

Delrapport 1

Solcellsproduktion och batterilagring

Carl Berkefelt, Julia Dyrke, Olivia Granström, Anton Green, Sigvard Hedström, Erik Holmberg, Fabian Larsson, Alva Strömbeck

Innehåll

1	Inledning	1
2	Bakgrund till effektbrist	1
3	Solcellsanläggning	1
3.1	Solceller	1
3.2	Växeriktare	2
3.3	Installationskostnad	2
4	Energilagring	5
4.1	Bakgrund	5
4.2	Konsumtion och produktion	6
4.3	Dimensionering	6

1 Inledning

2 Bakgrund till effektbrist

Sverige befinner sig i en situation med tilltagande effektbrist i elsystemet, särskilt under högbelastningsperioder såsom kalla vinterdygn. Effektbrist uppstår när tillgänglig elproduktion och importkapacitet inte räcker till för att möta samtidiga efterfrågetoppar i elnätet, vilket riskerar att leda till frekvensstörningar, behov av manuell laststyrning (s.k. manuell fränkoppling) eller kraftigt höjda elpriser (Svenska Kraftnät, 2025).

För att motverka effekttoppar och öka systemets robusthet krävs både strukturella åtgärder och förändrat konsumtionsbeteende (Uppsala kommun, 2025). Ett centralt verktyg är efterfrågefleksibilitet – att elkonsumenter aktivt minskar eller förskjuter sin elförbrukning under tider med hög belastning. Uppsala konsert och kongress kan med hjälp av lagrad solenergi minska förbrukningen av elektricitet från elnätet under de timmar då effektbristen är som störst.

3 Solcellsanläggning

UKK har stor potential att installera solceller på taket. Med en horisontell yta på cirka 2018 m^2 utan skuggning från någon närliggande byggnad eller några träd beror den potentiella produktionen enbart på mängden solinstrålning under året. Data över solinstrålning hämtades från en API-tjänst från SMHI för åren 2020 till och med 2024. I tjänsten ges den globalstrålningen i timvis upplösning för den exakta geografiska positionen som angivits. Modellen kallas STRÅNG och är utvecklad och validerad för enbart Sverige, men gör beräkningar för ett stort område i nordvästra Europa (SMHI 2025).

För att undersöka hur mycket energi som skulle kunna fås från en solcellsanläggning på taket görs följande antaganden gällande inställningar och positionering av solcellerna:

- Verkningsgrad η : 21%
- Installationsvinkel i : $\pi/6$
- Typ av solceller: Monokristallina

3.1 Solceller

För att kunna dimensionera solcellsanläggningen korrekt har hänsyn tagits till att byggnadens interna elanläggning har en huvudsäkring som begränsar hur mycket ström som samtidigt kan användas i anläggningen. Från byggnadsspecifikationerna är givet att husets huvudsäkring ligger på 400 A. Enligt (Hemsol, u.å.) kan maxeffekten för en solcellsanläggning som huvudsäkringen klarar av beräknas enligt nedanstående formel:

$$P_{\max} = 230 \text{ V} \times 3 \text{ faser} \times \text{Säkringens storlek} \quad (1)$$

För det aktuella fallet beräknas maxeffekten alltså som:

$$P_{\max} = 230 \text{ V} \times 3 \text{ faser} \times 400 \text{ A} = 276 \text{ kW} \quad (2)$$

Anläggningen klarar av 276 kW. För att inte överdimensionera solcellsanläggningen antas en tumregel baserat på IEC standard att maxeffekten multiplicerat med 0.8 blir den effekt som faktiskt kan installeras, vilket ger 220 kW.

För att beräkna den total area som solceller kan installeras på antas modulerna ha en prestanda på 220 W/m^2 (Dawnice, 2025). Arean för installation fås därmed genom följande beräkning:

$$P_{\text{installerad}} = \frac{220000 \text{ W}}{220 \text{ W/m}^2} = 1000 \text{ m}^2 \quad (3)$$

3.2 Växelriktare

För att elen från solcellsproduktionen ska kunna användas i byggnaden krävs en växelriktare. För att omvandla från den DC som genereras från solcellerna till AC som fungerar med husets interna elanläggning. Enligt har en växelriktare två huvudsakliga uppgifter; att överföra solcellsmodulernas likström till växelström som fungerar med husets interna elanläggning och vid varje tidpunkt belasta solcellsmodulerna optimalt så att mesta möjliga mängd energi tas ut (RISE, 2019).

Den tänkta installerade effekten ligger på cirka 250 kW, vilket skulle kräva en växelriktare med motsvarande kapacitet.

3.3 Installationskostnad

Enligt IEA låg kostnaden år 2023 på 9.11 kronor per Watt för solcellsinstallation (IEA, 2023). För 220 kW skulle installationskostnaden alltså uppgå till cirka 2 miljoner kronor. Denna kostnad täcker installationen av solcellerna, växelriktaren samt tillhörande elektronik.

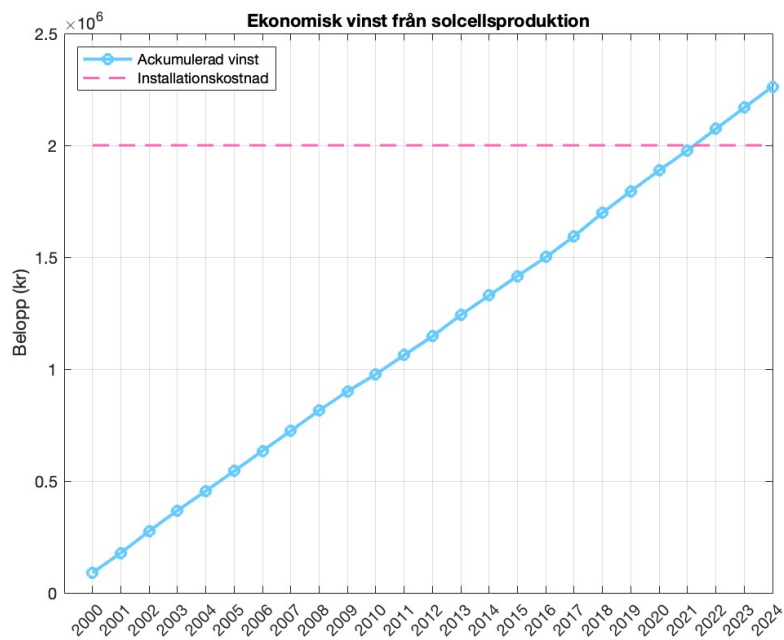
Nedan kan de genomsnittliga elpriserna i öre/kWh ses från vinter 2020 till höst 2024 baserat på års-tidsmedel för gällande period (Vattenfall 2025) samt energiproduktionen från solcellsanläggningen under samma tid:

Årstid	Pris i öre per kWh	Energiproduktion (MWh)
2000	56,2	15,52
2001	95,09	121,25
20-Sommar	62,56	176,11
20-Höst	83,65	44
21-Vinter	49,05	15,11
21-Vår	95,48	114,17
21-Sommar	47,8	179,81
21-Höst	73,72	42,88
22-Vinter	36,24	16,68
22-Vår	73,18	132,18
22-Sommar	36,2	171,51
22-Höst	84,76	46,87
23-Vinter	28,31	14,8
23-Vår	73,24	132,03
23-Sommar	42,59	167,45
23-Höst	122,94	48,94
24-Vinter	42,52	14,17
24-Vår	129,44	120,15
24-Sommar	37,64	173,65
24-Höst	74,11	55,54

För att beräkna när solcellsinstallationen skulle löna sig har följande fråga ställts: *Vad skulle det kosta att köpa in den egenproducerade elen från Vattenfall baserat på det genomsnittliga spotpriset för åren 2020-2024?* Beslutet använda spotpriser från 2020 till och med 2024 togs baserat på att denna data fanns lättillgänglig på Vattenfalls hemsida. Denna fråga besvarades genom att multiplicera energiproduktionen med det genomsnittliga elpriset vilket beräknades till 0.5 kronor per kWh, som i exemplet nedan:

$$\text{Belopp år 2000} : 0.5 \text{ kr per kWh} \times 179\,790 \text{ kWh} = 89\,895 \text{ kr} \quad (4)$$

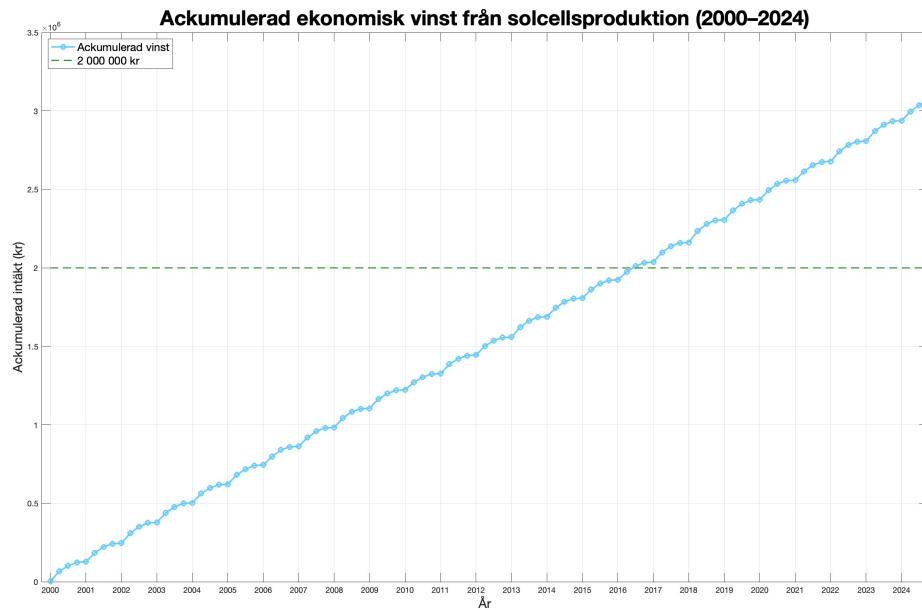
Med motsvarande energiproduktion för alla år mellan 2000 och 2024 kunde all potentiell besparing beräknas, och resultatet kan ses i figur 1 nedan:



Figur 1: Ekonomisk vinst från solcellsproduktion med årsmedelvärde för elpriset mellan år 2020-2024

Från figur 1 kan ses att det tar cirka 21 år tills investeringskostnaden är uppnådd. Moderna, monokristallina solceller har en livslängd på cirka 30 år (Lim et al.), och alltså kan solcellerna förväntas hålla i ytterligare några år efter det att installationskostnaden är uppnådd.

I figur 2 nedan kan den ackumulerade ekonomiska vinsten från solcellsproduktionen baserat på genomsnittligt spotpris för varje årstid (från 2020 till och med 2024) och produktion per årstid från 2000 och framåt ses:



Figur 2: Potentiell ekonomisk vinst från solcellsproduktionen med årstidsproduktion samt genomsnittligt elpris för respektive årstid (för åren 2020–2024).

Resultatet som syns i figur 2 visualiserar variationer i den ekonomiska vinsten tydligare, då pris och produktion skiljer sig åt mellan olika årstider. Dessutom kan ses att den ackumulerade ekonomiska vinsten överstiger installationskostnaden efter cirka 16 år. Detta resultat tyder alltså på att investeringen lönar sig snabbare än om man räknar på årsmedel för elpriset.

4 Energilagring

4.1 Bakgrund

Litiumjonbatterier är den vanligaste typen av batterier för att lagra el från solceller, både i hushåll och större byggnader som kommunala hus. De har hög energitäthet, vilket innebär att de kan lagra mycket energi i förhållande till sin storlek och vikt. Dessutom har de lång livslängd och god verkningsgrad, vilket gör dem väl lämpade för daglig laddning och urladdning (Wakihara, 2001). I ett hus som UKK kan litiumjonbatterier bidra till att jämna ut elförbrukningen, minska belastningen på elnätet och öka andelen egenanvänd solenergi. Trots att de är dyrare än vissa andra batteritekniker, gör deras effektivitet och pålitlighet dem till ett attraktivt val i energilagringssystem.

4.2 Konsumtion och produktion

UKK är belägen i elområde SE3 i Sverige, där elförbrukningen typiskt uppvisar belastningstoppar under morgontimmarna (kl. 07–09) samt under sen eftermiddag och tidig kväll (kl. 17–19). För att minska UKK:s påverkan på dessa effekttoppar är det strategiskt fördelaktigt att utnyttja solelproduktionen under dessa tidsintervall. Enligt figur 2 i originalrapporten uppgår solelproduktionen till cirka 1,2 MWh, med ett maximalt uppmätt värde på 1,357 MWh.

Tabell 1 visar den genomsnittliga elanvändningen för UKK under månaderna maj till september för åren 2016 till 2024. Under denna period uppgår den högsta observerade elanvändningen till 4,67 MWh. En jämförelse mellan solelproduktionen och elanvändningen under motsvarande tidsperiod visar tydligt att UKK:s elanvändning överstiger den el som kan genereras från solcellerna.

Tabell 1: Elkonsumtion i UKK (medelvärde) 2016-2024 (MWh) enligt data från Uppsala Arenor och Fastigheter

Månad	per månad (MWh)	per dag (MWh)
Maj	144.83	4.67
Juni	117.20	3.90
Juli	95.86	3.09
Augusti	107.74	3.48
September	126.96	4.23

4.3 Dimensionering

Vid jämförelse av konsumtion och produktion framgår det att det installerade batterisystemets primära funktion inte är att täcka hela elbehovet, utan snarare att lagra överskottsel från solcellsproduktionen för att möjliggöra förbrukning under de mest belastade timmarna. Batteriet blir därmed ett viktigt verktyg för att kapa effekttoppar och bidra till ett jämnare effektuttag från elnätet.

För att dimensionera batteriet råder Vattenfall (Vattenfall, 2025) till att installera ett batteri med lika mycket W som den installerade effekten av solceller. Detta skulle innebära ett batteri med en kapacitet på 220 kWh.

Referenser

Dawnice. Solar panel output per square meter, 2025. URL <https://www.energydawnice.com/solar-panel-output-per-square-meter/>. Hämtad 2025-05-13.

Hemsol. Huvudsäkring för solceller, u.å. URL <https://hemsol.se/solceller/huvudsakring/>. Hämtad 2025-05-15.

2BVKzrtrhhXhmHnL5q0lZyzBY2fJ6CVROTwtTFAtcoVAHOIWTMAZQ1A0exCj98qdm7if2qM2%
2BfRLjbZDrBlL2QtLj6s8rxxOPmGf%2BUQiMn2TQmz%2FLYbvJwKLH04va5tEBKH%
2F5d06poxOQ1VtDSP%2BdmF0mk%2FrX%2BxOK2WU5SJTv%2FdPNhK%
2B8gZe76IrtEivdzZ&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&
X-Amz-Date=20250506T110949Z&X-Amz-SignedHeaders=host&
X-Amz-Expires=300&X-Amz-Credential=ASIAQ3PHCVTY3KJL65TN%
2F20250506%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Signature=
c68457efcad01b2342f561a83e1f8c47ad52aabdced8dfbfc5f6328fe417f466&
hash=90048f4598b12afc8445bd9c435ee539283d5c0a8c35619aae9eadbfb7d9abe8&
host=68042c943591013ac2b2430a89b270f6af2c76d8dfd086a07176afe7c76c2c61&
pii=S0927796X01000304&tid=spdf-6aa91694-ebc1-4eec-8138-31014ee9e37d&
sid=b1fea93a8a2d534f5029bd45498fe39d23ddgxrbq&type=client&tsoh=
d3d3LnNjaWVuY2VkaXJlY3QuY29t&rh=d3d3LnNjaWVuY2VkaXJlY3QuY29t&ua=
0a125957035b5755525754&rr=93b807103fe55bf0&cc=pt. Hämtad 2025-05-06.
<https://hemsol.se/solceller/pris/>
<https://www.aforeenergy.com/product/three-phase-36-60kw/>
<https://www.vattenfall.se/elavtal/elpriser/rorligt-elpris/prishistorik/>