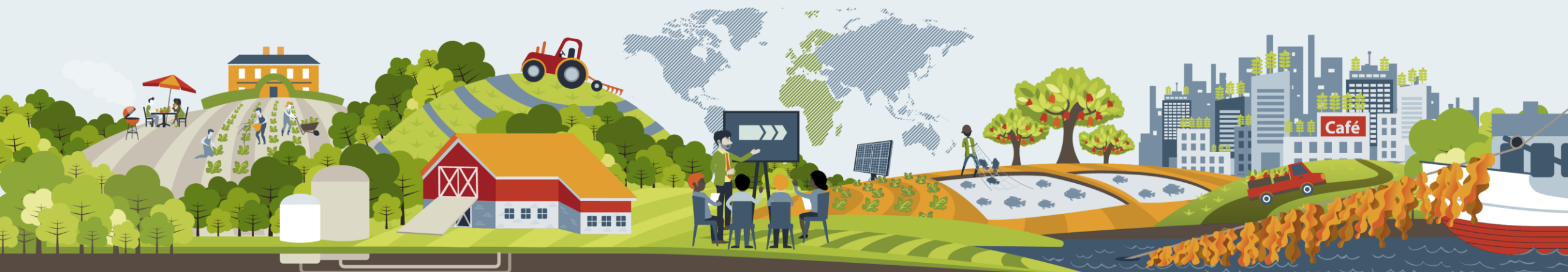


Informasjonskveld om solenergi

Sundvollen hotell: 4/11-2021



Norges Vel; Fremtidsrettet siden 1809



- Ideell og uavhengig medlemsorganisasjon
- Bærekraftig næringsutvikling innen mat, landbruk og marine næringer



LANDBRUK OG MILJØ



HAVBRUK OG FISKE



MAT, KULTUR OG
OPPLEVELSER



FORNYBAR ENERGI OG
KLIMA



GRØNT ENTREPRENØRSKAP
OG SAMARBEID

Norges Vel: Det vi arbeider med om fornybar energi i landbruket

Kurs og veileder



Rådgivingstjeneste for bønder om fornybar energi



Teste og vise fram ny teknologi på pilotgårder

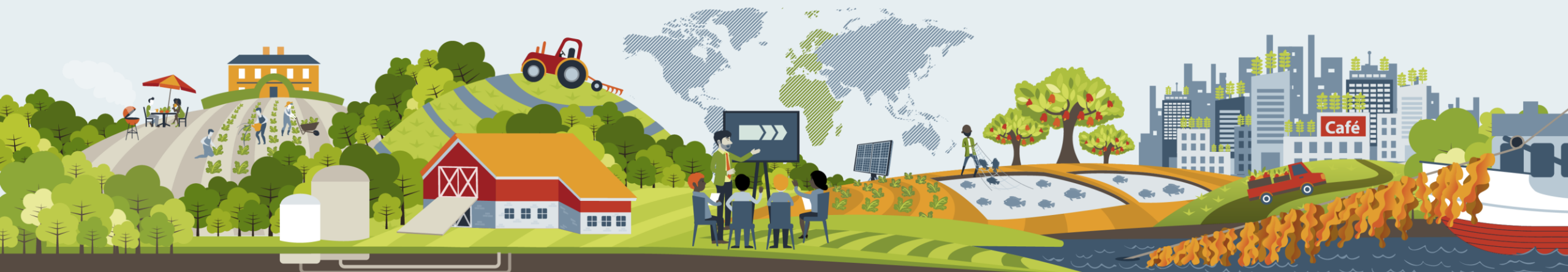


Rådgivingstjeneste; Fornybar energi i landbruket

- Samarbeid mellom NLR, Norges Vel og Norsøk
- Starter opp prosjekt nå i høst
- Norges Vel skal jobbe med å lære opp rådgivere hos NLR, slik at de kan utvide rådgivingen til også energiløsninger

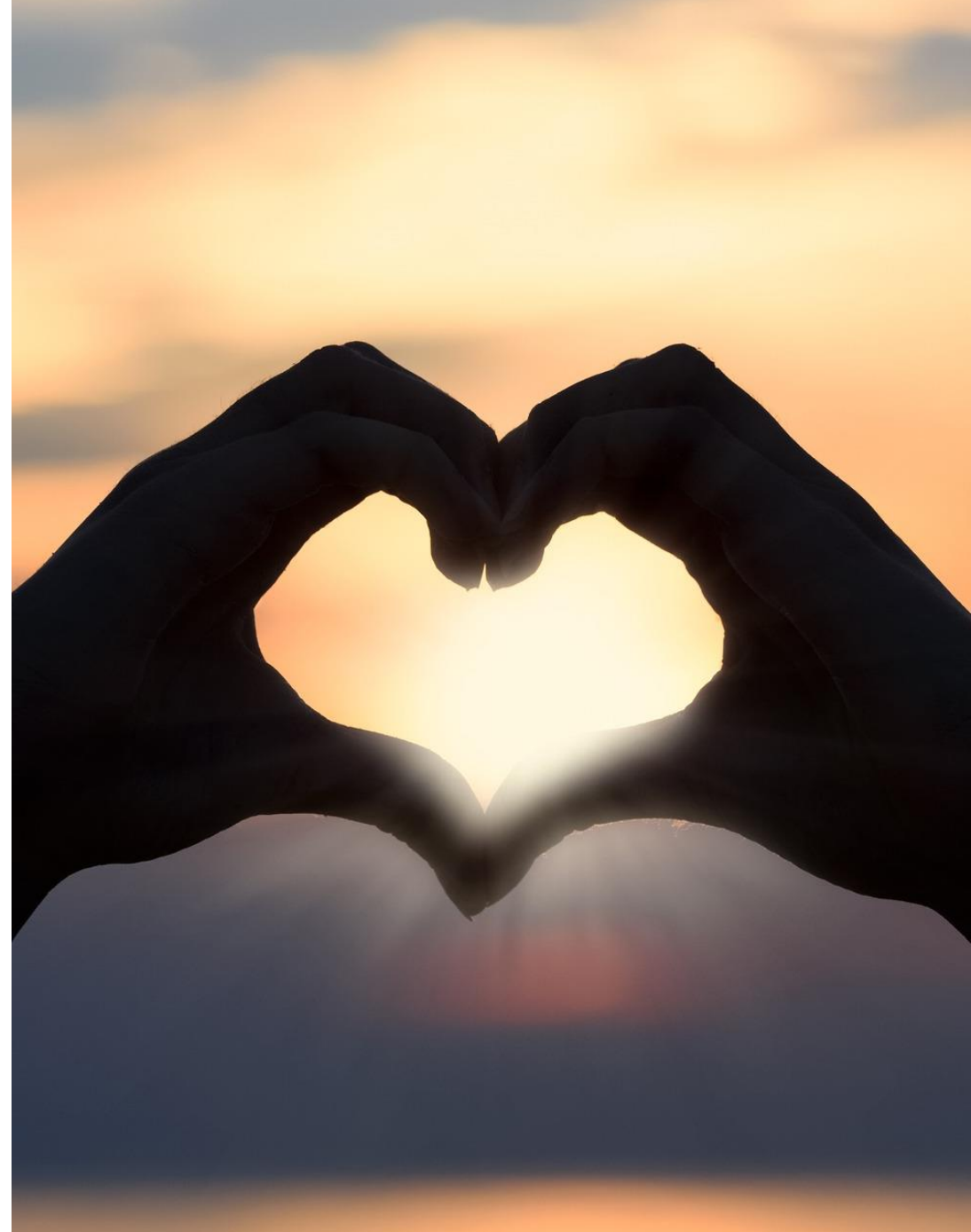


Introduksjon til solenergi



Sola – en fantastisk energikilde

- 100 % ren og fornybar energi.
- Fritt tilgjengelig og ferdig distribuert.
- Solenergiteknologiene har blitt bedre, og prisene har falt.



Ulempen...

- Men, solenergi er uregulerbar energi... (natten, vinteren, overskyet vær).
- Lagring i batteri fremdeles dyrt i de fleste prosjekter. Heller vurdere lagring i vann og smart styring.
- Vi må supplere med andre energikilder.



Norske solforhold

- Solinnstråling på horisontal flate: 700–1 000 kWh per kvadratmeter per år.
- Høyest solinnstråling finner en på Sør- og Østlandet – på nivå med f.eks. Tyskland.
- Stor årlig variasjon:
 - Høyest: Mai – juli
 - Lavest: Desember – januar
- Kaldt norsk klima – effektive solceller!

Breddegrad viktig, men lokale solforhold også viktig...

Lokale forhold knyttet til:

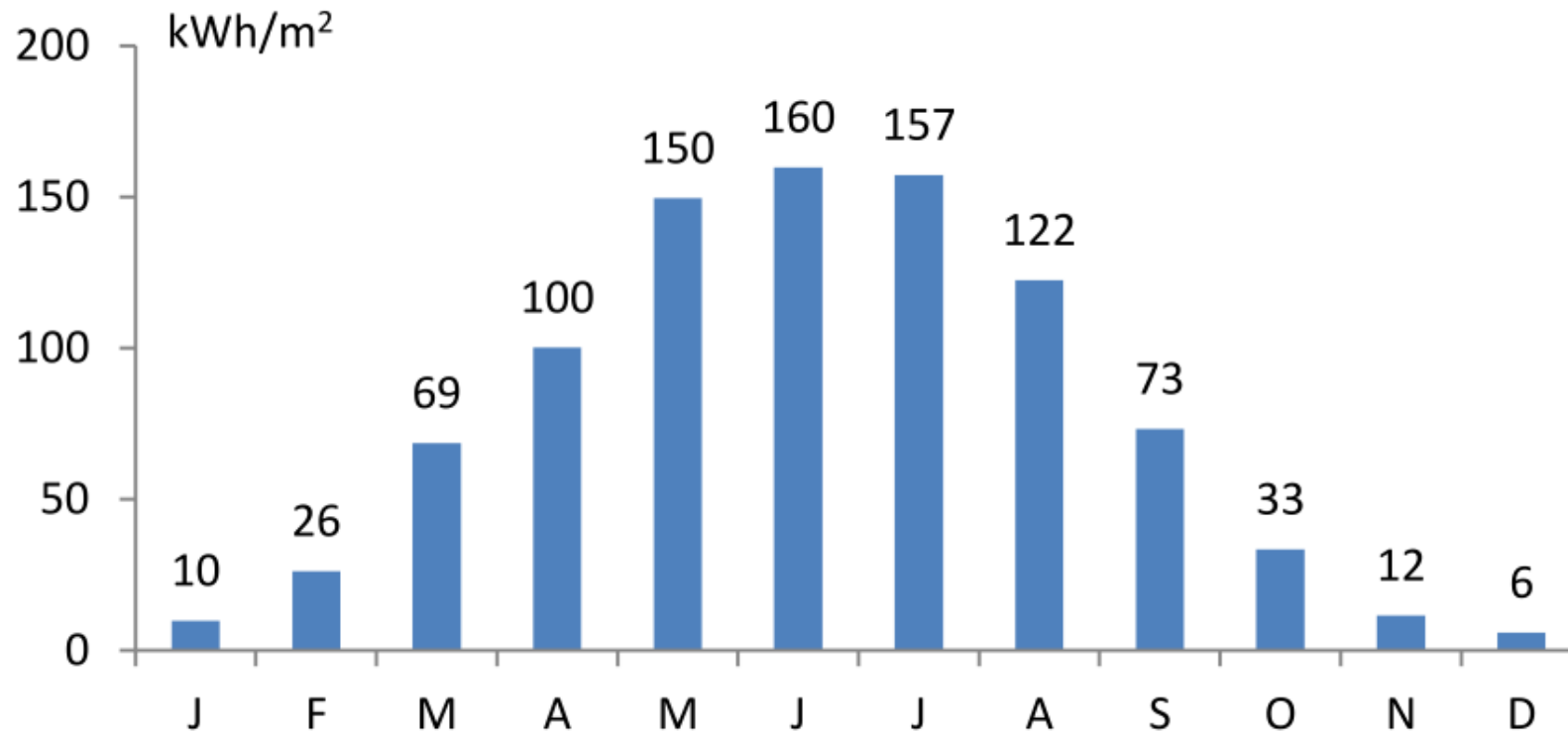
- skydekke
- skjerming fra fjell, åser, vegetasjon eller bygninger

spiller også inn på hvor gode solressursene er for ulike områder!



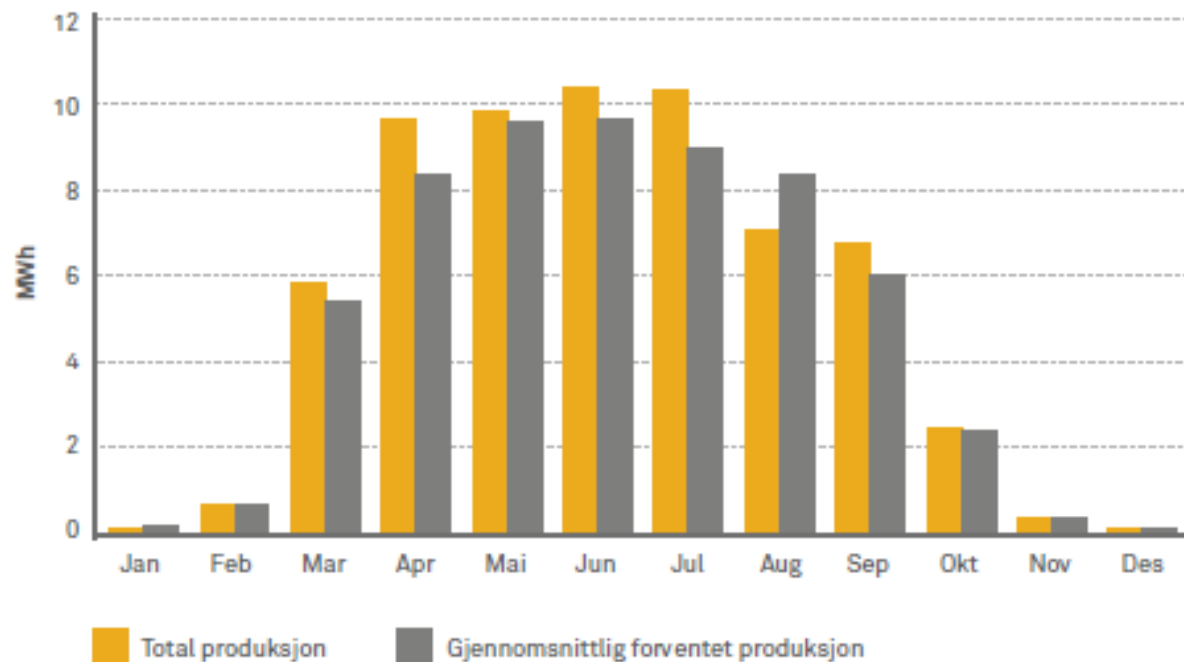
Årlig variasjon

Innstrålt solenergi på Ås over året



Totalt: 918 kWh/m²
(2013)

Høgskolen i Hedmark (Evenstad)



Eksempel på energiproduksjon i 2014 fra solcelleanlegget på Høgskolen i Hedmark (Evenstad). Anlegget er på 455 m² solceller og har en kapasitet på 70 kW_p. Anlegget produserer rundt 60 000 kWh/år, og denne produksjonen varierer fra år til år.

* kW_p er effekten til et solcellepanel under standardbetingelser.
Kilde: sunnyportal.com



Hvorfor solenergi for bønder?

- Produsere egen energi
- Miljøvennlig
- Store takflater
- Merkevarebygging?
- Lønnsomt?



Solfangere versus solceller

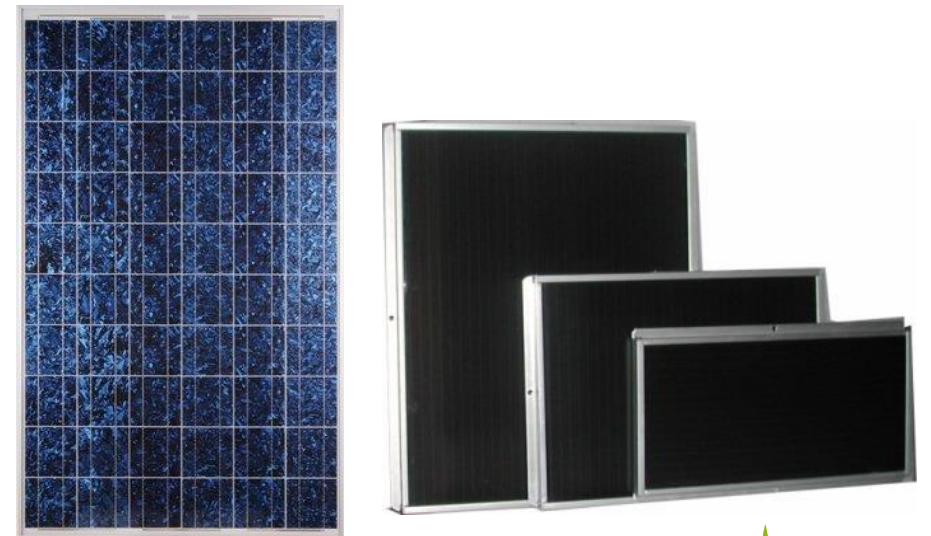
Solfangere

- Produserer varme: Gir varme til romoppvarming/tappevann



Solceller (PV)

- Produserer strøm
- Tilknyttet nett eller offgrid

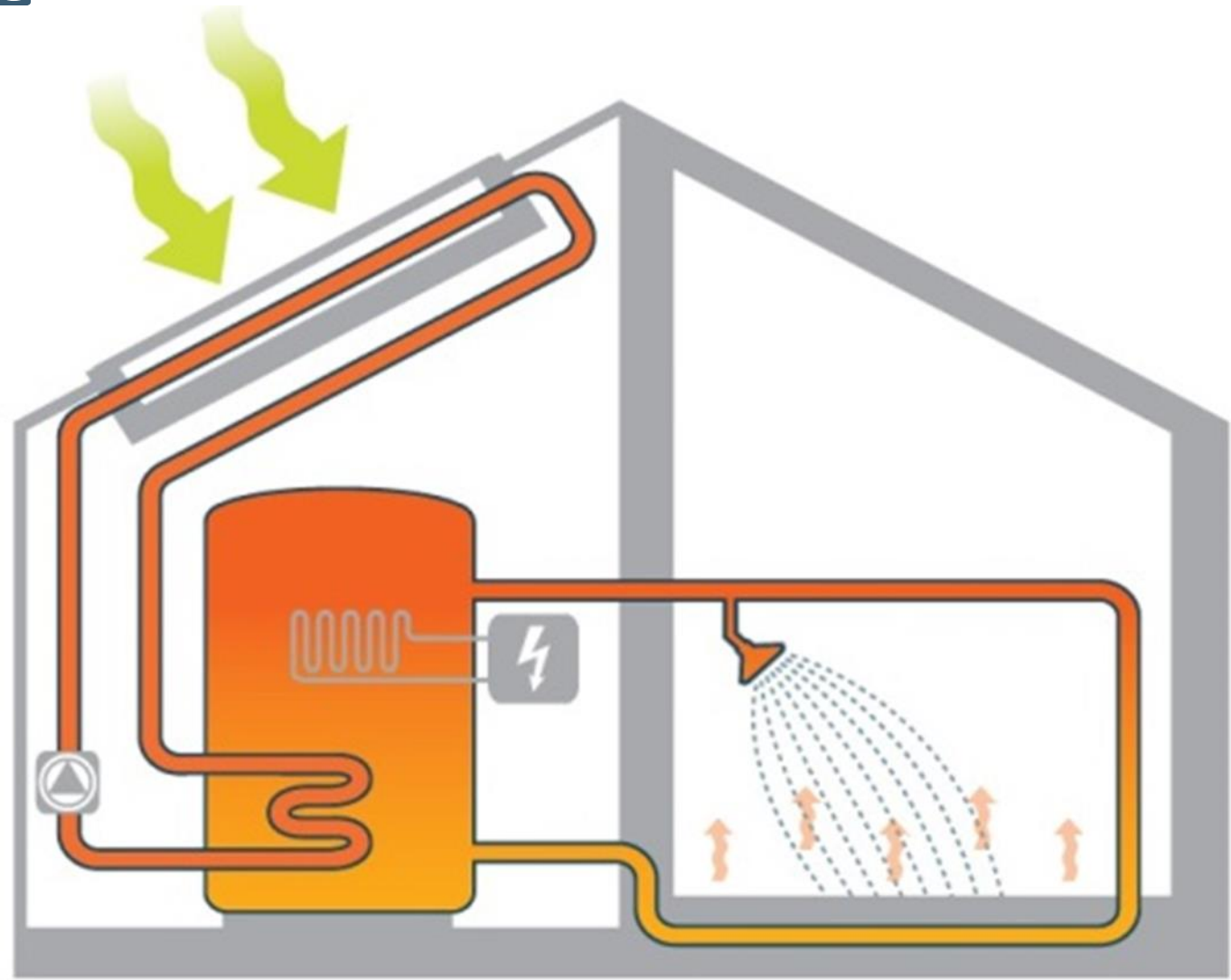


Nøkkeltall - solfangere

Lang levetid: 25-30 år.

Høy virkningsgrad: 50-70 %.

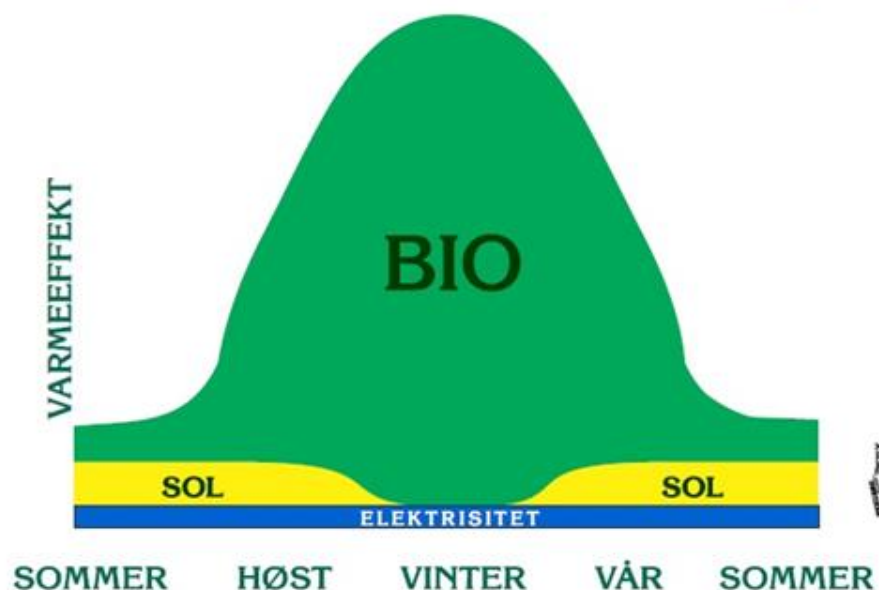
Et solfangeranlegg leverer typisk 300-500 kWh varme årlig per kvadratmeter solfangerareal.



Solvarme – sammen med flis/ved fyring

ENERGI TIL OPPVARMING

fordelt på
sol-, el- og bioenergi



Kan benytte den samme akkumulatortanken og systemet for vannbåren varme som bioenergianlegget.

Kombinasjonen bioenergi og solvarme er godt egnet siden solfangerne leverer varme i perioder hvor bioenergianlegget ellers hadde gått på lav last med lav effektivitet.



SOLVARME

I KOMBINASJON MED ANDRE VARMEKILDER



HANDBOKEN ER FINANSIERT AV HUSBANKENS KOMPANSJONSETTELSEKJED
TE. SÆRBEKREFTIG BOLIG- OG ENERGIVALITET



<https://www.solenergi.no/nyhet/2017/9/6/ny-publikasjon-om-solvarme>

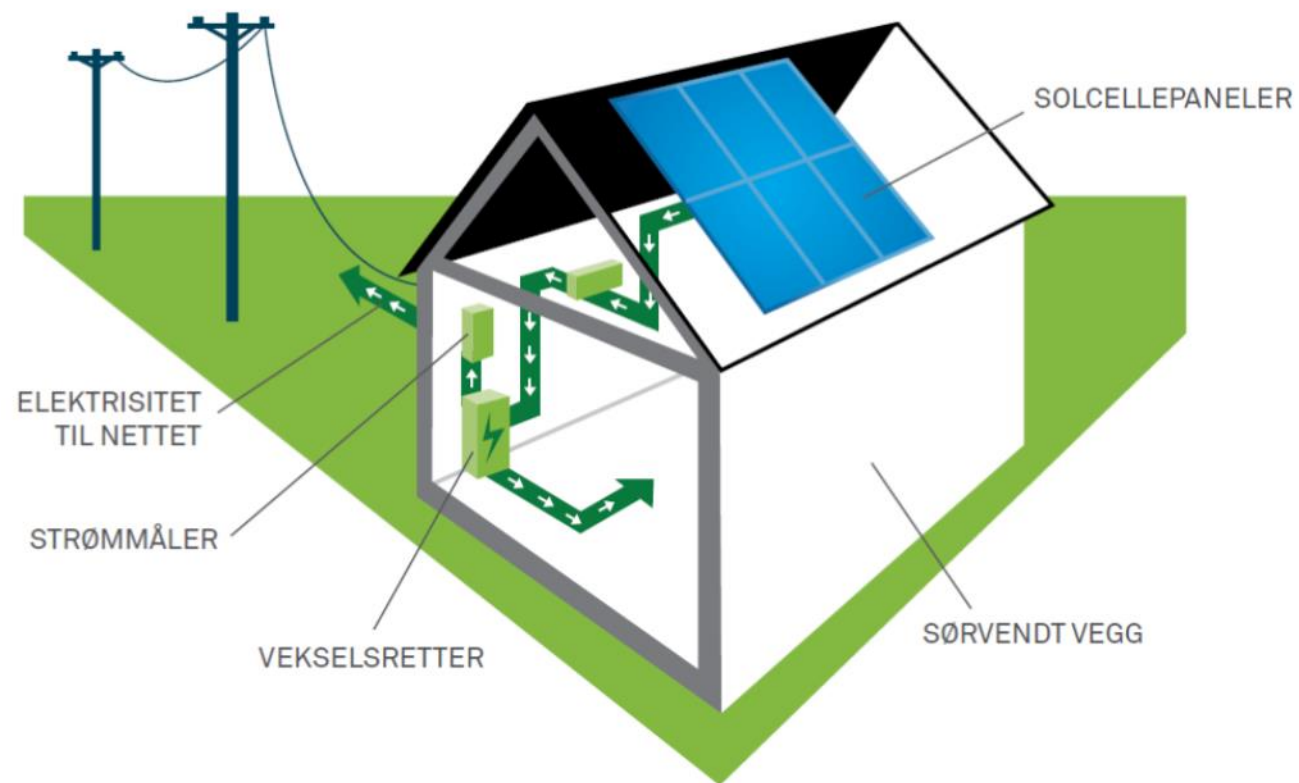


Nøkkeltall - solcellemodul

Lang levetid (30-40 år).
Produksjonsgaranti solcellepanel
(bransjestandard): 25 år.
Årlig degradering av produksjon: Ca. 0,5% (?).

Ofte 15-24 % virkningsgrad.

Et solcelleanlegg produserer ca. 750–1000 kWh
per installert kWp

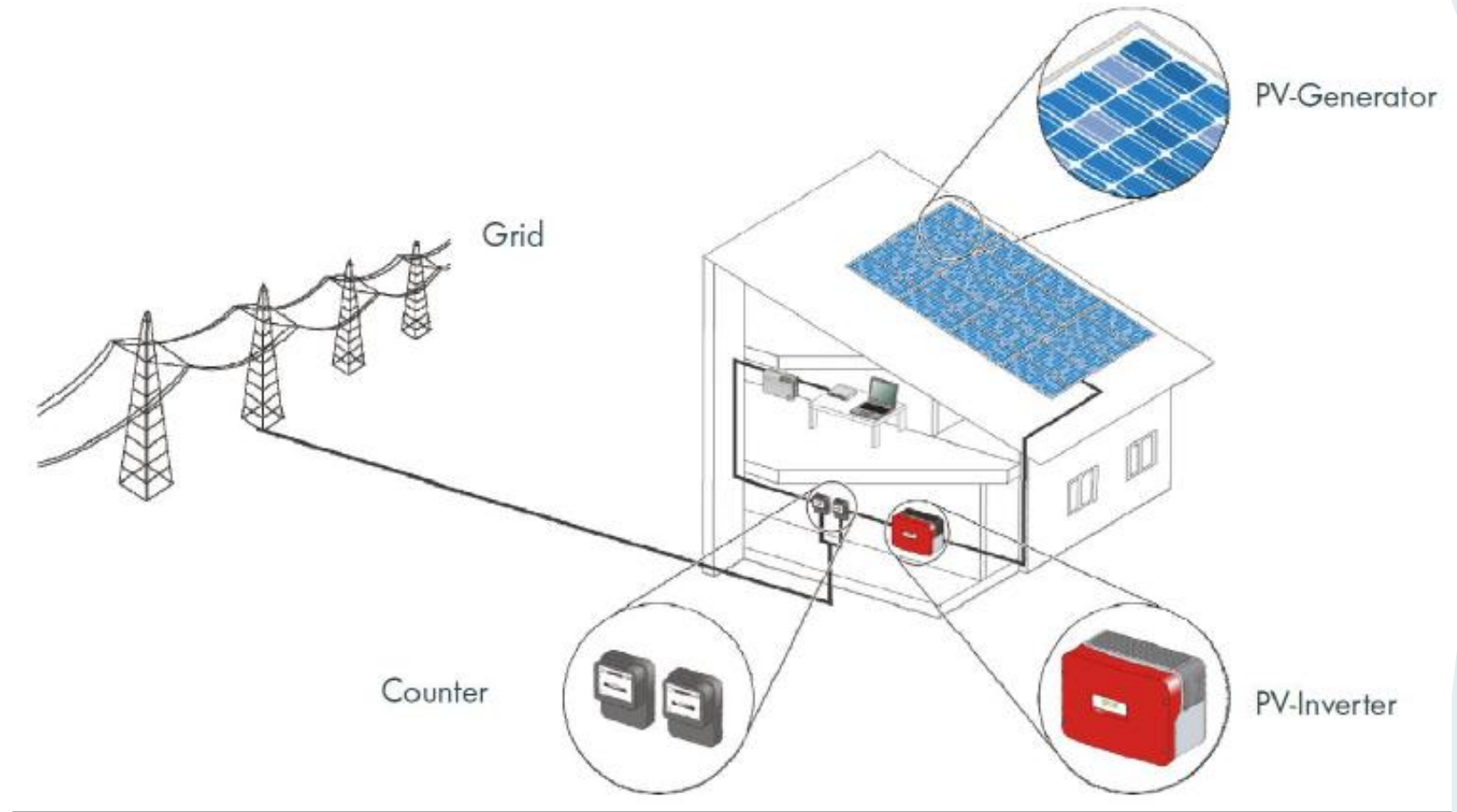


I dette huset produserer solcellene elektrisitet til eget bruk og nettet

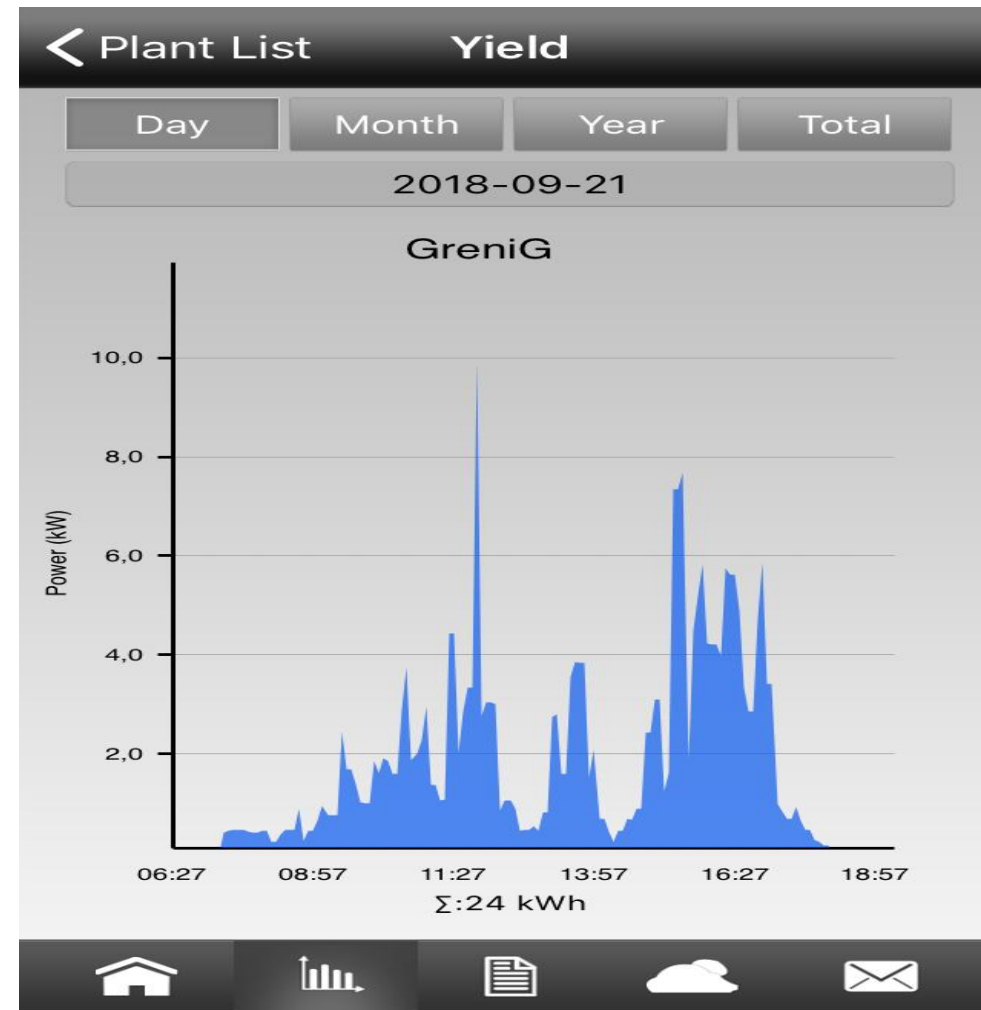
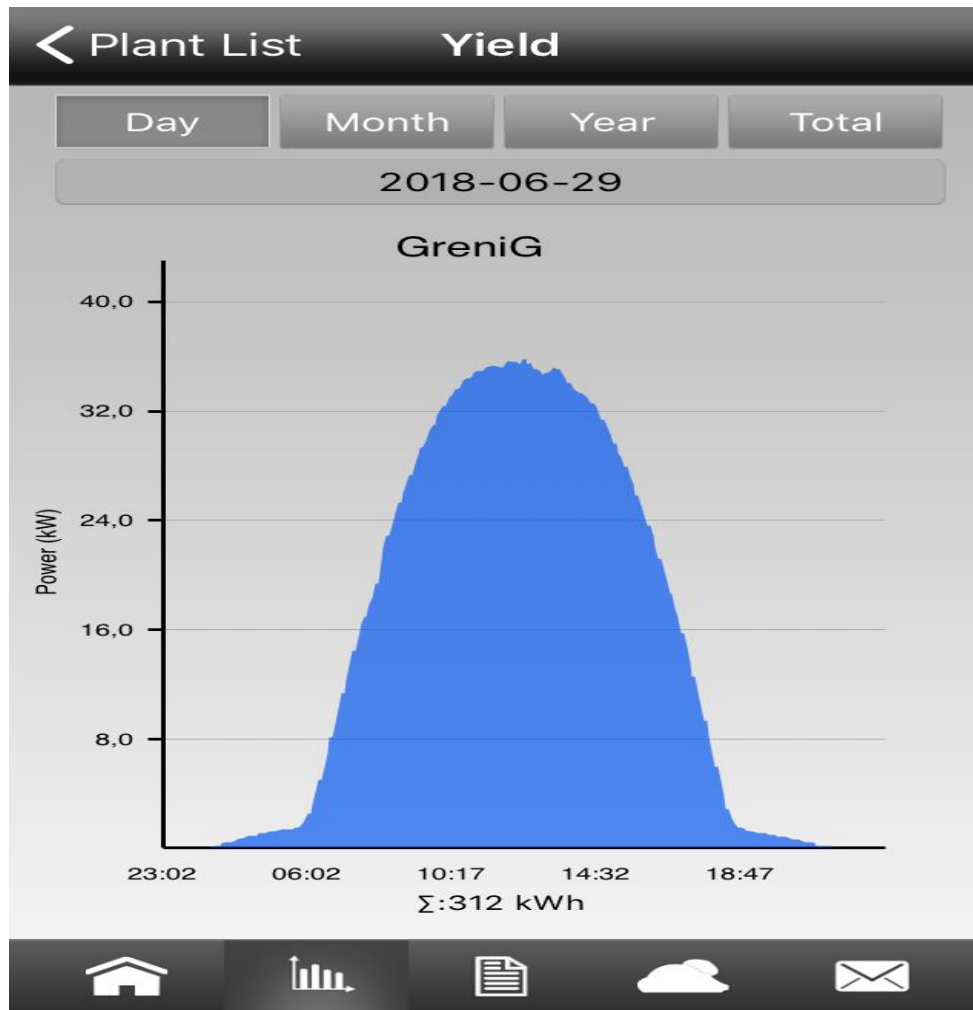
Kilde: lightsky.co.uk

Solcelleanlegget

- Solceller
- Montasjesystem
- DC-kabler
- Vekselretter
- AC-kabler
- Måler

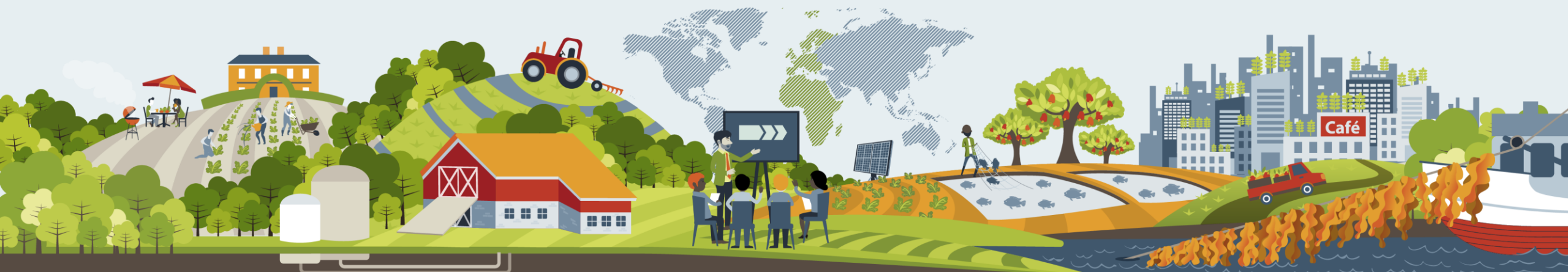


Produksjon av strøm fra solceller



<https://stromberg.solarlog-web.eu/multiconsult.html?c>

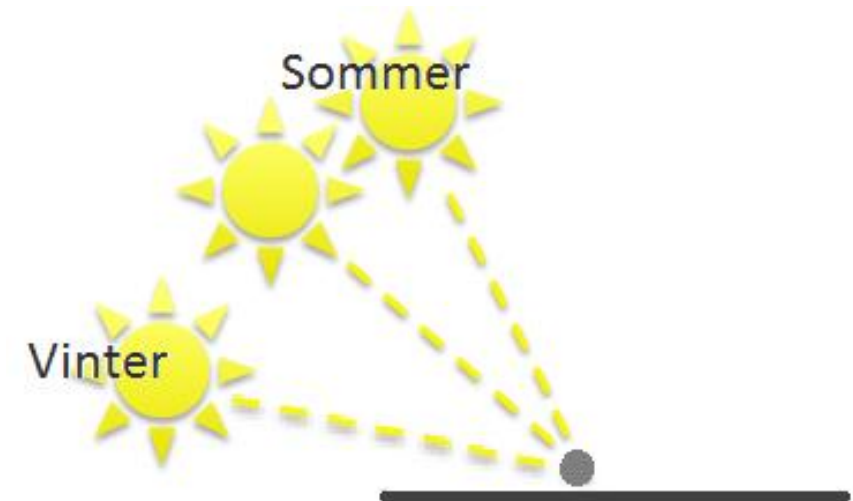
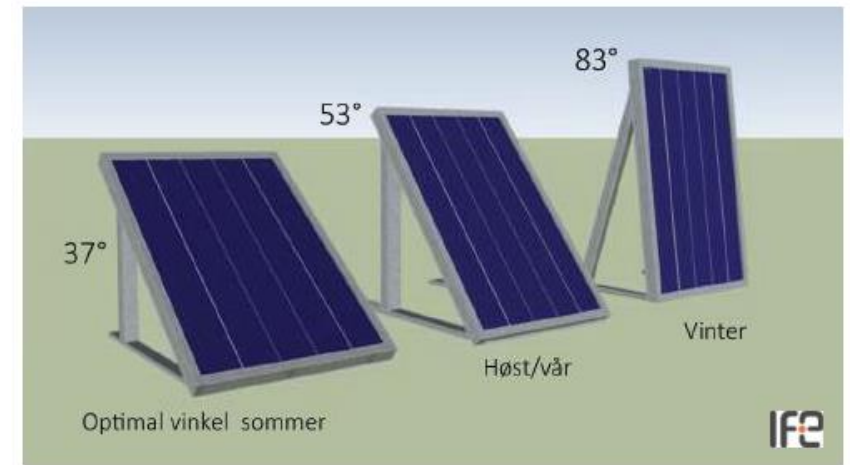
Bygging av solcelleanlegg



Plassering av anlegget

- Sørvendt: Maks total energi gjennom året.
- Øst/vest: Mer energi morgen/ettermiddag.
- Unngå skygge!

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html



Plassering: Hvor og hvordan på bygget?

- Solenergianlegg kan monteres på vegg eller tak:
 - utenpå eksisterende bygningsmasse
 - erstatning for bygningsmaterialer – bygningsintegrert
- OBS: Sjekk restlevetiden på taket/fasaden før installasjon...

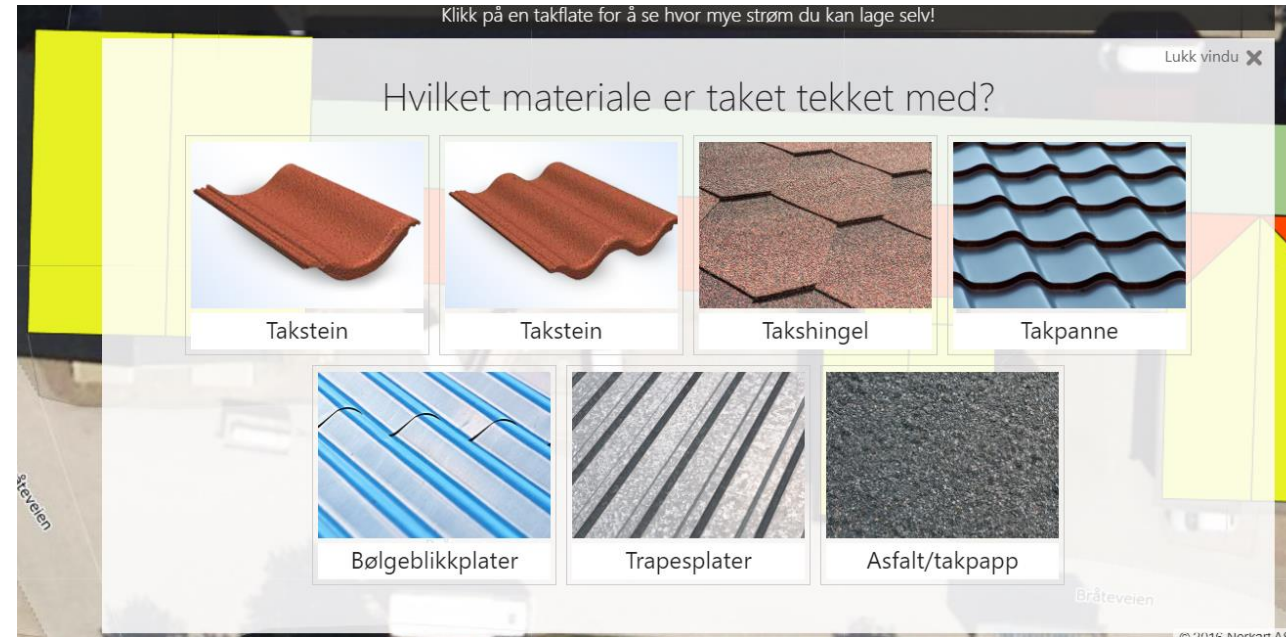


Montering på tak

Kostnadene for montering vil variere avhengig av blant annet type takdekke

Generelt er takstein dyrere og mer utfordrende å legge solceller på enn trapesplater og bølgeblikk

Solkart gir prisestimat for ulike taktyper basert på data fra noen leverandører



<https://solkart.no/>

Montasjesystem for solcelleanlegg



Må være dimensjonert for å:
tåle vekten av panelene, samt
tilleggslaster som vind og snø.
Må være utformet for å gi
ventilasjon til panelenes
bakside.
Montasjen skal ikke forringe
byggningskonstruksjonen!

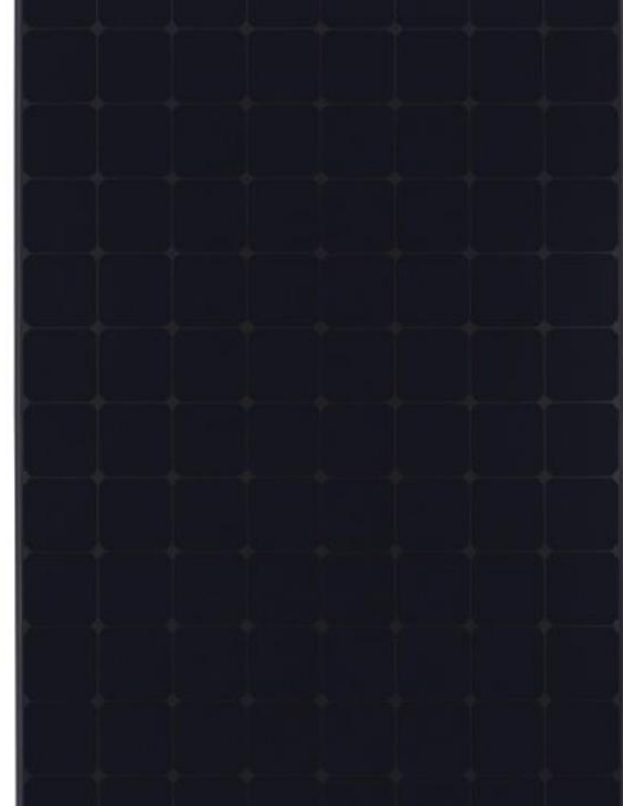
Fastskruing av kroker

Et solcelleanlegg er både et elektrisk anlegg og krever mekanisk montering

Panelene festes på «skinner» som igjen sitter på kroker skrudd fast i taket



Fra polykrystallinsk til monokrystallinsk...



Standard krystallinske solcellepanel typisk 270-380 Wp, er ca. 1 m x 1,65 m store, veier rundt 20 kilo.

Vekselretteren

- Også kalt inverter eller omformer.
- Omformer likestrøm til vekselstrøm.
- Transformerer spenningen til 230 volt eller 400 volt.
- Regulerer anlegget slik at produksjonen maksimeres.
- Normalt 1 bytte av vekselretter i løpet av solcelleanleggets levetid.



Vedlikehold



- Lite drifts- og vedlikeholdskostnader i løpet av levetiden!
- Vasking? Fjerning av snø?
- Overvåkning av produksjon – fungerer anlegget som forventet?
- For større anlegg på næringsbygg - vanlig med service/ettersyn en gang i året (evt. en konkret vurdering for hvert prosjekt).
- Solcelleanlegg: 1 bytte av vekselretter.

De fleste solcelleanlegg på tak har fungert fint – men noen har fått store utfordringer



Lekkasjer i taket etter montering av solceller

Råd fra bonden med ødelagte takstein og tak

Ikke sikker på om årsaken til at brakettene ødela taksteinene skyldtes vind eller tung snølast

- Ulike kontaktpersoner ga forskjellig forklaring

Ha klart ansvarsforhold ovenfor leverandøren

- Leverandør og forsikringsselskap henviste til hverandre
- Garanti på tak og takstein, ikke bare selve solcelleanlegget?



Solceller og brannsikkerhet

- Solceller er et elektrisk anlegg som skal driftes og vedlikeholdes deretter
- Det er vanskelig å deaktivere solcelleanlegg i dagslys
- Det er derfor umulig å få hele anlegget spenningsfritt når det først er lyssatt
- Spenningen i anlegget kan typisk ligge på 700V (kan komme opp i 1500V)
 - Hvis koblet fra til enkelt paneler 50V
- Når strømnettet er nede, skal ikke solcellene produsere strøm
- Ved brann i låve kan solcellene hindre at brannen «slipper ut» fra bygget, og at brannmenn vanskeligere kommer inn

Vanlig årsak til branntilløp

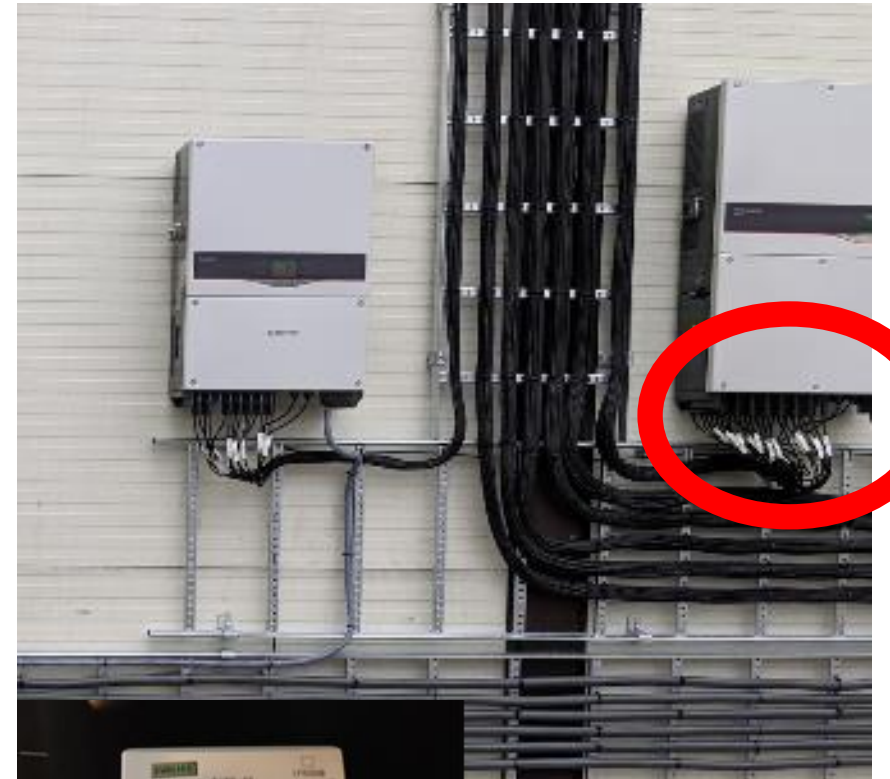
Koblinger inn til f.eks. DC bryter

- Dårlig kontakt
- Varmegang
- Brann

Kontroller om ulike koblinger føles varme

Hvis varme – kontakt elektriker

<https://www.nelfo.no/artikler/2021/2021-06-juni/8-tips-ved-installasjon-av-dc-brytere-i-solcelleanlegg/>



Kontrakt og valg av leverandør

- Kontroller regnskapstall på proff.no for å minimere risikoen for at leverandøren ikke går konkurs
- Sørg for at det er klare formuleringer i kontrakten om at leverandøren er ansvarlig for alle skader på tak og annet solcelleanlegget kan føre til
- <https://proff.no/>

Likviditetsgrad



Meget god

(10,4)

Lønnsomhet



Ikke tilfredsst.

(-0,2%)

Soliditet



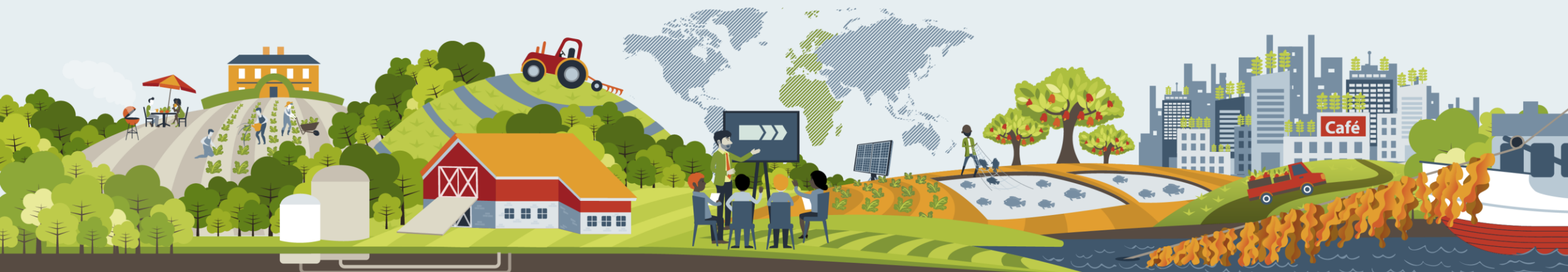
Meget god

(67,9%)

[Vis beregningsmodell](#)

Kilde: Årsregnskap, Brønnøysundregistrene

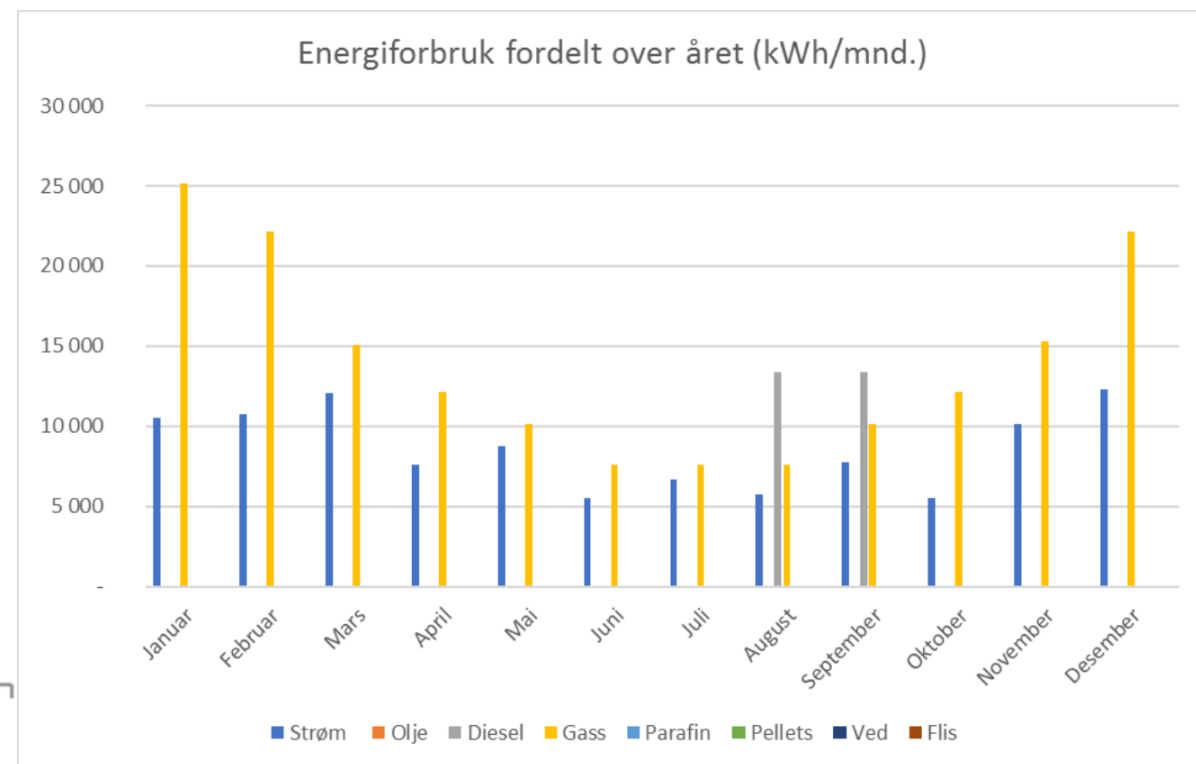
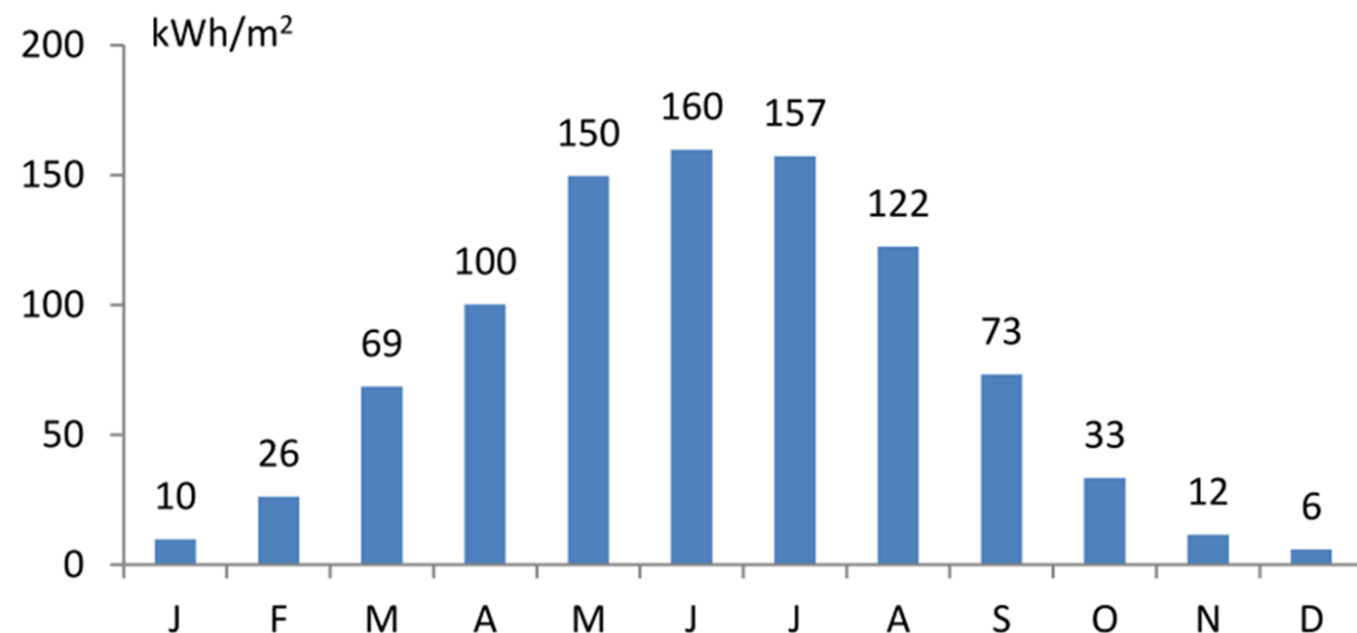
Energisituasjonen på gårdsbruk i dag – hvordan kan solenergi bidra



Innstrålt solenergi –

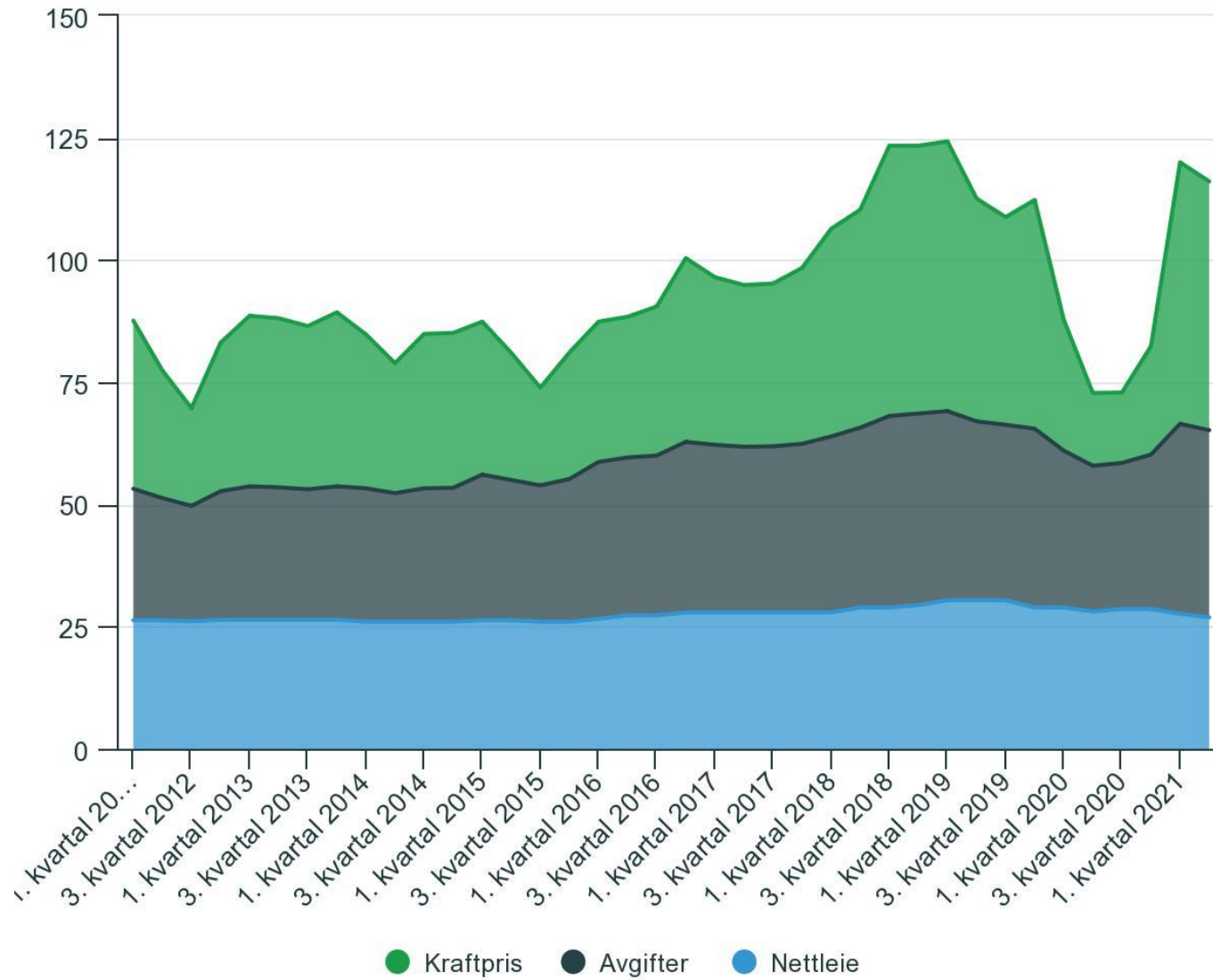
Behov for energi

Innstrålt solenergi på Ås over året



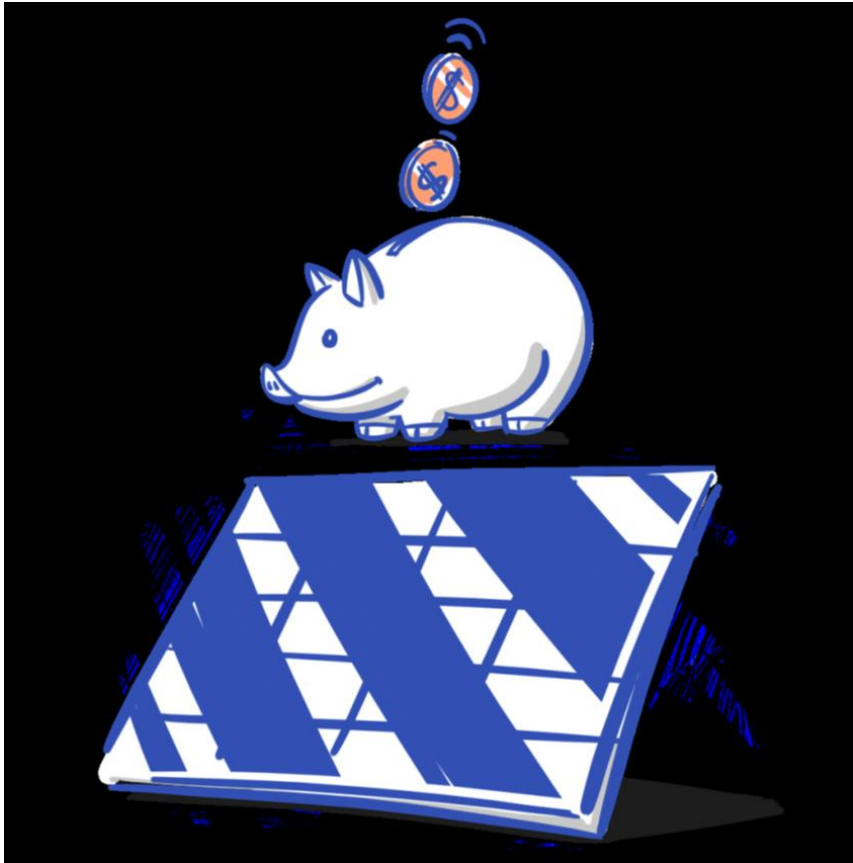
Figur 1. Elektrisitetspris, nettleie og avgifter for husholdninger

Øre/kWh



Kilde:
Elektrisitetspriser, Statistisk sentralbyrå.

Inntekter fra solcelleanlegg



- Erstatte strøm fra nettet som brukes på gården:

- Strømpris + energiledd nettleie + avgifter

- Selge strøm på nettet:

- Ofte spotpris

Hvordan blir strømfakturaen de neste 30 årene?

Solcelleanlegg – anlegg som er mest lønnsomme

- Solcelleanlegg som er tilpasset eget behov på gården
 - Slik at mest mulig av strømmen brukes internt på gården, og kun en liten del av strømmen blir solgt
 - Må undersøke hva som er strømforbruket i perioder det er mye sol



Hva regnes som bruk av egenprodusert strøm?

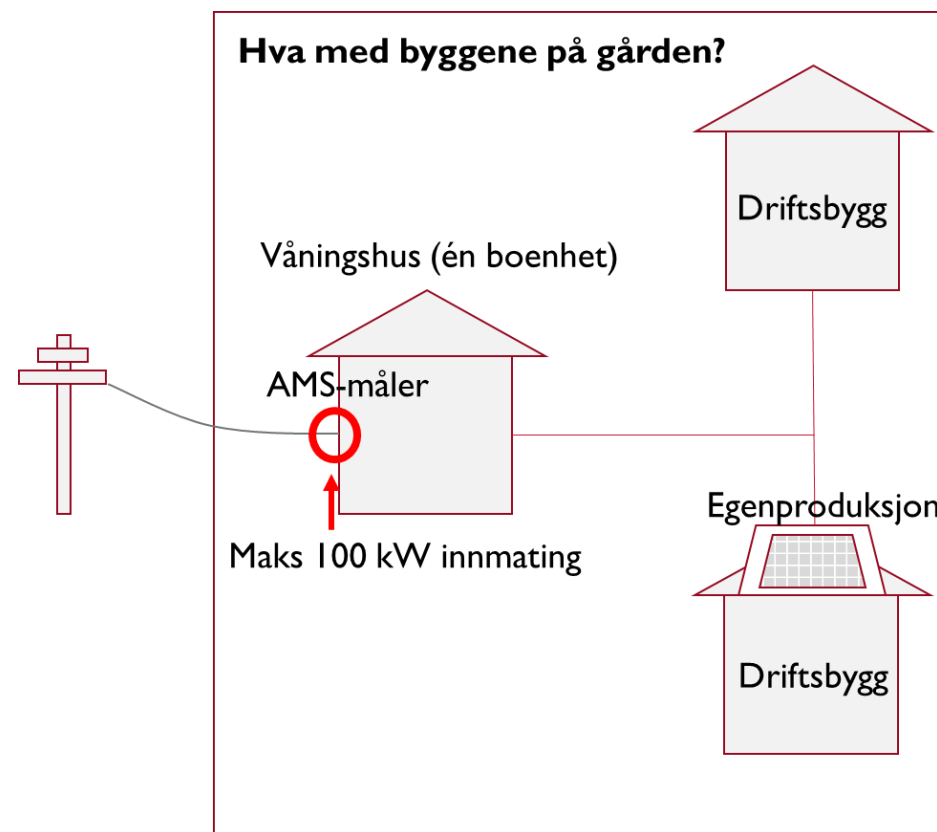
I utgangspunktet:

- Strøm som brukes bak samme måler som solcelleanlegget

Eksempel: Vanningsanlegget bak annen strømmåler enn låven, hvor det er aktuelt å bygge solcelleanlegg. Må selge strøm på nettet, for så å kjøpe tilbake samme strømmen betydelig dyrere for å vanne.

Unntak

- Kan søke om å slå sammen målere
- Fortsatt noe uklart regelverk



Hvorfor ønsker jeg et solenergianlegg? - Motivasjon

Bidra til bedre miljø

Selvforsyning?

Økonomisk lønnsomt?

- Varme/strømbehov
- Når på døgnet er behovet



STRÅLER: Solstrålene som treffer låvetaket blir omformet til strøm i stikkontakten. Karl Holm kan følge med på mobiltelefonen hvor mye strøm som blir produsert av solcellene på låvetaket på Galterud. **FOTO: JENS HAUGEN**

Strøm nok til seg og til nabolaget

SOLCELLER: Karl Holm (80) har teppelagt sørsiden av låvetaket med solcellepaneler, og produserer nå strøm til seg selv og til videresalg, slik at også naboer kan nyte godt av kortreist energi. **SIDE 8 OG 9**

Hva viser solkart.no

<https://solkart.no/>

- Nettsted utviklet av leverandører for solcelleanlegg
- Estimerer hvor egnet et tak er for solenergi og beregner potensialet for hvor mye strøm som kan produseres fra taket basert på
 - Takets retning
 - Takets vinkel
 - Vind og snølast
 - Solinnstråling i området:
 - Skalert med hensyn til erfart produksjon
- Kombinerer kartdata fra Norkart AS med solinnstrålingsdata

Solkart.no gir IKKE fullstendig svar på

- Solkart.no vet ikke noe om strømforbruket tilknyttet de ulike takene
- For at det skal være lønnsomt med solceller bør det også være et betydelig strømforbruk i tilknytning til samme strømmåler som taket
- Vil også kunne mangle elementer på eller i nærheten av taket som fører til skygge



Energiforbruk bolig

- Mange boliger har strøm som hovedenergikilde
- Størst behov om vinteren
- Stort forbruk om morgen og ettermiddag
- Ofte et helt annerledes energibehov på gårdsbruk



Energiforbruk på korngård

Strøm (el-nettet):

~ 89 000 kWh strøm årlig

Oppvarming boliger:

~40 000 kWh årlig

Oppvarming verksted:

~ 108 000 kWh årlig

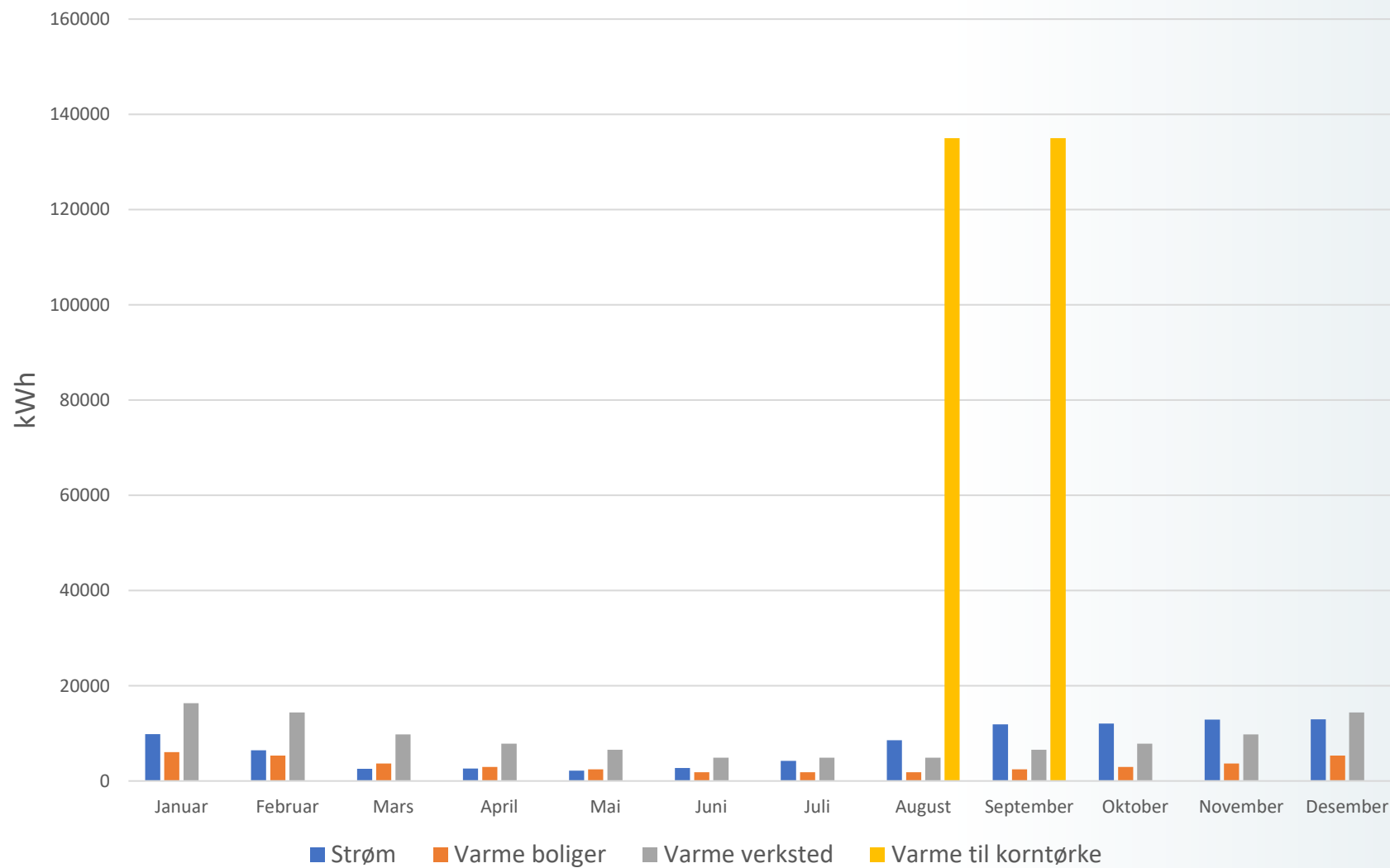
Korntørke:

~ 270 000 kWh årlig



Energiforbruk fordelt over året

Energiforbruk over året



Energiforbruk hos kylling, grønnsaker og korn produsent

Strømforbruk: 160 000 kWh årlig

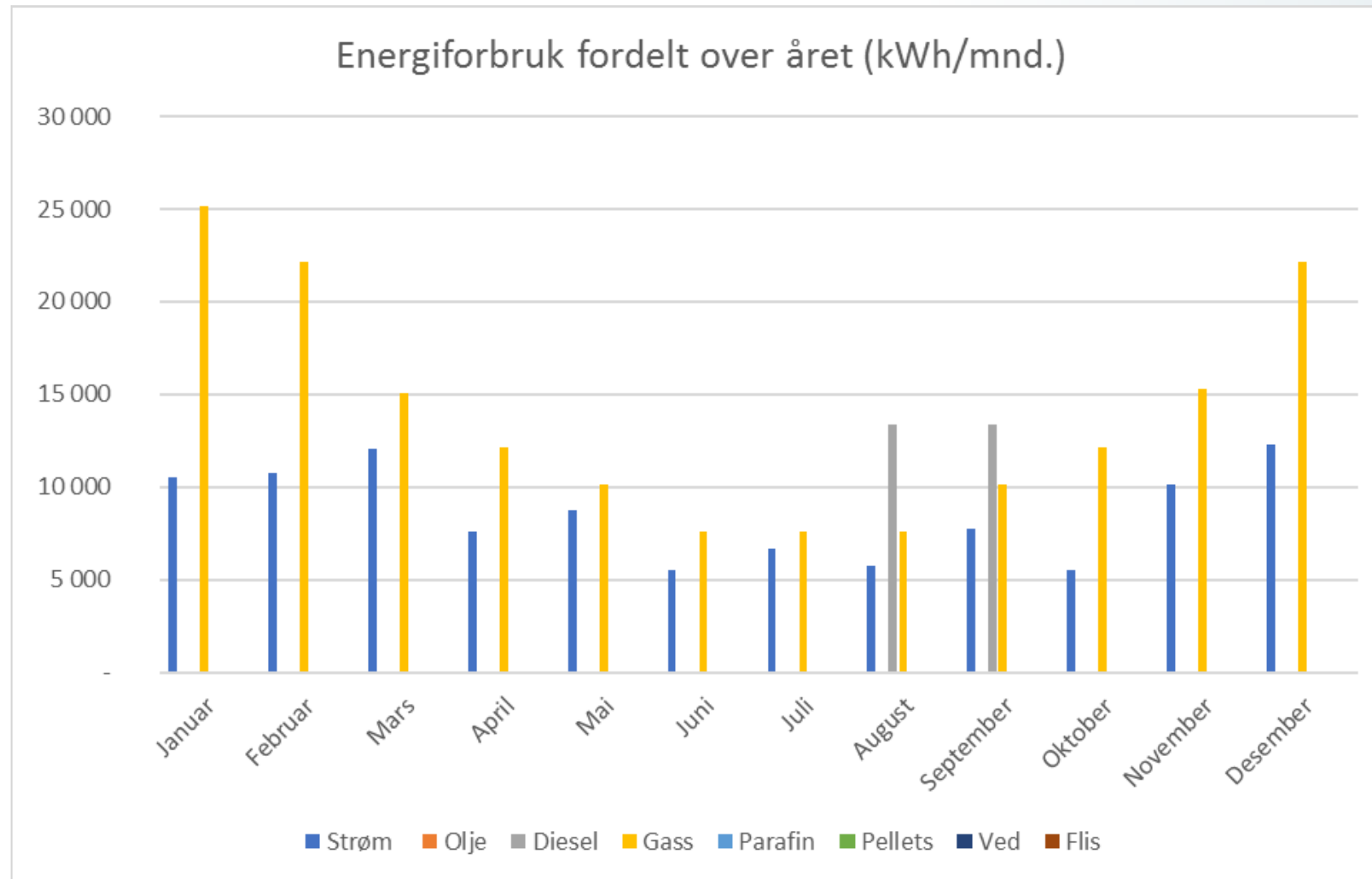
Gass til oppvarming av kyllingfjøs
~150 000 kWh årlig

Korntørking: ca. 2500 liter diesel årlig
~ 26 700 kWh

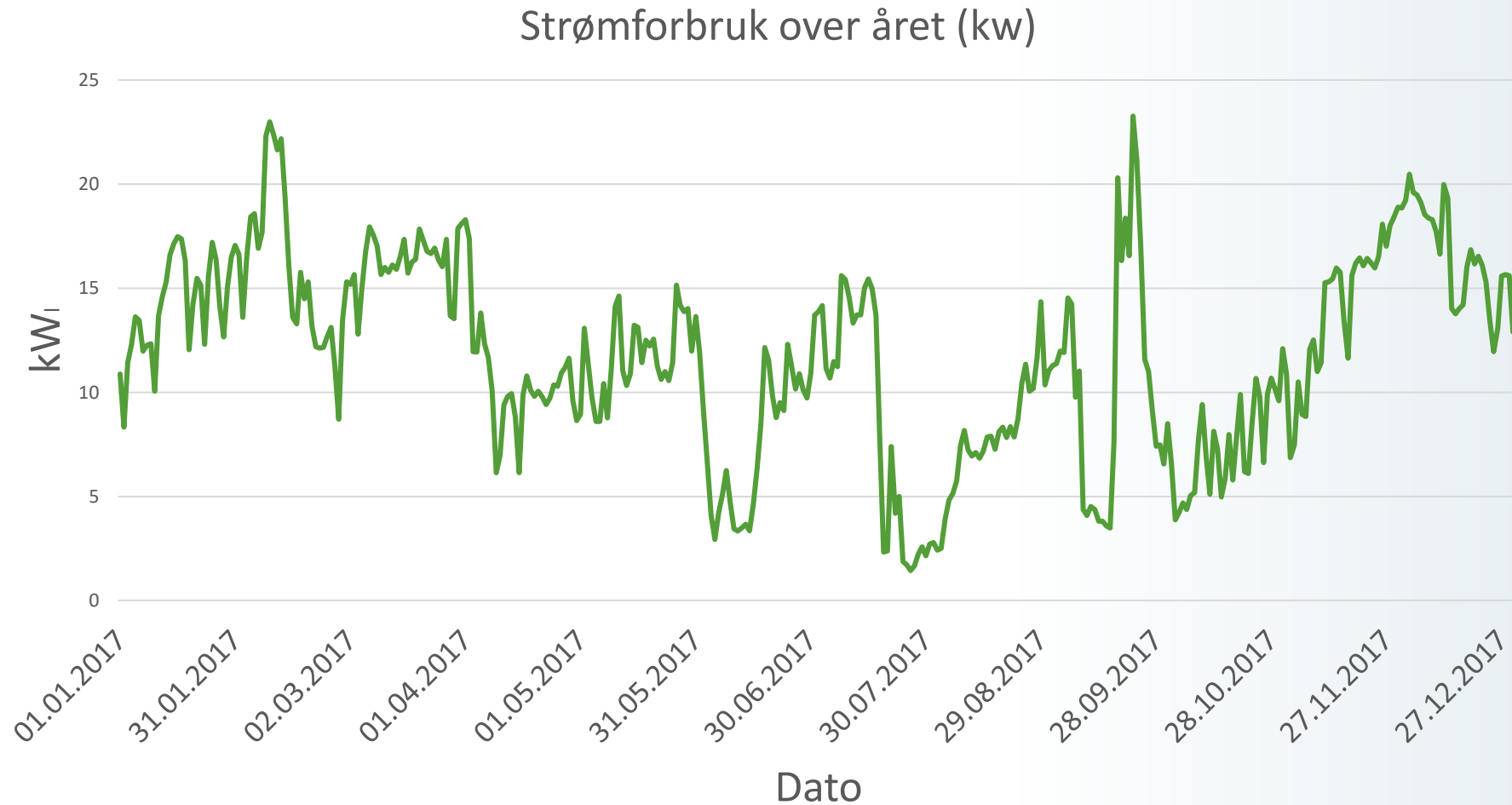
Kjølebehov



Energiforbruk fordelt over året



Strømforbruk over året



Energiforbruk hos melkeprodusent

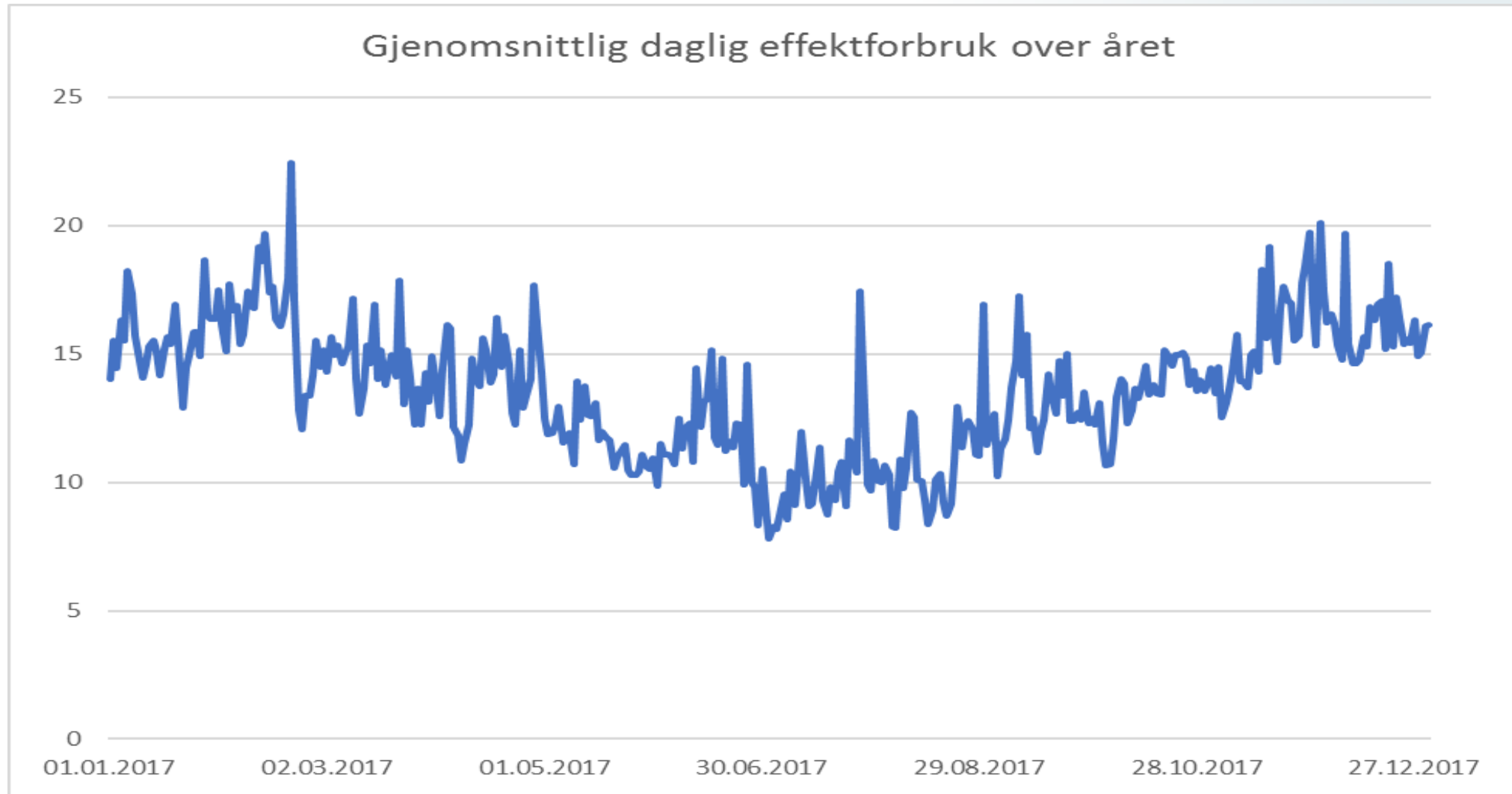
Lite behov for oppvarming
- Kontordel, boliger og vaskevann
til melkerobot

Bruker 120 000 kWh strøm årlig

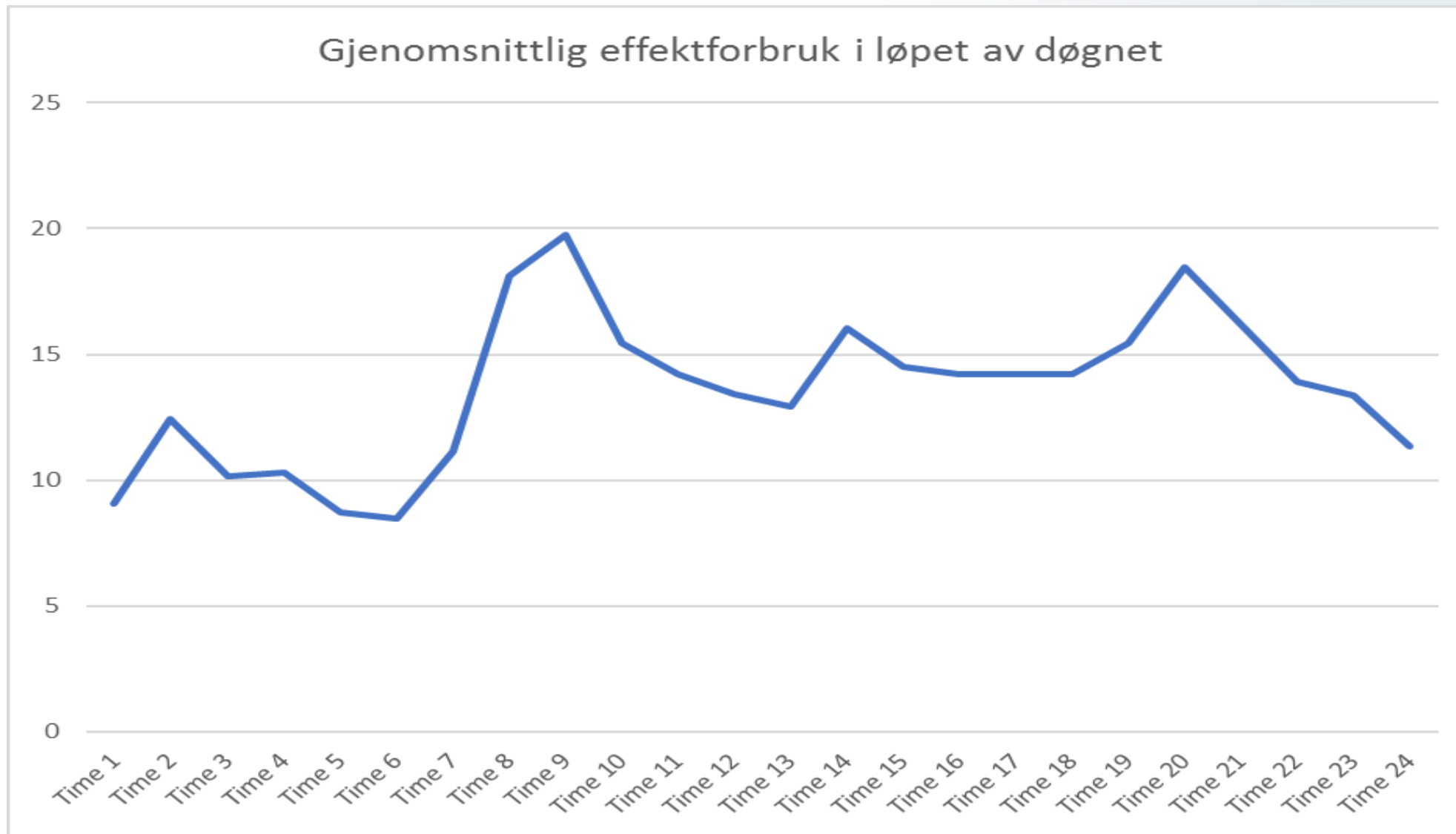
Kaldluft korntørke, energi
primært til vifter



Strømbehov over året i kW(melkeprodusent)



Strømforbruk over døgnet (kW)



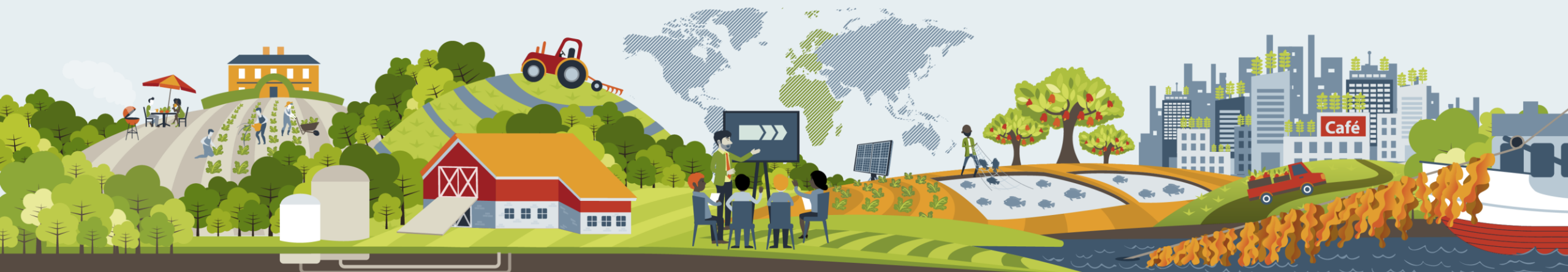
Timesdata for strømforbruk

Nye strømmålere logger gjennomsnittlig strømforbruk for hver time

Data kan fås fra strømleverandør/ Elhub

Hvordan er behovet, vinter/sommer, natt/dag?

Hvordan gjøre et estimat på ønsket solcelleanlegg på gården



Energi og effekt

Hva er forskjellen på energi (kilowattimer) og effekt (kilowatt)?

Kilowatt – kW

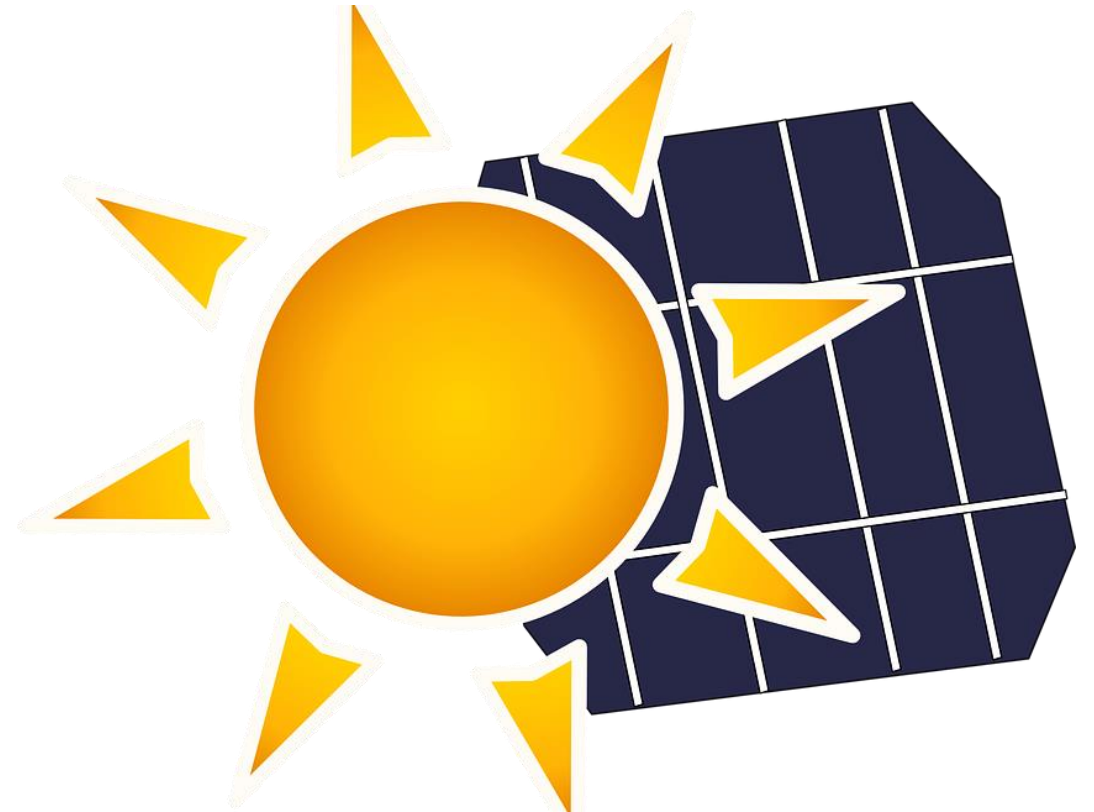
- Måleenhet for effekt - energi per tidsenhet.
- Effekt angis også i watt (W). 1 kilowatt = 1000 watt.

Kilowatttime – kWh

- Måleenhet for energi - 1 kilowatttime tilsvarer 1 kilowatt brukt i 1 time.
- Energi angis også i wattimer – Wh. 1 kilowatttime = 1000 wattimer.

Hva er Wp/kWp?

- kW: Effekten til anlegget.
- kWh: Energi fra anlegget.
- **Wp (watt-peak):** Måler toppeffekten som solcellepanelet kan produsere under gitte forutsetninger.
- Dette gjør at vi kan sammenligne paneler.



Hva avgjør effekten fra anlegget?

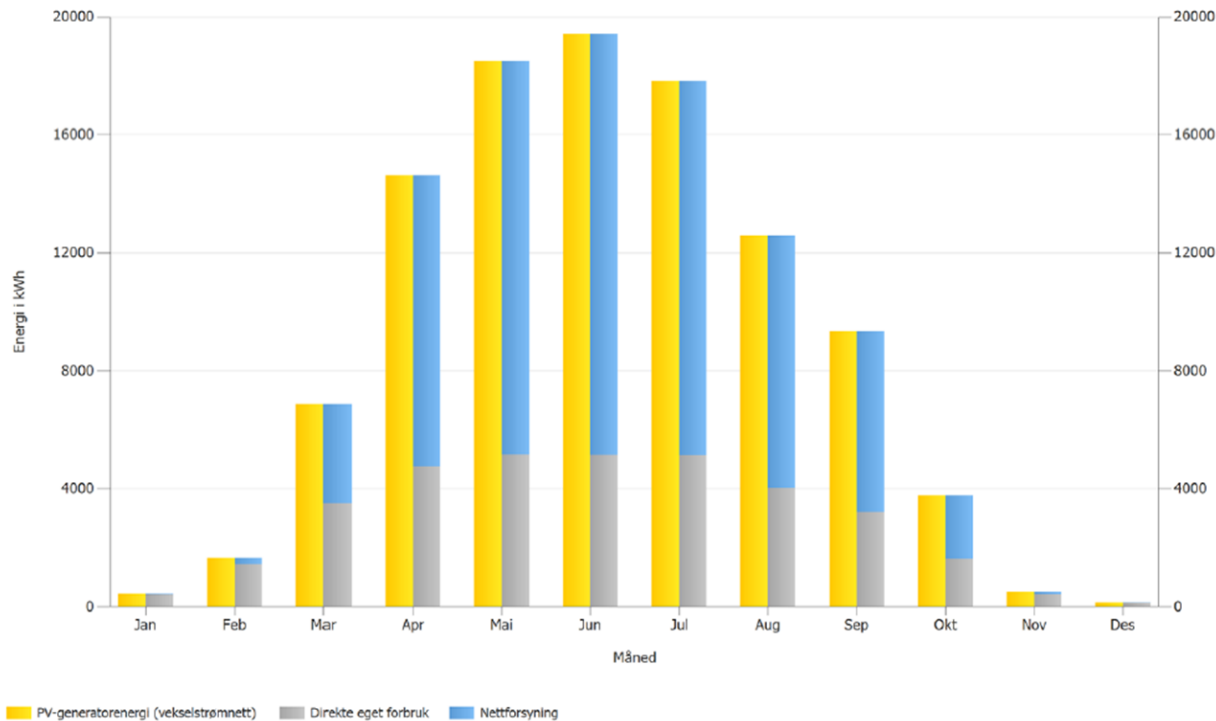
Den faktisk leverte effekten varierer gjennom dagen og gjennom året etter strålingsintensiteten.

Leverte effekt er også svært avhengig av panelenes temperatur.

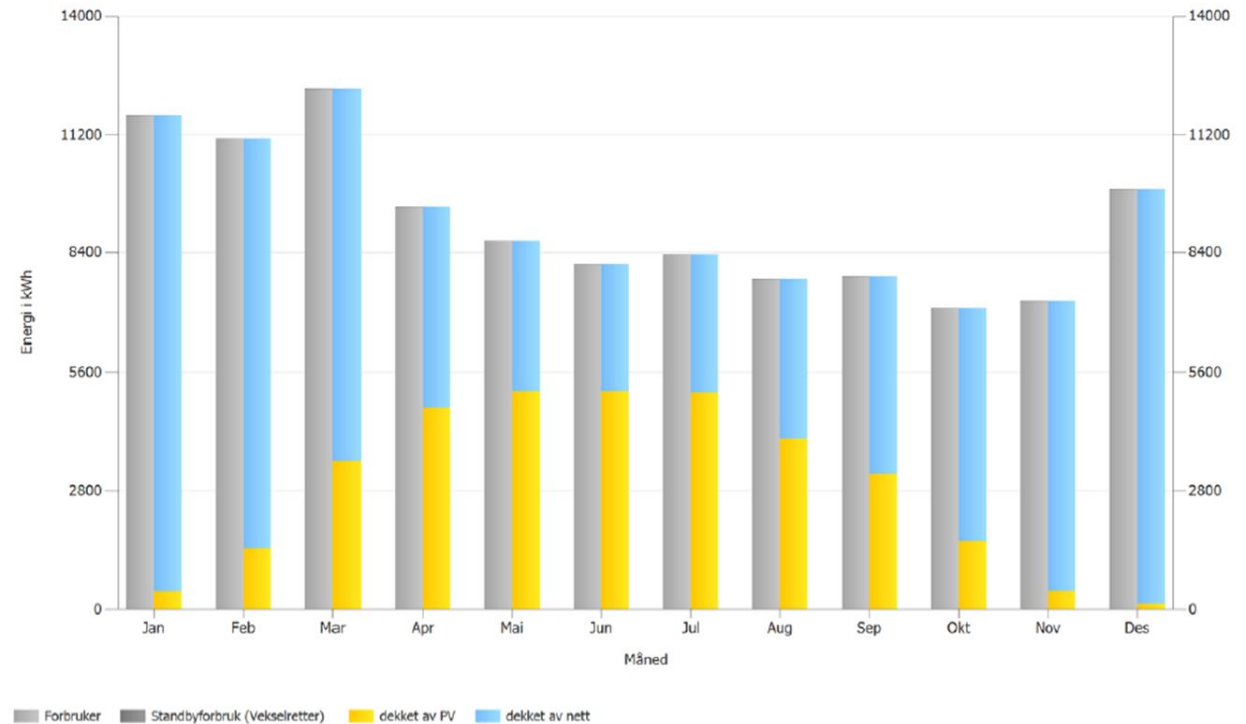


Utnyttelse av hele takflata

Bruk av PV-energien



Dekning av forbruket



Totalt over året; solcellene produserer like mye strøm som årsforbruket
Dekker 1/3 av eget forbruk

Størst mulig anlegg: Huskeliste

- Lønnsomt? Sannsynligvis ikke
- Undersøk om det er stor nok kapasitet på;
 - Sikringsskapet
 - Nettet internt på gården
 - Nettet ut fra gården

Hvis strømmen fra solcellene overstiger størrelsen på hovedsikringen:

- Må betale anleggsbidrag
- Ta kontakt med nettleverandør



Dimensjonering av solcelleanlegg tilpasset eget strømforbruk

Vanlig for boliger: Dimensjoner at anlegget kan levere mellom 10-20% av det totale årsforbruket

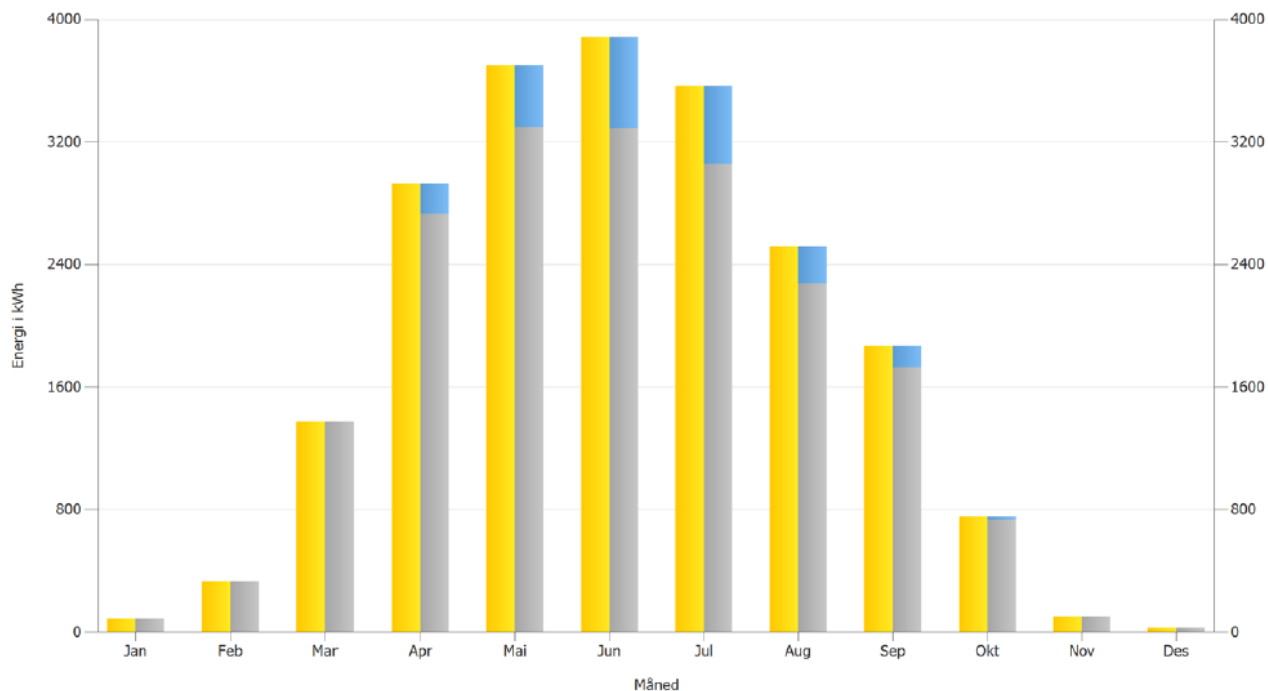
Flere typer gårdsdrift trenger energi til vifter og kjøling når det er varmt om sommeren

De kan dimensjonere solcelleanlegget til en større andel av det årlige strømforbruket

Ofte 20%-25% av årsforbruket

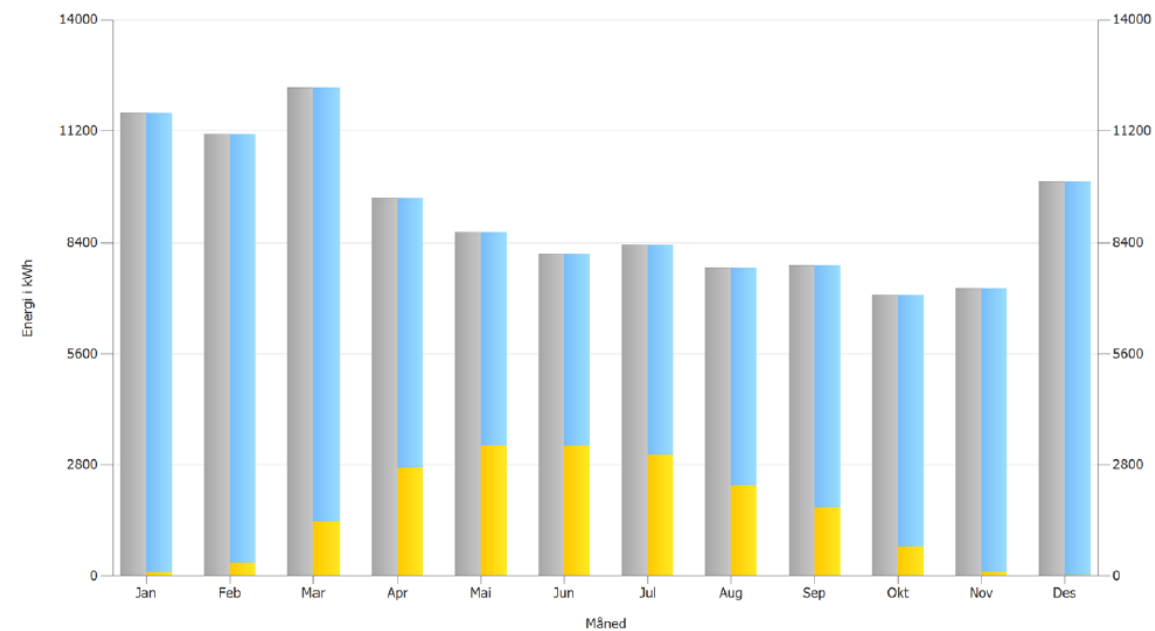
Eksempel; Utnyttelse av produsert strøm

Bruk av PV-energien



■ PV-generatorenergi (vekselstrømnett) ■ Direkte eget forbruk ■ Nettforsyning

Dekning av forbruket



■ Forbruker ■ Standbyforbruk (Vekselretter) ■ dekket av PV ■ dekket av nett

Produserer ca. 22% av årlig strømforbruk
Omtrent 90% utnyttelse av strømmen til eget bruk

Vær oppmerksomme ved avtaler for salg av strøm

- Noen strømleverandører har avtaler som kan gi god pris for strøm fra solceller
 - Ofte satt et tak på hvor mye som kan leveres til høy pris
 - Over dette er det vanlig å få betalt spotpris
- Totalt over året kan det fortsatt være nødvendig å kjøpe mer strøm enn det som selges
 - Se på en helhetsvurdering av hva dere må kjøpe strøm for og hva dere kan selge den for
- Undersøk om du vil overskride 100 kW grense i plusskundeordningen



Valg av type paneler og leverandør

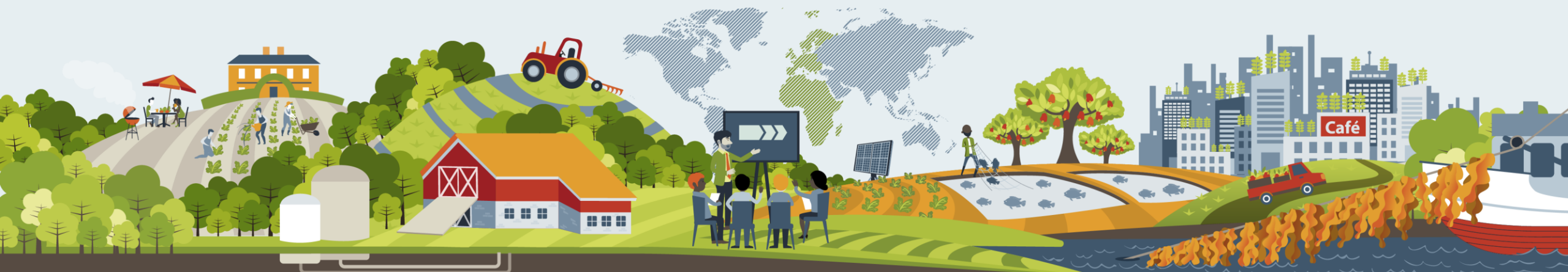
Mål: bruke mesteparten av strømmen til eget bruk

- De fleste gårder vil ha store nok takflater til dette
 - Kan være bedre med noen flere paneler, enn dyrere paneler med litt høyere produksjon per panel

Leverandører har dataverktøy for å tilpasse solcelleanlegg takflater og strømforbruk på gården

- Be dem om pristilbud og beregninger av anlegg, tilpasset behov på gården, fra flere leverandører

Støtteordninger



Rammebetingelser

- Støtteordninger
 - Enova
<https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/solenergi/el-produksjon-/>
 - Verdiskapingsprogrammet for fornybar energi og teknologi i landbruket
- Plusskundeordningen

Innovasjon Norge – Fornybar energi i landbruket

- Kan søke om opptil 35% støtte
- Behovsprøvet støtteordning
- Per nå utbetales det vanligvis mellom 20-25% støtte
- Ta kontakt med rådgiver hos IN tidlig i prosessen

<https://www.innovasjon norge.no/no/tjenester/landbruk/finansiering-for-landbruket/fornybar-energi-i-landbruket/>



Regneeksempel på inntekter fra anlegget- søknad Innovasjon Norge

Andel av strøm til eget forbruk: ~90%

Total årsproduksjon: 6 750 kWh (?)

Størrelse på besparelse ved egenprodusert strøm:

Pris spart på innkjøp av strøm: $X \text{ pris} * x \text{ kWh}$ produsert og brukt selv per år (75 øre/kWh??)

+ Pris strøm solgt på nettet: $Y \text{ pris} * y \text{ kWh}$ produsert og solgt per år (25 øre/kWh??)

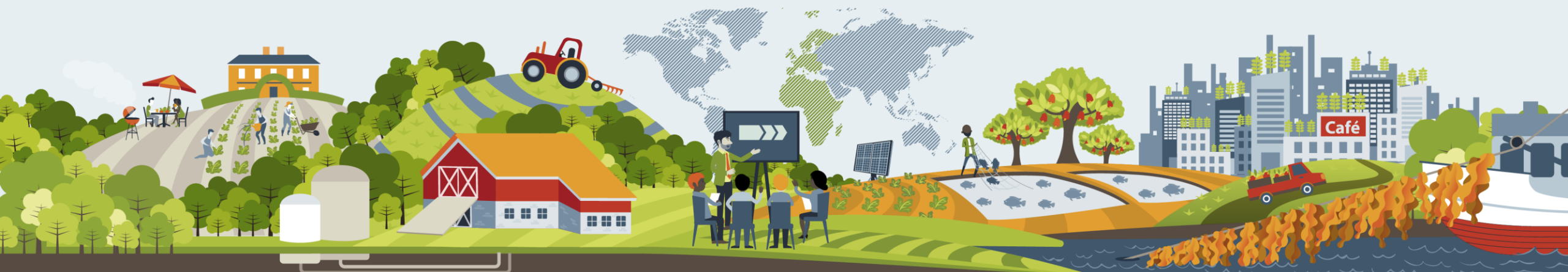
= ?



NORGESVEL
DET KONGELIGE SELSKAP FOR NORGES VEL

Batterier og andre muligheter for energilagring

– Pilotgårder for å teste løsninger



Muligheter for å lagre energi

Lagring av strøm

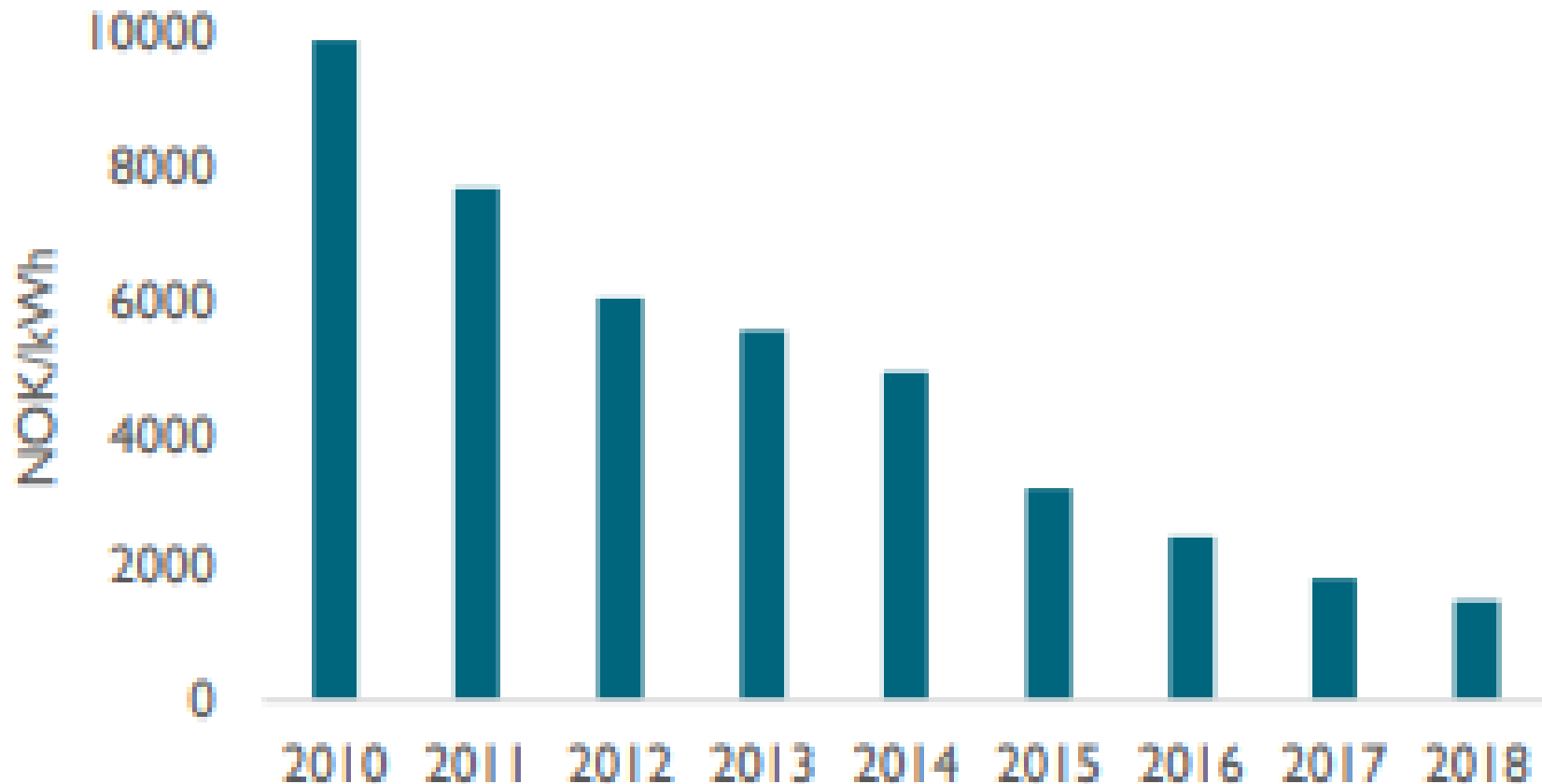
- Batterier
- Hydrogen

Lagring av varme

- Varmtvann
- Andre materialer som kleberstein
- Grunnvarme



NVE rapport – Kostnadsutvikling for batterier



Figur 1: Kostnadsutvikling for litiumionbatterier. Kilde:
Bloomberg New Energy Finance

Pilotprosjekt: Strøm fra solceller og batterier på sæter uten nettilknytning

- Seter med 25 – 30 melkekyr i Dalsbygda i Os i Østerdalen
- Ligger for langt fra strømnett til at det er aktuelt med strøm fra nettet
- Batteri i containerløsning som flyttes til gården på vinterstid
- Har vært i drift to sesonger



Fakta om anlegget

- Investeringskostnad: 500 000 -600 000 kroner
- Litiumbatterier 48kWh
- DC konvertere
- AC Hybrid invertere, for 1 fas og 3 fas
- Styringssystemer
- Fjernovervåkning/ styring ved hjelp av PC eller app på telefonen
- Nødstrømsaggregat



Pilotgård 2: Batteri på gård som ligger i vanlige strømmettet

Satt i drift nå i høst

Mål: Hvordan får vi solceller og batterier til å virke best mulig sammen

Hvilke utfordringer kan batterier bidra til å løse i landbruket

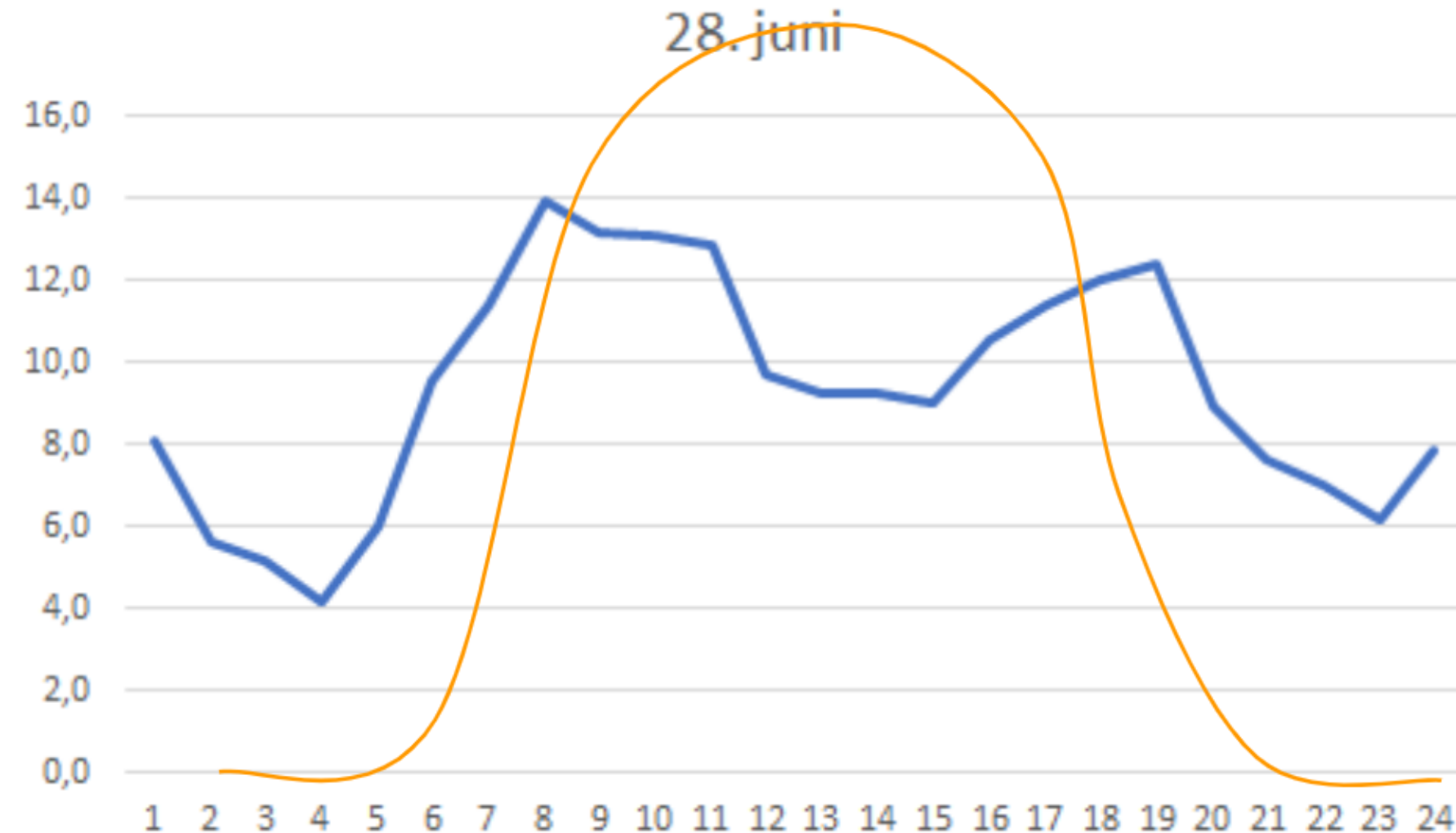


Fakta om anlegget

- 80 paneler med solceller på sørvendt tak
- 21 kWh med lagringskapasitet for strøm i batteriet
- Investeringskostnad
 - Ca. 200 000 kr for solcellene
 - Ca. 200 000 kr for batteriene og styringssystem



Døgnutjevning av strømforbruk



Batteriet er dimensjonert til å kunne lagre overskuddsproduksjon fra en dag til å brukes når det ikke er sol

Inntjening:
«Sparer» nettleie etc.

Batterier for å bedre drift av strømnettet

Strømnettet må dimensjoneres etter maksbelastningen

Med batterier kan vi:

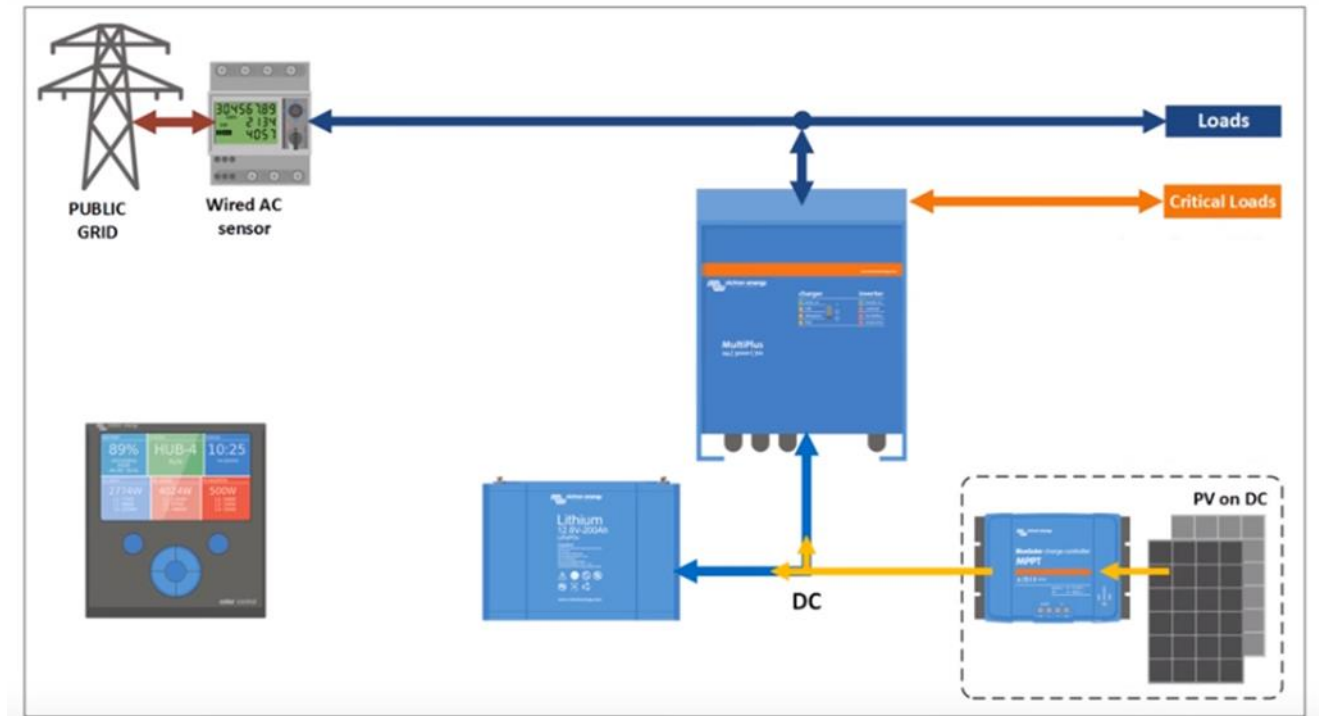
- Redusere effekttopper (lavere effekttariff)
- Unngå ekstra utbygging av strømnettet
- Bedre utnyttelsen og driften av strømnettet



Sikre strømforsyning med batteri

Solceller vil ikke levere strøm når nettet er nede, pga sikkerhet for montører

Batterier kan tilpasses slik at de f.eks. kan dekke strømforsyningen til de viktigste lastene i 1 time



Bruk av overskuddsstrøm til oppvarming

Alternativt til å lagre energien fra solcellene i batterier kan den lagres som varme

- + Mye rimeligere enn batterier
- Kan kun brukes til oppvarming etterpå

Kan lagres i akkumulatortank, eller bygningsmasser etc.



Nyttige linker

Produksjon solcelleanlegg - <https://stromberg.solarlog-web.eu/8185.html?c>

Potensiale - <https://solkart.no/>

PVGIS - Solenergiberegning - http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

Mål/Beregninger - <https://kommunekart.com/>

Publikasjoner

<https://www.norgesvel.no/aktuelt/tips-og-rad-for-solceller-i-landbruket>

<https://www.norgesvel.no/fornybart-pa-garden>

Støtteordninger



Tips og råd



Avtalebetingelser



Takk for meg!

