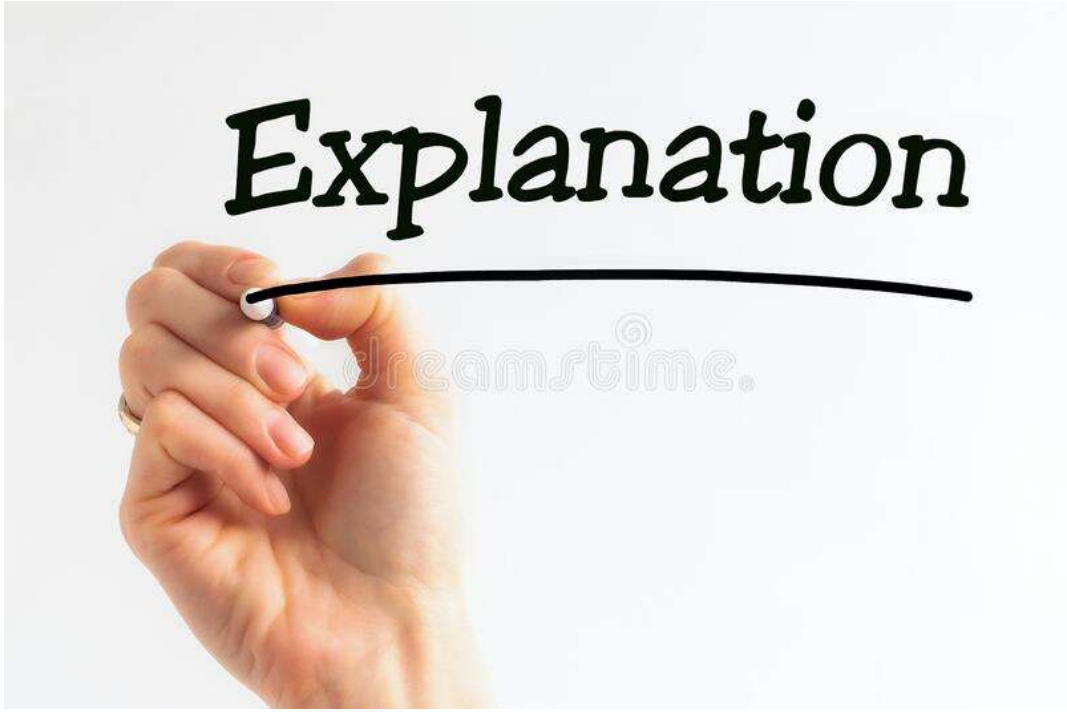
Dimensionering af anlæg



Dimensionering af anlæg

Først lidt begreber og basisforklaring



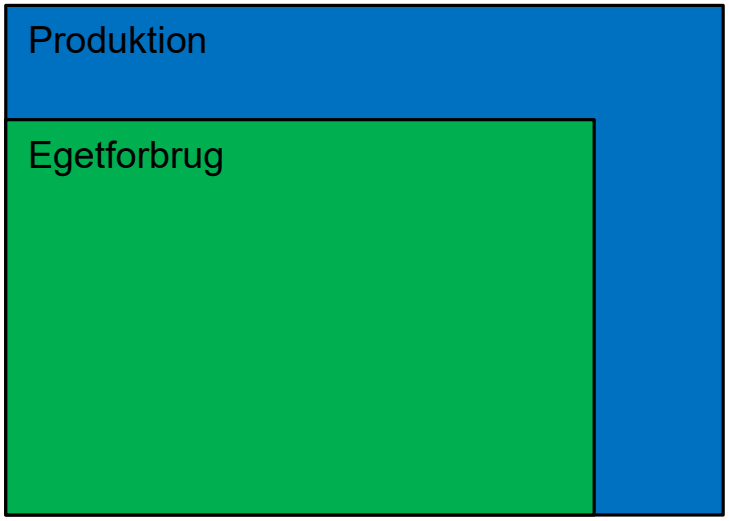
Dimensionering af anlæg

Egetforbrug

Egetforbrug af elektricitet: *Den andel af elproduktionen, som egenproducenten selv forbruger.*

Forklaring.
Når solen skinner, producerer anlægget en effekt til bygningens eltavle.
Hvis bygningen har et effektforbrug på mere end det producerede, bruges al effekten fra anlægget af bygningen selv.
Hvis bygningen ikke udnytter hele effekten fra anlægget, aftager elnettet resten. Bygningen har således ikke selv haft glæde af hele den producerede effekt.

Når året er gået gøres regnskabet op i energi: hvor meget af den producerede energi blev i alt brugt af ejendommen mens den blev produceret? Dette er *egetforbruget*.
Kan også angives i % af den producerede energi (på årsbasis).



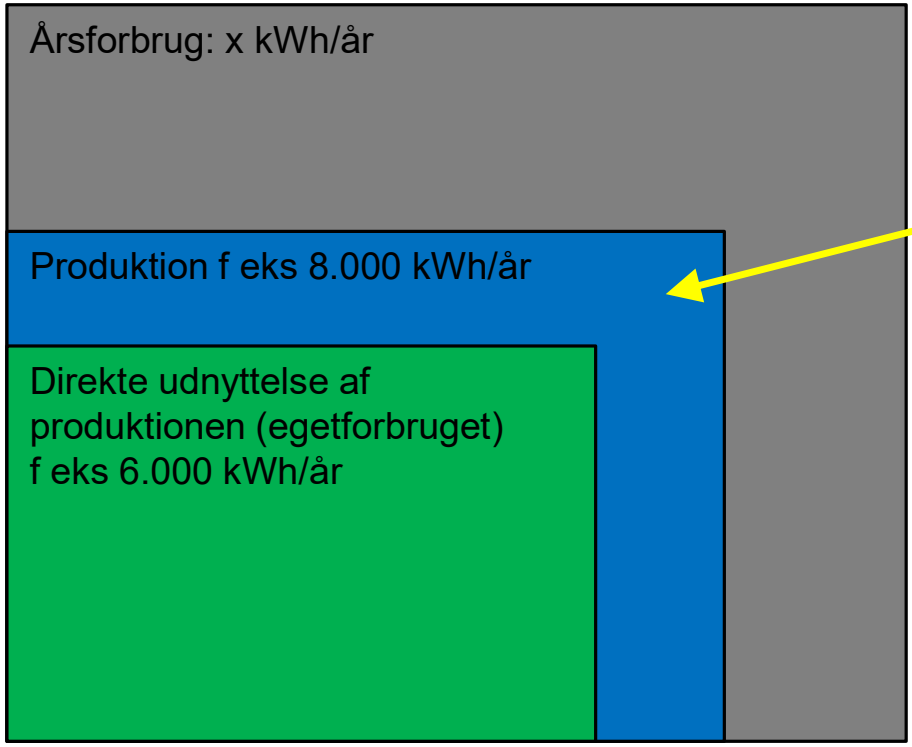
Dvs: Egetforbruget er den mængde af produktionen på et år, ejendommen selv når at bruge mens den produceres.
Man kunne også kalde det *udnyttelsesgraden*, idet resten af produktionen jo ikke udnyttes af ejendommen selv.

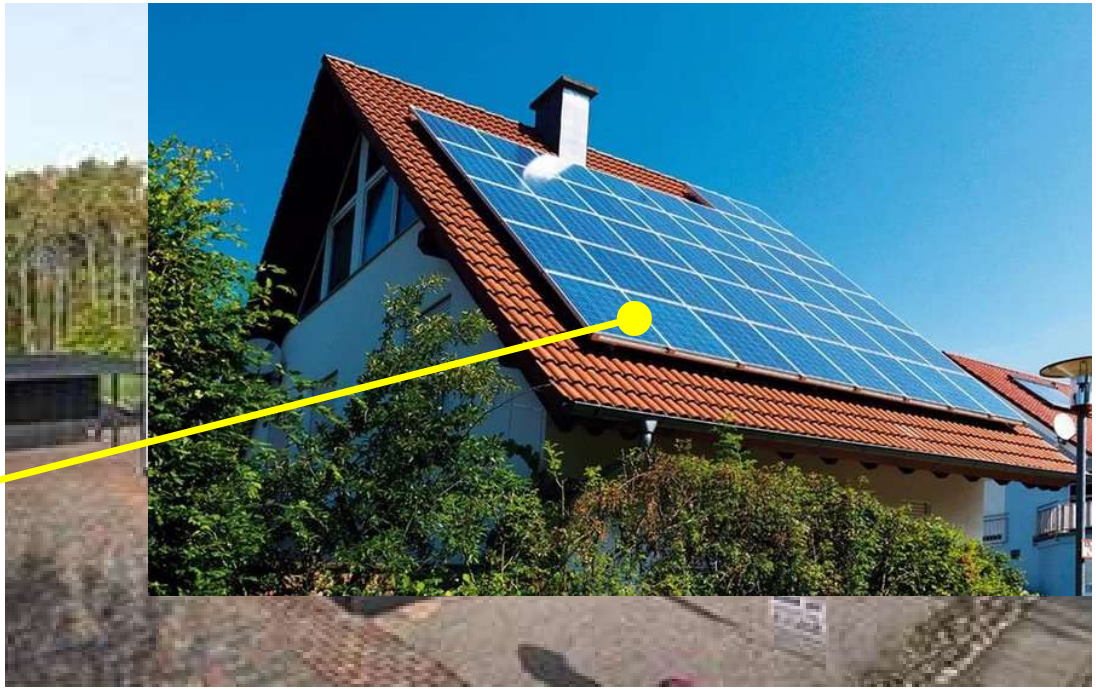
Dimensionering af anlæg

Egetforbruget – et eksempel

Årligt:

- **forbrug**
- **produktion**
- **egetforbrug**





$$\textbf{Egetforbrug} = \frac{\textbf{Direkte forbrug af produktionen kWh}}{\textbf{Produktion kWh}}$$

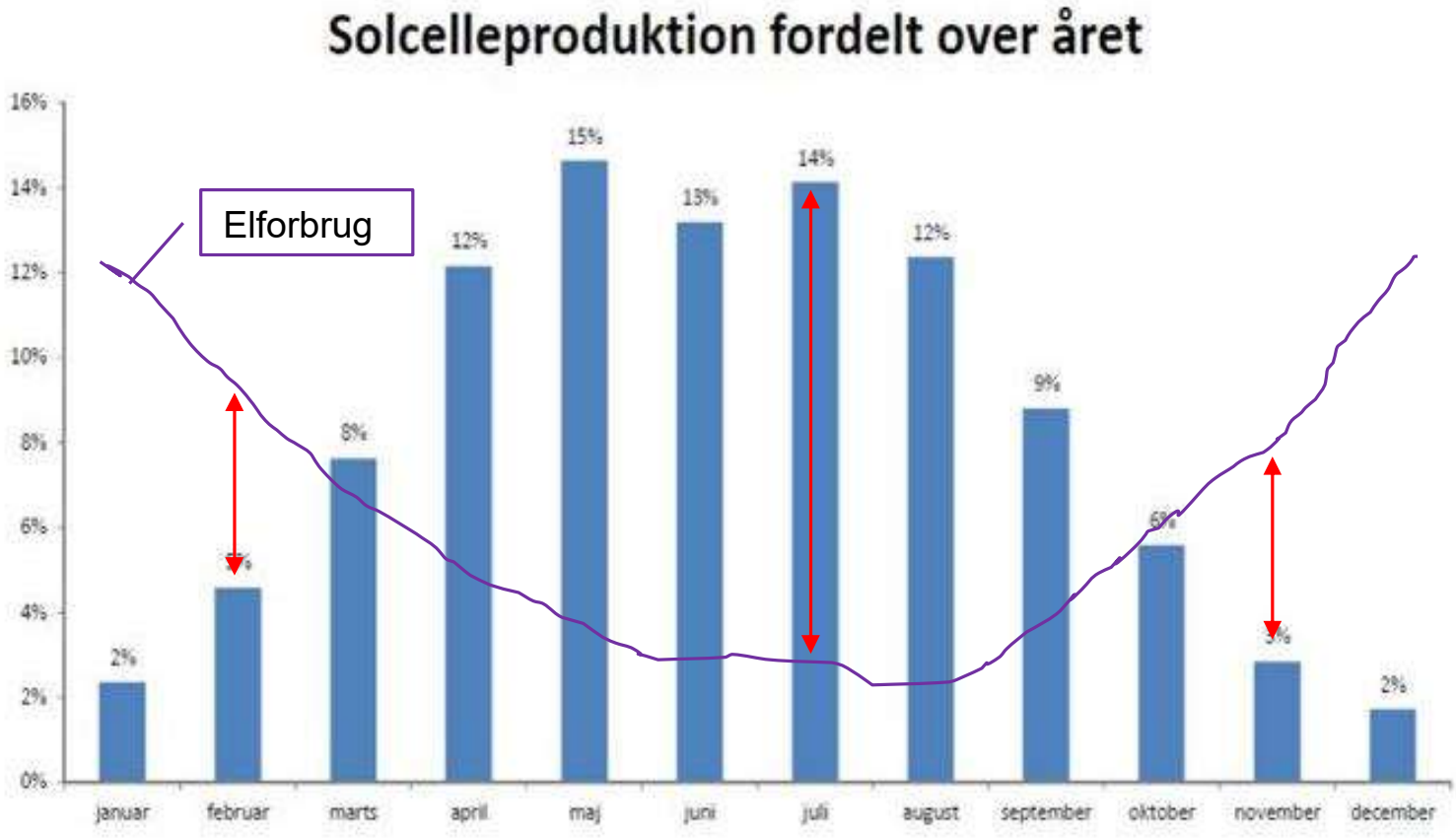
$$\text{Egetforbrugi \%} = \frac{6000}{8000}100\% = 75\%$$

Dimensionering af anlæg

Udnyttelsesgraden af produktionen

Om vinteren producerer solcelleanlægget ikke nok til at dække forbruget.

Derfor bliver næsten al produktion om vinteren brugt i ejendommen.



Om sommeren producerer solcelleanlægget mere energi end forbruget.

Derfor bliver kun noget af produktionen om sommeren brugt i ejendommen.

Dimensionering af anlæg

Produktion, egetforbrug, driftsbesparelse, CO2 reduktion

Årsproduktion
5000 kWh/år

Egetforbrug
Egetforbrugsfaktor x Produktion = 0,4 x 5000 = 2000 kWh/år

Direkte elbesparelse
Egetforbrugsfaktor x Produktion x Eltakst** = 0,4 x 5000 x 2,30 = 4600,- kr/år

Reduktionen i CO_2-udledning
Produktion x specifik udledning = 5000 x 0,150* = 750 kg CO_2/år

Eksempel
Efter et års drift har en ejendoms solcelleanlæg produceret 5000 kWh og ejendommen brugte selv 2000 kWh direkte.

Ejendommens egetforbrug bliver så:

$$\text{Egetforbrug} = \frac{2000}{5000} 100\% = 40\%$$

*Afhænger af landets elmix (vind/sol/kul).
F eks Polen: 800 CO_2 g/kWh, Danmark: 150 g CO_2 /kWh
** Gennemsnitstakst. Bør opgøres i de tre tarifperioder for sommerhalvåret.

Dimensionering af anlæg

Opgave

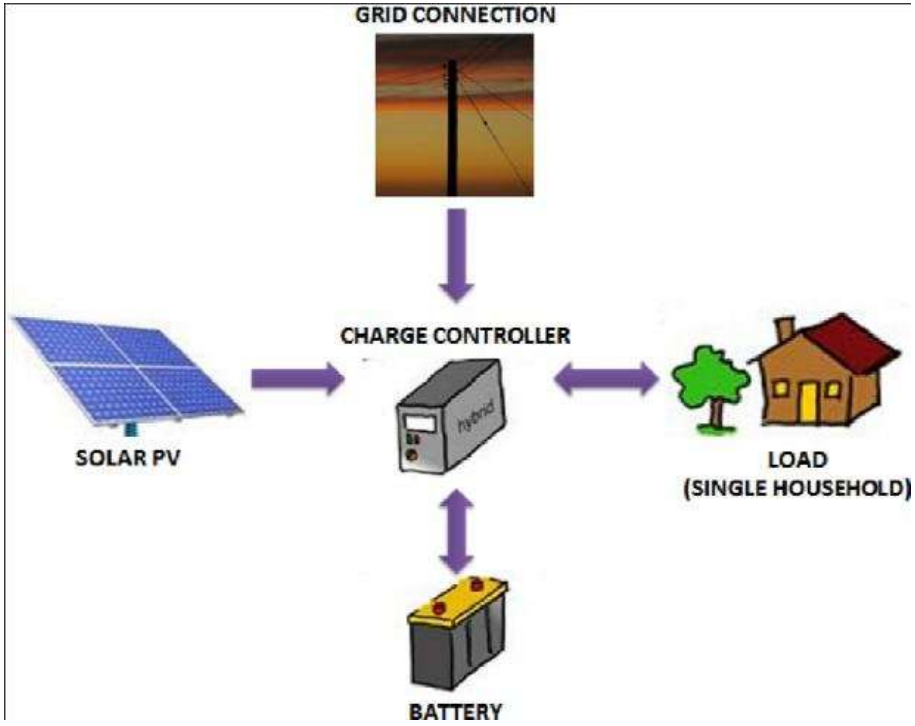
En ejendom har solcelleanlæg og det årlige energiflow skal kortlægges.

a. Egetforbruget er 4358 kWh og importen fra gaden er 5290 kWh. Beregn ejendommens forbrug.

b. Ejendommens forbrug er på 6789 kWh og der importeres 1765 kWh. Beregn egetforbruget.

c. Ejendommens forbrug er 9800 kWh, solcelleanlægget producerer 8700 kWh og egetforbruget er på 3126 kWh. Beregn egetforbruget i procent.

d. Egetforbruget er 3619 kWh og der er eksporteret 2568 kWh. Beregn solcelleanlæggets produktion.



Dimensionering af anlæg

Års-, vinter- og sommerforbrug

Der er for unøjagtigt at finde et døgnforbrug ud fra årsforbrug delt med årligt antal døgn.

Varmepumper bruger 90% af deres energi i vinterhalvåret. I sommerhalvåret opvarmes kun badevand.

Badevandsopvarmningen kan yderligere reduceres ved at opvarme vandet med overskudsproduktion.

Belysningen bruger mere energi om vinteren

Køle/fryseskabe bruger mere energi om sommeren

Elbilens forbrug er ligeligt fordelt over året



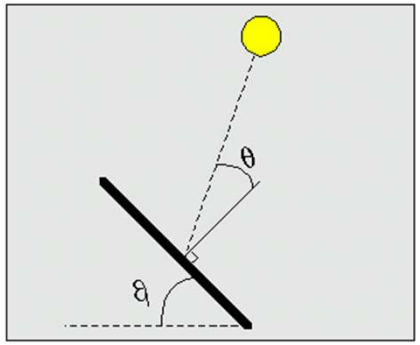
Figur 2 - Graf over elforbrug, for en sommer- og vinterdag

Alm dansk parcelhus familie Kilde: Energiteknolog Martin Andersen

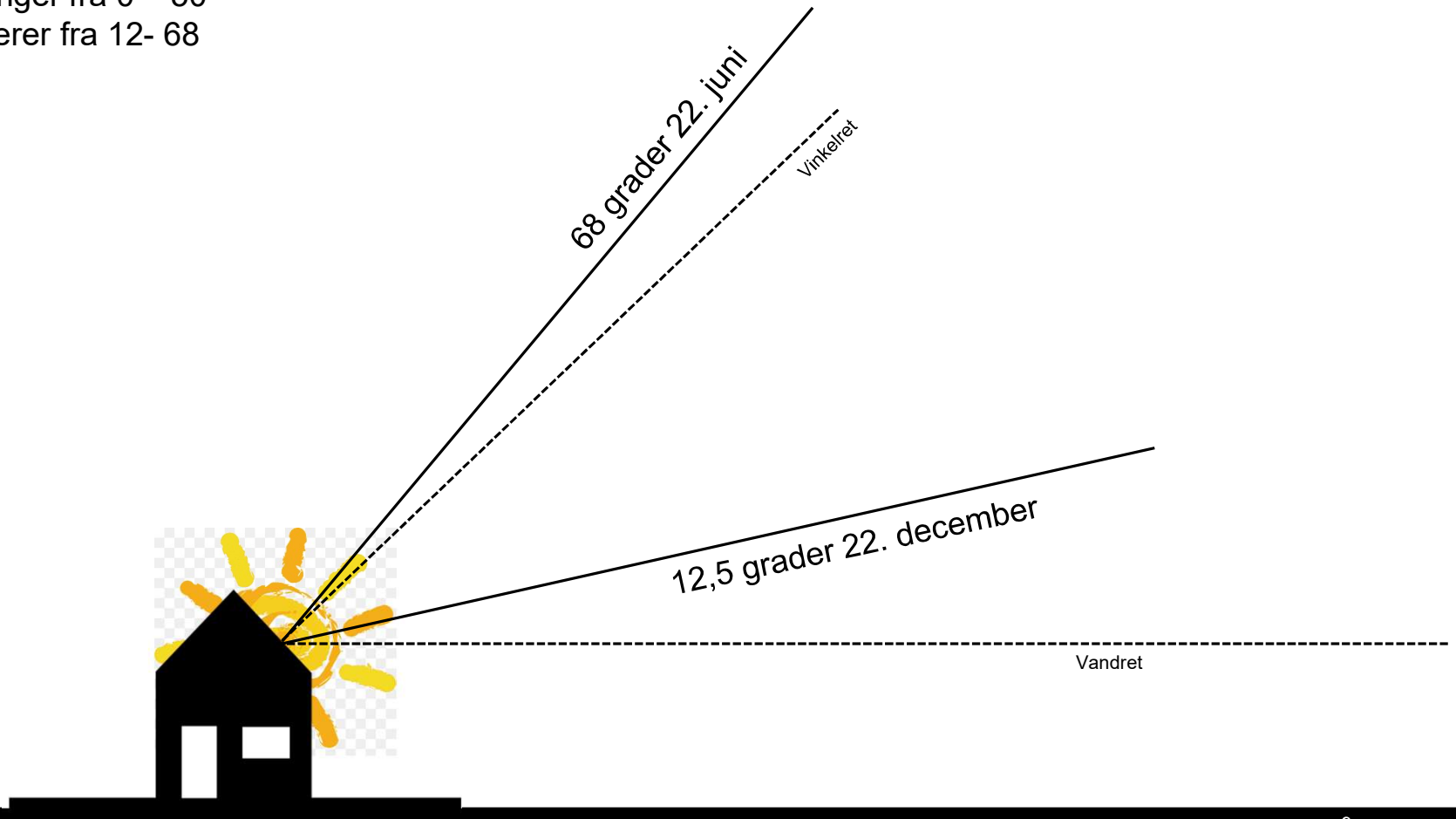
Dimensionering af anlæg

Solens vinkel i løbet af året

Danske huse har taghældninger fra 0 – 50 grader og solens vinkel varierer fra 12- 68 grader

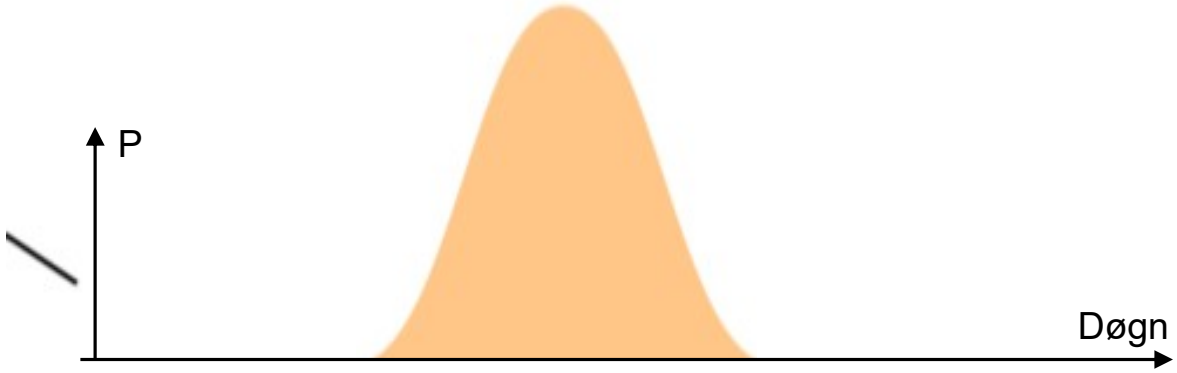


Silicium solceller yder mest ved vinkelret indstråling



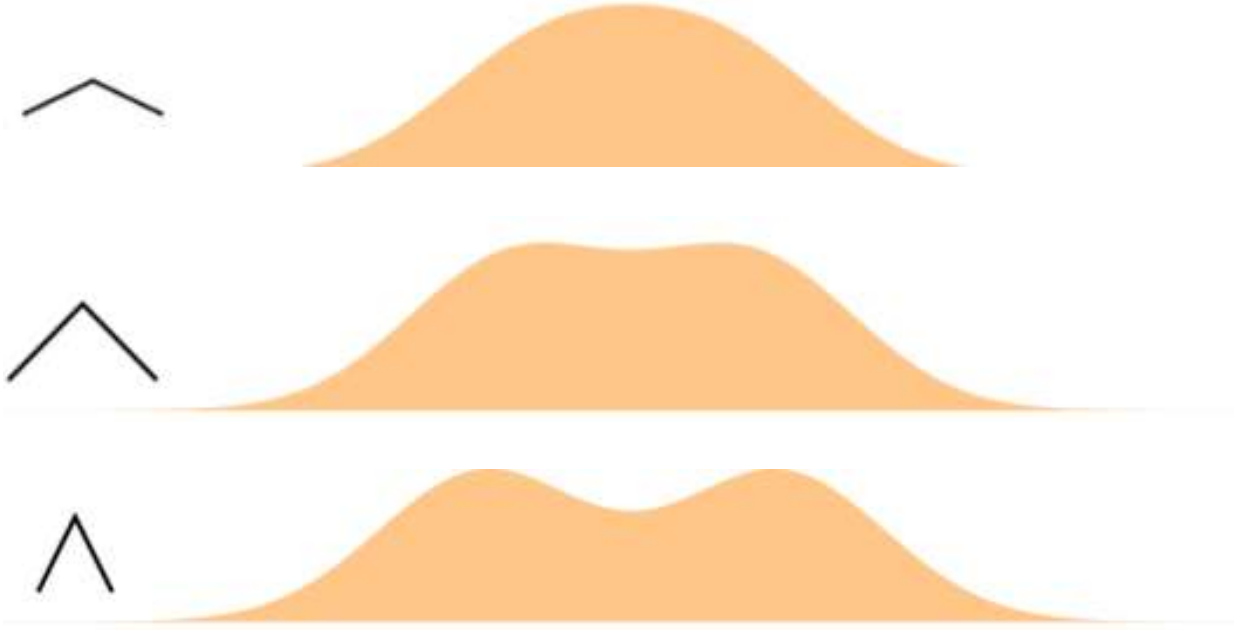
Dimensionering af anlæg

Sydvendt





Øst/vest vendt

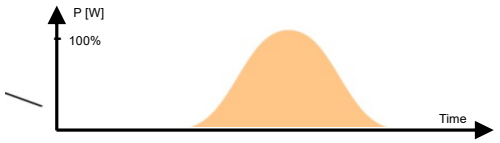


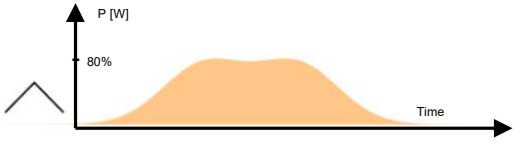


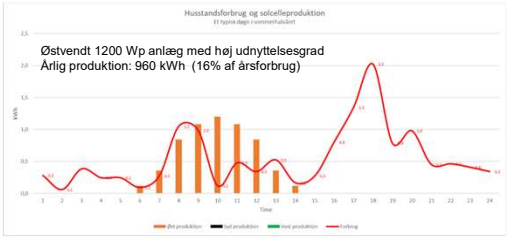


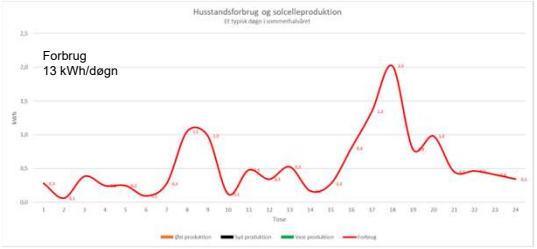


Dimensionering af anlæg

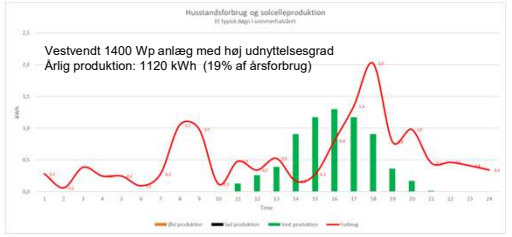


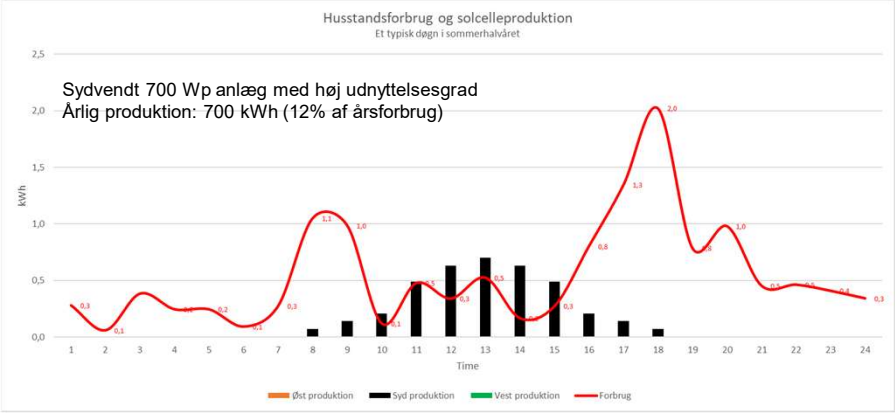














Dimensionering af anlæg



Vest



Øst

Syd

Dimensionering

Fremgangsmåde



Dimensionering af anlæg

Afklar først *målet* med anlægget i et møde med husejer:



A. Er målet:

1. billigst muligt anlæg (lille anlæg, hvor næsten al produktion udnyttes)?
2. størst reduktion af CO_2 udledning (stort anlæg uden batteri)?
3. største driftsbesparelser (stort hybridanlæg)?

B. Afklar ejendommens elforbrug

1. Årsforbrug (kWh/år)
2. Døgnforbrug (time for time) i sommerhalvåret (kWh/døgn)
3. Data skal være typiske og repræsentative for ejendommen i anlæggets levetid på ca 30 år

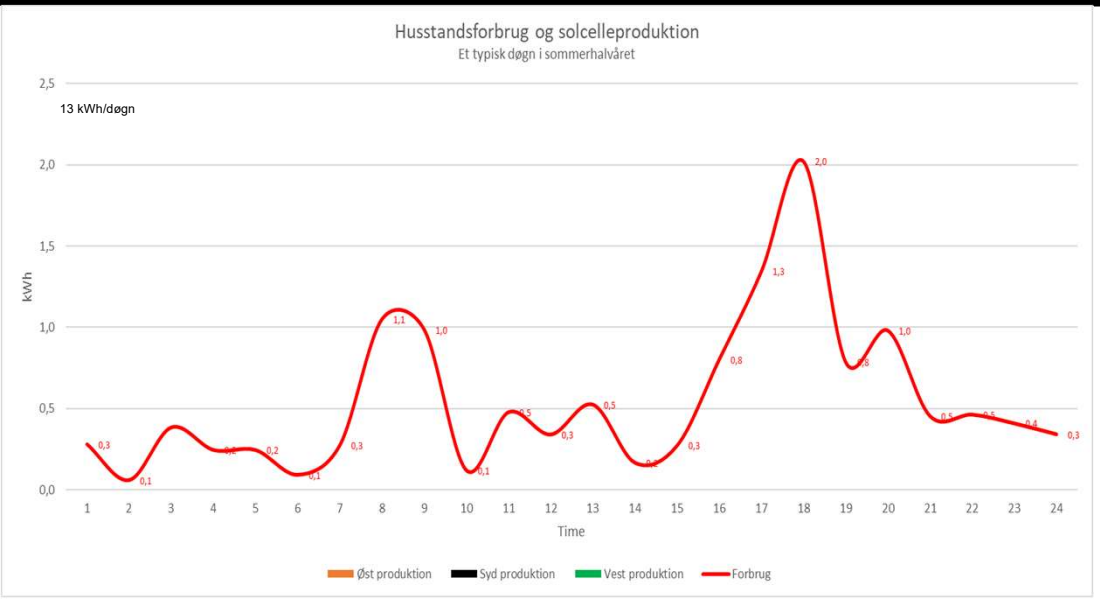
C. Afdæk evt skygger på tagfladen

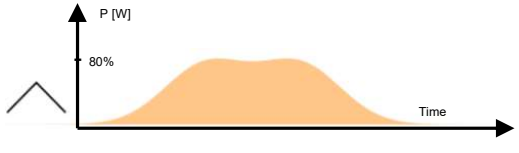
4. Stå med ryggen til panelet og observer skygger, der vil optræde i solens bane
5. Kan/må skyggerne fjernes?

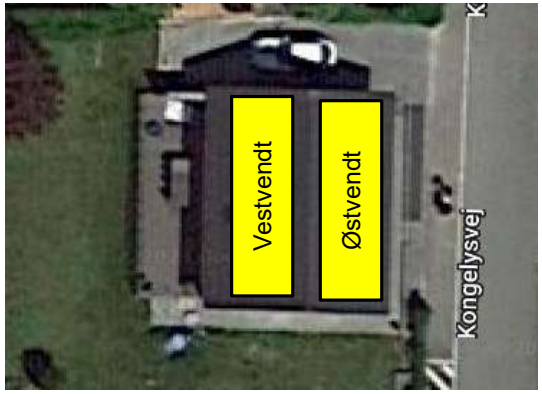
D. Registrér / fotografer:

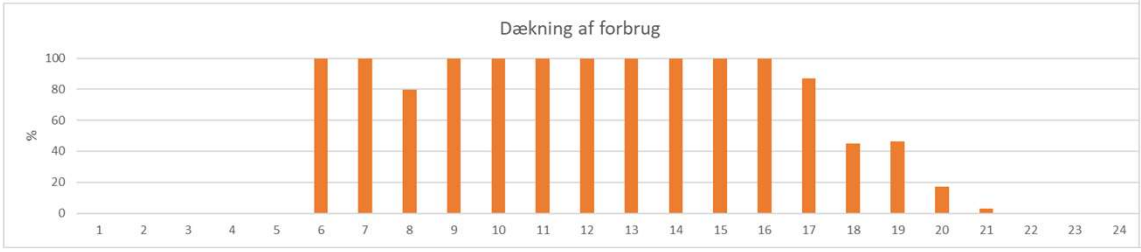
6. Tagflade (total og nær)
7. Pladsen til inverter og evt batteri
8. Gruppetavlen med omgivelser

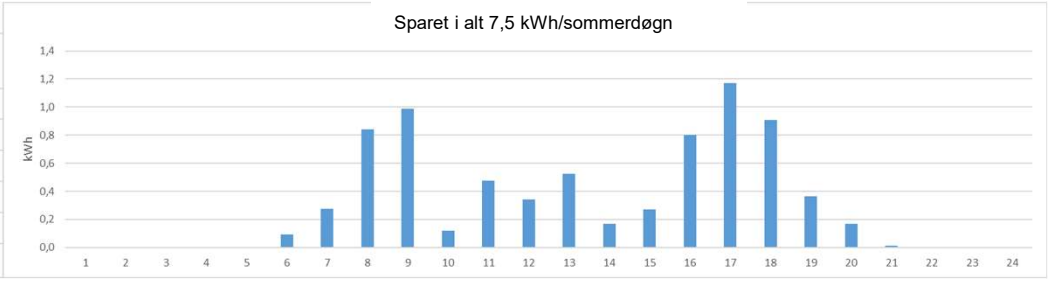
Dimensionering af anlæg









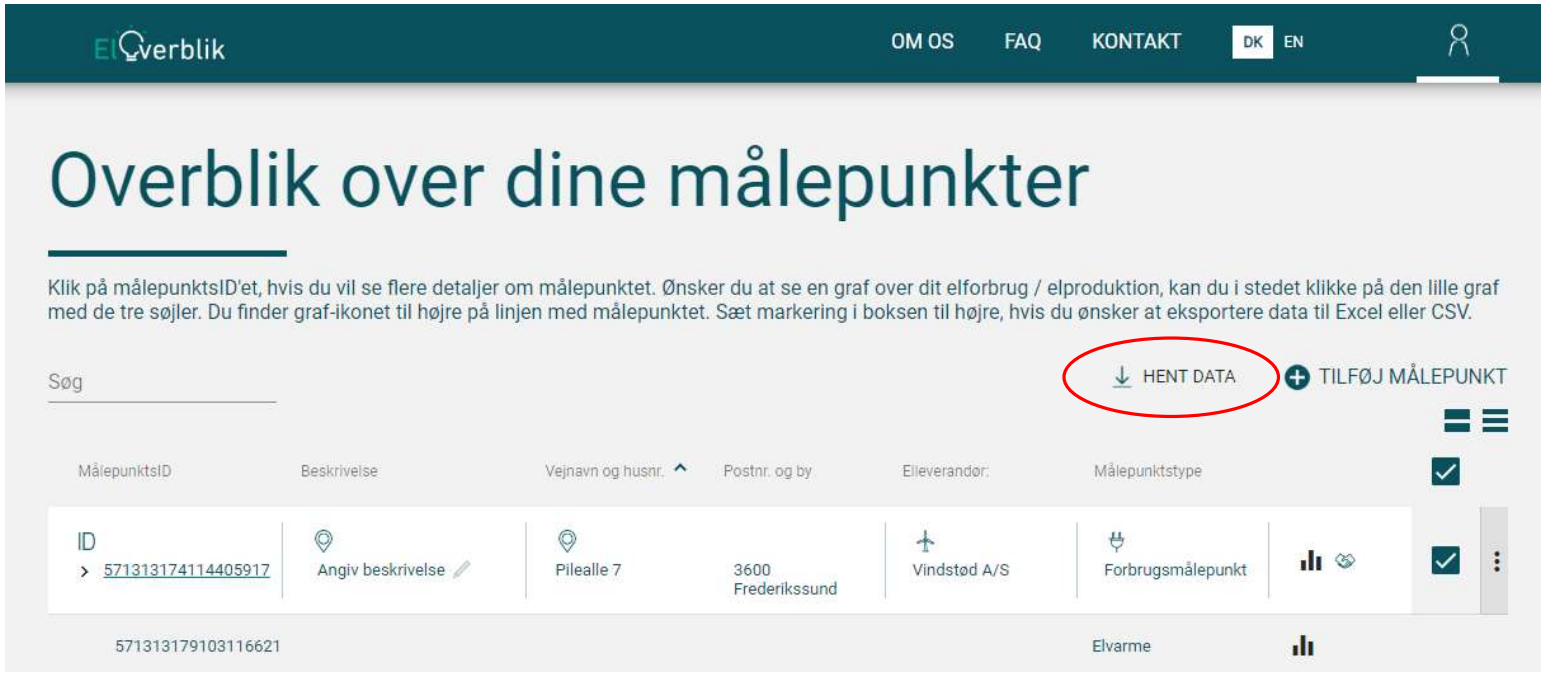


Dimensionering af anlæg

Afklar det nuværende elforbrug på timebasis

- Alle elmålere registreres løbende på https://eloverblik.dk/
- Kræver NemID / MitID





Dimensionering af anlæg

Nuværende elforbrug



Download resultat af søgning

Eloverblik understøtter brug af de nyeste browsere f.eks.: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge og Apple Safari. (Internet Explorer understøttes ikke)

Vælg datatype

- ○ Målepunktsstamdata
- ◉ Måledata = forbrug
- ○ Måleraflæsning = tællerstand (Udfaset fra 2021)
- ○ Prisdata

Vælg filformat

- ◉ Excel
- ○ CSV

BEMÆRK: Excel er underlagt begrænsninger i fht. antal rækker pr. ark. Hvis grænsen nås, oprettes i stedet flere ark i filen. Hvis filen bliver meget stor, kan du dog opleve, at filen ikke kan åbnes, fordi din maskine ikke har tilstrækkelig hukommelse eller systemressourcer. I så fald er du nødt til at hente data for færre målepunkter, kortere perioder eller lavere opløsning.

Vælg periode

Fra dato * 15.03.2022

Til dato * 15.09.2022

BEMÆRK: Der hentes kun data for den periode, hvor du har været kunde på målepunktet.

Begge datoer er inklusive. Bemærk at der kan være flere dages forsinkelse på indsendelse af måledata fra netvirksomheden. Når data er registreret, vil de fremgå af eksport filen.

Vælg tidsopløsning på måledata

- ○ År
- ○ Måned
- ○ Dag
- ◉ Time
- ○ Kvarter (Gælder pt. kun nettoafregning og produktionsmålepunkter)

BEMÆRK: Hvis du vælger en tidsopløsning som ikke kan returneres, fordi målepunktets faktiske tidsopløsning er lavere, så returneres den faktiske opløsning for det pågældende målepunkt. Beder du f.eks. om kvartersopløsning på et timeaflæst målepunktet, vil du modtage timeværdier.

Download

Dimensionering af anlæg

Eksempel på timevist elforbrug

1 døgn i april med varmepumpe og 2 elbiler

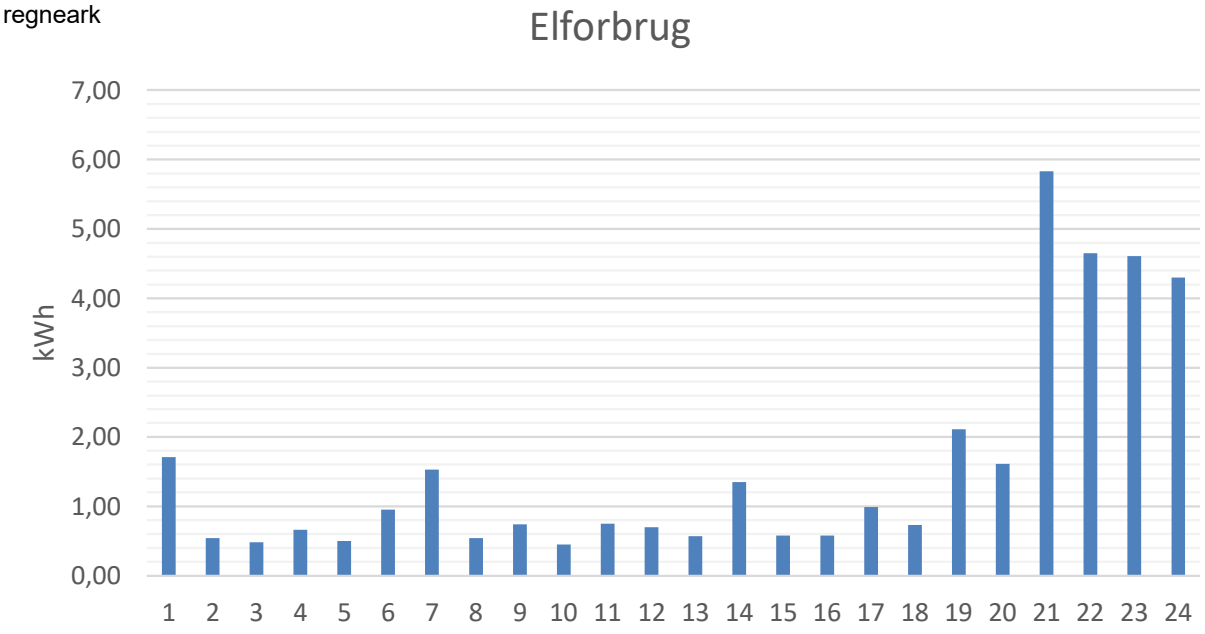


	A	B	C	D	E	F	G
1	MålepunktsID	Fra_dato	Til_dato	Mængde	Måleenhed	Kvalitet	Type
2	571313174114405917	15-03-2022 00:00:00	15-03-2022 01:00:00	2,5	KWH	Målt	Tidsserie
3	571313174114405917	15-03-2022 01:00:00	15-03-2022 02:00:00	2	KWH	Målt	Tidsserie
4	571313174114405917	15-03-2022 02:00:00	15-03-2022 03:00:00	1,57	KWH	Målt	Tidsserie
5	571313174114405917	15-03-2022 03:00:00	15-03-2022 04:00:00	2,38	KWH	Målt	Tidsserie
6	571313174114405917	15-03-2022 04:00:00	15-03-2022 05:00:00	1,17	KWH	Målt	Tidsserie
7	571313174114405917	15-03-2022 05:00:00	15-03-2022 06:00:00	2,64	KWH	Målt	Tidsserie
8	571313174114405917	15-03-2022 06:00:00	15-03-2022 07:00:00	2,18	KWH	Målt	Tidsserie
9	571313174114405917	15-03-2022 07:00:00	15-03-2022 08:00:00	2,06	KWH	Målt	Tidsserie
10	571313174114405917	15-03-2022 08:00:00	15-03-2022 09:00:00	2,52	KWH	Målt	Tidsserie
11	571313174114405917	15-03-2022 09:00:00	15-03-2022 10:00:00	1,59	KWH	Målt	Tidsserie
12	571313174114405917	15-03-2022 10:00:00	15-03-2022 11:00:00	2,32	KWH	Målt	Tidsserie
13	571313174114405917	15-03-2022 11:00:00	15-03-2022 12:00:00	1,39	KWH	Målt	Tidsserie

Udskrift fra eloverblik.dk

Sorteret regneark

Fra_dato	Til_dato	Elforbrug	
20-05-2022 00:00:00	20-05-2022 01:00:00	1,71	kWh
20-05-2022 01:00:00	20-05-2022 02:00:00	0,54	kWh
20-05-2022 02:00:00	20-05-2022 03:00:00	0,48	kWh
20-05-2022 03:00:00	20-05-2022 04:00:00	0,66	kWh
20-05-2022 04:00:00	20-05-2022 05:00:00	0,5	kWh
20-05-2022 05:00:00	20-05-2022 06:00:00	0,95	kWh
20-05-2022 06:00:00	20-05-2022 07:00:00	1,53	kWh
20-05-2022 07:00:00	20-05-2022 08:00:00	0,54	kWh
20-05-2022 08:00:00	20-05-2022 09:00:00	0,74	kWh
20-05-2022 09:00:00	20-05-2022 10:00:00	0,45	kWh
20-05-2022 10:00:00	20-05-2022 11:00:00	0,75	kWh
20-05-2022 11:00:00	20-05-2022 12:00:00	0,7	kWh
20-05-2022 12:00:00	20-05-2022 13:00:00	0,57	kWh
20-05-2022 13:00:00	20-05-2022 14:00:00	1,35	kWh
20-05-2022 14:00:00	20-05-2022 15:00:00	0,58	kWh
20-05-2022 15:00:00	20-05-2022 16:00:00	0,58	kWh
20-05-2022 16:00:00	20-05-2022 17:00:00	0,99	kWh
20-05-2022 17:00:00	20-05-2022 18:00:00	0,73	kWh
20-05-2022 18:00:00	20-05-2022 19:00:00	2,11	kWh
20-05-2022 19:00:00	20-05-2022 20:00:00	1,61	kWh
20-05-2022 20:00:00	20-05-2022 21:00:00	5,83	kWh
20-05-2022 21:00:00	20-05-2022 22:00:00	4,65	kWh
20-05-2022 22:00:00	20-05-2022 23:00:00	4,61	kWh
20-05-2022 23:00:00	21-05-2022 00:00:00	4,3	kWh



Dimensionering af anlæg

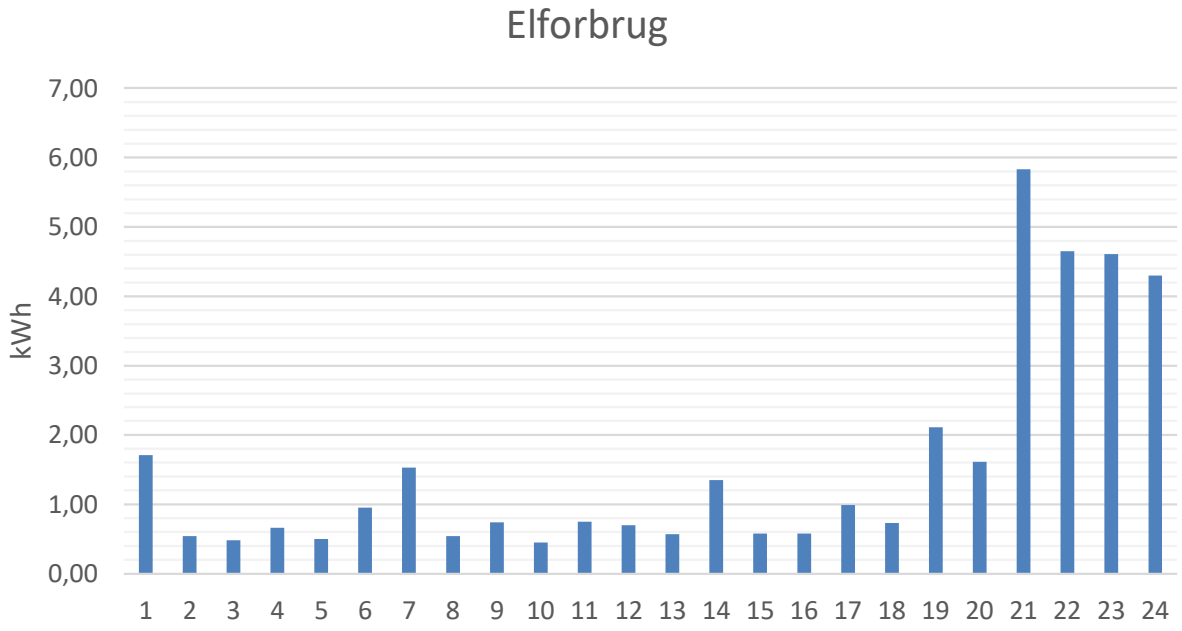
Opgave 5

Afdæk din egen husstands energiprofil.

a. Log ind på eloverblik.dk og download dine timevise forbrug til et regneark.

b. Skab et søjlediagram for et døgn.

c. Beregn dit spidslastforbrug (kl 17-21)



Dimensionering af anlæg

Anlægsfaktoren A

Inden, vi kan dimensionere solcelleanlægget, skal anlægsfaktoren beregnes, da den indgår i alle anlægsversioner.
Se separat ppt.

$$A = f_{orientering} \cdot f_{skygge} \cdot f_{solskinstimer}$$

Anlægstype 1

	Anlægsstørrelse	Investering	Besparelser	CO_2-reduktion
1	Kun det antal moduler, der passer med effektforbruget (kW)	Lav	Mindst	Lavest
2	Taget ”fyldes med moduler”	Middel	Middel	Størst
3	Anlæg med batteri, der dækker kogespidsen	Høj	Størst	Middel

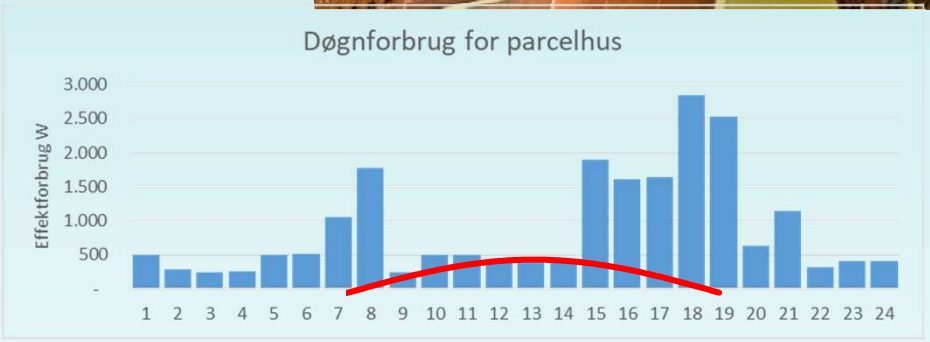
1 Anlæg med et antal moduler, der passer til effektforbruget

Anlægstype 1

I anlægstype 1 vil vi dimensionere et solcelleanlæg til kun lige netop at producere så meget at produktionen bliver brugt med det samme af huset.

Vi skal derfor først finde husets forbrug på det tidspunkt, solcelleanlægget leverer mest.

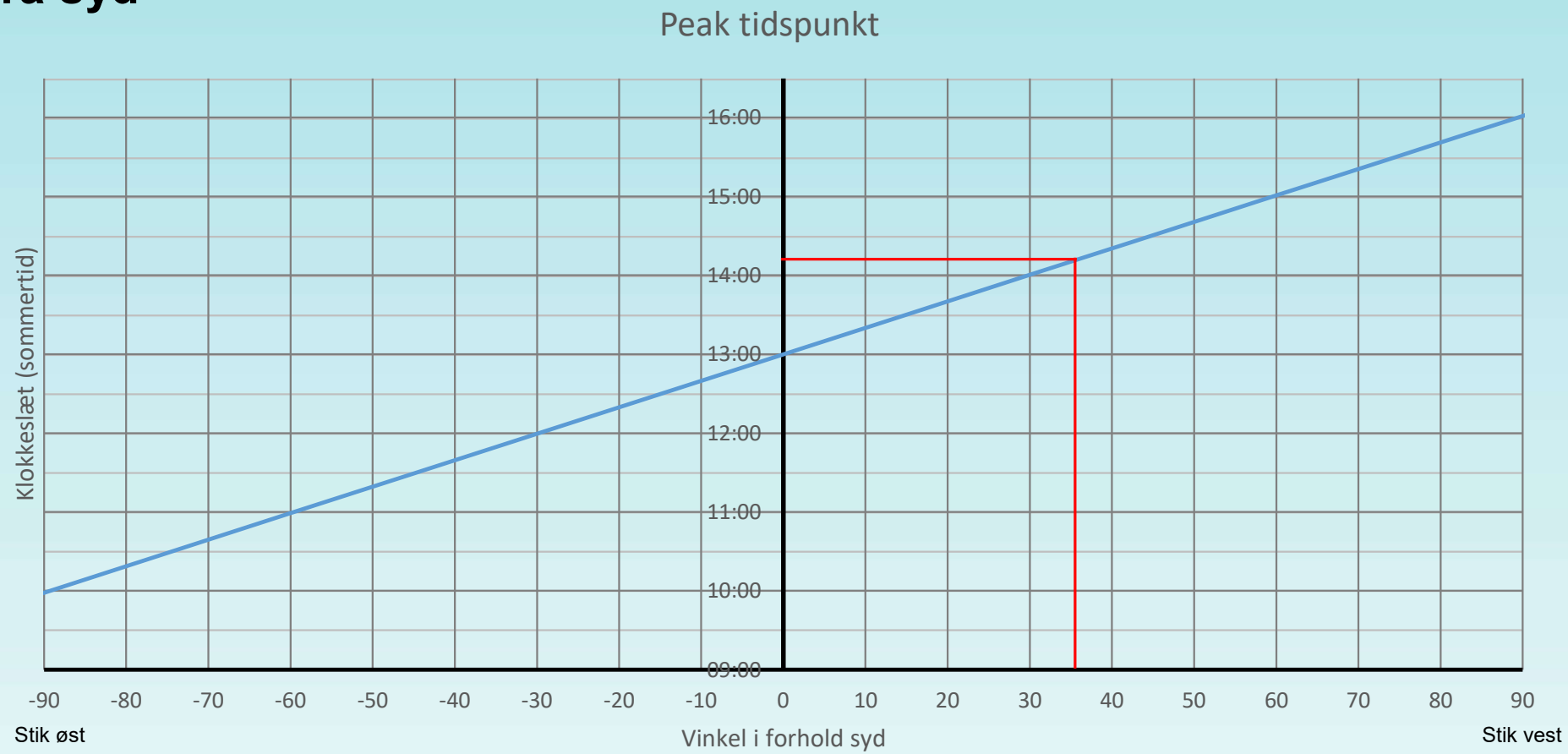




Peak tidspunkt i forhold til afvigelse fra syd

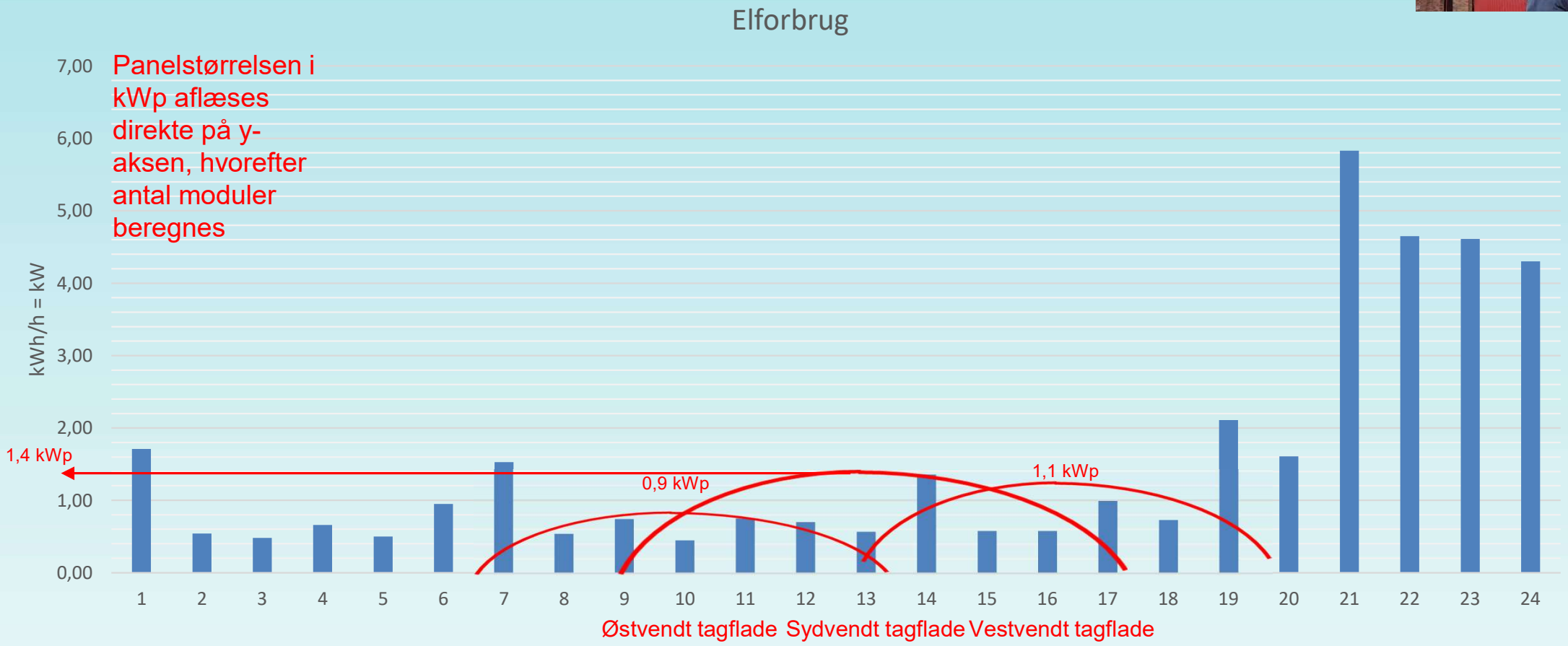
Hvornår peaker produktionen, når tagfladen vender væk fra syd?

Eksempel:
En tagflade er drejet 35 grader i vestlig retning i forhold til syd. Her vil produktionen nå sit max kl 14:15 hver dag.



Afklar $P_{forbrug}$, der hvor produktionen vil nå max





Paneleffekt P_{panel}

For at begrænse overskudsproduktion så meget som muligt, vælger vi et så lille anlæg at produktionen netop passer til forbruget: $P_{produktion} = P_{forbrug}$



Eksempel
En tagflade er østvendt, har en anlægsfaktor på 0,75 og forbruget kl 10 er aflæst til ca 1,0 kW.

Vi vælger en produktionseffekt på $P_{produktion} = P_{forbrug} = 1{,}0$ kWp

Den nødvendige paneleffekt bliver: $P_{nødvendig} = \frac{P_{produktion}}{A} = \frac{1000}{0{,}75} = 1333$ Wp

Vi vælger et modul på 360 Wp, hvorefter antallet af moduler bliver: $n = \frac{1333}{360} = 3{,}7 \sim 4\ moduler$



Den endelige paneleffekt bliver så: $P_{panel} = 4 \cdot 360 = 1440\ Wp$

Den årlige produktion bliver: $E_{år} = YPA = 1000 \cdot 1{,}44 \cdot 0{,}75 = 1080\ kWh/år$

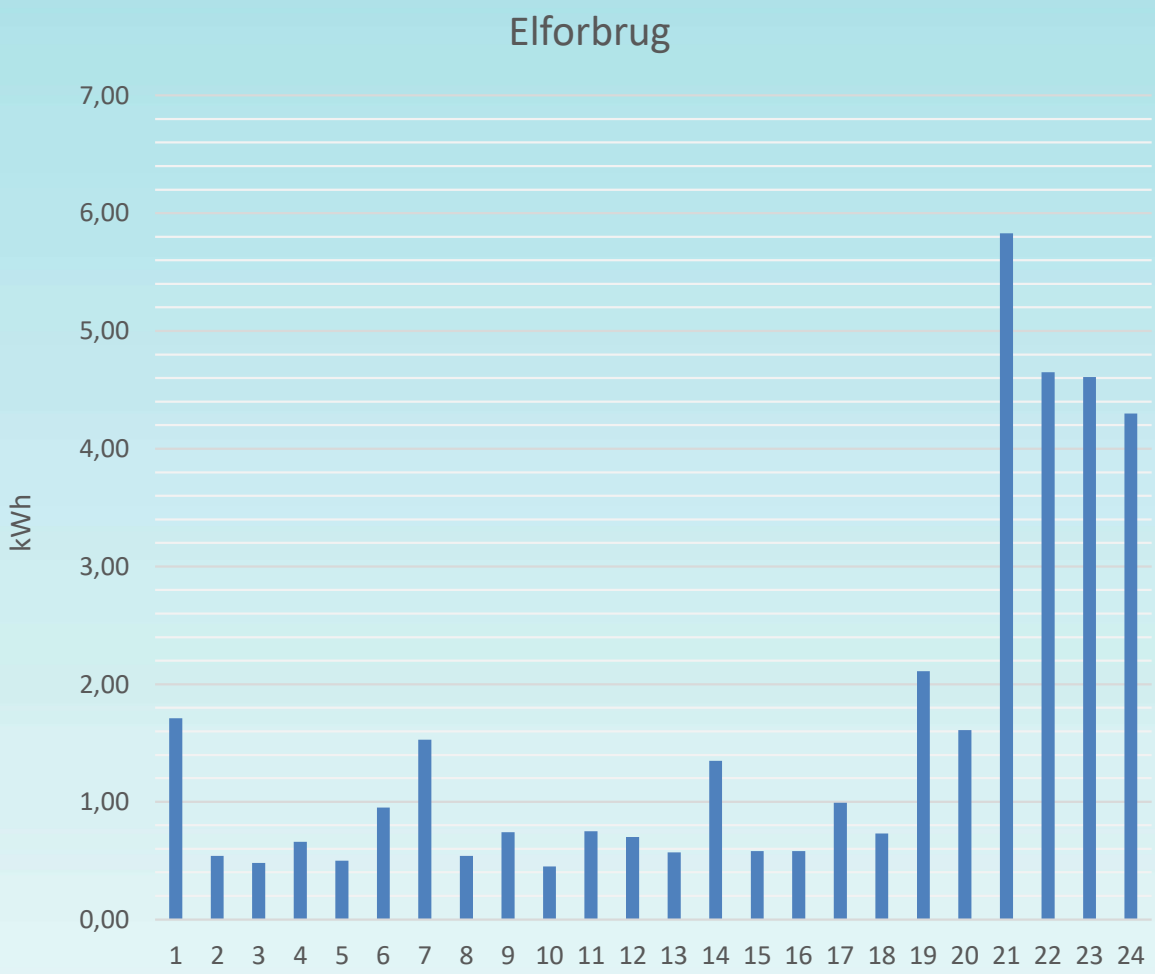
Reduktionen i CO_2-udledning bliver: $1080 \cdot 0{,}15 = 162\ kg\ CO_2/år$

Opgave 6



En husejer ønsker et solcelleanlæg med højt egetforbrug. Det skal være sådan at når solen skinner, så bruges al produktion af husstanden.
Huset ligger her: Agerledet 11, 2730 Herlev.

a. På hvilket tidspunkt, skønner du at solen topper?
b. Vurder størrelsen (kWp) af panelet.
c. Vælg modul og beregn den endelige effekt



Opgave

Optimal økonomi for parcelhuspanel

En husejer i storkøbenhavn ønsker at få installeret et solcellepanel på sit vestvendte tag. Panelet skal dimensioneres således at han skal eksportere minimalt i løbet af året. Han betaler normalt 2,30 kr/kWh for sin el.

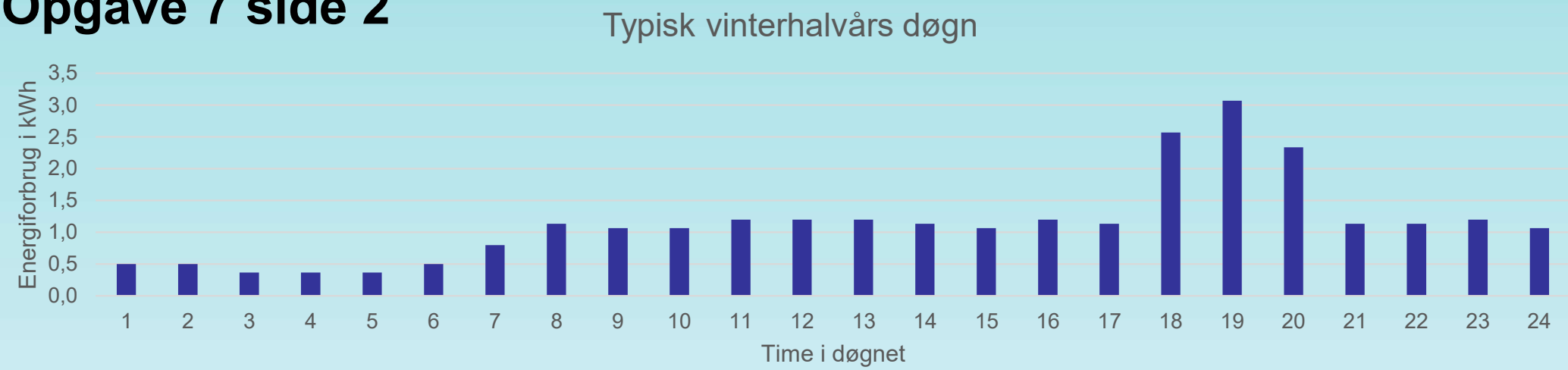


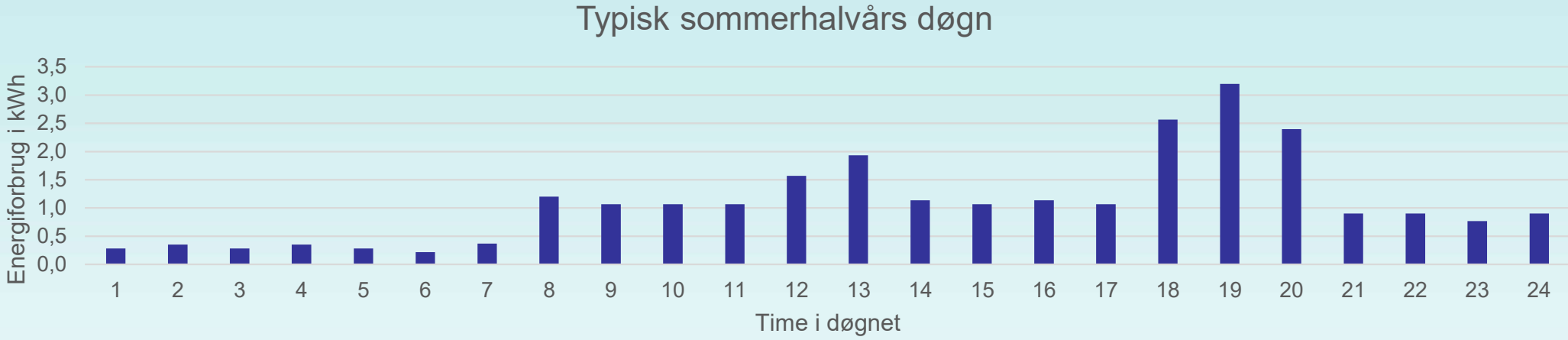
I denne opgave kan der regnes med, at taget har optimal hældning, ingen skygger og er stort nok.

I kurverne på **næste side** kan du se husets døgnrytme opdelt i en vinter- og en sommerkarakteristik.

1. Beregn panelstørrelse
2. Beregn den årlige produktion i kWh
3. Vurder egetforbrugsfaktoren
4. Beregn årlig besparelse på elregningen
5. Beregn årlig reduktion af CO2-udledning

Opgave 7 side 2





Opgave

Erhvervsejendom

En fabrik har en fast døgnrytme for sit elforbrug, når den arbejder, som vist i diagrammet her til højre. Fabrikken har 320 produktionsdøgn om året. Når fabrikken står stille, er der konstant tomgangsforbrug (som i diagrammet udenfor arbejdstiden). Fabrikkens tag er sydvendt og har en hældning på 40 grader.

a. Beregn fabrikkens årlige elenergiforbrug.

b. Beregn hvilken størrelse solcelleanlæg (i m^2 og kWp), der kan opsættes til dækning af et produktionsdøgn og minimum salg til nettet.

c. Hvor mange procent af fabrikkens årlige elforbrug kan dækkes af dette solcelleanlæg?



Anlægstype 2

	Anlægsstørrelse	Investering	Besparelser	CO_2-reduktion
1	Kun det antal moduler, der passer med effektforbruget (kW)	Lav	Mindst	Lavest
2	Taget ”fyldes med moduler”	Middel	Middel	Størst
3	Anlæg med batteri, der dækker kogespidsen	Høj	Størst	Middel

2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

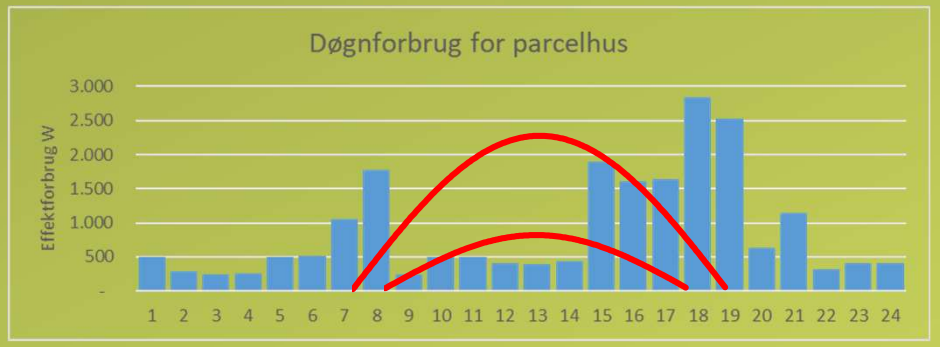
Anlægstype 2

I anlægstype 2 vil vi gøre solcelleanlægget så stort som muligt uanset egetforbrugsfaktoren.

Vi lader pladsen på tagfladen bestemme antal solcellemoduler ud fra en betragtning om at solcellekomponenter er blevet billige og ønsket om så meget produktion som muligt i yderkanten af produktionstiden.

Vi skal derfor starte med at beregne pladsforholdene på tagfladen.





Type 2 dækker betydeligt mere af forbruget tidligt og sent på dagen.

Bemærk at sidst på dagen ligger lidt af produktionen i spidslastperioden.

2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

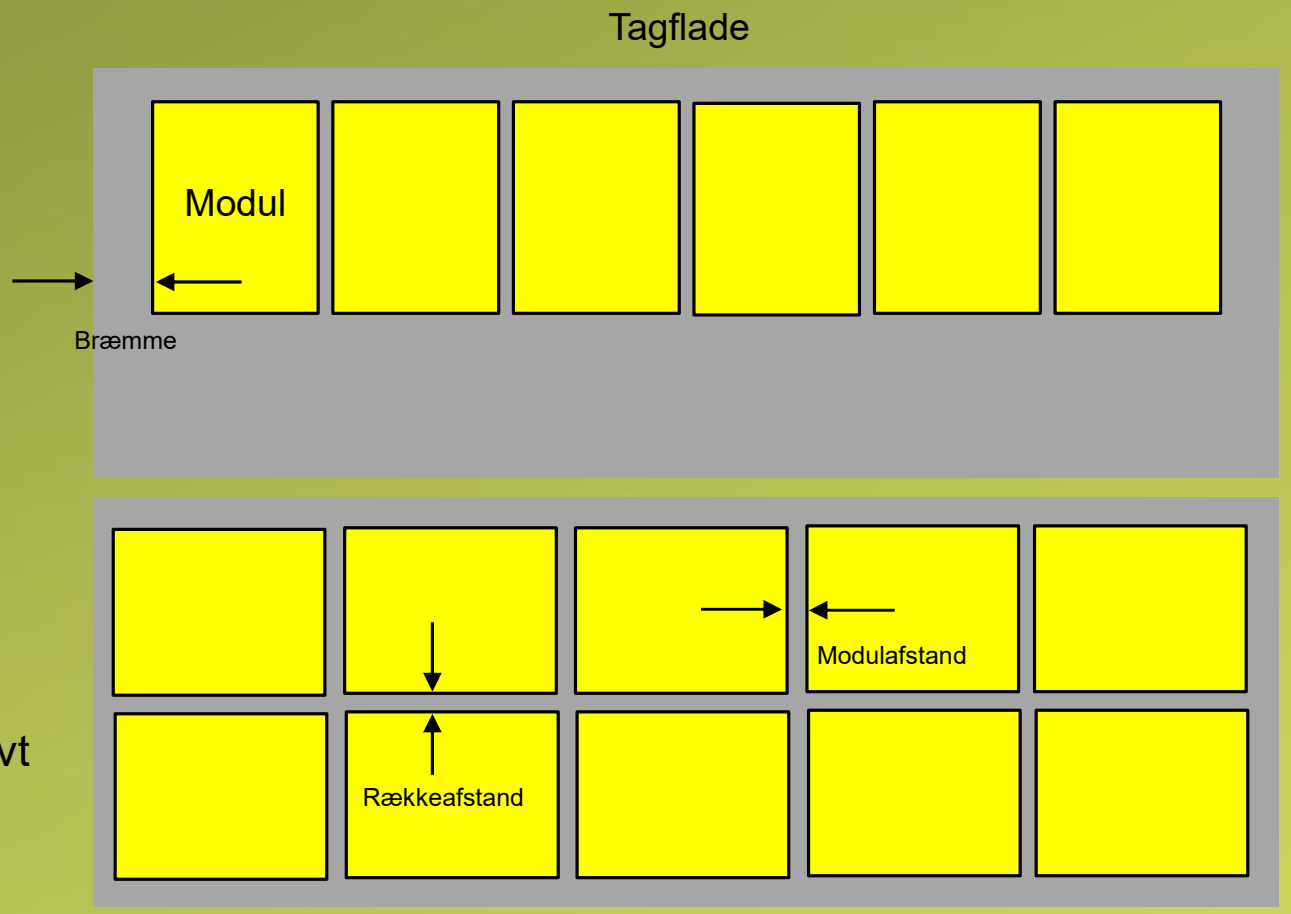
Tagfladens størrelse bestemmer antal moduler og dermed installeret effekt.

A. Opmål derfor tagfladen, dens vinduer og lign. Find evt krav til bræmme.

B. Vælg modul og find dets dimensioner i databladet. Fastlæg afstande mellem moduler og rækkeafstande.

C. Beregn antal moduler, der er plads til, i liggende og i stående version. Vælg version med flest.

D. Inddel modulerne i strenge af hensyn til evt skygger



Anlægstype 2

Paneleffekt P_{panel}

Når antallet af moduler er fundet, kan det samlede anlægs effekt beregnes:

Eksempel
En tagflade har plads til 26 liggende 400 W moduler. Anlægsfaktoren er beregnet til 0,8.



Den endelige paneleffekt bliver så: $P_{panel} = 26 \cdot 400 = 10400\ Wp$

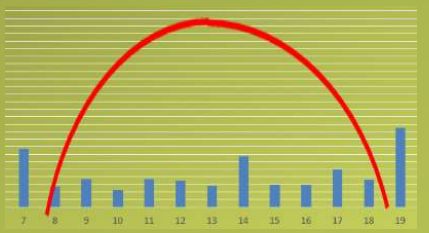
Den årlige produktion bliver: $E_{år} = YPA = 1000 \cdot 10{,}4 \cdot 0{,}8 = 8320\ kWh/år$

Reduktionen i CO_2-udledning bliver: $8320 \cdot 0{,}15 = 1248\ kg\ CO_2/år$

2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

I denne anlægstype vil der være en betydeligt overproduktion.
Jo større produktion, jo mindre egetforbrug, men kan vi øge egetforbruget?



En bygning har et forbrug af energi til følgende behov:

- Husopvarmning
- Vandopvarmning
- El til hårde hvidevarer
- El til madlavning
- Andet el



2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

Husopvarmning med varmepumpe

Da vi dimensionerer et solcelleanlæg, hvis produktion hovedsageligt sker i sommerhalvåret, indgår elforbrug til varmepumpens rumopvarmning ikke i energiforbruget.



Dog er der normalt et mindre, dagligt elforbrug til opvarmning af varmt brugsvand:

Opvarmning af brugsvand

For at beregne energiforbruget til opvarmning af vand, benyttes formlen:

$E = mc(T_2 – T_1) / SCOP$

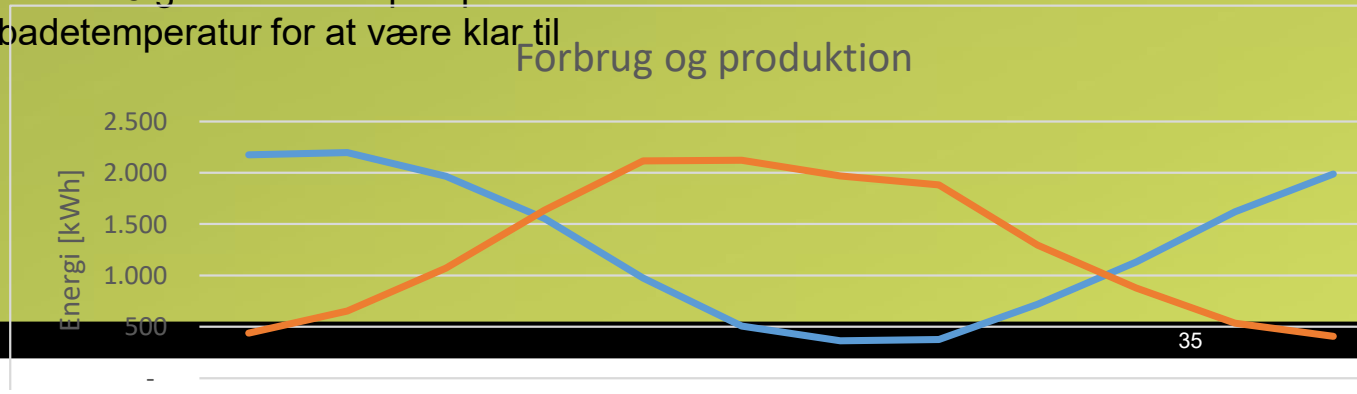
Hvor
m er vandets masse (sættes blot til 1L = 1 kg
c er vands varmefylde (sættes blot til 0,00163 kWh/kgK)
T er vandets temperatur (vandværkstemp > badetemp)
SCOP er varmekildens virkningsgrad (sættes blot til 3,5)



Eksempel

En familie starter dagen med 3 brusebade á 70 liter ved 45 grader. Varmepumpen skal herefter genopvarme vandet fra jordtemperatur til badetemperatur for at være klar til næste badning.

$E = 3 \cdot 70 \cdot 0{,}00163 \cdot (45\text{-}5) / 3{,}5 = 3{,}9$ kWh



Kilde

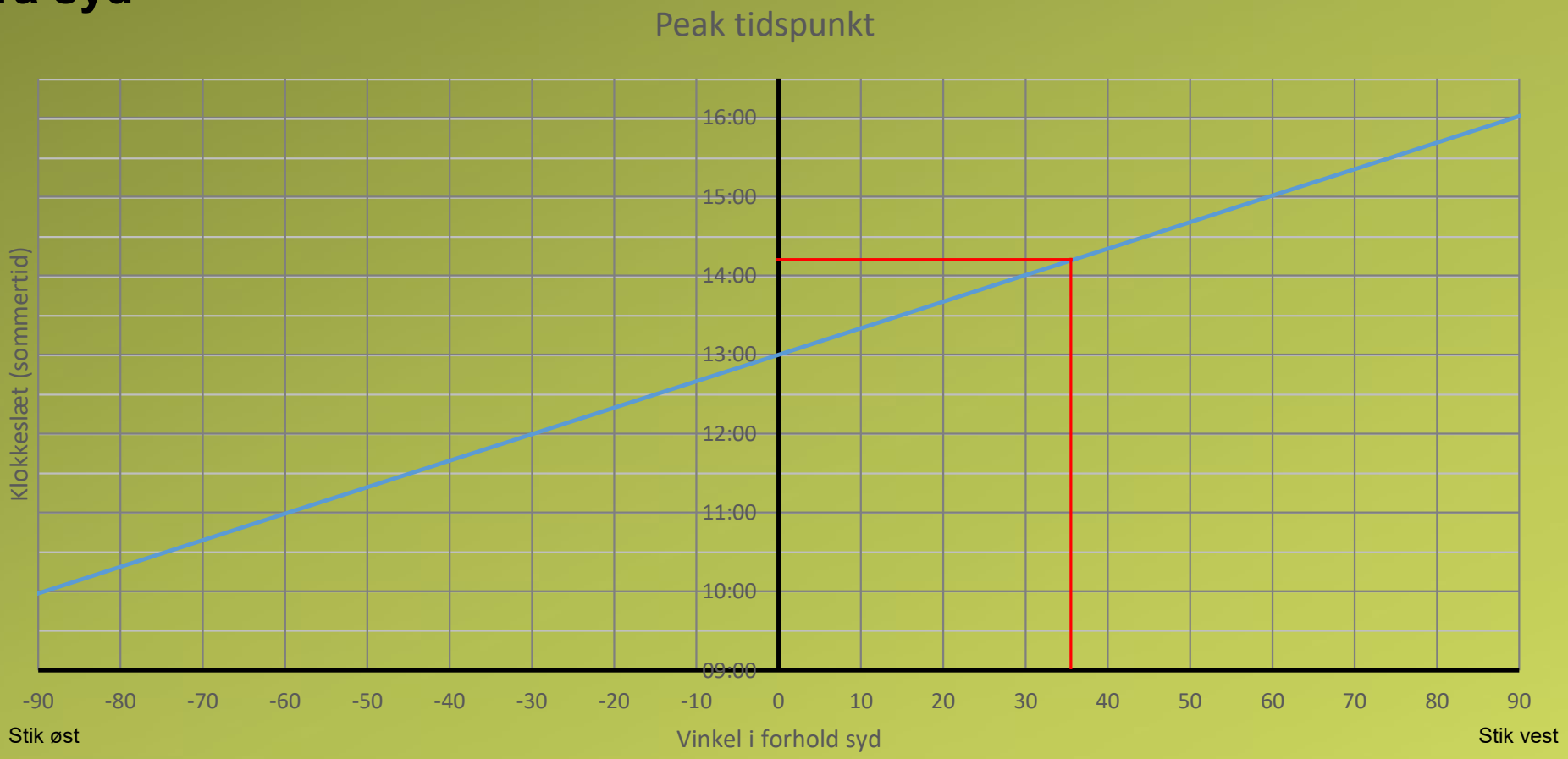
2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

Peak tidspunkt i forhold til afvigelse fra syd

Hvornår peaker produktionen, når tagfladen vender væk fra syd?

Eksempel: En tagflade er drejet 35 grader i vestlig retning i forhold til syd. Her vil produktionen nå sit max kl 14:15 hver dag.

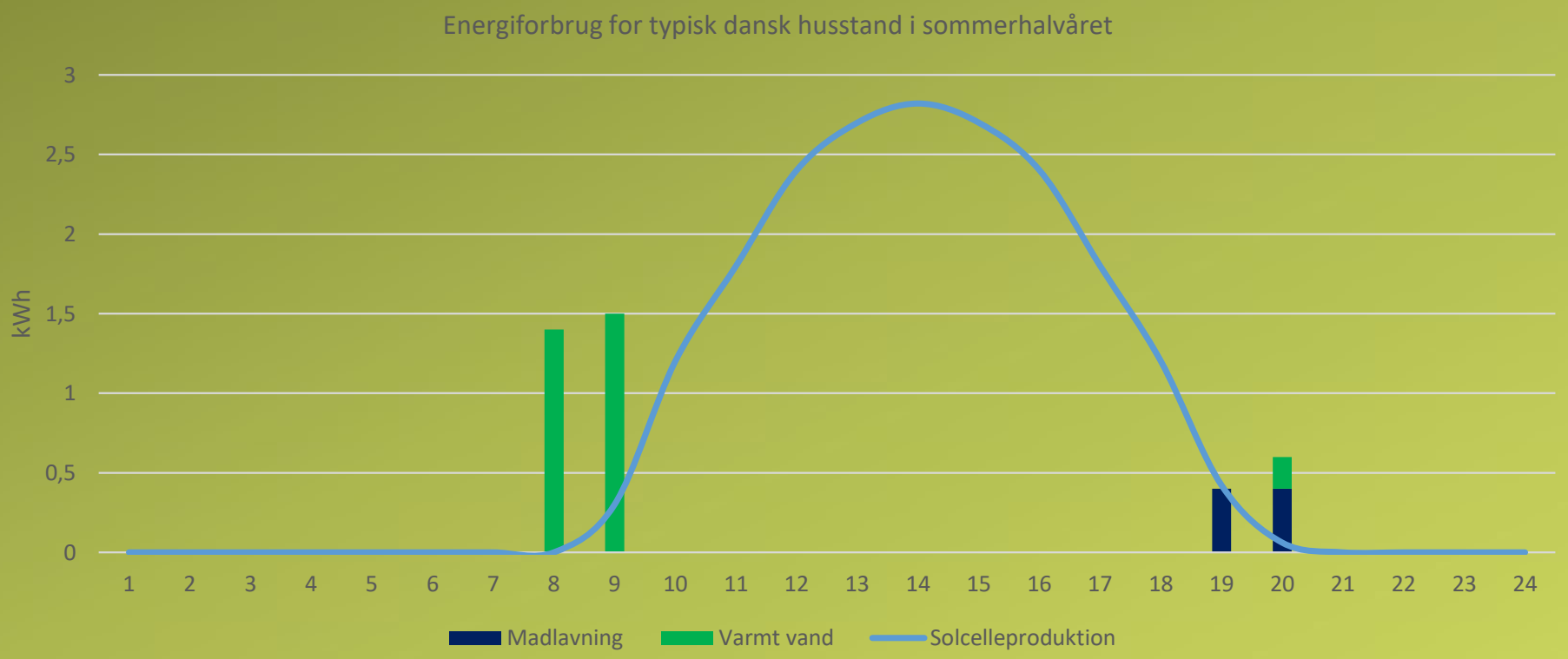


2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

Kan forbrug flyttes?

Identificer forbrug, der ikke behøver at ligge fast

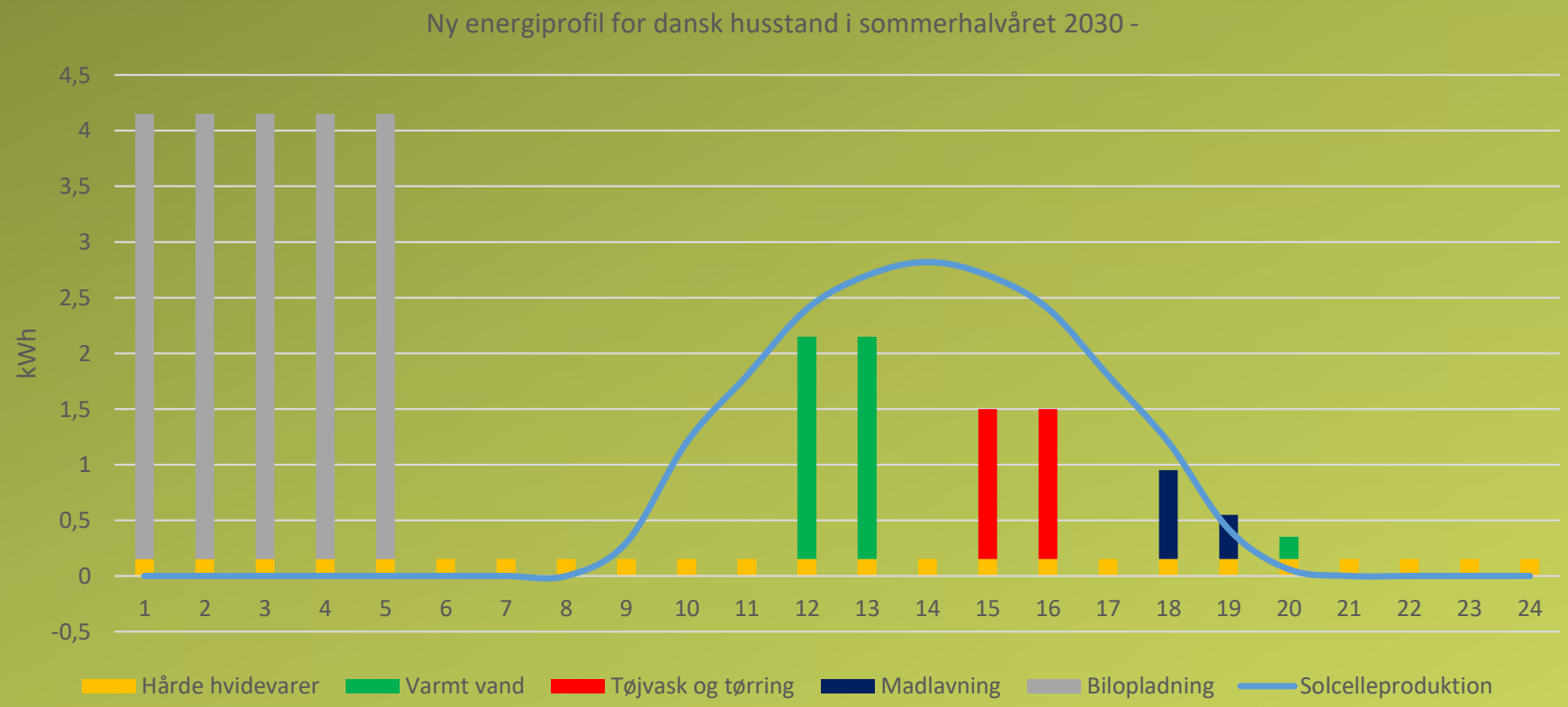


2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

Nu er forbruget dækket af solcelleanlæggets produktion

Fremtiden kræver mere styring / automatik

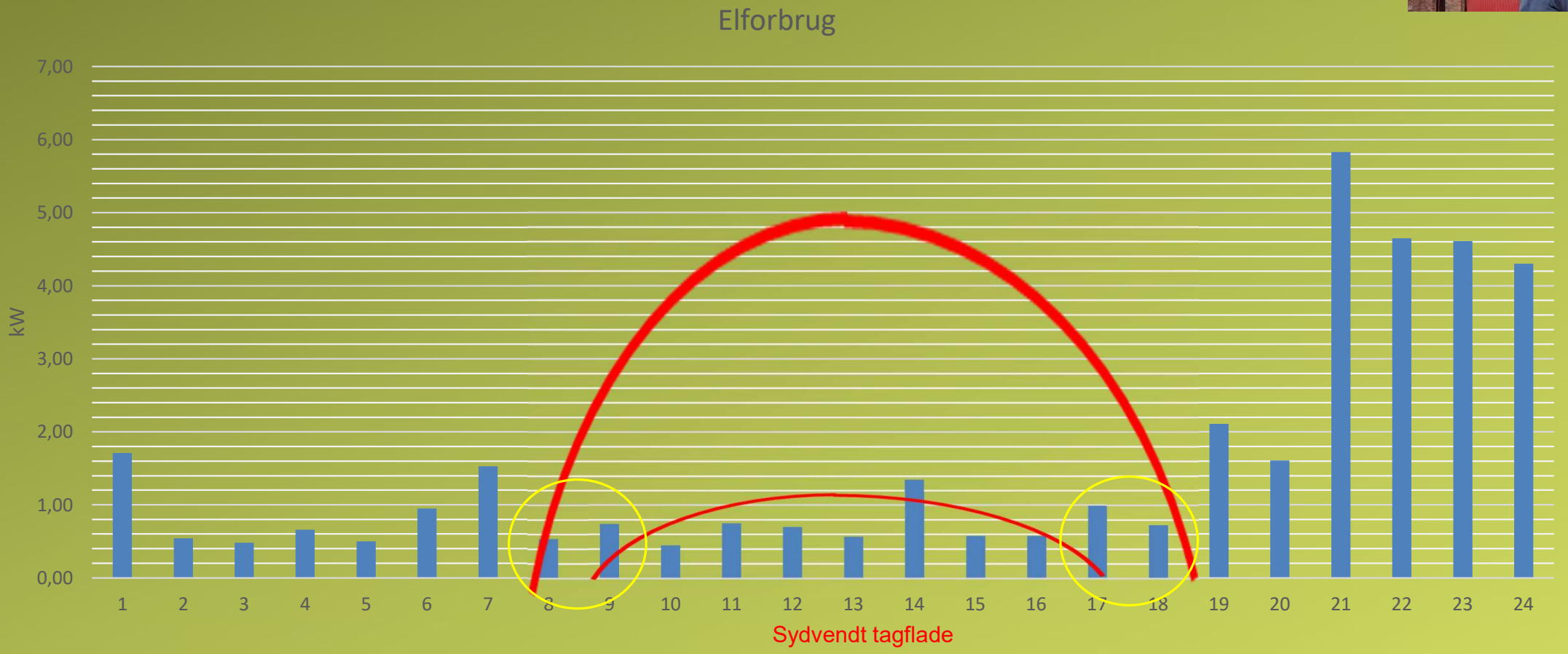


2 anlæg hvor taget
”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

Ved ekstra store anlæg dækkes mere af forbruget i yderområderne





2 anlæg hvor taget ”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

Kan vi gøre mere for at udnytte produktionen?

Kan overskydende produktion udnyttes til det varme vand?

Overskudsproduktion
Produktion brugt i bygningen





Eddi og O*hmpilot* er en forbrugsregulator, som anvender den overskydende solcellestrøm til opvarmning af varmt vand.
Trinløst fra 0 til 9 kW kan den overskydende solcellestrøm udnyttes til opvarmning af varmtvandsbeholderen / svimmingpoolen.

Eddi Microgeneration Energy Diverter

Ohmpilot

Anlægstype 2

EUC SJÆLLAND

Opgave

Plads på taget

En husejer ønsker at få monteret et solcellepanel med flest muligt antal moduler på sin sydvendte tagflade. Set fra satelitten i Gmaps måler tagfladen 17,4 m x 3,9 m.



I Weblageret ses det at taghældningen er 30 grader. Modulerne har målene 1700 x 1000 mm

Der skal være en afstand på 30 mm mellem modulerne til beslag og en afstand på 10 cm mellem rækker.

I godkendelsen fra kommunen er der krævet en afstand på 40 cm fra tagets kanter.

Hvor mange moduler kan der blive plads til?

2 anlæg hvor taget
"fyldes med moduler"

Anlægstype 2

Opgave

Dimensionering ud fra plads

En husejer ønsker at etablere et solcelleanlæg på sin syd-vestlige tagflade. Anlægget skal producere så meget energi, som muligt.
Ejendommen har koordinaterne 55.825821, 12.069496 og ligger på adressen Plantagevej 13A, 3600 Frederikssund.

Beregn/find:

a. dimensionerne for området til modulerne
b. moduler og antal
c. peakeffekt
d. skønnet egetforbrugsfaktor
e. årlig produktion og besparelse i kWh
f. årlig fortrængning af CO_2-udledning



Kommunen i denne opgave har krævet at der hele vejen rundt om panelet skal være en kantbræmme på mindst 30 cm.

2 anlæg hvor taget
”fyldes med moduler”

Anlægstype 2

Opgave

Lavtydende, men billige, eller højtydende og dyre moduler
Hvad kan bedst betale sig over 30 år?

a. Søg og find de billigste solcellemoduler (kr/m2) på det danske marked (pris og Wp)

b. Søg og find de mest effektive (højeste Wp/m2) solcellemoduler på det danske marked (pris og Wp)

I denne case beregnes produktionen fra en tagflade med plads til 40 moduler og en anlægsfaktor på 0,75. Fremstil et diagram med akkumulerede kurver for de to modultypers produktion og driftsbesparelser.

I denne opgave kan købs eltaksten sættes til 3,30 kr/kWh og egetforbruget sættes 100%.

c. Hvilket type er billigst i længden?

d. Hvor meget har man sparet efter 30 år?



Anlægstype 3

	Anlægsstørrelse	Investering	Besparelser	CO_2-reduktion
1	Kun det antal moduler, der passer med effektforbruget (kW)	Lav	Mindst	Lavest
2	Taget ”fyldes med moduler”	Middel	Middel	Størst
3	Anlæg med batteri, der dækker kogespidsen	Høj	Størst	Middel

3 Anlæg med batteri, der dækker energiforbruget i et døgn

Anlægstype 3

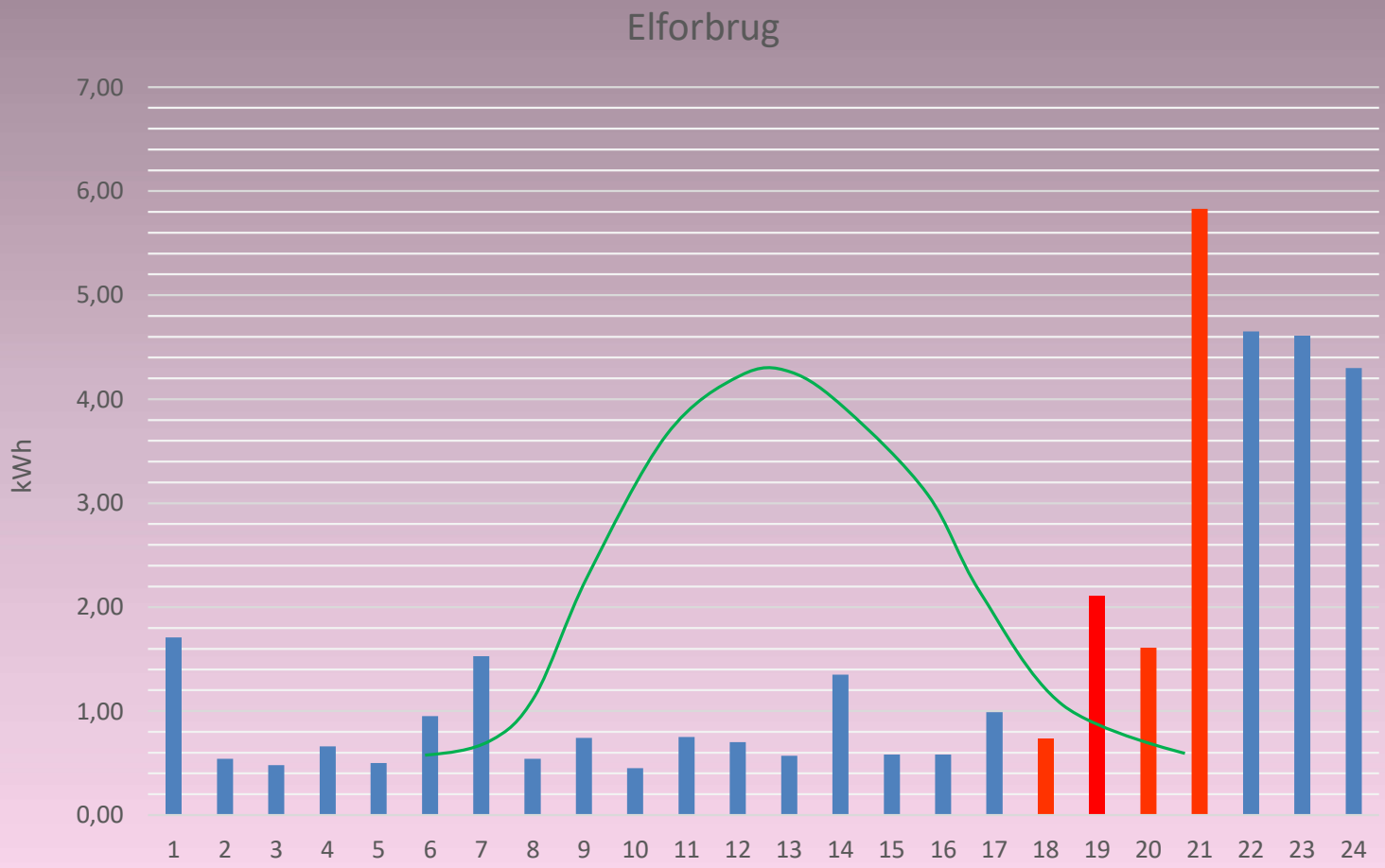
I anlægstype 3 ønsker vi at gemme produktion til en anden periode i døgnet.

Da batterier er en stor investering, vælger vi at dimensionere batteriet til kun at dække forbruget i spidslastperioden kl 17-21.

Batteriets opladning

Sommerhalvåret
Solcelleanlægget oplader batteriet i produktionstiden til 0 kr/kWh.

Vinterhalvåret
Billig el om natten oplader batteriet til lav takst.



3 Anlæg med batteri, der dækker energiforbruget i et døgn

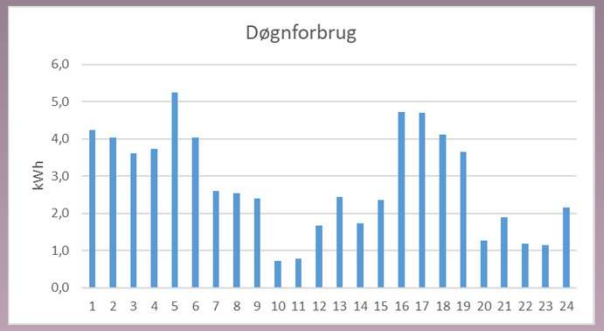
Anlægstype 3

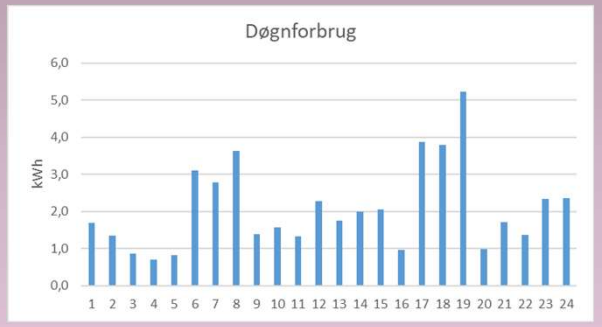
Solcellepanelet skal således være stort nok til at fylde lagret **og** samtidigt dække ejendommens øjebliksforbrug.

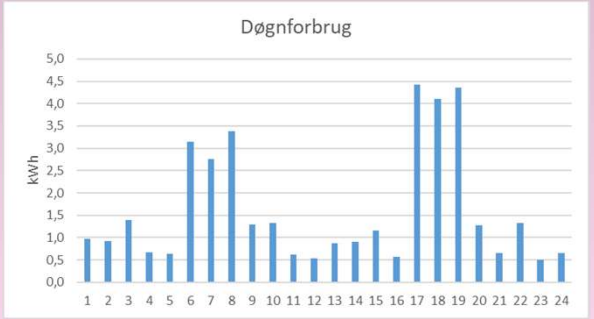
Men hvor stort er øjebliksforbruget mens solen skinner og i spidslastperioden?

Døgnprofilen for danske husstande varierer meget pga beboernes energiadfærd.

Vi starter derfor med at beregne den aktuelle husstands forbrug kl 9-21.







3 Anlæg med batteri, der dækker energiforbruget i et døgn

Anlægstype 3

Tag også højde for fremtidige ændringer i elforbruget
Se 30 år frem – hvad regner man med at der vil ændre sig i elforbruget?

Færre/flere beboere med forbrug hvornår?

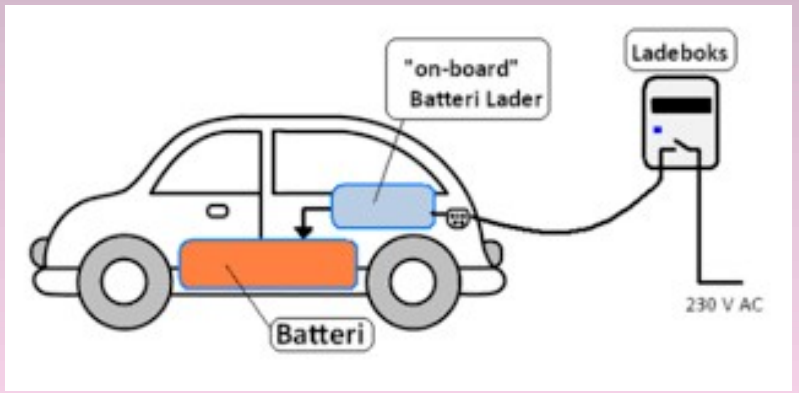
Elopvarmning af varmt vand?

Opladning af elbil
når solen er gået ned, vil nødvendiggøre et meget stortog dyrt husbatteri (f eks 20 kWh ekstra pr bil).

Opladning af elbil bør i stedet foretages om natten, da taksten her er meget billigere.

Elbilen indgår således ikke i beregningerne af batteriet.





Anlægstype 3

Det samlede forbrug kl 9-21

Anlægget skal producere energi til øjebliksforbrug og spidslastforbrug (kl 17-21).

Find derfor det samlede energiforbrug fra kl 9 til kl 21. Vælg et repræsentativt døgn.



Summen findes her som: 16,3 kWh

Solcelleanlægget skal altså producere mindst 17 kWh på en solskinsdag

Fra_dato	Til_dato	Elforbrug	
20-05-2022 00:00:00	20-05-2022 01:00:00	1,71	kWh
20-05-2022 01:00:00	20-05-2022 02:00:00	0,54	kWh
20-05-2022 02:00:00	20-05-2022 03:00:00	0,48	kWh
20-05-2022 03:00:00	20-05-2022 04:00:00	0,66	kWh
20-05-2022 04:00:00	20-05-2022 05:00:00	0,5	kWh
20-05-2022 05:00:00	20-05-2022 06:00:00	0,95	kWh
20-05-2022 06:00:00	20-05-2022 07:00:00	1,53	kWh
20-05-2022 07:00:00	20-05-2022 08:00:00	0,54	kWh
20-05-2022 08:00:00	20-05-2022 09:00:00	0,74	kWh
20-05-2022 09:00:00	20-05-2022 10:00:00	0,45	kWh
20-05-2022 10:00:00	20-05-2022 11:00:00	0,75	kWh
20-05-2022 11:00:00	20-05-2022 12:00:00	0,7	kWh
20-05-2022 12:00:00	20-05-2022 13:00:00	0,57	kWh
20-05-2022 13:00:00	20-05-2022 14:00:00	1,35	kWh
20-05-2022 14:00:00	20-05-2022 15:00:00	0,58	kWh
20-05-2022 15:00:00	20-05-2022 16:00:00	0,58	kWh
20-05-2022 16:00:00	20-05-2022 17:00:00	0,99	kWh
20-05-2022 17:00:00	20-05-2022 18:00:00	0,73	kWh
20-05-2022 18:00:00	20-05-2022 19:00:00	2,11	kWh
20-05-2022 19:00:00	20-05-2022 20:00:00	1,61	kWh
20-05-2022 20:00:00	20-05-2022 21:00:00	5,83	kWh
20-05-2022 21:00:00	20-05-2022 22:00:00	4,65	kWh
20-05-2022 22:00:00	20-05-2022 23:00:00	4,61	kWh
20-05-2022 23:00:00	21-05-2022 00:00:00	4,3	kWh

Kl 09-21

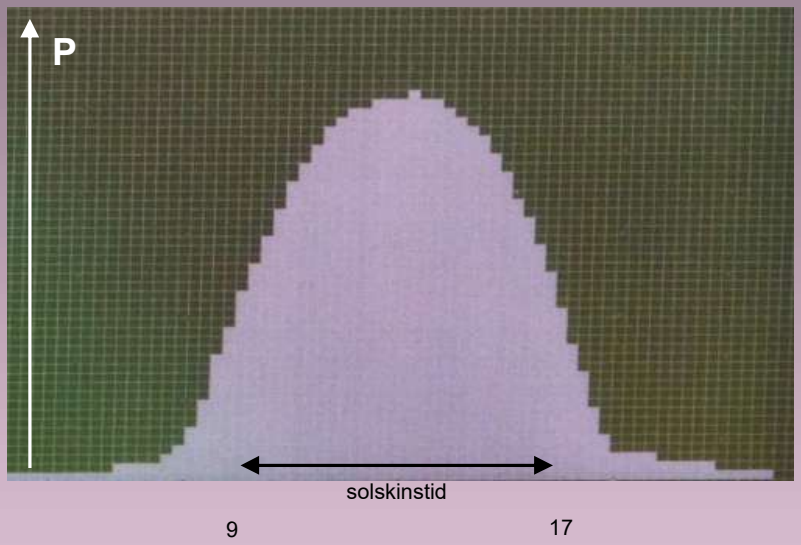
Anlægseffekt

Nu kender vi energibehovet, som anlægget skal producere til, men hvilken effekt skal solcellepanelet så have?

Vi benytter energiformlen:

$$E = Pt \Leftrightarrow P_{mid} = \frac{E}{t}$$

Hvis vi altså kender t, kan vi også beregne solcelleanlæggets middeleffekt.
t er døgnets middelsolskinsperiode i sommerhalvåret

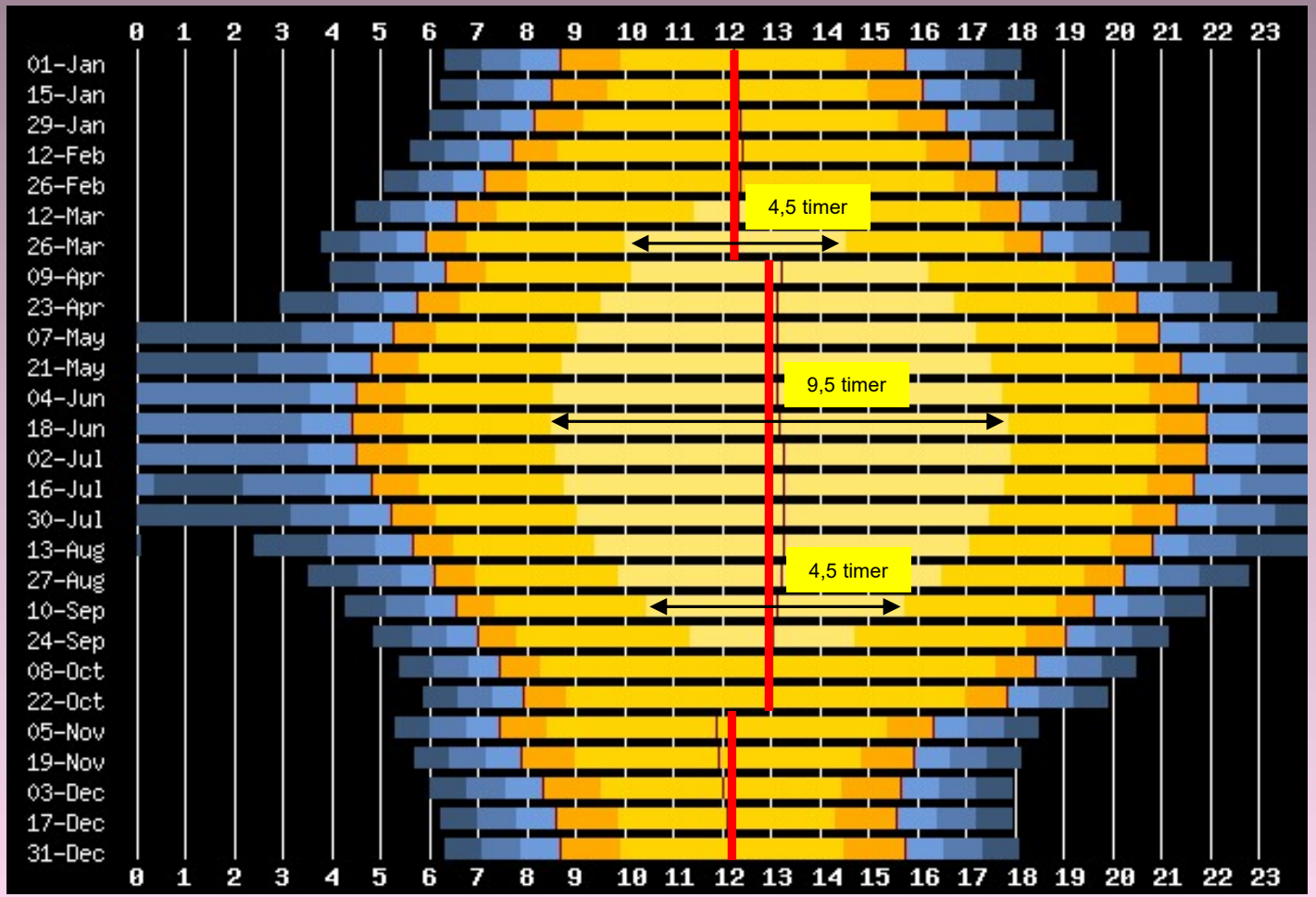


E: anlæggets energiproduktion
P_{mid}: solcelleanlæggets middeleffekt
t: tid med sol til at producere i

Gennemsnitlig produktionstid t

I sommerhalvåret medio marts til medio september varierer dagslængden og dermed den daglige produktionstid.

Vi fastsætter nu en gennemsnitlig daglig produktionstid t = 8 timer gældende i hele sommerhalvåret.



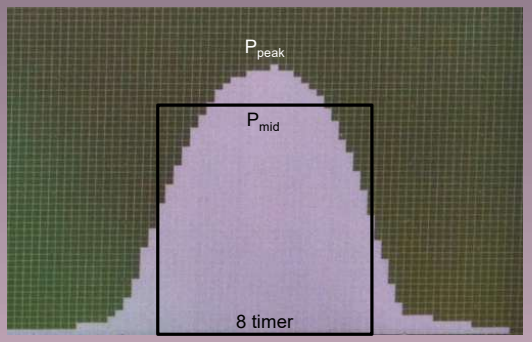
Anlægseffekt

Når vi kender produktionsbehovet i kWh og produktionstiden t, kan vi beregne solcelleanlæggets middeleffekt i W:

$$P_{mid} = \frac{E}{8}$$

Herefter kan solcelleanlæggets peakværdi beregnes:

$$P_{peak} = \frac{P_{mid}}{0,8}$$



Eksempel

Du har fundet at forbruget kl 9-21 er på E = 24 kWh og at anlægget skal placeres med en anlægsfaktor på 0,83

1. Du kan nu finde solcellepanelets middeleffekt: $P_{mid} = E/8 = 24/8 = 3$ kW = 3000 W
2. Panelets peakeffekt bliver så $P_{peak} = P_{mid} / 0,8 = 3750$ Wp
3. For at finde den endelige (nødvendige) størrelse, skal der også korrigeres for anlæggets placering:
   $P_{nødvendig} = P_{peak} / A = 3750 / 0,83 = 4518$ Wp

Nu finder du et modul, du vil anvende til opgaven. Hvor mange skal du bruge?
Modulet har en peakeffekt på $P_{peak} = 400$ Wp

4. Du skal derfor bruge mindst: n = 4518 / 400 = 11,27 stk, dvs 12 stk
5. Panelets endelige effekt bliver så på P = 12 x 0,4 = 4,8 kWp

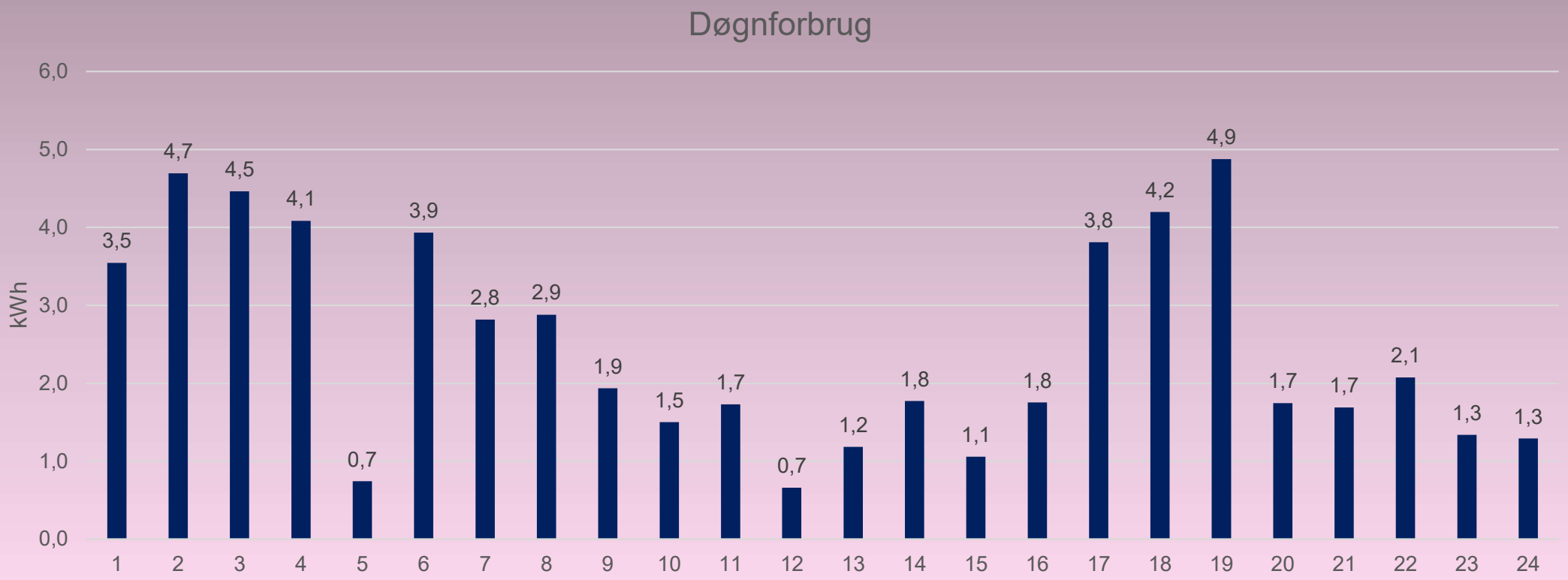
Et panel på 4,8 kWp kan forsyne husstanden kl 9-17 og samtidigt oplade et batteri der dækker forbruget kl 17-21. Hvis altså solen skinner…

3 Anlæg med batteri, der dækker energiforbruget i et døgn

Anlægstype 3

Opgave

En husstand ønsker et hybridanlæg, der øger egetforbruget. Husstandens døgnprofil med indlagt opvarmning af badevand og opladning af elbil ses herunder. Anlægsfaktoren er beregnet til 0,77. Man ønsker forbruget i solskinstiden og spidslastperioden dækket. Beregn batteri- og panelstørrelse.



Dimensionering af anlæg

Anlægstyper generelt

	Anlægsstørrelse	Investering	Besparelser	CO_2-reduktion
1	Kun det antal moduler, der passer med effektforbruget (kW)	Lav	Mindst	Lavest
2	Taget "fyldes med moduler"	Middel	Middel	Størst
3	Anlæg med batteri, der dækker kogespidsen	Høj	Størst	Middel

Ekstra moduler?

Anlægstype 1 og 2 har det formål at maksimere udnyttelsesgraden (egetforbrugsfaktoren), således at tilbagebetalingstiden bliver mindst mulig: Så snart, der er sol, udnyttes produktionen i husstanden. Det betyder så også at disse anlæg kun dækker behovene på dage med sol og næsten ingen skyer.

Ud fra en mere driftsmæssig vinkel kunne man dimensionere anlæggene til *også* at dække dage med skydække. Disse anlæg skal så have mere effekt installeret på taget (måske dobbelt så meget) for at dække husstandens behov på disse dage. Dvs blande anlægstype 2 med de to andre. Investeringen bliver større og der vil være overproduktion på skyfrie dage.