

**UNIVERZITET U NIŠU  
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU**

**Smer: Zaštita životne sredine**

**TEHNOLOŠKI PROCESI I  
ŽIVOTNA SREDINA**

**dr Branislav Anđelković, red. prof.  
mr Ivan Krstić, dipl. inž. tehnologije**

**Niš, 2002. godine**

dr Branislav Anđelković, red. prof. Fakulteta zaštite na radu u Nišu  
mr Ivan Krstić, dipl. inž. tehnologije, asistent Fakulteta zaštite na radu u Nišu

## **TEHNOLOŠKI PROCESI I ŽIVOTNA SREDINA**

*Prvo izdanje*

### **Izdavač:**

*Jugoslovenski savez društava inženjera i tehničara zaštite, Niš, Čarnojevića 10a*

Odlukom Nastavo-naučnog veća Fakulteta zaštite na radu u Nišu, broj 03-327/3 od 14.06.2002. godine, rukopis je odobren za štampu.

### **Recenzenti:**

*dr Branislav Nikolić, red. prof. u penzji Fakulteta zaštite na radu u Nišu*

*dr Vlada Veljković, red. prof. Tehnološkog fakulteta u Leskovcu*

### **Za izdavača:**

*dr Branislav Anđelković*

### **Tehnički uredila:**

*Vesna Krstić, dipl. inž. zaštite životne sredine*

### **Dizajn korica:**

*AvramovicDesign @yahoo.com*

### **Štampa:**

*GIP "Bona Fides" Niš*

CIP Katalogizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

ANĐELKOVIĆ, Branislav M.  
KRSTIĆ, Ivan M.

Tehnološki procesi i životna sredina  
/ Branislav M. Anđelković, Ivan M.  
Krstić. - [1. izd.]. Niš: Fakultet  
zaštite na radu, 2002.  
(Niš: Bona Fides). 420 str.: graf.  
prikazi, tabele; 24 cm.

Tiraž 400. - Literatura: str. 418-420

ISBN 86-83-129-03-9

## Sadržaj:

<b>1. Tehnološki sistem - radna i životna sredina kao sistem</b> . . . . .	1
<b>1.1. Sistem i sistemski pristup</b> . . . . .	2
<b>1.2. Tehnologija i tehnološki sistem</b> . . . . .	9
1.2.1. Elementi proizvodnog tehnološkog sistema . . . . .	12
1.2.2. Tehnološki proces . . . . .	12
1.2.3. Predmeti rada . . . . .	16
1.2.4. Sredstva za rad . . . . .	20
1.2.5. Energija . . . . .	22
1.2.6. Ljudski rad . . . . .	24
<b>1.3. Radna i životna sredina kao sistem</b> . . . . .	27
1.3.1. Radna sredina kao sistem . . . . .	27
1.3.2. Životna sredina kao sistem . . . . .	29
1.3.3. Povezanost čoveka i sistema radne i životne sredine . . . . .	30
1.3.4. Oblici zagađivanja životne sredine . . . . .	32
<b>1.4. Sistem inženjering</b> . . . . .	36
1.4.1. LCA analiza . . . . .	42
<b>1.5. Veza elemenata u sistemu primenom zakona o održanju mase i energije</b> . . . . .	44
1.5.1. Maseni bilans . . . . .	44
1.5.2. Energetski bilans . . . . .	48
1.5.3. Eksergetski bilans . . . . .	51
1.5.4. Primeri materijalno energetskih bilansa . . . . .	58
1.5.4.1. Materijalni bilans ciklona . . . . .	58
1.5.4.2. Materijalni i energetski bilans sušare . . . . .	59
1.5.4.3. Materijalni i energetski bilans ukuvača . . . . .	60
1.5.4.4. Materijalno, energetsko i eksergetsko bilansiranje tehnološkog procesa na primeru varionice . . . . .	61
<b>1.6. Izbor ulaznih i izlaznih elemenata tehnološkog procesa od značaja za zaštitu životne sredine</b> . . . . .	70
1.6.1. Izbor šeme tehnološkog procesa . . . . .	70
1.6.2. Izbor tehnološke opreme . . . . .	76
1.6.3. Izbor sirovina i pomoćnih materijala . . . . .	77
1.6.4. Izbor energije . . . . .	79
1.6.5. Izbor mesta odvijanja tehnološkog procesa . . . . .	79

---

<b>2. Tehnološki procesi metalurgije i životna sredina</b> .....	81
<b>2.1. Priprema sirovina za topljenje</b> .....	82
2.1.1. Skladiranje materijala .....	82
2.1.2. Usitnjavanje materijala .....	84
2.1.3. Aglomeracija .....	87
2.1.4. Flotacija .....	91
2.1.5. Prženje rude i koncentrata .....	93
2.1.6. Koksovanje .....	96
<b>2.2. Dobijanje metala topljenjem</b> .....	98
<b>2.3. Rafinacija metala</b> .....	99
2.3.1. Metalurško-termička rafinacija metala .....	99
2.3.2. Elektrolitička rafinacija .....	101
<b>2.4. Livenje metala</b> .....	105
<b>2.5. Kritične tačke tehnoloških procesa proizvodnje metala</b> .....	113
2.5.1. Proizvodnja gvožđa i ugrožavanje životne sredine .....	113
2.5.2. Proizvodnja bakra i ugrožavanje životne sredine .....	119
2.5.3. Proizvodnja olova i ugrožavanje životne sredine .....	123
2.5.4. Proizvodnja cinka i ugrožavanje životne sredine .....	125
2.5.5. Proizvodnja aluminijuma i ugrožavanje životne sredine .....	128
<b>2.6. Mehanička obrada metala</b> .....	132
<b>2.7. Termička obrada metala</b> .....	134
2.7.1. Termička obrada žarenjem, kaljenjem i otpuštanjem .....	134
2.7.2. Termohemijska obrada metala .....	137
2.7.3. Termička obrada u sonim kupatilima .....	141
<b>2.8. Odmašćivanje</b> .....	146
2.8.1. Odmašćivanje u alkalnim rastvorima .....	147
2.8.2. Odmašćivanje u rastvorima površinsko aktivnih materija .....	148
2.8.3. Odmašćivanje u zapaljivim organskim rastvaračima .....	151
2.8.4. Odmašćivanje u nezapaljivim organskim rastvaračima .....	155
2.8.5. Elektrohemijsko odmašćivanje .....	157
2.8.6. Odmašćivanje ultrazvukom .....	158
<b>2.9. Nagrizanje</b> .....	158
<b>2.10. Galvanska obrada metala</b> .....	163
<b>2.11. Nanošenje premaznih sredstava</b> .....	172
2.11.1. Hemijski sastav premaznih sredstava .....	172
2.11.2. Metode nanošenja premaznih sredstava .....	177
2.11.3. Mere zaštite pri nanošenju premaznih sredstava .....	181

---

<b>3. Tehnološki procesi hemijske industrije i životna sredina</b> . . . . .	183
3.1. Tehnološki proces proizvodnje sumporne kiseline . . . . .	184
3.2. Tehnološki proces proizvodnje azotne kiseline . . . . .	193
3.3. Tehnološki proces proizvodnje fosforne kiseline . . . . .	201
3.4. Tehnološki proces proizvodnje NaOH, Cl <sub>2</sub> i HCl . . . . .	205
3.5. Tehnološki proces proizvodnje amonijaka . . . . .	211
3.6. Tehnološki proces proizvodnje veštačkih đubriva . . . . .	218
3.7. Tehnološki proces proizvodnje natrijumtripolifosfata . . . . .	223
3.8. Tehnološki proces proizvodnje neorganskih malternih veziva . . . . .	226
3.8.1. Tehnološki proces proizvodnje kreča . . . . .	226
3.8.2. Tehnološki proces proizvodnje cementa . . . . .	228
3.8.3. Tehnološki proces proizvodnje gipsa . . . . .	230
3.9. Tehnološki proces proizvodnje stakla . . . . .	231
3.10. Tehnološki proces proizvodnje deterdženata . . . . .	239
3.11. Tehnološki proces proizvodnje sapuna . . . . .	242
3.12. Tehnološki proces proizvodnje celuloze i papira . . . . .	247
3.13. Tehnološki proces proizvodnje boja i lakova . . . . .	265
3.14. Tehnološki proces proizvodnje plastičnih masa . . . . .	268
3.15. Tehnološki proces proizvodnje gume . . . . .	277
<b>4. Tehnološki procesi prehrambene industrije i životna sredina</b> . .	283
4.1. Analiza rizika kritičnih kontrolnih tačaka (HACCP) . . . . .	284
4.2. Tehnološki proces proizvodnje mleka i mlečnih proizvoda . . . . .	290
4.2.1. Zdravstvena ispravnost mleka i primena HACCP metode . . .	297
4.2.2. Uticaj tehnološkog procesa obrade mleka na životnu sredinu . . . . .	301
4.3. Tehnološki proces obrade mesa . . . . .	303
4.3.1. Zdravstvena ispravnost mesa . . . . .	308
4.3.2. Primena HACCP metode u mesnoj industriji . . . . .	309
4.3.3. Uticaj tehnološkog procesa obrade mesa na životnu sredinu .	311
4.4. Tehnološki proces proizvodnje hleba . . . . .	316
4.4.1. Zdravstvena ispravnost hleba i primena HACCP metode . . .	325
4.4.2. Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje hleba na životnu sredinu . . . . .	329
4.5. Tehnološki proces proizvodnje bezalkoholnih pića . . . . .	330
4.5.1. Zdravstvena ispravnost bezalkoholnih pića i primena HACCP metode . . . . .	342
4.5.2. Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje bezalkoholnih pića na životnu sredinu . . . . .	348

<b>4.6. Tehnološki proces proizvodnje alkoholnih pića</b> .....	351
4.6.1. Tehnološki proces proizvodnje etanola .....	354
4.6.2. Tehnološki proces proizvodnje vina .....	355
4.6.2.1. Ekotoksikološka ispravnost vina i primena HACCP metode .....	364
4.6.2.2. Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje vina na životnu sredinu .....	366
4.6.3. Tehnološki proces proizvodnje rakije .....	369
4.6.3.1. Ekotoksikološka ispravnost rakije .....	377
4.6.3.2. Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje rakije na životnu sredinu .....	378
4.6.4. Tehnološki proces proizvodnje piva .....	382
4.6.4.1. Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje piva na životnu sredinu .....	393
<b>4.7. Tehnološki proces prerade duvana</b> .....	404
4.7.1. Uticaj tehnološkog procesa prerade duvana na životnu sredinu .....	412
<b>5. Literatura</b> .....	418