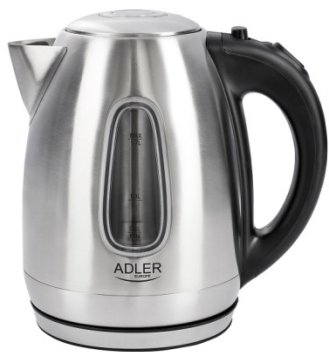


TOPLINSKI UČINCI ELEKTRIČNE STRUJE

PRIJELAZ ELEKTRIČNE U TOPLINSKU ENERGIJU

- Znamo da električna energija može prelaziti u druge oblike energije, pa tako i u toplinsku.
- Gdje se taj prijelaz iz električne u toplinsku energiju vrši?



PRIJELAZ ELEKTRIČNE U TOPLINSKU ENERGIJU

- Kako je džul jedinica za sve oblike energije, tako jedan džul električne energije daje jedan džul toplinske energije.
- Danas se još uvijek u praksi toplinska energija mjeri u **kalorijama**.
- Postavlja se pitanje koliko kalorija toplinske energije daje jedan džul električne energije

TOPLINSKI EKVIVALENT ELEKTRIČNE ENERGIJE

- Da bi znali toplinski ekvivalent električne energije moramo obaviti pokus.
- Ako bi stavili određenu količinu vode (sa nekom početnom temperaturom) u električno kuhalo vode (određene jakosti i napona) koje će raditi neko određeno vrijeme dobili bi neku konačnu temperaturu vode.
- U ovom slučaju utrošena električna energija u džulima (vat-sekundama) će biti:

$$W = U * I * t$$

TOPLINSKI EKVIVALENT ELEKTRIČNE ENERGIJE

- Iz povišenja temperature vode možemo odrediti dobivenu toplinsku energiju u kalorijama:

$$Q = m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

gdje je

- Q . . . količina topline (cal)
- m . . . količina vode (g)
- c . . . specifična toplina vode (cal/g °C)
- ϑ_1 . . . početna temperatura vode (°C)
- ϑ_2 . . . konačna temperatura vode (°C)

- Ma koliku uzeli količinu vode, jakosti struje, napona ili vremena vrijednost omjera Q/W bit će uvijek ista.
- Ona je uvijek **0,24**
- **Iz jednog džula električne energije dobijamo 0,24 kalorije topline.**
- Taj broj zove se **toplinski ekvivalent električne energije.**

JOULEOV ZAKON

- U eksperimentu količina utrošene energije dana je formulom $W = U * I * t$.
- Kako je električna energija pretvorena u toplinsku energiju imamo da je $W = Q$:

$$Q = U * I * t$$

- Ako želimo dobiti količinu temperature u gramkalorijama (cal) onda moramo pomnožiti sa toplinskim ekvivalentom:

$$Q = 0,24 * U * I * t$$

- Količina topline koja nastaje u nekom otporu razmjerna je s jakošću struje, naponom i vremenom.
- Gornja formula i definicija daju nam **Jouleov zakon**.

ZADACI

1. Koliko toplinske energije nastane ako električnu ploču grijemo 5 minuta sa strujom jakosti 4A i napona 220V ?
2. Koliko kalorija topline nastane u grijalici za 10 minuta pri naponu 220V i jakosti struje 2A ?
3. Koliki je napon električnog grijala ako grijalo u vremenu od 4 minute proizvede 96 kJ topline pri jakosti struje 2A ?
4. Kolika je jakost struje grijalice ako ista u 6 minuta proizvede 38 kcal topline pri naponu od 220V ?
5. Koliko vremena treba električnom kuhalu da pri naponu 220V i struji 5A proizvede 20 kcal topline?
6. Koliko topline nastane u otporu od 50Ω ako kroz njega teče struja jakosti $4,5\text{A}$ za vrijeme od 15 minuta?
7. Koliko topline nastane u otpuru od 100Ω pri naponu od 220V kroz 10 minuta?

TERMIČKA KORISNOST

- Pri prenošenju dobivene topline na stvari koje želimo zagrijati dolazi do gubitaka.
- Uslijed čega se gubi energija?
 - Uslijed zračenja, strujanja i prelaženja topline na okolinu.
- O čemu ovise toplinski gubici?
 - O toplinskoj izolaciji i konstrukciji uređaja
- Odnos između količine topline koja je u nekom uređaju prenesena na grijanu tvar i količine topline koja je dobivena iz električne energije zove se **termička korisnost**:

$$\eta_t = \frac{Q_d}{Q}$$

TERMIČKA KORISNOST

- Ako umjesto Q uvrstimo izraz iz Jouleova zakona dobijemo:

$$\eta_t = \frac{Q_d}{0,24 \cdot I \cdot U \cdot t}$$

gdje je η_t . . . termički stupanj učinka

Q_d . . . količina topline prenesena na tvar (cal)

I . . . jakost struje (A)

U . . . električni napon (V)

t . . . vrijeme (s)

- **Termička korisnost je i kod najboljih elektrotoplinskih uređaja uvijek manja od 1.**
- PRIMJER: Kolika treba biti snaga električnog kuhala da se na njemu 5 litara vode ugrije od 15°C na 100°C kroz vrijeme od 30 minuta ako je termička korisnost kuhala 0,8?

PREDNOSTI ELEKTROTOPLINSKIH UREĐAJA

- Koje su prednosti električnog stvaranja topline prema ostalim vrstama zagrijavanja?
 - Jednostavnost konstrukcije
 - Vrlo velika korisnost
 - Lako reguliranje topline
 - Održavanje temperature
 - Nema otpadnih materijala pri zagrijavanju
 - Malo zauzimanje prostora
 - Čiste prostorije

ZADACI

1. Koliku količinu topline daje električno grijalo snage 2500W za vrijeme 2 sata i 36 minuta?
2. Električni bojler treba zagrijati 50 litara vode od 10°C na 85°C . Koliko treba utrošiti energije (u kWh) ako je korisnost bojlera 0,87?
3. Kolika je snaga elektrotoplinskog uređaja koji za 10 minuta može ugrijati 80 litara vode od 20°C na 30°C ?
4. Kolika je korisnost električnog bojlera od 1200W ako za 8 sati ugrije 100 l vode od 20°C na 90°C ?
5. U nekom električnom grijalu treba ugrijati 120kg ulja sa 20°C na 115°C . Koliko treba pri tome utrošiti el. energije ako je korisnost grijala 0,8, a specifična toplota ulja $0,5\text{ kcal/kg }^{\circ}\text{C}$?

ZADACI

6. Električnim otporom od 50Ω treba 15l vode ugrijati sa 18°C do ključanja. Ako je priključeni napon 220V, kolika je jakost struje? Koliko je vremena potrebno da vode počne ključati ako su toplinski gubici 12%?
7. Električno trošilo ima otpor od 40Ω i priključeno je na napon od 220V. Koliko se litara vode može tim grijalom ugrijati sa 20°C do vrenja ako je grijalo uključeno 20 minuta?

PRORAČUN VODOVA

PRORAČUN VODOVA

- Iz formule Jouleova zakona vidimo da toplina nastaje u svakom otporu kroz koji prolazi struja.
- Osim u elektrotoplinskim uređajima (gdje je zagrijavanje poželjno i potrebno), moguće je zagrijavanje i drugih dijelova strujnog kruga:
 - vodovi
 - sklopke
 - utičnice...
- Zagrijavanje ovih dijelova strujnog kruga predstavlja:
 - gubitak energije
 - opasnost po samu instalaciju i njezinu okolinu

PRORAČUN VODOVA

- Uzroci zagrijavanja jesu preveliki otpori u vodovima:
 - mali presjek vodova
 - loš materijal vodova
 - loše izvedeni spojevi
 - oksidirana spojna mjesta
 - olabavljeni spojevi
- Zagrijavanje će biti to veće što je vodljivost manja.
- Da ne dođe do prejakog zagrijavanja vodova, gustoća struje u njima ne smije preći dozvoljenu granicu.
- **Gustoća struje** je omjer jakosti struje i presjeka vodiča (A/mm^2)

PRORAČUN VODOVA

- Koliko smije biti opterećenje pojedinih vrsta vodova određuju elektrotehnički propisi u tablici:

Presjek bakrenog vodiča (mm ²)	Najveće dozvoljeno trajno opterećenje (A)			Primjedba
	Vodič I	Vodič II	Vodič III	
0,75	—	10	10	Vodiči I su cijevni vodovi (npr. GM, PM, GO) i vodiči položeni u cijevi (G, P)
1	6	10	15	
1,5	10	15	20	
2,5	15	20	25	
4	20	25	35	
6	25	35	50	Vodiči II su vodovi slični kabelu, oklopljeni vodovi, višezilni vodovi za priključak pokretnih trošila i sl.
10	35	50	60	
16	50	60	80	
25	60	80	100	
35	80	100	125	
50	100	125	160	Vodiči III su slobodni jednožilni vodovi, jednožilni vodovi za priključak pokretnih trošila, goli vodiči do 50 mm ² i sl.
70	—	160	200	
95	—	200	225	
120	—	225	260	
150	—	260	300	

- PRIMJER: Koliki mora biti presjek golog bakrenog voda kroz koji prolazi trajna struja od 45A?

PRORAČUN VODOVA

- Prije postavljanja nekog el. voda treba izvršiti proračun istog, tj. **odrediti potrebnu površinu njegova presjeka.**
- On ne smije biti prevelik. Zašto?
 - nepotrebno poskupljivanje instalacije
- Ako je premali može doći do:
 - prejakog zagrijavanja
 - prevelikog pada napona
 - mehaničkog kidanja voda

POSTUPAK PRI PRORAČUNU VODOVA

- Da bi pristupili proračunu voda potrebni su nam osnovni podaci:
 - kolika će ukupna struja teći kroz vod
 - kakve ćemo vrste vodova upotrebljavati i kako će biti ugrađeni
 - kolika je duljina voda od električnog brojila (izvora struje)
 - koliki je dozvoljeni pad napona

POSTUPAK PRI PRORAČUNU VODOVA

- Presjek voda određujemo s obzirom na pojedine zahtjeve.
 - 1. Presjek voda s obzirom na zagrijavanje**
 - određujemo prema tablici sa 16. slajda na osnovi jakosti struje i vrste voda
 - 2. Presjek voda s obzirom na pad napona**
 - prema propisima pad napona ne smije biti veći od:
 - 2% od električnog brojila do rasvjetnog mjesta
 - 5% za ostale potrošače
 - 3. Presjek voda s obzirom na mehaničku čvrstoću**
 - Tablica na sljedećem slajdu prikazuje nam najmanje dozvoljene presjeke bakrenih vodiča (s obzirom na mehaničku čvrstoću)

POSTUPAK PRI PRORAČUNU VODOVA

Najmanji presjeci bakrenih vodiča
(s obzirom na mehaničku čvrstoću)

Vodiči u svjetiljkama i na njima	0,75 mm ²
Potezni vodovi, pleteni i okrugli sobni vodovi, obični, laki i srednji radionički vodovi	0,75 mm ²
Ostali pokretni vodiči	1 mm ²
Stalno položeni vodiči	1,5 mm ²
Vodovi slični kabele i kabele	1,5 mm ²
Izolirani vodovi kućnog priključka višekatnih zgrada do brojila . .	6 mm ²
Izolirani i goli vodiči u zgradama i na slobodnom s rasponom do 20 m	4 mm ²
Vodiči za nadzemne vodove s naponom do 1 kV i s rasponom do 35 m	6 mm ²
Vodiči nadzemnih vodova visokog napona	10 mm ²

POSTUPAK PRI PRORAČUNU VODOVA

- **PRIMJER:** Elektromotor istosmjerne struje od 3 KS (220V) treba priključiti bakrenim vodom koji je izoliran polivinilom, a položen u cijevi. Koliki mora biti njegov presjek ako je duljina 180 m, a pad napona ne smije biti veći od 5%?

- a) Treba iz snage motora izračunati jakost struje:

$$P = 3 \text{ KS} = 2,208 \text{ kW} = 2208 \text{ W} \quad I = \frac{P}{U} = \frac{2208}{220} = 10,03 \text{ A} = 10 \text{ A}$$

- b) Presjek voda s obzirom na zagrijavanje određujemo prema tablici sa 16. slajda (I. grupa vodova, zadana struja 10A - $S = 1,5 \text{ mm}^2$)
- c) Presjek voda s obzirom na pad napona:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{0,0175 \cdot 360}{1,5} = 4,2 \Omega \quad u = I \cdot R = 10 \cdot 4,2 = 42 \text{ V}$$
$$u (\%) = \frac{u \cdot 100}{U} = \frac{42 \cdot 100}{220} = 19,1 \%$$

POSTUPAK PRI PRORAČUNU VODOVA

- Vidimo da je pad napona četiri puta prevelik.
 - treba otpor smanjiti četiri puta
 - to postizemo tako da četiri puta povećamo presjek
 - uzmimo iz tablice presjek $S = 6 \text{ mm}^2$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{0,0175 \cdot 360}{6} = 1,05 \Omega \quad u = I \cdot R = 10 \cdot 1,05 = 10,5 \text{ V}$$

$$u (\%) = \frac{u \cdot 100}{U} = \frac{10,5 \cdot 100}{220} = 4,8\%$$

- Presjek voda s obzirom na mehaničku čvrstoću:
 - prema tablici sa 20. slajda vidimo da je presjek od 6 mm^2 dovoljan i za mehaničku čvrstoću

ZADACI

1. Odredite presjek bakrenog oklopljenog voda kojim treba spojiti 45 metara udaljeno trošilo snage 2 kW za izvor struje napona 110V. Pad napona ne smije biti veći od 2%.
2. Ručnu bušilicu treba spojiti radioničkim priključnim vodom na 220V koji je udaljen 10 metara. Koliki mora biti presjek vodiča ako je snaga 250W, a pad napona ne smije biti veći od 5%?
3. Koliki mora biti presjek bakrenog izoliranog voda položenog u cijev ako njime napajamo elektromotor od 10KS/220V?
4. Oklopljenim bakrenim vodom napajamo 300 m udaljenu električnu peć od 10kW strujom napona 220V. Koliki mora biti presjek voda, ako pad napona ne smije prijeći 3%?