



Nyttiggörande av sol i småhus



Nyttiggörande av solet i småhus

Fältstudie av andel lokalt producerad el från solceller som kan nyttjas inom systemgränsen i Boverkets byggregler

Svein Ruud, Jon Persson, Elin Wallin, Hanna Askemar
RISE Energi och Resurser



Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

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

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

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

Projektet har letts av RISE Research Institutes of Sweden, avdelningen för Energi och resurser, och har genomförts i samverkan med värmepumstillverkaren Nibe, branschorganisationen TMF Trä och Möbelföretagen, samt de trähustillverkande företagen Anebyhus, Götenehus, OBOS Sverige, Åsbo Hus, Älvsbyhus, VårgårdaHus och Fiskarhedenvillan.

Borås, 3 november 2023

Sammanfattning

Det blir allt vanligare att hustillverkare erbjuder installation av solceller på nybyggda småhus. En bidragande orsak är att vid beräkning av husets energiprestanda får enligt Boverkets byggregler (BBR) husets energianvändning reduceras den solel som "momentant" kan nyttjas innanför systemgränsen i BBR. Det har dock saknats mätdata och beräkningsunderlag för hur stor andel av el från solceller som vid olika förutsättningar kan nyttiggöras innanför systemgränsen. Vid en beräkning inför en bygganmälan har det därför vanligen använts ganska grova och inte för optimistiska schabloner, detta för att inte överskatta solcellernas bidrag.

I detta projekt har RISE i samarbete med Nibe, TMF och sju småhustillverkare utrustat åtta småhus med ett antal extra el-undermätare för att i detalj studera hur elanvändning, solelproduktion och nyttjandegrad innanför Boverkets systemgräns varierat under ett år. Husen har varit av olika storlek, placerade i olika delar av landet, haft en variation i storlek på solelanläggningarna och har även varit utrustade med olika typer av värmepumpar och ventilationssystem.

Resultaten för de studerade husen visar att de schabloner som har använts i beräkningsprogrammet TMF Energi i de flesta fallen kraftigt har underskattat hur stor andel av den totalt producerade solelen som kan nyttiggöras innanför systemgränsen i BBR. Det innebär att en solcellsinstallation bidrar i större utsträckning till att förbättra energiprestandan hos ett småhus än vad som tidigare antagits och i många fall har räknats med. Detta innebär sannolikt ett ökat intresse för att vilja utrusta framför allt nybyggda småhus med solceller. Förbättrad energiprestanda genom installation av solceller kan vara ett sätt att klara ytterligare skärpningar av dagens energikrav men också ett sätt att redan idag få en bättre energiklassning och därigenom bättre lånevillkor genom "gröna lån".

För att underlätta uppföljningen av energiprestandan i ett småhus är det viktigt att el-undermätare installeras på ett genomtänkt sätt, annars kan det krävas ett relativt avancerat mätinsamlingssystem. Men vid en genomtänkt installation/placeringen av el-undermätarna krävs det inte fler elmätare än idag. En slutsats från projektet är att det enklaste och mest korrekta sättet att bestämma byggnadens energianvändning enligt BBR är att placera solelproduktionen och dess el-undermätare innanför systemgränsen, samt att med en andra el-undermätare som mäter allt innanför systemgränsen, BBR-mätaren, endast mäta mängden el som går in i systemgränsen. Det räcker då att avläsa BBR-mätaren en gång per år, vilket då kan göras manuellt, men månadsvis och helst automatisk avläsning är att rekommendera. För att på ett enkelt och korrekt sätt även bestämma solelens nyttiggörande innanför systemgränsen behöver BBR-mätaren också separat kunna mäta mängden el som går ut ur systemgränsen.

I projektet har det också tagit fram ett förslag till nya förbättrade schabloner vilka kan användas i ett projekteringsskede för att beräkna hur stor del av solelproduktionen som kan nyttjas innanför Boverkets systemgräns. Dessa schabloner bör också kunna användas i samband med energideklarationer i de fall då nödvändiga mätdata saknas.

Nyckelord: Solceller, solelproduktion, byggregler, systemgräns, nyttjandegrad, energiprestanda

Summary

It is becoming more and more common to install solar PV-panels on newly built single-family houses. One reason is that when calculating the house's energy performance, the solar electricity production that directly can be used within the system boundary given in the building regulation is credited. However, there has been a lack of measurement data and calculation basis for what proportion of electricity from solar PV-panels that can be utilized within the system boundary under different conditions. Therefore, when calculating the energy performance of buildings, rather rough and not too optimistic templates have been used, this in order not to overestimate the contribution of the solar PV-panels.

In this project eight single-family houses have been equipped with several extra electricity sub-meters to study in detail how electricity use, solar electricity production and utilization within the system boundary varied over the course of a year. The houses were situated in different parts of Sweden, had different sizes, had a variation in the size of the solar PV-installations and were equipped with different types of heat pumps and ventilation systems.

The results for the houses studied show that the templates that have been used in a commonly used calculation program have in most cases greatly underestimated how much of the solar electricity produced that can be utilized within the system boundary. This means that the installation of solar PV-panels contributes to a greater extent to improve the energy performance of a single-family house than previously assumed. This probably also means that in the future newly built single-family houses to a greater extent will be equipped with solar PV-panels. Improved energy performance through the installation of solar PV-panels can be a way to cope with further increased energy requirements, but also a way to get a better energy classification today and thereby better loan terms through "green loans".

To facilitate the monitoring of the energy performance in a single-family house, it is important where electricity sub-meters are installed, otherwise a relatively advanced measurement system may be required. But with a smart installation only one electricity sub-meter is needed. On conclusion from the project is that the easiest and most accurate way to determine the building's energy use according to the building regulations is to place the solar production and it's sub-meter inside the system boundary and having a second sub-meter that only measures the amount of electricity that enters the system boundary. It is then sufficient to read the value of the sub-meter once a year, which can be done manually, but monthly and preferably automatic reading is recommended. To also determine the utilization of the solar energy within the system boundary, the second sub-meter also needs to be able to separately measure the amount of electricity that goes out of the system boundary.

The project has also presented a proposal for new improved templates for the calculation of how much of the solar electricity production that can be used within the system boundary. These templates should also be possible to use in connection with energy declarations in cases where necessary measurement data is missing.

Keywords: Solar panels, solar electricity production, building regulations, system boundary, degree of utilization, energy performance

INNEHÅLL

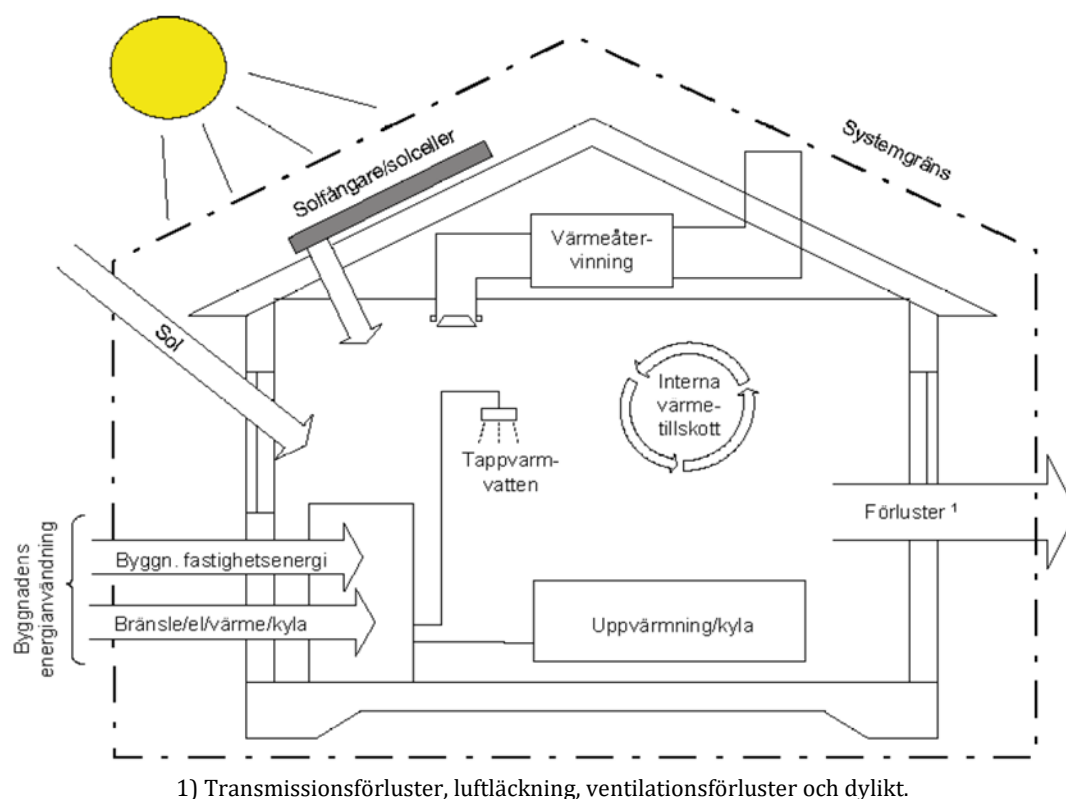
1	INLEDNING OCH BAKGRUND	7
1.1	BAKGRUND	7
1.2	SYFTE OCH MÅL	10
1.3	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	10
2	GENOMFÖRANDE	11
3	RESULTAT	13
3.1	TYPISKA DYGNSPROFILER, EGENANVÄNDNING OCH SJÄLVFÖRSÖRJNING	13
3.2	NYTTIGGJORD SOLEL INNANFÖR BOVERKETS SYSTEMGRÄNS I BBR	15
3.3	NYTTIGGJORD SOLEL MED HELA BYGGNADEN SOM SYSTEMGRÄNS	17
3.4	JÄMFÖRELSE MED SCHABLONBERÄKNINGAR I TMF ENERGI	19
4	DISKUSSION	20
5	SLUTSATSER	22
6	REFERENSER	23
	BILAGA A – TABELLER SYSTEMGRÄNS BBR	24
	BILAGA B – TABELLER SYSTEMGRÄNS FASTIGHET	28
	BILAGA C – UNDERLAG SCHABLONBERÄKNINGAR	32

1 Inledning och bakgrund

1.1 Bakgrund

Som en följd av EU:s direktiv för byggnaders energiprestanda [1] har energikraven i Boverkets byggregler (BBR) [2] skärpts succesivt sedan 2007. Användningen av solceller har fram tills nyligen varit relativt ovanligt i nybyggda småhus. I och med de senaste skärpningarna av energikraven som Boverket införde i BBR 29 den 1 juli 2020 så blir solceller ett allt intressantare komplement till andra lösningar för att klara energikraven.

Sedan 2007 definieras byggnadens energianvändning i BBR som den energi som vid normalt brukande under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Systemgränsen i BBR illustreras i figur 1 nedan. Viktigt att känna till och som inte tydligt framgår i figur 1 är att hushållsel inte ingår i byggnadens energianvändning.



Figur 1. Systemgräns för en byggnads energianvändning enligt Boverkets byggregler (BBR).

I fastighetsenergin ingår fast belysning i allmänna utrymmen och driftsutrymmen. Dessutom ingår energi som används i värmekablar, pumpar, fläktar, motorer, styr- och övervakningsutrustning och dylikt. Även externt lokalt placerad apparat som försörjer byggnaden, exempelvis pumpar och fläktar

för frikyla, inräknas. Apparater avsedda för annan användning än för byggnaden, exempelvis motor- och kupévärmare för fordon, batteriladdare för extern användare, belysning i trädgård och på gångstråk inräknas inte. Inte heller el till garage och andra byggnader på fastigheten ingår.

I BBR finns också krav på att byggnadens energianvändning kontinuerligt ska kunna följas upp genom ett mätsystem som ska kunna avläsas så att byggnadens energianvändning för önskad tidsperiod kan fastställas. Sedan 2007 har därför de flesta nybyggda småhus utrustats med en separat el- undermätare, *BBR-mätare*, för mätning av de el-laster, *BBR-laster*, som ingår i Boverkets systemgräns.

Sedan länge finns det en skrivelse i BBR om att "Energi från sol, vind, mark, luft eller vatten som alstras i byggnaden eller på dess tomt och används till byggnadens uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetsenergi räknas inte med i byggnadens energianvändning." I Boverkets föreskrifter och allmänna råd om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och under ett normalår (BEN) [3] står vidare att "Byggnadens energianvändning ska reduceras med energi från sol, vind, mark, luft eller vatten som alstras i byggnaden eller på dess tomt och som används till byggnadens uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi." När det gäller tappvarmvatten står det vidare att "Det standardiserade värdet får reduceras med energi från sol, vind, mark, luft eller vatten som alstras i byggnaden eller på dess tomt i den omfattning energin tillgodogörs för produktion av tappvarmvatten i byggnaden." Detta innebär att byggnadens energianvändning endast får reduceras med den el från solceller som kan nyttjas innanför Boverket systemgräns, d.v.s. el från solceller som används till hushållsel eller levereras ut på elnätet får inte reducera byggnadens energianvändning. Beroende på storleken på solcellsanläggningen och småhusets elbehov innanför systemgränsen kan då andelen av totalt producerad el från solceller som byggnadens energianvändning får reduceras med variera en hel del, normalt i intervallet 5 – 30 %. I fallet att energianvändningen för ett småhus ska verifieras genom mätning kan detta lösas genom installation och loggning av ett par extra elmätare. Men i fallet att andelen nyttiggjord el från solceller inte är uppmätt utan ska beräknas/uppskattas, i ett projekteringsskede eller för en färdigställd byggnad, så saknas i dagens föreskrift BEN anvisningar och schabloner för hur detta ska göras. Detta kan förklaras med att det idag saknas säkra mätvärden och beräkningsunderlag för hur stor andel av el från solceller som vid olika förutsättningar kan nyttiggöras innanför systemgränsen. Orsaken är att antalet solcellsinstallationer i vanliga småhus ännu är väldigt lågt, speciellt vid nybyggnation, och i de fall solceller har installerats så har husen inte utrustats med nödvändiga elmätare för att kunna följa upp nyttiggörandet innanför systemgränsen.

I vissa forskningsprojekt har lågenergihus, exempelvis RISE forskningsvilla, utrustats med både solceller och omfattande mätutrustning. Dessa lågenergihus är dock vanligen bättre isolerade och har oftast även annan speciell teknik installerad, exempelvis batterilager, vilket gör att mätresultaten inte är representativa för vanliga småhus som levereras med solceller idag. Att såväl äldre som nyare småhus med solceller saknar nödvändig mätning och loggning innebär också att en energiexpert har svårt att göra en korrekt bestämning av solcellernas bidrag vid en energideklaration där en verifiering av färdigställd byggnads energianvändning skall göras genom mätning. Vid avsaknad av mätdata saknas det i BEN anvisningar om hur solcellernas bidrag schablonmässigt kan uppskattas. Även vid en beräkning av en byggnads energianvändning, i projekteringsskedet eller för en färdigställd byggnad, saknas det i BEN anvisningar och schabloner för beräkning av solcellernas bidrag.

Enligt BEN ska avancerade dynamiska beräkningsprogram inte behöva användas för enklare byggnader, utan för småhus och flerbostadshus får byggnadens energianvändning fastställas genom energiberäkning med beräkningssteg på högst en månad. Det finns ett antal mer eller mindre avancerade program för att beräkna energianvändning i byggnader enligt BBR och BEN där IDA ICE, VIP Energy, BV2 och TMF Energi bedöms vara de vanligast använda, lite olika beroende på typ av byggnad. Det finns också en hel del program för att beräkna energi producerad av solceller. Dessa är också mer eller mindre avancerade och kan ge allt från ett årsvärde baserat på ort till timvärden baserat på detaljerade klimatdata. Solcellsytta, orientering och lutning behövs oavsett. Kopplingen mellan dessa två olika typer av program och hur mycket som kan hamna innanför Boverkets systemgräns finns dock inte alltid.

I de mest avancerade dynamiska beräkningsprogrammen såsom IDA ICE kan alla energiflöden inklusive bidrag från solceller beräknas med kortare tidssteg än 1 timme (om så önskas). Ett sådant beräkningsprogram är dock väldigt komplext och förutsätter en mycket kunnig och van användare för att nå bra resultat. Men även i det fallet krävs en relativt stor arbetsinsats för ett småhus, där även typhusen vanligen justeras på olika sätt så att varje husprojekt blir mer eller mindre unikt. Många mindre småhustillverkare har inte själva den kompetensen som krävs för att hantera denna typ av program och att lägga ut alla sådana beräkningarna på en konsult blir både orimligt kostsamt och tidskrävande. Varje husprojekt tenderar då till att bli ett mindre forskningsprojekt. Därför används vanligen det enklare Excel-baserade beräkningsprogrammet TMF Energi både av många hustillverkare själva eller av deras externa beräkningskonsulter. Det är ett program som för enklare byggnader som småhus har visat god överensstämmelse både med mätningar och beräkningar med mer avancerade program. Även detta program kan räkna på hur mycket solceller kan bidra med innanför Boverkets systemgräns men det görs då med ganska grovt uppskattade schabloner för olika elförbrukare och angiven årsproduktion från solcellerna som indata.

Ett energideklarerat värde baserat på mätningar är inte ett mätt värde utan ett värde som normaliserats till normalt brukande och ett normalår genom ett antal schablonmässiga beräkningar enligt BEN, men för solceller saknas som tidigare nämnts sådana schabloner. Ett alternativ enligt BEN är då en dynamisk normalisering. Men även detta kräver ett avancerat beräkningsprogram och det krävs i dagsläget även en hel del "handpåläggning" utöver en vanlig energiberäkning. Den vanlige energiexperten har vare sig tillgång till ett sådant program eller kompetens/utbildning för att genomföra en dynamisk normalisering. I ett tidigare avslutat forskningsprojekt, RISE-rapport 2019:68 Verifiering av beräkningsprogram för energieffektiva småhus [4], visades på stora brister i genomförda energideklarationer för de studerade husen och för det hus som hade solceller kunde varken energiexperten eller Boverkets indatablankett till databasen Gripen hantera solcellerna. Inte heller den officiella versionen av VIP Energy kunde vid den tidpunkten hantera solcellerna, utan det krävdes en beta-version av programmet för detta.

Beroende på ovanstående avsaknad av underlag har det i dagens enklare beräkningsprogram och som energiexpert behövt göras relativt grova antaganden om hur stor andel av el från solceller som av olika elförbrukare såsom fläktar, pumpar och kompressorer som kan nyttiggöras innanför systemgränsen. Detta innebär en uppenbar risk att olika program/användare/energiexperter gör olika och ibland helt felaktiga antaganden.

1.2 Syfte och mål

En målsättning med projektet har varit att ge värdefull input till Boverket så att de kan förbättra föreskriften BEN med avseende på hur lokalt producerad el från solceller ska hanteras för småhus, både vid beräkningar enligt kapitel 2 och vid normalisering till normalt brukande under ett normalår enligt kapitel 3.

En målsättning med projektet kan med andra ord sägas ha varit att ge ett förbättrat underlag för att såväl vid en projektering som vid en beräkning för ett färdigställt småhus uppskatta hur stor andel lokalt producerad el från solceller som kan nyttjas inom systemgränsen i Boverkets byggregler vid olika klimat, storlek på solcellsanläggning, olika husstorlek, samt olika värme- och ventilationssystem. Projektet har därigenom syftat till att kunna ge underlag till att förbättra/förfinas beräkningsrutinerna i TMF Energi och andra enklare icke-dynamiska beräkningsprogram som vanligen används för beräkning av energiprestanda i småhus enligt BBR och BEN.

En annan målsättning med projektet har varit att underlätta arbetet för certifierade energiexperter när de skall energideklarera småhus med solceller och där tillgång till mätdata ofta är bristfällig, men också att olika certifierade energiexperter skall bestämma solelproduktionens bidrag till småhusens energiprestanda på ett så likvärdigt sätt som möjligt.

Ett långsiktigt syfte med projektet har också varit att bidra till att de småhus som byggs framöver, genom att installera solceller, på sikt ska bidra till en förnybar elproduktion på nationell nivå som inte är försumbar. En elproduktion på ca 1,2 TWh/år till 2045 är inte orimlig att uppnå i småhus uppförda efter 2020.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Projektet har begränsats till att endast studera nybyggda småhus med någon typ av värmepump som även producerar varmvatten. Detta då mer än 80 % av nybyggda småhus har denna systemlösning och att det endast är i samband med dessa typer av värmepumpar som solcellerna kan antas ge ett signifikant bidrag till att förbättra energiprestandan. Vidare har de studerade ventilationssystemen huvudsakligen varit av typen FX¹ eller FTX². I ett hus fanns en frånluftsmodul (FLM)³ och inte i något hus fanns bara F-ventilation⁴, vilka båda är förhållandevis ovanliga ventilationslösningar i dagens småhus.

Förutom insamling och sammanställning av viss grundläggande data avseende de studerade husens storlek, installerad solcellseffekt, samt typ av värme- och ventilationssystem så har mätningarna begränsats till mätning av elproduktion och elanvändning. Den verkliga användningen av värme- och tappvarmvatten har inte studerats, inte heller har värmepumparnas prestanda beräknats eller temperaturer inomhus och utomhus mätts upp.

¹ Fläktstyrd frånluftventilation med värmeåtervinning av frånluftens värmeinnehåll med hjälp av en frånluftsvärmepump.

² Fläktstyrd från- och tilluftventilation med värmeåtervinning av frånluftens värmeinnehåll till tilluften med en värmeväxlare.

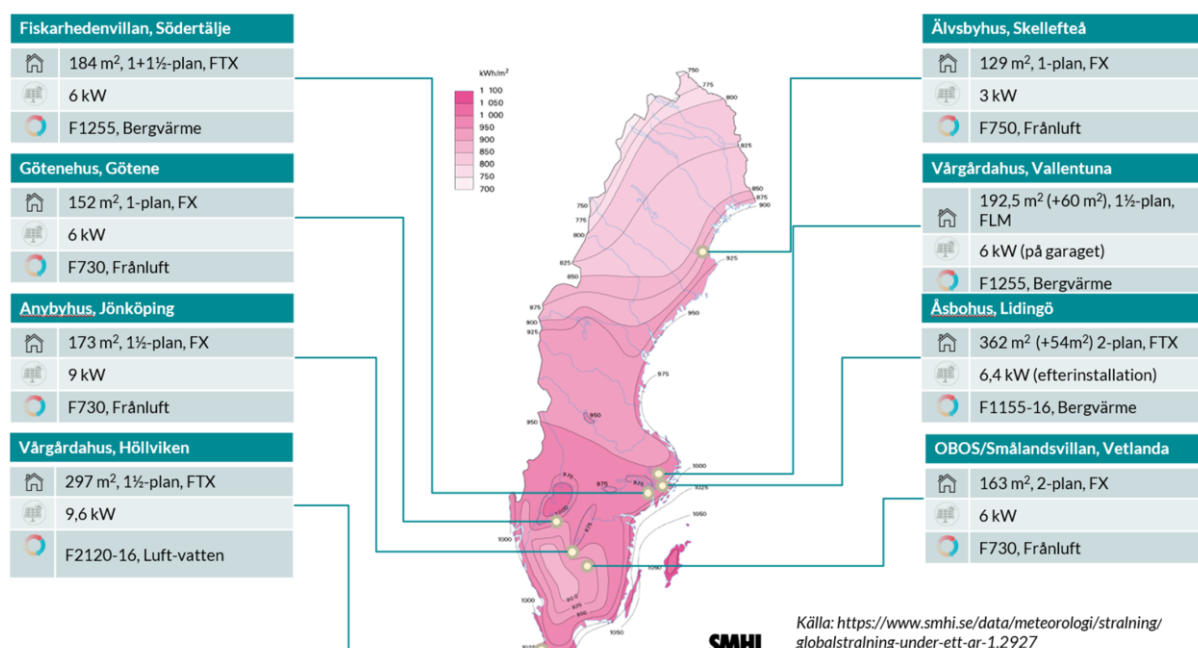
³ Med en frånluftsmodul återvinns frånluftens värmeinnehåll till borrhål eller värmepump för att höja dess prestanda.

⁴ Fläktstyrd frånluftventilation utan värmeåtervinning av frånluftens värmeinnehåll.

2 Genomförande

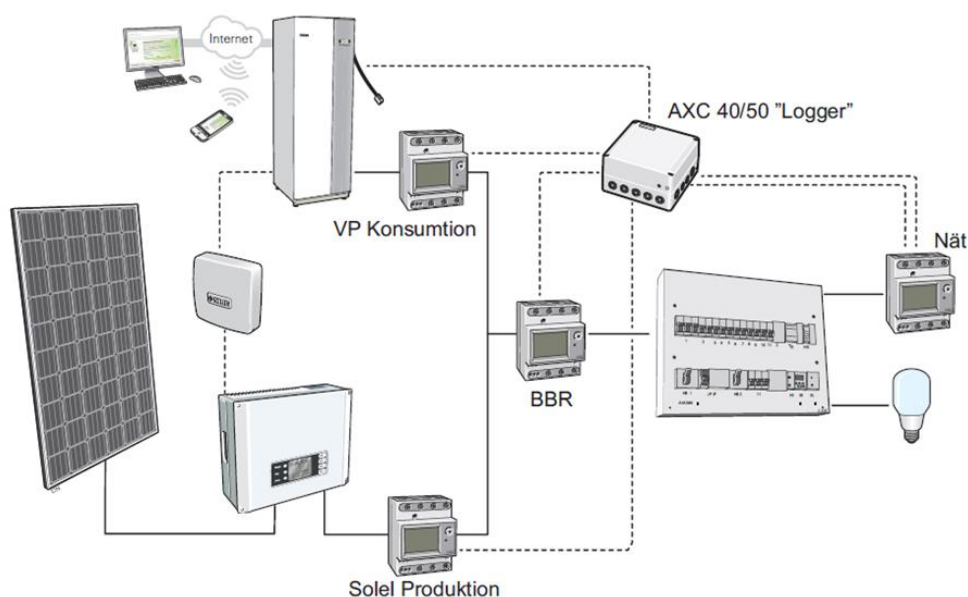
Projektet har genomförts i ett samarbete mellan RISE, NIBE, TMF och företag i TMF:s teknikergrupp för trähustillverkande medlemmar.

Arbetspaket 1 (maj 2020 – okt 2020) innebar att RISE i samråd med NIBE och småhustillverkarna valde ut 8 lämpliga husobjekt med olika kombinationer av värmepumpstyp och storlek på solcellsanläggning. Som en ”morot” fick varje deltagande småhus en reducerad kostnad för solcellerna, samt två års premiumabonnemang på NIBE Uplink. En förutsättning för deltagande var att husägarna godkände att NIBE och RISE fick logga in via NIBE Uplink och samla in mätdata från deras hus.



Figur 2. Placering och lite grundläggande information om de utvärderade husen.

Arbetspaket 2 (aug 2020 - nov 2021) utfördes huvudsakligen av NIBE och deltagande hustillverkare och innebar installation och konfigurering mätutrustning på ett sådant sätt att alla relevanta elenergiflöden kunde loggas och följas upp. Genom att uteslutande använda oss av utrustning som är kompatibel med NIBE:s solcellsanläggningar och värmepumpar, samt genom användning av deras inbyggda kommunikations- och mätinsamlingssystem kunde kostnaderna för detta arbetspaket minimeras. Fyra elenergimätarna kopplades till NIBE AXC-modul enligt Figur 3. Nibe har stått för kostnaderna för 8 st AXC-boxar, 2 års premiumabonnemang på NIBE Uplink till slutkunderna, samt reducerat nettopris på de 8 solcellspaketen. Hustillverkarna har i de flesta fall stått för inköp av extra elmätare, samt utökade projekterings- och elektrikerkostnader för detta. På fastighetsnivå har nätagarens debiteringsmätare använts.



Figur 3. Principskiss för placering av extra elmätare utöver befintlig BBR-mätare och nät-/debiteringsmätare.

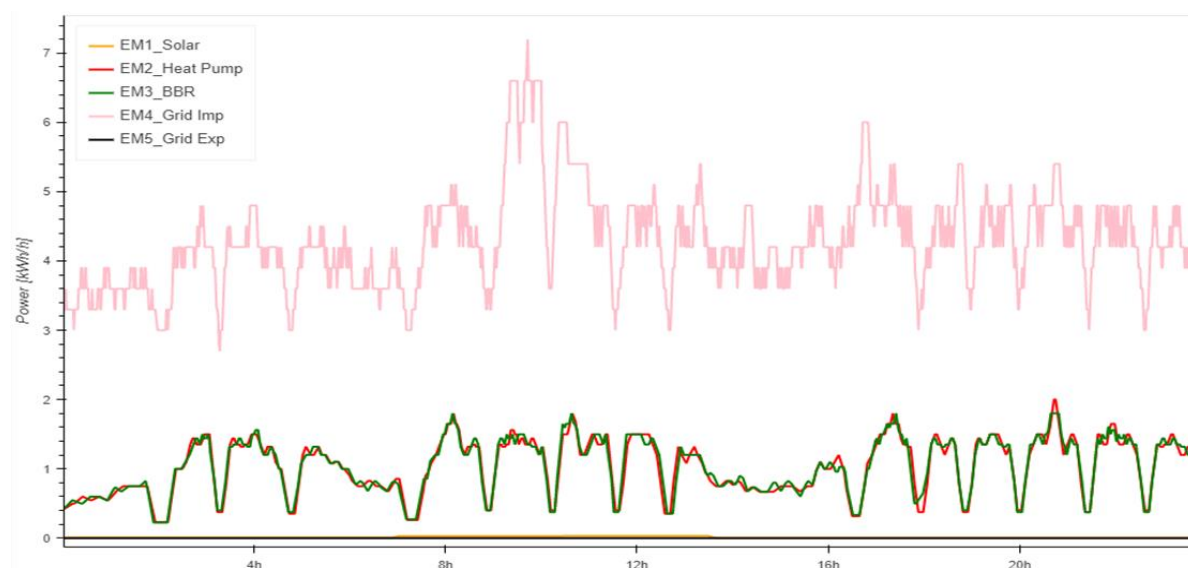
Arbetspaket 3 (nov 2021 – nov 2022) utfördes av NIBE och RISE tillsammans och innebar mätinsamling under minst 12 månader i varje hus. NIBE hjälpte RISE så att mätinsamlingen kom igång och tekniskt fungerade. AXC-boxarna samlade ihop all information som sedan via värmepumparna förmedlades med NIBE Uplink till NIBE:s datacentral i Markaryd. Mätdata sammanställdes och skickades sedan till RISE för vidare analys i batchar om cirka 14 dagar med ett visst överlapp. Under mätinsamlingen kontrollerade RISE regelbundet att alla mätningar fungerade och att de gav rimliga resultat. Om mätningarna slutade fungera blev det genast ett larm i NIBE Uplink-system och om någon mätning slutar fungera eller uppvisar konstiga resultat kunde detta snarast kontrolleras och om nödvändigt åtgärdas av RISE, NIBE eller husägare beroende på orsak.

Arbetspaket 4 (sep 2021 - dec 2021) utfördes huvudsakligen av RISE och bestod av att på ett systematiskt sätt sammanställa och analysera insamlade mätdata för respektive hus. Huvudsyftet har varit studera hur stor del lokalt producerad el från solceller som nyttjades inom systemgränsen i Boverkets byggregler vid olika storlek på solcellsanläggning, olika storlek på klimatskärm, samt olika värme- och ventilationssystem. Här har sammanställts vad som momentant har nyttjats innanför systemgränsen jämför med hur mycket som kan nyttjas vid olika avräkningsperioder. Därutöver har för en avräkningsperiod på 1 timme sammanställts hur stor del av producerad solel som nyttjats innanför fastighetens elmätare. En jämförelse har också gjorts mellan uppmätta resultat och de schablonmässiga beräkningar som vid måttillfället användes i beräkningsprogrammet TMF Energi. Baserat på detta har tagits fram förslag till nya schabloner för att i TMF Energi och andra enklare beräkningsprogram beräkna solelens bidrag enligt Boverkets föreskrift BEN, såväl vid beräkning av energianvändning som vid normalisering av uppmätt energianvändning.

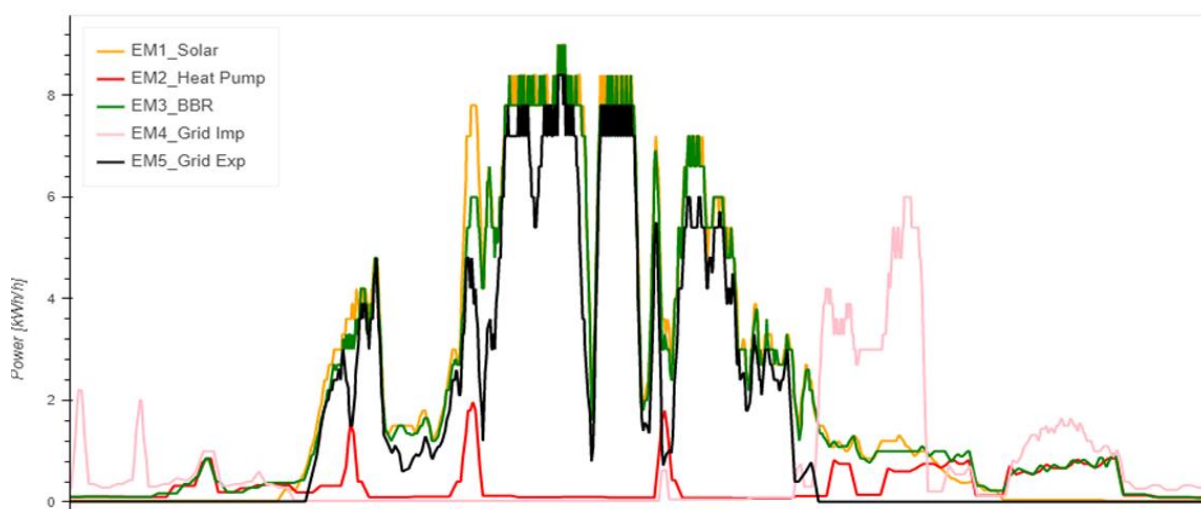
3 Resultat

3.1 Typiska dygnsprofiler, egenanvändning och självförsörjning

I Figur 4 och Figur 5 visas i diagramform hur uppmätta eleffekter varierat under ett typiskt vinterdygn respektive ett typiskt sommar dygn i ett av de studerade husen (Hus 1 – Jönköping).



Figur 4. Hus 1 – Jönköping. Uppmätta eleffekter under ett typiskt vinterdygn i januari 2022.

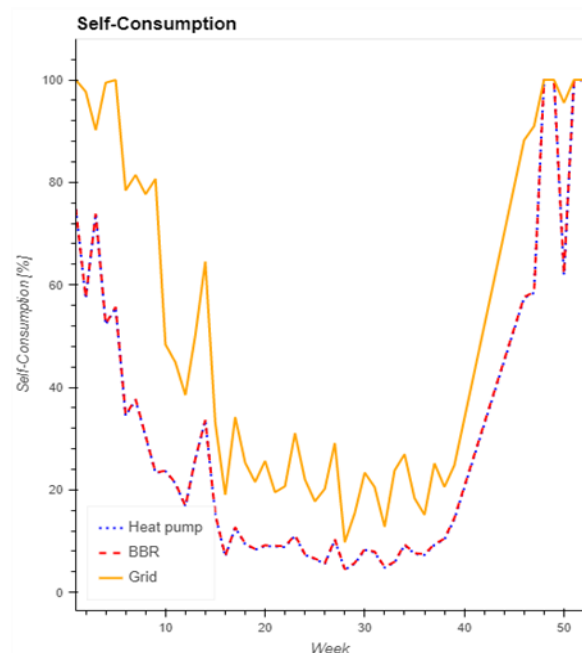


Figur 5. Hus 1 – Jönköping. Uppmätta eleffekter under ett typiskt sommar dygn i augusti 2022.

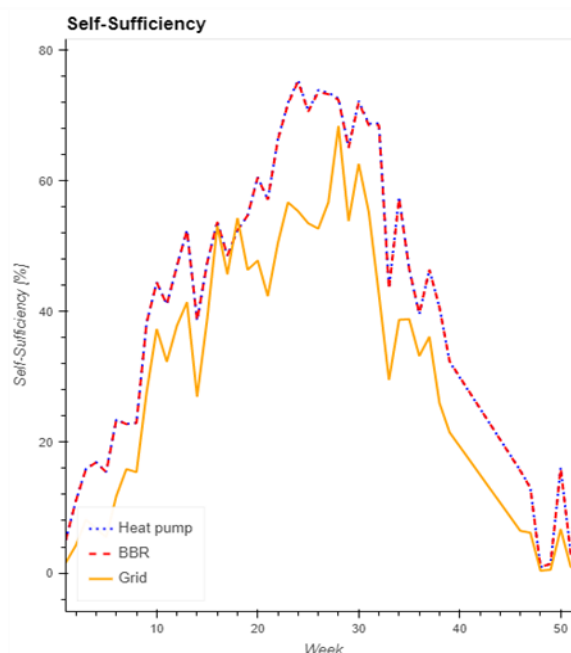
För vinterdygnet kan det i Figur 4 ses att ingen produktion och därför inte heller någon export av solenergi sker. Vidare blir då frånluftsvärmepumpens elanvändning samma som uppmätta elanvändning enligt BBR-mätaren. Det kan också ses hur värmepumpen regelbundet stängs av för avfrostning. De små skillnaderna som kan skönjas i diagrammet beror på olika tidsstämpling hos de två elmätarna. Dock är skillnaden mellan BBR-mätaren och fastighetsmätaren mycket högre än vad som kan förklaras av användning av hushållsel. Med största sannolikhet finns här en extra elvärme som hamnat utanför BBR-mätaren. Med hänsyn taget till detta skulle nyttiggörandet av producerad solenergi innanför BBR-mätaren bli något högre än vad som för detta hus redovisas i följande avsnitt och bilagor.

Under sommardygnet kan det i Figur 5 ses en stor produktion av solenergi dagtid vilken huvudsakligen exporteras ut på elnätet då det interna elbehovet är mycket lågt. Värmepumpen går på då och då för produktion och underhållsladdning av varmvatten, vilket huvudsakligen sker med egen solenergi. Under natten men främst på eftermiddag och kväll används en hel del hushållsel som huvudsakligen måste täckas av elimport. Detta på grund av låg eller ingen solenergiproduktion under dessa tidsperioder.

I Figur 6a och Figur 6b visas hur egenanvändning av egenproducerad solenergi respektive självförsörjning med egenproducerad solenergi för samma hus varierar under året. För att jämföra ut skillnader mellan olika dygn redovisas medelvärden per vecka. Redovisat som procent blir detta till stor del omvända kurvor vilket kan behöva förklaras lite närmare. Den lilla produktionen av solenergi som sker under de kallaste vinterperioderna kan till nära 100 % användas inom systemgränsen, men bidraget till det då höga elbehovet blir ändå mycket lågt. Omvänt kan den höga produktionen av solenergi som sker soliga sommardagar till stor del inte användas inom systemgränsen som då har ett lågt elbehov, utan går till hushållsel eller måste exporteras. Högre elbehov under tidsperioder med mindre solenergiproduktion gör att självförsörjningsgraden ändå inte blir så hög sommartid.



Figur 6a. Egenanvändning av solenergi per vecka.



Figur 6b. Självförsörjning med solenergi per vecka.

3.2 Nyttiggjord solel innanför Boverkets systemgräns i BBR

Vid en strikt tolkning av Boverkets föreskrifter är det endast den solel som momentant kan nyttjas av laster innanför Boverkets systemgräns som kan bidra till att reducera byggnadens energianvändning. I byggnader med solelproduktion mäts och nettodebiteras idag fastighetsmätaren med en avräkningsperiod på 1 timme. Den uppdaterade svenska mätförordningen som träder i kraft den 1 november 2023 innebär att mätning och rapportering av ej månadsmätt uppmätt förbrukning skall ske med en avräkningsperiod på 15 minuter [5, 6]. Det får anses rimligt att även för BBR-mätaren kan det tillämpas samma avräkningsperiod som för fastighetsmätaren. En variant som diskuterades för ca 10 år sedan var att det skulle nettodebiteras med en avräkningsperiod på månad, vilket motsvarade den period som de flesta abonnenter fakturerades med till ett fast kWh-pris oavsett om var ett fast eller "rörligt" elpris. Detta var innan möjligheten till timdebitering infördes och innan det i stället beslöts att ersätta mikroproducenter med ett skatteavdrag på 60 öre per utlevererad kWh el.

För varje månad under ett år samt summerat för ett år har det för varje utvärderat hus mätts upp använd el innanför Boverkets systemgräns i BBR (BBR-laster) och solelproduktionen, samt hur stor del av denna produktion som kunnat nyttjas av lasterna innanför systemgränsen beroende på om det räknas momentant eller med olika långa avräkningsperioder. I tabell 1 visas resultatet för Hus 1 i Jönköping. Motsvarande resultat för samtliga utvärderade hus redovisas i bilaga A.

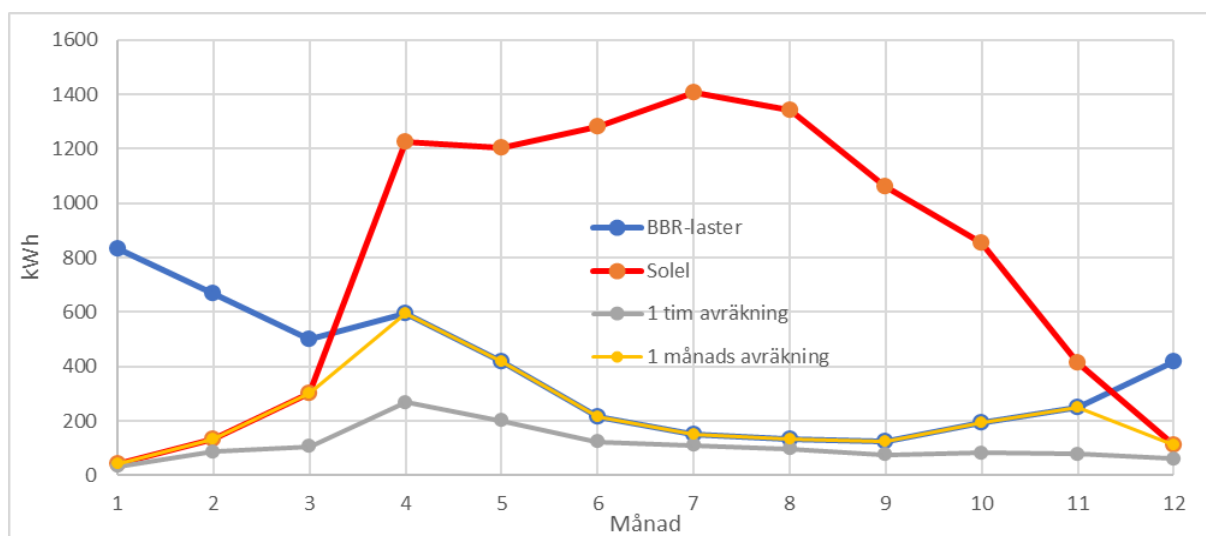
Tabell 1. Hus 1 – Jönköping. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	832	41	30	31	32	41
2 - jan	667	134	82	83	86	134
3 - feb	501	300	102	104	107	300
4 - mar	594	1228	258	261	268	594
5 - apr	420	1206	193	196	202	420
6 - maj	213	1280	118	120	123	213
7 - jun	151	1408	107	108	111	151
8 - jul	134	1343	94	96	98	134
9 - aug	125	1063	72	73	75	125
10 - sep	195	853	79	80	82	195
11 - okt	248	413	75	76	79	248
12 - nov	344	82	47	48	50	82
1-12	4421*	9351	1259	1275	1313	2635

*) Extra el-tillskott under vintertid tycks enligt Figur 3 ha hamnat utanför BBR-mätaren.

Det kan då som förväntat ses att lägst nyttjandegrad fås när det endast räknas vad som momentant kan nyttjas, men att skillnaden mot 15 minuters och 1 timmes avräkning inte är så stor. Däremot är det stor skillnad om det i stället skulle tillämpas en avräkningsperiod på en månad.

I Figur 7 visas motsvarande resultat i diagramform, men bara för 1 timmes och 1 månads avräkningsperiod. Det kan då tydligt ses hur balansen mellan elanvändning innanför systemgränsen i BBR, solelproduktionen och nyttiggörandet innanför systemgränsen varierar över året. Även med 1 månads avräkning blir solekens bidrag låg under vintermånaderna med den högsta energianvändningen.



Figur 7. Hus 1 – Jönköping. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Det finns även förespråkare [7] för att all förnybar solel som produceras lokalt under ett år skall tillgodoräknas vid beräkning av byggnadens årliga energiprestanda, d.v.s. en avräkningsperiod på ett år. I tabell 2 sammanfattas resultaten för samtliga hus för ett helt år och för olika avräkningsperioder.

Tabell 2. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) per år innanför Boverkets systemgräns i BBR

Hus	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning	1 års avräkning
1 - Jönköping	4421*	9351	1259	1275	1313	2635	4421
2 - Höllviken	11 681	5434	1948	2128	2411	4640	5434
3 - Skellefteå	6161	2643	566	578	606	1416	2643
4 - Götene	5243	6639	1098	1118	1150	2723	5243
5 - Lidingö	12 322	6760	2702	2781	2877	5520	6760
6 - Södertälje	3116*	5512	759	789	839	1838	3116
7 - Vetlanda	5616	6344	1410	1435	1477	3214	5616
8 - Vallentuna	7225	5038	1687	1724	1773	3615	5038

*) Extra el-tillskott tycks här vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

Med 1 års avräkningsperiod kvittas överskott i solelproduktion mot underskott under nätter och mulna dagar, vilket innebär att vissa av de studerade husen skulle bli nollenergihus eller till och med så kallade plusenergihus, lite beroende på hur detta definieras.

3.3 Nyttiggjord solel med hela byggnaden som systemgräns

Om det bortses från Boverkets byggregler och dess klassning av byggnaders energiprestanda så är det för husägaren i de flesta fall intressantare med nyttiggjord solel innanför fastighetselmätaren. Detta då det är nyttiggörandet innanför fastighetselmätaren som bestämmer den verkliga reduktionen av köpt elenergi på husägarens fakturor för el och elnät. I Tabell 3 nedan redovisas uppmätta resultat på byggnadsnivå för Hus 1 i Jönköping. Motsvarande resultat för samtliga utvärderade hus redovisas i bilaga B.

Tabell 3. Hus 1 – Jönköping. Total användning, nyttiggjord solel, m.m. (kWh) innanför systemgräns byggnad.

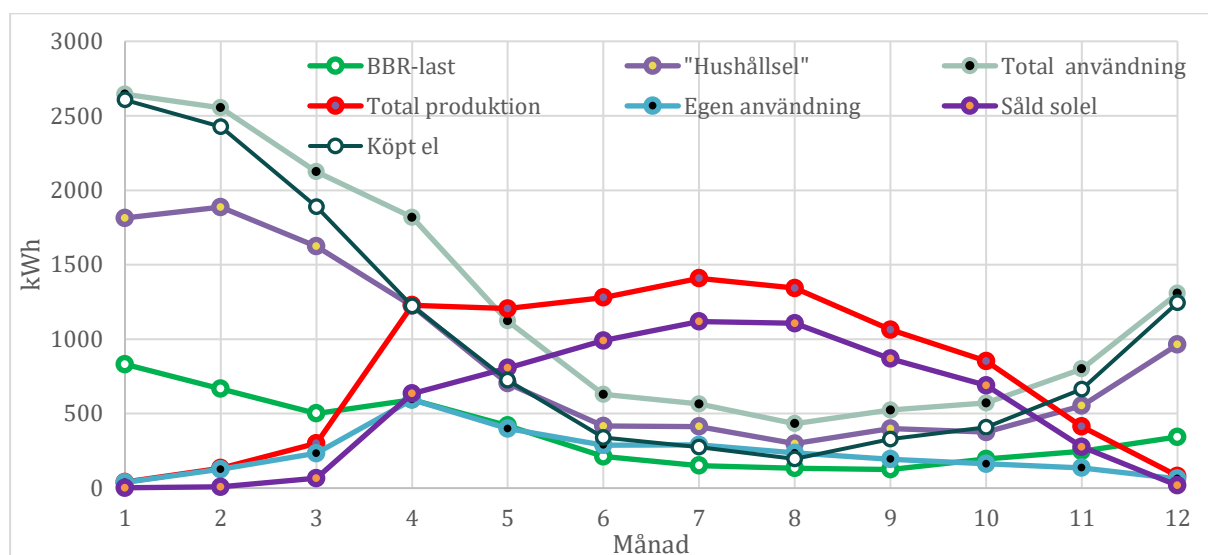
Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solel-produktion	Egen solel-användning	Såld solel	Köpt el
1 - dec	832*	1813*	2645	41	39	2	2606
2 - jan	667*	1887*	2554	134	126	8	2428
3 - feb	501*	1623*	2124	300	234	66	1890
4 - mar	594*	1224*	1817	1228	594	634	1224
5 - apr	420*	703*	1123	1206	399	806	724
6 - maj	213	416	629	1280	289	991	340
7 - jun	151	414	565	1408	290	1118	274
8 - jul	134	299	432	1343	236	1107	196
9 - aug	125	399	524	1063	194	869	330
10 - sep	195	376	571	853	163	689	408
11 - okt	248*	553*	800	413	136	277	664
12 - nov	344*	964*	1307	82	63	18	1244
1-12	4421*	10 670*	15 092	9351	2764	6587	12 328

*) mer än 4000 kWh extra el-tillskott uppskattas vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

Här har det endast varit möjlighet att redovisa resultat för en avräkningsperiod på 1 timme, men som visades i Tabell 1 och Tabell 2 så är skillnaden mot momentan avräkning och 1 timmes avräkning relativt liten och nettodebitering med en månads avräkning är inte längre aktuellt på fastighetsnivå. I framtiden kommer som tidigare nämnts fastighetsmätarna att gå ned till 15 minuters avräkning.

Som tidigare nämnts verkar för detta hus ett extra el-tillskott under kalla vinterdygn ha hamnat utanför BBR-mätaren. Däremot är den totalt uppmätta elanvändningen korrekt och rimlig. Detta innebär att uppmätt elanvändning för BBR-laster innanför Boverkets systemgräns är lägre än vad den i verkligheten har varit och att uppmätt "Hushållsel" har blivit högre än vad den verkligen varit. Beräknad egenanvändning av solel innanför byggnaden är dock fortfarande korrekt.

I Figur 8 visas motsvarande resultat i diagramform. Det kan då tydligare ses hur balansen mellan elanvändning, solelproduktionen, egenanvändning, såld solel och köpt el varierar under året.



Figur 8. Hus 1 – Jönköping. Total användning, nyttiggjord solel, m.m. (kWh) innanför systemgräns byggnad.

I Tabell 4 sammanfattas resultaten på byggnadsnivå för samtliga studerade hus.

Intentionen har varit att begränsa uppmätt total elanvändning till de studerade husen, inklusive hushållsel, och exkludera andra elförbrukare som kan ha funnits på fastigheten. Vissa mätresultat indikerar dock att det ingår mer i byggnadens totala uppmätta elanvändning än vad som kan hänföras till både hushållsel och vad som funnits innanför Boverkets systemgräns. Avvikande värden i förhållande till förväntat har **röd**markerats och i vilket avseende de avviker har förklarats under tabellen. För två hus har fördelningen av BBR-laster och/eller hushållsel för två vintermånader uppskattats utifrån fördelningen under övriga månader. Detta påverkar dock inte beräkningen av egen soleanvändning innanför byggnaden som systemgräns.

Tabell 4. Total användning, nyttiggjord solel, m.m. (kWh) innanför systemgräns byggnad.

Hus	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solet-produktion	Egen solet-användning	Såld solet	Köpt el
1 - Jönköping	4421*	10 670*	15 092	9351	2764	6587	12 328
2 - Höllviken	11 681**	22 116**	33 797	5433***	4059	1374	29 738
3 - Skellefteå	6161	6992	13 153	2641	1042	1599	12 111
4 - Götene	5243	4754	9997	6638	2017	4621	7980
5 - Lidingö	12 322	13 023	25 345	6760	5138	1621	20 206
6 - Södertälje	3116* ****	6523* ****	9639	5511	1794	3717	7845
7 - Vetlanda	5616	5203****	10 819	6343	2391	3952	6741
8 - Vallentuna	7225	5507	12 732	5038	2150	2888	10 580

*) Extra el-tillskott kalla vinterdygn tycks enligt ha hamnat utanför BBR-mätaren.

**) Mycket högre förbrukning än förväntat.

***) Lägre soletproduktion än förväntat från ett 9,6 kWp-system.

****) Separat mätning för två vintermånader saknas (dec 2021 - jan 2022) och har uppskattats.

3.4 Jämförelse med schablonberäkningar i TMF Energi

I brist på mätunderlag och anvisningar i Boverkets föreskrifter använder beräkningsprogrammet TMF Energi väldigt grova schabloner för att uppskatta hur mycket installerade solceller bidrar till att sänka en byggnads behov av köpt energi innanför Boverkets systemgräns. I Tabell 5 nedan redovisas för de studerade husen skillnaden mellan beräknade värden i TMF Energi och uppmätta värden.

Tabell 5. Jämförelse mellan uppmätta och i TMF Energi beräknad nyttiggörande av producerad sol.

Hus	Energianvändning *		Solelproduktion **		Nyttiggjord sol		
	uppmätt	TMF Energi	uppmätt	TMF Energi	uppmätt	TMF Energi	uppm./beräkn.
1 - Jönköping	4494***	6072	9379	9000	1323	562	2,35
2 - Höllviken	11 946	8244	5425	9600	2396	1004	2,39
3 - Skellefteå	6303	7764	2643	3000	602	577	1,04
4 - Götene	5384	5538	6690	6000	1192	487	2,45
5 - Lidingö	12 321	9759	6787	6400	2865	1247	2,30
6 - Södertälje	3116*** ****	6347	5512	6000	839	800	1,05
7 - Vetlanda	5422	7066	6346	6000	1477	625	2,36
8 - Vallentuna	7493	7007	5038	6000	1773	688	2,58

*) Brutto energianvändning innanför Boverkets systemgräns.

**) I TMF Energi-beräkningen har schablonmässigt antagits 1000 kWh per kWp installerade sol.

*** Extra el-tillskott tycks enligt Figur 3 vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

**** Mätning för två vintermånader saknas (dec 2021 - jan 2022) och har uppskattats.

Resultaten visar att beräkningsprogrammet TMF Energi i de flesta fall kraftigt underskattar hur stor del av den producerade solelproduktionen som hamnar innanför Boverkets systemgräns. För Hus 3 med den minsta solcellsanläggningen och den nordligast placeringsorten fås en god överensstämmelse mellan beräknade och uppmätta värden. Samma sak gäller för Hus 6, men där påverkas resultatet till stor del av att uppmätt elanvändning innanför systemgränsen i BBR är mycket lägre än beräknat. Detta innebär att jämförelsen mellan övriga uppmätta och beräknade värden påverkas. Även för Hus 1 är uppmätt elanvändning innanför systemgränsen i BBR mycket låg under sommaren när produktionen av sol är som högst. För övriga hus är nyttiggörandet innanför systemgränsen mer än dubbelt så hög som beräknat i TMF Energi.

Utifrån resultaten i den föreliggande studien har det tagit fram ett förslag till nya schabloner för hur bidraget från solceller kan beräknas i programmet TMF Energi så att det på ett bättre sätt stämmer överens med de uppmätta resultaten (se Bilaga C). Dessa schabloner skulle också med viss kompletterande text kunna införas i Boverkets föreskrift BEN.

4 Diskussion

Att nät- och elnätbolag går ned till 15 minuters avräkningsperiod innebär inte med nödvändighet att Boverket måste använda sig av samma tidsperiod när de bestämmer en byggnads energiprestanda. Exempelvis så tillåter EPBD för närvarande att det för enklare byggnader såsom bostäder får räknas med ett tidssteg på 1 månad. Om Boverket vill att solceller skall bidra mer till att förbättra energiprestandan så skulle de kunna välja detta alternativ. Nackdelen är att det skulle missgynna byggnader som av olika skäl har svårt att installera solceller. På Falsterbo förbjuder exempelvis militären installation av solceller då växelriktare kan störa känslig utrustning. Skuggande omgivningar kan vara andra skäl. Med intentionerna i EU:s regelverk om efterfrågefleksibilitet [8] kommer sannolikt möjligheten till mätning och debitering med en månads avräkningsperiod att försvinna 2025. Det mest troliga är då att även Boverkets kommande föreskrifter i "Möjligheternas byggregler" [9] bibehåller momentant nyttjande vid bestämning av en solcellsanläggnings bidrag till att förbättra en byggnads energiprestanda, men att de kan acceptera att beräkningen sker med en avräkningsperiod på 15 minuter. Detta skulle öka incitamentet för att också installera batterilager, något som inte har studerats i detta projekt men skulle vara av intresse att studera i ett nytt projekt. Att Boverket skulle börja använda sig av en månads eller ett års avräkningsperiod för producerad solcell vid beräkning av en byggnads energiprestanda förefaller mindre sannolikt.

Om mätning av solcellernas elproduktion inte sker innanför BBR-mätaren kan det inte mätas hur mycket som momentant bidragit till att reducera köpt energi. Men genom att ha tillgång till separata mätningar av brutto energianvändning innanför Boverkets systemgräns och solcellproduktion utanför systemgränsen kan det med en avräkningsperiod på 15 minuter eller 1 timme ändå beräknas ett närmevärde som ligger relativt nära det momentana värdet. Vid en avräkningsperiod på 15 minuter är skillnaden endast några procentenheter för de flesta av de studerade husen. Men detta förutsätter att Solelmätaren och BBR-mätaren har tillräckligt många pulser per Wh och loggas med samma avräkningsperiod, det vill säga att det krävs relativt avancerat mätinsamlingssystem. **Det enklaste och mest korrekta sättet att endast bestämma byggnadens energianvändning enligt BBR är dock att placera solcellproduktionen innanför BBR-mätaren och att endast mäta mängden el som går in i systemgränsen.** Det räcker då att avläsa BBR-mätaren en gång per år, vilket då kan göras manuellt, men månadsvis och helst automatisk avläsning är väl att rekommendera. För att bestämma hur stor del av solcellproduktionen som nyttjats innanför systemgränsen krävs det en BBR-mätare som separat även kan mäta hur mycket el som lämnar systemgränsen. Det senare förutsätter givetvis också att det innanför BBR-mätaren sitter en elmätare för den totala solcellproduktionen. Om det bara tänks till vid projektering och installationen av el-undermätarna krävs det inte fler elmätare än idag, bara en något mer avancerad BBR-mätare.

Trots detaljerade instruktioner till de elektriker som anlätades för installation av extra elmätare har i flera fall inte hela BBR-lasten hamnat på BBR-mätaren och det krävdes i flera fall ett antal återbesök innan elmätarna blev korrekt inställda. I några fall fick de boende hjälpa till med de sista inställningarna. I något fall visade det sig i efterhand, vid jämförelse med anläggningsmätaren, att en elmätare ändå visat fel under hela mätperioden. Det föreligger ett behov av att öka kunskapen hos projektörer och elektriker kring vilka laster som skall kopplas till undermätaren för BBR-lasterna. Vidare förefaller det ovanligt krångligt att konfigurera en elmätare så att den mäter på önskat sätt.

Resultaten för de åtta studerade husen visar att schabloner som har använts i beräkningsprogrammet TMF Energi i de flesta fallen kraftigt har underskattat hur stor andel av den totalt producerade solelen som kan nyttiggöras innanför systemgränsen. En bidragande orsak till den stora avvikelsen mellan beräknad och uppmätt nyttiggörande av producerad solen kan vara att schablonerna i TMF Energi togs fram när det fanns krav på att det under ett år inte fick produceras mer solen än vad som förbrukades, det vill säga att fastigheten under ett kalenderår skulle vara nettokonsument. Det installerades då rätt små solesystem, typiskt 3 kWp såsom i de av de studerade husen där det är god överensstämmelse mellan uppmätt och beräknat värde. Efter att kravet på att vara nettoproducent försvann så har det generellt installerats mycket större solesystem, vilket också framgår av storleksfördelningen hos de studerade husen. De större anläggningarna kommer då att bidra till en större del av elbehovet innanför Boverkets systemgräns även under perioder med låg total solinstrålning. En annan och större orsak till avvikelsen är att schablonerna i programmet TMF Energi medvetet sattes relativt konservativt så att det inte skulle överskatta solproduktionens bidrag till energiprestandaberäkningen. Detta i brist på uppmätta data och anvisningar i Boverkets föreskrifter.

Huvudsyftet var att studera hur stor del av den lokalt producerade elen från solceller som nyttjades inom systemgränsen i Boverkets byggregler vid olika storlek på solcellsanläggning, olika storlek och isolergrad på klimatskärm, samt olika värme- och ventilationssystem. På grund av det begränsade antalet hus i studien var det svårt att få en stor spridning i alla dessa parametrar. Men trots ett begränsat statistiskt underlag så indikerar resultaten från detta projekt ändå relativt entydigt att en solcellsinstallation i de flesta fall bidrar i större utsträckning till att förbättra energiprestandan hos ett småhus än vad som tidigare uppskattas och i många fall har räknats med. Detta innebär sannolikt att husköpare och hustillverkare utifrån dessa resultat i större omfattning kommer att vilja utrusta nybyggda småhus med solceller.

Ett systemlösning som inte funnits med bland de studerade husen är ett frånluftssystem utan någon typ av värmeåtervinning. Men genom att i utvärderingen separera elanvändning för fläkt(ar) och värmepump kan det fås ett bra närmevärde för hur mycket solen som nyttiggörs av fläkt(ar), detta oavsett om det handlar om ett frånluftssystem (F eller FX) eller ett FTX-system med till- och frånluft.

Jämförelser mellan uppmätta och beräknade värden i Bilaga C visar att det vid en energideklARATION inte utan vissa normaliseringar går att använda de framtagna schablonerna. Detta då de förutsätter att elanvändningen innanför Boverkets systemgräns i BBR är någorlunda normal i förhållande till mängden producerad solen, både totalt sett och i sin fördelning över året. Väldigt få av de studerade husen har energianvändningar som ligger nära de "normala" användningar som anges i Boverkets föreskrift BEN [3] och som ligger till grund för de energiberäkningar som gjorts. Det bör också beaktas att system där solcellerna placeras i öst och/eller västlig riktning kommer att få en annan produktionsprofil än system med en mer traditionell placering i sydlig riktning.

För att få ett större statistiskt underlag vore det av intresse att i ett fortsättningsprojekt mäta på ett större antal byggnader. Om bara solcellsanläggningen och dess elmätare installeras innanför BBR-mätaren, som ändå skall finnas, och denna kan separera in- och utgående el så kan det till och med göras utan ett mätinsamlingssystem. Det skulle då räcka att de boende läste av och rapporterade in tre mätvärden, förslagsvis en gång per månad. Det skulle sannolikt innebära mindre besvär för respektive boende än vad fallet har varit i det nu aktuella projektet.

5 Slutsatser

Resultaten för de åtta studerade husen visar att schabloner som har använts i beräkningsprogrammet TMF Energi i de flesta fallen kraftigt har underskattat hur stor andel av den totalt producerade solelen som kan nyttiggöras innanför Boverkets systemgräns i BBR. För flesta husen har det uppmätta nyttiggörande innanför systemgränsen varit drygt dubbelt så stor som beräknat i TMF Energi. Det innebär att en solcellsinstallation bidrar i större utsträckning till att förbättra energiprestandan hos ett småhus än vad som tidigare antagits och i många fall har räknats med. Detta innebär sannolikt ett ökat incitament för att utrusta framför allt nybyggda småhus med solceller.

För att underlätta uppföljningen av energiprestandan i ett småhus är det viktigt att el-undermätare installeras på ett genomtänkt sätt, annars kan det krävas ett relativt avancerat mätinsamlingssystem. Men om det bara tänks till vid projektering och installationen av el-undermätarna krävs det inte fler elmätare än idag, bara en något mer avancerad BBR-mätare. Det enklaste och mest korrekta sättet att endast bestämma byggnadens energianvändning enligt BBR är att placera solelproduktionen innanför BBR-mätaren och att endast mäta mängden el som går in i systemgränsen. Det räcker då att avläsa BBR-mätaren en gång per år, vilket då kan göras manuellt, men månadsvis och helst automatisk avläsning är väl att rekommendera. För att bestämma hur stor del av solelproduktionen som nyttjats innanför systemgränsen krävs det en BBR-mätare som separat även kan mäta hur mycket el som lämnar systemgränsen. Det senare förutsätter givetvis också att det innanför BBR-mätaren sitter en elmätare för den totala solelproduktionen.

6 Referenser

1. Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/844 av den 30 maj 2018 om ändring av direktiv 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda.
2. Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR29, BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4.
3. Boverkets föreskrifter och allmänna råd om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN 1-3, BFS 2016:12 med ändringar till och med BFS 2018:5.
4. Ruud, S., Verifiering av beräkningsprogram för energieffektiva småhus, RISE Rapport 2019:68, ISBN: 978-91-88907-95-0, RISE Research Institutes of Sweden AB, Borås 2019.
5. <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/systemansvar--elmarknad/ny-nordisk-balanseringsmodell-nbm/15-minuters-tidsupplösning/>
6. Förordning (SFS 1999:716 t.o.m. SFS 2022:588) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el, Regeringskansliet, Infrastrukturdepartementet RSED E, Stockholm,
7. Larsson, D., Solel i Boverkets Byggregler och Miljöbyggnad, Solelkommissionen, juni 2022
8. Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU.
9. [Möjligheternas byggregler - Boverket](#)

Bilaga A – Tabeller systemgräns BBR

Tabell A1. Hus 1 – Jönköping. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	832*	41	30	31	32	41
2 - jan	667*	134	82	83	86	134
3 - feb	501*	300	103	104	107	300
4 - mar	594*	1228	258	261	268	594
5 - apr	420*	1206	193	196	202	420
6 - maj	213	1280	118	120	123	213
7 - jun	151	1408	107	108	111	151
8 - jul	134	1343	94	96	98	134
9 - aug	125	1063	72	73	75	125
10 - sep	195	853	79	80	82	195
11 - okt	248	413	75	76	79	248
12 - nov	344*	82	47	48	50	82
1-12	4421*	9351	1259	1275	1313	2665

*) Totalt mer än 4000 kWh extra el-tillskott uppskattas vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

Tabell A2. Hus 2 – Höllviken. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	1692	3	3	3	3	3
2 - jan	1419	25	18	20	23	25
3 - feb	1369	178	103	115	142	178
4 - mar	1678	500	229	253	286	500
5 - apr	1158	676	266	294	327	676
6 - maj	761	870	294	322	362	761
7 - jun	631	853	273	296	331	631
8 - jul	525	844	229	249	276	525
9 - aug	528	673	209	224	246	528
10 - sep	526	473	155	168	194	473
11 - okt	625	263	117	129	157	263
12 - nov	768	77	51	55	66	77
1-12	11 681*	5434**	1948	2128	2411	4640

*) Totalt cirka 40% högre elanvändning än förväntat.

**) Totalt drygt 40 % lägre solelproduktion än förväntat.

Tabell A3. Hus 3 – Skellefteå. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	1196	0	0	0	0	0
2 - jan	1002	0	0	0	0	0
3 - feb	990	0	0	0	0	0
4 - mar	594	178	69	70	72	178
5 - apr	466	357	114	115	119	357
6 - maj	230	483	96	97	101	230
7 - jun	127	498	66	68	73	127
8 - jul	113	440	63	65	71	113
9 - aug	121	393	49	50	54	121
10 - sep	234	206	61	62	66	206
11 - okt	400	82	44	44	46	82
12 - nov	688	5	5	5	5	
1-12	6161	2643	566	578	606	1416

Tabell A4. Hus 4 – Götene. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	1015	47	37	38	39	47
2 - jan	889	144	97	99	100	144
3 - feb	763	312	123	127	131	312
4 - mar	780	765	236	241	245	765
5 - apr	496	836	165	168	173	496
6 - maj	214	888	106	107	110	214
7 - jun	77	943	50	50	52	77
8 - jul	75	907	48	49	50	75
9 - aug	92	795	53	54	56	92
10 - sep	163	628	63	64	66	163
11 - okt	260	295	78	79	82	260
12 - nov	419	77	42	43	45	77
1-12	5243	6639	1098	1118	1150	2723

Tabell A5. Hus 5 – Lidingö. Laster samt producerad och nyttiggjord solen (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solen- produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	1845	30	30	30	30	30
2 - jan	1689	44	44	44	44	44
3 - feb	1399	190	160	163	166	190
4 - mar	1125	744	361	370	379	744
5 - apr	889	881	327	335	343	881
6 - maj	744	1025	346	358	372	744
7 - jun	669	1088	341	352	363	669
8 - jul	669	978	326	337	350	669
9 - aug	674	905	302	310	317	674
10 - sep	720	515	235	244	259	515
11 - okt	818	301	177	183	195	301
12 - nov	1081	59	55	55	57	59
1-12	12 322*	6760	2702	2781	2877	5520

*) Totalt cirka 20% högre förbrukning än förväntat (med hänsyn taget till uppmätt hushållsel).

Tabell A6. Hus 6 – Södertälje. Laster samt producerad och nyttiggjord solen (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solen- produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	465*	0	0	0	0	0
2 - jan	380*	10	9	9	9	10
3 - feb	251	92	33	35	37	92
4 - mar	382	585	103	106	112	382
5 - apr	316	769	112	116	121	316
6 - maj	190	889	103	106	113	190
7 - jun	154	895	92	95	100	154
8 - jul	149	831	88	92	98	149
9 - aug	134	759	69	71	76	134
10 - sep	166	437	64	68	73	166
11 - okt	218	200	54	59	66	200
12 - nov	309	44	31	33	35	44
1-12	3116**	5512	759	789	839	1838

*) Separat mätning för två vintermånader saknas (dec 2021 - jan 2022) och har uppskattats.

**) ca 1200 kWh extra el-tillskott uppskattas vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

Tabell A7. Hus 7 – Vetlanda. Laster samt producerad och nyttiggjord solex (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	587	24	18	19	19	24
2 - jan	523	84	58	59	60	84
3 - feb	1038	219	146	151	156	219
4 - mar	969	862	313	318	324	862
5 - apr	643	794	220	224	231	643
6 - maj	275	846	134	135	138	275
7 - jun	147	935	92	93	96	147
8 - jul	166	894	104	106	109	166
9 - aug	173	782	103	105	108	173
10 - sep	272	547	105	106	110	272
11 - okt	283	289	77	79	83	283
12 - nov	541	66	40	41	44	66
1-12	5616*	6344	1410	1435	1477	3214

*) Lägre elanvändning än förväntat (totalt ca 1200 kWh lägre än förväntat för hela året).

Tabell A8. Hus 8 – Vallentuna. Laster samt producerad och nyttiggjord solex (kWh) innanför systemgräns i BBR.

Månad	BBR-laster	Solel-produktion	Momentant	15 minuters avräkning	1 timmes avräkning	1 månads avräkning
1 - dec	572	8	8	8	8	8
2 - jan	560	15	15	15	15	15
3 - feb	610	59	51	52	53	59
4 - mar	773	337	187	190	197	337
5 - apr	796	709	251	257	264	709
6 - maj	551	870	233	239	247	551
7 - jun	479	915	234	240	248	479
8 - jul	471	831	239	244	252	471
9 - aug	475	782	205	210	217	475
10 - sep	525	354	138	141	145	354
11 - okt	627	125	95	95	96	125
12 - nov	787	34	32	32	32	34
1-12	7225	5038	1687	1724	1773	3615

Bilaga B – Tabeller systemgräns fastighet

Mätdata som avviker från det förväntade har **röd**markerats.

Tabell B1. Hus 1 – Jönköping. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solel-produktion	Egen solel-användning	Såld solel	Köpt el
1 - dec	832*	1813*	2645	41	39	2	2606
2 - jan	667*	1887*	2554	134	126	8	2428
3 - feb	501*	1623*	2124	300	234	66	1890
4 - mar	594*	1224*	1817	1228	594	634	1224
5 - apr	420*	703*	1123	1206	399	806	724
6 - maj	213	416	629	1280	289	991	340
7 - jun	151	414	565	1408	290	1118	274
8 - jul	134	299	432	1343	236	1107	196
9 - aug	125	399	524	1063	194	869	330
10 - sep	195	376	571	853	163	689	408
11 - okt	248	553	800	413	136	277	664
12 - nov	344*	964*	1307	82	63	18	1244
1-12	4421*	10 670	15 092	9350	2764	6587	12 328

*) Totalt mer än 4000 kWh extra el-tillskott uppskattas vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

Tabell B2. Hus 2 – Höllviken. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solel-produktion	Egen solel-användning	Såld solel	Köpt el
1 - dec	1692*	1549*	3242*	3	3	0	3239
2 - jan	1419*	2024*	3444*	25	24	1	3419
3 - feb	1369*	2114*	3482*	177*	163	15	3320
4 - mar	1678*	1955*	3634*	499*	379	120	3254
5 - apr	1158*	1678*	2836*	676*	485	191	2350
6 - maj	761*	1326*	2086*	870*	552	318	1535
7 - jun	631*	1263*	1895*	852*	589	264	1306
8 - jul	525*	1807*	2332*	844*	619	225	1713
9 - aug	528*	2082*	2610*	673*	546	126	2064
10 - sep	526*	2027*	2553*	473*	385	88	2167
11 - okt	625*	1988*	2613*	263*	239	24	2374
12 - nov	768*	2303*	3072**	77	75	2	2997
1-12	11 681*	22 116*	33 797	5433	4059	1374	29 738

*) All elanvändning är mycket högre än förväntat och solelproduktionen mycket lägre än förväntat.

Tabell B3. Hus 3 – Skellefteå. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solesproduktion	Egen solesanvändning	Såld soles	Köpt el
1 - dec	1196	467	1663	0	0	0	1663
2 - jan	1002	419	1422	0	0	0	1421
3 - feb	990	360	1350	0	0	0	1350
4 - mar	594	513	1107	178	93	84	1014
5 - apr	466	526	993	357	158	199	835
6 - maj	230	699*	929	483	174	309	755
7 - jun	127	885*	1012	498	156	343	857
8 - jul	113	839*	952	439	162	278	790
9 - aug	121	812*	934	392	133	259	800
10 - sep	234	587	821	206	106	100	715
11 - okt	400	460	859	82	55	28	805
12 - nov	688	423	1111	5	5	0	1106
1-12	6161	6992*	13 153	2641	1042	1599	12 111

*) Högre användning av hushållsel än förväntat, speciell under fyra sommarmånader.

Tabell B4. Hus 4 – Götene. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solesproduktion	Egen solesanvändning	Såld soles	Köpt el
1 - dec	1015	770	1785	47	43	5	1743
2 - jan	889	575	1464	144	113	31	1351
3 - feb	763	523	1286	312	163	148	1123
4 - mar	780	533	1313	765	335	430	978
5 - apr	496	368	865	836	264	572	601
6 - maj	214	315	529	888	244	645	285
7 - jun	77	196	273	943	161	782	113
8 - jul	75	251	325	907	184	723	141
9 - aug	92	283	376	795	176	619	199
10 - sep	163	251	414	628	151	477	262
11 - okt	260	277	537	295	126	169	411
12 - nov	419	412	831	77	57	20	774
1-12	5243	4754	9997	6638	2017	4621	7980

Tabell B5. Hus 5 – Lidingö. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solel-produktion	Egen solel-användning	Såld solel	Köpt el
1 - dec	1845	786	2630	30	30	0	2600
2 - jan	1689	747	2436	44	44	0	2392
3 - feb	1399	669	2068	190	176	14	1892
4 - mar	1125	851	1976	744	524	220	1452
5 - apr	889	1080	1969	881	569	312	1400
6 - maj	744	934	1679	1025	611	414	1068
7 - jun	669	543	1212	1088	515	574	697,5
8 - jul	669	345	1014	978	436	541	577,9
9 - aug	674	360	1034	905	396	509	637,8
10 - sep	720	487	1207	515	310	205	897,1
11 - okt	818	760	1578	301	242	58	1336
12 - nov	1081	894	1975	59	58	1	1917
1-12	12 322*	8457**	20 779	6760	3912	2848	16 867

*) Totalt cirka 20% högre användning än förväntat.

**) Totalt cirka 20% lägre användning än förväntat.

Tabell B6. Hus 6 – Södertälje. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solel-produktion	Egen solel-användning	Såld solel	Köpt el
1 - dec	465***	974***	1439	0	0	0	1439
2 - jan	380***	795***	1175	10	9	1	1166
3 - feb	251**	758**	1010	92	58	34	951
4 - mar	382**	579**	962	585	212	373	750
5 - apr	316**	545**	861	769	260	509	601
6 - maj	190	433	623	889	247	643	376
7 - jun	154	394	548	895	255	640	293
8 - jul	149	439	588	831	260	571	328
9 - aug	134	392	526	759	204	554	321
10 - sep	166	310	476	437	146	291	330
11 - okt	218	383	601	200	103	97	498
12 - nov	309**	522**	831	44	40	4	791
1-12	3116**	6523**	9639	5511	1794	3717	7845

*) Separat mätning för två vintermånader saknas (dec 2021 - jan 2022) och har uppskattats.

**) ca 1200 kWh extra el-tillskott uppskattas vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

Tabell B7. Hus 7 - Vetlanda. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solet-produktion	Egen solet-användning	Såld solet	Köpt el
1 - dec	587*	434**	1021* **	24	24	0	8
2 - jan	523*	434**	957* **	84	72	12	186
3 - feb	1038	410	1448	219	163	57	1285
4 - mar	969	502	1471	861	427	435	1044
5 - apr	643	388	1031	794	319	475	712
6 - maj	275	364	640	846	262	583	377
7 - jun	147	318	464	935	233	702	231
8 - jul	166	450	615	894	261	633	354
9 - aug	173	523	696	782	256	527	441
10 - sep	272	493	765	547	198	350	568
11 - okt	283	523	806	289	130	159	676
12 - nov	541	365	906	66	46	20	859
1-12	5616*	5203	10 819*	6343	2391	3952	6741

*) Lägre användning än förväntat (totalt ca 1200 kWh lägre än förväntat för hela året).

**) Separat mätning för två vintermånader saknas (dec 2021 - jan 2022) och har uppskattats.

Tabell B8. Hus 8 - Vallentuna. Laster samt producerad och nyttiggjord solel (kWh) innanför fastighetsmätaren.

Månad	BBR-laster	"Hushållsel"	Total el-användning	Total solet-produktion	Egen solet-användning	Såld solet	Köpt el
1 - dec	572	902	1474	8	8	0	1466
2 - jan	560	741	1301	15	15	0	1286
3 - feb	610	622	1232	59	59	0	1173
4 - mar	773	788	1561	337	337	0	1224
5 - apr	796	452	1248	709	337	374	911
6 - maj	551	324	875	870	298	571	576
7 - jun	479	191	670	915	284	631	386
8 - jul	471	168	639	831	279	551	360
9 - aug	475	270	745	782	252	530	493
10 - sep	525	274	799	354	146	208	653
11 - okt	627	428	1054	125	103	22	951
12 - nov	787	346	1133	34	33	2	1101
1-12	7225	5507	12 732	5038	2151	2888	10 580

Bilaga C – Underlag schablonberäkningar

I brist på mätunderlag och anvisningar i Boverkets föreskrifter använder beräkningsprogrammet TMF Energi väldigt grova schabloner för att uppskatta hur mycket installerade solceller bidrar till att sänka en byggnads behov av köpt energi innanför Boverkets systemgräns. I Tabell C1 anges de schabloner som används.

Tabell C1. Andel av total elanvändning för olika förbrukare som täcks av solelproduktionen.

Fastighetslaster innanför Boverkets systemgräns	Täckningsgrad (-)
Komfortkyla	0,75
Ventilation/Fläkt-el	0,25
Tappvarmvatten, cirkulationspump, m.m	0,125
Rumsuppvärmning (exklusive elpatron)	0,0625

Dock antas summan av dessa täckningsgrader som högst kunna bli 0,7 gånger solelproduktionen, det vill säga att minst 30 % av solelproduktionen antingen används till hushållsel eller exporteras ut på elnätet. I Tabell C2 redovisas skillnaden mellan uppmätt och i TMF Energi beräknat nyttiggörande av producerad solel.

Tabell C2. Jämförelse mellan uppmätt och i TMF Energi beräknat nyttiggörande av producerad solel (kWh/år).

Hus	Energianvändning *		Solelproduktion **		Nyttiggjord solel		
	uppmätt	TMF Energi	uppmätt	TMF Energi	uppmätt	TMF Energi	uppm./beräkn.
1 - Jönköping	4494***	6072	9379	9000	1323	562	2,35
2 - Höllviken	11 946	8244	5425	9600	2396	1004	2,39
3 - Skellefteå	6303	7764	2643	3000	602	577	1,04
4 - Götene	5384	5538	6690	6000	1192	487	2,45
5 - Lidingö	12 321	9759	6787	6400	2865	1247	2,30
6 - Södertälje	3116*** ****	6347	5512	6000	839	800	1,05
7 - Vetlanda	5422	7066	6346	6000	1474	625	2,36
8 - Vallentuna	7493	7007	5038	6000	1773	688	2,58

*) Brutto energianvändning innanför Boverkets systemgräns.

**) I TMF Energi-beräkningen har schablonmässigt antagits 1000 kWh per kWp installerade solel.

*** Extra el-tillskott tycks enligt Figur 3 vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

****) Mätning för två vintermånader saknas (dec 2021 - jan 2022) och har uppskattats.

Resultaten visar att beräkningsprogrammet TMF Energi i de flesta fall kraftigt underskattar hur stor del av den producerade solelproduktionen som hamnar innanför Boverkets systemgräns. För Hus 1 med den minsta solcellsanläggningen och den nordligast placeringsorten fås en god överensstämmelse mellan beräknade och uppmätta värden. Samma sak gäller för Hus 6, men där påverkas resultatet till stor del av att uppmätt elanvändning innanför systemgränsen i BBR är mycket lägre än beräknat. Detta

innebär att jämförelsen mellan övriga uppmätta och beräknade värden påverkas. Även för Hus 1 är uppmätt elanvändning innanför systemgränsen i BBR mycket låg under sommaren när produktionen av solceller är som högst. För övriga hus är nyttiggörandet innanför systemgränsen mer än dubbelt så högt som beräknat i TMF Energi.

Vid en närmare analys av varaktighetsdiagrammet i TMF Energi är det framför allt solcellens bidrag till uppvärmningen som underskattats, men även till viss del tappvarmvatten, cirkulationspump, med mera. Det har inte heller tagits hänsyn till det geografiska läget och solcellsanläggningens storlek har i de flesta fall inte haft någon inverkan på beräkningen.

Utifrån resultaten i föreliggande projekt har nya schabloner tagits fram enligt tabell C3. Dessa är givetvis inte heller en exakt beräkning men ändå närmevärden som bättre stämmer överens med vad som har mätts upp. I tabell C4 redovisas en jämförelse mellan uppmätt och beräknat nyttiggörande av producerad solceller med de nya schablonerna. Även med dessa schabloner ligger beräknade värden i de flesta fall något lägre än de uppmätta, detta för att ha lite marginal i energiberäkningarna. Undantaget är två fall när elproduktionen respektive energianvändningen är mycket lägre än beräknat. Beräknade värden bedöms ge ett rimligt värde vid en solcellproduktion i intervallet 2000 – 20 000 kWh/år.

Tabell C3. Andel av total elanvändning för olika förbrukare som täcks av solcellproduktionen.

Fastighetslaster innanför Boverkets systemgräns	Täckningsgrad (-)
Komfortkyla	0,75
Ventilation/Fläkt-el	$0,25 \cdot (Q_{sol}/6000)^{0,3}$
Tappvarmvatten, cirkulationspump, m.m.	$0,20 \cdot (Q_{sol}/6000)^{0,3} / F_{geo}$
Rumsuppvärmning (exklusive elpatron)	$0,15 \cdot (Q_{sol}/6000)^{0,3} / F_{geo}^2$

Anmärkning. Q_{sol} är solcellproduktion (kWh/år) och F_{geo} är den geografiska justeringsfaktorn enligt BBR 29.

Tabell C4. Jämförelse mellan uppmätt och beräknat nyttiggörande av producerad solceller med nya schabloner.

Hus	Energianvändning *		Solcellproduktion **		Nyttiggjord solceller (nya schabloner)		
	uppmätt	TMF Energi	uppmätt	TMF Energi	uppmätt	TMF Energi	uppm./beräkn.
1 - Jönköping	4494***	6072	9379	9000	1323	1275	1,04
2 - Höllviken	11 946	8244	5425	9600	2396	2525	0,95
3 - Skellefteå	6303	7764	2643	3000	602	568	1,06
4 - Götene	5384	5538	6690	6000	1192	970	1,23
5 - Lidingö	12 321	9759	6787	6400	2865	2096	1,36
6 - Södertälje	3116*** ****	6347	5512	6000	839	1302	0,64
7 - Vetlanda	5422	7066	6346	6000	1474	1218	1,21
8 - Vallentuna	7493	7007	5038	6000	1773	1347	1,32

*) Brutto energianvändning innanför Boverkets systemgräns.

**) I TMF Energi-beräkningen har schablonmässigt antagits 1000 kWh per kWp installerade solceller.

*** Extra el-tillskott tycks enligt Figur 3 vintertid ha hamnat utanför BBR-mätaren.

**** Mätning för två vintermånader saknas (dec 2021 - jan 2022) och har uppskattats.

Det bör också noteras att om det hade räknats med vad som momentant kunnat nyttjas innanför Boverkets systemgräns hade skillnaden mellan uppmätt och beräknad nyttjandegrad i de flesta fall blivit mindre än i tabell C4 ovan. Det är också svårt att jämföra beräknade värden med uppmätta värden då både uppmätt elanvändning och uppmätt elproduktion i flera fall avviker en hel del från de beräknade värdena. Tillräckligt underlag för att korrigera uppmätta värden till ett normalt brukande under ett normalår saknas i studien. I tabell C5 nedan har därför istället jämförelser gjorts för beräknad specifik energianvändning (EPspec) och beräknat primärenergital (EPpet) för de studerade husen utan solel, med solel enligt de gamla schablonerna i TMF Energi samt enligt de nya föreslagna schablonerna. Beräknad solelproduktion och elanvändning innanför BBR:s systemgräns är samma som tabell C2 och C4. För samtliga studerade hus, utom hus 3 i Skellefteå, gäller att högsta tillåtna primärenergital enligt nu gällande BBR 29 är 90 kWh/m² år. För huset i Skellefteå gäller i stället 95 kWh/m² år då det har en A_{temp} på strax under 130 m². Samtliga studerade hus klarar också enligt beräkningarna denna kravnivå även utan installation av solceller, några med mycket god marginal och några med lite mindre marginal. 6 av husen uppfyller energiklass B utan installation av solceller men med solceller hamnar två av dessa med de nya schablonerna i energiklass A. Det är endast hus 3 i Skellefteå som inte får någon bättre energiprestanda med de nya schablonerna, vilket verkar rimligt då det har den minsta solcellsanläggningen, den nordligaste placeringen och relativt litet elbehov innanför systemgränsen under sommarhalvåret. Detta stämmer också väl överens med de uppmätta resultaten.

Tabell C5. Beräknad energiprestanda (kWh/m² år) för de studerade husen utan respektive med solelproduktion.

Hus	Utan solelproduktion		Solelprod. TMF schabloner		Solelprod. nya schabloner	
	EPspec *	EPpet **	EPspec *	EPpet **	EPspec *	EPpet **
1 - Jönköping	35,6	64,1	32,3	58,2	28,2	50,7
2 - Höllviken	27,5	55,2	24,1	48,9	19,0	38,4
3 - Skellefteå	60,1	85,0	55,6	78,2	55,7	78,4
4 - Götene	36,5	65,7	33,3	59,9	30,1	54,2
5 - Lidingö	28,4	51,1	24,7	44,5	22,3	40,1
6 - Södertälje	32,3	58,1	28,2	50,8	25,6	46,2
7 - Vetlanda	43,4	78,2	39,6	71,3	35,9	64,7
8 - Vallentuna	36,4	65,5	32,8	59,1	29,5	53,1

*) Specifik energianvändning (EPspec) definieras som "Byggnadens energianvändning/köpt energi" innanför Boverkets systemgräns dividerat med den "tempererade arean" A_{temp} enligt BBR 12-24.

**) Primärenergitalet (EPpet) beräknas med geografiska justeringsfaktorer och viktningsfaktorer för olika energibärare enligt formel i BBR 29, avsnitt 9 Energihushållning,



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

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

