

ELEKTROINŽENJERSKI PRIRUČNIK  
Neven Srb

*Izdavač*  
Kigen d.o.o., Zagreb

*Za izdavača*  
Erna Lojna Lihtar

*Urednik*  
Nenad Lihtar

*Recenzenti*  
mr.sc. Miljenko Đukić  
Lino Fučić, dipl.ing.

*Grafički urednik*  
Krešo Godina

*Izrada slika i prijelom*  
Davor Đurinić

*Grafičko oblikovanje*  
PL Studio d.o.o., Zagreb

*Oblikovanje naslovnice*  
Krešo Godina

*Tisak*  
Grafički zavod Hrvatske d.o.o., Zagreb

*Ni jedan dio ove knjige ne smije se kopirati i  
umnožavati bez prethodne suglasnosti Izdavača.*

*ISBN*  
978-953-6970-40-7

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu  
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu  
pod brojem 649177.

*Biblioteka*  
Elektrotehničko društvo Zagreb

Neven Srb

# Elektroinženjerski priručnik



Zagreb, listopad 2007.

## Predgovor

EI priručnik nema svoj uzor ni u domaćim niti u stranim elektrotehničkim priručnicima. On ukazuje na potrebu projektnog inženjerskog pristupa zadacima i na nužnost uvažavanja prirode i suradnje elektroinženjera s inženjerima drugih struka a napose sa zakonodavstvom. U EI priručniku se osim električarskih poglavlja nalaze i poglavlja: *Zaštita okoliša; Iniciranje, priprema, izvedba i uspješnost projekta; Građevno-tehnička regulativa za strukovno područje elektrotehnike; Pitanja iz građevno-tehničke regulative, zaštite na radu i zaštite od požara za elektroinženjere i druga pitanja za elektroinženjere; Normizacija i CE oznaka na proizvodima.*

EI priručnik u svom prvom izdanju nije mogao obuhvatiti sva područja elektrotehnike. U njemu se osim općih podataka u poglavljima *Fizikalne veličine i mjerne jedinice; Osnove matematike; Osnove fizike; Osnove kemije; Osnove elektrotehnike i Materijali nalaze i poglavlja Komponente elektrotehničkih proizvoda; Elektrokemijski izvori napona; Transformatori; Rotacijski električni strojevi; Elektromotorni pogoni i Električne instalacije.*

Približavanjem Republike Hrvatske Europskoj Uniji otvaraju se velike šanse našim elektroinženjerima, ali se pred njih postavljaju i novi zadatci posebno u području električnih instalacija.

U poglavlju Stručno usavršavanje elektroinženjera prikazani su rezultati prve godine obrazovanja i stručnog usavršavanja elektroinženjera u EDZ-u prema Pravilniku o stručnom ispitu i usavršavanju znanja osoba koje obavljaju poslove graditeljstva (NN 82/2005).

EI priručnik upućuje elektroinženjere također na nužnost redovitog praćenja i aktivne suradnje u procesu normizacije.

Dio tekstova u EI priručniku koji se odnosi na tehničku regulativu podlozan je čestim promjenama i nadopunama. Zato je odlučeno da se EI priručnik tiska češće u kraćim vremenskim intervalima i u ograničenim manjim nakladama. Tako će se u svakom izdanju nalaziti trenutno aktualni podatci. Modularna izvedba priručnika prilagođena je tim zahtjevima.

Latinske izreke u knjizi uspomena su na mog profesora latinskog jezika u Karlovačkoj gimnaziji gospodina Ivana, Albina Del Toso.

Zahvaljujem nakladničkoj kući Kigen koja je omogućila kvalitetnu opremu priručnika i tvrtkama koje su svojim oglasima povećale njegovu praktičnu vrijednost pri izboru i nabavi pojedinih elektrotehničkih proizvoda.

Nadam se dobrom prijemu EI priručnika kod naših elektroinženjera i tehničara. Cijenjenim čitaocima bit ću zahvalan na upozorenjima glede eventualnih pogrešaka i na sugestijama oko proširenja priručnika.

Autor



*Knjigu posvećujem svojem unuku Luki, koji se čudi dostignućima elektrotehnike oko sebe.*



# Sadržaj

<b>1</b>	<b>Uvodni podatci</b>	
1.1	Popis oznaka	I
1.2	Abecedno kazalo pojmova	IV
<b>A</b>	<b>Zaštita okoliša</b>	
A1	Kvaliteta života	A/1
A2	Zaštita okoliša	A/1
	A2.1 Zaštita okoliša na dužu stazu	A/3
	A2.2 Ekološka uporaba proizvoda i otpada	A/5
	A2.3 Aspekti okoliša u normama za proizvode i postrojenja	A/6
A3	Rast stanovništva	A/7
A4	Energija, industrija, promet, građevine i profit	A/8
<b>B</b>	<b>Iniciranje, priprema, izvedba i uspješnost projekta</b>	
B1	Općenito o projektu	B/1
	B1.1 Pokretanje projekta	B/1
	B1.2 Ciljevi projekta	B/1
	B1.3 Podjela ciljeva projekta	B/1
	B1.4 Uzroci neuspjeha projekta	B/2
	B1.5 Vrste projekta	B/2
	B1.6 Etape/faze projekta	B/2
	B1.7 Planovi projekta	B/4
	B1.8 Kontrola projekta	B/5
	B1.9 Revizija projekta	B/5
B2	Organizacija projekta	B/6
	B2.1 Projektna kultura	B/6
	B2.2 Projektni tim	B/7
B3	Projektna organizacijska struktura	B/8
B4	Komunikacija	B/10
B5	Projektni informacijski sustav	B/11
B6	Vodenje projekta	B/12
	B6.1 Voditelj projekta	B/12
	B6.2 Ključni suradnici na projektu	B/12
	B6.3 Preporučljive osobine voditelja projekta	B/13
	B6.4 Školovanje i karijera voditelja projekta	B/13
	B6.5 Odnosi između voditelja projekta i poslovnih funkcija	B/13
	B6.6 Ocjenjivanje projekta	B/14
B7	Strategija i projekti	B/15
	B7.1 Vrste i razine strategija	B/15
	B7.2 Ostvarenje strategije pomoću projekta	B/16
B8	Izrada elaborata za pokretanje projekta	B/16
	B8.1 Sadržaj elaborata za pokretanje projekta	B/17
B9	Principi inženjerske ekonomije	B/20
B10	Definicije	B/21
<b>C</b>	<b>Građevinsko-tehnička regulativa za strukovno područje elektrotehnike</b>	
C1	Osnove građevinske regulative	C/1
	C1.1 Gradnja građevina	C/1
	C1.2 Prostorno uređenje	C/1

C1.3	Komunalno gospodarstvo	C/1
C1.4	Normizacija	C/1
C1.5	Obvezni odnosi u graditeljstvu	C/1
C1.6	Upravno postupanje i uredsko poslovanje	C/1
C2	Tehnička regulativa	C/1
C2.1	Opća tehnička regulativa	C/1
C3	Poslovi ispitivanja i potvrđivanja sukladnosti u graditeljstvu	C/4
C3.1	Opća tehnička regulativa	C/4
C4	Regulativa zaštite osoba, okoliša, materijalnih i kulturnih dobara	C/4
C4.1	Zaštita od požara	C/4
C4.2	Zaštita na radu	C/4
C4.3	Zaštita od ionizirajućih i neoinizirajućih zračenja i drugi zahtjevi higijene, zdravlja i zaštite okoliša	C/5
C4.4	Zaštita i očuvanje kulturnih dobara i prirode	C/5
<b>D Pitanja za polaganje stručnog ispita iz elektrotehničke struke i druga pitanja za elektroinženjere</b>		
D1	Osnove građevinske regulative	D/1
D1.1	Zakon o gradnji	D/1
D1.2	Pravilnik o uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika	D/2
D1.3	Zakon o prostornom uređenju, Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju	D/2
D1.4	Zakon o obveznim odnosima	D/2
D2	Tehnička regulativa	D/3
D2.1	Opća elektrotehnička regulativa	D/3
D3	Telekomunikacije i radijske komunikacije	D/13
D4	Zaštita na radu i zaštita od požara	D/16
D4.1	Zaštita na radu	D/16
D4.2	Zaštita od požara	D/16
D5	Mjerne jedinice i mjerila	D/18
<b>E Normizacija i sigurnost proizvoda</b>		
E1	Normizacija	E/1
E1.1	Međunarodna normizacija	E/1
E1.2	Europski normizacijski dokumenti	E/1
E1.3	Veza između IEC i CENELEC	E/1
E1.4	Hrvatska nacionalna normizacija	E/3
E2	CE – oznaka na proizvodima	E/5
E2.1	Zahtjevi kupca	E/6
E2.2	Što je znak sukladnosti CE?	E/6
E2.3	Treba li naš proizvod imati znak sukladnosti?	E/7
E2.4	Koraci na putu do znaka CE	E/7
E2.5	Pogreške u svezi sa znakom CE	E/9
E2.6	Nacionalne certifikacijske oznake	E/9
<b>F Fizikalne veličine i mjerne jedinice</b>		
F1	Fizikalne veličine	F/1
F2	Zakonite mjerne jedinice	F/2
F2.1	Definicije osnovnih jedinica SI	F/2
F3	Neke od jedinica kojima je zakonitost prestala 31. prosinca 1980	F/8
F4	Neke fizikalne veličine i pripadne jedinice iz područja elektromagnetizma	F/9



F5	Pretvaranje jedinica egs sustava u jedinice SI sustava	F/12
F6	Međusobni odnosi nekih zakonskih i nezakonskih jedinica	F/12
<b>G Osnove matematike</b>		
G1	Matematički znakovi	G/1
G2	Važnije konstante	G/2
G3	Algebra	G/3
G4	Geometrija	G/5
G5	Trigonometrija	G/9
<b>H Osnove fizike</b>		
H1	Mehanika	H/1
H2	Čvrstoća	H/3
H3	Toplina	H/9
H4	Vrijednosti važnijih osnovnih fizikalnih konstanti	H/11
<b>I Osnove kemije</b>		
I1	Kemijski elementi	I/1
I2	Elektrokemijski ekvivalenti	I/4
<b>J Osnove elektrotehnike</b>		
J1	Elektricitet	J/1
J2	Električni otpor	J/1
J3	Napon i struja	J/2
J4	Elektrokemijski napon	J/3
J5	Termonapon	J/4
J6	Ohmov zakon	J/5
J7	Kirchhoffovi zakoni	J/5
J8	Serijski i paralelni spoj	J/6
J9	Vodič kojim teče struja u magnetskom polju	J/7
J10	Sile među vodičima kojima teku struje	J/8
J11	Djelovanje sile na pokretne nosioce naboja	J/8
J12	Elektromagnetska indukcija	J/9
J13	Izmjenični napon i izmjenična struja	J/9
J14	Svitak i kondenzator u krugu izmjenične struje	J/11
J15	Trofazna struja	J/14
J16	Radna točka jakostrujnih i informacijskih strujnih krugova	J/15
J17	IEC normni naponi, IEC normne struje i IEC normne frekvencije	J/16
J18	Definicije	J/20
<b>K Materijali</b>		
K1	Električki vodljivi materijali	K/1
K2	Izolacijski materijali	K/3
K3	Magnetski materijali	K/5
K4	Konstruktivski materijali	K/7
K5	Pomoćni materijali	K/9
<b>L Komponente elektrotehničkih proizvoda</b>		
L1	Pasivni elementi	L/1
	L1.1 Otpornici	L/1
	L1.2 Kondenzatori	L/7

L2	Tranzistori	L/14
	L2.1 Označavanje tranzistora	L/14
	L2.2 Definicija napona i struja	L/15
	L2.3 Osnovni tranzistorski spojevi	L/19
	L2.4 Definicije napona i zapornih struja	L/19
	L2.5 Oblici tranzistorskih kućišta	L/20
L3	Integrirani sklopovi	L/22
	L3.1 Linearni integrirani sklopovi	L/22
	L3.2 Digitalni integrirani sklopovi	L/23
	L3.3 Oblici kućišta integriranih sklopova	L/32
L4	Elektromagnetski releji	L/33
	L4.1 Djelovanje i vrste releja	L/33
	L4.2 Vrste relejnih kontakata	L/34
	L4.3 Zaštita kontakata	L/35
	L4.4 Usporavanje rada releja	L/36
<b>LJ Elektrokemijski izvori napona</b>		
LJ1	Primarni elementi (galvanski članci)	LJ/1
LJ2	Sekundarni elementi (akumulatori)	LJ/3
<b>M Električne instalacije</b>		
M1	Norme za područje niskonaponskih električnih instalacija	M/1
M2	Razdjelni sustavi i oprema niskonaponskih električnih instalacija	M/1
	M2.1 Niskonaponski razdjelni sustavi (Opskrbni sustavi električnih instalacija)	M/1
	M2.2 Oprema niskonaponskih električnih instalacija	M/3
M3	Zaštita od električnog udara	M/5
	M3.1 Sigurnosna zaštita u električnim mrežama/instalacijama	M/5
	M3.2 Područje primjene sustava SELV, PELV i izjednačivanja potencijala bez spoja sa zemljom	M/5
	M3.3 Zaštita od neposrednog dodira	M/11
M4	Projektiranje električnih instalacija	M/17
	M4.1 Izvedbe električnih instalacija	M/17
	M4.2 Projekt električnih instalacija obiteljske kuće	M/18
M5	Proširenje i obnova starih električnih instalacija	M/25
M6	Grafički simboli	M/26
M7	Definicije pojmova i rječnik ključnih riječi (Prema HRN IEC 60050-826:1999 i HRN IEC 60364-2-21:1999)	M/29
<b>N Transformatori</b>		
N1	Grupe spojeva	N/1
N2	Paralelni rad transformatora	N/1
N3	Zagrijanje transformatora	N/3
N4	Ispitivanje transformatora s udarnim naponom	N/4
	N4.1 Prenaponi u električnoj mreži	N/5
	N4.2 Dielektrična čvrstoća i preostali vijek trajanja izolacije	N/6
	N4.3 Udarni napon	N/7
	N4.4 Ispitivanje transformatora	N/7
	N4.5 Ispitivanje prijenosnog omjera transformatora za udarni napon	N/12
	N4.6 Ispitivanje gubitaka u jezgri transformatora s udarnim naponom	N/12

<b>O</b>	<b>Rotacijski električni strojevi</b>	
01	Podjela prema načinu rada	O/1
02	Vrste strojeva	O/1
03	Oznake i podatci na natpisnoj pločici	O/2
04	Oznake priključaka	O/4
05	Izvedbeni oblici	O/7
06	Visine i krajevi osovina/vratila	O/9
07	Vrste hladenja	O/10
08	Stupnjevi mehaničke zaštite električnih rotacijskih strojeva i aparata	O/12
09	Namoti	O/13
	09.1 Vrste namota prema načinu izrade	O/14
<b>P</b>	<b>Elektromotorni pogoni</b>	
P1	Stacionarne pogonske karakteristike elektromotora	P/1
	P1.1. Istosmjerni motori s porednom uzbudom	P/1
	P1.2. Istosmjerni motori sa serijskom uzbudom	P/2
	P1.3. Sinkroni strojevi	P/3
	P1.4. Trofazni asinkroni kolutni motori	P/4
	P1.5. Trofazni asinkroni kavezni motori	P/6
	P1.6. Jednofazni asinkroni motori	P/8
P2	Tolerancije pogonskih karakteristika električnih rotacijskih strojeva	P/11
P3	Vrste pogona	P/13
P4	Neregulirani elektromotorni pogoni	P/18
P5	Momentne krivulje tereta	P/19
P6	Momentne krivulje elektromotora	P/19
P7	Pretvarači frekvencije	P/20
P8	Projektiranje elektromotornih pogona	P/26
	P8.1 Dopuštena odstupanja napona i frekvencije tijekom rada motora	P/26
	P8.2 Određivanje snage motora pri punoj brzini vrtnje	P/27
	P8.3 Potrebni zakretni momenti	P/29
	P8.4 Priključak i uzemljenje elektromotora	P/33
	P8.5 Uvjeti rada trofaznih asinkronih motora na mreži konstantne frekvencije	P/33
<b>R</b>	<b>Stručno usavršavanje elektroinženjera</b>	
R1	Analiza broja sudionika EDZ stručnog usavršavanja – 1. godina	R/1
R2	Bodovna lista tvrtaka EDZ stručnog usavršavanja – 1. godina	R/1



1	Uvodni podatci	
	1.1 Popis oznaka .....	I
	1.2 Abecedno kazalo pojmova .....	IV



**1.1. Popis oznaka**

(Uz neke veličine navedene su najčešće upotrebljavane jedinice)

- $a$  - opći broj, krak sile u m, broj paralelnih grana
- $A$  - površina, površina presjeka, oplošje (ukupna površina) u  $m^2$  ili  $mm^2$ , relativna atomska masa, strujni oblog, poprečna prigradna mjera, odnos između efektivnog broja zavoja pomoćne i glavne faze
- $A$  - zrak
- $A_{min}$  - najmanji presjek u  $m^2$  ili  $mm^2$
- $A_o$  - površina osnovice (baze) u  $m^2$  ili  $mm^2$
- $A_p$  - površina plašta u  $m^2$  ili  $mm^2$
- $b^p$  - opći broj, signal povratne veze, krak sile, presjek u  $m^2$  ili  $mm^2$  (tereta), širina u m ili mm
- $B$  - magnetska indukcija u T, uzdužna prigradna mjera u J/kgK
- $c$  - opći broj, specifični toplinski kapacitet
- $C$  - ugljični dioksid, konstanta
- $C$  - kapacitet kondenzatora u F ili  $\mu F$
- $\cos \varphi$  - faktor snage
- $C_p$  - kapacitet pogonskog kondenzatora
- $C_{uk}$  - ukupni kapacitet više kondenzatora u F ili u  $\mu F$
- $C_z$  - kapacitet zaletnog kondenzatora
- $d$  - opći broj, promjer (kolotura, osovine, rotora, žice i dr.) u m ili mm
- $D$  - promjer (kolotura, prstena, statora i dr.) u m ili mm, promjer kraja osovine
- $e$  - baza prirodnog logaritma
- $E$  - inducirani napon, duljina slobodnog kraja osovine, modul elastičnosti u  $N/mm^2$ , jakost električnog polja u V/m
- $E_1$  - inducirani fazni napon statora
- $E_2$  - inducirani fazni napon rotora
- $E_{20}$  - inducirani fazni napon rotora pri mirovanju
- $E_c$  - elektrokemijski napon u V
- $E_i$  - inducirani napon, izvorni napon u V
- $E_i$  - inducirani napon generatora u V
- $e_{ig}$  - naboj elektrona (elementarni naboj)
- $e_o$  - frekvencija u Hz, krak momenta kotrljanja u mm, progib u mm, frekvencija mreže
- $f$  - frekvencija u Hz, krak momenta kotrljanja u mm, progib u mm, frekvencija mreže
- $F$  - sila u N, širina klina (u osovini)

- $F_1$  - faktor zvučne izolacije
- $f_1$  - frekvencija statora
- $f_2$  - frekvencija rotora
- $F_i$  - sila izvijanja u N
- $f_n$  - nazivna frekvencija u Hz
- $F_n$  - okomita (normalna) sila u N
- $F_o$  - obodna sila
- $F_t$  - sila trenja, sila tereta u N
- $F_z$  - normalna sila zatezanja remena
- (G, GA, GD, GE) - dimenzije klina u slobodnom kraju osovine
- $G$  - težina u N
- $g$  - gravitacija ili ubrzanje Zemljine sile teže u  $m/s^2$
- $h$  - visina u m ili mm
- $H$  - jakost magnetskog polja u A/m, visina osovine električnih strojeva
- $H$  - vodik
- $(I_p)$  - informacijski parametar
- $I$  - električna struja (efektivna vrijednost) u A, jakost električne struje u A, moment tromosti presjeka u  $m^4$  ili  $mm^4$
- $i$  - električna struja (trenutna vrijednost) u A
- $I_2$  - fazna struja rotora reducirana na stator
- $I_1$  - fazna struja statora (efektivna vrijednost)
- $I_2$  - fazna struja rotora
- $I_a$  - armaturna struja
- $I_{gk}$  - struja glavne faze jednofaznog asinkronog motora u kratkom spoju
- $I_k$  - struja kratkog spoja
- $i_m$  - tjemena vrijednost (amplituda struje u A)
- $I_{min}$  - najmanji aksijalni moment tromosti u  $m^4$  ili  $mm^4$
- $I_n$  - nazivna struja u A
- $I_p$  - potezna struja
- $I_{pk}$  - struja pomoćne faze jednofaznog asinkronog motora u kratkom spoju
- $I_u$  - uzbudna struja
- $I_x$  - moment tromosti u  $m^4$  ili  $mm^4$
- $J$  - gustoća struje
- $J$  - imaginarna jedinica ( $j^2 = -1$ )
- $k$  - konstanta električnog stroja
- $K$  - promjer rupa u nogama
- $k$  - koeficijent, faktor, elektrokemijski ekvivalent u mg/AS

$k_{12}$	- prijenosni odnos između statora i rotora	$r$	- polumjer (radijus) u m ili mm
$K_u$	- konst-anta ubrzanja	$R$	- električni otpor (rezistencija) u $\Omega$ , polumjer (radijus) u m ili mm
$l$	- dužina u m ili mm, luk	$R'_2$	- fazni omski otpor rotora reduciran na stator
$L$	- induktivitet u H, dužina brida u m ili mm	$R_1$	- fazni omski otpor statora
$l_0$	- prvobitna dužina u m ili mm	$r_1$	- razmak između osi osovine i sredine kuglice ili osi valjka kod kotrljajućih ležaja u m ili mm
$l_v$	- dužina vodiča u m	$R_2$	- fazni omski otpor rotora
$L_{uk}$	- ukupna induktivnost u H	$R_a$	- omski otpor armaturnog kruga
$M$	- moment savijanja u Nm, zakretni moment, promjer za rupe na prirubnici	$R_i$	- unutrašnji otpor izvora napona u $\Omega$
$M_m$	- maksimalni (prekretni moment)	$R_{i^{160/Ri15}}$	- koeficijent apsorpcije
$m_1$	- broj faza statora	$R_m$	- magnetski otpor u A/Wb
$m_2$	- broj faza rotora	$R_t$	- otpor trošila u $\Omega$
$m$	- masa u g i kg, opći broj, broj faza	$R_u$	- omski otpor uzbuđenog kruga
mm	- molarna masa	$R_{uk}$	- ukupni otpor u $\Omega$
$M_n$	- nazivni moment	$Q$	- jalova snaga, električni naboj u As, jalova snaga u VAR, količina topline u J, kontinuirano opterećenje u N/m
$m_o$	- masa protona	$s$	- amplituda puta
$M_p$	- potezni moment	$S$	- prividna snaga u VA, površina, promjer rupa u prirubnici
$M_s$	- moment sedla	$s$	- titrajni put, klizanje, izvodnica plašta
$M_t$	- moment trenja kotrljanja u N	$s_k$	- prekretno klizanje
$M_u$	- moment ubrzanja	$t$	- vrijeme u s
$M_z$	- zaletni moment	$T$	- moment torzije u Nm, perioda u s, zakretni moment u Nm, termodinamička temperatura u K
$n$	- broj okretaja u minuti 1/min, opći broj, množina ili količina tvari	$U$	- ulje
$N$	- dušik	$U$	- električni napon (efektivna vrijednost), linijski napon u V, mrežni napon
$N$	- promjer dosjeda prirubnice	$u$	- električni napon (trenutna vrijednost) u V,
$n_k$	- kritična brzina vrtnje	$U'_2$	- fazni napon rotora reduciran na stator
$n_{maks}$	- najveća brzina vrtnje	$U_1$	- fazni napon statora (efektivna vrijednost)
$n_n$	- nazivna brzina vrtnje	$U_2$	- fazni napon rotora
$n_o$	- brzina vrtnje u praznom hodu	$U_c$	- utanačeni opskrbni napon
$n_s$	- sinkrona brzina vrtnje	$U_c$	- napon u kondenzatoru
$O$	- opseg u m ili mm	$U_f$	- fazni napon u V
$p$	- Laplaceov operator, opći broj, broj pari polova, tlak	$U_p$	- pogonski napon u V
$P$	- djelatna snaga u W	$U_h$	- amplituda višeg harmonika
$P_\delta$	- snaga zračnog raspora	$U_1$	- amplituda osnovnog harmonika
$P_1$	- primljena snaga	$u_{ls}$	- ispravljeni napon
$P_2$	- predana snaga	$u_m$	- tjemena vrijednost (amplituda) napona u V
$P_c$	- snaga uzbude		
$P_{cl}$	- električna snaga		
$P_g$	- snaga gubitaka		
$P_{gl}$	- gubici statora		
$P_{g2}$	- gubici rotora		
$P_i$	- unutrašnja snaga (gubici) izvora u W		
$P_{meh}$	- mehanička snaga		
$P_{lt}$	- dugotrajna jakost treperenja		
$P_{st}$	- kratkotrajna jakost treperenja		
$P_t$	- snaga trošila, snaga trenja u W		



$U_u$	- uzбудni napon	$\delta$	- debljina u m ili mm, zračni raspor, kut opterećenja
$v$	- brzina u m/s, valencija	$\Delta$	- razlika (diferencija)
$V$	- volumen u m <sup>3</sup>	$\varepsilon$	- signal razlike (regulacijsko odstupanje), pogreška (faktor greške)
$v_{kr}$	- kritična brzina	$\eta$	- korisnost u %
$V_0$	- prvobitni volumen u m <sup>3</sup>	$\nu$	- faktor (stupanj) sigurnosti
$W$	- voda	$X_{20}$	- specifična električna vodljivost pri 20° C
$w$	- broj zavoja svitaka (zavojnice)	$\theta$	- magnetski napon u A, temperatura u K
$W$	- moment otpora presjeka u m <sup>3</sup> ili mm <sup>3</sup> , rad, energija	$\Theta$	- temperatura u °C
$w_1$	- broj serijski spojenih zavoja statorskog namota	$\Lambda$	- koeficijent toplinske vodljivosti u W/mK
$w_2$	- broj serijski spojenih zavoja rotorskog namota	$\mu$	- koeficijent trenja klizanja pri gibanju
$w_g$	- broj zavoja glavnog kraka (faze) namota	$\mu_i$	- idealni koeficijent trenja
$w_p$	- broj zavoja pomoćnog kraja (faze) namota	$\mu_0$	- koeficijent trenja klizanja pri mirovanju, magnetska konstanta
$W$	- polarni moment otpora u m <sup>3</sup> ili mm <sup>3</sup>	$\mu_r$	- relativna permeabilnost
$W_t$	- radna energija	$\xi$	- faktor namota
$W_1$	- jalova energija	$\xi_{r1}$	- faktor namota statora
$w_u$	- broj zavoja namota po polu	$\xi_{r2}$	- faktor namota rotora
$W_x$	- moment otpora u m <sup>3</sup> ili mm <sup>3</sup>	$\xi_{rg}$	- faktor namota glavnog kraka (faze)
$X^x$	- jalovi otpor, reaktancija u $\Omega$	$\xi_{rp}$	- faktor namota pomoćnog kraka (faze)
$x$	- nepoznanica, proizvoljna veličina, referentna (vodeća) veličina	$\rho$	- gustoća, specifični električni otpor u $\Omega$ mm <sup>2</sup> /m ili $\Omega$ cm.
$X'_{2\sigma}$	- rasipna reaktancija rotora, inducirana na stator	$\rho_{20}$	- specifični električni otpor pri 20 °C
$X_{1\sigma}$	- rasipna reaktancija statora	$\sigma$	- normalno naprezanje u N/mm <sup>2</sup>
$X_{2\sigma}$	- rasipna reaktancija rotora	$\sigma_{dop}$	- dopušteno normalno naprezanje u N/mm <sup>2</sup>
$X_c$	- kapacitivni otpor $\Omega$	$\sigma_i$	- naprezanje izvijanja u N/mm <sup>2</sup>
$X_h$	- glavna reaktancija električnog stroja	$\sigma_v$	- naprezanje na vlak u N/mm <sup>2</sup>
$X_l$	- induktivni otpor u $\Omega$	$\tau$	- tangencijalno naprezanje u N/mm <sup>2</sup>
$X_\sigma$	- rasipna reaktancija električnog stroja	$\tau_{dop}$	- dopušteno tangencijalno naprezanje u N/mm <sup>2</sup>
$y$	- nepoznanica, proizvoljna veličina, regulirana veličina, broj protona u atomu, korak namota	$\tau_0$	- naprezanje na odrez u N/mm <sup>2</sup>
$z$	- poremećajna veličina (smetnja)	$\tau_s$	- naprezanje na smik u N/mm <sup>2</sup>
$Z$	- prividni otpor (impedancija), broj utora, broj protona	$\tau_t$	- naprezanje na torziju u N/mm <sup>2</sup>
$z_r$	- poremećajna veličina regulatora	$\varphi$	- fazni pomak u °, fazni kut prije kompenzacije u °
$z_s$	- poremećajna veličina staze	$\phi$	- magnetski tok u Wb
$\alpha$	- kut u °, linearni koeficijent temperaturnog rastezanja u 1/K, temperaturni koeficijent u 1/K	$\varphi_1$	- fazni kut nakon kompenzacije u °
$\beta$	- kut u °, kubični koeficijent temperaturnog rastezanja u 1/K	$X$	- specifična električna vodljivost u m/ $\Omega$ mm <sup>2</sup>
$\gamma$	- kut u °	$w$	- kružna frekvencija u 1/s
		$w_{rez}$	- rezonantna kružna frekvencija u 1/s



*Natura in minimis maxima.*  
(Priroda je u najmanjim  
stvarima najveličanstvenija.)

# A

## Zaštita okoliša

A1	Kvaliteta života .....	A/1
A2	Zaštita okoliša.....	A/1
A2.1	Zaštita okoliša na dužu stazu .....	A/3
A2.2	Ekološka uporaba proizvoda i otpada .....	A/5
A2.3	Aspekti okoliša u normama za proizvode i postrojenja .....	A/6
A3	Rast stanovništva .....	A/7
A4	Energija, industrija, promet, gradevine i profit .....	A/8



## A Zaštita okoliša

Postojeći rast stanovništva, proizvodnje energije, industrijske proizvodnje i prometa i postojeća zaštita okoliša = (ne)održivi razvoj

Broj stanovnika i njihove aktivnosti, od kojih posebno proizvodnja i prijenos energije, industrijska proizvodnja i promet presudno utječu na zagađenje okoliša i (ne)održivi razvoj. Štednju fosilnih goriva i očuvanje čovjekovog okoliša moguće je ostvariti samo drastičnim povećanjem kvalitete i vijeka trajanja svih proizvoda (energetskih, prometnih, industrijskih i drugih) i sukladno time povećanja opsega i kvalitete usluga.

Takav pristup omogućuje znatno povećanje zaposlenosti ljudi i njihove kvalitete života. To su veliki zadatci za inženjere, koji trebaju biti aktivni čimbenik održivog i prema okolišu pravednog razvoja.

### A1 Kvaliteta života

Sve do nedavno su ljudi kod nas bez problema pili vodu iz vodovoda, pa čak i direktno iz bunara, rijeka (ja iz rijeke Korane i Mrežnice u Karlovcu) i potoka. Danas to postaje sve manje moguće. Piju se (gazirani) sokovi i voda iz plastičnih boca.

Mobitelima, koji su izvrstan izum, stvara se danas nesnosna buka na javnim mjestima: čekaonicama, tramvajima, kafićima, pa čak i u školama, kazalištima, crkvama i na grobljima. Moderne informacijske i telekomunikacijske tehnologije omogućuju danas obavljanje niza poslova na mjestu ili u blizini mjesta stanovanja. Ta se mogućnost nedovoljno koristi za smanjenje, danas sve teže rješivih, problema u prometu.

Zbog naglog povećanja zagađenja zraka zbog ispušnih plinova, kao i vode u rijekama zbog ispuštanja kanalizacije i industrijskih otpadnih voda, jezerima i morima, devedesete su godine najtoplije desetljeće 20. stoljeća, a 1998., 2001., 2004. i vjerojatno 2007. najvruće su ikad zabilježene godine.

Zbog porasta prosječne globalne temperature ljudi ugrađuju sve više klima uređaje, koji opet zahtijevaju dodatnu energiju što znači

opet nove termoelektrane, čime se dodatno zagađuje zrak, nove dalekovode, nova rasklopna postrojenja čime se uništavaju prvenstveno šume, jedini čuvar zemlje, zraka i vode na našem planetu.

Bude li količina ugljičnog dioksida i drugih plinova u zraku i dalje rasla, ljudi će morati sa sobom sve češće nositi maske pa i rezervoare s kisikom. To će zahtijevati nove proizvodne kapacitete, nove izvore energije i daljnje zagađenje okoliša s proizvodima kao što su rezervoari i konzerve čistog zraka, maske za disanje pa i skafandri, bez kojih se neće moći preživjeti a bez kojih se puno bolje i ljepše živjelo do prije nekoliko godina.

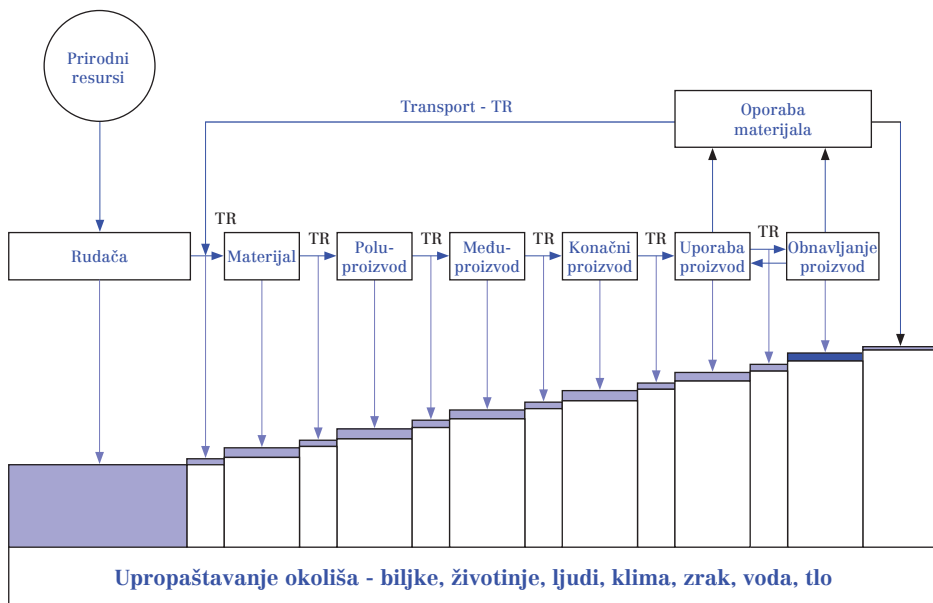
### A2 Zaštita okoliša

5. lipanj je međunarodni Dan zaštite okoliša Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, [www.mzopu.hr](http://www.mzopu.hr); Agencija za zaštitu okoliša, [www.azo.hr](http://www.azo.hr); Zakon o zaštiti okoliša („Narodne novine“, br. 82/94 i 128/99);

Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš („Narodne novine“, br. 59/00, 136/04 i 85/06).

Svaki proizvod ima više ili manje nepovoljan utjecaj na okoliš. Nepovoljan utjecaj može biti kratkotrajan ili dugotrajan i može se odražavati na globalnoj (freon, globalno zatopljenje), regionalnoj (zagađenje mora) ili lokalnoj (zagađenje pojedinih rijeka i jezera) razini. Štetan utjecaj na okoliš očituje u svim fazama životnog ciklusa proizvoda, slika A-1: od kopanja rudače s ogromnim količinama jalovine, lijevanja/valjanja/ekstrudiranja materijala s ogromnim utroškom energije, proizvodnje polu/među proizvoda, pripreme izrade proizvoda (skladištenje sirovina i dijelova), uporaba pojedinih štetnih sirovina, primjerice azbesta u proizvodnji, nastalih otpadnih plinova i tekućina tijekom proizvodnje, zatim prijevoza proizvoda do prodavača i potrošača (uporaba goriva), uporabe proizvoda (odbacivanje ambalaže i ostataka iskorištenih dijelova proizvoda) do uklanjanja odn. najčešće samo odlaganja ili odbacivanja proizvoda/postrojenja nakon uporabe.

Koji su dosadašnji rezultati zaštite okoliša? Sve su veća sušna područja u svijetu i kraška područja kod nas, koja su nekad i ne tako



**Slika A-1 Životni ciklus proizvoda i njegov utjecaj na okoliš**

davno, bila pod šumama. Prije nekoliko tisuća godina Sahara je većim dijelom bila šumovita. Isti je slučaj i s Arapskim poluotokom. Danas se na tim područjima nalaze velike zalihe nafte kao dokaz nekadašnje bogate faune i flore i crteži u pećima koji prikazuju životinje koje su tu živjele zajedno s ljudima. Danas sušna područja pokrivaju 41 posto našeg planeta. Riječ je ujedno o prostoru koji predstavlja dom jednoj trećini čovječanstva, odnosno dvije milijarde vrlo siromašnih stanovnika.

Oštećenje tla u Hrvatskoj očituje se ponajprije kao gubitak površinskog sloja prouzročen erozijskim procesima ili građevnim zahvatima. Kod nas je erozijom zahvaćeno gotovo 1,5 milijuna ha ili 48 posto poljoprivrednog zemljišta. Veliki problem je i lokalno onečišćenje. Evidentirano je ukupno 1056 potencijalno onečišćenih lokacija. Tu su i brojna „divlja smetlišta“ s olupinama automobila, odbačenim hladnjacima, perilicama rublja, štednjacima i drugom „tehnikom“. Svaki obrazovani stanovnik našeg planeta može jednostavno uočiti i procijeniti devastaciju prirodnog okoliša okrene li se samo malo

oko sebe. Na globalnoj razini **medvjedi na sjevernoj polukugli i pingvini na južnoj**, (slika A-2, jasan su globalni pokazatelj preostalih zemljinih resursa koje čovjek (još) nije uništio).

Medvjedi i pingvini dvije su strane iste medalje jedinstva suprotnosti sjevera i juga, sisavaca i ptica, tijela i duše. Ptice su ljudske duše i sve je manje slobodnih duša.

Obje spomenute vrste prirodno su predodređene da prežive i bore se za sebe u najsirovijem prirodnom okolišu.



**Slika A-2 Broj medvjeda na sjevernoj zemljinoj polukugli i broj pingvina na južnoj zemljinoj polukugli jasno su globalno mjerilo još preostalog (neuništenog) čovjekovog okoliša**

Medvjedi su nekad suvereno živjeli na cijeloj

sjevernoj polukugli. Živim u općini Medveščak gdje medvjeda danas nema ni u legendi. U Zagrebu postoje još samo uspomene u nazivima Medvednica i Medvedgrad. Grad Berlin primjerice ima u svom grbu sliku medvjeda. Danas u cijeloj Njemačkoj s 82 milijuna ljudi nema ni jednog slobodnog divljeg medvjeda. Posljednjeg medvjeda Brunu, koji je prošle godine iz Italije došao u Bavarsku, njemački su lovci ubili bez većeg problema.

Polarni medvjedi ugroženi su otapanjem leda, nestankom njihovog prirodnog staništa, zbog čega gladuju i utapaju se. Danas ima još oko 20 do 25 tisuća polarnih medvjeda u 19 različitih arktičkih skupina. Njihov broj se drastično smanjuje.

Što se poduzima?

**Ministar okoliša SAD-a Dirk Kempthorne predlaže uvrštenje sjevernih medvjeda na popis ugroženih vrsta.**

Ledenjaci na kojima žive pingvini također se sve više tope. Životni prostor im se drastično smanjuje. RIBE s kojom se hrane sve je manje. Što se poduzima?

**Vojska vraća kući pingvine. Brazilsko ratno zrakoplovstvo i mornarica sljedećeg će mjeseca na Antartiku vratiti stotinjak pingvina koji su zaglavili na plažama Rio de Janeira.**

Pingvini su stigli iz antarktičkog kruga na santama leda koje su se otopile u blizini brazilske obale. Stotine ih tako svake godine stignu do brazilskih plaža i obično završe u lokalnim zoološkim vrtovima. Ovoga puta pingvini će se zrakoplovom prebaciti do krajnjeg juga Brazila, a zatim će ih Brazilci brodovima vratiti u njihovo prirodno stanište.

*Jutarnji list, srijeda, 2.8.2006.*

Vidljivo je da je to samo kozmetika koja uljepšava sliku našeg odnosa prema okolišu ali ne rješava ništa.

Iz vlastitog iskustva mogu potvrditi da su ptice izuzetno druželjubive i inteligentne životinje. Tu nas se pak stalno plaši s ptičjom gripom koja postoji stotinjak a možda i više godina. 30-godišnja studija profesorice **Irene Pepperberg iz Massachusettsa** pokazala je da primjerice papige znaju zbrajati, da prepoznaju oblike i boje, slike, likove, glazbene najave i dr. Druga istraživanja pokazuje da papige imaju sposobnost rastavljanja sklopova, odvrtanja matica, prepoznavanja boja

i oblika poput petogodišnje ili šestogodišnje djece.

U proteklih pedesetak godina zbog povećane potrošnje energije, hrane i industrijskih proizvoda po stanovniku porasla je količina svih vrsta zagađenja s kojima se dnevno zagađuju zrak, voda i tlo za više od pet puta. Istovremeno je izumrlo desetak tisuća vrsta sisavaca, ptica, gmazova i riba koji su svi zajedno u jednoj skladnoj kompoziciji tvorili harmoniju živog svijeta na našem planetu. Nažalost ovi pogubni procesi sami sebe ubrzavaju i životna ravnoteža na zemlji svakodnevno se sve više nepovratno narušava.

## A2.1 Zaštita okoliša na dužu stazu

Zaštita okoliša postavljena na dužu stazu, 100 i više godina, pretpostavlja u prvoj liniji radikalno smanjenje trošenja preostalih (već drastično smanjenih) prirodnih resursa. Taj proces u svijetu, zbog globalne devize- što veći profit u što kraće vrijeme, još nije ni započeo. O njemu se tek razmišlja, vrše se istraživanja i pripreme. Pritom se postavlja velik broj tema i problema, **tablica A-1**, na koje ima malo pravih odgovora, jer se zaštitu okoliša na dužu stazu ne uspijeva promatrati sveobuhvatno i ostavlja se sljedećim generacijama da rješavaju temeljne probleme. Ne promijeni se uskoro spomenuta svjetska razvojna deviza u novu svjetsku razvojnu devizu, u kojoj će u profit trebati svaki investitor uračunati i naknadu za dio uništenog prirodnog okoliša, buduće generacije neće više imati što zaštititi.

### Tablica A-1 Neke od tema iz područja zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj

Energetski razvoj i zaštita okoliša  
Okolišno zakonodavstvo EU: kako provedba radi i što se iz toga uči  
Uloga agencije za energetske učinkovitost i obnovljive izvore energije  
Usporedba regulatornih okvira za uporabu obnovljivih izvora energije u Europskoj uniji, Hrvatskoj i zemljama regije  
Propisi o ispuštanju otpada i ostataka tereta iz brodova u kontekstu pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji  
Koncept studija arhitektonske energetike

Rezultati provedbe UNDP/GEF PDF B projekta: jačanje institucionalnog kapaciteta za uklanjanje prepreka implementaciji standarda i oznaka energetske učinkovitosti kućanskih uređaja u zemljama kandidatkinjama za ulazak u Europsku uniju  
 Novi hrvatski proizvodi visoke tehnologije i obnovljivi izvori energije u skladu s legislativom i standardima Europske unije  
 Ekonomski instrumenti u zaštiti okoliša  
 Hijerarhija planova prostornog uređenja Republike Hrvatske i EU

Direktiva 2002/91/EC o energetskim karakteristikama zgrada – mogućnosti i efekti primjene u Republici Hrvatskoj  
 Ekološki i energetski doprinos realiziranih projekata dobivanja toplinske i električne energije uporabom Sunčeve energije u Republici Hrvatskoj

Rizici za divlje životinje koje predstavljaju vjetroelektrane

Problematika očuvanja okoliša – energitika – ozon – efekt staklenika

Alternativna rješenja s autonomnom energetskom opskrbom za mješovita poljoprivredna gospodarstva

Područje hlađenje i grijanje – infrastruktura održivog razvoja u jadranskim županijama

Obrasci međudjelovanja korištenja obnovljivih izvora energije i globalnih okolišnih promjena

Mjerenje održivog razvoja

Racionalna upotreba energetskih mineralnih sirovina u Hrvatskoj i njihova uloga u održivom razvitku

Energetske i ekološke prednosti integriranih sustava hlađenja i grijanja klizališta i bazena (hoteli: hladnjaci, klima uređaji, topla voda za kuhinje, kupaonice, bazene)  
 Izazovi razvoja sustava za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju u 21. stoljeću

Arhitektura niskoenergetske i pasivne kuće (kuće sjever – jug), grijanje s južne strane i hlađenje sa sjeverne strane (tehničke slobodnog hlađenja i grijanja, isparavanje vode i kondenzacija vodene pare)  
 Biodizel u funkciji zaštite okoliša

Energetsko korištenje šumske sastojine kao dio protupožarne prevencije Šumarstvo – proizvođač obnovljivih izvora energije

Mogućnosti i prepreke u razvoju ruralnih područja korištenjem obnovljivih izvora energije

Regionalno energetske planiranje kao temelj povećanog korištenja obnovljivih izvora energije u lokalnim zajednicama  
 Ekološki utjecaji kao alat za predviđanje nacionalnih energetskih potreba  
 ISO 14001 – alat za upravljanje sustavom gospodarenja otpadom u pogonu TE-TO  
 Emisija ispušnih čestica iz dizelskih motora i okoliš

Bušenje na moru i zaštita okoliša

Proizvodnja i potrošnja energije i meteorološki čimbenici

Pri potrošnji energije, u razvijenim zemljama određeni su već dalekosežni ciljevi/želje. Primjerice da se smanji potrošnja eneregije po stanovniku na polovicu. Danas se još uvijek svakodnevno drastično povećava potrošnja energije po stanovniku. Novi hit/potreba u tom pogledu su, sve više (ne)potrebni klima uređaji. Ono što je danas najvažnije a s čime inženjeri tehničari mogu odmah započeti, je radikalno povećanje korisnosti proizvoda ( $\eta P$ ). Povećanje  $\eta P$  postiže se:

- povećavanjem vijeka trajanja proizvoda
- intezivnom uporabom, ponovnom i naknadnom uporabom proizvoda
- smanjenjem dimenzija i težine proizvoda
- boljim iskorištavanjem materijala na svim proizvodnim razinama
- recikliranjem materijala

Primarne procesno-tehničke mjere trebaju biti poduprte s novim „ekološkim dimenzijama privrede“, u kojima će proizvođač preuzeti odgovornost za cjeloviti životni ciklus proizvoda i pritom nastalo uništenje okoliša. U takvom integralnom načinu zaštite okoliša težište zaštite je na pripremnim postupcima i na postupcima nakon završenog proizvodnog procesa.

Integralna tehnika zaštite okoliša razmatra proizvode i procese s obzirom na energetske i materijalnu iskoristivost u što dužem vremenskom periodu.

Ona ima veliki rasteretni potencijal za okoliš, jer reducira nastanak različitih štetnih tvari i rasterećuje više medija (voda, zrak, tlo) od štetnih tvari u okolišu iskapanja rudače, transporta sirovina i proizvoda, proizvodnje i pri-



jenosa energije, proizvodnje proizvoda, odbacivanja ili prerade otpada i drugo. **Integrirana zaštita okoliša** ima i potencijal koji doprinosi smanjenju praktički svih troškova **na dužu stazu**. Smanjuju se primjerice troškovi transporta sirovina i proizvoda, prečištača vode i filtera zraka, utrošene energije, materijala, obnove tla, uklanjanja proizvoda i otpada i dr. Za praćenje i procjenu stanja okoliša na određenom području (kontinentu, državi, županiji, općini) mogu se koristiti tzv. **indikator** okoliša, **tablica A-2**.

**Tablica A-2 Promjena važnih indikatora u zaštiti okoliša u periodu 1990. do 2000 u razvijenim europskim državama**

Kućanstva	Potrošnja pitke vode	-10 %
Promet	Individualni promet	+3,7 %
Cestovni promet		+41,3 %
Potrošnja površina	Naselja/ promet	+7,8 %
Zračne emisije	Staklenički plinovi (Kyoto)	-19,1 %
	CO2 emisija	-15,4 %
	SO2 emisija	-85,1 %
	Fosfor	-80 %
	Dušik	-25 %
Recikliranje	Pakovanja	+100 %
Javna postrojenja za prečišćavanje		80 %
Poljoprivredne površine s proizvodnjom ekološke hrane		100 %
	Energetska iskoristivost	18,6 %
	Sirovinska iskoristivost	17,3 %

## A2.2 Ekološka uporaba proizvoda i otpada

Kod uporabe proizvoda, primjerice automobila, treba imati na umu da pri proizvodnji jednog novog automobila mase 1 000 kg nastaje 25 000 kg otpada. Na jednak način treba razmišljati i pri uporabi niza drugih proizvoda (perilica rublja i suda, hladnjaka i zamrzivača, televizora, klima uređaja itd. sve do posuda, pribora za jelo, suncobrana, kišobrana i dr.)

Budući da se najbogatija nalazišta pojedinih sirovina u svijetu brzo iscrpljuju, prelazi se na uporabu onih manje bogatih, kod kojih je udio jalovine u rudači sve veći. Procjenjuje se da se količina jalovine (otpada) koja nastaje pri proizvodnji pojedinih metala svakih 20 do 25 godina udvostručuje. Za dobivanje određene količine materijala potrebno je iskopati i prevesti sve veće i veće količine rude, dakle utrošiti sve više i više energije. To znači osim sve većeg zagađenja okoliša na mjestima iskopa i prerade rude i sve veće zagađenje okoliša na mjestima proizvodnje i prijenosa energije (elektrane, rafinerije, dalekovodi, naftovodi, plinovodi).

Zbog toga treba poduzeti sve mjere za sprečavanje nastanka otpada. U razvijenim zemljama primjerice, ako ste domicilni kupac, mole vas u trgovinama da pakiranje-ambalaža kupljenog proizvoda bude što manja.

Sakupljanje i prerada otpada nužno su zlo. U protivnom bi već, velik broj rijeka, potoka, bara, livada, šuma, parkova i drugih „slobodnih“ mjesta bilo zatrpano raznim odbačenim proizvodima. Međutim to je samo liječenje posljedica, tj. „gašenje požara“. Sve je manje slobodnih prostora i sve su udaljenija pojedina odlagališta otpada a da bi se prikupile i sortirale pojedine sirovine i da bi se prevezle na mjesto prerade potrebno je opet svakodnevno sve više energije s nužnim novim zagađenjem okoliša.

Kod sakupljanja i prerade otpada može se postupati na dva načina:

- Primjerice iz energetskih transformatora se vadi transformatorsko ulje (za loženje), namot (za recikliranje-proizvodnju novog bakra), željezna jezgra (za izradu manjih jezgara). Ostali dijelovi (kotao, izolatori,

A

mehanički dijelovi i dr.) bacaju se. Tako se to radi kod nas.

- b) Primjerice cijeli enegetski transformatori iz Europe odvoze se u rastavljališta u Kini. Tamo se potpuno rastavljaju. Sortiraju se i iskorištavaju svi dijelovi. Tako to rade danas Kinezi, koji su kao i mi vrlo siromašni sirovinama.

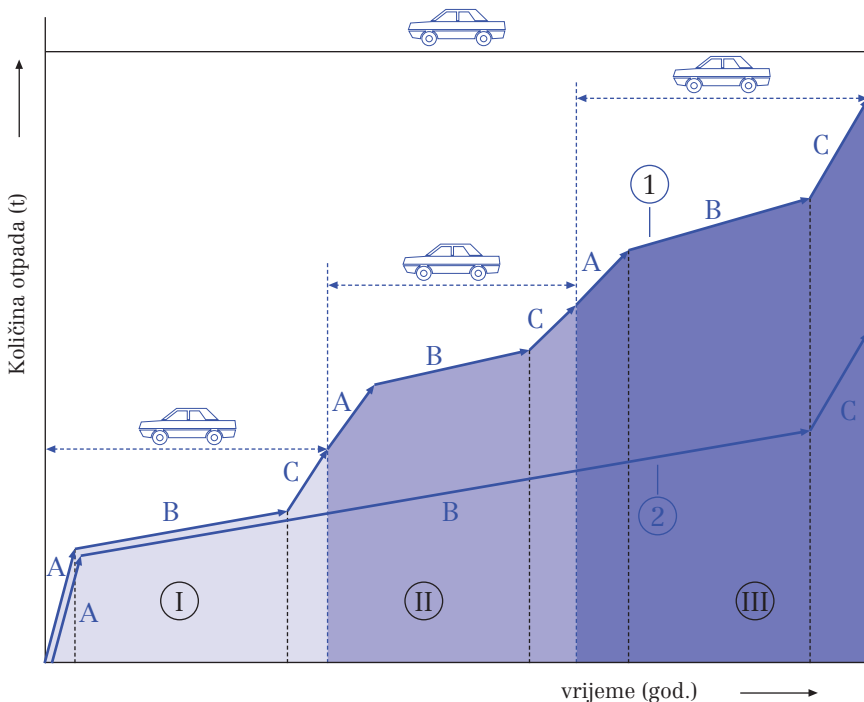
U zaštiti okoliša svakako je najvažnije poduzimanje mjera za sprečavanje nastanka otpada. Ne treba dakle težiti **recikliranju pojedinih materijala/sirovina** već treba težiti „**recikliranju**“ - **obnovi proizvoda**. **Recikliranje - obnovu proizvoda** treba ponavljati, toliko puta koliko je to tehnički moguće i ekonomski opravdano. To se postiže prvenstveno izradom izuzetno kvalitetnih i **dugotrajnih proizvoda/postrojenja**, uz njihov **permanentni nadzor u radu, održavanje, remont, generalni remont, zamjenu i modernizaciju pojedinih dijelova,**

**revitalizaciju i druge zahvate.**

Na slici A-3 prikazana je usporedba onečišćenja prirode uzrokovanog s kratkotrajnim i dugotrajnim proizvodima u određenom vremenskom razdoblju. Vidljivo je da kratkotrajni proizvodi (1) onečišćuju/upropaštavaju prirodu dvostruko više od dugotrajnih proizvoda (2).

### A2.3 Aspekti okoliša u normama za proizvode i postrojenja

Odredbe u normama za proizvode znatno utječu na veličinu i sadržaj onečišćenja okoliša. Norme kvalitete ISO 9001 bili su prvi korak u zaštiti okoliša od proizvoda. Slijedećih nekoliko koraka učinjeno je sa normama okoliša ISO 14001. Primjerice ISO 14001 – alat koji je primijenjen za upravljanje otpadom u pogonu TE-TO. No to su tek prvi metri na maratonskoj stazi od 42125 m.



Slika A-3 Nastajanje otpada tijekom životnog ciklusa proizvoda

1 – kratkotrajni proizvodi

2 – dugotrajni proizvodi

Svaki proizvod ima više ili manje nepovoljan utjecaj na okoliš. Nepovoljan utjecaj može biti kratkotrajan ili dugotrajan i može se odražavati na globalnoj (freon), regionalnoj (zagadenje mora) ili lokalnoj (zagadenje pojedinih rijeka i jezera) razini. Taj se utjecaj očituje u svim fazama životnog ciklusa proizvoda: od pripreme proizvodnje (skladištenje sirovina i dijelova), proizvodnje (uporaba pojedinih štetnih sirovina, primjerice azbest) i tijekom proizvodnje nastalih otpadnih plinova i tekućina, zatim prijevoza proizvoda do prodavača i potrošača (uporaba goriva), uporabe proizvoda (odbacivanje ambalaze i ostataka iskorištenih dijelova proizvoda) do uklanjanja odn. najčešće samo odlaganja/odbacivanja proizvoda/postrojenja nakon uporabe.

Međunarodni tehnički odbor ISO/TC 207, *Environmental management*, kao pomoć stručnjacima u pripremi norma za proizvode izradio je upute za uključivanje aspekata okoliša u norme za proizvode (*ISO Guide 64:1997, Guide for the inclusion of environmental aspects in product standards*).

Za područje elektrotehnike Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo (IEC) izdalo je s istom namjerom 1995. godine *IEC Guide 109, Environmental aspects – Inclusion in electrical product standard*. U lipnju 2003. godine objavljeno je drugo izdanje tih IEC uputa.

O izrazitoj potrebi za dugotrajnim proizvodima/postrojenjima zasad se u normama ne govori.

### A3 Rast stanovništva

Može se zaključiti da su broj stanovnika i njihove aktivnosti glavni čimbenik u zagadenju okoliša. Od 1950. godine broj stanovnika u svijetu porastao je s 2,5 milijarde na blizu 6,5 milijardi dakle za 2,6 puta.

Prema *niskoj* prognozi Ujedinjenih naroda kulminacija broja stanovnika je 7,9 milijardi u 2050. godini a prema *visokoj* prognozi – povećanje broja stanovnika do 2050. godine bit će na 10,9 milijardi, te nastavak brzog rasta i nakon toga. Pritom treba imati na umu da se životni prostor za ljude, zbog brzog širenja sušnog područja – pustinje i polupustinje, svakodnevno drastično smanjuje.

Kako će se broj stanovnika zaista razvijati u sljedećih 50 godina, hoće li nakon porasta stati ili nastaviti s rastom ovisi o nizu faktora, kao što su preostali plodni životni prostor, količina i cijena raspoložive energije, količina, zagadenost i cijena hrane i vode, kretanja plodnosti i smrtnosti ljudi i životinja te pristupu uslugama i naobrazbi u svezi reproduktivnim zdravljem.

Četvrt stoljeća istraživanja pokazuju da stope plodnosti padaju kad je opće dostupno dobrovoljno planiranje obitelji i kad se povećavaju obrazovne mogućnosti za djevojke i ekonomske mogućnosti za žene.

Sve teže i skuplje pridobivanje energije iz fosilnih goriva i sve veće zagadenje okoliša sigurno će usporiti rast čovječanstva.

Osnovno je pitanje hoće li čovjek iskorištavanjem rudača i fosilnih goriva u potpunosti uništiti svoj okoliš a time i samog sebe ili će uspjehi uspostaviti kakvu takvu ravnotežu između iskorištavanja prirodnih resursa i očuvanja okoliša.

Usporavanje/zaustavljanje lokalnog/globalnog onečišćenja/uništavanja okoliša elementarni je preduvjet za daljni umjereni rast stanovništva.

Sve teže i skuplje pridobivanje materijala i energije iz fosilnih goriva i sve veće zagadenje okoliša zasigurno će usporiti rast čovječanstva.

Čovjek ne smije i dalje brutalno pokoravati/uništavati prirodu već je treba promatrati kao svog partnera bez kojeg ne može živjeti i kojemu se prema tome treba bar djelomično prilagoditi. Tu opet treba još učiti od prirode. Životinje su znatno bolje od čovjeka prilagodene svom prirodnom okolišu. Za svoj život koriste u potpunosti obnovljive izvore energije i njima su se kao i okoliš kroz stotine tisuća godina savršeno prilagodile. Ljudi nasuprot tome koriste za svoj život pretežno fosilne (praktički neobnovljive) izvore energije.

*Da bi se usporilo uništavanje okoliša stanovništvo treba u prvom redu čuvati i saditi višegodišnje biljke jer su samo biljke sposobne iz minerala uz pomoć vode i zraka proizvoditi jestive supstance i za ljude i za životinje. Šume zadržavaju vlagu na tlu i u zraku. One omogućavaju život sebi ali i ljudima i životinjama na tom području. Tamo gdje*

se šume posjeku, iskrče ili zapale nastaje ubrzo kras ili pustinja. Lijepi primjer imamo u Međimurju gdje je 24.04.2007. postavljen spomenik šumi. Čovjek ne smije i dalje brutalno pokoravati/uništavati prirodu već je treba promatrati kao svog partnera bez kojeg ne može živjeti i kojemu se prema tome treba bar djelomično prilagoditi.

#### A4 Energija, industrija, promet, građevine i profit

U posljednjih stotinjak godina sagrađeno je tisuće velikih vojnih i civilnih objekata diljem svijeta. Neka od njih spadaju u svjetska čuda modernog svijeta, **tablica A-3**. Zasluga je to između ostalih i tisuća inženjera svih struka.

#### Tablica A-3 Sedam svjetskih čuda modernog svijeta<sup>1)</sup>

1. Hidroelektrana ITAIPU na granici između Brazila i Paragvaja
2. Empire State Building u New Yorku, dugo vremena najviša zgrada na svijetu
3. Kanadski CN Tower u Torontu
4. Eurotunel koji povezuje obale Francuske i Engleske
5. Most Golden Gate u San Francisku (USA)
6. Panamski kanal, koji povezuje Atlanski i Tih ocean
7. Projekti vodne kontrole Sjevernog mora u Nizozemskoj

<sup>1)</sup> Na poticaj američke revije Moderna Tehnika, Savez američkih inženjera (ASCE) je 1995. proveo anketu među inženjerima širom svijeta o tome koje se građevine smatraju za sedam svjetskih čuda modernog svijeta. Prijedloga je bilo puno, a najviše glasova su dobili navedeni objekti.

Iluzija bi bila tvrditi da današnji razvoj ne počiva na stvaranju profita, tj. na sebičnosti i gramzivosti ljudi. Na čemu se profit ostvaruje? Prvenstveno na sve većem uništavanju okoliša sa sve jačim strojevima i tehnologijama. No to, kao i sve drugo, ima svoje granice, jer su prirodni resursi ograničeni i već znatno istrošeni. Nisu obnovljivi. Kako se navedenim činjenicama što bolje prilagoditi?

Nema drugog načina nego u račun ostvarenog profita uračunati i vrijednost uništenog okoliša. Kod gradnje svakog objekta: autoputa, aerodroma, željezničke pruge, termo i hidroelektrana, rafinerija, naftovoda, plinovoda, industrijskih postrojenja, trgovačkih centara, stambenih objekata i drugo treba uvrstiti i troškove vraćanja zemljišta u uporabivo stanje. Koliki su troškovi uklanjanja koksara, tvornica glinice, termoelektrana, nuklearnih elektrana, tvornica ferolegura, rafinerija nafte, naftovoda i niza drugih objekata. Tko plaća te troškove? Pri izdavanju dozvola za gradnje trebalo bi naplatiti i troškove sadnje šuma i njihovog održavanja u sljedećih 50 godina na višestruko većoj površini od površine koju zauzima objekt za koji se izdaje građevna dozvola. Na taj način bi se relativno brzo mogao pošumiti kras i druga nepošumljena područja.

Slika A-4 pokazuje da se još mogu donekle uskladiti proizvodnja i prijenos električne energije, proizvodnja hrane i uzgoj domaćih životinja uz povećanu uporabu obnovljivih izvora električne energije.

Kod gradnje energetskih objekata posebnu pažnju treba posvetiti  *dugotrajnosti objekata*, **tablica A-4**. Primjerice nuklearne ili termoelektrane treba graditi s rokom tra-

#### Tablica A-4. Nužan vijek trajanja proizvoda – postrojenja za održivu zaštitu okoliša na dužu stazu

Proizvod - postrojenje	Nazivni vijek trajanja
žarulje za javnu rasvjetu	30 000 sati
automobili	40 godina
elektromotori	60 godina
generatori	80 godina
transformatori	80 godina
solarne elektrane	80 godina
vjetroelektrane	80 godina
termoelektrane	100 godina
nuklearne elektrane	120 godina
hidroelektrane	200 godina



**Slika A-4. „Idilična“ slika donekle sačuvanog okoliša s domaćim životinjama, obnovljivim izvorima energije (vjetrenjače) i prijenosom električne energije (dalekovod) od (velikih) proizvođača do potrošača električne energije.**

janja od 100 i više godina, s mogućnošću modernizacije i zamjene vitalnih dijelova u međuvremenu.

Proizvodnja energije treba biti na mjestu gdje je energija potrebna i u vrijeme kad je potrebna. U tom je smislu idealno za rashladne uređaje u turističkim objektima osigurati električnu energiju iz solarnih elektrana (fotonapon) a za grijanje domaćinstva (kad puše bura) iz vjetroelektrana konstruiranih za velike brzine vjetra. Ugrađene solarne panele treba istovremeno koristiti za stvaranje hladna ljudima (ugostiteljski objekti), životinjama (farme koza i ovaca), biljkama (uzgoj biljaka), automobilima (parkirališta) i drugo.

Razvijene zemlje, posebno Japan i Kina rade intenzivno na razvoju dugotrajnih proizvoda/postrojenja. Kod nas se u ugovorima i tenderima mogu nažalost naći podatci o trajnosti elektromotora od 7 godina i transformatora od 10 godina. Za popravak/zamjenu primjerice elektromotora ventilatora u tunelu na autocesti potrebno je zaustaviti cjelokupni promet. Nije međutim mnogo lakša situacija sa zamjenom žarulja javne rasvjete na auto-

cestama ili elektromotora, kabela u rafinerijama, termoelektranama, vodovodima, električnim vozilima i drugim postrojenjima.

*Štednju fosilnih goriva i sačuvanje čovjekovog okoliša moguće je ostvariti samo drastičnim povećanjem kvalitete i vijeka trajanja svih proizvoda (energetskih, prometnih, industrijskih i drugih) i sukladno tome povećanje opsega i kvalitete tehničkih usluga.*

*Takav pristup omogućuje znatno povećanje zaposlenosti ljudi i njihove kvalitete života. To su veliki zadatci za inženjere, koji trebaju biti aktivni čimbenik održivog i prema okolišu pravednog razvoja. Jedino kupovanjem kvalitetnih i dugotrajnih proizvoda – postrojenja može se osigurati kvalitetna proizvodnja, podići kvaliteta života i usporiti uništavanje okoliša.*

Dugotrajnost proizvoda i postrojenja preduvjet je za kvalitetan život ljudi i zaštitu okoliša.

