

Tillgodoräkna solexel i BBR 25

Förstudie
Version: 3

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på www.bebostad.se

2017_05

Mikaela Tarnawski, Charlotta Winkler

Granskad av Emma Karlsson, Jens Åkesson

WSP

2018-02-20

WSP

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	2
Bakgrund	3
Mål och syfte.....	3
Avgränsning.....	3
Genomförande.....	4
Sammanställning av nuläge	4
BBR 25 och NNE-krav	4
Beräkning av tillgodogjord solex.....	6
Beräkningsprogram	6
Framtagande av timvist elbehov samt timvis solexproduktion.....	8
Fallexempel.....	11
Flerbostadshus	11
Småhus.....	18
Mätning och verifiering	24
Resultat och analys	26
Slutsats och rekommendationer för nästa steg.....	30

Förord

BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus) har funnits sedan 1989 och är ett nätverk av fastighetsägare och med Energimyndigheten som huvudfinansiär. BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändning samtidigt som funktion och komfort inte försämras utan snarare förbättras.

WSP Sverige AB är ett teknik- och analyskonsultföretag som bland annat arbetar med energieffektiviseringsfrågor i olika typer av fastigheter. WSP levererar på uppdrag av Energimyndigheten förstudier och utredningar inom BeBos intresseområde. Denna förstudie är utförd av Mikaela Tarnawski och Charlotta Winkler. Version 1 av denna förstudierapport daterades 2017-12-21. Efter granskningssynpunkter är version 2 daterad 2018-01-19. I version 3 daterad 2018-02-20 har primärenergitalet för fall exemplet med ett elvärmat flerbostadshus beräknat med månadsvis jämförelse korrigerats på sid. 14 samt i tabell 5 efter att ett fel uppmärksammats.

Denna förstudie påvisar behov av förtydliganden gällande tillgodoräknande av solex i BBR 25 samt vilka krav som ställs på beräkningsprogram och kunskap hos personer som utför beräkningarna.

Sammanfattning

Enligt BBR 25 räknas energi genererad av solceller placerade på byggnaden eller på dess tomt och som används till byggnadens uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetsenergi inte med i byggnadens energianvändning. Generering och egenanvändning av solceller kan därmed användas för att minska byggnadens behov av köpt energi och gör det enklare att nå energikravet. Det är därför av stor vikt att tillgodoräkningen sker på ett korrekt sätt och att alla som utför beräkningen räknar på samma sätt. Den här förstudien utreder bland annat när solceller får tillgodoräknas, hur mycket solceller som får tillgodoräknas samt tillvägagångssätt för att beräkna och verifiera detta.

Genomförande av förstudien har bestått i att först sammanställa vad som står i BBR 25 gällande tillgodoräkning av solceller. Sedan beskrivs metod för beräkning och hur timvise elbehov och genererad solceller kan tas fram från beräkningsprogram. För att påvisa eventuell problematik och behov av förtydliganden har teoretiska fall exempel beräknats. Fallexemplen innefattar flerbostadshus och småhus som beräknats med uppvärmningssätt icke elvärt respektive elvärt. Fallexemplen visar att månadsvis jämförelse av elbehov och generering av solceller inte ger ett korrekt resultat av hur mycket solceller som kan tillgodoräknas. För att få ett resultat så nära verkligheten som möjligt bör beräkning av tillgodoräknad solceller ske på timvisbasis. Enligt muntlig information från Boverket, anser de är det dock i vissa fall inte är nödvändigt eller ekonomiskt försvarbart att beräkna och verifiera tillgodogjord solceller på timbasis utan analysen behöver vara tillräckligt bra. Exempelvis i fallet då beräkning visar att energikraven är uppfyllda även utan generering av solceller behöver tillgodogjord solceller inte beräknas. Fallexemplen visar också att prioriteringen av om solcellerna i första hand ska gå till elbehov för uppvärmning eller inte kan påverka resultatet av beräknat primärenergital.

Att utföra beräkning av tillgodogjord solceller innebär att använt beräkningsprogram behöver ta hänsyn till ett flertal parametrar för att beräkningen ska bli korrekt. Personen som utför beräkningen behöver ha kunskap om dessa parametrar för att kunna applicera korrekt indata. Vid verifieringen kommer det i elvärmda flerbostadshus, flerbostadshus med gemensamhetsabonnemang samt i småhus att behövas separat mätning av genererad solceller för att tillgodoräkningen ska kunna verifieras korrekt.

Resultatet av denna förstudie visar att det finns behov av förtydliganden gällande upplösning av beräkningsresultat samt riktlinjer och rekommendationer kring vad en "tillräckligt bra analys" innebär. Vidare dras slutsatsen att vägledning kring hur tillgodoräkningen bör utföras och vilka eventuella förenklingar som kan göras skulle vara värdefullt för att säkerställa att tillgodoräkningen av genererad solceller beräknas på samma sätt.

Bakgrund

Enligt BBR 25 räknas energi genererad av solceller placerade på byggnaden eller på dess tomt och som används till byggnadens uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetsenergi inte med i byggnadens energianvändning. Generering och egenanvändning av solel kan därmed användas för att minska byggnadens behov av köpt energi och gör det enklare att nå energikravet i BBR. Det är därför av stor vikt att tillgodoräkandet sker på ett korrekt sätt och att beräkningarna för detta görs på samma sätt.

Eftersom det endast är den egenanvända solelen som får tillgodoräknas, tydliggörs även nyttan med att maximera egenanvändningen. Det finns flera metoder för att undvika överproduktion och matcha solelproduktionen med elanvändningen vilket beskrivits i den tidigare förstudien ”Metoder och lösningar för att matcha solelproduktion och elanvändning” som gjorts inom Bebo.

Mål och syfte

Frågeställningar som kommer att behandlas i förstudien är bland annat när solel får tillgodoräknas, hur mycket solel som får tillgodoräknas samt tillvägagångssätt för att beräkna och verifiera detta. Nuläget sammanfattas och teoretiska fallexempel visas för att exemplifiera hur tillgodoräkandet kan ske. Syftet med förstudien är att ta reda på om behov av förtydliganden finns samt vilka krav som ställs på beräkningsprogram samt kunskapsnivå hos personer som utför beräkningarna.

Svårigheter och otydligheter kring hur tillgodoräkandet av solel ska genomföras ökar risken för att fastighetsägare och småhusägare avstår från att utföra beräkningarna. Därmed skulle inte den fulla potentialen av en solcellsanläggning visas och investeringsbeslut riskerar att utebli. Syftet och målet är att klargöra tillvägagångssätt för tillgodoräkandet av solel och därmed tydliggöra nyttan av egenanvändning av solenergi. Detta förväntas i sin tur leda till att underlätta för fastighetsägare och småhusägare vid investeringsbeslut av solcellsanläggningar.

Avgränsning

Ett antal teoretiska fallexempel har beräknats i denna förstudie där indata för byggnaderna och solcellsanläggningarna har valts ut för att representera vanligt förekommande fall. Utifrån dessa fallexempel kan inte generella slutsatser av hur mycket solel som kan tillgodoräknas för en viss byggnadstyp göras. Syftet med fallexemplen är att visa på tillvägagångssättet för beräkningen.

Ett antal beräkningsprogram beskrivs i förstudien, denna lista är inte fullständig utan är exempel på program som kan användas.

Genomförande

Genomförande av förstudien har bestått i att först sammanställa nuläget med vad som står i BBR 25 gällande tillgodoräknande av solex. Sedan beskrivs metod för beräkning och hur timvist elbehov och genererad solex kan tas fram från beräkningsprogram. För att påvisa eventuell problematik och behov av förtydliganden har teoretiska fall exempel beräknats. Fall exemplen har beräknats med klimatort Göteborg för att tydliggöra beräkning av primärenergital med annat F_{geo} än 1. Mätning och verifiering av solex beskrivs även för att knyta an till hur beräkningarna ska verifieras i praktiken.

Sammanställning av nuläge

I detta avsnitt beskrivs vad som står i BBR 25 gällande tillgodoräknande av solex samt vad som finns beskrivet kring hur detta ska beräknas.

BBR 25 och NNE-krav

Energiprestandadirektivet från EU innebär att alla byggnader ska vara nära noll energibygnader (NNE) år 2021. Vad en NNE byggnad innebär ska respektive land själv definiera. Sverige kommer att införa NNE-reglerna i BBR i två steg. Förändringen som har skett i det första steget är att det i BBR 25 ställs krav på byggnaders primärenergital istället för krav på specifik energianvändning. I nästa steg kommer kravnivåerna sannolikt att skärpas för att Sveriges NNE-nivå skall vara närmare noll vid 2021. Hur mycket kravnivåerna kommer att skärpas till 2021 kommer att vara beslutat till sommaren 2018.

Gällande tillgodoräknandet av solex har ingen förändring skett mellan BBR 24 och BBR 25 mer än att texten är formulerad på ett nytt sätt. I BBR 25 står följande gällande tillgodoräknande av solex:

”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.”¹

Om inte lagring av el med batteri finns i byggnaden behöver solexen användas vid just den tidpunkten då den genereras för att den ska kunna tillgodoräknas byggandens

¹ <https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2017-5-BBR-25.pdf> s.5

energianvändning. Detta innebär i praktiken att byggnadens energianvändning får reduceras med genererad energi från solceller i den omfattning byggnaden kan tillgodogöra sig energin **momentant**.

Primärenergitalet i BBR 25 beräknas enligt nedan

$$EP_{\text{pet}} = \frac{\sum_{i=1}^6 \left(\frac{E_{\text{uppv},i}}{F_{\text{geo}}} + E_{\text{kyl},i} + E_{\text{tvv},i} + E_{\text{f},i} \right) \times PE_i}{A_{\text{temp}}}$$

F_{geo} är en justeringsfaktor för byggnadens geografiska läge, justeringsfaktorer för Sveriges olika kommuner finns listade i BBR 25. PE_i står för primärenergifaktor och är en korrigeringsfaktor för respektive energibärare. I BBR 25 är primärenergifaktorn 1 för samtliga energibärare förutom el som har primärenergifaktor 1,6.

Skärpningen som det andra steget av införandet av NNE-kraven innan 2021 kommer att innebära att primärenergifaktorerna för energibärarna ändras. Vad primärenergifaktorerna blir då är inte beslutat ännu men baserat på hur kraven skärpts i andra EU länder samt indikationer från branschen, kommer antagligen primärenergifaktorn för el att öka. Som resultat av att användningen av all el i byggnaden ska multipliceras med 1,6 ska även reduktionen av tillgodogjord solel multipliceras med 1,6. Om primärenergifaktorn för el ökar innebär det även att reduktionen av tillgodogjord solel ökar och får större inverkan på resultatet.

En annan aspekt som har betydelse är det krav som ställs på det energiberäkningsprogram som används. BEN är Boverkets föreskrifter och allmänna råd om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår. I den senaste ändringsförfattningen (BFS 2017:6 - BEN 2) står följande:

”För småhus och flerbostadshus får byggnadens energianvändning fastställas genom energiberäkning med beräkningssteg på högst en månad. För lokaler ska byggnadens energianvändning fastställas genom dynamisk energiberäkning med beräkningssteg på högst en timme.”²

Detta innebär i praktiken att energiberäkning av småhus och flerbostadshus får ske med månadsvis upplösning. Att jämföra beräknad genererad solel med byggnadens beräknade elbehov med månadsvis upplösning ger dock inte en korrekt bild över hur mycket solel som kan tillgodoräknas momentant. Detta visas i följande avsnitt.

² <https://rinfo.boverket.se/BEN/PDF/BFS2017-6-BEN-2.pdf> s.2

Beräkning av tillgodogjord solel

Beräkning av energianvändning samt genererad solel kan antingen ske i samma beräkningsprogram eller i separata program där resultaten sedan jämförs. I dagsläget finns det program för beräkning av energianvändning med varierande möjlighet att beräkna generering av solel. I fall där det är möjligt att beräkna energianvändning och generering av solel i samma program är det enklare att optimera solcellssystemet och försörjningssystemet genom att med rätt driftsförhållanden optimera lutning och vinkel för solcellerna för att öka egenanvändningen. Det är dock även möjligt att optimera solcellsanläggningen även om beräkning av energianvändning och genererad solel sker i olika program. I dessa fall jämförs timvärden från respektive program separat. Detta kräver noggrann handpåläggning då det inte sker automatiskt. Ett annat alternativ är att den person som beräknar energianvändningen erhåller beräknad genererad solel från exempelvis en solcellsentreprenör. Även i detta fall måste jämförelsen ske med handpåläggning. Då beräkning av energianvändning och generering av solel sker i separata program, bör det kontrolleras att klimatfilerna stämmer överens gällande ort och år. Om möjligt bör samma klimatfil som använts i energiberäkningsprogrammet importeras i programmet som beräknar genererad solel.

Beräkningsprogram

Nedan ges exempel på program samt parametrar i utformningen av en solcellsanläggning som beräkningsprogrammen tar hänsyn till. Observera att detta inte är en fullständig lista över program, utan endast exempel.

- VIP Energy är ett energiberäkningsprogram med timvis upplösning där det i version 4.0.0 och senare är möjligt att beräkna generering av solel. I programmet kan användaren ange indata för ett stort antal parametrar för solcellsanläggningen. De parametrar som användaren bör ange är solcellsytta, lutning, azimuth-vinkel, verkningsgrad för solcellsmodulerna, eventuell skuggning från omgivande objekt och intern skuggning mellan rader med solcellsmoduler. Övriga parametrar bör endast ändras av användaren om specifika uppgifter gällande dessa givits i projektet eller om användaren har stor kunskap inom området, annars bör programmets defaultvärden behållas. Felaktig indata för dessa värden kan få stora konsekvenser på resultatet. Beräkning av skuggning från omgivande objekt samt intern skuggning mellan rader av solcellsmoduler upplevs svår och det bedöms vara en stor risk att detta utförs felaktigt om personen som utför beräkningen inte har tillräcklig kunskap. Installerad effekt för den angivna solcellsytan redovisas inte i resultatet. I version 4.0.5 (i skrivande stund senaste versionen) går det inte att utläsa ur resultattabellen för BBR-kravet hur mycket solel som tillgodoräknats och till vilken post. För att utläsa detta behöver användaren gå in i andra tabeller än vad som vanligtvis görs vid energiberäkning. För att kunna tillgodogöra solelen

som lagts in i en zon även till elbehovet för övriga zoner behöver en speciell koppling för solcellsanläggningen göras i beräkningen. Personen som gör beräkningen behöver alltså känna till att denna koppling ska göras.

- IDA ICE är ett beräkningsprogram där bland annat energianvändning och genererad solel kan beräknas med upplösning som är mer detaljerad än per timme. Verkningsgraden som ska anges är den totala för hela systemet och alltså inte separat för solcellsmodulen och växelriktaren. På standardnivån läggs solcellsytan in som en enda solcell. Detta leder till att det endast är möjligt att lägga in ett värde på lutning och riktning av solcellsmoduler, vilket inte alltid är fallet. Programmet tar inte hänsyn till skuggning mellan rader. På den avancerade nivån går det att bygga upp multipla solcellssystem med separata komponenter för solcellsmodulen, skuggmodellen, fasadmodellen och energimätaren. Det är dock standardnivån som används av de flesta användarna vid energiberäkningar, den avancerade nivån kräver mycket mer kunskap om programmet.
- PV-syst är ett beräkningsprogram för generering av solel. Upplösning av genererad solel kan väljas av användaren på månadsvis- eller timvisbasis. Modellen med månadsvis upplösning kräver färre indata och modellen med timvis upplösning mer detaljerad indata. Den timvisa upplösningen kan exporteras till Excel och jämföras med timvis elbehov från energiberäkningsprogrammet. Det går att importera egen klimatdata i programmet.
- PV*SOL är ett beräkningsprogram som kan användas för att beräkna generering av solel med timvis upplösning. I programmet kan användaren konstruera egna byggnader med takmonterade solceller och därefter utvärdera solelpotentialen. Det går att importera egen klimatdata i programmet. Resultatet från programmet kan exporteras till Excel och jämföras med timvis elbehov från energiberäkningsprogrammet.
- System Advisor Model (SAM) är ett beräkningsprogram som kan användas för att beräkna generering av solel på månadsvis- eller timvisbasis. I programmet finns två modeller för beräkning av generering av solel. Den ena modellen är enkel och kräver färre indata och den andra modellen är mer detaljerad och möjliggör för användaren att anpassa systemet mer efter sina önskemål. Det som skiljer sig i den enklare modellen är att användaren inte kan ange en egen verkningsgrad för solcellsmodulen, utan får välja mellan tre olika moduler med förbestämda verkningsgrader. I den detaljerade modellen kan total installerad effekt eller antal moduler anges medan i den enklare modellen kan enbart total installerad effekt anges som indata. Den detaljerade modellen kräver mer kunskap kring området och är lämplig att använda vid detaljerade analyser, medan den enklare modellen är lättare att använda och kräver inte lika mycket förkunskaper. Båda modellerna genererar resultat som redovisas i grafer och tabeller och som kan exporteras till

Excel. Azimutvinkel 0° motsvarar vanligtvis i branschen en orientering rakt söderut, men i SAM motsvarar azimutvinkel 0° rakt norrut och sedan ökar azimutvinkeln medurs. Detta är viktigt att ta hänsyn till vid användning av programmet, då en felaktigt angiven vinkel ger stor inverkan på resultatet.

Framtagande av timvist elbehov samt timvis solelproduktion

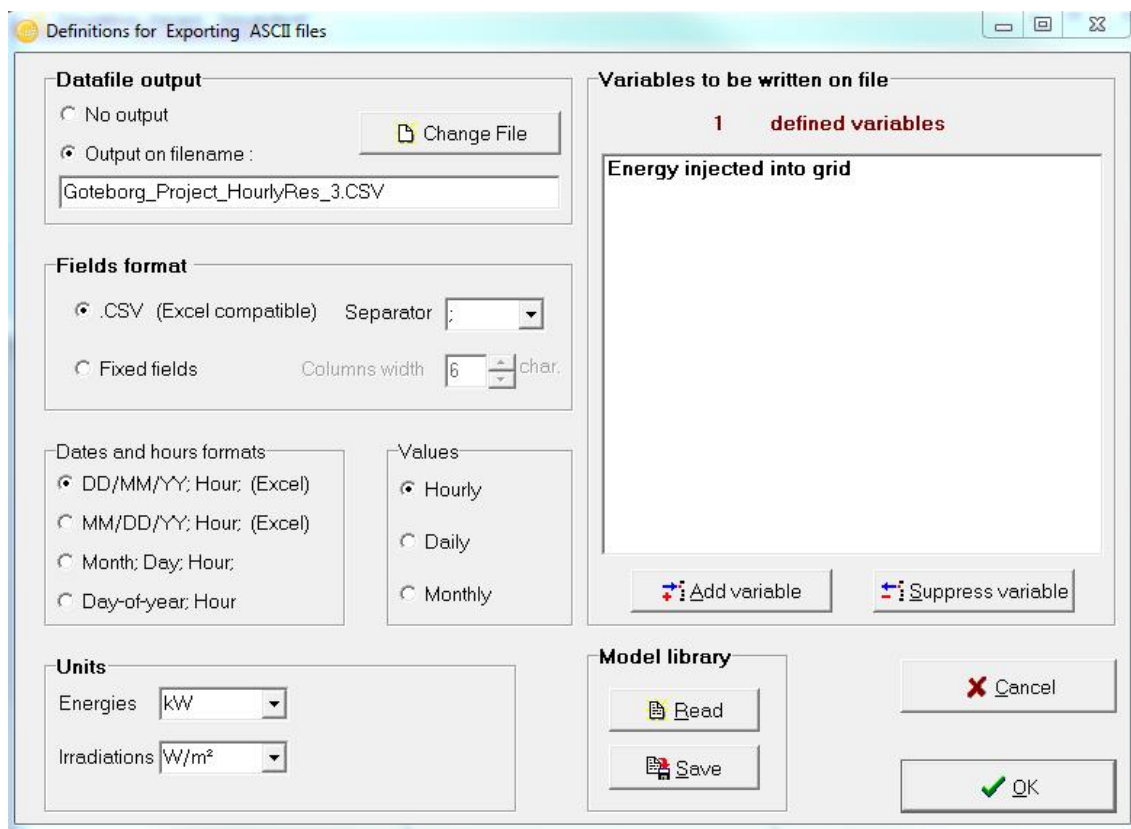
För scenariot där elbehovet och genererad solel inte beräknas i samma beräkningsprogram behöver dessa jämföras för att få fram hur stor del av elbehovet som kan tillgodoses med solel. Timvis jämförelse är så nära momentant det går att komma och därmed behöver timvisa värden för elbehovet samt den genererade solen tas fram. Observera att det endast är elbehovet som används för att tillgodose byggnadens behov för uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetsenergi som ska tas fram i redovisningen. Elbehovet för hushållsenergi ska alltså exkluderas eftersom detta behov inte ska ingå i jämförelsen.

Om det är en befintlig byggnad kan timvis statistik över elbehovet hämtas från elleverantören och exporteras till Excel. Viktigt även här är att säkerställa att hushållsenergi exkluderas ur underlaget.

Om elbehovet beräknats i ett energiberäkningsprogram med timvis upplösning kan timvisa värden exporteras. Exempelvis i VIP Energy väljer användaren önskade värden samt upplösning. Figur 1 visar hur detta urval ser ut. Eftersom dessa värden utgör grund för tillgodoräkandet av solel är det mycket viktigt att underlag för rätt poster tas fram. För att kontrollera detta kan de timvisa värdena för elbehovet summeras och kontrolleras mot det årsvisa elbehovet som beräkningen visat.

Figur 1. Export av timvist elbehov i VIP Energy, icke elvärmd byggnad

Även för generering av solet behöver beräkningsprogrammet ge timvis upplösning samt kunna exportera dessa värden. Det är ofta förekommande att beräkningsprogram för generering av solet har en generell nivå där månadsvisa värden beräknas samt en avancerad nivå där timvisa värden beräknas. Exempelvis i beräkningsprogrammet PV-syst kan timvisa värden exporteras. Viktigt även här är att rätt värde väljs för utskrift. Figur 2 visar hur detta ser ut i PV-syst.



Figur 2. Export av timvis solexproduktion i PV syst

Det timvisa underlaget på elbehovet och genererad solex jämförs i exempelvis Excel. För att beräkna hur mycket solex som kan tillgodoräknas kan först överskottsproduktionen beräknas. Exempelvis kan man använda en formel som tar differensen mellan elbehovet och den genererade solexen för varje timme och summerar differensen för de timmar då den genererade solexen överstiger elbehovet. På detta sätt erhålls överskottsproduktionen för årets alla timmar och totalt för ett år. Solexen som kan tillgodoräknas är den totala genererade solexen subtraherat med den totala överskottsproduktionen.

Fallexempel

I detta avsnitt presenteras teoretiska beräkningsexempel för tillgodoräkandet av solex för ett flerbostadshus och ett småhus. Beräkningsexemplen innefattar scenarierna med en icke elvärmad byggnad och en elvärmad byggnad samt då beräkning av energianvändning och generering av solex skett i olika beräkningsprogram respektive i samma beräkningsprogram.

Flerbostadshus

Nedan presenteras indata för det teoretiska flerbostadshuset. Storlek och driftsfall för övrig fastighetsenergi som till exempelvis hissar och belysning i allmänna utrymmen har angivits enligt SVEBY.

Tabell 1. Basindata flerbostadshus

Basindata flerbostadshus	
Klimatort	Göteborg ($F_{geo} 0,9$)
A_{temp}	1 723 m ²
Antal lägenheter	23 st
Ventilation	FTX värmeåtervinningsgrad 80 % Luftflöde: 0,45 l/s,m ²
U_{medel}	0,36 W/m ² K
Specifik energianvändning icke elvärmad	Värmebehov: 28 kWh/m ² , A_{temp} , år Tappvarmvatten: 25 kWh/m ² , A_{temp} , år El till fläktar och pumpar samt övrig fastighetsel: 10 kWh/m ² , A_{temp} , år Tot: 63 kWh/m ² , A_{temp} , år
Specifik energianvändning elvärmad med bergvärmepump	El till värmepump för uppvärmning: 9 kWh/m ² , A_{temp} , år Spetsel för uppvärmning: 2 kWh/m ² , A_{temp} , år El till värmepump för tappvarmvatten: 9 kWh/m ² , A_{temp} , år El till fläktar och pumpar samt övrig fastighetsel: 10 kWh/m ² , A_{temp} , år Tot: 30 kWh/m ² , A_{temp} , år

Primärenergitalet beräknas enligt följande för scenariot då byggnaden är icke elvärmad:

$$PET = \left(\frac{28}{0,9} + 25 \right) * 1 + (10) * 1,6 = 72,1 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{år}$$

Primärenergitalet beräknas enligt följande för scenariot då byggnaden är elvärmad:

$$PET = \left(\frac{11}{0,9} + 9 + 10 \right) * 1,6 = 50,0 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{år}$$

Nedan visas indata för solcellsanläggningen som beräknats för byggnaden. Eftersom de vanligaste energiberäkningsprogrammen inte tar hänsyn till skuggning mellan raderna av solceller har exemplet tagits fram med solceller som monteras i takets lutning.

Tabell 2. Basindata solcellsanläggning flerbostadshus

Basindata solcellsanläggning	
Klimatort	Göteborg
Lutning	30° (i takets lutning)
Azimuth	20°
Verkningsgrad solceller	17 %
Verkningsgrad växelriktare	96 %
Solcellsytta	50 m ²

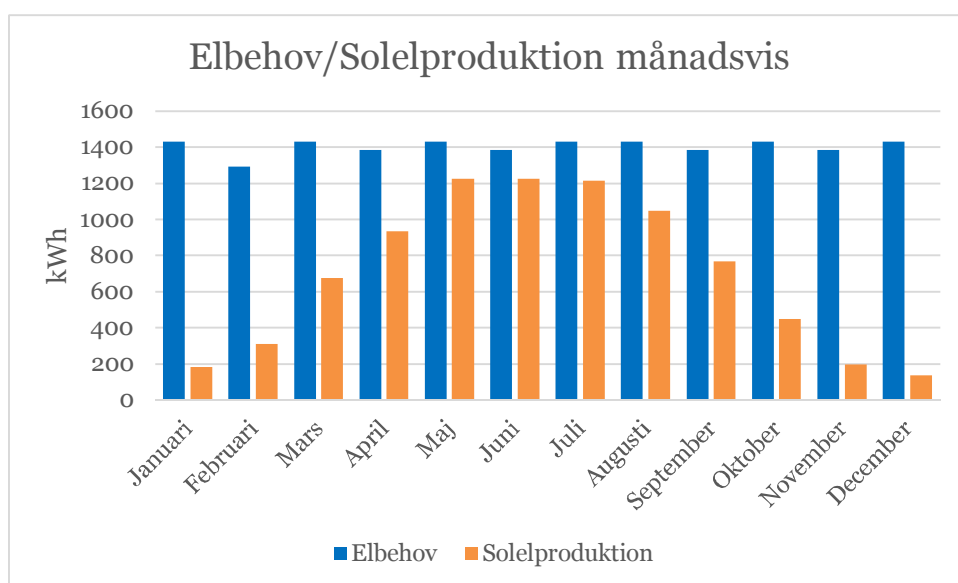
I PV-syst beräknas en solcellsanläggning med ovanstående indata generera 8 400 kWh solel per år med en installerad effekt på 8,5 kW.

Beräkning av elbehov och solel i separata program

I detta avsnitt presenteras beräkningsexempel då elbehov och solel beräknas i separata program och sedan jämförs. Beräkningsexemplen delas upp mellan icke elvärmd byggnad och elvärmd byggnad.

Icke elvärmd byggnad

Figur 3 visar månadsvis jämförelse av elbehovet och genererad solel.

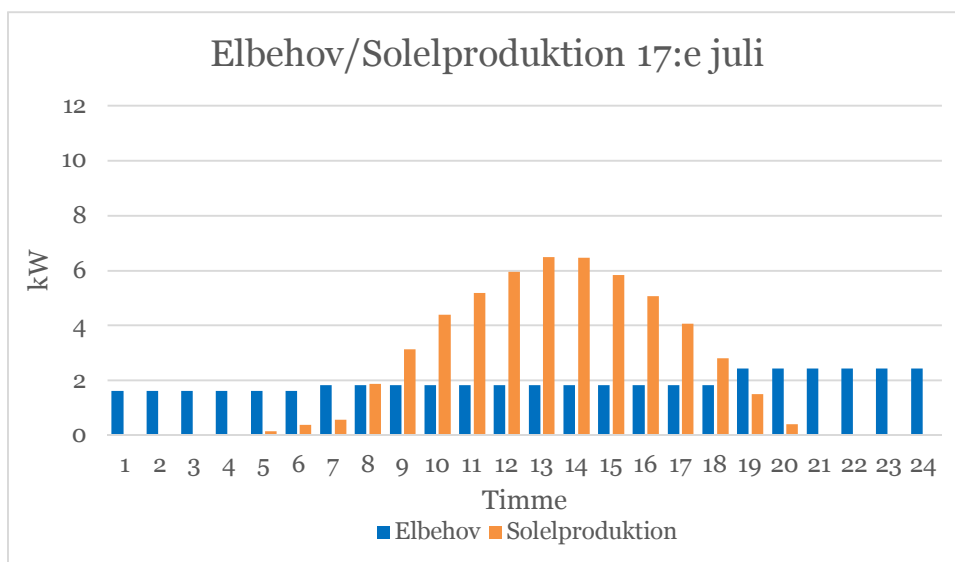


Figur 3. Månadsvis jämförelse av elbehov och genererad solel fallexempel icke elvärmd byggnad

Den beräknade genererade solelen överstiger inte elbehovet på månadsvis basis. Vid månadsvis jämförelse av elbehovet och genererad sol beräknas därmed resultatet att all genererad sol tillgodogörs inom byggnaden. Som tidigare specificerats genererade solcellsanläggningen i exemplet 8 400 kWh sol per år och A_{temp} för byggnaden i exemplet var 1 723 m². Solelen beräknas därmed kunna täcka 4,8 kWh/m², A_{temp} , år av elbehovet (8 400 kWh/1 723 m² A_{temp}). Detta skulle innebära ett primärenergital för byggnaden enligt följande:

$$PET = \left(\frac{28}{0,9} + 25 \right) * 1 + (10 - 4,8) * 1,6 = 64,4 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{år}$$

Figur 4 visar timvis jämförelse av elbehov och genererad sol för 17:e juli, som valts ut som exempel på en dag med mycket solinstrålning.



Figur 4. Timvis jämförelse av elbehov och genererad sol den 17:e juli fall exempel icke elvärmad byggnad

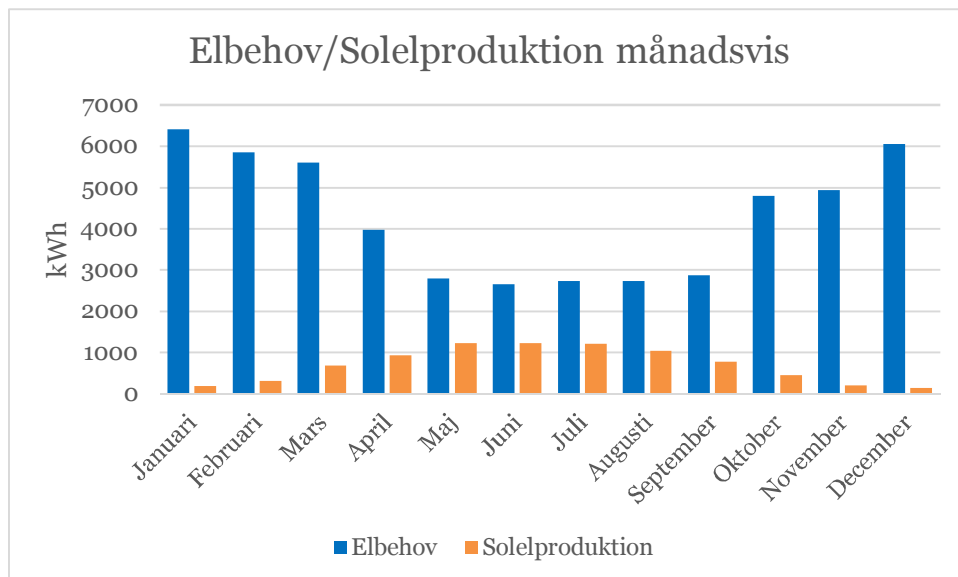
Vid timvis jämförelse av elbehovet och genererad sol över hela året blir resultatet att solelen kan bidra med 2,8 kWh/m², A_{temp} , år av elbehovet. Detta skulle innebära ett primärenergital för byggnaden enligt följande:

$$PET = \left(\frac{28}{0,9} + 25 \right) * 1 + (10 - 2,8) * 1,6 = 67,6 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{år}$$

Exempelbyggnadens primärenergital blir alltså antingen 64,4 eller 67,6 kWh/m², A_{temp} , år beroende på om jämförelse av genererad sol och elbehov sker på månadsvis basis respektive timvis basis.

Elvärmad byggnad

Figur 5 visar månadsvis jämförelse av elbehovet och genererad sol.

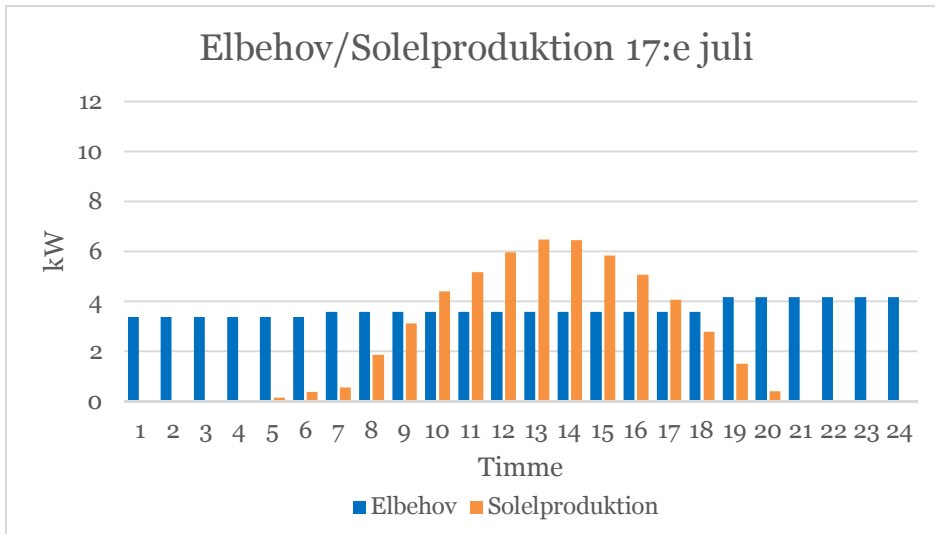


Figur 5. Månadsvis jämförelse av elbehov och genererad sol fall exempel elvärmad byggnad

Den beräknade genererade solelen överstiger inte elbehovet på månadsvis basis. Vid månadsvis jämförelse av elbehovet och genererad sol beräknas därmed resultatet att all genererad sol tillgodogörs inom byggnaden. Solelen beräknas därmed kunna täcka 4,8 kWh/m², A_{temp}, år av elbehovet (8 400 kWh/1 723 m²A_{temp}). Detta skulle i fallet med den elvärmade byggnaden innebära ett primärenergital enligt följande:

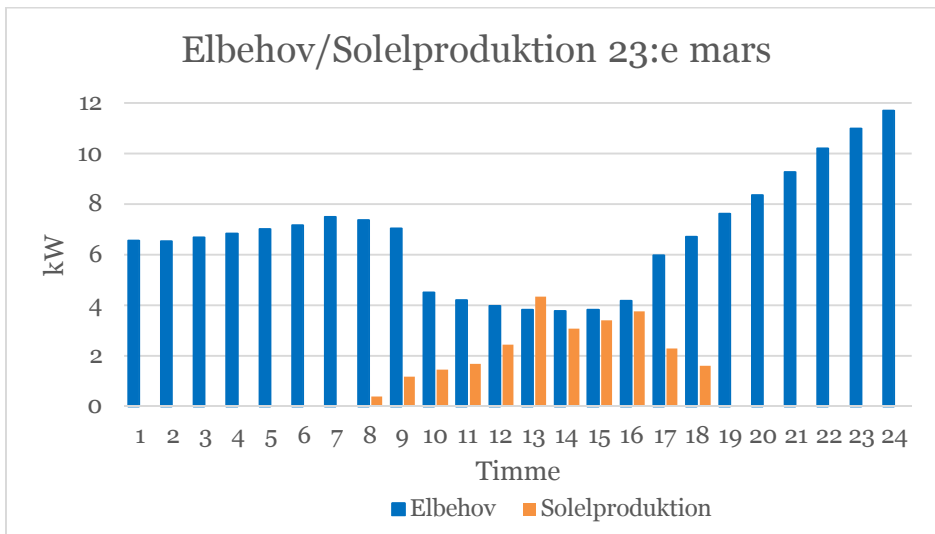
$$PET = \left(\frac{11}{0,9} + 9 + 10 - 4,8 \right) * 1,6 = 42,3 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{ år}$$

Figur 6 visar timvis jämförelse av elbehov och genererad sol för 17:e juli, som valts som exempel på en solig dag utan uppvärmningsbehov.



Figur 6. Timvis jämförelse av elbehov och genererad solel 17:e juli fall exempel elvärmad byggnad

Figur 7 visar timvis jämförelse av elbehov och genererad solel för 23:e mars, som valts som exempel på en solig dag med uppvärmningsbehov.



Figur 7. Timvis jämförelse av elbehov och genererad solel 23:e mars fall exempel elvärmad byggnad

Vid timvis jämförelse av elbehovet och genererad solel fås resultatet att solelen kan täcka $4,2 \text{ kWh/m}^2, A_{\text{temp}}, \text{år}$ av det totala elbehovet. Vid beräkning av primärenergitalet behöver man dock även veta hur mycket av solelen som gått till att täcka behovet för el till uppvärmning och hur mycket som gått till resterande del. Detta eftersom behovet av el för uppvärmning ska divideras med F_{geo} . Det finns i dagsläget inga riktlinjer kring vilket behov som ska täckas i första hand, enligt Boverket får prioriteringen ske valfritt. Därför har två beräkningar av primärenergitalet utförts där det i det första fallet har prioriterats att solelen går till att täcka elbehovet för uppvärmning och i det andra fallet

har det prioriterats att soleden går till att täcka behovet av el för tappvarmvatten, el till fläktar och pumpar och övrig fastighetsel.

Då soleden i första hand går till att täcka behovet av el för uppvärmning och resterande till behov av el för tappvarmvatten, el till fläktar och pumpar samt övrig fastighetsel beräknas primärenergitalet enligt följande

$$PET = \left(\frac{11 - 1,1}{0,9} + 9 + 10 - 3,1 \right) * 1,6 = 43,0 \text{ kWh}/m^2, Atemp, \text{år}$$

Då soleden i första hand går till att täcka behovet av el för tappvarmvatten, el till fläktar och pumpar samt övrig fastighetsel och eventuellt resterande för behov av el för uppvärmning beräknas primärenergitalet enligt följande

$$PET = \left(\frac{(11 - 0,1)}{0,9} + 9 + 10 - 4,1 \right) * 1,6 = 43,2 \text{ kWh}/m^2, Atemp, \text{år}$$

Till följd av att elbehovet för uppvärmning ska justeras med F_{geo} fås olika resultat för primärenergitalet om vi väljer att prioritera att soleden ska gå till uppvärmning i första hand eller inte.

Exempelbyggnadens primärenergital blir alltså antingen 42,3, 43,0 eller 43,2 kWh/m², Atemp, år beroende på om jämförelse av genererad solex och elbehov sker på månadsvis basis respektive timvis basis med prioritering av att soleden ska gå till uppvärmning i första hand eller inte.

Beräkning av elbehov och solex i samma program

Beräkning av elbehov och generering av solex i samma program har exemplifierats i programmet VIP Energy version 4.0.5. Indata för flerbostadshuset är densamma som presenterades i tabell 1. Även indata för solcellsanläggningen är densamma som presenteras i tabell 2. I VIP Energy anges dock inte verkningsgraden för växelriktaren separat utan den totala verkningsgraden för hela utrustningen (all utrustning från det att elen lämnar solcellen) anges. För denna verkningsgrad samt övrig indata som inte specificerats i tabell 2 har VIP Energys defaultvärden behållits i beräkningen. Dessa indata är inget som en användare kan hitta i produktblad för solcellsmoduler och vid planering av en solcellsanläggning i tidigare skeden finns värden för dessa indata inte angivna.

Då beräkning av genererad solex utförs i VIP Energy enligt indata för solcellsanläggningen i tabell 2 uppgår den beräknade genererade soleden till 6 800 kWh solex per år vilket är 1 600 kWh mindre än vad som beräknats med samma indata för anläggningen i PV-syst. Skillnaden beror på att programmen använder olika klimatfiler

samt att programmen använder olika defaultvärden för förluster. I VIP Energy finns exempelvis parametern ”absorptionskoefficient värme” som i programmets manual definieras som ”hur stor andel av instrålad solenergi som absorberas och omsätts till värme på cellytan”. Defaultvärdet på denna parameter bedöms vara i överkant vilket leder till en mindre generering av solex, speciellt under sommarmånaderna.

Jämförande analys av genererad solex i de olika programmen visar att det i PV-syst beräknas generera mer solex mitt på dagen under sommarmånaderna, därav högre total generering av solex på årsbasis. I VIP Energy beräknas genereringen av solex dock vara något högre under vintermånaderna. Detta leder till att solexen som beräknas kunna tillgodoräknas under ett år är ungefär lika mycket i VIP Energy som i PV-syst, trots att genereringen av solex under ett år är betydligt högre i PV-syst.

Beräkning av hur mycket solex som kan tillgodoräknas sker på timvis basis i programmet. I resultatet presenteras i gällande version inte hur mycket solex som har tillgodoräknats. Istället redovisas det kvarstående behovet av köpt el i resultat Tabellen. För att veta hur mycket solex som tillgodoräknats får användaren göra en separat beräkning med solceller och en utan för att ta fram skillnaden i behov av köpt el.

Beräkningen av energianvändning och genererad solex för det *icke elvärmda fallet* visar att solexen kan bidra med 2,7 kWh/m², A_{temp}, år av elbehovet och innebär ett primärenergital för byggnaden enligt följande:

$$PET = \left(\frac{28}{0,9} + 25 \right) * 1 + (10 - 2,7) * 1,6 = 67,8 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{ år}$$

Beräkningen av energianvändning och genererad solex för det *elvärmda fallet* visar att solexen kan bidra med 4,4 kWh/m², A_{temp}, år av elbehovet och innebär ett primärenergital för byggnaden enligt följande:

$$PET = \left(\frac{11}{0,9} + 9 + 10 - 4,4 \right) * 1,6 = 42,9 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{ år}$$

VIP Energy prioriterar att täcka elbehovet i följande ordning; kylmaskin, el till fläktar och pumpar (inkl. el till värmepump), övrig fastighetsenergi, hushållsenergi, laddning av batterier (då batteri finns) och i sista fall export av solex till nätet.

Prioriteringsordningen är i nuvarande version av programmet konstant och kan inte ändras av användaren. I resultat Tabellen för solex presenteras hur mycket av behovet för processenergi som solexen kunnat tillgodose. Observera att begreppet processenergi innefattar både övrig fastighetsenergi och hushållsenergi. Det är alltså inte hela denna post som är den solex som tillgodoräknats vid beräkning av primärenergitalet.

Småhus

Beräkningsmetod för tillgodoräknande av solet sker på samma sätt i småhus som beskrivet för flerbostadshus. För icke elvärmda småhus är elbehovet för fläktar och pumpar samt övrig fastighetsenergi mycket litet och bidraget från solcellsanläggningen kommer därför till största del att gå till hushållsenergi som inte får tillgodoräknas vid beräkning av primärenergitalet. Endast beräkning och jämförelse av elbehov och solet i separata program visas för fallexemplen för småhus då den energiberäkning som görs för att få slutbesked vid en nybyggnation av ett småhus sällan tar hänsyn till solet. Nedan presenteras indata för det teoretiska småhuset.

Tabell 3. Basindata småhus

Basindata småhus	
Klimatort	Göteborg ($F_{geo} 0,9$)
A_{temp}	175 m ²
Ventilation	Icke elvärmd: FTX med värmeåtervinningsgrad 78 % Elvärmd: Frånluft Luftflöde: 0,35 l/s,m ²
U_{medel}	0,29 W/m ² K
Specifik energianvändning icke elvärm	Värmebehov: 40 kWh/m ² , A_{temp} ,år Tappvarmvatten: 20 kWh/m ² , A_{temp} ,år El till fläktar och pumpar: 5 kWh/m ² , A_{temp} ,år Tot: 65 kWh/m ² , A_{temp} ,år
Specifik energianvändning elvärm med bergvärmepump	El till värmepump för uppvärmning: 14 kWh/m ² , A_{temp} ,år Spetsel för uppvärmning: 0,3 kWh/m ² , A_{temp} ,år El till värmepump för tappvarmvatten: 6 kWh/m ² , A_{temp} ,år El till fläktar och pumpar: 3 kWh/m ² , A_{temp} ,år Tot: 23 kWh/m ² , A_{temp} ,år

Primärenergitalet för byggnaden beräknas enligt följande för scenariot då byggnaden är icke elvärmd:

$$PET = \left(\frac{40}{0,9} + 20 \right) * 1 + (5) * 1,6 = 72,4 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{år}$$

Primärenergitalet för byggnaden beräknas enligt följande för scenariot då byggnaden är elvärmd:

$$PET = \left(\frac{14,3}{0,9} + 6 + 3 \right) * 1,6 = 39,8 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{år}$$

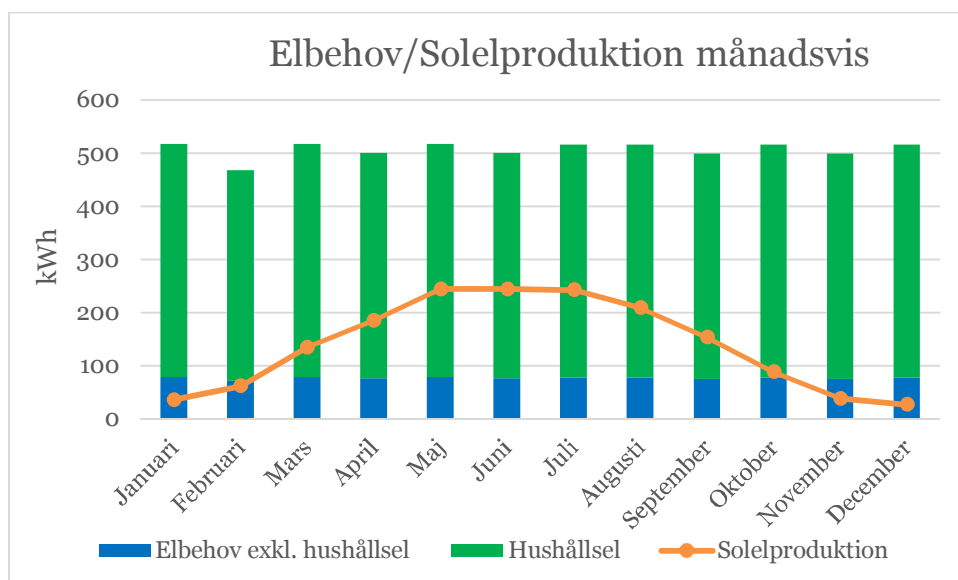
Nedan visas indata för solcellsanläggningen som beräknats för byggnaden. Dimensioneringen av en solcellsanläggning för småhus utgår oftast från det totala elbehovet inklusive hushållsenergi. För att detta exempel ska representera ett så verkligt fall som möjligt har solcellsanläggningen därför dimensionerats utifrån det totala elbehovet som inkluderar både fastighetsenergi och hushållsenergi.

Tabell 4. Basindata solcellsanläggning småhus

Basindata solcellsanläggning	
Klimatort	Göteborg
Lutning	30° (i takets lutning)
Azimuth	20°
Verkningsgrad solceller	17 %
Verkningsgrad växelriktare	96 %
Solcellsytta	10 m ²
Installerad effekt	1,7 kW
Solelproduktion	1 670 kWh/år

Icke elvärmd byggnad

Figur 8 visar månadsvis jämförelse av elbehovet och genererad solel. Elbehovet är uppdelat i hushållsenergi respektive elbehov exklusive hushållsenergi. De blå staplarna motsvarar elbehovet exklusive hushållsenergi, vilket är den del av elbehovet som inkluderas i den specifika energianvändningen. Det är för denna del av elbehovet som behovet av köpt energi kan minskas genom att tillgodoräkna solel.



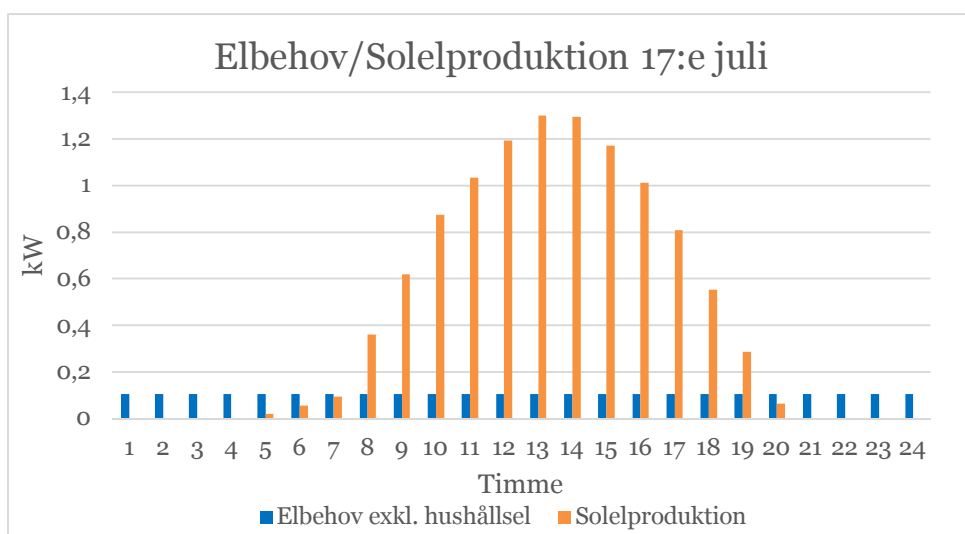
Figur 8. Månadsvis jämförelse av elbehov och genererad solel fall exempel icke elvärmd byggnad

Figur 8 visar att beräknad genererad solel överstiger de blå staplarna för mars-oktober. Den beräknade genererade solelen är 1 670 kWh/år, men totalt beräknas 780 kWh

tillgodoräknas vid månadsvis jämförelse. Det innebär att soleden kan täcka 4,5 kWh/m², A_{temp}, år av elbehovet exklusive hushållsenergi (780 kWh/175 m²A_{temp}). Detta skulle innebära ett primärenergital enligt följande:

$$PET = \left(\frac{40}{0,9} + 20 \right) * 1 + (5 - 4,5) * 1,6 = 65,2 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{ år}$$

Figur 9 visar timvis jämförelse av elbehov och genererad solet för 17:e juli som valts ut som exempel på en dag med mycket solinstrålning.



Figur 9. Timvis jämförelse av elbehov och genererad solet 17:e juli fall exempel icke elvärmad byggnad

Figur 9 visar att beräknad genererad solet överstiger elbehovet under flera av dygnets timmar. Vid timvis jämförelse av elbehovet exklusive hushållsenergi och genererad solet över hela året fås resultatet att soleden kan täcka 2,0 kWh/m², A_{temp}, år av det totala elbehovet (exklusive hushållsenergi). Detta innebär ett primärenergital enligt följande:

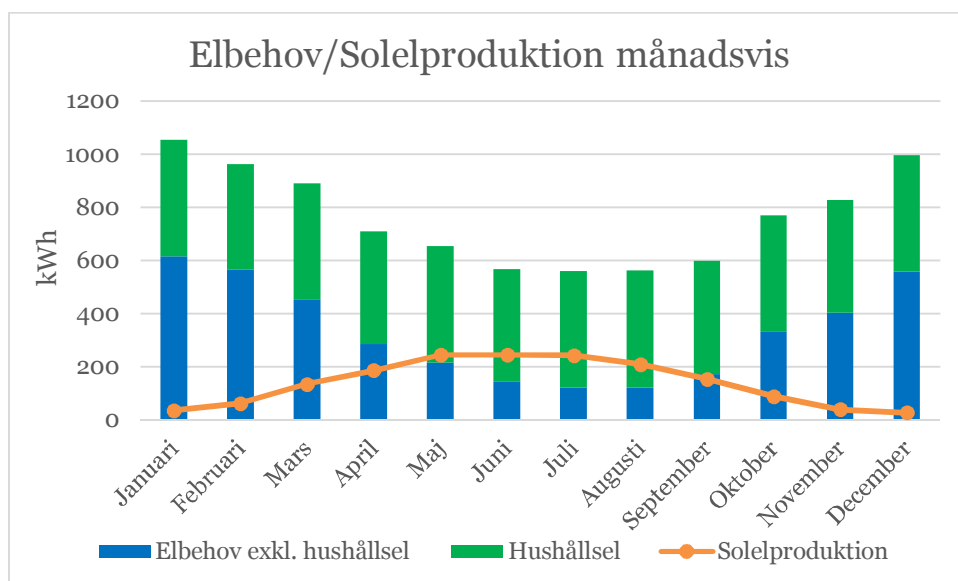
$$PET = \left(\frac{40}{0,9} + 20 \right) * 1 + (5 - 2,0) * 1,6 = 69,2 \text{ kWh/m}^2, A_{temp}, \text{ år}$$

Den timvisa jämförelsen av genererad solet och elbehovet visar att endast 20 % av soleden kan tillgodoräknas för elbehovet vid beräkning av primärenergitalet. Jämförelse mot det totala elbehovet inklusive hushållsenergi visar dock att 78 % av soleden kan användas inom byggnaden och 22 % blir överskottsel som matas in på elnätet.

Exempelbyggnadens primärenergital blir alltså antingen 65,2 eller 69,2 kWh/m², A_{temp}, år beroende på om jämförelse av genererad solet och elbehov sker på månadsvis basis respektive timvis basis.

Elvärmd byggnad

Figur 10 visar månadsvis jämförelse av elbehovet och genererad solel. Elbehovet är uppdelat i hushållsenergi respektive elbehov exklusive hushållsenergi. De blå staplarna motsvarar elbehovet exklusive hushållsenergi, vilket är den del av elbehovet som kan inkluderas i den specifika energianvändningen. Det är för denna del av elbehovet som behovet av köpt energi kan minskas genom att tillgodoräkna solel.

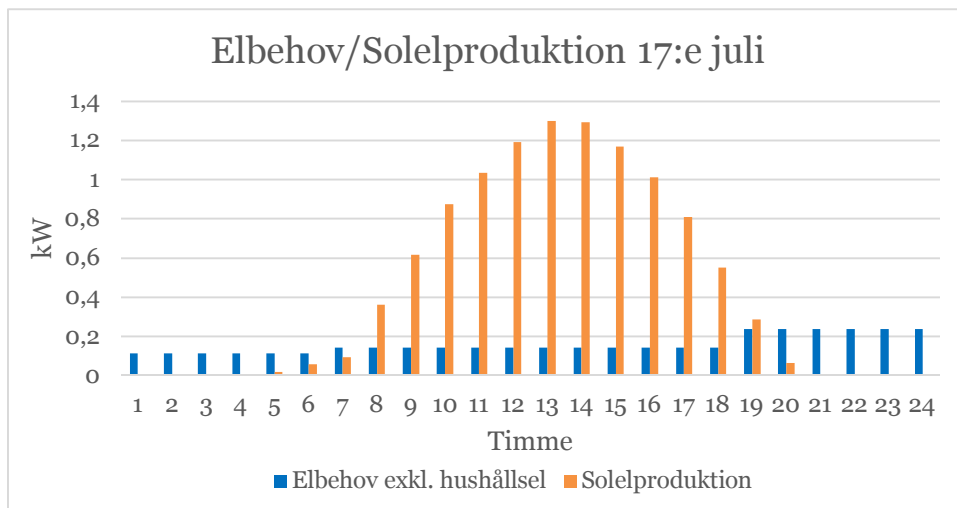


Figur 10. Månadsvis jämförelse av elbehov och genererad solel fall exempel elvärmd byggnad

Figur 10 visar att genererad solel överstiger de blå staplarna för maj-augusti på månadsvis jämförelse. Den totala genererade solelen är 1 670 kWh/år, men totalt kan 1 330 kWh tillgodoräknas. Det innebär att solelen kan täcka 7,6 kWh/m²,A_{temp},år av elbehovet exklusive hushållsenergi (1 330 kWh/175 m²A_{temp}). Detta innebär ett primärenergital enligt följande:

$$PET = \left(\frac{14,3}{0,9} + 6 + 3 - 7,6 \right) * 1,6 = 27,7 \text{ kWh/m}^2 \cdot A_{temp}, \text{år}$$

Figur 11 visar timvis jämförelse av elbehov och genererad solet för 17:e juli som valts som exempel på en solig dag.



Figur 11. Timvis jämförelse av elbehov och genererad solet 17:e juli fallexempel elvärmad byggnad

Vid timvis jämförelse av elbehovet exklusive hushållsenergi och genererad solet över hela året blir resultatet att soleten kan bidra med $3,9 \text{ kWh/m}^2, A_{\text{temp}}, \text{år}$ av elbehovet. Precis som för flerbostadshuset har två beräkningar av primärenergitalet utförts där det i det första fallet har prioriterats att soleten går till att täcka elbehovet för uppvärmning och i det andra fallet har det prioriterats att soleten går till att täcka behovet av el för tappvarmvatten, el till fläktar och pumpar och övrig fastighetsenergi. Samma resonemang kring prioritering av solet gäller som för flerbostadshuset.

Då soleten i första hand går till att täcka behovet av el för uppvärmning och resterande till behov av el för tappvarmvatten och el till fläktar och pumpar beräknas primärenergitalet enligt följande:

$$PET = \left(\frac{14,3 - 2,0}{0,9} + 6 + 3 - 1,9 \right) * 1,6 = 33,2 \text{ kWh/m}^2, A_{\text{temp}}, \text{år}$$

Då soleten i första hand går till att täcka behovet av el för tappvarmvatten, el till fläktar och pumpar och eventuellt resterande för behov av el för uppvärmning beräknas primärenergitalet enligt följande:

$$PET = \left(\frac{14,3 - 1,2}{0,9} + 6 + 3 - 2,7 \right) * 1,6 = 33,4 \text{ kWh/m}^2, A_{\text{temp}}, \text{år}$$

Den timvisa jämförelsen av genererad solet och elbehovet visar att endast 42 % av soleten kan tillgodoräknas för elbehovet vid beräkning av primärenergitalet. Jämförelse

mot det totala elbehovet inklusive hushållsenergi visar dock att 84 % av solelen kan användas inom byggnaden och 16 % blir överskottsenergi som matas in på elnätet.

Exempelbyggnadens primärenergital blir alltså antingen 27,7, 32,2 eller 33,4 kWh/m²,A_{temp},år beroende på om jämförelse av genererad solenergi och elbehov sker på månadsvis basis respektive timvis basis med prioritering av att solelen ska gå till uppvärmning i första hand eller inte.

Mätning och verifiering

Fastställandet av en byggnads energianvändning ska ske enligt BEN 2 och kan utföras antingen genom beräkning eller genom mätning och normalisering. I BEN 2 står det som allmänt råd för nybyggnation av flerbostadshus att energianvändningen bör mätas separat för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och fastighetsenergi. Om mätning inte skett separat ska den uppmätta energin fördelas i den utsträckning som behövs för att genomföra normaliseringen. Denna skrivelse tolkas som att separat mätning alltså inte är ett krav vid fastställandet av en byggnads energianvändning. För flerbostadshus är det ett allmänt råd och för småhus finns inget föreskrivet.

För ett **icke elvärt** flerbostadshus som innehar en solcellanläggning går all genererad solexel som inte matats in på elnätet till fastighetsenergin. För verifiering av energiprestanda ses utfallet direkt.

För ett **elvärt** flerbostadshus med en solcellsanläggning behöver man veta hur mycket av solexelen som gått till elbehovet för uppvärmning och hur mycket som gått till resterande elbehov. Vilken post det är fördelaktigt att prioritera att solexelen går till i första hand skiljer sig beroende på var i landet som byggnaden uppförs. Detta kräver separat mätning av elbehov för uppvärmning och resterande elbehov. Detta i sin tur kräver noggrann uppföljning.

I flerbostadshus med **gemensamhetsabonnemang** samt för **småhus** kommer man vilja prioritera att solexelen i första hand går till fastighetsenergi och sedan till hushållsenergi. Då det finns ett behov av både fastighetsenergi och hushållsenergi får man enligt Boverket ange att solexelen går till fastighetsenergi. Detta på grund av att det i praktiken inte blir någon skillnad på vad solexelen går till. Vid verifieringen innebär detta att behovet av fastighetsenergi behöver påvisas momentant, vilket kräver separat mätning.

I dagsläget mäts vanligtvis den genererade solexelen efter växelriktaren i form av växelström. Växelriktaren rapporterar genererad el till en databas. Via en elmätare rapporteras den el som matas in till elnätet till elnätsägaren. Denna rapportering ger underlag för ersättning för det som kallas nätnyttan, ursprungsgarantier, försäljning av inmatad el, i viss fall skattereduktion vid efterföljande års deklARATION samt ersättning genom elcertifikatsystemet. Elcertifikatsystemet kan ge ersättning för all genererad solexel, det vill säga även den el som används inom byggnaden, men enbart om en mätare som kan kommunicera med elcertifikatets mätsystem monteras direkt efter växelriktaren. Denna typ av mätning och inrapportering görs främst vid stora solcellsanläggningar på grund av att elcertifikatsystemet inte ger tillräcklig ersättning för att kompensera kostnader för mätningen. Vissa elhandelsbolag erbjuder tjänster för mindre anläggningar, där de tar över hela elcertifikathanteringen.

Värdet för genererad solel blir oftast högst om elen används momentant innanför inkopplingspunkten och ersätter annars köpt el från nätet. Bakgrund till detta ligger i den gällande skattelagstiftningen. Detta eftersom den ersättning som erhålls för såld el understiger den totala kostnaden av utebliven köpt el. Det finns olika möjligheter att öka egenanvändningen av solel inom en byggnad. En möjlighet är att samla all elanvändning och solelproduktion bakom samma inkopplingspunkt, så kallat gemensamhetsabonnemang. Undermätning för enskilda lägenheter utgör underlag för individuell debitering som kan inkluderas i hyresavin. Den solel som i detta fall tillfaller hushållsenergin kommer inte kunna bidra till byggnadens energiprestanda utan måste reduceras från den totala produktionen. En annan möjlighet att öka egenanvändningen av solel är användningen av energilagring i form av batterier, som laddas då solelgenereringen är större än elbehovet. Energilagring kan utgöra en möjlighet för att påverka byggnadens energiprestanda. Dock måste energilagrets nyttjande mätas och rapporteras på ett samordnat sätt. Ytterligare en möjlighet för att använda solelöverskott är att driva en värmepump som producerar varmvatten. En sådan åtgärd kräver stor systemkompetens och ökar komplexiteten i styr- och reglersystemen. Storleken av en solcellsanläggning kan komma att begränsas av att solelen endast ska gå till fastighetsenergin. Ägandeform och möjligheter och intresse för gemensamhetsabonnemang och IMD påverkar dimensioneringen av solcellsanläggningen.

Resultat och analys

Solelen som får tillgodoräknas är den egenanvända solel som alstras i byggnaden eller på dess tomt och som används till byggnadens uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetsenergi. Solel som går till att täcka behovet för hushållsenergi får inte tillgodoräknas. Vid verifieringen behövs separat mätning i elvärmda flerbostadshus, flerbostadshus med gemensamhetsabonnemang samt i småhus för att tillgodoräkandet av solel ska kunna verifieras korrekt.

Att utföra beräkning av tillgodogjord solel innebär att beräkningsprogrammet behöver ta hänsyn till ett flertal parametrar för att beräkningen ska bli korrekt och personen som utför beräkningen behöver ha kunskap om dessa parametrar för att kunna lägga in korrekt indata. Ett beräkningsprogram för genererad solel bör ta hänsyn till åtminstone följande parametrar.

- Beräkning med timvisupplösning
- Klimatfil för aktuell ort
- Azimuth-vinkel
- Lutning på solcellsmoduler
- Verkningsgrad på solcellsmoduler alternativt effekt per modul samt modulmått
- Verkningsgrad växelriktare
- Hänsyn till skuggande objekt
- Hänsyn till intern skuggning mellan rader av solceller
- Resultatredovisningen i ett program där genererad solel beräknats bör innehålla genererad solel per timme samt effekt på solcellsanläggningen.
- Ett beräkningsprogram som används för beräkning av både energianvändning och solelproduktion behöver även kunna beräkna och redovisa tillgodogjord solel enligt BBR 25.

Det är inte säkert eller särskilt vanligt att personen som gör energiberäkningen också har kunskap om hur dimensionering och beräkning av solelproduktion ska utföras. Det blir även viktigare att personen som utför energiberäkningen anger tidsschemat för övrig fastighetsenergi så nära verkligheten som möjligt eftersom elbehovet ska jämföras på timvis basis med genereringen av solel. Nedan följer några punkter om vilken kunskap som krävs för att utföra beräkningen av tillgodoräknad solel utöver kunskaperna som gäller för att utföra en energiberäkning utan solceller.

- Kunskap om vad ovan listade parametrar innebär och vad rimliga värden och antaganden för dessa är
- Grundläggande kunskaper en solcellsanläggnings funktion och dimensionering
- Kunskap om vilka poster i energianvändningen som användningen av solel får tillgodoräknas för

I tabell 5 sammanfattas resultatet av beräknat primärenergital vid tillgodoräkandet av solet i tidigare beskrivna beräkningsexempel. Observera att det inte är primärenergitalet i sig som är resultatet som analyseras utan jämförelsen mellan de olika beräkningsexemplen för respektive fallexempel.

Tabell 5. Sammanfattning fallexempel

Beräkningsexempel	Flerbostadshus PET kWh/m ² , Atemp, år		Småhus PET kWh/m ² , Atemp, år	
	Icke elvärmad	Elvärmad	Icke elvärmad	Elvärmad
Utan solceller	72,1	50,0	72,4	39,8
Med solceller Månadsvis jämförelse Olika beräkningsprogram	64,4	42,3	65,2	27,7
Med solceller Timvis jämförelse Olika beräkningsprogram Prio värme	-	43,0	-	33,2
Med solceller Timvis jämförelse Olika beräkningsprogram Ej prio värme	67,6	43,2	69,2	33,4
Med solceller Timvis jämförelse Samma beräkningsprogram Ej prio värme	67,8	42,9	-	-

Utifrån fallexemplen kan följande resultat ses:

- Som redan nämnts är det den solet som kan tillgodogöras i byggnaden **momentant** som får räknas bort från energianvändningen. Timvis jämförelse är en tillräcklig detaljnivå för att anses som momentant. Som kan ses i tabell 5 ger månadsvis jämförelse ett felaktigt resultat och bör inte godkännas som beräkningsmetod för tillgodoräkandet av solet. Det behöver förtydligas att tillgodoräkandet av solet ska ske på timvis basis eftersom beräkningssteg på högst en månad tillåts vid fastställandet av energianvändningen för flerbostadshus och småhus. Den här förstudien har fokuserat på att belysa problemställningen, visa skillnader i resultat och visa exempel på hur tillgodoräkandet av solet bör gå till för att det ska bli så korrekt som möjligt och så nära verkligt utfall som möjligt. I teorin skulle timvis jämförelse inte behövas i de fall där det är uppenbart att det inte sker någon överproduktion. I praktiken är det dock svårt att säkerställa om det sker överproduktion eller inte utan att ha utfört timvis jämförelse eftersom den största delen av solelen genereras mitt på dagen då elbehovet är som minst i

bostäder. Enligt muntlig information från Boverket anser de att det i vissa fall inte nödvändigt, ekonomiskt försvarbart eller möjligt av andra anledningar såsom tillräcklig kompetens inom beräkningsprogram att beräkna och verifiera tillgodogjord solex på timbasis. För beräkning av tillgodogjord solex uppger Boverket att analysen behöver vara ”tillräckligt bra”. Det är därefter upp till kommunerna att besluta om analysen är just tillräckligt bra och om timvis utredning av elbehov och generering av solex behövs. I vissa fall, exempelvis för småhus, är det inte säkert att det är ekonomiskt försvarbart med timvis beräkning och verifiering. Det finns inga tydliga gränsdragningar kring vad som är en tillräckligt bra analys av genererad solex för respektive byggnadstyp. Eftersom det är upp till kommunerna att avgöra det kan det komma att skilja sig åt kommunerna emellan. Tolkningsfrihet hos kommunerna har i andra motsvarande fall visat sig komplicera processer.

- Till följd av att elbehovet för uppvärmning ska justeras med F_{geo} fås olika resultat för primärenergitalet för elvärmda byggnader om solexen prioriteras till uppvärmning i första hand eller inte. I kommuner med F_{geo} under 1 är det fördelaktigt att prioritera att solexen går till uppvärmning i första hand medan det i kommuner med F_{geo} över 1 är fördelaktigt att prioritera att solexen går till elbehov för tappvarmvatten, el till fläktar och pumpar och övrig fastighetsel. Skillnaden i resultaten beror på förhållandet mellan elbehov för uppvärmning och övrigt elbehov samt storlek och utformning av solcellsanläggningen. En större solcellsanläggning, som bidrar med högre överproduktion ger en större skillnad i denna jämförelse av prioriteringar.
- Resultatet för tillgodoräknande av solex kan skilja sig åt om separata beräkningsprogram används eller om samma beräkningsprogram används. Skillnaden har dock inte med själva beräkningsmetoden för tillgodoräknande att göra, utan beror på att programmen använder olika indata för exempelvis klimatfiler och defaultvärden för förluster. Möjlighet till beräkning av genererad solex i energiberäkningsprogram är i vissa fall ett relativt nytt inslag och i vissa fall har det funnits med ett tag men inte utvecklats vidare. I takt med att installation av solceller blir allt vanligare är det troligt att efterfrågan av att kunna utföra beräkning av genererad solex i energiberäkningsprogrammen kommer att öka.

Solexens betydelse i beräknings- och verifieringsskedet har som avsikt att motivera och ge incitament för en ökad användning av solenergi i bebyggd miljö. Då en byggnad ligger på gränsen för kravnivån kan genererad solex komma att bli avgörande om byggnaden uppnår energikraven eller inte. Vid fallet då beräkning visar att energikraven är uppfyllda även utan generering av solex behöver tillgodogjord solex enligt Boverket ej beräknas.

Solex som går till behovet av hushållsenergi får inte tillgodoräknas i byggnadens energianvändning. Tillgodoräkandet av solex enligt BBR innebär därmed en mindre

nytta för fastighetsägaren än vad den verkliga samhällsnyttan är. I fastigheter utan gemensamhetsabonnemang är det troligt att fastighetsägare kommer att dimensionera solcellsanläggningen efter behovet av el endast för det bruk som ingår i den specifika energianvändningen. Därmed utnyttjas inte potentialen för att generera solel på byggnaderna till fullo.

En annan aspekt värd att poängtera är det faktum att fastighetsägare kan använda solel som en åtgärd för att nå gällande energikrav istället för att först genomföra åtgärder som minskar behovet av el, som exempelvis åtgärder på klimatskalet eller effektivare installationer. Solenergi är dock en förnyelsebar energikälla, som skulle kunna vara en naturlig del av projekt vid såväl nyproduktion som renovering inom hållbar stadsbyggnation, oavsett om byggnaden ligger nära energikravet eller inte. Branschen behöver incitament med tydliga och långsiktiga regelverk som styr mot en sådan utveckling.

Slutsats och rekommendationer för nästa steg

Denna förstudie har visat att det finns behov av förtydliganden gällande upplösning som beräkningen ska utföras i samt riktlinjer kring vad en tillräckligt bra analys innefattar. Vidare dras slutsatsen att vägledning kring hur tillgodoräknanndet bör utföras och vilka eventuella förenklingar som kan göras skulle vara värdefullt för att säkerställa att tillgodoräknanndet beräknas på samma sätt.

Resultatet av denna förstudie kommer att spridas under våren 2018 genom publicering på Bebos webbplats, artiklar på LinkedIn samt i diskussioner vid aktiviteter inom fördjupningsområden hos BeBo och BeSmå. Genom spridningen av resultatet av denna förstudie är även avsikten att intresse för ett vidare projekt ska fångas upp.

Ett efterföljande projekt skulle kunna initieras med mål att ta fram nyckeltal för tillgodoräknanndet av solet som kan användas i tidigt skede. Projektet skulle kunna bestå i att utföra ett stort antal beräkningar för timvis tillgodoräknanndet av solet för ett antal olika byggnader och olika parametrar. Utifrån beräkningarna är förhoppningen att en trend ska kunna utläsas. Även uppförda byggnader med solcellsanläggning kan studeras för att följa upp om beräkningarna gällande tillgodoräknanndet av solet stämmer överens med verkliga värden. Resultatet skulle kunna presenteras i en tabell, en matris, en algoritm eller ett enklare beräkningsverktyg i Excel. En skiss på hur en tabell som presenterar nyckeltalen skulle kunna se ut visas nedan. Antagligen kommer en uppdelning mellan fallen icke elvärmad och elvärmad byggnad behövas då tillgodoräknanndet skiljer sig åt samt att hantering av F_{geo} behöver ske vid framtagandet av nyckeltalet för elvärmade byggnader.

Tabell 6. Skiss på tabell för nyckeltal för icke elvärmade byggnader

Elbehov Solelproduktion kWh/m ² , A _{temp} , år	5 kWh/m ²	6 kWh/m ²	7 kWh/m ²	Osv...
1	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal
2	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal
3	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal
... osv	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal	Tillgodoräknad solet nyckeltal

Tabell 7. Skiss på tabell för nyckeltal för elvärmda byggnader

Elbehov Solelproduktion kWh/m², A_{temp}, år	20 kWh/m²	21 kWh/m²	22 kWh/m²	Osv...
1	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal
2	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal
3	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal
... osv	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal	Tillgodoräknad solel nyckeltal

Spridning av resultatet av ett efterföljande projekt skulle exempelvis kunna vara inom nätverken BeBo, BELOK, BeSmå, LÅGAN, läggas upp som underlag på Boverkets hemsida eller kopplas till Svebys verktyg.