

## 2.1.2. Uždavinys

Gamtoje yra vabzdys, kuris gali versti Saulės šviesą į elektros energiją, tai Vespa orientalis – Rytinė vapsva, dažniausiai sutinkama Artimuosiuose Rytuose. Ant šios vapsvos kūno yra geltonas dryžis, turintis pigmentų, galinčių sugauti saulės energiją ir ją paversti elektros energija. Nėra tiksliai žinoma, kam ši energija yra naudojama, tačiau manoma, jog ją vapsva naudoja tuomet, kai po žeme kasasi sau lizdą. Nors šis gebėjimas skamba įspūdingai, tačiau vapsva didžiąją dalį energijos įgauna maisto būdu, kadangi jos Saulės baterijų efektyvumo koeficientas yra vos 0,00335.

Dabar įsivaizduokime, kad žmogaus oda galėtų veikti kaip Saulės elementas su kur kas didesniu naudingumo koeficientu ir žmogus galėtų visą energiją gauti iš Saulės. Kiek laiko, tuomet, reikėtų gulėti po Saule, kad žmogus gautų reikalingą energijos kiekį visai dienai? Vidutinis suaugusio žmogaus odos paviršiaus plotas yra 1,7 m<sup>2</sup>. Laikykite, kad žmogus guli ant nugaros ir Saulės spinduliai krenta į 40 proc. viso žmogaus paviršiaus plotą. Taip pat laikykite, kad vidutinis Saulės elemento naudingumo koeficientas 18 proc. Vidutinis žmogui per dieną reikalingos energijos kiekis – 2300 kcal.

2.1.3. Mokiniai randa vidutinį Saulės energijos kiekį, krentantį į ploto vienetą savo gyvenamojoje vietovėje. Šiam tikslui rekomenduojama naudotis šaltiniu – <https://globalsolaratlas.info/map>. Žemėlapyje susiradus savo gyvenamąją vietą, ieškoma *Direct normal irradiation* (liet. *tiesioginės saulės spinduliuotės*) vertės. Lietuvos teritorijoje vertė turėtų būti apie 1000 kWh/m<sup>2</sup>. Jeigu nėra galimybės naudotis telefonais ar kompiuteriais, naudojamosi projektoriumi ir šis dydis randamas bendrai. Pamokos metu aptariami skirtingų pasaulio regionų skirtumai.

2.1.4. Skaičiuojamas laikas, per kurį žmogus pasiektų reikalingą energijos kiekį pristatytomis aplinkybėmis, kai žmogaus oda veiktų kaip saulės elementas:

Randamas į žmogaus kūną per valandą krentantis energijos kiekis:

$$E_{kūno} = P_{saulės} \eta_{elemento} S_{žmogaus} \eta_{žmogaus} = 1000 \frac{kWh}{m^2} \cdot 0.18 \cdot 1.7m^2 \cdot 0.4 = 122.4 kWh = 440\,640\,000 J = 4.4 \cdot 10^6 J$$

Randamas žmogui reikalingos energijos kiekis:

$$E_{žmogaus} = 2300 kcal \cdot 4184 J/kcal = 9\,623\,000 J = 9.623 \cdot 10^6 J$$

Sudėliojama proporcija laiko apskaičiavimui (laikas randamas sekundėmis):

$$\begin{aligned} &440\,640\,000\text{ J} - 3600\text{ s} \\ &9\,623\,000\text{ J} - x\text{ s} \\ x &= \frac{9\,623\,000\text{ J} \cdot 3600\text{ s}}{440\,640\,000\text{ J}} = 78.6\text{ s} \end{aligned}$$

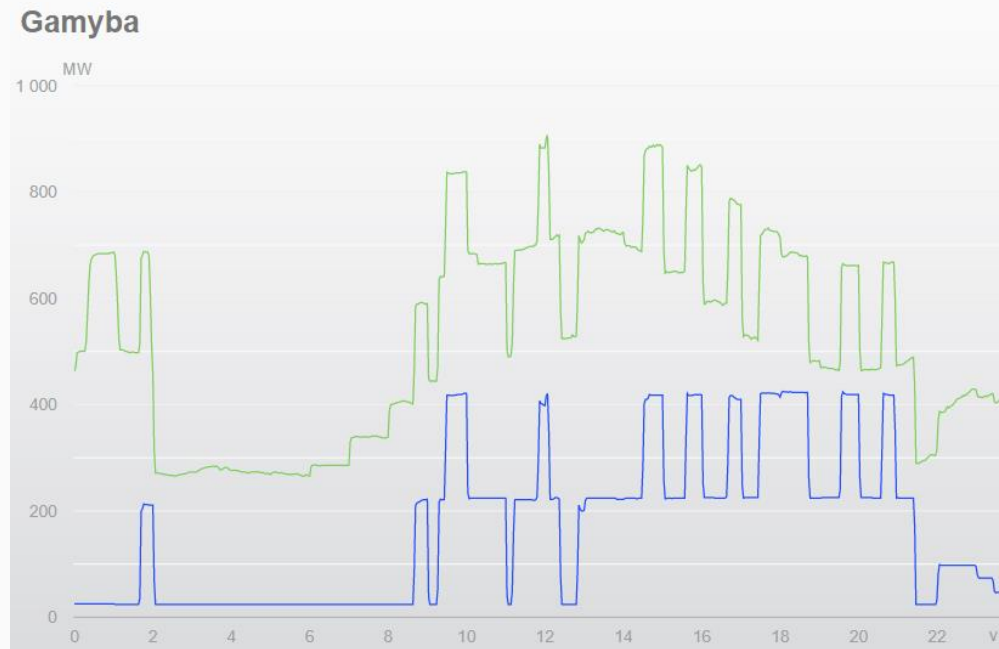
### 2.2.1.1. Uždavinys

2.2.1. 2022 m. rugpjūčio 18 d. 2 KHAE hidroagregatai dirbo generatoriaus (vieno galia yra 225 MW) režimu ir gamino elektros energiją. Darbą abu hidroagregatai pradėjo 17:26 val., o baigė 18:46 val. Kadangi iš elektros vartojimo grafiko sudėtinga nustatyti, kada KHAE hidroagregatai pradėjo veikti siurblio režimu (vieno galia yra 220 MW), tarkime, kad tą patį laiką dirbo tarp 02:00 val. ir 04:00 val. Naudodamiesi elektros energijos pardavimo kainos „Nord Pool“ biržoje grafikais, raskite ekonominį KHAE efektyvumo koeficientą. Energijos nuostolių nepaisykite. Ekonominį naudingumo koeficientą apskaičiuokite naudodami formulę:

$$\eta_{ekonominis} = \frac{K_{pagamintos}}{K_{suartotos}},$$

Kur  $K_{pagamintos}$  – visos pagamintos (parduotos) elektros energijos kaina,  $K_{suartotos}$  – visos suvartotos (pirktos) elektros energijos kaina.

2.2.1.2. Mokiniai susipažįsta su elektros energijos gamybos grafiku. Gamybos šuoliai po ~225 MW rodo KHAE hidroagregatų įjungimą generatoriaus režimu.



1 pav. Nacionalinės visos (žalia) ir hidro (mėlyna) elektros energijos gamybos grafikas (žalia). *Litgrid.eu*. 2022-08-19.

2.2.1.3. Iš grafiko randamos elektros pardavimo / pirkimo kainos (dešimčių tikslumu):

a. Nuo 17:00 val. iki 18:00 val. gamybos kaina buvo  $K_{gamybos1} = 590 \text{ €/MWh}$ , nuo 18:00 val. iki 19:00 val. –  $K_{gamybos2} = 620 \text{ €/MWh}$ .

b. Nuo 02:00 val. iki 04:00 val. vartojimo / pirkimo kaina buvo  $K_{vartojimo} = 480 \text{ €/MWh}$ .

2.2.1.4. Skaičiuojama  $K_{pagamintos}$ :

$$\begin{aligned}
 K_{pagamintos} &= 2 \cdot P_{agregato} \cdot t_1 \cdot K_{gamybos1} + 2 \cdot P_{agregato} \cdot t_2 \cdot K_{gamybos2} \\
 &= 2 \cdot 225 \text{ MW} \cdot \frac{34}{60} \text{ h} \cdot 590 \frac{\text{€}}{\text{MWh}} + 2 \cdot 225 \text{ MW} \cdot \frac{46}{60} \text{ h} \cdot 620 \frac{\text{€}}{\text{MWh}} = 150\,450 \text{ €} + 213\,900 \text{ €} \\
 &= 364\,350 \text{ €}
 \end{aligned}$$

2.2.1.5. Skaičiuojama  $K_{suvartotos}$ :

$$K_{suvartotos} = 2 \cdot P_{siurblio} \cdot t_3 \cdot K_{vartojimo} = 2 \cdot 220 \text{ MW} \cdot \frac{80}{60} \text{ h} \cdot 480 \text{ €/MWh} = 281\,600 \text{ €}$$

2.2.1.6. Randamas ekonominis naudingumo koeficientas:

$$\eta_{ekonominis} = \frac{K_{pagamintos}}{K_{suvartotos}} = \frac{364\,350 \text{ €}}{281\,600 \text{ €}} = 129 \% = 1.29$$



2 pav. Elektros energijos kainos *Nord Pool* biržoje.

### 2.2.2.1. Uždavinys

Kauno A. Brazausko hidroelektrinėje normaliomis sąlygomis vanduo krenta iš 20 m aukščio. Kiekvienu iš hidroagregatų per 1s prateka 160 m<sup>3</sup> vandens. Raskite vandens generuojamą galią ir elektrinės naudingumo koeficientą, jei teigsime, kad tokiomis sąlygomis elektrinės hidroagregatas pagamintų 25,2 MW elektros energijos. Vandens pasipriešinimo nepaisykite. Raskite, kiek benzino reikėtų sudeginti per sekundę, norint sukurti tokią pačią vandens generuojamą galią.

2.2.2.1.1. Skaičiuojama vandens generuojama galia:

$$N = \frac{E_p}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{V\rho gh}{t} = \frac{160 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 32 \text{ MW}$$

2.2.2.1.2. Skaičiuojamas naudingumo koeficientas:

$$\eta = \frac{P}{N} = \frac{25.2 \text{ MW}}{32 \text{ MW}} = 0.79 = 79 \text{ proc.}$$

2.2.2.1.3. Skaičiuojamas benzino kiekis:

$$m = \frac{N \cdot t}{q} = \frac{32 \text{ MW} \cdot 1 \text{ s}}{4.4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}} = 0.73 \text{ kg.}$$

### 2.3.2. Uždavinys

Naudodamiesi vėjo jėgainės generuojamos galios formule:

$$P = \frac{1}{2} S \rho v^3.$$

kur  $S$  – elektrinės darbinis plotas,  $\rho$  – oro tankis,  $v$  – oro greitis, raskite jėgainės generuojamą galią. Laikykite, jog jėgainė yra 80 m aukščio, jos menčių diametras yra 60 m, oro tankis tokiame aukštyje – 1,18 kg/m<sup>3</sup>, oro greitis 10 m/s. Oro

pasipriešinimo nepaisykite. Raskite, kiek vidutinių namų viena tokio jėgainė galėtų aprūpinti elektra dirbdama 75 proc. laiko per mėnesį, jei vidutinis namų ūkis per mėnesį sunaudoja apie 200 kWh.

Skaičiuojama vėjo jėgainės generuojama galia:

$$P = \frac{1}{2} S \rho v^3 = \frac{1}{2} \cdot \pi r^2 \cdot \rho \cdot v^3 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot (30 \text{ m})^2 \cdot 1.18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^3 = 1.67 \text{ MW}$$

Skaičiuojamas namų skaičius:

$$n = \frac{E_{\text{vėjo}}}{E_{\text{namo}}} = \frac{1.67 \text{ MW} \cdot 30 \text{ d} \cdot 24 \text{ h} \cdot 0.75}{200 \text{ kWh}} \approx 4500 \text{ namų.}$$

### 2.4.2. Uždavinys

Palyginkite pagrindinių energijos kaupimo būdų (ličio jonų baterijų, Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės) energetinę talpą vienam kilogramui su iškastinio kuro (benzino, dujų, biokuro, urano 235) šiluminėmis talpomis. Ličio jonų energetinė talpa 0,2 kWh/kg, Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės viršutinio vandens rezervuaro aukštis 100 m.

$$C_{\text{ličio}} = 0.2 \text{ kWh/kg}$$

$$C_{\text{benzino}} = 4.4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$$

$$C_{\text{dujų}} = 4.9 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$$

$$C_{\text{biokuro}} = 1 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$$

$$C_{\text{urano}} = 2 \cdot 10^{13} \text{ J/kg}$$

$$C_{\text{vandens}} = \frac{mgh}{m} = 100 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1000 \text{ J/kg.}$$