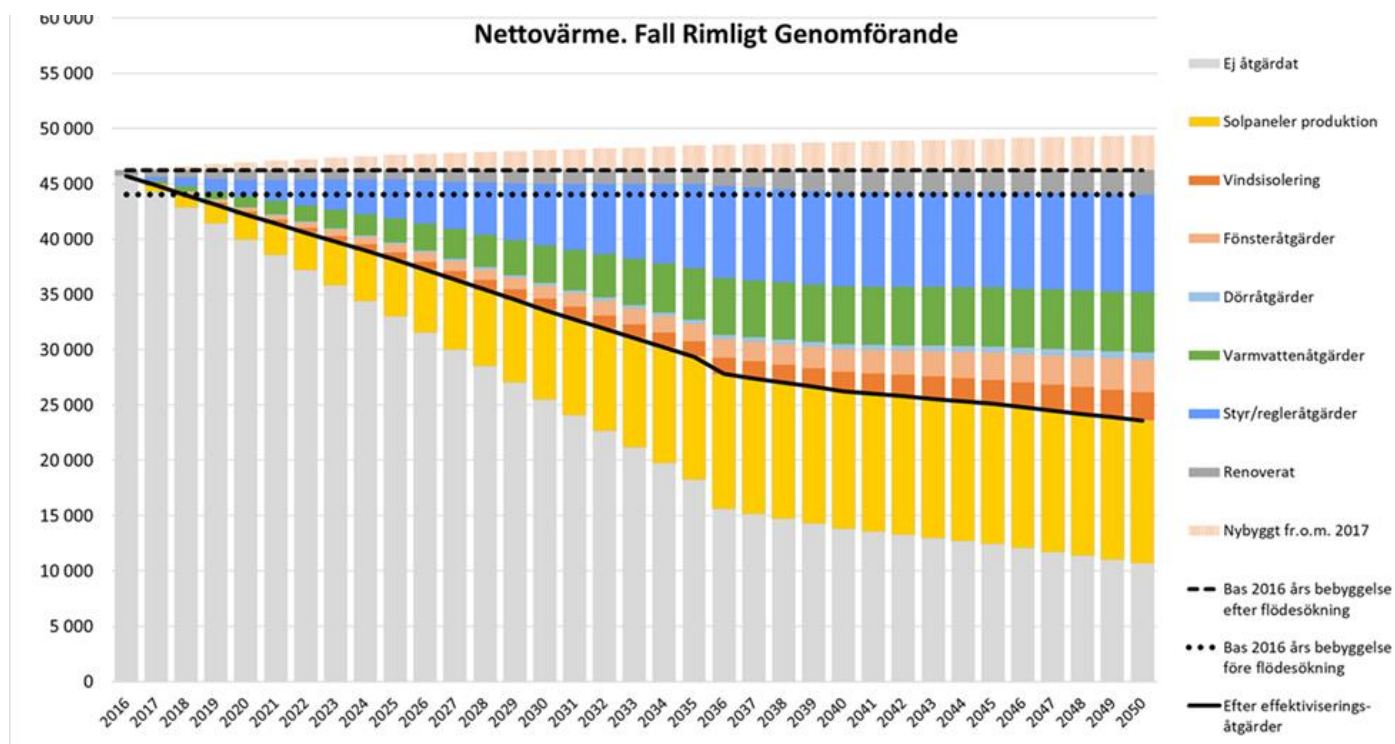


Diagram 8; Simuleringsresultat för nettovärme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Rimligt genomförande.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn öka med drygt 3,1 TWh till år 2050, från 46,3 TWh till totalt 49,4 TWh.

Den totala potentialen i scenariot Rimligt genomförande i de befintliga svenska småhusen, uttryckt i nettovärme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 20,4 TWh till år 2050. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför alla energieffektiviseringsåtgärder som bedöms rimligt att kunna nå kommer småhusens nettovärmebehov att vara ca 29,0 TWh år 2050 (varav 25,9 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den rimligt genomförbara potentialen för solenergiproduktion uttryckt i nettovärme har beräknats till 12,9 TWh år 2050. Teoretiskt innebär det att behovet av nettovärme i de svenska småhusen år 2050 kommer att vara 13,0 TWh. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i nettovärme till år 2050:

- Solceller och solpaneler 12,9 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,9 TWh
- Varmvattenåtgärder 5,4 TWh
- Fönsteråtgärder 2,9 TWh
- Vindsisolering 2,6 TWh
- Dörråtgärder 0,6 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på nettovärmebehovet.

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med drygt 2,5 TWh till år 2040, från 46,3 TWh till totalt 48,8 TWh.

Den totala bedömda rimliga potentialen i svenska småhus, uttryckt i nettovärme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 18,0 TWh till år 2040. Småhusens energiproduktion i scenariot rimligt genomförande har beräknats till 12,4 TWh till år 2040.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför de energieffektiviseringsåtgärder som i detta scenario bedöms vara rimligt, och produktionen av nya småhus sker enligt den nämnda prognosen kommer småhusens nettovärmebehov vara ca 30,8 TWh år 2040 (28,3 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Teoretiskt innebär det att behovet av nettovärme i de svenska småhusen år 2040 kommer att vara 18,4 TWh i detta scenario. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan

hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i nettovärme till år 2040:

- Solceller och solpaneler 12,4 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,5 TWh
- Varmvattenåtgärder 5,2 TWh
- Vindsisolering 1,8 TWh
- Fönsteråtgärder 2,0 TWh
- Dörråtgärder 0,4 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på nettovärmebehovet.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med knappt 1,8 TWh till år 2040, från 46,3 TWh till totalt 48,1 TWh.

Den potential i svenska småhus som har bedömts vara rimlig i detta scenario, uttryckt i nettovärme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 11,4 TWh till år 2030. Den energiproduktion som har bedömts vara rimlig är 8,1 TWh till år 2030.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför de energieffektiviseringsåtgärder som i detta scenario har bedömts vara rimligt kommer småhusens nettovärmebehov att vara ca 36,7 TWh år 2030 (34,9 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016). Om alla småhusägare också genomför alla tekniskt möjliga **och** lönsamma åtgärder för solelproduktion nås här teoretiskt ett läge där småhusens nettoenergibehov är 28,6 TWh. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemeffekter.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i nettovärme till år 2030:

- Solceller, solpaneler 8,1 TWh
- Styr/regleråtgärder 5,5 TWh
- Varmvattenåtgärder 3,4 TWh
- Fönsteråtgärder 1,2 TWh
- Vindsisolering 1,0 TWh
- Dörråtgärder 0,3 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Konverteringsåtgärder och energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på nettovärmebehovet.

6.4.2 Rimligt genomförande - Köpt värme

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att alla småhusägare genomför alla åtgärder som är tekniskt möjliga. Behovet av köpt värme för det befintliga småhusbeståndet är drygt 39,3 TWh/år.

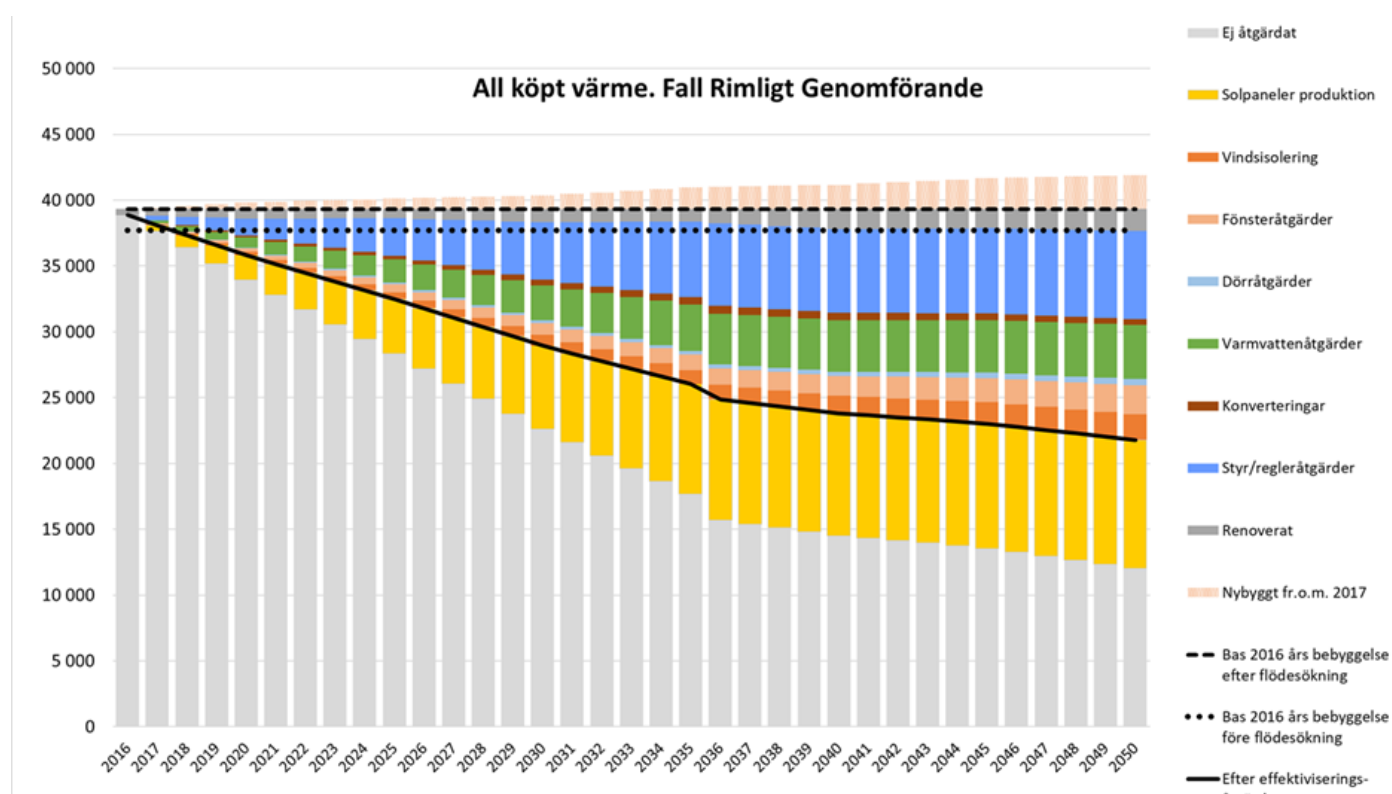


Diagram 9: Simuleringsresultat för köpt värme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Rimligt genomförande.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn öka med cirka 3,1 TWh till år 2050, från 39,3 TWh till totalt 42,4 TWh.

Den potentialen i svenska småhus i scenariot Rimligt genomförande, uttryckt i behov av köpt värme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 15,9 TWh till år 2050. Den energiproduktion som bedömts rimlig i småhusen är 9,8 TWh till år 2050.

Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför alla energieffektiviseringsåtgärder som här har bedömts rimligt, och att nybyggnad sker enligt den nämnda prognosen, kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 26,5 TWh år 2050 (varav 23,4 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016). Om även den potential för solenergiproduktion som bedömts rimlig, 9,8 TWh, realiseras till år 2050, blir det teoretiska behovet av köpt värme i småhusbeståndet vara 16,7 TWh år 2050. Dock är som nämnts ovan potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörsmässiga potential i behov av köpt värme till år 2050:

- Solceller och solpaneler 9,8 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,7 TWh
- Varmvattenåtgärder 4,1 TWh

- Fönsteråtgärder 2,2 TWh
- Vindsisolering 1,9 TWh
- Dörråtgärder 0,5 TWh
- Konvertering 0,5 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på behovet av köpt värme.

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 2,5 TWh till år 2040, från 39,3 TWh till totalt 41,8 TWh.

Den potential som i detta scenario har bedömts rimlig i svenska småhus, uttryckt i behov av köpt värme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 14,0 TWh till år 2040. Det innebär att energieffektiviseringsåtgärderna genomförs i den utsträckningen, samt produktionen av nya småhus sker enligt den nämnda prognosen, kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 27,8 TWh år 2040 (25,3 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den potential som bedömts som rimlig för småhusens solenergiproduktion, uttryckt i köpt värme, har beräknats till 9,3 TWh år 2040. Teoretiskt innebär det således att småhusens behov av köpt värme år 2040 kommer att vara 18,5 TWh. Denna bedömning är dock helt utan hänsyn till effektbehov och andra energisystemaspekter.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2040:

- Solceller och solpaneler 9,3 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,4 TWh
- Varmvattenåtgärder 3,9 TWh
- Fönsteråtgärder 1,5 TWh
- Vindsisolering 1,3 TWh
- Konverteringar 0,6 TWh
- Dörråtgärder 0,3 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på behovet av köpt värme.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 1,8 TWh till år 2030, från 39,3 TWh till totalt 41,1 TWh.

Den totala potentialen i svenska småhus i scenariot Rimligt genomförande, uttryckt i köpt värme, för de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna beräknas till 9,4 TWh till år 2030. Det innebär att om alla svenska småhusägare genomför åtgärderna i den grad som bedömts rimlig kommer småhusens behov av köpt värme att vara ca 31,7 TWh år 2030 (29,9 TWh i det småhusbestånd som fanns år 2016).

Den potential som bedömts som rimlig för solenergiproduktion i småhusen är 6,4 TWh år 2030. Om småhusägarna också genomför dessa åtgärder nås här teoretiskt ett läge där småhusens behov av köpt värme är 25,3 TWh. Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till hur den matchar med småhusens verkliga effektbehov.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2030:

- Solceller och solpaneler 6,4TWh
- Styr/regleråtgärder 4,4 TWh
- Varmvattenåtgärder 2,7 TWh
- Fönsteråtgärder 0,9 TWh
- Vindsisolering 0,8 TWh
- Konvertering 0,4 TWh
- Dörråtgärder 0,2 TWh

Fasadisolering och ventilationsåtgärder är tekniskt möjliga men inte lönsamma. Energieffektiva vitvaror har inte någon påverkan på behovet av köpt värme.

6.4.3 Rimligt genomförande - El för hushållsel och fastighetsel

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att en bedömning av vad som kan var rimligt att uppnå. Utgångspunkten är i princip de bedömningar som har gjorts i scenariot Ingenjörspotential med en minskning av genomförandegraden för att ta hänsyn till transaktionskostnader och andra hinder som gör att energieffektiviseringspotentialen i praktiken minskar.

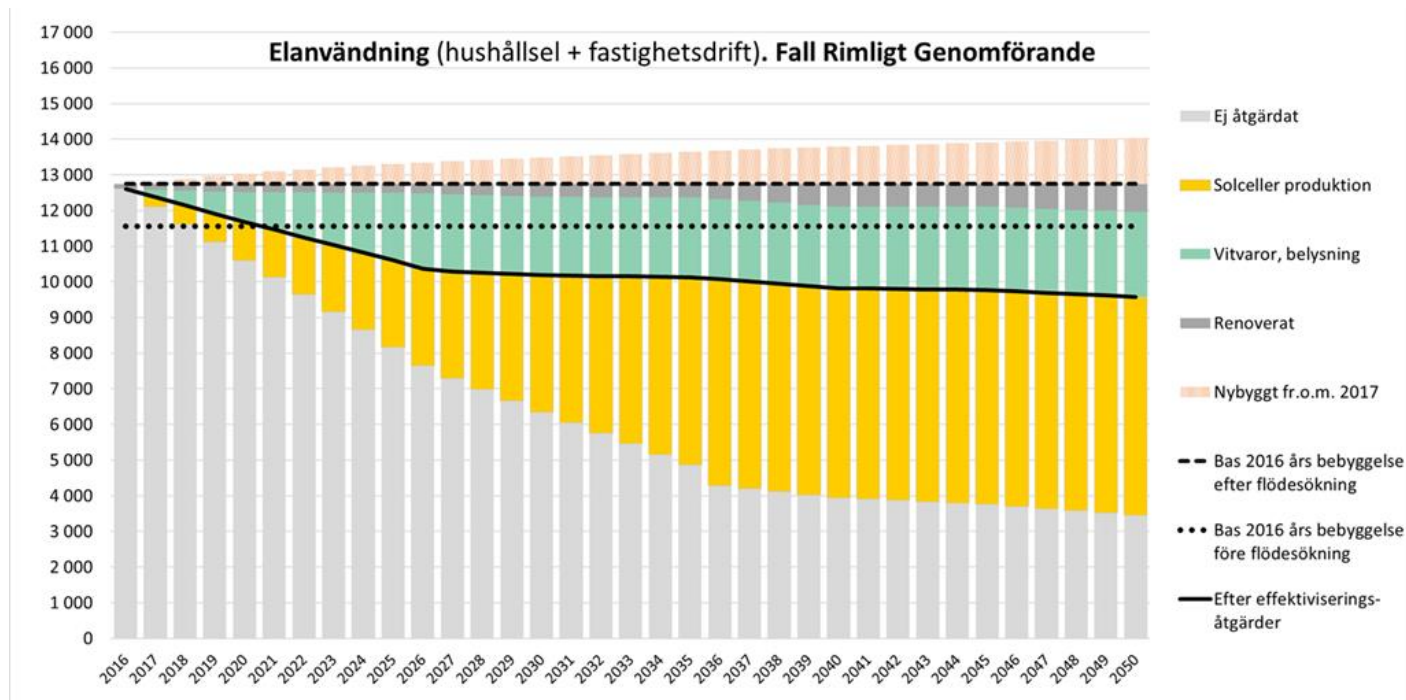


Diagram 10: Simuleringsresultat för elanvändning (hushållsel och fastighetsel) från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Rimligt genomförande.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med cirka 1,3 TWh till år 2050, från 12,8 TWh⁴³ till totalt 14,1 TWh.

De enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (energieffektivisering) och solexproduktion. Den energieffektiviseringspotential som bedömts rimlig i svenska småhus (behov av el för hushållsel och fastighetsel) beräknas till 2,4 TWh år 2050. Småhusens beräknade solexproduktion uppgår till 6,1 TWh år 2050.

Om alla svenska småhusägare genomför dessa två åtgärder kommer småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) teoretiskt vara 5,6 TWh år 2050. Den möjliga elproduktionen är dock på årsbasis, ingen hänsyn har tagits till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande rimliga potential i el till år 2050:

- Solceller 6,1 TWh
- Vitvaror och belysning 2,4 TWh

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med 1,0 TWh till år 2040, från 12,8 TWh⁴⁴ till totalt 13,8 TWh. Notera att de simulerade ventilationsåtgärderna minskar värmebehovet men ökar elbehovet.

Som nämnts ovan är de enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan på elanvändningen (behov av el för hushållsel och fastighetsel) i detta scenario är vitvaror och belysning (energieffektivisering) och solexproduktion. Energieffektiviseringspotentialen för vitvaror och belysning har beräknats till beräknas till 2,3 TWh till år 2040. Småhusens bedömt rimlig solexproduktion är 5,9 TWh år 2040.

Om dessa två åtgärder genomförs kommer småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) att vara cirka 5,6 TWh år 2040. Den möjliga elproduktionen är beräknad dock på årsbasis, utan hänsyn till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i el för hushållsel och fastighetsel till år 2040:

- Solceller, solpaneler 5,6 TWh
- Vitvaror och belysning 2,3 TWh

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 0,7 TWh till år 2030 från 12,8

⁴³ Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

⁴⁴ Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

TWh till totalt 13,5 TWh. Notera att de simulerade ventilationsåtgärderna minskar värmebehovet men ökar elbehovet.

Som nämnts ovan är de enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är vitvaror och belysning (energieffektivisering) och solelproduktion. Den energieffektiviseringspotential som bedömts vara rimlig i svenska småhus (el för hushållsel och fastighetsel) beräknas till 2,2 TWh till år 2030. Småhusens bedömt rimliga solelproduktion är 3,8 TWh år 2030.

Om dessa två åtgärder genomförs i enlighet med detta scenario beräknas småhusens elbehov (för hushållsel och fastighetsel) att vara ca 7,2 TWh år 2030.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande ingenjörspotential i el för hushållsel och fastighetsel till år 2030:

- Solceller 3,8 TWh
- Vitvaror och belysning 2,2 TWh

6.5 Resultat för scenariot halverad energianvändning

I detta scenario är målet att nå en halvering av energianvändningen. Detta kan ske på en rad sätt genom olika val av åtgärder. Här har de åtgärder som beräknas vara bäst ur ett lönsamhetsperspektiv valts.

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att åtgärder har valts för att nå en halvering av energianvändningen i ett typhus. Detta har sedan skalats upp till hela småhusbebyggelsen. De åtgärder som har valts i detta scenario är solenergi, styr- och regleråtgärder, vindsisolering och fönsteråtgärder.

6.5.1 Halverad energianvändning - Nettovärme

Den simulering som har gjorts i detta scenario innebär att en halvering av energianvändningen ska nås med hjälp av solenergi, styr- och regleråtgärder, vindsisolering samt fönsteråtgärder.

Behovet av nettovärme för det idag befintliga småhusbeståndet är knappt 46,3 TWh/år, till detta kommer ca 3,1 TWh nettovärmebehov för de nybyggda hus som tillkommer under perioden fram till år 205, således totalt ca 49,4 TWh.

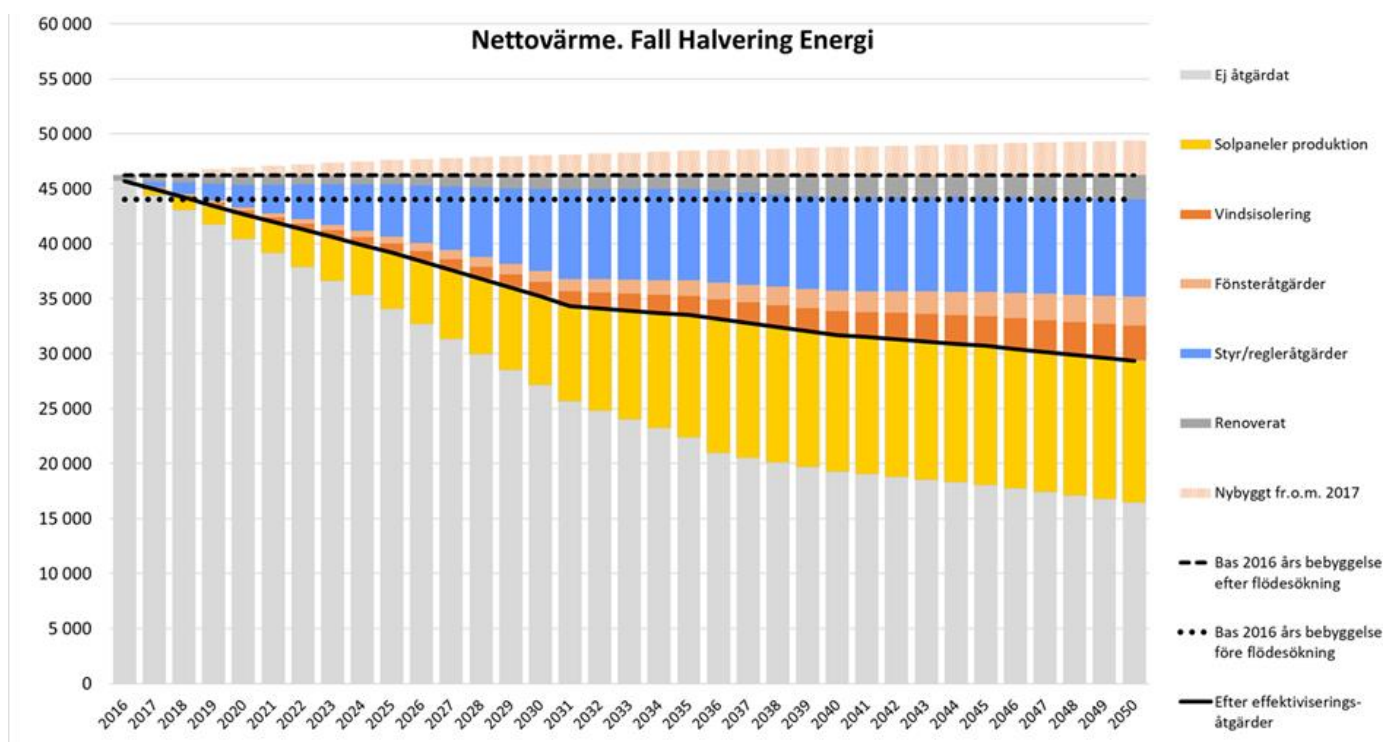


Diagram 11: Simuleringsresultat för nettovärme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Halverad energianvändning.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn öka med drygt 3,1 TWh till år 2050, från 46,3 TWh till totalt 49,4 TWh.

I halveringsscenarioet kan 14,7 TWh minskat behov av nettovärme nås med de tre energieffektiviseringsåtgärderna styr- och regleråtgärder, vindsisolering och fönsteråtgärder till år 2050. Småhusens bedömda solenergiproduktion under samma period är 12,9 TWh. Sammanlagt blir det 27,6 TWh, vilket motsvarar 56 procent av det nettovärmebehov som dagens småhus och de prognosticerade tillkommande småhusen har.

Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande potential i nettovärme till år 2050:

- Solceller och solpaneler 12,9 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,9 TWh
- Vindsisolering 3,2 TWh
- Fönsteråtgärder 2,6 TWh

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019)

beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med drygt 2,5 TWh till år 2040, från 46,3 TWh till totalt 48,8 TWh.

I halveringsscenarioet kan 12,5 TWh minskat behov av nettovärme nås med de tre energieffektiviseringsåtgärderna styr- och regleråtgärder, vindsisolering och fönsteråtgärder till år 2040. Småhusens bedömda solenergiproduktion under samma period är 12,4 TWh. Sammanlagt blir det 24,9 TWh, vilket motsvarar 51 procent av det nettovärmebehov som dagens småhus och de prognosticerade tillkommande småhusen har.

Liksom ovan är den bedömda solenergipotentialen beräknad utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemtekniska aspekter.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande potential i nettovärme till år 2040:

- Solceller och solpaneler 12,4 TWh
- Styr/regleråtgärder 8,5 TWh
- Vindsisolering 2,2 TWh
- Fönsteråtgärder 1,8 TWh

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas nettovärmebehovet i småhussektorn att öka med knappt 1,8 TWh till år 2040, från 46,3 TWh till totalt 48,1 TWh.

I halveringsscenarioet kan 9,7 TWh minskat behov av nettovärme nås med de tre energieffektiviseringsåtgärderna styr- och regleråtgärder, vindsisolering och fönsteråtgärder till år 2030. Småhusens bedömda solenergiproduktion under samma period är 8,1 TWh. Sammanlagt blir det 17,8 TWh, vilket motsvarar 37 procent av det nettovärmebehov som dagens småhus och de prognosticerade tillkommande småhusen har.

Potentialen för energiproduktion är beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemeffekter.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande potential i nettovärme till år 2030:

- Solceller, solpaneler 8,1 TWh
- Styr/regleråtgärder 7,4 TWh
- Vindsisolering 1,3 TWh
- Fönsteråtgärder 1,0 TWh

6.5.2 Halverad energianvändning - Köpt värme

Behovet av köpt värme för det befintliga småhusbeståndet är drygt 39,3 TWh/år.

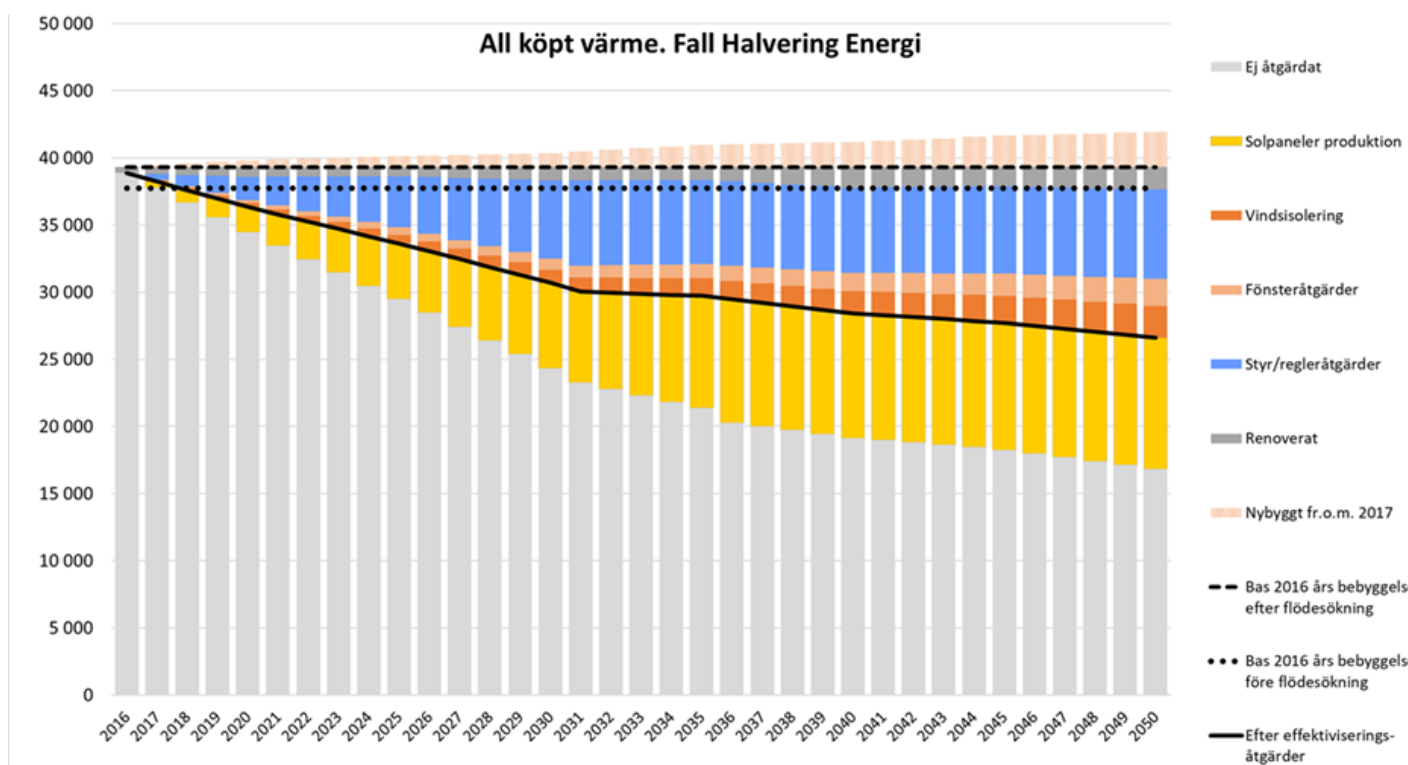


Diagram 12: Simuleringsresultat för köpt värme från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Halverad energianvändning.

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn öka med cirka 2,6 TWh till år 2050, från 39,3 TWh till totalt 41,9 TWh.

I halveringsscenarioet kan 12,7 TWh minskat behov av köpt värme nås med de tre energieffektiviseringsåtgärderna styr- och regleråtgärder, vindsisolering och fönsteråtgärder till år 2050. Småhusens bedömda solenergiproduktion under samma period är 9,8 TWh. Sammanlagt blir det 22,5 TWh, vilket motsvarar 54 procent av det behov av köpt värme som dagens småhus och de prognosticerade tillkommande småhusen har.

Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande potential i behov av köpt värme till år 2050:

- Solceller och solpaneler 9,8 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,7 TWh
- Vindsisolering 2,4 TWh
- Fönsteråtgärder 2,0 TWh

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019)

beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 1,8 TWh till år 2040, från 39,3 TWh till totalt 41,8 TWh.

I halveringsscenarioet kan 10,9 TWh minskat behov av köpt värme nås med de tre energieffektiviseringsåtgärderna styr- och regleråtgärder, vindsisolering och fönsteråtgärder till år 2040. Småhusens bedömda solenergiproduktion under samma period är 9,3 TWh. Sammanlagt blir det 20,2 TWh, vilket motsvarar 49 procent av det behov av köpt värme som dagens småhus och de prognosticerade tillkommande småhusen har.

Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2040:

- Solceller och solpaneler 9,3 TWh
- Styr/regleråtgärder 6,4 TWh
- Fönsteråtgärder 1,4 TWh
- Vindsisolering 1,6 TWh

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 1,0 TWh till år 2030, från 39,3 TWh till totalt 40,3 TWh.

I halveringsscenarioet kan 8.6 TWh minskat behov av köpt värme nås med de tre energieffektiviseringsåtgärderna styr- och regleråtgärder, vindsisolering och fönsteråtgärder till år 2030. Småhusens bedömda solenergiproduktion under samma period är 6,4 TWh. Sammanlagt blir det 15,0 TWh, vilket motsvarar 37 procent av det behov av köpt värme som dagens småhus och de prognosticerade tillkommande småhusen har.

Som nämnts ovan är potentialen för energiproduktion beräknad på årsbasis, utan hänsyn till småhusens verkliga effektbehov eller andra energisystemaspekter. Denna studie inkluderar inga effektanalyser eller analyser ur systemperspektiv.

De i HEFTIG simulerade åtgärderna bedöms i fallande skala ha följande tekniska potential i behov av köpt värme till år 2030:

- Solceller och solpaneler 6,4TWh
- Styr/regleråtgärder 5,8 TWh
- Fönsteråtgärder 0,8 TWh
- Vindsisolering 1,0 TWh

6.5.3 Halverad energianvändning - El för hushållsel och fastighetsel

I detta scenario har endast en åtgärd inverkan, det är solenergi.

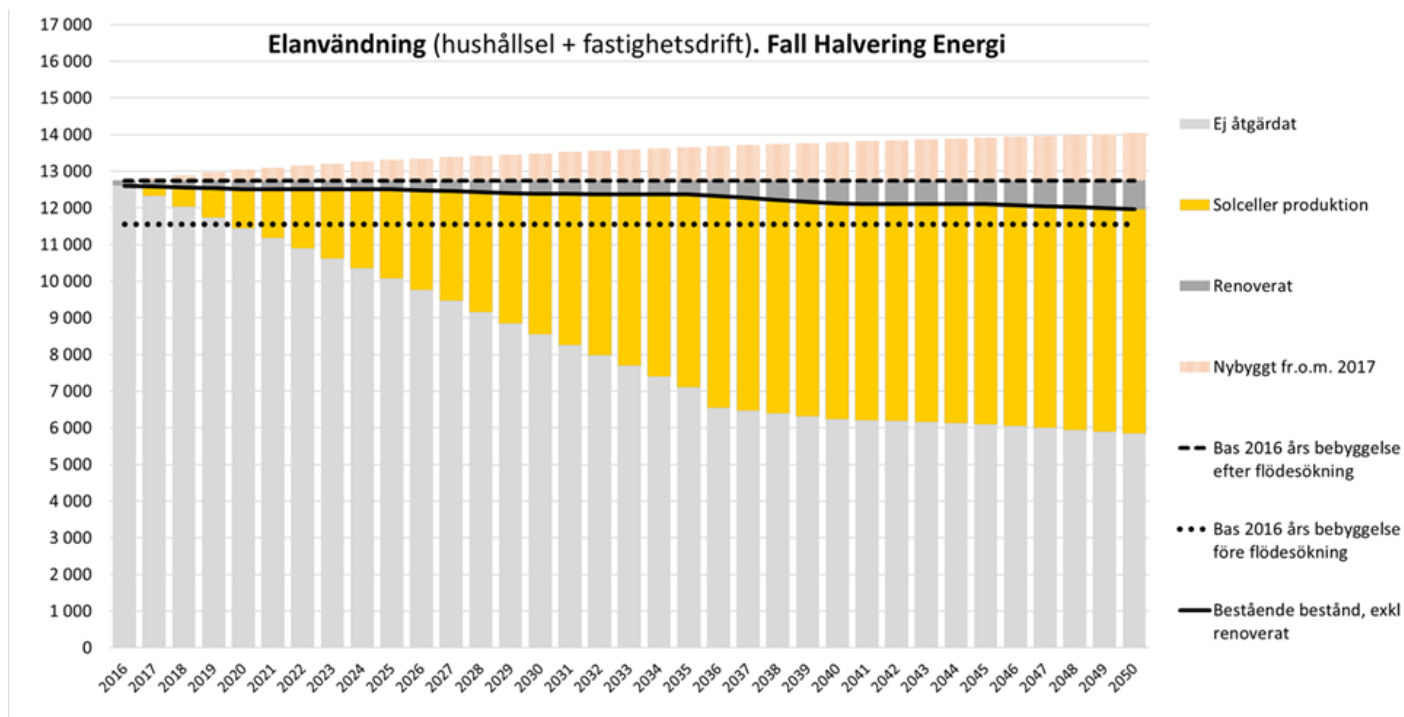


Diagram 13: Simuleringsresultat för elanvändning (hushållsel och fastighetsel) från HEFTIG för det svenska småhusbeståndet i scenariot Halverad energianvändning.

Potentialbedömning till år 2050

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med cirka 1,3 TWh till år 2050, från 12,8 TWh⁴⁵ till totalt 14,1 TWh.

Den enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är solexproduktion. Den beräknas till 6,1 TWh år 2050. Denna beräkning är gjord på årsbasis, utan hänsyn till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter. Om solenergiproduktion implementeras i enlighet med scenariot motsvarar det 44 procent av småhusens elbehov (hushållsel och fastighetsel).

Potentialbedömning till år 2040

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av el för hushållsel och fastighetsel i småhussektorn öka med 1,0 TWh till år 2040, från, 12,8 TWh⁴⁶ till totalt 13,8 TWh. Notera att de simulerade ventilationsåtgärderna minskar värmebehovet men ökar elbehovet.

Den enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är solexproduktion. Den beräknas till 5,9 TWh år 2040. Beräkningen är gjord på årsbasis, utan hänsyn till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter. Om solenergiproduktion implementeras i enlighet med scenariot motsvarar det 43 procent av småhusens elbehov (hushållsel och fastighetsel).

⁴⁵ Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

⁴⁶ Efter justerat nuläge med hänsyn till uppgradering av småhusens ventilation till normenliga flöden.

Potentialbedömning till år 2030

Om ingen energieffektivisering genomförs i det befintliga småhusbeståndet och nya småhus kommer till i enlighet med Energimyndighetens bedömningar enligt senaste långtidsscenario (LP2019) beräknas behovet av köpt värme i småhussektorn att öka med drygt 0,7 TWh till år 2030 från 12,8 TWh till totalt 13,5 TWh. Notera att de simulerade ventilationsåtgärderna minskar värmebehovet men ökar elbehovet.

Den enda av de simulerade åtgärderna som har inverkan i detta scenario är solelproduktion. Den beräknas till 3,8 TWh år 2030 (beräknat är gjord på årsbasis, utan hänsyn till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter). Om solenergiproduktion implementeras i enlighet med scenariot motsvarar det 28 procent av småhusens elbehov (hushållsel och fastighetsel).

7 Diskussion

Resultatet av den här förstudien visar att den lönsamma potentialen för energieffektivisering i småhus är mycket stor, och att det går att halvera energianvändningen i småhussektorn med lönsamma åtgärder. Resultaten visar också att det är lättare att minska värmeanvändningen än elanvändningen.

Vidare visar de genomförda simuleringarna att det teoretiskt är möjligt att nå ett nollenergiläge sett över den totala småhussektorn redan om drygt tio år om både alla de simulerade energieffektiviseringsåtgärderna genomförs och att alla tillgängliga areor för solenergiproduktion utnyttjas. Men, som har påpekats på många ställen i denna rapport, så är simuleringen av solenergiproduktionen beräknad på årsbasis, utan hänsyn till när elanvändningen sker i praktiken eller andra energisystemaspekter. För att bedöma hur stor del av solenergiproduktionen som i praktiken kan utnyttjas krävs en ordentlig energisystemanalys.

Simuleringen av solelproduktionen visar att produktionen överskrider småhusens elbehov om maxkapaciteten installeras. Detta öppnar upp för en möjlighet att föra över delar av denna produktion till andra sektorer med stora elbehov. För att möjliggöra detta krävs en utveckling av tekniska system och framförallt av juridiska ramverk kring småskalig elproduktion.

Trots att en så stor energieffektiviseringspotential är lönsam blir endast en liten del av åtgärderna realiserade, det visar flera studier. De flesta energieffektiviseringsåtgärder som realiseras i småhussektorn sker strax efter det att man har köpt sitt småhus respektive i samband med förändringar i familjesituationer. Det gäller att hitta vägar att stimulera småhusägarna att vidta fler åtgärder, att det sker vid fler tillfällen samt att småhusägarna väljer bästa tillgängliga teknik när de ska renovera eller byta ut installationer.

Om vi vill se en storskalig energieffektivisering i småhussektorn behövs det åtgärder och styrmedel för att stimulera småhusägarna. Solenergi kan också behöva ytterligare stimulans, även om solenergiinstallationer verkar ha ett större momentum än energieffektivisering i småhussektorn. Åtgärder och styrmedel som kan vara intressanta för att öka genomförandet av den lönsamma energieffektiviseringspotentialen är t.ex. att energirelatera ROT-bidragen, klimatkliv för småhusägare, att kombinera radonbidrag med krav på energieffektiv ventilation, innovativa skattesystem som t.ex. bonus/malus, förstärkt energi- och klimatrådgivning, studiecirklar för nya småhusägare och kampanjer från Energimyndigheten och Boverket.

8 Referenser

Andreas Thörnblad, Fläkt Group Sweden

Energikalkylen, Energimyndigheten. <http://energikalkylen.energimyndigheten.se/sv/smahus/>

Energimyndighetens test av FTX-aggregat:

<http://www.energimyndigheten.se/tester/jamforelsesida/?productTypeVersionId=69&comparisonProducts=412,413,414,415,416,417,418,419>

Energi- och Klimatrådgivningen, Faktablad FTX, <https://energiradgivningen.se/smahus/ventilation>

Energi- och Klimatrådgivningen, Faktablad Hushållsel, <https://energiradgivningen.se/smahus/el-i-hemmet>

Energi- och Klimatrådgivningen, Faktablad Fönster, <https://energiradgivningen.se/smahus/fonster>

ES 2012:04 Energistatistik för småhus 2011

Heier, Bergdahl, Börjesson; ”Paketrenovering i småhus med BELOK Totalmetodik”, December 2014

Krushna Mahapatra, Linnéuniversitetet

Ola Larsson, WSP

Ruud; ”BeSmå – Förstudie styrning, mätning och visualisering” November 2015

<http://energieffektivasmahus.se/wp-content/uploads/2018/01/Rapport-f%C3%B6rstudie-Styrning-m%C3%A4tning-och-visualisering.pdf>

SCB, 2018. Antal färdigställda lägenheter i flerbostadshus resp. småhus. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/bostadsbyggande-och-ombyggnad/nybyggnad-av-bostader/pong/tabell-och-diagram/antal-fardigstallda-lagenheter-i-flerbostadshus-resp.-smahus/>

Sven-Ove Östberg, Svenska fönster

Vi i Villa; ”Reglerutrustning för villavärme sparar tusenlappar” Mars 2004

<https://www.viivilla.se/energi/spartips/reglerutrustning-for-villavarme-sparar-tusenlappar/>

Wahlström, Persson, Glader, Westerbjörk, Göransson, ”Fallstudier till HEFTIG” Mars 2016

WillisTowersWatson, <http://www.doldafel.se/teknisk-medellivslangd/>

www.bygghemma.se

www.swedoor.se

www.nibe.eu/sv-se

www.indol.se

www.metrotherm.se