

# Grundlæggende el-lære

## Ledninger

# Ledere, Ledninger og Tværsnit

Ledninger fremstilles af materiale med en god ledningsevne, disse materialer har derfor en lav modstand.

De to dominerende materialer er Kobber og Aluminium, hvor kobber benyttes fra ganske små tværsnit, til meget store tværsnit på Ledninger, mens aluminium benyttes på større tværsnit.

Ledningers størrelse måles i **tvær-snitts-areal** (til daglig tværsnit).

Tværsnitsarealet angiver **arealet** af den endeflade, der opstår hvis man **snitter** lederen over på **tværs**.

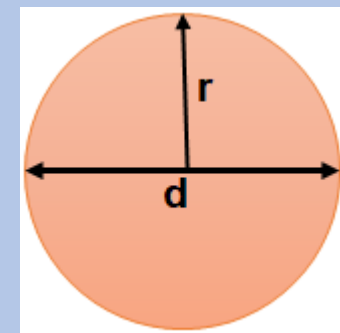
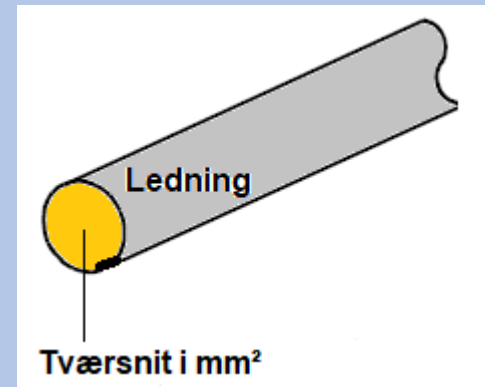
Hvis det er en rund leder (det er det som regel), vil endefladen have form som en cirkel.

Man kan derfor beregne arealet af endefladen, med denne kendte arealformel:

$$S = \pi \times r^2 \quad \text{eller} \quad S = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

Tværsnittet beregnes normalt i " mm<sup>2</sup> " (kvadrat-millimeter)

Inden for el-faget benyttes "S" som formelbogstav for tværsnit ( "q" benyttes også til tider.)



Endeflade på ledning  
r = radius    d = diameter

# Tværsnit der benyttes

Ledninger fås i mange forskellige Tværsnit, lige fra ganske små til meget store tværsnit.

Listen til højre viser tværsnittene fra 0,75 mm<sup>2</sup> til 95 mm<sup>2</sup>, men ledninger findes også i mange større tværsnit.

Tværsnittet på ledningen, har betydning for ledningens modstand, hvilket vil blive omtalt på efterfølgende side.

Tværsnittet på ledningen, er også væsentligt når det dimensioneres hvor stor strøm der må løbe i ledningen.

Hvis strømmen bliver større end hvad ledningen kan tåle, vil det føre til en ødelæggelse af ledningen og dennes isolation.

<b>Tværsnit</b>
0,75 mm <sup>2</sup>
1 mm <sup>2</sup>
1,5 mm <sup>2</sup>
2,5 mm <sup>2</sup>
4 mm <sup>2</sup>
6 mm <sup>2</sup>
10 mm <sup>2</sup>
16 mm <sup>2</sup>
25 mm <sup>2</sup>
35 mm <sup>2</sup>
50 mm <sup>2</sup>
70 mm <sup>2</sup>
95 mm <sup>2</sup>

# Modstandsfylde i ledermaterialer

Ledermaterialer har en forskellig modstandsfylde. (specifik modstand)

Tabellen til højre viser en oversigt, over modstandsfylden for en del forskellige materialer.

Modstandsfylden "  $\rho$  " benævnes i "  $\frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}}$  " hvilket vil sige, at værdien gælder for 1 m. af materialet med et tværsnit på 1 mm<sup>2</sup>.

Hvis modstanden i et stykke ledning skal udregnes, skal "  $\rho$  " ganges med længden "  $L$  " i meter, samt divideres med tværsnittet "  $S$  " målt i mm<sup>2</sup>.

Således fremkommer følgende formel:

$$R_L = \frac{\rho \times L}{S}$$

$R_L$  er modstanden i lederen som måles i Ohm (  $\Omega$  )

$\alpha_{20}$  i den sidste kolonne, er det som værdien stiger / falder med, hvis temperaturen stiger eller falder i forhold til de 20 °C

Materiale	$\rho$ (ved 20°C) $(\frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}})$	$\alpha_{20}$ $10^{-3}$ pr. °C
Kobber	0,0175	3,93
Aluminium	0,0263	4,3
Sølv	0,0159	4,1
Konstantan	0,5	-0,04
Wolfram	0,055	4,1
Guld	0,024	3,4
Jern	0,0978	6,4
Platin	0,09	4
Bly	0,2	4
Ståltråd	0,105-0,24	5,6 – 3,2
Tin	0,1	4,3

# Beregning af modstand i ledning

Ved hjælp af formlen, fra foregående side, kan man beregne modstanden i et stykke ledning.

Eksempel:            Tværsnit:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$             Materiale: Kobber            Ledningslængde = 50 m

$$R_L = \frac{\rho \times L}{S} = \frac{0,0175 \times 50}{1,5} = 0,58 \Omega$$

Hvis beregningen foretages på et kabel med to ledninger, skal man huske at der er modstand i begge ledninger i kablet, således er længden på ledningen dobbelt så lang som kablet.

Eksempel:            Kabel:  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$             Materiale: Kobber            Kabellængde: 30 m

$$R_L = \frac{\rho \times L}{S} = \frac{0,0175 \times 30 \times 2}{2,5} = 0,42 \Omega$$

Modstanden i de to ledninger er altså tilsammen  $0,42 \Omega$