

**Fakultet građevinarstva, arhitekture i  
geodezije Sveučilište u Splitu**

## **VJEŽBE 9**

### **ODABIR OPTIMALNOG PROMJERA DOVODNOG TUNELA**



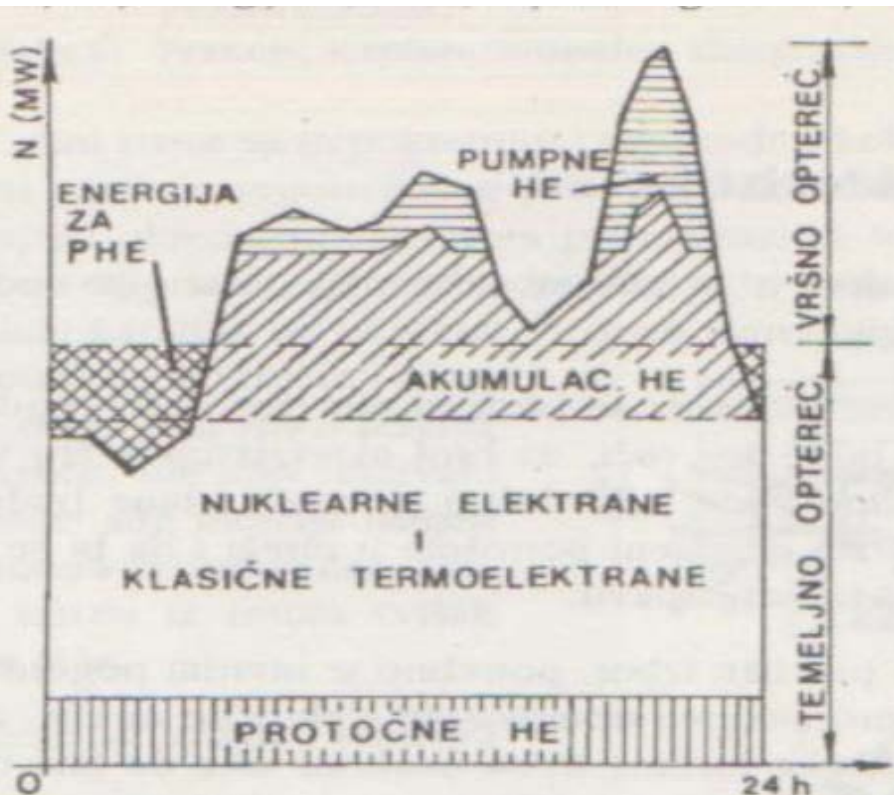
## 1. ZADATAK:

Definirati optimalni promjer dovodnog tunela za zadane protoke i norme troška.

### 1 KORAK- ODREĐIVANJE MJERODAVNIH PROTOKA

Srednji mjesečni protoci ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) na pregradnom profilu su:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
23.6	27.6	30.6	40.6	47.6	52.6	38.6	23.6	15.6	15.0	19.6	23.6



Derivacijski tip HE postrojenje radi u satima/danima/mjesecima vršne potrošnje. U ovom slučaju postrojenje radi 3100 sati godišnje.

Instalirani protok postrojenja

$$Q_i = 2.5 * Q_{sr}$$

Desettisućgodišnja velika voda

$$Q_{0.01} = 12 * Q_{sr}$$

## **SREDNJI PROTOK:**

$$Q_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_i}{12} = \frac{23.6 + 27.6 + 30.6 + 40.6 + 47.6 + 52.6 + 38.6 + 23.6 + 15.6 + 15 + 19.6 + 23.6}{12}$$

$$Q_{sr} = 29.88 \text{ m}^3/\text{s}$$

## **INSTALIRANI PROTOK:**

$$Q_i = 2.5 * Q_{sr} = 2.5 * 29.88 \text{ m}^3/\text{s} = 74.70 \text{ m}^3/\text{s}$$

## **BIOLOŠKI MINIMUM:**

$$Q_{BM} = 10 \% Q_{sr} = 0.1 * 29.88 \text{ m}^3/\text{s} = 2.99 \text{ m}^3/\text{s}$$

## **DESETTISUĆUGODIŠNJA VELIKA VODA:**

$$Q_{0.01} = 12 Q_{sr} = 12 * 29.88 \text{ m}^3/\text{s} = 358.56 \text{ m}^3/\text{s}$$

## TRAJANJE REGULIRANIH PROTOKA:

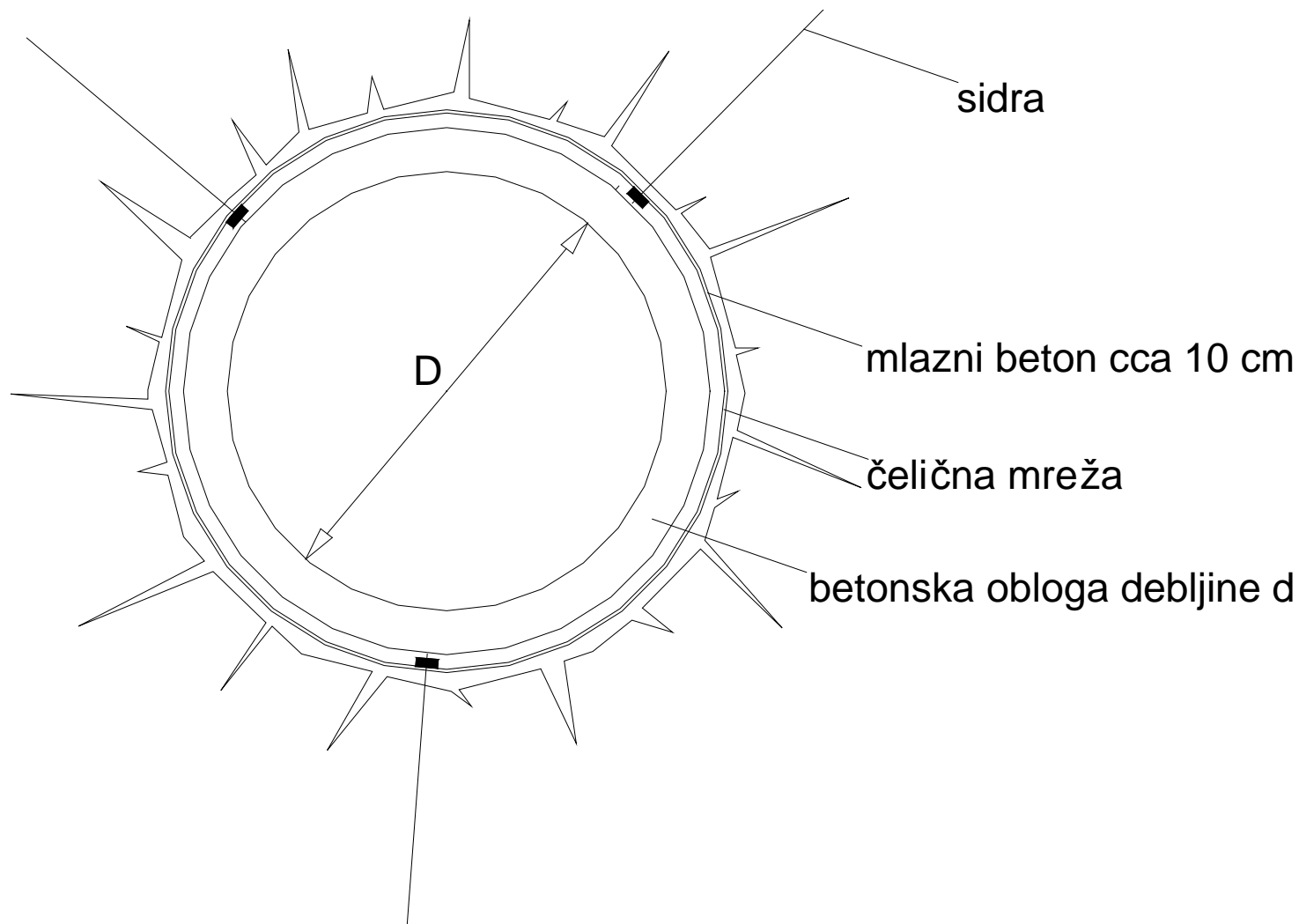
RAZRED	t (h)	Q(m <sup>3</sup> /s)
1	500,00	74,70
2	500,00	62,17
3	680,00	54,41
4	610,00	44,76
5	410,00	32,43
6	400,00	24,43
<b>Σ</b>	<b>3100,00</b>	

## MJERODAVNI PROTOK:

$$Q_{\text{MJERODAVNI}} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n Q_i^3 * \Delta T_i}{T}} = 54,89 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 2 KORAK- TROŠKOVI IZVEDBE

### KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK DOVODNOG TUNELA



**Zadane su slijedeće stavke:**

- Apsolutna hrapavost obloge tunela - 6 mm**
- Cijena iskopa tunela - 500 kuna/m<sup>3</sup>**
- Cijena mlaznog betona - 300 kuna/m<sup>2</sup>**
- Cijena adhezijskih sidara - 250 kuna/kom**
- Cijena čelične mreže - 30 kuna/m<sup>2</sup>**
- Cijena betonske obloge – 1200 kuna/m<sup>3</sup>**
- Cijena injektiranja – 66 kuna/m**
- Godišnji troškovi – 10%**
- Cijena električne energije iz alternativnog izvora – 0.35 kuna/kWh**
- Prodajna cijena električne energije 1.1 x kuna/kWh**

# KOLIČINA RADOVA:

$$D_{iskopa} = D + 2d + 0.2$$

$$V_{iskopa} = \frac{D_{isk}^2 * \pi}{4} * 1m^3$$

$$V_{RAS.ISKOPA} = V_{ISKOPA} \cdot 1,15$$

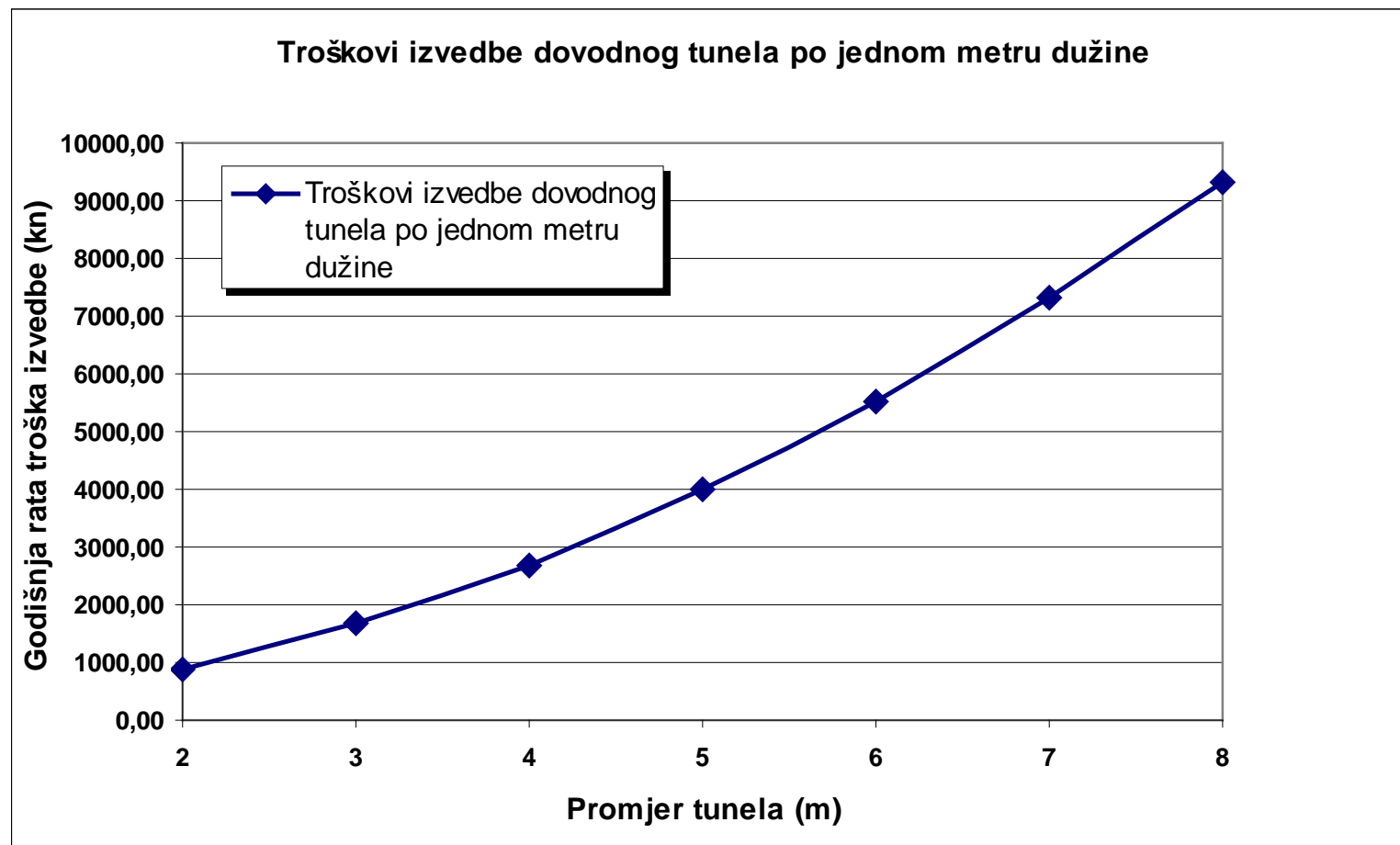
$$P_{mb} = D_{iskopa} * \pi * 1 m'$$

$$V_{bet.obloge} = d * \pi * (D+d) * 1 m'$$

$$P_{armature} = (D+2d) * \pi * 1 m'$$

D	m	2	3	4	5	6	7	8
d	m	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
D <sub>ISKOPA</sub>	m	2,6	3,8	5	6,2	7,4	8,6	9,8
V <sub>ISKOPA</sub>	m <sup>3</sup> /m'	5,31	11,34	19,63	30,19	43,01	58,09	75,43
V <sub>RAS. ISKOPA</sub>	m <sup>3</sup> /m'	6,11	13,04	22,58	34,72	49,46	66,80	86,74
V <sub>BET. OBLOGE</sub>	m <sup>3</sup> /m'	1,38	3,11	5,53	8,64	12,44	16,93	22,12
BR. SIDARA	kom/m'	2	2	2	3	3	4	4
DUŽINA INJEKTRIRANJA	m/m'	4	4	4	4	6	6	6
P <sub>MLAZNOG BETONA</sub>	m <sup>2</sup> /m'	8,17	11,94	15,71	19,48	23,25	27,02	30,79
P <sub>ARMATURE</sub>	m <sup>2</sup> /m'	7,54	11,31	15,08	18,85	22,62	26,39	30,16

TROŠKOVI (kn)	CIJENA	2	3	4	5	6	7	8	
Iskop	kn/m <sup>3</sup>	500	2654,65	5670,57	9817,48	15095,35	21504,20	29044,02	37714,82
Odvoz materijala	kn/m <sup>3</sup>	200	1221,14	2608,46	4516,04	6943,86	9891,93	13360,25	17348,82
Mlazni beton	kn/m <sup>2</sup>	300	2450,44	3581,42	4712,39	5843,36	6974,34	8105,31	9236,28
Čelična mreža	kn/m <sup>2</sup>	30	226,19	339,29	452,39	565,49	678,58	791,68	904,78
Betonska obloga	kn/m <sup>3</sup>	1200	1658,76	3732,21	6635,04	10367,26	14928,85	20319,82	26540,17
Sidra	kn/komad	250	500,00	500,00	500,00	750,00	750,00	1000,00	1000,00
Injektiranje	kn/m'	66	264,00	264,00	264,00	264,00	396,00	396,00	396,00
<b>SUMA</b>	<b>kn/m'</b>		<b>8975,18</b>	<b>16695,96</b>	<b>26897,34</b>	<b>39829,32</b>	<b>55123,90</b>	<b>73017,09</b>	<b>93140,87</b>
<b>GODIŠNJA RATA</b>	<b>kn/m'</b>		<b>897,52</b>	<b>1669,60</b>	<b>2689,73</b>	<b>3982,93</b>	<b>5512,39</b>	<b>7301,71</b>	<b>9314,09</b>





### 3. KORAK - HIDRAULIČKI PRORAČUN ZA STACIONARNO STANJE

$$V = \frac{Q}{A} \text{ (m/s)}$$

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,14 - 2 \log \left( \frac{\varepsilon}{D} + \frac{9,35}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

$$\Delta H = \frac{\lambda \cdot L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (L = 1,0 \text{ m})$$

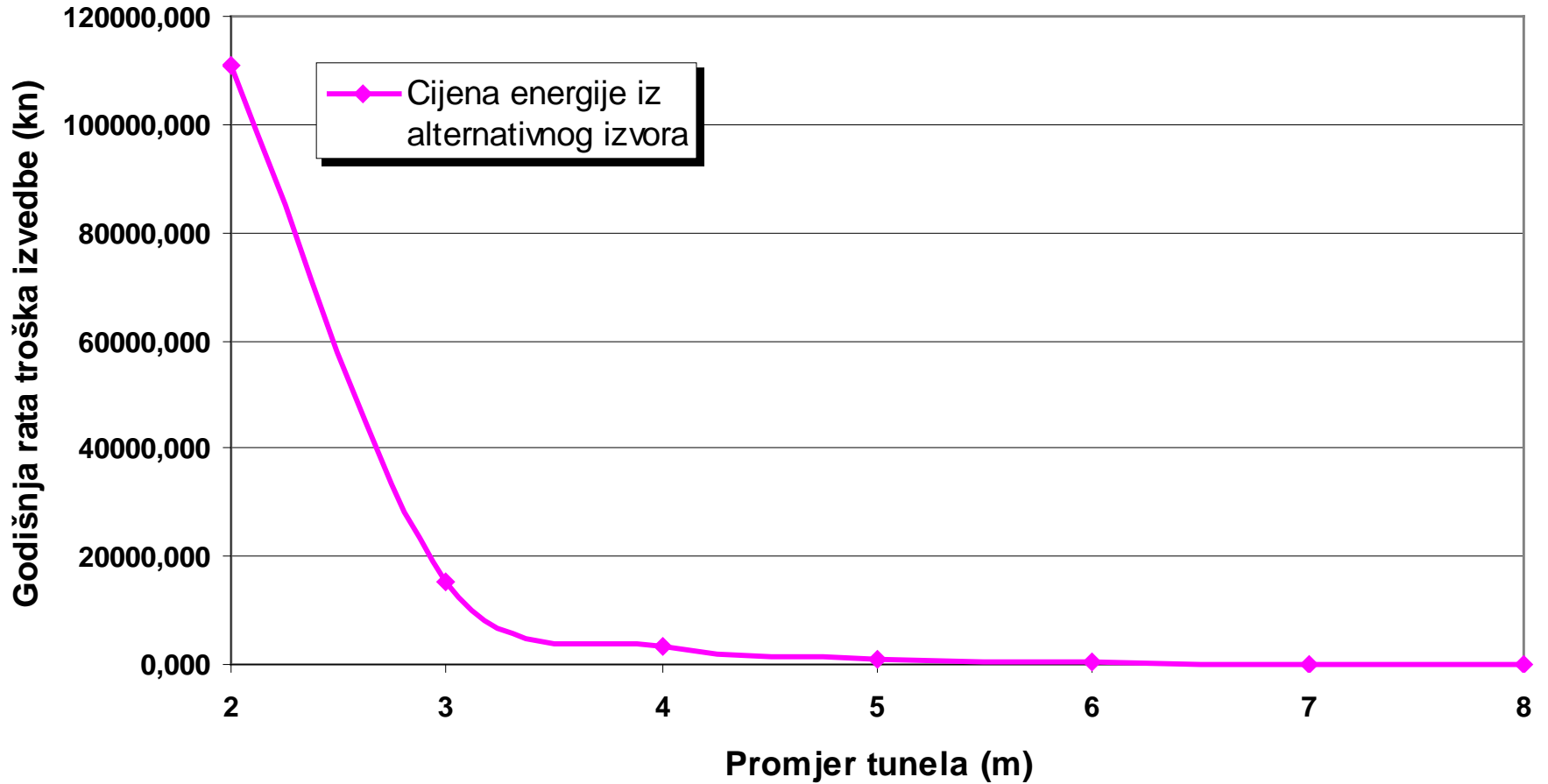
$$\Delta N = \rho \cdot Q_{mj} \cdot g \cdot \Delta H \cdot \eta \quad (\eta = 0,85)$$

$$\Delta E = \Delta N \cdot t$$

$$C_1 = 1.1 * 0.35 * \Delta E \quad (\text{Cijena alternativnog izvora})$$

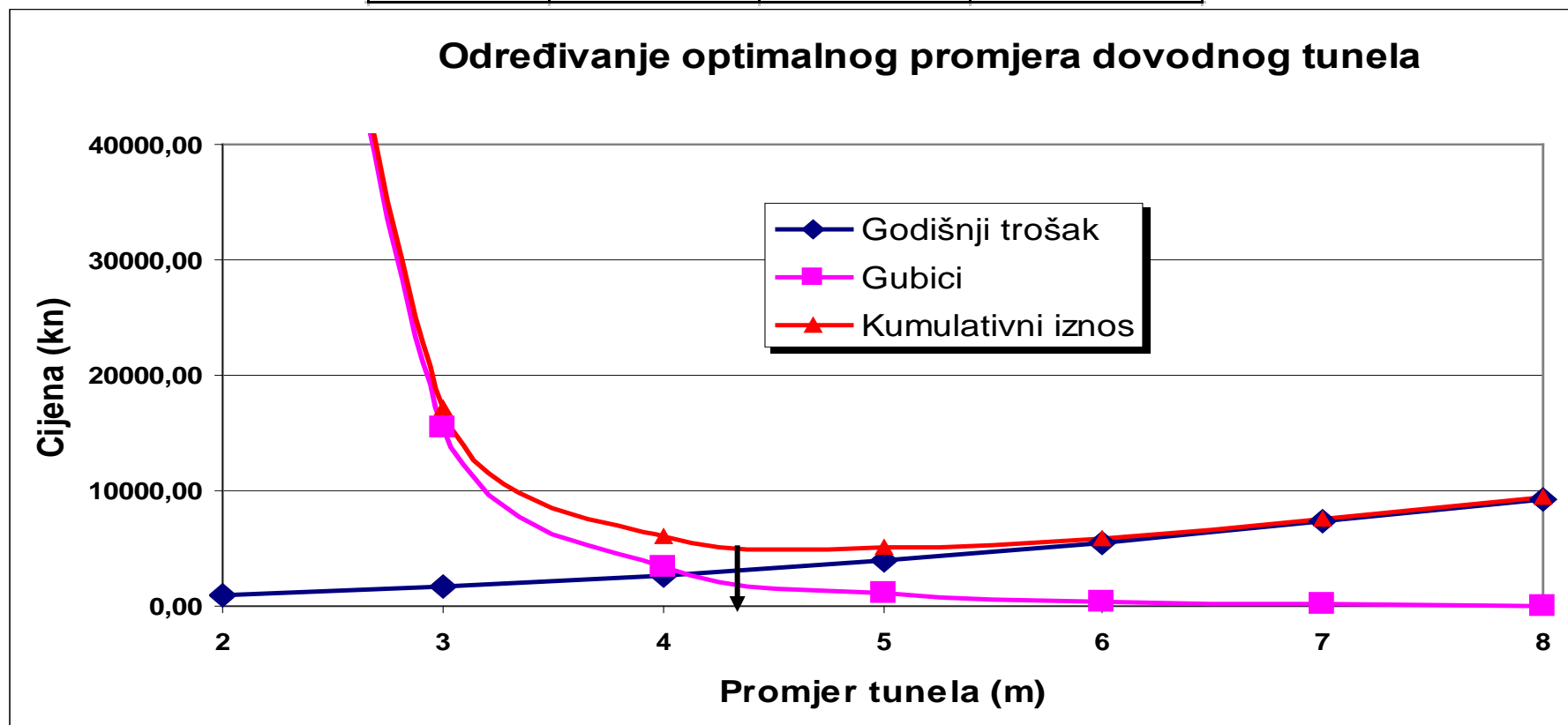
Q(m <sup>3</sup> /s)	D (m)	V (m/s)	Re	ε	ε/D	lambda <sub>PR</sub>	lambda <sub>IZR</sub>	ΔH (m)	N (kW)	E (kWh)	C (kn)
54,89	2	17,472	30652683,6	0,006	0,003	0,026139	0,026139	0,203	93,074	288529,049	111083,684
54,89	3	7,765	20435122,4	0,006	0,002	0,023404	0,023404	0,024	12,911	40023,535	15409,061
54,89	4	4,368	15326341,8	0,006	0,0015	0,021719	0,021719	0,005	2,843	8813,969	3393,378
54,89	5	2,796	12261073,4	0,006	0,0012	0,020538	0,020538	0,002	0,881	2731,114	1051,479
54,89	6	1,941	10217561,2	0,006	0,001	0,019647	0,019647	0,001	0,339	1049,957	404,234
54,89	7	1,426	8757909,6	0,006	0,000857	0,018941	0,018941	0,000	0,151	468,322	180,304
54,89	8	1,092	7663170,9	0,006	0,00075	0,018363	0,018363	0,000	0,075	232,876	89,657

## Cijena energije iz alternativnog izvora



## 4. KORAK – OPTIMIZACIJA TROŠKOVA IZGRADNJE I GUBITAKA

D (m)	G.T (kn)	C (kn)	G.T. + C (kn)
2	897,52	111083,684	111981,202
3	1669,60	15409,061	17078,657
4	2689,73	3393,378	6083,112
5	3982,93	1051,479	5034,411
6	5512,39	404,234	5916,624
7	7301,71	180,304	7482,013
8	9314,09	89,657	9403,745



Iz slike se očitava da je optimalni promjer dovodnog tunela 4,30 metara.