

## Batterier og elbiler – Levetid og rækkevidde

Erik Scholtz, Lektor

Institut for Energiteknik, Aalborg Universitet

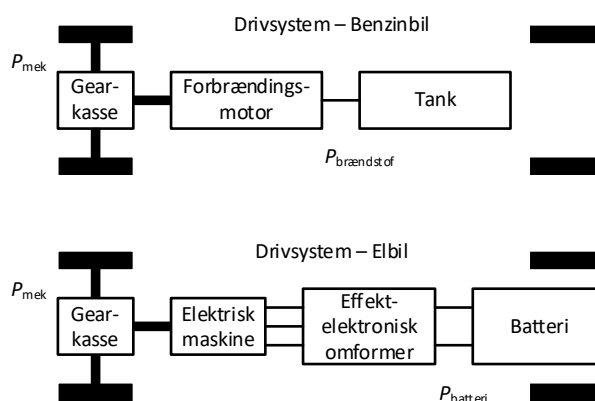
### Opgave 1: Dimensionering af batteripakke

Denne opgave går ud på at dimensionere en batteripakke til en elbil, samt at sammenligne vægtforøgelsen med en almindelig benzinbil. Vi antager, at den mekaniske effekt, der kræves for at køre en bestemt hastighed, er givet ved

$$P_{\text{mek}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot C_d \cdot A_{\text{front}} \cdot \left(\frac{v_{\text{bil}}}{3,6}\right)^3 \text{ [W]},$$

Hvor  $v_{\text{bil}}$  [km/t] er bilens hastighed. Vi benytter følgende værdier for de forskellige parametre i ligningen: Luftens densitet  $\rho_{\text{luft}} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , trækoefficient  $C_d = 0,3$ , og front areal  $A_{\text{front}} = 2,5 \text{ m}^2$ .

I figuren nedenfor ses drivlinjerne for de to køretøjer.



Ved at tage højde for tabene i drivsystemerne, kan vi beregne, hvor meget effekt, der skal leveres fra henholdsvis benzintanken ( $P_{\text{brændstof}}$ ) og batteripakken ( $P_{\text{batteri}}$ ).

Vi antager følgende virkningsgrader for komponenterne i de to drivsystemer:

- Gear-kasse  $\eta_{\text{gear}} = 95 \%$
- Forbrændingsmotor  $\eta_{\text{fm}} = 30 \%$
- Elektrisk maskine  $\eta_{\text{em}} = 90 \%$
- Effektelektronisk omformer  $\eta_{\text{fo}} = 95 \%$

Hastighed er strækning per tid:

$$v_{\text{bil}} = \frac{\Delta S}{\Delta T}$$

Kender vi tiden, kan vi beregne den krævede energimængde ud fra effekten:

$$E = P \cdot \Delta T.$$



Massen af det krævede brændstof og batteripakken kan beregnes ud fra den specifikke energi. Vi benytter følgende værdier:

- Benzin  $e_{\text{benzin}} = 12.889 \frac{\text{Wt}}{\text{kg}}$
- Batteri  $e_{\text{batteri}} = 250 \frac{\text{Wt}}{\text{kg}}$

Der er altså ca. 50 gange så meget energi pr. masse for benzin ift. vores valgte batteri.

Antag, at de to biler begge vejer  $M_{\text{bil}} = 1200 \text{ kg}$  uden massen af henholdsvis brændstoffet og batteripakken.

- a) Udfyld nedenstående tabel. Der antages en strækning på  $\Delta S = 600 \text{ km}$  for alle hastigheder.

Hastighed [km/t]:	50	70	90	110	130
Mekanisk effekt [kW]					
Effekt brændstof [kW]					
Effekt batteri [kW]					
Energi brændstof [kWt]					
Energi batteri [kWt]					
Total masse benzinbil [kg]					
Total masse elbil [kg]					

- b) Illustrer gerne de beregnede værdier i grafer, der viser, hvordan de afhænger af hastigheden
- c) Hvad kan der siges om den krævede energimængde og masse for de to biltyper? Hvad kan der ellers siges om resultaterne beregnet i tabellen?
- d) Hvilke parametre kan der skrues på for at øge rækkevidden for en elbil (eller sænke totalvægten)?
- e) Hvordan ser du på mulighederne for at benytte batterier i andre typer fartøjer som f.eks. scootere, busser, lastbiler, toge, færger, og fly?
- f) En batteripakke består af mange battericeller koblet i serie og parallel. Antag, at en enkelt battericelle har en nominel spænding på  $V_{\text{celle}} = 3.7 \text{ V}$  og en kapacitet på  $Q_{\text{celle}} = 50 \text{ At}$ . Vi ønsker en nominel spænding for hele batteripakken på  $V_{\text{batteri}} = 400 \text{ V}$ . Beregn hvor mange celler, der henholdsvis skal være i serie og parallel for den batteripakke, der kræves for at kunne køre 600 km ved 130 km/t.  
Hint: Energiindholdet i en battericelle er givet ved  $E_{\text{celle}} = V_{\text{celle}} Q_{\text{celle}} [\text{Wt}]$ .