



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Manual til laboratorieøvelse

# Solceller



Foto: Túrelío,  
Wikimedia Commons

# Teori

---

## Energi og arbeid

Arbeid er et mål på bruk av krefter og har symbolet  $W$ . Energi er et mål på lagret arbeid – det vil si at energi kan omsettes til arbeid, altså til bruk av krefter. Energi har symbolet  $E$ . Enheten for arbeid og for energi er J (joule).

## Effekt

Effekt har symbolet  $P$  og er et mål for hvor fort arbeid utføres eller hvor fort energi skifter fra en form til en annen. Det vil si at vi finner effekten når vi dividerer arbeidet på den tiden arbeidet tar, eller dividerer energien på den tiden omformingen pågår. For energi kan vi formulere det slik:

$$\text{effekt} = \text{energi} / \text{tid} \quad (P = W/t) \quad (1)$$

Enheten for effekt er W (watt). Vi bruker også ofte kW (kilowatt) og MW (megawatt).

NB: Her er det dessverre lett å blande sammen  $W$  som er enheten for effekt med  $W$  som er symbolet for arbeid. Pass alltid på at du vet hvilken  $W$  du bruker.

### Eksempel 1

Ei lyspære bruker 54 000 J = 54 kJ energi på en time. Hva er effekten til denne lyspæra?

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{t} \\ &= \frac{54 \text{ kJ}}{1 \text{ time}} \\ &= \frac{54\,000 \text{ J}}{3600 \text{ s/h}} \\ &= 15 \text{ W} \end{aligned}$$

Merk at tid, som har symbolet  $t$ , har enheten sekund (s). Hvis vi bruker h (timer) som enhet for tid må vi huske at

$$h = 3600 \text{ s}$$

Vi ser at sammenhengen (1) mellom effekt og energi også kan formuleres slik:

$$\text{energi} = \text{effekt} \cdot \text{tid} \quad (W = Pt) \quad (2)$$

### Eksempel 2

Et solcellepanel som tilføres effekten 7 kW (fra sola) i en time bruker energien:

$$\begin{aligned}W &= Pt \\&= 7 \text{ kW} \cdot 1 \text{ time} \\&= 7 \cdot 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} \\&= 25\,200\,000 \text{ J} = 25,2 \text{ MJ}\end{aligned}$$

### Virkningsgrad

Virkningsgrad er et mål for hvor mye energi eller effekt som vi kan bruke, i forhold til hvor mye vi energi eller effekt vi putter inn. Det kan for eksempel være hvor mye strøm vi får fra et solcellepanel i forhold til hvor mye solenergi som treffer solcellepanelet.

Virkningsgrad angir vi med den greske bokstaven  $\eta$  (eta)

$$\eta = \frac{\text{nyttig energi eller effekt}}{\text{tilført energi eller effekt}} \quad (3)$$

### Eksempel 3

La oss si at solcellepanelet i eksempel 2, som tilføres effekten 7 kW fra sola, leverer ut en effekt i form av strøm som er 2 kW.

Da blir virkningsgraden til solcellepanelet:

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{nyttig effekt}}{\text{tilført effekt}} \\&= \frac{2 \text{ kW}}{7 \text{ kW}} = 0,29 \\&= 29 \%\end{aligned}$$

### Elektrisitet

Energi i form av elektroner som beveger seg i en leder kaller vi elektrisitet. "Mengden" elektrisitet defineres av de to størrelsene strøm og spenning.

#### Strøm

Strøm er et mål på hvor mange ladninger (elektroner) som beveger seg gjennom en ledning per tid. Symbolet for strøm er  $I$ . Enheten for strøm er A (ampere).

#### Spenning

Spenning er et mål for hvor mye energi hver ladning har, altså hvor mye arbeid ladningen kan utføre. Symbolet for spenning er  $U$ . Enheten for spenning er V (volt). Dersom det er spenning over en ledning virker det krefter på ladningene i ledningen slik at de beveger seg og kan utføre arbeid.

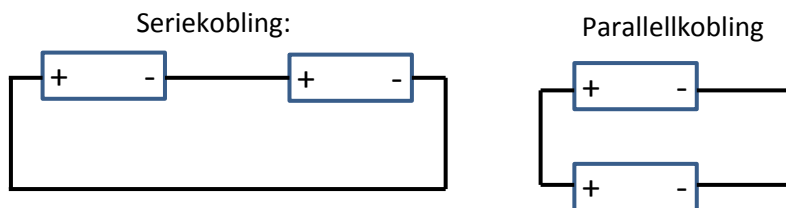
## Elektrisk effekt

I mange tilfeller kan vi bestemme hvor mye elektrisk effekt som blir brukt i en del av en krets ved hjelp av en enkel sammenheng:

$$\text{effekt} = \text{strøm} \cdot \text{spenning} \quad (P = UI)$$

## Serie og parallellkobling av kretser

Når flere spenningskilder (batterier, solceller, kraftverk...) kobles sammen i en lukket krets er det to hovedprinsipper for hvordan de kan kobles sammen – i serie eller i parallell. Seriekobling er at minuspolen kobles sammen med plusspolen, mens ved parallellkobling kobles minuspolen til minuspolen og plusspolen til plusspolen, se figur 1.

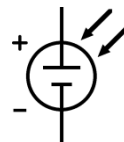


Figur 1: Serie og parallellkobling av spenningskilder

Når spenningskilder kobles i serie vil spenningen i kretsen bli summen av spenningen fra hver av spenningskildene. Ved parallellkobling vil spenningen bli lik spenningen på hver av spenningskildene (dersom de er like).

Ved seriekobling av solceller vil strømmen levert av kretsen ikke endre seg. Om vi derimot parallellkobler solcellene vil strømmen til kretsen bli lik strømmen levert av hver av solcellene.

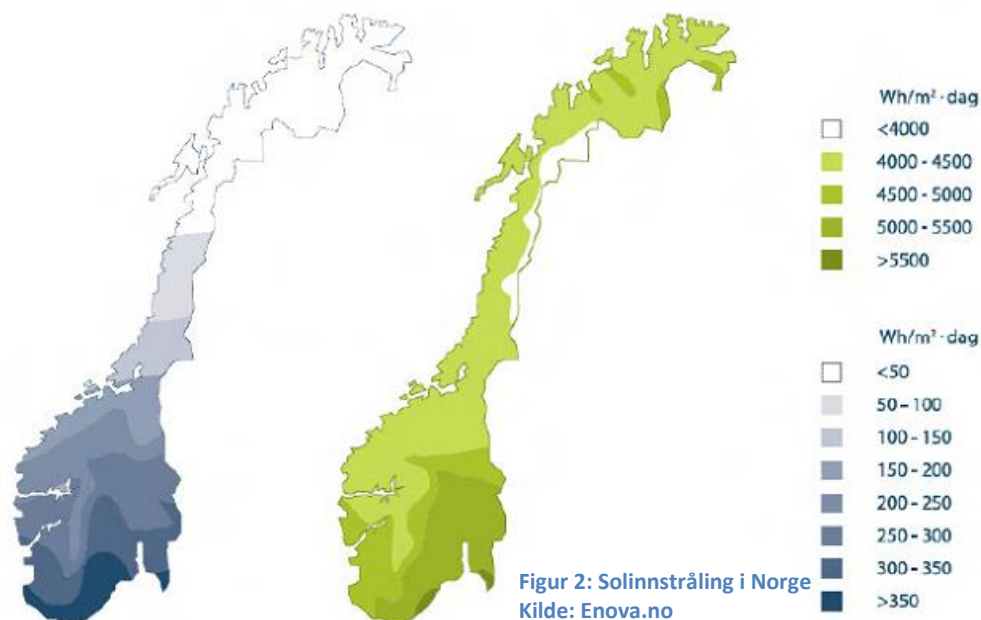
Når en solcelle skal tegnes i en krets brukes symbolet



## Solenergiressurser

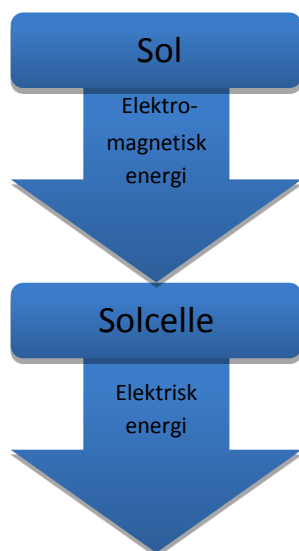
Effekten i solstrålingen treffer jordens atmosfære er  $1,4 \text{ kW/m}^2$ . Om lag 30 % av dette blir reflektert tilbake i rommet. Siden jorden roterer om sin egen akse treffer solenergien bare jordens dagside. Men i gjennomsnitt over døgnet mottar jordoverflaten  $240 \text{ W/m}^2$  fra solen – noe mer ved ekvator og noe mindre ved polene.

Figur 2 viser solinnstråling i Norge for en gjennomsnittlig sommer- og vinterdag.



Tallene over gjelder innstråling på en horisontal flate. For en flate som er rettet mot sola vil solinnstrålingen kunne bli høyere enn dette. I forhold til når innstrålingen skjer normalt på flaten vil innstrålingen avta med faktoren  $\cos \vartheta$  når innstrålingen avviker med vinkelen  $\vartheta$  fra normalen. For et fastmontert panel vil således innstrålingen på panelet avhenge både av tid på døgnet og tid på året.

## Energiflyt



**Elektromagnetisk energi** fra sollys omformes til **elektrisk energi** i solcellene. Den elektriske energien kan vi bruke direkte eller lagre i et batteri.

# Forhåndsoppgaver

---

1. Du har 6 solceller tilgjengelig som hver gir en spenning på 0,5 V og en strøm på 250 mA.
  - a) Hvordan skal solcellene kobles sammen for å få høyest mulig spenning, og hva blir strøm og spenning da? Tegn kretsen.
  - b) Hvordan skal solcellene kobles sammen for å få mest mulig strøm, og hva blir strøm og spenning da? Tegn kretsen.
  - c) Du skal drive en motor som trenger 1,5 V spenning. Hvordan bør solcellene kobles for å få mest mulig strøm til denne motoren? Hva blir strømmen da? Tegn kretsen.
2. Hva er den elektriske effekten
  - til hver av solcellene?
  - til hver av kretsene ovenfor?
3. På huset ditt har du montert 6 m<sup>2</sup> solcellepaneler på taket. Disse solcellepanelene har en virkningsgrad på 18 %. Hvor mye elektrisk energi kan du få fra disse solcellepanelene
  - En sommerdag?
  - En vinterdag?

## Laboratorieoppgaver

I dette forsøket skal du bruke "Educational solar energy kit" til å få en liten motor til å gå ved hjelp av solceller. Dette settet består av 8 små solceller som kan kobles sammen ved hjelp av små metallskinner. Hver solcelle gir en spenning på ca. 0,5 V og en strøm på ca. 100 mA. Den elektriske motoren trenger en spenning på 1,6 V og en strøm på 200 mA for å starte. Solcellepanelet har sider på 9,2 cm og 10,4 cm.

1. I settet du har fått utlevert er solcellene koblet sammen slik at forventet spenning er 2 V og forventet strøm er 200 mA. Koble til motoren med en ledning på hver av de to metallskinnene som går på tvers.
2. Prøv å få motoren til å gå ved å plassere solcellepanelet i sola, eller foran en kraftig lampe.
3. Vend på panelet, slik at det ikke lenger er rettet direkte mot sola/lampen. Hvor mye kan du snu det bort før motoren stopper?
4. Bruk en sollysmåler til å bestemme hvor sterk solinnstrålingen / lampen er ved solcellene.
5. Bruk et multimeter til å finne ut hvor mye effekt solcellene gir til motoren.
6. Hva er virkningsgraden til disse solcellene?

Til slutt:

Legg alle delene tilbake i esken slik de var pakket da du åpnet esken.