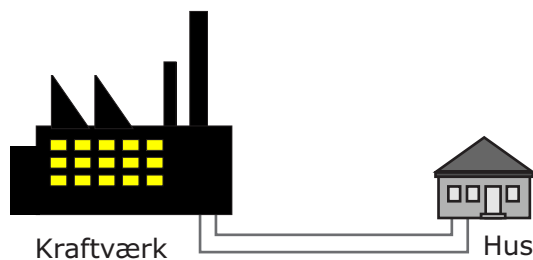


Tillæg: Effekttab i lange ledninger

På figur 1 nedenfor er vist et kraftværk, som leverer strøm til et hus via en ledning. I vores forsøg i fysik ser vi normalt bort fra ledningens modstand, da den er meget lille. Bliver ledningerne imidlertid meget lange, kan modstanden blive så stor, at den ikke kan ses helt bort fra. I dette tillæg skal vi overveje hvordan vi kan indrette situationen, så der bliver mindst mulig effekttab i ledningerne. Lad os se på et eksempel.

Figur 1



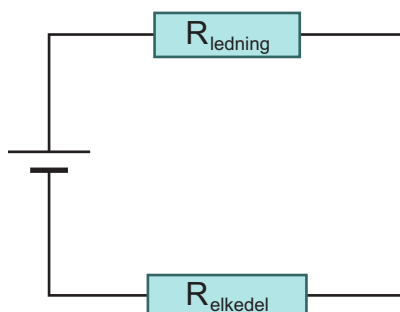
Eksempel

En person i huset har brug for effekten 1375 W til en elkedel. Hvis effekten leveres ved den almindelige netspænding på 220 V, så bliver strømstyrken:

$$(1a) \quad I = \frac{P_{\text{elkedel}}}{U} = \frac{1375 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 6,25 \text{ A}$$

Situationen er ækvivalent med et kredsløb med to komponenter i serie, nemlig en *resistans*, hvis modstand er lig ledningens modstand R_{ledning} , og *elkedlen*, som også har en indre modstand R_{elkedel} , som anført på figur 2.

Figur 2



VEND!

Hvis der er 10 km mellem kraftværket og forbrugeren er der altså ca. 20 km ledning. Den har typisk en modstand på 5,4 Ohm. I ledningen, her R_{ledning} , afsættes derfor en effekt på

$$(2a) \quad P_{\text{ledning}} = R_{\text{ledning}} \cdot I^2 = 5,4 \Omega \cdot (6,25 \text{ A})^2 = 211 \text{ W}$$

Kraftværket skal levere summen af de to effekter:

$$(3a) \quad P_{\text{kraftværk}} = P_{\text{elkedel}} + P_{\text{ledning}} = 1375 \text{ W} + 211 \text{ W} = 1586 \text{ W}$$

Det *relative effekttab* er dermed:

$$(4a) \quad \alpha = \frac{P_{\text{ledning}}}{P_{\text{kraftværk}}} = \frac{211 \text{ W}}{1586 \text{ W}} = 13,3\%$$

Hvis man derimod sørger for at overføre energien til forbrugeren ved 10.000 V, og kun benytte den "lave spænding" tæt på forbrugeren, så bliver det hele meget bedre. De til (1a), (2a), (3a) og (4a) svarende beregninger bliver nu:

$$(1b) \quad I = \frac{P_{\text{elkedel}}}{U} = \frac{1375 \text{ W}}{10.000 \text{ V}} = 0,1375 \text{ A}$$

$$(2b) \quad P_{\text{ledning}} = R_{\text{ledning}} \cdot I^2 = 5,4 \Omega \cdot (0,1375 \text{ A})^2 = 0,102 \text{ W}$$

$$(3b) \quad P_{\text{kraftværk}} = P_{\text{elkedel}} + P_{\text{ledning}} = 1375 \text{ W} + 0,102 \text{ W} = 1375,1 \text{ W}$$

$$(4b) \quad \alpha = \frac{P_{\text{ledning}}}{P_{\text{kraftværk}}} = \frac{0,102 \text{ W}}{1375,1 \text{ W}} = 0,007\%$$

Altså en væsentlig procentvis reduktion i eltabet. Med den høje spænding hen til forbrugeren kan strømstyrken holdes nede, og dermed bliver ledningerne ikke så varme!

Opgave

En kobberledning med diameteren 8 mm og længden 28 km går frem og tilbage mellem et kraftværk og en forbruger.

a) Bestem modstanden i tråden (Temperaturen antages 0°C).

Forbrugeren har brug for 2500 W til sin elplæneklipper.

b) Bestem det relative effekttab, hvis effekten leveres med en spænding på kun 220V.

c) Bestem det relative effekttab, hvis effekten leveres med en spænding på 10kV.