

Noodstroom voor de Arena

Voetbalstadions als de Johan Cruijff Arena worden gebruikt voor grote evenementen, zoals sportwedstrijden en concerten. Hiervoor wordt in de Arena 9,0 miljoen kWh per jaar aan elektrische energie verbruikt. De Arena wordt verduurzaamd. Een deel van de energie wordt nu geleverd door een oppervlak van $7,20 \cdot 10^3 \text{ m}^2$ aan zonnepanelen. Het rendement van de zonnepanelen is 18%. De zon schijnt gemiddeld $1,2 \cdot 10^3 \text{ h}$ per jaar op de zonnepanelen met een gemiddeld stralingsvermogen van $7,5 \cdot 10^2 \text{ W}$ per vierkante meter zonnepaneel.

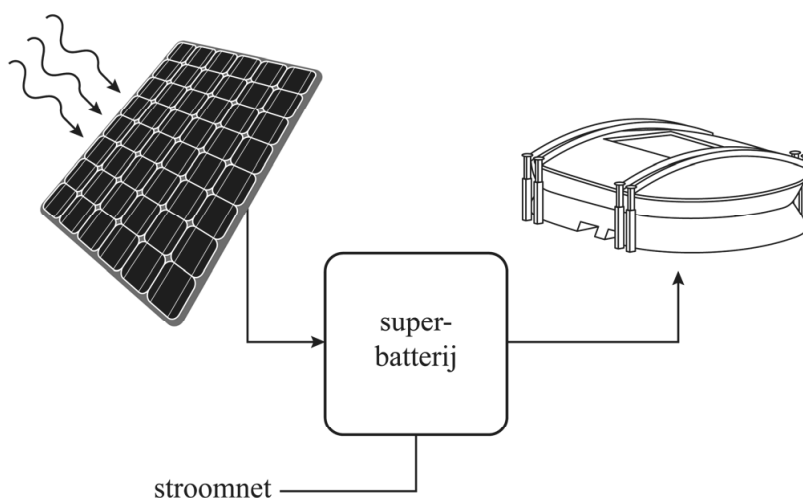
- 5p 6 Bereken hoeveel procent van het jaarlijkse energieverbruik in de Arena door de zonnepanelen wordt geleverd. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

De Arena is ook voorzien van een noodstroomstelsel. Als tijdens een evenement het stroomnet buiten het stadion is uitgevallen, wordt de elektriciteitsvoorziening binnen het stadion overgenomen door dieselgeneratoren die elektriciteit opwekken door diesel te verbranden. Diesel heeft een verbrandingswarmte van $36 \cdot 10^9 \text{ J m}^{-3}$. In de Arena wordt tijdens een evenement $1,3 \cdot 10^3 \text{ kWh}$ elektrische energie voor de verlichting gebruikt.

- 4p 7 Voer de volgende opdrachten uit:
- Bereken hoeveel liter diesel minimaal nodig is voor de verlichting tijdens dit evenement.
 - Geef een reden waarom het daadwerkelijke dieselvebruik hoger is.

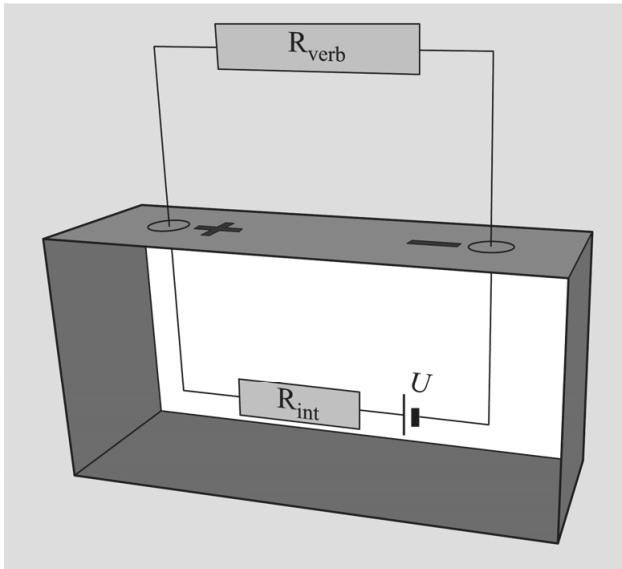
Om de zonnepanelen ook geschikt te maken als duurzaam noodstroomstelsel wordt de energie van de zonnepanelen opgeslagen in een superbatterij. Hierdoor worden de dieselgeneratoren overbodig. Zie figuur 1.

figuur 1



De superbatterij bestaat uit geschakelde accu's.
Een accu is te beschouwen als een serieschakeling van een spanningsbron U en een interne weerstand R_{int} . Deze serieschakeling wordt aangesloten op een verbruiker met weerstand R_{verb} . Zie figuur 2.

figuur 2



De superbatterij van de Arena is gemaakt van gebruikte accu's van elektrische auto's.

Op een gegeven moment wordt de accu uit de auto (R_{verb} is klein) gehaald en in de superbatterij van de Arena geplaatst.

Iedere accu voorziet een klein deel van de Arena van energie. Per accu is de R_{verb} dan groot. De R_{int} verandert niet bij de overplaatsing van de auto naar de superbatterij. Als gevolg van de interne weerstand R_{int} wordt een accu warm tijdens het gebruik.

3p **8** Omcirkel in iedere zin op de uitwerkbijlage het juiste antwoord.

Voor het ontwerp van de superbatterij moest berekend worden hoeveel accu's nodig waren. Iedere accu bestaat uit 192 aparte cellen. Zie figuur 3.

figuur 3



Elke cel in een gebruikte accu heeft een capaciteit van 31 Ah bij een spanning van 3,0 V. De superbatterij in de Arena heeft een totale energieopslag nodig van $2,8 \cdot 10^3$ kWh.

- 4p **9** Voer de volgende opdrachten uit.
- Bereken de energieopslag voor één gebruikte accu.
 - Bereken het benodigde aantal accu's voor de Arena.