

Hvor store skal rumstationens solpaneler være?

I skal regne på, hvor store rumstationens solpaneler skal være, og hvor stort et batteri den har brug for.

Fra aktiviteten "Læg et powerbudget" har I de tal, I skal bruge til de næste beregninger.

Som reference kan nævnes, at ISS' solpaneler kan producere 240 kW, og dens batterier har en samlet kapacitet på 16 kWh. Det betyder, at batterierne kan levere 21 kW kontinuert i de 45 minutter, rumstationen er i skygge. Den effekt, der er til rådighed, er med andre ord væsentlig lavere på skyggesiden end på solsiden.

Hvor store skal solpanelerne være?

Den strøm, vi skal bruge, skal produceres ved hjælp af rumstationens solceller, og vi har derfor behov for at beregne, hvor stort et areal vi skal bruge.

Først skal vi vide, hvad solfluxen er der, hvor rumstationen skal være. Solen udsender en mere eller mindre konstant effekt på $L_{\odot} = 3,8 \cdot 10^{26}$ W, som i afstanden d fra solen er blevet fordelt på en kugleoverflade med arealet $4\pi d^2$. Fluxen fra Solen i afstanden d er altså

$$\Phi = \frac{L_{\odot}}{4\pi d^2}$$

For eksempel er Jorden ca. 150 mio. km fra Solen, og fluxen fra Solen i Jordens afstand er altså 1361 W/m^2 . Hvis jeres rumstation er i kredsløb om Mars, er det lavere, fordi Mars er længere væk fra Solen, kun ca. 580 W/m^2 .

Den effekt, en solcelle producerer, kan beregnes således:

$$P = \Phi A \eta = \frac{L_{\odot}}{4\pi d^2} A \eta$$

hvor A er solcellens areal, og η er solcellens effektivitet, som for gode, kommercielt tilgængelige solceller i dag ligger omkring 25%.

Når I kender den effekt, I har brug for, P , kan I altså finde det areal solceller, I har brug for:

$$A = \frac{P}{\Phi \eta} = \frac{4\pi d^2 P}{L_{\odot} \eta}$$

Hvis vi for eksempel skal bruge en effekt på 7700 W og benytter solceller med en effektivitet på 25% i Jordens afstand fra Solen, får vi et areal på

$$A = \frac{4 \cdot \pi \cdot (150 \cdot 10^9 \text{ m})^2 \cdot 7700 \text{ W}}{3,8 \cdot 10^{26} \text{ W} \cdot 0,25} = 22,9 \text{ m}^2$$

Et solcelleareal på 23 m² vil altså kunne generere 7700 W kontinuerligt. Hvis jeres rumstation er i skygge halvdelen af tiden, skal den kunne generere dobbelt så stor effekt, og arealet skal altså være dobbelt så stort. Den overskydende energi skal så gemmes i batterier, så den kan bruges, når rumstationen er i skygge.

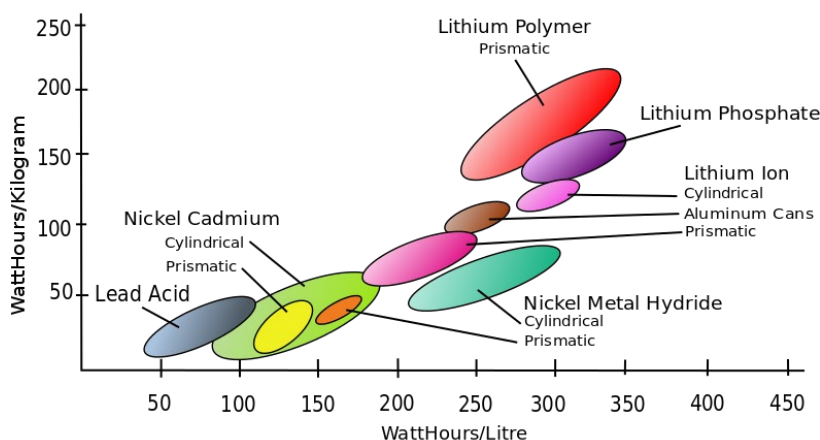
Hvor stort skal rumstationens batteri være?

Hvis vi til en start tænker, at rumstationen bruger en konstant effekt på 7700 W, og vi f.eks. er i lavt jordkredsløb (45 minutters sol, 45 minutters skygge), så skal batteriet have en kapacitet på

$$7700 \text{ W} \cdot 0,75 \text{ h} = 5775 \text{ Wh}$$

Men måske giver det mening, at I gør jer nogle overvejelser om, hvorvidt det er nødvendigt med en større kapacitet, eller om man kan nøjes med en mindre. Hvis der f.eks. skal bruges meget energi på opvarmning i skyggesiden, så er der ikke meget tilbage til andre aktiviteter. På den anden side er lyset i drivhuset tændt i halvdelen af tiden - måske kan man slukke for lyset, når rumstationen er i skygge? Her kommer I til at skulle lægge en god plan og dimensionere jeres batteri efter det.

Hvad kommer det batteri til at veje og fylde? Når I ved, hvor mange watt-timer I har behov for at opbevare, kan I se i illustrationen herunder, hvad batteriet kommer til at veje og fylde.



Hvor meget fylder en watt-time, og hvor meget vejer en watt-time? Forskellige batteriteknologier har forskellige energitætheder.

Credit:
Wikimedia Commons