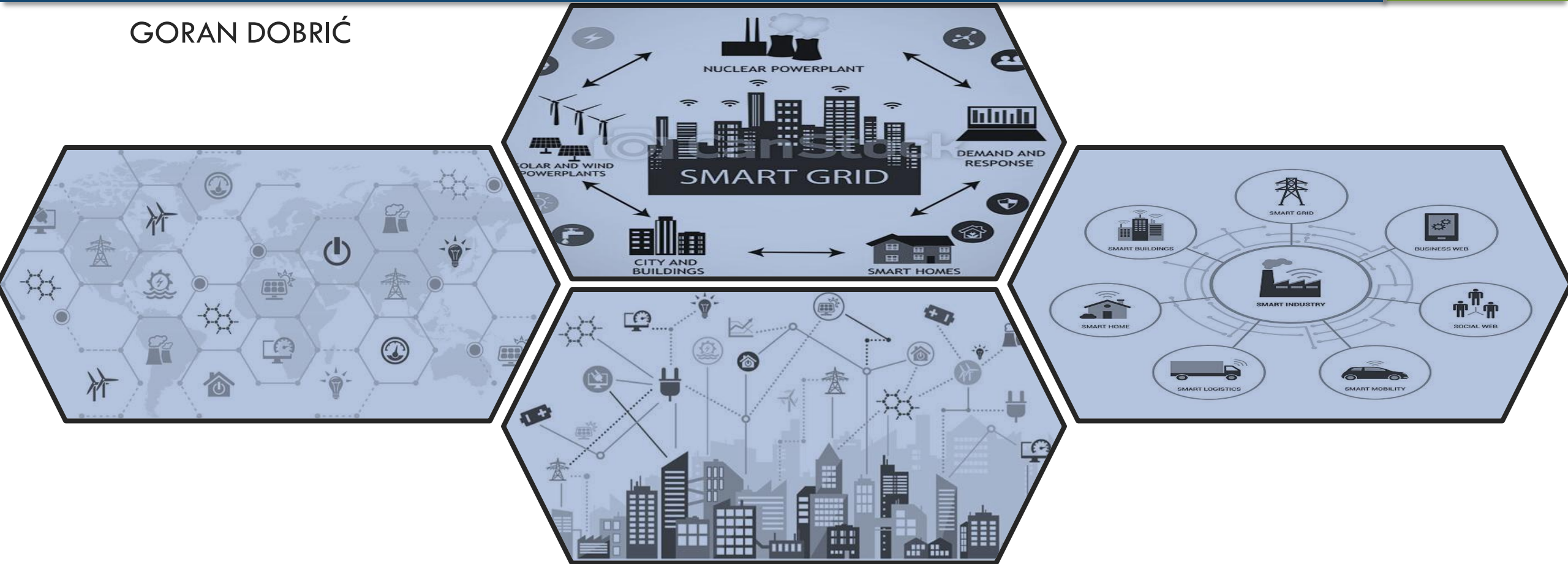


INTELIGENTNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE



ETF
BEOGRAD

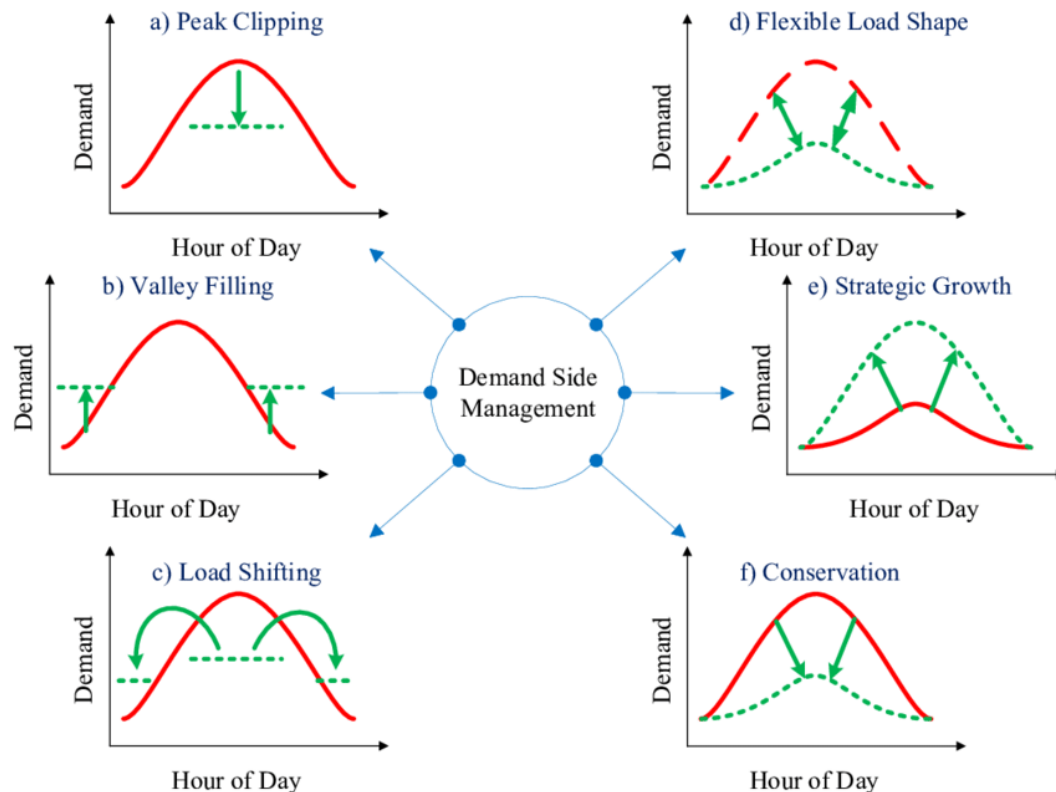
GORAN DOBRIĆ



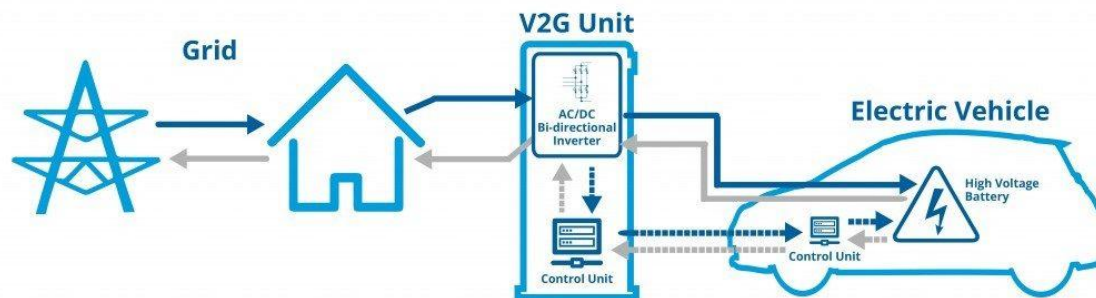
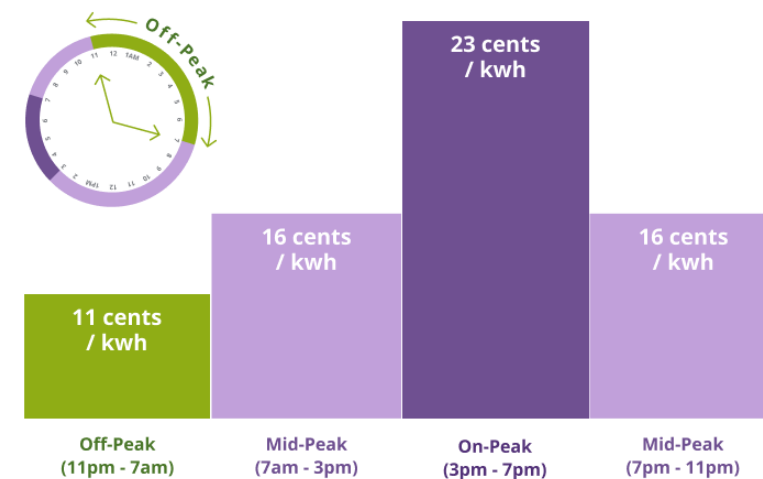
Sadržaj predmeta



- Inteligentne mreže (IEM) – Smart Grid (SG)
- Osnovni alati u IEM
- Distribuirani resursi
- **Uloga potrošača u IEM**
- Merne strukture u IEM
- Komunikacija u IEM
- Sigurnost i bezbednost IEM
- Ekonomija i tržište u IEM
- Inteligentne mikromreže



- **Definicije i primene**
- **Tarifiranje**
- **DSM i DR**
- **Upravljiva potrošnja**



- **Električna vozila i V2G**
- **Pružanje sistemskih usluga**



Podsetnik

Jednačine telegrafičara za idealan vod

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_1 \cos \beta L - j Z_c \underline{I}_1 \sin \beta L \quad \underline{I}_2 = \underline{I}_1 \cos \beta L - j \frac{\underline{U}_1}{Z_c} \sin \beta L$$

Parametri pojedinačnih namotaja tronamotajnog transformatora

$$R_1 = \frac{1}{2}(R_{12} + R_{13} - R_{23}) \quad R_2 = \frac{1}{2}(R_{12} + R_{23} - R_{13}),$$

$$R_3 = \frac{1}{2}(R_{13} + R_{23} - R_{12})$$

Parametri nesimetrične π šeme regulacionog transformatora

$$\underline{Z}_1 = \frac{t^2 \underline{Z}_T}{1-t} \quad \underline{Z}_2 = t \underline{Z}_T \quad \underline{Z}_3 = \frac{t \underline{Z}_T}{t-1}$$

Formule za padove napona

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 + \frac{P_2 R + Q_2 X}{U_2} + j \frac{P_2 X - Q_2 R}{U_2}$$

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_1 - \frac{P_1 R + Q_1 X}{U_1} - j \frac{P_1 X - Q_1 R}{U_1}$$

$$\underline{U}_2 = \frac{\underline{U}_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{\underline{U}_1}{2}\right)^2 - P_2 R - Q_2 X - \left(\frac{P_2 X - Q_2 R}{U_1}\right)^2} - j \frac{P_2 X - Q_2 R}{U_1}$$

$$\underline{U}_1 = \frac{\underline{U}_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{\underline{U}_2}{2}\right)^2 + P_1 R + Q_1 X - \left(\frac{P_1 X - Q_1 R}{U_2}\right)^2} + j \frac{P_1 X - Q_1 R}{U_2}$$

Statički koeficijenti promene snage sa promenom napona

$$P_p = C_{pU} U^{k_{pU}} \quad Q_p = C_{pQ} U^{k_{pQ}}$$

$$P_p = P_{p0} + P_{p0} k_{pU} \frac{U - U_0}{U_0} \quad Q_p = Q_{p0} + Q_{p0} k_{pQ} \frac{U - U_0}{U_0}$$

Elementi matrice admintansi nezavisnih čvorova ($[Y_{cv}]$)

$$Y_{ii} = \sum_{j=0}^N Y_{ij}^{gr} \quad (\text{na glavnoj dijagonali}) \quad Y_{ij} = -Y_{ji}^{gr} \quad (\text{van dijagonale})$$

Parametri nesimetrične π šeme regulacionog transformatora

$$\underline{Z}_1 = \frac{t^2 \underline{Z}_T}{1-t} \quad \underline{Z}_2 = t \underline{Z}_T \quad \underline{Z}_3 = \frac{t \underline{Z}_T}{t-1}$$

Formule za padove napona

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 + \frac{P_2 R + Q_2 X}{U_2} + j \frac{P_2 X - Q_2 R}{U_2}$$

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_1 - \frac{P_1 R + Q_1 X}{U_1} - j \frac{P_1 X - Q_1 R}{U_1}$$

$$\underline{U}_2 = \frac{\underline{U}_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{\underline{U}_1}{2}\right)^2 - P_2 R - Q_2 X - \left(\frac{P_2 X - Q_2 R}{U_1}\right)^2} - j \frac{P_2 X - Q_2 R}{U_1}$$

$$\underline{U}_1 = \frac{\underline{U}_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{\underline{U}_2}{2}\right)^2 + P_1 R + Q_1 X - \left(\frac{P_1 X - Q_1 R}{U_2}\right)^2} + j \frac{P_1 X - Q_1 R}{U_2}$$

Zadatak 1



Na slici je dat jednostavan model potrošačkog područja. Regulacionim transformatorom se napon potrošačkog područja održava na 11 kV. Odrediti procentualno smanjenje gubitaka električne energije na napojnom vodu, ukoliko se primeni “Load Shifting” kao što je prikazano na dijagramima ispod. Zanemariti uticaj transformatora.

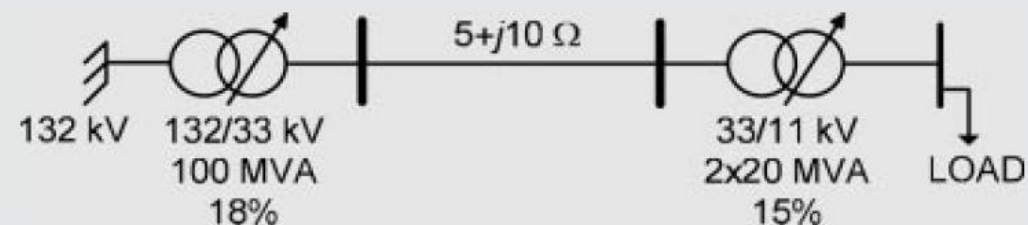
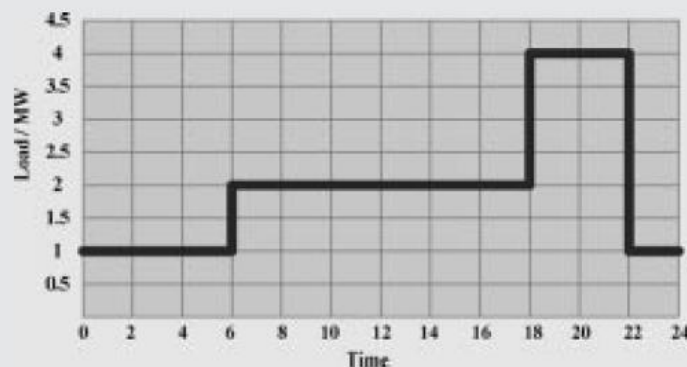
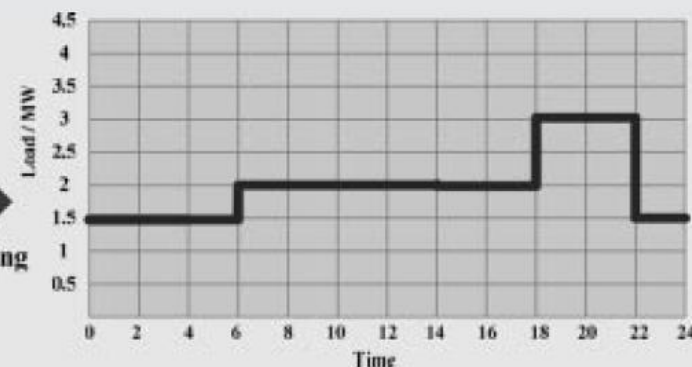


Figure 5.18 Figure for Example 5.4



Load Shifting



Zadatak 2



Data je jednačina potrebne toplotne snage da bi se regulisla unutrašnja temperatura jednog objekta. Neka je faktor toplotnog kapaciteta objekta $C=0,4 \text{ kWh/K}$, a faktor toplotnih gubitaka $L=0,06 \text{ kW/K}$.

1. Kolika je toplotna snaga potrebna da bi se temperatura održavala na 20°C u toku jednog sata?
2. Kolika je toplotna snaga potrebna da bi se temperatura spustila sa 20°C na 19°C u toku jednog sata?
3. Ako se grejanje isključi, kolika će biti temperatura u objektu nakon jednog sata?

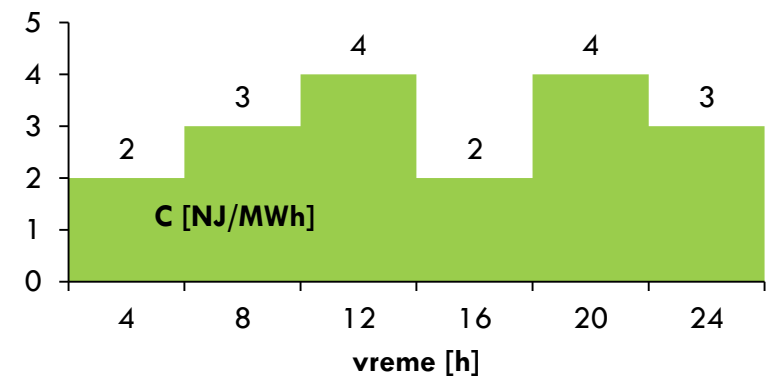
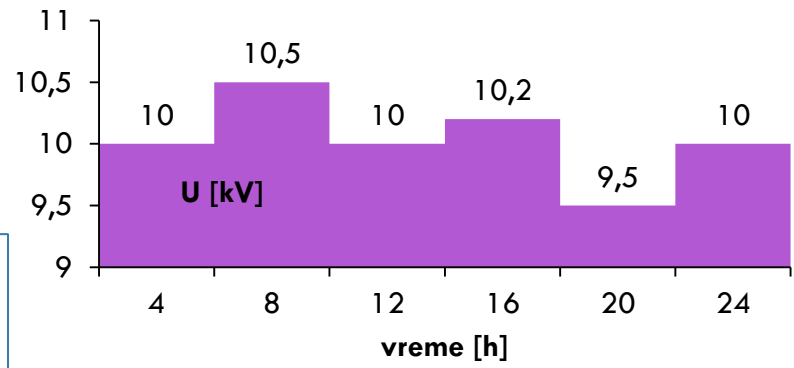
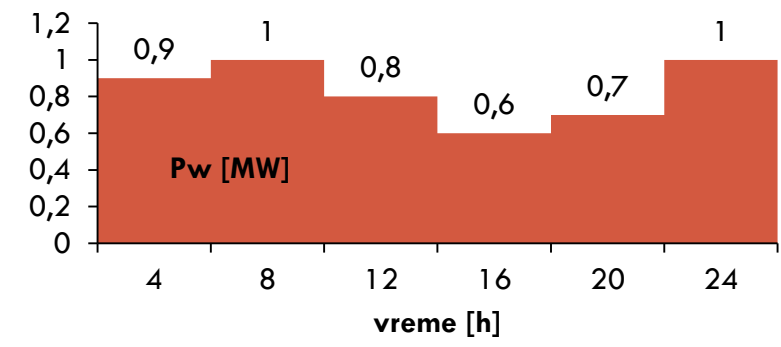
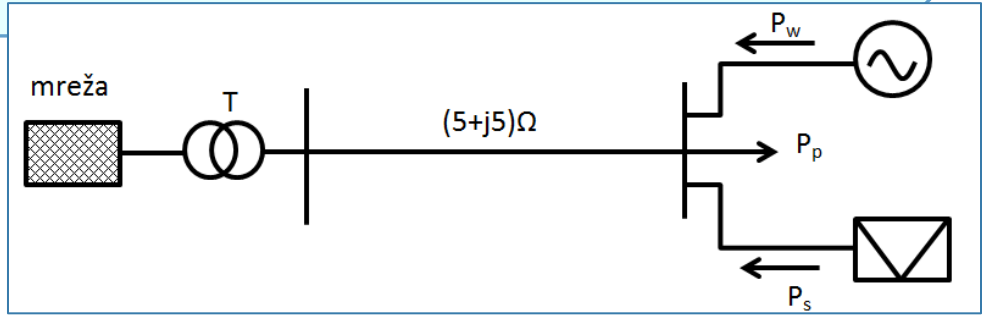
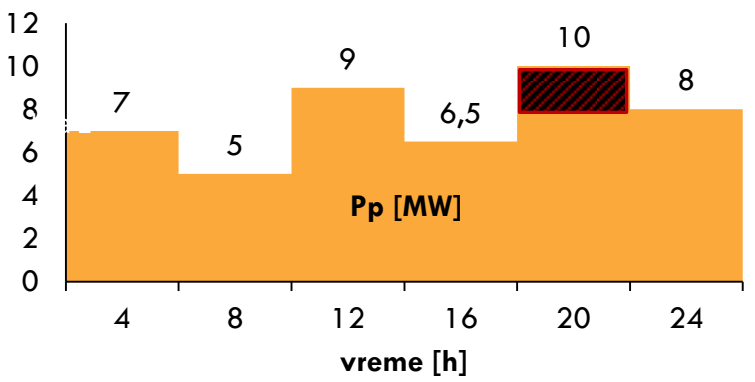
$$Q = C \frac{[\theta_H(t_1) - \theta_H(t_0)]}{[t_1 - t_0]} + L \left[\frac{\theta_H(t_1) + \theta_H(t_0)}{2} - \theta_A \right]$$



Zadatak 3

Na slici ispod je dat uprošćen model mikromreže koja se može napojiti iz eksterne mreže preko poveznog transformatora i nadzemnog voda. Dijagram proizvodnje vetrotrbine (P_w), dijagram potrošnje (P_p), dijagram napona na sabirnicama potrošnje i dijagram cene električne energije su prikazani na slikama.

Odrediti period u koji je potrebno pomeriti potrošnju koja je šrafirana (2 MW u periodu od 4 h) da bi se imala minimalna cena preuzete aktivne električne energije iz mreže u toku dana. Merno mesto je u tački priključenja transformatora na mrežu.



INTELIGENTNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE



ETF
BEOGRAD

GORAN DOBRIĆ

