



Knjiga/Book 1

Održive tehnologije

Sustainable technologies

Editor

Zoltan Zavargo
University of Novi Sad
Faculty of Technology
Novi Sad, Serbia

Održive tehnologije

Sustainable technologies

Editor
Zoltan Zavargo
University of Novi Sad
Faculty of Technology
Novi Sad, Serbia

Što god zadesi Zemlju, zadesit će i njene sinove.
Čovjek nije istkao mrežu života, on je tek jedna njena
nit. Što god on čini mreži, čini to sam sebi.

Dio svjedočanstva poglavice Seattlea 1854. godine

Ove knjige su nastale kao dio projektnih aktivnosti u okviru Tempus projekta Tempus158989-Tempus-1-2009-1-BE-Tempus-JPHES "Creation of university-enterprise cooperation networks for education on sustainable technologies", a namijenjena je za edukaciju inženjera iz prakse u području održivih tehnologija. Autori poglavlja su kreatori svojih ideja i oni u potpunosti odgovaraju za sadržaj.

The concept of sustainable means "meeting the needs of present generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs." Sustainable development consists of three components: society, environment and economy. In order to achieve the objectives of sustainable development all three components must be fulfilled simultaneously. The sustainable technologies are part of the whole sustainable concept.

The linear model of development seems not to be sustainable. The results are exhaustion of the natural resources and waste accumulation. The Zero emission model, as the nature, predict the circulation of material flows and consequently reduce the emission of material and energy to a minimum, idella zero.

It seems that Zero emission concept is the appropriate answer to sustainability. For this reason the Concept is described at the beginning, in the Chapter 1: *Zero emission concept*.

In the next, Chapter 2, *Environmental sustainability and industry*, the issues are described in detail as well as the characteristics of sustainable technologies. We must keep in mind that sustainable technologies use less energy, fewer limited resources, do not deplete natural resources, do not directly or indirectly pollute the environment, and can be reused or recycled at the end of their useful life. In order to develop and keep sustainability it is essential to have an appropriate management system. This matter as well as Environmental risk assessment are also covered in this Chapter.

In the process of developing sustainability the legislation is very important. If it is appropriate It can help and accelerate the process. The main features of legislation of the 3 West Balkan's countries (Serbia, Bosnia and Herzegovina and The Former Yugoslav Republic Macedonia) are covered in the next chapter: *Legislation*.

In the next Chapter the technology aspect of sustainability is discussed. The Chapter covers issues like: Green chemistry, BAT, Air protection, Waste water treatment, Recycling, Solid waste management, Waste minimization and Energy consumption.

The renewable energy resources play an important role developing sustainable technologies and sustainability in general. What are the main renewable energy resources and is it possible to replace fossil fuels with them? The answers are given in the Chapter 5 *Renewable energy resources*. Main renewable energy resources: Energy of the environment, Geothermal, Wind, Solar energy and Bio renewable energy resources are covered.

The sustainable society whole must be energy efficient, sustainable industry and sustainable technologies. What is energy efficiency, how to build energy efficiency system, how to reduce energy consumption, how to make process more efficient and what are the limits? The answers to these questions are given in the following 6 Chapter: *Energy efficiency of the technology processes*.

The previous chapters will give answer to a question: what sustainable technologies are and how to approach it.

The concept on sustainable technologies related to Food industry, Pharmaceutical and cosmetics, Chemical engineering and Material engineering are covered in the following chapters.

Koncept održivog razvoja se zasniva na definiciji „zadovoljenja potreba sadašnjih generacija bez ugrožavanja mogućnosti da i buduće generacije zadovolje svoje potrebe“. Održivi razvoj se sastoji od tri komponente: društvo, životna sredina, ekonomija. Smatra se da se održivi razvoj može postići kada sve tri komponente istovremeno budu zadovoljene.

Dosadašnji linearni model razvoja pokazao se neorživim. Rezultat ovakvog pristupa je iscrpljivanje resursa i nagomilavanje otpada. Model Nulte emisije, kao u prirodi, predviđa kružni tok materije i shodno tome smanjuje emisiju materije i energiju u okolinu na minimum, idealno nula.

Koncept Nulte emisije izgleda kao pravi odgovor na održivost. Iz tog razloga ovaj Koncept opisan je na samom početku, u 1. Poglavlju.

U sledećem, 2. Poglavlju, Ekološka održivost i industrija. Opisane su glavne karakteristike održive tehnologije. Moramo imati u vidu da održive tehnologije koriste manje energije, manje resursa, ne iscrpljuju okolinu, ni posredno ni neposredno ne zagađuju okolinu, i nakon korisnog životnog veka produkti se mogu ponovo upotrebiti ili reciklovati. U cilju izgradnje i obezbeđivanja održivost neophodnan je odgovarajuće karakteristike zakonodavstva Republike Makedonije, Bosne i Hercegovine i Srbije vezane za održivi razvoj dati su u sledećem poglavlju.

U sledećem poglavlju, opisani su tehničko-tehnološki aspekti održivosti. Poglavlje pokriva sledeće teme: Zelena hemija, BAT, Zaštita vazduha, Prerada otpadne vode, Upravljanje čvrstim otpadom, Minimizacija otpada i potrošnja energije.

Važnu ulogu u realizaciji koncepta održivosti imaju obnovljivi izvori energije. Koji su glavni obnovljivi izvori energije i da li je moguće zamena fosilnih goriva obnovljivim? Odgovor na ova pitanja dati su u Poglavlju 5: Obnovljivi energetske resursi. Glavni obnovljivi izvori opisani su u ovom poglavlju: Energije okoline, Geotermalna, solarna energija, energija vetra i bioobnovljivi izvori energije.

Održivo društvo mora: biti energetske efikasno, imati održivu industriju i održive tehnologije. Šta je energetska efikasnost, kako izgraditi energetske efikasan system i smanjiti potrošnju energije, kako učiniti process energetske efikasnijim? Odgovor na ova pitanja data su u Poglavlju 6: *Energetska efikasnost tehnoloških procesa*.

Prethodna poglavlja ukazala su na sve aspekte održivih tehnologija. U narednim poglavljima koncept održivih tehnologija primenjen je na Prehrambenu industriju, Farmaceutsku i kozmetičku industriju, Hemijsko inženjerstvo i Inženjerstvo materijala.

Predgovor

Poboljšanje uslova i kvaliteta života stanovništva je jedan od glavnih zadataka svakog društva. Materijalna dobra su izuzetno značajna za održavanje egzistencije ali i kvaliteta života ljudi što je i osnovni uzrok potrošnje tih materijalnih dobara. Tako nastaju i povećane potrebe za sanaciju posljedica koje se pojavljuju zbog povećane potrošnje. S druge strane, globalno, prisutan je trend neprekidnog porasta broja stanovnika, migracija, klimatskih promjena, korištenja poljoprivrednih sirovina u energetske svrhe, porast cijene energije te drugih sličnih pojava koje vrše pritisak na prirodne resurse, a naročito sve više oskudno zemljište.

U 20 i 21. stoljeću se intenzivirao ukupan društveni i tehnološki progres u svim sferama ljudskog života. Kao posljedica pojavljuje se eksponencijalna potrošnja materijalnih dobara, a sa čijom proizvodnjom se crpe izvori iz prirode, koji su dio prirodnog, kulturnog i civilizacijskog nasljeđa. Uz crpljenje materijalnih dobara i povećanje potrošnje, pojavljuje se sve veće zagađenje zraka, vode i zemljišta, pa se zbog toga stvaraju rizici koji mogu dovesti do pogoršanja ukupnih uslova života. Izazovi klimatskih promjena, očuvanja energije i zaštite okoliša postaje sve kritičniji. Tako se pojavljuje potreba za smanjenjem uzročnika koji dovode do ovih pojava. Rješenja su definirana u održivim tehnologijama, održivim ekonomijama i održivom razvoju, što bi u krajnjem osiguralo održivost društva i njegovu budućnost. Globalno promatrano potrebno je eliminirati progresivno fizičko propadanje i uništavanje prirode i prirodnih procesa. Brojna istraživanja pokazuju da bi se stanje moglo poboljšati ako se potrebe stave u realne okvire i ako se društvo okrene održivim tehnologijama, novim materijalima te efikasnijem iskorištenju energije. Te nove tehnologije baziraju se na zaštiti okoliša, uz smanjenje zagađenja zraka, vode i tla na minimalnu mjeru. Osnovni smisao održivih tehnologija je zasnovan na podizanju svijesti savremenog društva o značaju da prirodu i okoliš ostavimo u još boljem stanju nego samo naslijedili.

U tehničkom i operativnom smislu održive tehnologije su povezane ili uključuju tehnologije zaštite životne sredine, obnovljive izvore energije, energetske efikasnost, ali i održivi životni stil. Obnovljivi izvori energije dolaze iz prirodnih izvora: energije sunca, vjetra, vode (kiša, plima), geotermalnih izvora, biomasa i drugih izvora koji su obnovljivi. S druge strane sve više je fokus na energetske efikasnost i smanjenje ukupne potrošnje energije različitim kreativno-inovativnim tehnološkim rješenjima.

Primjena savremenih ekoloških tehnologija u industriji dovodi do značajnog smanjenja emisija. Međutim, valja uzeti u obzir i činjenicu da su ekološke tehnologije skupe i zahtijevaju dobro poznavanje tokova materijala i energije te u većini zemalja u razvoju, za te svrhe, su potrebni dodatni postićaji. S druge strane, regulatorni pristup je često „labaviji“ u nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju te ove zemlje, često, imaju manje strogu zakonsku regulativu.

Industrijska proizvodnja ima za cilj proizvodnju materijalnih dobara za zadovoljenje potreba ljudi i kao takva je najveći zagađivač životnog prostora. Proizvodnja hrane, energije i lijekova, zatim odjeće i obuće, transportnih sredstava, sredstava za higijenu su najvažniji segmenti industrijske proizvodnje čije proizvode troši savremeno stanovništvo, pa su stoga i najveći zagađivači okoliša i životne sredine.

U prvom planu potrebno je osigurati održivost u poljoprivrednoj proizvodnji i proizvodnji hrane. Brojni parametri ukazuju da se vremenom prirodni resurse iscrpljuju i na taj način se smanjuju njihov potencijal, ne samo sadašnjim nego i budućim generacijama. Do sredine 20. stoljeća na raspolaganju je bilo 0,45 ha zemljišta (obradivog) po stanovniku, 1997. godine 0,25 ha, a 2050. godine predviđa se 0,15 ha. Krajem 20 i početkom 21. stoljeća problem je uočen i poduzimaju se aktivnosti na regionalnim i nacionalnim razinama kako bi se smanjio efekat izrabljivanja prirode u cilju povećanja materijalnog dobra. Kako bi se uspostavili brojni bilateralni sporazumi, deklaracije, agende koje imaju za cilj očuvanje životnog okoliša, zemlje, zraka i vode, a posebno biološkog biodiverziteta.

Neke alternativne tehnologije u proizvodnji hrane mogu biti značajne kao što su organska i integralna proizvodnja koje manje zagađuju okoliš od većine postojećih konvencionalnih tehnologija. Organska proizvodnja podrazumijeva eliminisanje hemijskih sredstava u proizvodnji (pesticidi, veterinarski lijekovi), zamjenu usjeva, korištenje prirodnog gnojiva i komposta, biološko suzbijanje štetnika itd. Osim toga organska proizvodnja bazirana je na filozofiji jedinstva čovjeka i prirode.

Projekcija budućnosti treba biti bazirana na aktivnostima i projektima koji grade okoliš na principima održivog ekonomskog razvoja ali i ekološke održivosti. Bazira se na planiranju industrijske proizvodnje, arhitekturi naselja i industrije, održivim površinama i održivoj poljoprivredi, a što uključuje sketor energije i vode. Održivi razvoj je proces promjena u organiziranju i reguliranju ljudskih nastojanja da mogu zadovoljiti svoje potrebe i težnje sadašnjih generacija, bez zatvaranja mogućnosti za buduće generacije, kako bi i one zadovoljile vlastite potrebe i nastojanja. Budući da je održivost dinamičan koncept, a ne statičko stanje, ona zahtijeva fleksibilnost u donošenju odluka i spremnost na modificiranje pristupa u skladu s promjenama u okolini, ljudskim potrebama i željama ili tehnološkog napretka. Održive tehnologije koriste manje energije, ograničavaju korištenje prirodnih resursa i direktno ili indirektno ne zagađuju životnu sredinu. U tokovima materijala postavlja se zahtjev da se oni mogu ponovo upotrijebiti i iskoristiti. Ovi zahtjevi su bitni i za razvijene zemlje i zemlje u razvoju.

Održive tehnologije mogu imati visku cijenu, ali i cijenu njihovog održavanja. Zbog toga je održivost tehnologije posebno značajna kao kriterij u procjenama korištenja pojedinih sirovinskih resursa u planiranju razvoja društva.

Akutni problem prisutan u svijetu je uticaj zagađenja životne sredine na zdravlje ljudi. Brojne bolesti nastaju kako posljedica izloženosti ljudske populacije djelovanju toksičnih materija u životnoj okolini. Produkti zagađenja se mogu naći u zemlji, zraku i vodi, a u ljudski organizam dospijevaju putem hrane i zraka. Zbog toga održive tehnologije imaju jedan od značajnih uticaja prevencije nastajanja neželjenih oboljenja.

Sadržaj

Content

1.	Koncept nulte emisije	
	Zero emission concept	1
1.1	Održivi razvoj	
	Sustainable development	2
	Socijalna održivost	
	Social Sustainability	3
	Održivost okoline	
	Environmental Sustainability	3
	Ekonomska održivost	
	Economic Sustainability	3
	Održivi materijali	
	Sustainable materials	4
1.2	Koncept nulte emisije i drugi koncepti održivosti	
	Zero emission and other sustainable concepts	5
1.2.1	Koncept „Na kraju cijevi“	
	The End of Pipe concept	5
1.2.2	Koncept čistije proizvodnje	
	Cleaner production concept	6
1.2.3	Koncept nulta emisija	
	Zero emission concept	10
	Proizvodi na biosonovi	
	Biobased products	11
	Industrija sa nultom emisijom	
	Zero emissions industries	11
	Eko-industrijski park	
	Eco-industrial Park	13
	Metodologija koncepta nulte emisije	
	Zero Emissions Methodology	13
	Izgradnja industrijskog klastera	
	Development of industrial clusters	13
	Razvoj konverzionih tehnologija	
	Conversion technologies development	14
	Projektovani otpad	
	Designed waste	14
	Ograničenja	
	Constraints	14
1.3	Cirkularna ekonomija	
	Circular economy	14
1.4	Pitanja	
	Quastions	17

1.5	Pitanja/Odgovori Questions/Answers	19
1.7	Literatura References	20
2.	Ekološka održivost i industrija Environmental sustainability and industry	21
2.1	Ciklički održivi razvoj Cyclic sustainable development	22
2.1.1	Uloga tehnologije The Role of technology	23
2.1.2	Karakteristike održivih tehnologija Sustainable Technology Characteristics	24
	Minimiziranje potrošnje Minimizing Consumption	24
	Održavanje potrebe stanovništva Maintaining human needs	24
	Minimiziranje negativnih uticaja na okolinu Minimizing the negative impact on the environment	24
2.1.3	Okviri za održivu industriju A framework for a sustainable industry	26
2.1.4	Procena životnog ciklusa Life cycle assessment	27
2.1.5	Ekološki otisak Ecological footprint	31
	Ugljenični otisak Carbon footprint	32
2.1.6	Odabir materijala za eko-dizajn Selecting materials for eco-design	33
2.1.7	Održiva proizvodnja hrane Sustainable food production	33
2.1.8	Zaključci Conclusions	34
2.2	Upravljanje okolinom Environmental management	34
2.2.1	Serija standarda ISO 14000-nastanak i razvoj ISO 14000 series	35
	Karakteristike ISO 14000 ISO 14000 characteristics	36
	Standardi serije ISO 14000 ISO 14000 standards	36
	Dokumentacija ISO 14001 i njegova integracija sa ISO 9001 Documents of ISO 14001 and ISO 9001 integration	38

2.2.2 Studija slučaja-ISO 14000 kao osnova za nastanak novog međunarodnog standarda	
Case study-ISO 14000 as a base for development of new international standard	46
Uvod u pojam energetske efikasnosti	
Introduction to energy efficiency	46
Osnovni model i svrha standarda ISO/DC 50001	
Basic model and purpose of ISO/dc 50001	46
Zahtjevi ISO/DC 50001	
ISO/DC 50001 requirements	47
2.2.3 Zaključak	
Conclusion	48
2.3 Upravljanje ljudskim resursima	
Human resuorces management	49
2.3.1 Planiranje ljudskih resursa	
Human resuorces planning	50
2.3.2 Kompetencije	
Competences	50
2.3.3 Motivacija i kreativnost	
Motivation and creativitiy	51
2.3.4 Obuka	
Training	52
Identifikacija potreba za obukom	
Identification of training needs	52
Odabir polaznika	
Selection of participants	53
Metode obučavanja	
Methods of training	53
Priprema obuke	
Preparation of training	53
Provedba obuke	
Implementation of training	54
Kontrola obučenosti polaznika	
Control of succes of training participants	54
Audit ljudskih resursa	
Human resuorces audit	54
Kompenziranje i nagrađivanje	
Compensation and awarding	58
2.3.5 Zaključak	
Conclusion	58
2.4 Šta je to menadžment promijena?	
What is change management?	59

2.4.1	Pristupi	
	Approaches	60
	Organizacijski menadžment promjena	
	Organisational Change Management	60
	Individualni menadžment promjena	
	Individual Change Management	62
	Zašto je potreban organizacijski menadžment promjena?	
	Why is organizational change management necessary?	62
2.5	Procjena okolišnih rizika	
	Environmental risk assessment	63
2.5.1	Koncept procjene okolišnih rizika	
	Concept of environmental risk assessment	64
	Opasnosti i rizici	
	Hazards and risks	66
2.5.2	Sastavnice analize rizika	
	The components of risk analysis	67
	Procjena rizika	
	Risk Assessment	67
	Upravljanje rizikom	
	Risk Management	68
	Komunikacija u vezi rizika	
	Risk communication	71
2.5.3	Faze u realizaciji procjene okolinskih rizika	
	Stages in the implementation of environmental risk assessment	71
	Formuliranje problema	
	The problem Formulation	74
	Identifikacija opasnosti: izvor - put – receptor	
	Hazard identification: source - path – receptor	74
	Procjena ispuštanja zagađenja	
	Assessment of pollution discharges	75
	Karakterizacija opasnosti	
	Hazards characterization	76
	Procjena izloženosti	
	Exposure assessment	77
	Procjena mogućih posljedica	
	Assessment of the possible consequences	78
	Procjena i karakterizacija rizika	
	Assessment and risk characterization	78
2.5.4	Ocjena rizika	
	Risk assessment	82
2.5.5	Koristi od procjene okolišnih rizika	
	Utilisation of environmental risks assessments	85

2.6	Zaključci Conclusion	86
2.7	Pitanja Questions	87
2.8	Pitanja/Odgovori Odgovori/Answers	88
2.9	Literatura References	89
3.	Legislativa	
	Upporedna studija legislative iz oblasti zaštite životne sredine i održivog razvoja u Makedoniji, Bosni i Hercegovini i Srbiji Legislation A comparative study of legislation in the field of environmental protection and sustainable development in The Former Yugoslav Republic Macedonia, Bosnia and Herzegovina and Serbia	94
3.1	Mreže propisa o problematici zaštite okoline i održivog razvoja u svakoj od zemalja Regulation on the issue of environmental protection and sustainable development in each country	95
3.1.1	Propisi u zakonodavstvu Makedonije The regulations in the legislation of the Former Yugoslav Republic of Macedonia	95
3.1.2	Propisi u zakonodavstvu Bosne i Hercegovine The regulations in the legislation of Bosnia and Herzegovina	97
	Propisi u zakonodavstvu Federacije Bosne i Hercegovine The regulations in the legislation of The Federation of Bosnia and Herzegovina	97
	Propisi u zakonodavstvu Republike Srpske The regulations in the legislation of The Republika Srpska	97
3.1.3	Propisi u zakonodavstvu Srbije Regulations in the legislation of Serbia	98
3.2	Upporedna studija Analiza sličnosti i razlika u glavnim rešenjima legislative o zaštiti životne sredine i održivom razvoju u Makedoniji, Bosni i Hercegovini, i Srbiji A comparative study of legislation in the field of environmental protection and sustainable development in The Former Yugoslav Republic Macedonia, Bosnia and Herzegovina and Serbia	99
3.2.1	Identifikovanje propisa koji čine okvir i bazu zakonodavstva o zaštiti životne sredine i održivom razvoju Identification of the regulations that form the framework and the base of the legislation on environmental protection and sustainable development	99
3.3	Razmatranje strukture propisa i glavnih rešenja problematike u osnovnom propisu/osnovnim propisima The structure of regulations and major solution	100

3.3.1	Osnovni propisi Makedonije o zaštiti životne sredine The Former Yugoslav Republic Macedonia basic regulations in the field of environmental protection	100
3.3.2	Osnovni propisi Federacije BiH o zaštiti životne sredine The Federation of Bosnia and Herzegovina basic regulations in the field of environmental protection	102
3.3.3	Osnovni propisi Republike Srpske o zaštiti životne sredine Serbian Republic basic regulations in the field of environmental protection	104
	Osnovni propisi Srbije o zaštiti životne sredine Serbia basic regulations on environmental protection	105
3.3.4	Analiza sličnosti i razlika u glavnim rešenjima problematike Analysis of the similarities and differences in the major problem solutions	107
3.3.5	Načela zaštite životne sredine Principles of Environmental Protection	108
3.3.6	Poglavlja zakona o zaštiti životne sredine Chapters of the Laws on Environmental Protection	110
3.3.7	Članovi iz poglavlja o proceni uticaja na životnu sredinu Articles on environmental impact assessment	114
3.3.8	Članovi iz poglavlja o integrisanoj dozvoli Articles on integral permit	118
3.4	Zaključak Conclusion	123
3.5	Literatura References	123
4	Održive tehnologije Sustainable technologies	125
4.1	Zelena hemija i čiste tehnologije Green chemistry and clean technologies	125
4.1.1	Osnovni koncept zelene hemije The idea of green chemistry	125
4.1.2	Ciljevi zelene hemije: Cena otpada Objectives for Green Chemistry: The Costs of Waste	126
4.1.3	Smanjenje: Srce Green hemiju Reducing: The Heart of Green Chemistry	127
4.1.4	Zelena hemija u životnom ciklusu proizvoda Green Chemistry in the Lifecycle of a Product	127
4.1.5	12 Principa zelene hemije The 12 principles of green chemistry	127
4.1.6	Zeleno procesno inženjerstvo Green process engineering	128

4.1.7	Zeleni rastvarači - koristi se u procesnom inženjerstvu	
	Green solvents – application in process engineering	128
4.1.8	Odabrani primeri za primenu zelenog hemijskej laboratoriji i industrijskim uslovima	
	The selected examples for implementing of green chemistry in laboratory and industry	129
4.1.9	Čiste tehnologije	
	Clean technologies	130
4.2	Najbolje dostupne tehnike	
	Best available techniques	132
4.2.1	Osnovne informacije za tretman otpada	
	Basic information for waste treatment	132
4.2.2	Najbolje dostupne tehnike (BAT)	
	Best available techniques (BAT)	133
4.2.3	Uopšte o BAT	
	Generic BAT	134
	Upravljanja zaštitom životne sredine	
	Environmental Management	134
	Ulaz otpada	
	Waste in	135
	Izlaz otpada	
	Waste out	136
	Upravljanje komunalnim sirovinama	
	Management of municipal raw	137
	Skladištenje i prerada	
	Storage and processing	138
4.3	Prečišćavanje otpadnih voda	
	Waste water treatment	141
4.3.1	Karakteristike kvaliteta vode	
	Characteristics of water quality	141
4.3.2	Karakteristike otpadnih voda	
	Characteristics of waste water	141
4.3.3	Industrijske otpadne vode	
	Industrial waste water	142
4.3.4	Prečišćavanje otpadnih voda	
	Waste water treatment	142
4.3.4	Dodatna obrada otpadnih voda	
	Additional waste water treatment	142
4.3.4	Tretman mulja	
	Sludge treatment	143
4.4	Zaštita vazduha	
	Air protection	144

4.4.1 Izvori zagađivanje vazduha Sources of air pollution	144
Čestice u atmosferi Particles in the atmosphere	145
4.4.2 Hemijske reakcije u atmosferi Chemical reaction in the atmosphere	147
Ugljen monoksid (CO) Carbon monoxide (CO)	147
Azotni oksidi (NO_x) Nitrogen Oxides (NO _x)	147
Ispaljiva organska jedinjenja (VOC) Volatile Organic Compounds (VOCs)	148
Sumpor dioksid (SO₂) Sulfur Dioxide (SO ₂)	148
Industrijski i fotohemijski smog Industrial and photochemical smog	149
4.4.3 Zagađenje vazduha u zatvorenom prostor Indoor air pollution	149
4.4.4 Dimni gasovi sagorevanja biomase Flue gas from combustion of biomass	150
4.5 Recikliranje Recycling	150
4.5.1 Materijali za reciklažu Materials for Recycling	151
Industrijski otpad Industrial waste	152
Opasan otpad Hazardous materials	152
Koraci u reciklaži Steps for recycling	152
4.6 Upravljanje čvrstim otpadom Solid waste management	154
4.6.1 Opšta klasifikacija čvrstog otpada General classification of solid waste	154
4.6.2 Uticaj čvrstog otpada na životnu sredinu Solid waste impact on the environment	155
4.6.3 Savremeni pristup upravljanju čvrstim otpadom Advanced approach to solid waste management	156
4.6.4 Minimiziranje otpada Solid waste minimization	157
4.6.6 Ponovna upotreba proizvoda Re- use - use an item more than once	157

4.6.6	Reciklaža i kompostiran Recycling and Composting	157
4.6.7	Energija dobijena iz čvrstog otpada Energy recovery	158
4.6.7	Odlaganje na deponije Landfilling	158
4.7	Pitanja Questions	159
4.8	Pitanja/Odgovori Questions/Answers	160
4.9	Literatura References	162
5	Obnovljivi energetske resursi Renewable energy resources	165
5.1	Energija Energy	165
5.2	Izvori energije Energy sources	166
5.2.1	Energija okoline Energy of the Surroundings	169
5.2.2	Geotermalna energija Geothermal energy	169
	Prednosti i nedostaci geotermalne energije Benefits and disadvantages of geothermal Energy	172
	Korišćenje geotermalne energije The use of geothermal energy	173
	Geotermalna energija u zemljama WB Geothermal Energy in WB Countries	178
5.2.3	Energija vetra Wind energy	179
	Proračun dobijene snage Calculation of obtained power	180
	Korišćenje energije vetra Using of Wind Energy	181
	Korišćenje energije vetra u Zemljama WB Using of Wind Energy in WB Countries	181
	Prednosti i nedostaci energije vetra energije Advantages and disadvantages of Wind Energy	182
	Proizvodnja električne energije snagom vetra Production of electricity from Wind Energy	183
5.2.4	Energija sunca Solar Energy	185

Sunčeva energija i njena transformacija u toplotnu i električnu energiju	
Transformation of Solar Energy to Electricity and Heat	186
Pretvaranje Solarne energije u električnu Fotonaponske ćelije	
Electricity from solar energy	
Photovoltaic	192
Prednosti i nedostaci Solarne energije	
Advantages and disadvantages of Solar Energy	197
Korišćenje energije Sunca u Zemljama WB	
Using of Solar Energy in WB Countries	198
5.2.5 Bioobnovljivi izvori energije	
Biorenewable energy resources	199
Biodizel	
Biodiesel	199
Sinteza biodizela	
Biodiesel synthesis	200

	Načini izvođenja metanolize ulja	
	Methods of performing oil methanolysis	201
	Proces dobijanja biodizela	
	The process of biodiesel production	207
	Prednosti i nedostaci primene biodizela	
	The advantages and disadvantages of biodiesel usage	207
	Uslovi za proizvodnju biodizela u zemljama WB	
	The biodiesel production in the WB countries	208
	Bioetanol	
	Bioethanol	210
	Dobijanje bioetanola	
	Bioethanol production	210
	Dobijanje anhidrovanog etanola	
	Production of anhydrous ethanol	216
	Prednosti i nedostaci primene bioetanola	
	216 Advantages and disadvantages of bioethanol usage	218
	Uslovi za proizvodnju bioetanola u zemljama WB	
	Bioethanol production in the WB countries	219
	Biogas	
	Biogas	221
	Dobijanje biogasa	
	Biogas production	221
	Prečišćavanje biogasa	
	Biogas purification	228
	Industrijski procesi proizvodnje biogasa	
	Industrial processes for biogas production	229
	Prednosti i nedostaci upotrebe biogasa	
	Advantages and disadvantages of biogas usage	232
	Uslovi za proizvodnju biogasa u zemljama WB	
	Biogas production in the WB countries	233
5.3	Pitanja	
	Questions	234
5.4	Pitanja/Odgovori	
	Questions/Answers	236
5.5	Literatura	
	References	239
6	Energetska efikasnost tehnoloških procesa	
	Energy efficiency of the technology processes	243
6.1	Energetski i materijalni bilans	
	Energy and material balance	244
6.1.1	Materijalni bilans	
	Material balance	245

Tipovi procesa	245
Types of process	
Totalni i komponenti materijalni bilans	246
Total and component material balance	
Broj nezavisnih bilansa i stepen slobode	247
Number of independent balances and degree of freedom	
Osnov i jedinice	248
Basis and units	
Dijagrami	249
Diagrams	
Procedura	249
Procedure	
Inertne komponente	249
Inert components	
Procesi sa reciklom	251
Processes with recycle	
Tipovi problema	256
Types of problems	
6.1.2 Energetski bilans	256
Energy balance	
6.2 Termička izolacija	260
Thermal insulation	
6.2.1 Tipovi izolacionih materijala	261
Types of insulation materials	
6.2.2 Karakteristike izolacionih materijala	262
Charcteristics of insulation materials	
6.2.3 Ekonomična debljina izolacije	267
Economical thickness of insulation	
6.3 Merenje energetske efikasnosti	268
Measuring Energy efficiency	
Energetska efikasnost	268
Energy efficiency	
Koeficijent korisnog dejstva ciklusa	268
Thermal efficiency	
Koeficijent korisnosti	269
COP – coefficient of performance	
6.4 Kotlovi	272
Boilers	
6.4.1 Tipovi kotla	272
Boiler types	
Bubanjski kotlovi	273
Shell boilers	

Strmocevni kotlovi	
Watertube boilers	274
6.4.2 Goriva	
Fuels	275
6.4.3 Osnovne komponente kotla	
Boiler's basic components	276
6.4.4 Uređaji neophodni za kontrolu i vođenja procesa u kotlu	
Boiler Fittings and Mountings	276
6.4.5 Tretman kotlovske vode	
Boiler's water treatment	277
6.4.6 Efikasnost kotlova	
Boilers efficiency	278
6.4.7 Merenje efikasnosti kotla	
Measuring boiler's efficiency	279
6.4.8 Mogućnosti za uštedu energije	
Energy reduction opportunities	281
6.5 Parni sistemi	
Steam systems	285
6.5.1 Osobine pare	
Steam properties	286
6.5.2 Komponente parnog sistema	
Steam system components	288
6.5.3 Mogućnosti za uštedu	
Energy reduction possibilities	288
6.6 Uređaji za hlađenje	
Cooling systems	289
6.6.1 Sistemi sa kompresijom pare	
Vapour compression systems	289
6.6.2 Apsorpciono sistemi za hlađenje	
Absorption cooling system	292
6.7 Klimatizacija	
Air conditioning	295
6.7.1 Sistemi sa jednom zonom	
Singlezone system	295
6.7.2 Sistemi sa više zona	
Multizone systems	296
6.7.3 Mogućnosti za uštedu	
Energy reduction possibilities	298
6.7.4 Uređaji za kondicioniranje jedne prostorije	
Units for single space conditioning	299
6.8 Toplotne pumpe	
Heat pumps	299

6.8.1	Toplotni izvori Heat sources	300
6.8.2	Energetska analiza ciklusa toplotne pumpe sa kompresijom pare Energy analysis of vapour compression heat pump cycle	302
6.9	Komprimovani vazduh Compressed air	304
6.9.1	Izvori gubitaka Sources of losses	305
6.9.2	Mogućnosti uštede Energy reduction possibilities	305
6.10	Sistemi za osvetljenje Light systems	306
6.10.1	Efikasnost Efficiency	306
6.10.2	Svetlosni izvori Light sources	307
6.10.3	Mogućnosti za uštedu Energy reduction opportunities	307
6.11	Toplotni razmenjivači Heat exchangers	308
6.11.1	Toplotni bilans u toplotnom razmenjivaču Heat balance of heat exchangers	309
6.11.2	Efikasnost toplotnih izmenjivača Heat exchanger efficiency	309
6.11.3	Mogućnosti za uštedu Energy reduction opportunities	310
6.12	Sušenje Drying	311
6.12.1	Osnovne definicije Basic definitions	311
6.12.2	Vlaga u vlažnom materijalu Moisture in wet material	312
6.12.3	Periodi sušenja Drying periods	312
6.12.4	Bilans mase Mass balance	314
6.12.5	Bilans energije Energy balance	314
6.12.6	Mere efikasnosti procesa sušenja Efficiency of the drying process	315
6.12.7	Mogućnosti za uštedu energije Energy reduction opportunities	315

6.13	Uparavanje	
	Evaporation	316
6.13.1	Jedostepeni uparivač	
	Single stage evaporator	316
6.13.2	Višestepeni uparivači	
	Multiple effect evaporation	317
6.14	Energetske rezerve procesa	
	Energy reserves of the process	310
6.14.1	Kompozitna kriva	
	Composite curve	322
6.15	Poboljšanje energetske efikasnosti	
	Improving energy efficiency	324
6.16	Pitanja	
	Questions	325

1. **Koncept nulte emisije** Zero emission concept

Findacevska Emilija

Univerzitet Sv. Ćiril i Metodije, Tehnološko-metalurški fakultet Skopje

Gilev Jadranka

Univerzitet Sv. Ćiril i Metodije, Tehnološko-metalurški fakultet Skopje

Grujić Radoslav

Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik

Midhat Jašić

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

Jokić Aleksandar

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad

Zavargo Zoltan

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad

The linear model of development seems not to be sustainable. The results are exhaustion of the natural resources and waste accumulation. The Zero emission model, as in nature, predicts the circulation of material flows and consequently reduces the emission of material and energy to a minimum, ideally zero. The amount of generated waste is minimum, because almost all flows are used. Besides environmental there is also economic benefit. The import of resources are minimum, local/regional resources are used efficiently and new jobs are created.

The problem of waste control and reduction, can be handled by three concepts. The first is End-of-Pipe pollution control technologies, the second is Cleaner Production concept and finally the Zero emission concept. "The end of pipe" treatment or control of already generated waste while the Cleaner production involves the treatment of production needs more efficient use of resources by reducing pollution. The Zero emission concept, however, seems to be the final solution to waste control and reduction. However, the limits of the previous two concepts have to be known. In the final Zero emission solution the previous two concepts, especially Cleaner production, cannot be omitted.

The Industry with zero emission, industrial clusters, eco-industrial parks and circular economy are given in the following part of the chapter as the practical impacts/benefits of the Concept.

Dosadašnji linearni model razvoja, koji je neminovno vodio iscrpljivanju resursa i nagomilavanja otpada, pokazao se neodrživim. Model Nulte emisije predviđa, slično kao u prirodi, kruženje materijalnih tokova i shodno tome minimalnu emisiju materije i energije u

okolinu - idealno nula. Količina generisanog otpada je minimala, jer se takoreći sve iskorištava. Koncept, pored ekološkog benefita, ima i ekonomski jer se uvoz resursa smanjuje na minimum uz istovremeni zamah lokalnoj/regionalnoj privredi i otvaranju novih radnih mesta.

Za rešavanje problema kontrole i smanjenja otpada, generalno postoje tri koncepta. Prvo je nastao koncept kontrole otpada na kraju cevi (End-of-Pipe pollution control technologies), zatim koncept čistije proizvodnje (Cleaner Production concept) i konačno koncept nulte emisije (Zero Emissions concept). Koncept kontrole otpada na kraju cevi tretira već nastali otpad dok koncept Čistije proizvodnje daje efikasniju upotrebu resursa uz smanjenje zagađenja. Koncept nulte emisije, koji iskorištava i otpadne tokove koje nijeni konceptom Čistije tehnologije rešiti, daje krajnji odgovor na ovo pitanje. Neophodno je, znati domete sva tri koncepta. U konačnom rešavanju problema Konceptom nulte emisije, prva dva koncepta (pogotovu Koncept čistije proizvodnje) imaju mesta.

Koncept Industrije sa nultom emisijom, industrijskog klastera, eko-industrijskog parka kao i cirkularne ekonomije dato je u nastavku kao direktna realizacija/benefit Koncepta nulte emisije u praksi.

1.1. Održivi razvoj

Sustainable development

Koncept održivog razvoja se zasniva na definiciji „zadovoljenja potreba sadašnjih generacija bez ugrožavanja mogućnosti da i buduće generacije zadovolje svoje potrebe“. U suštini, ovaj koncept se zasniva na politici koja podstiče ekonomski rast, ali isto tako, podstiče zadovoljenje potreba ljudi u cilju poboljšanja kvaliteta života bez „osiromašenja“ životne sredine. Ta vizija održivog razvoja zahtijeva drugačiji stav u pogledu ekonomskog rasta i razvoja, gdje se iznos rasta zamjenjuje kvalitetom rasta. U tom smislu provodi se niz aktivnosti na nacionalnom i međunarodnom nivou, u kojima se pozivaju vlade, lokalne vlasti, preduzeća i potrošači da definišu i usvoje strategiju za održivi razvoj.

Održivi razvoj se može smatrati progresivnim i uravnoteženim u postizanju održivosti u ekonomskom razvoju, jačanju socijalne jednakosti i kvaliteta životne sredine. Ovaj koncept ima prostornu i vremensku dimenziju da ispuni ranije istaknute poznate ciljeve podjednako u cijelom svijetu, kako za sadašnje tako i za buduće generacije. Održivi razvoj se sastoji od tri komponente (društvo, životna sredina, ekonomija) i smatra se da se održivi razvoj može postići kada sve tri komponente istovremeno budu zadovoljene (Slika 1.1). Da se to postigne potrebno je riješiti veliki broj globalnih i regionalnih problema.



Slika.1.1 Tri komponente održivog razvoja
Figure 1.1 The three components of sustainable development
(Azapagić, 2003)

uništavanja životne sredine i iscrpljivanja prirodnih resursa. Dakle, tradicionalni tretman može biti djelimično ili potpuno zamijenjen novim postupkom obrade za održivo upravljanje otpadom.

Optimalni pristup koji industrija treba da koristi za eliminisanje negativnih uticaja na životnu sredinu podrazumijeva puno uvažavanje prednosti i nedostataka svake od tehnika koje se primjenjuju u obradi otpada. Ekonomske indikatore treba odrediti na osnovu analize odnosa troškovi/beneficije, ali svakako u obzir treba uzeti nematerijalne koristi kao što su uticaj na zdravlje, bezbjednost i životnu sredinu, uključujući i korist po životnu sredinu zbog zaštite od zagađenja. Sama industrija treba da odredi koje tehnike će tom prilikom primjenjivati. Iako su tehnički parametri (kao što su količina i kvalitet otpada) ključni faktori, od izuzetne važnosti su ekonomski, politički, društveni i psihološki faktori.

Da bi se riješili problemi industrijskog zagađenja, traže se inovativne tehnologije za održivu obradu, pri čemu se primjenjuje nekoliko tehnika za proizvodnju koje manje zagađuju kroz:

- primjenu sirovina boljeg kvaliteta, smanjenje zagađenja koje potiču od sirovina ili modifikovanje proizvoda,
- preusmjeravanje povrata otpada u proizvodnju ili njihova indirektna primjena kao polu-proizvoda u drugim vrstama industrije,
- obrada resursa (ponovna upotreba ili recikliranje) ili spajanje sa drugim industrijskim otpadom za dobijanje korisnih proizvoda,
- saglasno propisima o zaštiti životne sredine, oporavak materijala prema principima održivog tretmana.

Treba imati u vidu sljedeću činjenicu: manji tretman otpada znači nastanak veće štete po životnu sredinu. Ako industrija ne obezbijedi obradu otpada, troškovi za nadoknadu ekološke štete mogu dostići visoke iznose. Zato je za industriju najbolje rješenje koje omogućava održivi razvoj, što znači manji ili nikakav uticaj na životnu sredinu ili sprečavanje iscrpljivanja prirodnih resursa. To se može realizovati kroz primjenu održivog tretmana unutar koncepta „od sirovine do gotovog proizvoda“.

1.2. Koncept nulte emisije i drugi koncepti održivosti

Zero emission and other sustainable concepts

Rastom industrijske proizvodnje rastao je i problem nastalog otpada. Otpad možemo definisati kao oštećen ili neželjan sporedan produkt, suvišan material nastao u procesu proizvodnje. Veoma često, u datom stanju, nema vrednost. Ispuštanjem u atmosferu može biti štetan ili toksičan. Pod zagađivačem okoline podrazumevamo bilo koje ispuštanje otpada u okolinu.

Za problem kontrole i smanjivanje otpada nastalih u industriji, generalno postoje tri koncepta. Istorijski, prvo je nastao koncept kontrole otpada na kraju cevi (End-of-Pipe pollution control technologies), zatim koncept čistije proizvodnje (Cleaner Production concept) i konačno koncept nulte emisije (Zero Emissions concept)-

1.2.1. Koncept „Na kraju cijevi“

The End of Pipe concept

Što se tiče zaštite životne sredine, u tradicionalnom sistemu upravljanja otpadom u svakoj vrsti industrije, posebno je važan tretman „na kraju cijevi“ ili kontrola već nastalog otpada. Postoji nekoliko vrsta tehnologija za upravljanje otpadom, a koji tip će se izabrati zavisi od nekoliko faktora, kao što su fizičko stanje (čvrsto, gasovito ili tečno), količina, karakteristike, stepen složenosti otpada, nivo obrade koji je potreban i tako dalje. Tehnologije za obradu otpada obuhvataju: fizičke, hemijske i biološke tretmane. Često se kombinuje nekoliko

1.2.3. Koncept nulta emisija

Zero emission concept

Koncept čistije proizvodnje, očigledno predstavlja napredak u odnosu na koncept na kraju cevi, jer ima za cilj smanjivanje nastajanje otpada. Međutim, i nakon primene koncepta čistije proizvodnje, postoje čitav niz procesa sa izlaznim materijalnim tokovima koji ne predstavljaju proizvod. Ako se ovi tokovi ne nađu primenu neminovno predstavljaju otpad. Kombinacija koncepta čistije proizvodnje i koncepta kontrole otpada na kraju cevi takođe ne rešava problem. Primena koncepta nulte emisije vršimo konverziju i upotreba izlaznih materijala kao ulaza za druge procese. Ovo može biti u okviru in situ industrije ili povezano sa drugom industrijom pa čak i regionom. Cilj je kružni tok materija, koja je za neki proces otpad – izlazni neupotrebljiv materijalni tok a za drugi proces korisna sirovina.

Cilj koncepta je maksimalna produktivnost resursa i povećanje eko-efikasnosti uz istovremeno eliminacije otpada ili zagađenja. Pod eko-efikasnošću podrazumevamo ekonomsku efikasnost koja ima pozitivne benefite sa stanovišta zaštite životne sredine (Tapas, 2005). Oba koncepta, koncept čistije proizvodnje koncept nulte emisije imaju za cilj efikasnost, kako sa stanovišta zaštite životne sredine tako sa ekonomskog. Kod koncepta čistije proizvodnje prvostveni cilj je efikasnost sa stanovišta životne sredine a zatim ekonomski benefit, dok je kod koncepta nulte emisije cilj ekonomski benefit uz pozitivne efekte na životnu sredinu. Čini se da je koncept nulte emisije krajnji odgovor na problem otpada.

Uspešnu realizaciju koncepta nulte emisije zahteva industrija visoke efikasnosti i maksimalno iskorišćenje resursa uz smanjivanje ili potpunu eliminaciju otpada i zagađivača. Pored industrije visokih performansi, koja minimizuje nastajanje otpada neophodno je i prelazak industrije proizvodnje sa konvencionalnog linearnog na cirkularni model. Kod konvencionalne linearne industrijske proizvodnje, sirovine završavaju na kraju procesa kao otpad. Kod cirkularnog modela, izlazni otpadni tokovi koriste se za druge procese ili industriju. Idealno, svi materijalni tokovi kruže i ne proizvodi se otpad. Industrija i društvo u celini treba da funkcioniše kao prirodni ekološki sistem, koji kad je u ravnoteži ne proizvodi otpad.

Sa ekološke tačke ovo se čini, koncept nulte emisije predstavlja krajnje rešenje za uklanjanje otpada kako na globalnom tako i na lokalnom nivou. Potpuno iskorišćenje sirovina uz korišćenje obnovljivih izvora daju nadu u prelazak na održivo korišćenje resursa naše planete.

Sa stanovišta ekonomije, ovo takođe ima pozitivan efekat. Ovo znači veću konkurentnost i efikasnost a ujedno i zamah lokalnoj privredni. Više korišćenje lokalnih resursa znači i nova radna mesta. Treba reći, da pored korišćenja otpada kao resursa za druge proizvode može da se koristi i kao energetska. Pri realizaciji koncepta nulte emisije, kao zaokružene celine tok materije, razlikujemo više nivoa sistema (Tapas, 2005).

1. Mali sistemi

Ovo može da predstavlja jednu fabriku ili malu farmu. Zatvoreni su i materijalni i energetski tokovi. Ovo se pre svega može ostvariti u poljoprivredi i prehrambenoj industriji, gde se otpadni tokovi mogu koristiti i kao energenti.

2. Veliki sistemi

Vrlo često da bi se materijalni i energetski tokovi zaokružili neophodno je da više industrija formiraju klastere. U kružnom toku, otpadni i sporedni tokovi jedne industrije koriste kao sirovina za druge. Moguće je u ovakvim sistemima zaokružiti i energetske tokove.

3. Regionalni sistemi

Ceo koncept realizuje se na regionalnom nivou. U cilju realizacije koncepta neophodno je održivo regionalno planiranje kao i uključivanje društva u celini.

kiseline. Elektranu vrši desulfurizaciju dimnih gasova u procesu u kojem se dobija kalcijum sulfat, koji koristi Gyproc kompanija za proizvodnju zidnih ploča. Ova kompanija za svoje energetske potrebe koristi višak gasa iz Statoil rafinerije. Otpadna voda iz Statoil rafinerije se odvodi u Elektranu, gde se prečišćava i koristi kao napojna voda i kao voda za čišćenje uređaja. Otpadna toplota iz elektrane koristi lokalni ribnjak koji proizvodi 250 tona ribe godišnje. Mulj iz ribnjaka i biotehnološkog postrojenja se koristi đubrivo. Konačno pepeo i klinker iz Elektrane se prodaje i koristi se u cementarama i za izgradnju puteva.

Razvoj konverzionih tehnologija

Conversion technologies development

Najlakši način povezivanja industrijskih klastera je posredstvom jednostavne, direktne izmene otpada.

Sledeći najlakši put je razvoj intermedijarnog procesa koji će prihvatiti postojeću otpadnu struju, konvertovati je u korisnu formu, i proslediti je industriji kojoj je potrebna.

Projektovani otpad

Designed waste

Korišćenje konverzionih tehnologija se može izbeći projektovanjem procesa da se dobiju željeni – projektovani otpad, koji je pogodan za datu industriju. Tako se na primer u pivarama za pranje boca može koristiti srebro na bazi šećera. Prednost ovog sredstva što se nakon korišćenja može direktno pustiti u vodene tokove (Tapas, 2005).

Ograničenja

Constraints

Koncept nulte emisije ima svakako i svoja ograničenja. Prvo, nemoguće je u potpunosti eliminisati otpad, nego ga ovim pritupom svesti na minimum. Ostvarivanje industrijskih klastera omogućava maksimalno iskorišćenje resursa, Umrežavanjem tokova, međutim, ima i cenu: ovakav sistem je krut i nefleksibilan.

1.3. Cirkularna ekonomija

Circular economy

Cirkularna ekonomija se bazira na konceptu nulte emisije. Kao i koncept nulte emisije i cirkularna ekonomija predstavlja pomak od ekonomije bazirane na linearnom modelu industrije, koja uvozi sirovine i generiše otpad, ka cirkularnoj ekonomiji. Cirkularna ekonomija bazira se na korišćenju regionalnih materijalnih i energetskih resursa. Inovativnim tehnologijama koriste se domaće sirovine i otpadni tokovi. Na ovaj način jedna jedina kompanija postaje izvor za čitav niz usluga: skupljanje, transport i prerada otpada i materijala u energente ili sirovine za druge industrije. Porez poreznih obveznika kod ovake ekonomije, maksimalno ostaju u datoj zemlji, jer se potreba za uvozom minimizuje. Otpad se prepoznaje kao korisna sirovina i lokalnu kruži u duhu cirkularne ekonomije. Materijalni i energetski tokovi se optimizuju što vodi ka optimalnom iskorišćenju materijala i minimalnoj energetskoj potrošnji. Cirkularna ekonomija ima i pozitivan efekat sa stanovišta zaštite životne sredine, vodi ka ublažavanju klimatskih promena, minimizira problem skladištenje otpada, smanjuje pritisak na neobnovljive izvore energije i konačno smanjuje energetske i sirovinu zavisnost.

Za realizaciju koncepta Cirkularne ekonomije nisu dovoljne samo tehničko-tehnološki preduslovi. Neophodni su odgovarajući socijalni, kulturni, finansijski, pravni. Institucionalni i politički okviri. Imajući nabrojane parametre, potpuno istovetna rešenja nisu primenljiva u svim zemljama.

1.5. Pitanja/Odgovori

Questions/Answers

2. Koje komponente sačinjavaju održivi razvoj?
Održivi razvoj se sastoji od tri komponente (društvo, životna sredina i ekonomija), a ciljevi održivog razvoja se mogu postići ako su zadovoljene sve tri komponente istovremeno.
7. Objasnite tehnike koje se primjenjuju u proizvodnji za stvaranje novih inovativnih tehnologija za održivi tretman!
Postoje sljedeće tehnike koje se primjenjuju u proizvodnji za stvaranje novih inovativnih tehnologija održivog razvoja:
 - upotreba sirovina boljeg kvaliteta, smanjenje zagađenja koje dolazi iz sirovina i modifikacija proizvoda,
 - ponovno uključanje otpada iz proizvodnje ili njegova direktna primjena kao poluproizvoda u drugim granama industrije,
 - obrada resursa (ponovna upotreba ili reciklaža) ili spajanje sa drugim industrijskim otpadom za dobijanje korisnih proizvoda,
 - saglasno sa propisima o zaštiti životne sredine, oporavak materijala prema principu održivog tretmana.
8. Objasnite pojam „na kraju cijevi“ i tehnologije koje ovaj tretman otpada obuhvata!
Tretman na „kraju cijevi“ ili kontrola već formiranog otpada iz aspekta zaštite životne sredine je veoma važna tehnologija u tradicionalnoj hijerarhiji upravljanja otpadom iz bilo koje industrije. Postoji nekoliko vrsta tehnologija za upravljanje otpadom, a koja vrsta će se odabrati zavisi od više faktora, kao što je agregatno stanje (čvrsto, tečno ili gasovito), količina, svojstva, da li se radi o jednostavnom ili složenom materijalu, koliki stepen obrade se zahtijeva i sl. Tehnologije za tretman otpada obuhvataju sljedeće vidove tretmana: fizički, hemijski i biološki tretman.

2. Ekološka održivost i industrija

Environmental sustainability and industry

Vineta Srebrenkoska

Univerzitet Goce Delčev, Tehnološki fakultet, Štip

Midhat Jašić

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

Slobodan Sokolović

Univerzitet u Novom sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad

Ramzija Cvrk

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

Technology has a very important role in sustainable development. The technologies are used to extract resources and to get useful products. The linear model of development results in exhaustion of the natural resources and waste generation. The linear model of development is to be replaced by sustainable one like cyclic sustainable development model. The main component of both models are given in this chapter. It is essential to have a clear picture of the main differences between these two models.

The possible impact on the environment during product or process life are given in the part Life cycle assessment (LCA): The effect of our activities are given in the following part Carbon footprint.

In the following text the reader will know which material is appropriate for eco design

Sustainable agriculture and food production combines the goals of sustainable development. Sustainable technologies use less energy, fewer limited resources, do not deplete natural resources, do not directly or indirectly pollute the environment, and can be reused or recycled at the end of their useful life.

The Environmental Management System is important part of sustainability, especially related to industry. According to ISO 14000 the term Environmental Management means management with respect to all environment components. The Environmental Management System is part of an overall management system of the organization. The System include organizational aspects, planning activities, responsibilities, procedures, procedures for developing, implementing, achieving, reviewing and maintaining environmental management policy.

The Environmental risk assessment also have important role in sustainable development. The final part of the chapter covers the concept of environmental risk assessment, environmental hazards and environmental risks, as well as risk analysis basic components. The main stages in the implementation of environmental risk assessment as well as benefits are also given in this chapter.

Tehnologija igra vrlo važnu ulogu u održivom razvoju. Tehnologije koristimo za izdvajanje prirodnih resursa, modificiramo ih za ljudske potrebe i prilagođavamo našem životnom prostoru. Linearni model razvoja rezultuje u iscrpljivanju prirodnih resursa i dobijanja korisnih proizvoda. Ovaj model treba zameniti održivim kao što je ciklični model razvoja. Glavne komponente oba modela date su u ovom poglavlju. Veoma je važno imati jasnu sliku o razlikama između ova dva modela.

Karakteristike cikličnog održivog razvoja, uloga tehnologije i karakteristike održive tehnologije date su nastavku poglavlja. Identifikacija, analiza i kvantifikacija mogućih uticaja proizvoda na životnu sredinu u toku svog životnog veka daje LCA (procena životnog ciklusa) metoda. Efekat našeg delovanja na povećanje koncentracije gasova sa efektom staklene bašte (GHG) opisan je u Poglavlju 2.1.5 Ekološki otisak dok je odabir materijala za eko-dizajn dato u sledećem poglavlju.

Održiva poljoprivreda i proizvodnja hrane zajedno doprinose ciljevima održivog razvoja. Održive tehnologije troše manje energije, manje ograničavaju resurse, ne iscrpljuju prirodne resurse, ne onečišćuju okoliš izravno ili neizravno, a moguće je recikliranje na kraju korisnog vijeka trajanja proizvoda.

Upravljanje okolinom je važan segment u održivom razvoju. Termin okolinsko upravljanje po ISO 14000 znači upravljanje uz uvažavanje okolinske komponente. Sistem okolinskog upravljanja predstavlja dio ukupnog sistema upravljanja organizacije, koji uključuje organizacione aspekte, aktivnosti planiranja, odgovornosti, postupke, postupke za razvoj, realizaciju, postizanje, preispitivanje i održavanje politike upravljanja okolinom.

Analiza kao i procjena rizika takođe ima važnu ulogu održivom razvoju. Poslednji deo poglavlja govori o konceptu procene okolišnog rizikau, okolišne opasnosti i okolišni rizici kao i glavne sastavnice analize rizika. Glavni koraci u primeni proceni okolišnog rizika kao benefiti dati su takođe datii u ovom poglavlju.

2.1. Ciklički održivi razvoj

Cyclic sustainable development

Nagli porast ljudske djelatnosti od vremena industrijske revolucije izazvao je potrošnju ogromnih količina resursa i energije koji su konzumikarakteristike rani u relativno kratkom vremenu. Masovna potrošnja i veliki nivo proizvodnje imaju značajan uticaj na ekologiju Zemlje, iscrpljivanje neobnovljivih resursa i izazivanje ekoloških problema koji dovode do zagađenja zraka, vode i tla. Sadašnji obrazac neodrživosti, nepravednog, nestabilnog i asimetričnog demografskog i privrednog rasta pritišće mnoge segmente društva da se suprostave kritičkom izazovu: *kako bi društva diljem svijeta mogla zadovoljiti svoje trenutne, osnovne ljudske potrebe, težnje i želje, bez mogućnosti ugrožavanja budućih generacija za zadovoljenjem vlastitih potreba?* (Malone 1994).

Održivi razvoj nudi novi način razmišljanja koji je povezan s ljudskim zahtjevima za poboljšanje kvalitete života uzimajući u obzir ograničenja koja nam nameće naš globalni sistem. To zahtijeva jedinstvena rješenja za poboljšanje našeg stanja, ali bez degradiranja okoliša i dobrobit drugih ljudi. Iako ne postoji opšta saglasnost o preciznom značenju održivosti, većina tumačenja i definicije pojma "održivi" odnosi se na održivost prirodnih resursa i ekosistema tokom vremena, te održavanje životnog standarda ljudi i privredni razvoj (National Science and Technology Council 1994).

Održivost je odnos, ili akt balansiranja, između više faktora (socijalne, ekološke i ekonomske stvarnosti i ograničenja), koji se stalno mijenjaju.

Održivi razvoj je proces promjena u organiziranju i reguliranju ljudskih nastojanja da mogu zadovoljiti svoje potrebe i težnje sadašnjih generacija, bez zatvaranja mogućnosti za buduće generacije, kako bi i one zadovoljile vlastite potrebe. Budući da je održivost dinamičan koncept, a ne statičko stanje, ona zahtijeva fleksibilnost u donošenju odluka i spremnost na modificiranje pristupa u skladu s promjenama u okolini, ljudskim potrebama i

izbjegava se nastajanje otpada, umjesto toga, svi nusproizvodi koriste se kao ulazi u ponovnu proizvodnju ili kao ulazi u neke druge procese. Smanjenjem nastajanja otpada, smanjuje se i uticaj na okoliš. Zbog niskog uticaja na okoliš u ovom sistemu, promjene okoliša će biti postepene, te će se okolinski ambijent moći prilagoditi i ostati zdrav.

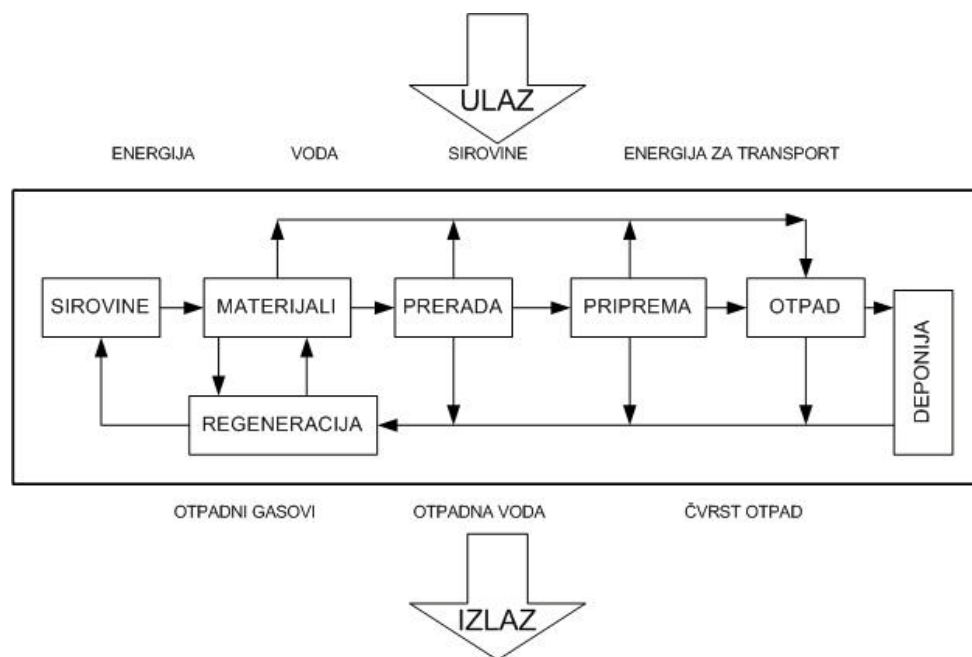
2.1.4 Procena životnog ciklusa

Life cycle assessment

Procena životnog ciklusa (LCA - Life Cycle Assessment) predstavlja opšte prihvaćenu metodu koja se koristi za identifikaciju, analizu i kvantifikaciju mogućih uticaja proizvoda na životnu sredinu u toku životnog veka proizvoda, odnosno od ekstrakcije sirovina, preko proizvodnje, primene, recikliranja i konačnog odlaganja.

Procena životnog ciklusa proizvoda obuhvata povezani skup jediničnih procesa (blokova proizvodnog ciklusa) u kojima se identifikuju i analiziraju materijalni i energetske tokovi a naročito sve otpadne tokove emisije u vazduh, vodu i zemlju (Slika 2.4).

Neophodno je ukazati na činjenicu da procena životnog ciklusa podrazumeva simplifikaciju često veoms složenih sistema, kao i subjektivne procene. Primena različitih LCA metoda, pa čak i primena ISO standarda 14040 za isti proizvod mogu dati neuporedive podatke



Slika 2.4. Šematski prikaz granica i elemenata životnog ciklusa proizvoda
Figure 2.4 Schematic representation of boundary and elements of the product life cycle

Na Slici 2.5 daju se faze LCA metode prema ISO1404 standardu

Bees 4.0 (NIST – National Institute of Standards and Technology)
EcoCalculator (The Athena Institute)
ECO-it 1.3 (Pré Consultants BV)
EcoLab version 5.1.2 (Nordic Port AB)
GaBi 4 (PE Product Engineering GmbH)
PEMS v4.6 (Pira International)
Sima Pro 7.1 (PRé Consultants BV)
Umberto 3.5 (IFU Institut für Umweltinformatik, Hamburg GmbH)
Veoma je raširena primena GaBi 4 programa kao i Sima Pro 7.1 programa.

GaBi 4

Program GaBi 4 predstavlja alat uz pomoć koga se ocenjuje životni ciklus proizvoda. Program vrši proračun različitih tipova balansa i pomaže u analizi i interpretaciji rezultata. GaBi 4 je modularni sistem. To znači da planovi, procesi i tokovi, kao i njihove funkcije predstavljaju modularne jedinice, a kao rezultat toga, dobija se jasna i transparentna struktura, koja čini ovaj program lakim za upotrebu.

Podaci o LCA, LCI, LCIA i modelima pažljivo su odvojeni jedni od drugih i zbog toga sevrši jednostavan proračun i upravljanje istim. Gabi 4 takođe omogućava modularni prikaz faza životnog ciklusa proizvoda. Pojedinačne faze (proizvodnja, upotreba i odlaganje) mogu se grupisati u kategorije i mogu da se obrađuju nezavisno jedan od druge.

Sima Pro 7.1

Sima Pro 7.1 je softverski paket koji omogućava sakupljanje, analizu i monitoring ekoloških karakteristika proizvoda. Sima Pro poseduje široke mogućnosti koje se prepoznaju kao:

- Dostupnost u više verzija u zavisnosti od potreba korisnika;
- Interfejs prema zahtevima ISO 14040;
- Lako modeliranje pomoću vodiča (wizards-a);
- Grupisanje rezultata;
- Analiza kritičnih tačaka; pomoću stabla procesa se identifikuju kritične tačke;
- Velika mogućnost filtriranja svih podataka;

Otvorena arhitektura SimaPro 7.1 čini ovaj program fleksibilniji. Transparentnost rezultata balansiranja je još jedna prednost SimaPro-a, koja obezbeđuje proračun eko balansa do različiti nivoa detaljnosti.

2.1.5 Ekološki otisak

Ecological footprint

Ekološki otisak je mera ljudskih potreba prema Zemljinom ekosistemu. Predstavlja standardizovanu meru potreba za prirodnim dobrima u odnosu na ekološku regenerativnu kapacitet ekosistema Planete. Može se izraziti se kao biološka produktivnost površine zemljišta i mora neophodne za snabdevanje potrebe ljudske populacije kao i mogućnosti asimilacije pripadajućeg otpada. Analiza ekološkog otiska upoređuje ljudske potrebe prema prirodi sa mogućnostima biosfere za regeneracijom resursa. Sledeći ovaj postupak procene moguće je izračunati koliko planete Zemlje je potrebno za održavanje datog stila života. Tako na primer, za 2007. godinu, ekološki otisak za celo čovečanstvo iznosilo je 1,5 planete Zemlje. Na kraju pregleda, pored vrednosti ukupnog ekološkog otiska, daje se otisak po kategorijama: Ugljendioksid, Hrana, Domaćinstvo, Dobra i Usluge. Otisak se može proširiti na aktivnosti kao što je proizvodnja ili vožnja kola.

(http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_footprint)

Ugljeni otisak

Carbon footprint

Staklenički plinovi utiču na sposobnost Zemljine atmosfere zadržati toplinu. Viša koncentracija stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi uzrokuje globalno zagrijavanje kroz "efekt staklenika". Neki staklenički plinovi poput ugljičnog dioksida nastaju prirodno i emitiraju se u atmosferu kroz prirodne procese i ljudske aktivnosti. Drugi staklenički plinovi (npr. fluorinirani plinovi) stvaraju se i emitiraju isključivo kroz ljudske aktivnosti.

Protokol iz Kyota identificirao je šest stakleničkih plinova: ugljični dioksid (CO₂), metan (CH₄), dušikov oksid (N₂O), Hidrofluorugljici (HFCs), Perfluorugljici (PFCs) i sumpor heksafluorid (SF₆), čije su atmosferske koncentracije pod snažnim uticajem ljudskih aktivnosti (Kyoto Protocol 1997). Najvažniji od stakleničkih plinova koji nastaju uslijed ljudskih aktivnosti je ugljični dioksid.

Carbon footprint (CFP) je izraz koji se koristi za opisivanje količine stakleničkih plinova (GHG) uzrokovana pojedinačnim djelatnostima ili uopšte. To je mjera uticaja svih aktivnosti na okoliš i posebno na klimatske promjene. To se odnosi na količinu stakleničkih plinova proizvedenih u svakodnevnom životu, kroz spaljivanje fosilnih goriva za proizvodnju električne energije, grijanje, prevoz i sl. Fosilna goriva, nastala od prirodnog sabijanja milione godina starih životinjskih i biljnih ostataka, sadrže ogromnu zalihu ugljika. Spaljivanjem tih goriva, kao što danas činimo sa gorivom automobila, aviona i elektrana, u relativno kratkom vremenu, u atmosferu se ispušta ugljik skupljan milionima godina. Ovo, ne samo da uzrokuje probleme sa atmosferskim onečišćenjem, jer emisija ugljičnog dioksida proizvedena izgaranjem fosilnih goriva stvara onečišćenja, nego također povećava i izolacijski sloj oko Zemljine atmosfere, tako da to mijenja klimu na planeti. Carbon footprint je mjerenje svih stakleničkih plinova koji se pojedinačno proizvode i imaju jedinicu u tonama (ili kg) ekvivalenta ugljičnog dioksida. Footprint obuhvata svih šest stakleničkih plinova iz Kyoto Protokola.

Carbon Footprint se sastoji od zbira dva dijela: primarnog footprinta i sekundarnog footprinta. **Primarni footprint** je mjera direktne emisije stakleničkih plinova. Direktne izvore emisija stakleničkih plinova često je lako prepoznati - na primjer, spaljivanje fosilnih goriva za proizvodnju električne energije, grijanje i prijevoz. Moguća je njihova direktna kontrola. **Sekundarni footprint** je mjera indirektnih emisija stakleničkih plinova iz cijelog životnog ciklusa proizvoda koji se koriste, od njihove proizvodnje do njihovog eventualnog ekscesa u ekosistemu. Što se više kupuje proizvoda, više će emisija biti izazvano tokom vremena. Savremeno društvo treba biti svjesno da gotovo sve što radi stvara emisiju stakleničkih plinova, direktno ili indirektno, bilo da je to obavljanje posla, gledanje TV ili kupovanje prehrambenih namirnica i jela. Carbon Footprint je podskup podataka obuhvaćenih iz više cjelokupnih životnih ciklusa (Life Cycle Assessment-LCA). LCA je međunarodno standardizirana metoda (ISO 14040, ISO 14044) za procjenu okoliša i opterećenja resursa koji se troše u životnom ciklusu proizvoda, od eksploatacije sirovina, proizvodnje roba, njihovog korištenja od strane krajnjih potrošača ili za obavljanje usluga, recikliranje, obnavljanje energije i konačno zbrinjavanje. Jedan od ključnih uticaja koji se razmatraju u toku LCA je klimatska promjena, obično se koristi kao karakterizacija faktora za CO₂ ekvivalenata. Dakle, carbon footprint je procjena životnog ciklusa s analizom ograničenom na emisije koje imaju utjecaj na klimatske promjene. Odgovarajući izvori podataka za footprint su, dakle, oni podaci dostupni u postojećim LCA bazama podataka. Ove baze podataka sadrže profile životnog ciklusa proizvoda i usluge koje smo kupili, kao i mnoge od osnovnih materijala, izvora energije, prijevoza i drugih usluga (Geodkoop, 2000).

2.2.2 Studija slučaja-ISO 14000 kao osnova za nastanak novog međunarodnog standarda Case study - ISO 14000 as a base for development of new international standard

Postojeći međunarodni standardi u oblasti upravljanja okolinom serije ISO 14000 i upravljanja sistemom kvaliteta ISO 9000, dali su na indirektan način dobru osnovu na unapređenje efikasnosti sistema organizacije, te dali pretpostavke za razvoj međunarodnog standarda za upravljanje energetske sistemima, koji će u dugoročnom periodu sigurno dovesti do povećanja energetske efikasnosti. Naime, konsultacije između eksperata i Američkog nacionalnog instituta za standardizaciju (ANSI) rezultirali su formalnim prijedlogom a zatim uspostavljanjem projektnom komiteta ISO/PC 242-Energy Management čiji je zadatak razviti takav standard koji će uspostaviti međunarodni okvir za industrijska postrojenja ili cijele kompanije (organizacije) da upravljaju svim aspektima energije, uključujući njenu nabavku i korištenje. Ovaj budući standard, koji se nalazi u fazi razvoja, između ostalog, omogućit će organizacijama da povećaju energetske efikasnost, umanje troškove te povećaju doprinos očuvanju zaštite životne sredine

Uvod u pojam energetske efikasnosti

Introduction to energy efficiency

Troškovi energenata predstavljaju svakako značajniji dio ukupnih troškova poslovanja tehnoloških postrojenja. Sa jedne strane, postoji kontinuirani rast cijene energije i energenata zbog objektivnih razloga smanjenja njihovih rezervi, ali i sve strožijih standarda zaštite životne sredine (okoline). Uslovno se može reći da tehnološki naprednije zemlje zastupaju tezu da je čovjekov uticaj presudan faktor klimatskih promjena, pa se naredni period može označiti kao "radikalizacija planova" za smanjenje potrošnje energije, redukcije emisije u vazduh i povećanog udjela energije dobijene iz obnovljivih izvora energije. Dakle, energetska efikasnost se nameće kao jedan od osnovnih faktora u budućoj interakciji čovjeka i okoline i obrnuto.

Pod pojmom energetske efikasnosti se podrazumijeva skup mjera koje se preduzimaju u cilju smanjenja potrošnje energije, a koje pri tome ne narušavaju uslove rada i življenja. Cilj je svesti potrošnju energije na minimum, a zadržati ili povećati nivo proizvodnje. Ovdje je bitno napraviti razliku između energetske efikasnosti i štednje energije. Naime, štednja energije uvijek podrazumijeva određena odricanja, dok efikasna upotreba energije vodi ka povećanju produktivnosti, uz smanjenje utroške energije po jedinici proizvoda. U tehnološkim procesima, pojam energetske efikasnosti se u današnje vrijeme često veže za energetske efikasne uređaje tj. uređaje koji imaju male gubitke prilikom transformacije jednog vida energije u drugi. No, svaka tehnologija i tehnička oprema, bez obzira koliko efikasna bila, gubi to svoje svojstvo ukoliko ne postoje svjesni ljudi koji će na odgovoran način upravljati tehnologijom. Stanje energetske efikasnosti ogleđa u razvijenoj svijesti onih koji je implementiraju. Takođe, u svakoj oblasti energetskog upravljanja moraju postojati određeni standardizovani modeli energetske efikasnosti, koje je moguće pratiti na određeni, relativno jednostavan, način. Jedan od ovih načina je model upravljanja energetske sistemima u skladu sa međunarodnim standardom ISO 50001.

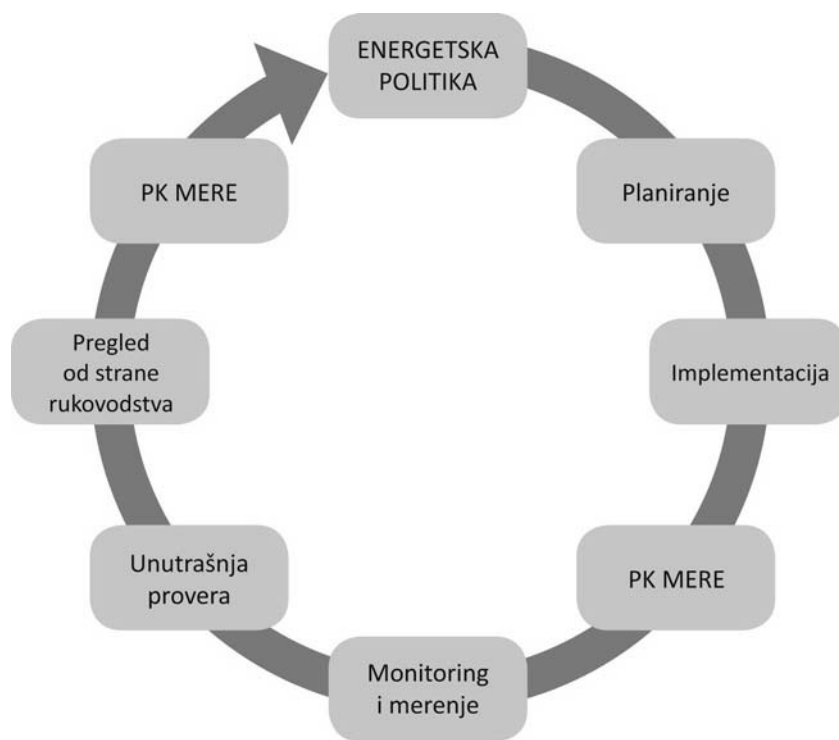
Osnovni model i svrha standarda ISO/DC 50001

Basic model and purpose of ISO/dc 50001

Ovaj međunarodni standard treba omogućiti organizacijama da uspostave sistem i procese koji su neophodni u cilju unapređenja energetske performansi, uključujući energetske efikasnost. Ovaj standard po svojoj svrsi treba da vodi smanjenju troškova i emisije gasova kao i drugim okolinskim uticajima, kroz jedan sistematičan pristup upravljanja energetske sistemima. Ono što je interesantno, da je ovaj standard primjenjiv za bilo koji tip

organizacije⁶, bez obzira na veličinu, geografske, kulturne ili socijalne uslove. Uspješnost implementacije ovog standarda ogleda se kroz iskrenu opredjeljenost svih nivoa i funkcija organizacije, posebno rukovodstva organizacije. Ovaj međunarodni standard je koncipiran na Demingovom modelu stalnog unapređanja, tj. PDCA krugu, koji inkorporira upravljanje energetske sistemima u svakodnevne aktivnosti organizacije.

Model upravljanje energetske sistemima je prikazan na Slici 2.7, PDCA (Plan-Do-Check-Act) krug po Demingu, predstavlja četiri faze odvijanja poslovnog procesa. U fazi planiranja (Plan) - vrši se planiranje i definisanje svih relevantnih parametara procesa (ulazni zahtjevi, resursi, pravila, slijed i način obavljanja poslovnih aktivnosti, odgovornosti, načini mjerenja procesa, te zapisi koji će se voditi o procesu, itd.). U fazi realizacije (Do) se proces odvija prema planu kako je predviđeno, vrše se mjerenja i praćenje procesa, a nakon toga vrši provjera (Check). Nakon provjere procesa se vrši unapređenje istog (Act), tj. nakon rezultata provjere ponovo se predlažu korektivne i preventivne mjere u cilju povećanja performansi procesa ili u krajnjem ishodu sistema. PDCA ciklus se beskonačno vrti i ponavlja u cilju stalnog unapređenja performansi procesa ili sistema.



Slika 2.7. PDCA model upravljanje energetske sistemima
Figure 2.7 PDCA energy management model

Globalna primjena ovog standarda treba da dovede do veće raspoloživosti i dostupnosti energije, povećanja konkurentnosti i pozitivnog uticaja na životnu sredinu. Takođe, ovim standardom su obuhvaćeni svi vidovi energije.

Zahtjevi ISO/DC 50001

ISO/DC 50001 requirements

U skladu sa opštim zahtjevima predmetnog standarda, svaka organizacija treba da:

⁶ Organizacija-bilo koji vid formalnog organizovanog djelovanja kao što su: preduzeća, kompanije, institucije, ustanove i dr.

- Za zaposlene, upravljanje promjenama predstavlja priliku za sticanje novih vještina ili "osvježanje" ili poboljšanje starih vještina.
- Jačanjem ljudskih resursa: tako što će se zaposleni uključiti u upravljanje promjenama u organizaciji, njihova lojalnost firmi će se povećati i povećaće se osjećaj pripadnosti i odgovornosti u organizaciji.
- Metodologija menadžmenta promjena osigurava da se promjena može provesti bez negativnog uticaja na dnevne prikazane poslovne rezultate.
- Menadžment promjena pruža način da se predvide izazovi i da se na njih odgovori brzo i efikasno.
- Promjena procesa upravljanja smanjuje rizik povezan s promjenom
- Menadžment promjena pomaže kontrolu troškova povezanih s promjenom

2.5. Procjena okolišnih rizika

Environmental risk assessment

Midhat Jašić

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

Radoslav Grujić

Univerzitet Istočno Sarajevo, Tehnološki fakultet Zvornik

Drago Šubarić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Vedran Stuhli

Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla

Analiza kao i procjena rizika je dio ljudske intuicije kao i načina logičkog razmišljanja, ali se u nauci tek počinju ozbiljnije koristiti tokom 19. vijeka primjenom matematičkih modela pri proračunu distribucija vjerovatnosti i modeliranju hipotetičkih sistema. S vremenom se širi i na ostala područja ljudskog života i rada, te krajem 20. vijeka svoju primjenu nalazi u sistemima sigurnosti životne okoline, sigurnosti proizvodnje hrane, zdravlju itd. gdje se razvijaju specifični sistem analize rizika.

U svom historijskom toku procjena rizika se razvijala i dostigla nivo savremene metodologije koja se upotrebljava u raznim vidovima ljudskog rada. Krajnji cilj je prevencija štetnih efekata koji mogu nastati usljed djelovanja najrazličitijih opasnosti. Tako je procjena rizika postala važan dio različitih djelatnosti, kao što su: sigurnost građana, sport, medicina, zaštite životne sredine, proizvodnje hrane, bankarske kao i brojne druge djelatnosti.

Porastom stanovništva na zemlji raste mogućnost nastajanja kriznih i incidentnih situacija u svim oblastima ljudskog bitisanja, a nesumnjivo je prisutna u oblasti poljoprivrede, prehrambene i hemijske industrije, te u medicini, veterinarstvu, farmaciji, komunalnim djelatnostima itd. Sprječavanje nastanka kriznih i incidentnih situacija bazirano je na analizi rizika. Mogućnost da se identifikira rizik u uzorku zavisi od više faktora, uključujući: distribuciju rizika u seriji i frekvenciju njegovog pojavljivanja. Oni rizici koji su frekventniji, daju se lakše i identifikirati.

Među faktorima rizika koji negativno utiču na stanje životne sredine najznačajniji su:

- zagađenje zraka,
- zagađenje voda,
- zagađenje zemljišta,
- način zbrinjavanje tečnog i čvrstog otpada,
- prisustvo buke
- različita elektromagnetna zračenja itd.

Posljedica zagađenja okoline su bolesti kao najteži oblik narušavanja kvaliteta života. Savremena ljudska populacija je zabrinuta za zdravstvenu sigurnost zraka kojeg udišu, vode

koju piju i hrane koju jedu, ali i za brojne druge kontakte sa materijalima koje u sebi nose izvjesne doze hazarda. Svaka osoba podložna je riziku da oboli od bolesti prouzrokovane tim hazardima. Toksične materije unesene sa zrakom i hranom u organizam ljudi i životinja izazivaju čitav niz zdravstvenih poremećaja od promjena biohemijskog i fiziološkog statusa do reproduktivnih i patoloških promjena. U ekstremnim slučajevima izazivaju i smrt. S obzirom da je prisustvo kontaminenata stalna odlika životne sredine, rizici povezani sa njima u svim njihovim oblicima mogu se samo ograničiti, ali ne i potpuno eliminisati. Prihvatanje rizika od rezidua i kontaminenata od strane društva treba pravdati koristima koje pruža njihovo korištenje.

U evropskim kao i brojnim nacionalnim zakonima zahtijeva se sistem procjene rizika kao i analiza koja bi trebala garantovati da hazardi koji nastaju u tehnološkim procesima nemaju opasnost za zdravlje ljudi i okolinu. Posebno su značajne skupine okolinskih opasnosti nad kojima se nastoje uspostaviti principi slijedivosti, transparentnosti i analize rizika. Te opasnosti se mogu nalaziti u zraku, vodi i zemljištu, a ispoljavaju se u formi: hemijskih rezidua, patogenih mikroorganizama i njihovih toksičnih metabolita, aditiva u hrani, sirovina porijeklom od GMO, produktata nastalih tokom procesa promjena u proizvodnji hrane itd. Zbog toga dolazi do pojave izvora zagađenja zraka, vode i hrane, koji mogu biti: polutanti iz industrije, polutanti iz domaćinstva, zagađivači iz transportnih sredstava, opasni otpad iz različitih ljudskih djelatnosti, korištenja fosilnih goriva, nekontrolisana upotreba pesticida u biljnoj proizvodnji, nekontrolisana upotreba veterinarskih lijekova u animalnoj proizvodnji, neadekvatnog zbrinjavanja opasnog otpada (elektronski, medicinski, farmaceutski, veterinarski, opasni otpad iz industrije) itd.

Osnovni element politike sigurnosti u oblasti zaštite okoline je analiza okolinskih rizika koja treba da je zasnovana na naučnim spoznajama (tvrdnje zasnovane na dokazima). Na osnovu tih spoznaja vrše se intervencije preko institucija zakonodavne i izvršne vlasti. Kod nedovoljno pouzdane procjene rizika treba da se primjenjuje princip predostrožnosti.

Globalizacija i porast industrijske proizvodnje uzrokuje porast vrsta opasnosti (hazarda), koje proizilaze iz udisanja zraka, pijenja vode, konzumiranja hrane, pa je uslovlila da se princip analize rizika prihvati kao međunarodni alat smanjenja negativnog uticaja opasnosti.

2.5.1 Koncept procjene okolišnih rizika

Concept of environmental risk assessment

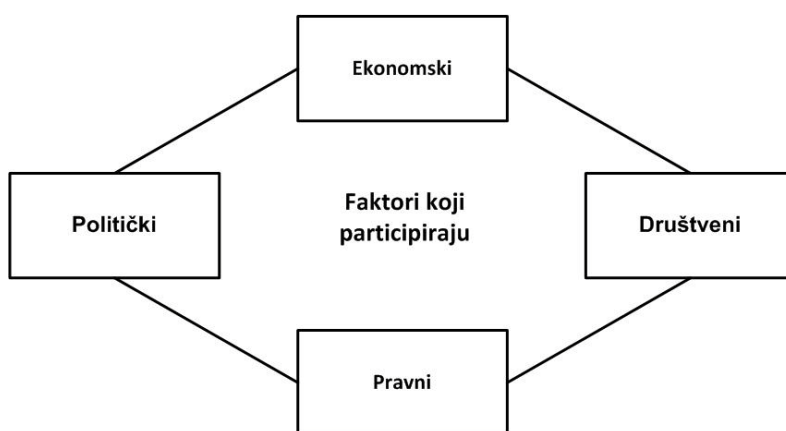
Procjena okolišnih rizika dio je analize rizika koja obuhvata više segmenata. Analiza rizika je proces koji se sastoji od tri međusobno povezane komponente: procjene rizika, upravljanja rizikom i obavještanja o riziku.

Analiza rizika je temelj u implementaciji sistema upravljanja okolinom i jedan od principa savremene legislative.

Treba praviti razliku između procjene rizika i upravljanja rizikom. Brojne su zainteresovane strane kojima je stalo do kvalitete zraka kojeg udišu i vode koju piju ili koriste za industrijske potrebe. To je prije svega stanovništvo koje živi na datom području na kom se analiziraju rizici, ali i veliki broj institucija kako vladinih tako i nevladinih. To su ujedno i faktori koji participiraju u identifikaciji okolišnih problema pa mogu biti: ekonomski (privredni subjekti), politički (političke stranke, zakonodavna i izvršna vlast), društveni (obrazovne institucije, zdravstvo) i pravni (sudska vlast).



Slika 2.8. Analiza rizika tri ciljana međusobno povezana područja
 Figure 2.8. Risk analysis and targeted three interrelated areas



Slika 2.9. Faktori koji participiraju u rješavanju okolišnih problema
 Figure 2.9. Participating Factors in solving environmental problems

Efikasna komunikacija između svih zainteresiranih strana treba biti osigurana kroz proces analize rizika. Predostrožnost je neodvojiv element analize.

Procjena rizika po životnu sredinu i okolinu obuhvata sve ekosisteme, uključujući i čovjeka. Termin *Procjena rizika životne sredine* obično ne pokriva rizike pojedinaca ili opšte javnosti, potrošačke proizvode ili izloženosti na radnom mjestu, gdje se primjenjuju drugi posebni zakoni.

Kad je u pitanju procjena okolinskih rizika (ERA skraćenica od Environmental Risk Assessment) ona uključuje niz koraka:

- formuliranje problema,
- identifikacija opasnosti,
- procjena ispuštanja zagađenja,
- procjena izloženosti,
- procjena posljedica,
- procjena rizika.

Postoji i ekološka procjena rizika koja obuhvata utvrđivanje prirode efekata i vjerovatnoće pojavljivanja negativnih efekata među biljkama, životinjama, odnosno u životnoj sredini, a što je posledica djelovanja neke zagađujuće supstance ili više supstanci. Na osnovu toga može se zaključiti da je ekološka procjena rizika usko povezana sa okolišnim rizicima.

Opasnosti i rizici

Hazards and risks

Postoji mnoštvo definicija rizika manje ili više konkretnih ili apstraktnih, ovisno o području na koje se odnose. Prema Oxford Dictionary rizik je: „Vjerovatnoća ili mogućnost da se desi nešto štetno, da dođe do gubitka, povrede ili nekih drugih nepovoljnih posljedica“. Primer druge definicije: „Vjerovatnoća da će se pojaviti neki nepovoljni događaj u određenom vremenskom periodu ili rezultati određenog izazova ili mogućnost postojanja više od jednog štetnog ishoda.“ (Royal Society Report on Risk, 1992).

U svrhu procjene uticaja prisutnost štetne tvari na zdravlje ljudi rizik se definira kao funkcija vjerovatnosti pojavljivanja štetnog uticaja na zdravlje ljudi, te jačina tog uticaja kao posljedica izloženosti štetnom agensu. (Wal i Pascal, 2000). Rizik po ljudsko zdravlje se najčešće definira kao vjerovatnoća koja opisuje stepen ugroženosti zdravlja jedinke, izložene dejstvu određenog zagađivača ili grupe zagađivača. Količina štetne supstance ili zagađivača koja se unosi na mjestu izlaganja je „doza“. U Uputstvu 51 ISO/IEC, rizik se definiše kao kombinacija vjerovatnoće pojave štete i obim takve štete. Opšteprihvaćena formula koja definira rizik je:

Rizik = nivo opasnosti (hazarda) × ekspozicije (izloženost opasnosti)

Termin "*opasnost*" ne treba miješati sa terminom "*rizik*" koji, u kontekstu sigurnosti, znači funkciju vjerovatnoće negativnog uticaja na zdravlje (npr. obolijevanje) i intenzitet tog uticaja (smrt, hospitalizacija itd.) prilikom izlaganja specifičnoj opasnosti.

Opasnost ili hazard predstavljau biološki, hemijski ili fizički agens u zraku, vodi ili zemljištu koji nastaje u životnoj okolini, najčešće pod uticajem tehnologije ali i pod uticajem prirodnih faktora. To je stanje u kojem se nalazi ekološki sistem, kada mogu nastati štetne posljedice po zdravlje ljudi ali i biljnog ili životinjskog svijeta.

Okolinska opasnost ili okolinski hazard je generički pojam za bilo koju situaciju, događaj ili stanje koji predstavlja prijetnju prirodnoj okolini i negativno utiče na zdravlje ljudi. Ovaj pojam uključuje teme kao što su zagađenja zraka, vode, tla, ali i prirodne katastrofe kao što su oluje i potresi. Opasnosti se mogu kategorizirati u više vrsta: hemijske, fizičke, mehaničke, biološke i psihosocijalne. Hazardni ili opasni agensi mogu biti: otrovne, zapaljive, eksplozivne, reaktivne, korozivne, nagrizajuće tvari ali i određene aktivnosti ljudi ili prirodne katastrofe. To podrazumijeva da opasnosti mogu biti antropogene i neantropogene. U smislu posljedica i mogućeg rizika mogu biti akutne i hronične.

Značajniji antropogeni uticaji (hazardni) na okolinu su: neodrživo iskorištavanje prirodnih resursa, neodrživo krčenje šuma, polutanti iz industrije, polutanti iz domaćinstva, zagađivači iz transportnih sredstava, opasni otpad iz različitih ljudskih djelatnosti, povećavanje eksploatacija i korištenja fosilnih goriva, nekontrolisana upotreba pesticida u biljnoj proizvodnji, nekontrolisana upotreba veterinarskih lijekova u animalnoj proizvodnji, minska polja, neadekvatno zbrinjavanje opasnog otpada, itd. Kao rizična posljedica tih antropogenih uticaja može biti: pojava različitih akutnih i hroničnih bolesti, globalno zagrijavanje, uništenje ozona - CFC onečišćenja, umanjeње kvaliteta zraka (lebdeće čestice, SO_x, NO_x, PAH i drugi), umanjeње kvaliteta vode (industrijski polutanti i polutanti iz domaćinstva, krize u otjecanje vode) i umanjeње kvaliteta tla (kisele kiše, pesticidi, iscrpljenost usljed intenzivne obrade, erozija tla), trovanja, sindrom bolesnih zgrada, povećana degradacije kompletne okoline, uništavanja staništa i nestanak određenih biljnih i životinjskih vrsta, razvoj invazivnih biljaka i drugih organizama i brojne druge.

Zdravlje, sigurnost, proizvodnja i okolina su odvojena područja u praksi, ali su i povezana prije svega životnom okolinom. Ova područja se obično nalaze u različitim organizacijskim i upravljačkim strukturama. Međutim, postoje jake potrebe za uvezivanjem između tih disciplina i područja ljudskog djelovanja. Jedna od najjačih veza između ovih

Komunikacija u vezi rizika

Risk communication

Komuniciranje u vezi rizika je proces koji uključuje razmjenu informacija o rizicima. Obavješćavanje o riziku je interaktivna razmjena informacija i mišljenja tokom cijeloga procesa analize rizika, a u vezi s opasnostima i rizicima, s rizikom povezanim faktorima i predodžbama o riziku, između procjenitelja rizika, mjerodavnih tijela, akademske zajednice i drugih zainteresiranih strana, uključujući objašnjenje nalaza pri procjeni rizika, te osnove za donošenje odluka pri upravljanju rizikom. Komunikacija rizikom je interaktivna razmjena informacija i mišljenja kroz cijeli proces analize rizika, a odnosi se na rizik, faktore povezane s rizikom, te percepciju rizika, između procjenitelja rizika, tijela koja upravljaju rizikom, potrošača, industrije, akademske zajednice i ostalih zainteresiranih strana⁹.

Svrha komunikacije rizikom je promoviranje razumijevanja problema i odluka te promicanje dosljednosti, transparentnosti i interaktivne razmjene informacija.

Komunikacija rizikom se provodi kroz postupke koji uključuju javnu raspravu, intervju, slobodne telefonske linije, internet stranice, masovne medije, brošure, letke, štampu i druge komunikacijske kanale. Interaktivna komunikacija rizikom je *conditio sine qua non* za ostvarenje procesa analize rizika.

2.5.3 Faze u realizaciji procjene okolinskih rizika

Stages in the implementation of environmental risk assessment

Povećana razina zaštite ekvivalentna je smanjenju rizika od štete za okolinu. Kako bi se odabrala odgovarajuća razina zaštite, najprije treba obaviti slijedeće korake procjene rizika:

- identifikacija-prepoznavanje opasnosti ili izvora,
- utvrđivanje puta, identifikacija receptora i određivanje njihove osjetljivosti.
- kvalitativna procjena posljedica i vjerojatnost pojave.
- kvalitativna i kvantitativna procjena rizika.

Na zagađenje okoline utiču brojni faktori, a najvažnije je prepoznati lokaciju izvora i puteve njihovog prenosa do receptora u okolini. Put se definira kao fizički put kojim ispušteni materijali, tj. kontaminirana voda, otpadni plinovi itd., mogu putovati od izvora, preko efluenta, do receptora. Nužno je uzeti u obzir sve puteve kojima materijal može dospjeti do receptora. Potencijalni putevi za kontaminiranu vodu uključuju na primjer: sisteme za odvodnju vode na identificiranom lokalitetu uključujući kanalizacijske cijevi, ispuste i propuste. Bilo kakva oštećenja odvodnje na lokalitetu mogu biti potencijalni putevi, npr. napukli cjevovod koji omogućuje onečišćenoj vodi da se iscijedi u tlo ispod nje u podzemne vode. Površinsko područje lokaliteta u slučaju da zapremina vode premaši kapacitet odvoda na lokalitetu. Područja lokaliteta koja nemaju tvrdu površinu ili relativno nepropustan pokrov (npr. beton) koji bi omogućio vodi da se iscijedi u tlo i podzemne vode itd.

Procjena ekoloških rizika uključuje sve vrste zagađenja, putevi (biodostupnost) i stepen bioakumulacija i njihovih uticaja na ljudsko zdravlje i sigurnost od trenutnih, početnih uslova i/ili uslova završetka korištenja kada je mjesto zagađenja obnovljeno, sa ili bez završene korektivne akcije (sanacija može biti obavezna na temelju zakonskih propisa ili procjene rizika završno kao dio procjene rizika, ili dobrovoljno na temelju drugih kriterija).

⁹ D. Ropeik, P.Slovic: Risk in Perspective, www.hsph.harvard.edu/ccpe/programs/effectiveriskcommunication, pristupljeno: 22. 01. 2008.

Tabela 2.6. Sedam koraka ERA i pripadajuća ključna pitanja (na osnovu Fairman i sar. 1999)
 Table 2.6. Seven Steps ERA and related key issues (based on Fairman et al. 1999)

Korak	Ključno pitanje
Formulacije problema	Šta treba procijeniti?
Identifikacije opasnosti	Šta može poći po zlu?
Procjena ispuštanja zagađenja	Koliko često i kako je vjerojatno?
Procjena izloženosti	Kako je materijal došao do receptora, koji je intenzitet, koliko dugo i/ili kako često? Kako će receptori biti izloženi ispuštanjem zagađenja ?
Procjena posljedica	Šta je učinak na receptore?
Karakterizacija rizika	Koji su rizici (kvantitativno ili kvalitativna mjera)?
Procjena rizika	Koliko je važna opasnost za one koji su pogođeni oni koji ga stvaraju i onima koji ga kontrolišu?

Procjena ekotoksikološkog rizika sastoji se od dva osnovna elementa: analiza izloženosti i analiza efekta. Određivanje izloženosti (ekspozicije) opisuje interakciju zagađujuće supstance (stresora) i receptora (npr. biljke ili životinje). Mjera izloženosti može se opisati koncentracijom zagađujuće supstance u nekom od medija životne sredine, ili fizičkim promjenama u mestu življenja (staništu, habitatu). Analizom efekata procjenjuje se promjena nastala u prirodi kao i veličina te promijene nastala uslijed izloženosti datoj zagađujućoj supstanci stresoru (Gržetić 2011). Procjena uticaja na okolinu obuhvata identifikaciju, opis, procjenu, direktan i indirektan uticaj projekta ili aktivnosti na: ljude, biljni i životinjski svijet; zemljište, vodu, zrak, klimu i prostor; materijalna dobra i kulturno naslijeđe kao i međudjelovanje faktora (Gržetić 2011).

Tabela 2.9. Maksimalno dopuštene vrijednosti koncentracija polutanata u zrak prema WHO
Table 2.9. The maximum allowed concentration values of pollutants in the air, according to

WHO		
polutant	vrijeme izlaganja	MDK [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
SO ₂	10 minuta	500
	24 sata	20
NO ₂	1 sat	200
	1 godina	40
O ₃	8 sati	100
suspendovane materije 2,5 μm	1 godina	10
	24 sata	25
suspendovane materije 10 μm	1 godina	20
	24 sata	50

Maksimalno dopuštena koncentracija je najviša koncentracija štetnih tvari koje ne uzrokuju trajna oštećenja zdravlja u većini izloženih pri svakodnevnoj izloženosti i tokom cijelog života. Zaštitne granice odnose na zdrave osobe i na većinu izloženih. Zbog individualne osjetljivosti, u određenog broja izloženih mogu se javiti smetnje i pri izloženosti koncentracijama koje su unutar maksimalno dopuštenih. Ukoliko se radi o opasnostima koje nije moguće objektivizirati i izmjeriti ostaje da se ta opasnost procijeni.

2.5.4 Ocjena rizika

Risk assessment

Postoji nekoliko mogućih pristupa za ocjenu rizika. Jedan je ekspertska ocjena gdje eksperti svako u svojem području daju ocjenu i izvode zaključke na temelju provjerenih činjenica. Stručna ocjena koristi i procjenu vjerovatnosti i veličine posljedica. Na temelju rangiranja vjerovatnosti i posljedica stručnjaci mogu definirati prihvatljive granice rizika.

Prvi korak je uvijek ocijena veličine rizika. Rizik bi bio jednak proizvodu od ocijenjene veličine opasnosti u pogledu strogosti (težine) kao i vjerovatnoće da taj hazard stvori posljedice po okolinu.

$$R = C \cdot P$$

Gdje su:

- R** Rizik
C Konsekventnost ili strogost (težina) opasnosti (težina štete)
P Vjerovatnoća događaja sa posljedicama (vjerovatnost nastanka štete)

Osim toga, koristi se i drugi obrazac koji ulazi u ostale parametre značajne za veličinu rizika:

$$R = E \cdot P \cdot C$$

Gdje su:

- R** Rizik
E Ekspozicija
P Mogućnost događaja
C Posljedice

Kod ocjene rizika možemo govoriti o kapacitetu (veličini štetnosti) opasnosti i o dozvoljenom dnevnom unosu određene hemijske supstance koja će određenoj ekspoziciji nanijeti štetnost. Strogost (težina) opasnosti može se generalno klasificirati na:

- katasrofalna,

- kritična,
- marginalna,
- zanemarljiva.

Ekspozicija predstavlja vrijeme izloženosti, odnosno koliko dugo će okolina ili dio okoline biti izložen i kojim kontinuitetom. Kod ocjena rizika mogu se koristiti i različite numeričke skale sa različitim faktorima signifikantnosti.

Tabela 2.10. Ocjena ekspozicije-izloženosti
Table 2.10.Evaluation of exposure rating

rb	EKSPOZICIJA	BODOVI
1.	Neprekidna	10
2.	Česta	8
3.	Povremena - slučajna	6
4.	Rijetka	4
5.	Vrlo rijetka	2
6.	Ponekad	1

Ekspozicija štetne tvari ili **vrijeme unošenja** može znatno uticati na posljedice, te treba voditi računa o dozi (koncentraciji) i vremenu ekspozicije. Tako naprimjer, **akutno trovanje** događa se kod naglog izlaganja tijela otrovu. **Hronično trovanje** je posljedica duge ekspozicije organizma nekom otrovu.

Tabela 2.11 Vjerovatnoća pojave
Table 2.11 The probability of occurrence

rb	VJEROVATNOĆA	RIZIK	Broj izvora zagađenja koji doprinose ukupnoj emisiji
1.	Vrlo visoka vjerojatnoća Česta pojava	visoki	1 ispuštanje na 100 akceptora
2.	Visoka vjerojatnoća, Slučajna pojava	srednji	10 ispuštanja na 1.000 akceptora
3.	Mala vjerovatnoca, Rijetka povremena pojava	nizak	10 ispuštanja na 10,000 akceptora
4.	Neznatna vjerovatnoća	vrlo nizak	<1 na 10,000 akceptora

S druge strane uzima se u obzir vjerovatnoća pojave odnosno mogućnosti događaja. Prilikom štetnog djelovanja određenog zagađivača uticaj na strukturu okoline zavisi od učestalosti i kontinuiteta ispuštanja u okolinu, a mjeri se na osnovu broja ispuštanja. Nije dovoljno samo izmjeriti ili odrediti intenzitet određenog štetnog agensa u okolini, već je neophodno odrediti trajanje, kontinuitet i intenzitet izloženosti i mogućnost kontakta štetnosti s ljudskim organizmom. Tek se iz ovih podataka može procijeniti kolika je vjerojatnost da se neka opasnost i štetnost ostvari kao oštećenje zdravlja.

Razina rizika proizlazi iz vjerojatnosti da opasnost uzrokuje oštećenje okoline ili najčešće zdravlja ljudi i težine posljedičnog oštećenja okoline ili zdravlja. Tako npr. pri izloženosti niskim koncentracijama benzena (npr. 5 ppm) postoji mala vjerovatnost razvoja oštećenja krvotvornih organa, ali moguća posljedica (akutna mijeloična leukemija) je vrlo teška, pa je rizik oštećenja zdravlja ipak visok.

Tabela 2.12. Ocjene mogućnosti događaja
Table 2.12. Rating options for the event

rb	MOGUĆNOST	BODOVI
1.	Vrlo vjerovatna	10
2.	Vjerovatna	8
3.	Moguća	6
4.	Neznatna	4
5.	Nevjerovatna	1
6.	Vrlo nevjerovatna	0.2

Tabela 2.13 Ocjene mogućnih posljedice (Ozbiljnost)
Table 2.13 Assessment of possible consequences (severity)

rb	POSLEDICA	BODOVI
1.	Katastrofa	100
2.	Nesreca	50
3.	Vrlo ozbiljne	20
4.	Kritične	7
5.	Marginalne	5
6.	Zanemarive	1

Usaglašene kategorije vjerovatnosti i posljedica utvrđene za opasnost za okolinu se kombinuju, korištenjem matrice, da se kvalitativno predvidi rizik za okolinu povezan sa svakim područjem procjene. Tako rizik može biti: visok, srednji ili nizak. Visok rizik nije prihvatljiv pa je potrebno, odmah primijeniti mjere zaštite koje su najčešće prestanak rada zagađivača dok se aktivnost ne okonča. Srednji rizik je neprihvatljiv, a mjere ne koštaju mnogo. Nizak rizik se smatra prihvatljivim.

Matrica signifikantnosti opasnosti

Rizik od opasnosti	Visok			
	Srednji		★	
	Nizak			★
		Nizak	Srednji	Visok

★ Ovaj tip opasnosti mora biti pažljivo procenjen da determinira kad opasnost postaje signifikantna

Slika 2.12 Vjerovatnoća događaja u funkciji ozbiljnosti posledica
Figure 2.1. The likelihood of events in the function of the severity of consequences

3. Legislativa

Uporedna studija legislative iz oblasti zaštite životne sredine i održivog razvoja u Makedoniji, Bosni i Hercegovini i Srbiji

Legislation

A comparative study of legislation in the field of environmental protection and sustainable development in The Former Yugoslav Republic Macedonia, Bosnia and Herzegovina and Serbia

Klašnja Mile

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Srbija

In this Chapter the comparative study in three West Balkan's countries: The Former Yugoslav Republic Macedonia, Bosnia and Herzegovina and Serbia is presented. The study shows that there are similar solutions concerning environmental protection issue in all three countries. The differences in solutions are minor.

U ovom poglavlju data je uporedna studija legislative iz oblasti zaštite životne sredine i održivog razvoja u Makedoniji, Bosni i Hercegovini i Srbiji. Studija pokazuje da u sličnosti u rešenjima problematike zaštite životne sredine u zakonodavstvu posmatranih država daleko veće od razlika.

U razmatranju neke problematike u jednoj organizovanoj društvenoj zajednici, kao što je država, jedna od polaznih postavki je upoznati se sa propisima, tj. sa legislativom koja tu problematiku reguliše. Prema tome, i u okviru rada na Tempus projektu (Tempus158989-Tempus-1-2009-1-BE-Tempus-JPHES), sa ciljem stvaranja mreže za saradnju univerziteta i privrede u kreiranju obuke vezano za povećanje nivoa znanja iz oblasti zaštite životne sredine i održivog razvoja (Creation of university-enterprise cooperation networks for education on sustainable technologies), neophodno je upoznati se sa propisima u državama u okviru kojih se rad na Tempus projektu odvija; jer legislativa je okvir delovanja i predstavlja jedan od putokaza u delovanju, ovde u (dodatnom) obrazovanju kadrova iz industrije, u prvom redu kreiranju odgovarajućih kurseva. Pošto su mrežom za saradnju, u okviru Tempus projekta, obuhvaćeni privredni subjekti i univerziteti iz triju država Zapadnog Balkana – Makedonije, Bosne i Hercegovine, i Srbije – to će se u tekstu koji sledi razmatrati legislativa tih zemalja, iz oblasti zaštite životne sredine i održivog razvoja; odnosno, pokušati da se u uporednoj studiji ukaže na sličnosti i razlike u rešenjima u legislativi koja tu materiju reguliše u ovim trima državama, sa ciljem da se pomogne zainteresovanim licima u okviru privrednih subjekata tih zemalja da kvalifikovano upravljaju problematikom zaštite okoline i održivog razvoja.

Izvor propisa za uporednu studiju legislative je veb-sajt odgovarajućeg ministarstva u vladi date države. Izvor legislative za Makedoniju je: Vlada Republike Makedonije, Ministerstvo za životna sredina i prostorno planiranje, www.moep.gov.mk. Za propise u Bosni i Hercegovini (u daljem tekstu: BiH), s obzirom da postoje dva entiteta u BiH, izvor je sajt ministarstva u vladi za svaki entitet: (i) Federacija Bosne i Hercegovine (u daljem tekstu: Federacija BiH), Vlada Federacije Bosne i Hercegovine, Ministerstvo okoliša i turizma, www.fbihvlada.gov.ba; (ii) Republika Srpska, Vlada Republike Srpske, Ministerstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju, www.vladars.net. Legislativa za Srbiju je preuzeta sa: Vlada Republike Srbije, Ministerstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja; www.ekoplan.gov.rs.

Konceptija i sadržaj uporedne studije legislative. Studija je koncipirana u dva dela: (1) Sagledavanje mreže propisa o problematici zaštite okoline i održivog razvoja u svakoj od zemalja; (2) Uporedna studija – analiza sličnosti i razlika u glavnim rešenjima problematike legislative o zaštiti životne sredine i održivom razvoju u Makedoniji, Bosni i Hercegovini, i Srbiji; nakon čega sledi Zaključak. U prvom delu studije će se identifikovati struktura mreže propisa, na primer: koji su zakoni, a koji prateći propisi od značaja; i proceniće se kakva je struktuisanost i dovršenost mreže propisa. Drugi deo je središni i noseći deo studije, u kome će se (i) identifikovati propisi koji čine okvir i bazu zakonodavstva o zaštiti životne sredine i održivom razvoju, (ii) razmatrati struktura propisa i glavnih rešenja problematike u osnovnom propisu/osnovnim propisima, i (iii) analizirati sličnosti i razlike u glavnim rešenjima problematike.

3.1. Mreže propisa o problematici zaštite okoline i održivog razvoja u svakoj od zemalja

Regulation on the issue of environmental protection and sustainable development in each country

U razmatranju propisa u svakoj od zemalja pravi se izbor sa aspekta procenjenih potreba onih subjekata privrede koji su ciljna grupa ovih kurseva. Pod tim se podrazumeva, da se bliže ukazuje na propise koji su od interesa za problematiku zaštite životne sredine i održivog razvoja **industrije**; a ne na sve propise vezane za tzv. ekološku problematiku u zakonodavstvu svake od posmatranih zemalja.

3.1.1 Propisi u zakonodavstvu Makedonije

The regulations in the legislation of the Former Yugoslav Republic of Macedonia

Propisi o problematici zaštite okoline i održivog razvoja, u okviru zakonodavstva Makedonije, su struktuisani u brojne grupe: Baterije i akumulatori; Genetski modifikovani organizmi; Kvalitet ambijentalnog vazduha; Međunarodna saradnja; Prostorno planiranje; Upravljanje ambalažom i ambalažnim otpadom; Upravljanje otpadom; Vode; Zaštita od buke; Zaštita prirode; Životna Sredina (napomena priređivača teksta o legislativi: sve prevode sa makedonskih naziva je uradio priređivač ovog teksta, tako da za sve eventualne nepreciznosti u nazivima odgovornost snosi isključivo priređivač; takođe je i razmatranje propisa priređivač uradio konsultujući tekst propisa na makedonskom jeziku, tako da za sve eventualne greške u interpretaciji propisa i zaključivanju na osnovu tih razmatranja odgovornost snosi isključivo priređivač).

Unutar svake od tih grupa su u odgovarajućim podgrupama hijerarhijski navedeni propisi, počevši od zakona (ako postoji u toj grupi propisa), pa nadalje. Na primer, grupa propisa „Životna sredina“ sadrži propise rangirane u podgrupama po sledećem redosledu: (i) Zakon o životnoj sredini, i još pet kasnije donetih Zakona o izmenama i dopunama zakona o životnoj sredini; (ii) Naredbe za ograničavanje prometa, ukupno pet naredbi i dva uputstva za njihovo provođenje; (iii) Naredbe za ograničenje, ova podgrupa sadrži dve naredbe; (iv) Dozvole, podgrupa sadrži jedno Uputstvo za podatke potrebne za izdavanje dozvole;

(v) Naknade i takse, ova podgrupa sadrži pravilnike, programe (na primer: Program investiranja u životnu sredinu), uredbe, i odluke, ukupno 11 akata; (vi) Inspekcijski nadzor, sa četiri pravilnika; (vii) Ekološka oznaka, tri pravilnika; (viii) Nagrade i priznanja, sadrži jedan pravilnik; (ix) Pristup informacijama, jedan pravilnik i jedna odluka; (x) Strateška ocena uticaja na životnu sredinu, ova važna grupa propisa sadrži jedan pravilnik i četiri uredbe; (xi) Ocena uticaja na životnu sredinu, ova za industriju veoma važna grupa propisa sadrži brojne pravilnike i uredbe, ukupno 12 propisa; (xii) Integrisano sprečavanje i kontrola zagađivanja, takođe veoma važni propisi za industriju, sadrži brojne pravilnike i uredbe, ukupno 10 propisa; (xiii) Industrijske nesreće i upravljanje rizikom, sadrži dva pravilnika; i (xiv) Prekršioc, sa dva pravilnika.

Slična struktuisanost je i u grupama propisa u kojima se nalazi više propisa koji su takođe od velikog značaja za industriju: Kvalitet ambijentalnog vazduha (pojedine grane industrije su značajni zagađivači vazduha; Vode (veliki broj fabrika ispušta zagađene otpadne vode); i Upravljanje otpadom (pojedine grane industrije se karakterišu i značajnom količinom čvrstog otpada i/ili produkcijom opasnog otpada). Na primer, u grupi propisa Kvalitet ambijentalnog vazduha, pored samog Zakona o kvalitetu ambijentalnog vazduha, u kome se brojni članovi odnose direktno na industriju, od značaja za industriju su i mnogi propisi iz ove oblasti, kao što su: (i) Pravilnik o klasifikaciji objekata čije ispuštanje štetnih materija može da zagadi vazduh u naseljenim mestima i o formiranju zona sanitarne zaštite (daleko najveći broj tih objekata su razni industrijski objekti); (ii) propisi koji definišu maksimalno dozvoljene vrednosti emisije u vazduh i postupanje u vezi sa tim (Uredba, Uputstvo za primenu Uredbe, Pravilnik o metodologiji). U Grupi propisa Voda, u Zakonu o vodama nalaze se brojni članovi koji se direktno ili posredno odnose na industriju; a od suštinskog značaja za industriju su Uredba o klasifikaciji voda i Uredba o kategorizaciji vodotoka, jezera, akumulacija i podzemnih voda, jer fabrikama određuje uslove za kvalitet otpadnih voda koje mogu da ispuštaju u prijemnik. U grupi propisa Upravljanje otpadom, pored samog Zakona o upravljanju otpadom, gde se određen broj članova direktno bavi vidovima industrijskog otpada, a mnogi članovi se bave industrijskim proizvodima koji posle upotrebe postaju otpad, za industriju su važni i brojni ostali propisi, kao što su: Lista vidova otpada (klasifikovane su, sa odgovarajućim kodnim brojevima, sve bitne vrste otpada; i u okviru toga svaka grana industrije nalazi svoje vrste otpada), Strategija za upravljanje otpadom i Nacionalni plan za upravljanje otpadom (u okviru tih strateških dokumenata svaka grana industrije, odnosno svaka fabrika posebno, mogu sagledati svoje mesto i usaglasiti sa time svoju politiku i praksu upravljanja sa sopstvenim otpadom).

Kada se celovito sagleda legislativa Makedonije, vezana za zaštitu životne sredine, može se zaključiti da je ta legislativa veoma dobro struktuisana, da sadrži sve bitne zakone (Zakon o životnoj sredini, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o kvalitetu ambijentalnog vazduha, Zakon o vodama, Zakon o upravljanju otpadom, ...); a ono što je jednako važno to su mnogobrojni podzakonski akti (uredbe, pravilnici, naredbe, odluke, liste) kojima se omogućava provođenje osnovne zakonske regulative u praksi. Treba ukazati i na brojna dokumenta u kojima je data strategija i izvedeno planiranje aktivnosti vezane za očuvanje i zaštitu životne sredine za naredni period, i u okviru kojih dokumenata industrija može situirati sopstvenu strategiju postupanja u problematici zaštite okoline i prilagoditi svoje planove i programe delovanja; a neki od tih strateških dokumenata su: Nacionalna strategija za investicije u životnu sredinu (2009-2013), Nacionalna strategija za održivi razvoj (2009-2030), Nacionalni plan upravljanja otpadom (2009-2015). Ovako celovitoj, obimnoj i dobro struktuisanoj legislativi Makedonije u oblasti zaštite životne sredine očito je doprinela i saradnja sa Evropskom Unijom i podrška EU i izradi legislative, preko projekta „Strengthening the Capacity of the Ministry for Environment and Physical Planning“ koji je finansirala EU i vodila Evropska Agencija za rekonstrukciju.

Na kraju ovih razmatranja propisa Makedonije koji se tiču zaštite životne sredine i održivog razvoja, treba ukazati i na veoma dobro organizovan sajt Ministarstva za životnu sredinu i prostorno planiranje, što veoma olakšava upoznavanje sa relevantnim propisima iz ove oblasti, a to je značajno svakom kome je neophodno da se bliže upozna sa ovim propisima.

3.1.2 Propisi u zakonodavstvu Bosne i Hercegovine

The regulations in the legislation of Bosnia and Herzegovina

Propisi u zakonodavstvu Federacije Bosne i Hercegovine

The regulations in the legislation of The Federation of Bosnia and Herzegovina

Propisi Federacije Bosne i Hercegovine (u daljem tekstu: Federacije BiH) nisu tematski grupisani, kao što je to na primer slučaj sa propisima Makedonije, već su *hronološki* grupisani, po godinama, počevši od 1996. godine (Hronološki registar propisa objavljenih u „Službenim novinama Federacije BiH“; www.fbihvlada.gov.ba); što otežava i značajno usporava identifikaciju propisa koji se odnose na zaštitu životne sredine. Dodatna teškoća i izvor mogućih grešaka je u tome, da priređivač ovog teksta mora da sam identifikuje propise koji se, po njegovom mišljenju, jer propisi nisu tematski grupisani, odnose na zaštitu životne sredine i održivi razvoj.

Pregledom dokumenata na sajtu Vlade Federacije BiH, priređivač ovog teksta je identifikovao propise koji, u celosti ili delom, nedvosmisleno spadaju u legislativu o zaštiti životne sredine; to su: Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o fondu za zaštitu okoliša, Zakon o zaštiti zraka, Zakon o upravljanju otpadom, Zakon o vodama. Nekoliko propisa je doneto na osnovu nekih od navedenih zakona: na osnovu Zakona o upravljanju otpadom, doneta je Uredba o obavezi dostavljanja godišnjeg izvještaja o ispunjenju uvjeta iz dozvole za upravljanje otpadom, i Uredba o selektivnom prikupljanju, pakovanju i označavanju otpada; na osnovu Zakona o vodama, doneta je bitna uredba – Uredba o opasnim i štetnim materijama u vodama. Nekoliko propisa, po mišljenju priređivača ovog teksta, može da se dovede u vezu sa problematikom zaštite okoline; kao što su: Zakon o slobodi pristupa informacijama u Federaciji Bosne i Hercegovine, **Zakon o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća, Zakon o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na nivou Federacije Bosne i Hercegovine**, Uredba o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Pregled propisa je jasno pokazao, da većina osnovnih propisa o zaštiti životne sredine postoji (Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o zaštiti zraka, Zakon o upravljanju otpadom, Zakon o vodama), ali da je vrlo malo svih onih ostalih propisa (pravilnici, uredbe, ...) koji omogućuju da se osnovni propisi, zakoni, i realizuju u praksi. Na primer, ne vidi se da postoji propis, na primer u formi odgovarajućeg pravilnika, kojim su regulisane dozvoljene vrednosti emisije (u vazduh, u vodu); a bez propisanih dozvoljenih vrednosti emisije nije jasno na osnovu čega se reguliše da li neki subjekt, na primer neka fabrika, zagađuje okolinu u dozvoljenoj meri ili preko dozvoljenih granica. Priređivač ovog teksta o legislativi o zaštiti okoline nije mogao da utvrdi, pregledom sajta Vlade Federacije BiH, da li se primenjuju neki drugi propisi, na primer odgovarajući propisi EU, kojim se popunjava ta evidentna praznina u podzakonskim aktima koji regulišu mnoge aspekte zaštite okoline (na primer, monitoring), odnosno kojim se omogućuje puna primena osnovne regulative.

Propisi u zakonodavstvu Republike Srpske

The regulations in the legislation of The Republika Srpska

U okviru legislative Republike Srpske mogu se, među aktima koji čine pravni i administrativni okvir delovanja odgovarajućeg ministarstva – Ministarstva za prostorno uređenje,

građevinarstvo i ekologiju – lako identifikovati propisi koji se odnose na zaštitu životne sredine, jer su i ovde, kao i u slučaju propisa Makedonije, propisi tematski grupisani

U okviru legislative nalaze se osnovni akti – zakoni: Zakon o zaštiti životne sredine, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o upravljanju otpadom, i zakon koji se može dovesti u vezu sa problematikom zaštite okoline: Zakon o uređenju prostora i građenju.

Sem osnovnih propisa – zakona, u okviru legislative o zaštiti okoline nalaze se i podzakonska akti kojima se omogućuje provođenje zakona. Od tih podzakonskih akata, za industriju su, po proceni priređivača teksta, najvažniji sledeći: Uredba o graničnim vrijednostima emisije zagađujućih materija u vazduh; Pravilnik o emisiji isparljivih organskih jedinjenja; Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha; Republička strategija zaštite vazduha; Pravilnik o kategorijama otpada sa katalogom; Uredba o postrojenjima koja mogu biti izgrađena i puštena u rad samo ukoliko imaju ekološku dozvolu; Uredba o projektima za koje se sprovodi procjena uticaja na životnu sredinu i kriterijumima za odlučivanje o obavezi sprovođenja i obimu procjene uticaja na životnu sredinu; Pravilnik o metodologiji i načinu vođenja registra postrojenja i zagađivača.

Vidi se, na osnovu pregleda legislative Republike Srpske o zaštiti životne sredine, da je najveća pažnja posvećena zaštiti vazduha i upravljanju otpadom; dok je uočljiv nedostatak podzakonskih akata koji bliže regulišu zaštitu voda, na primer nedostaje pravilnik o dozvoljenim vrednostima emisije u vode.

3.1.3 Propisi u zakonodavstvu Srbije

Regulations in the legislation of Serbia

Legislatura Srbije o zaštiti životne sredine je dobro struktuisana, i u tom pogledu vide se slična rešenja u struktuisanosti propisa sa legislativom Makedonije. Propisi o zaštiti okoline su na sajtu odgovarajućeg ministarstva – Ministarstva životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja; www.ekoplan.gov.rs – razvrstani u više grupa: (i) Zaštita životne sredine, (ii) Otpad, (iii) Zaštita prirode, (iv) Vazduh, (v) Voda, (vi) Buka, (vii) Jonizujuće i nejonizujuće zračenje, (viii) Integrisano sprečavanje i kontrola zagađivanja životne sredine, (ix) Međunarodne konvencije. Dodatni materijali od interesa za zaštitu koji, po mišljenju priređivača ovog teksta, mogu da budu od koristi industriji, mogu se naći u ostalim grupama na sajtu Ministarstva: (x) Srodni zakoni (tu je dat Zakon o registraciji privrednih subjekata), (xi) Izveštaji (na primer: Izdate saglasnosti na studije o proceni uticaja na životnu sredinu u 2009. godini), (xii) Prezentacije, (xiii) Audio-video materijal, (xiv) Projekti, i (xv) Ostala dokumenta (na primer, dokument od posebnog interesa za pojedine fabrike: Preliminarni spisak postojećih postrojenja koja podležu izdavanju integrisane dozvole).

Unutar prvih osam grupa propisa o životnoj sredini, struktura je sledeća: daje se zakon, i zatim se uz tekst zakona daju ostali propisi ili materijali u vezi tog zakona podeljeni u podgrupe: Uredbe, Pravilnici, Nacrti, i Ostalo. Najobimnija grupa propisa je grupa Zaštita životne sredine, u kojoj se navodi pet zakona, sa odgovarajućim propisima i materijalima koji idu uz te zakone. Na primer, uz Zakon o zaštiti životne sredine „ide“ još osam uredbi, dva pravilnika, i jedan materijal.

Okvir i bazu zakonodavstva Srbije o zaštiti životne sredine čini set od četiri osnovna zakona: (i) Zakon o zaštiti životne sredine, (ii) Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu, (iii) Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu, i (iv) Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine. Pravnu regulativu Srbije o zaštiti životne sredine dalje čini niz pojedinačnih zakona (kao što su: Zakon o zaštiti voda, Zakon o zaštiti vazduha, Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu, Zakon o upravljanju otpadom), kao i niz pravnih akata nižeg ranga: uredbe, pravilnici, odluke, kako bi se ta pravna osnova kompletirala (na primer: Uredba o određivanju aktivnosti čije obavljanje utiče na životnu sredinu; Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vazduh; Pravilnik o katego-

rijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada; Pravilnik o sadržaju planova kvaliteta vazduha; Odluka o osnivanju nacionalnog tela za sprovođenje projekata mehanizma čistog razvoja).

Na osnovu pregleda legislative Srbije o zaštiti životne sredine može se uvrstiti, da je ova legislativa uglavnom celovita, obimna, i dobro struktuisana. Sajt Ministarstva je pregledan i omogućuje korisnicima iz industrije da brzo i lako dođu do propisa koji su im potrebni; a postoji na sajtu još dosta materijala koji im mogu biti od pomoći u aktivnostima vezanim za zaštitu okoline.

3.2. Uporedna studija

Analiza sličnosti i razlika u glavnim rešenjima legislative o zaštiti životne sredine i održivom razvoju u Makedoniji, Bosni i Hercegovini, i Srbiji

A comparative study

of legislation in the field of environmental protection and sustainable development in The Former Yugoslav Republic Macedonia, Bosnia and Herzegovina and Serbia

Nakon što je identifikovana struktura mreže propisa koji se odnose na zaštitu životne sredine i održivi razvoj, i procenjen nivo struktuisanosti i dovršenosti mreže propisa, u svakoj od posmatranih zemalja, preostaje najveći i najvažniji deo posla, da se analiziraju sličnosti i razlike među tim propisima, kako bi time pomogli poslenicima u praksi, prevashodno u industriji, u rešavanju problematike zaštite životne sredine u njihovim preduzećima, fabrikama i pogonima.

Pošto je, ukupno gledano, veoma mnogo propisa u zakonodavstvu posmatranih zemalja koji se odnose na zaštitu životne sredine i održivi razvoj, i pošto se ta legislativa znatno razlikuju po obimu i strukturi, analiza sličnosti i razlika među svim tim propisima ne samo da bi bila preobimna i nepregledna, nego ne bi imala pun efekat, ne bi se dobila dovoljno kvalitetna informacija, upravo zbog te velike raznolikosti obima i strukture propisa. S druge strane, pošto u legislativi svake od tih zemalja postoje propisi koji čine osnovu te legislative, na kojoj je, kao na temelju, da se tako kaže: „sazidana zgrada“ propisa; odnosno, da brojni ostali propisi – uredbе, pravilnici, odluke, ... – proističu iz tih osnovnih propisa, služe za njihovo preciziranje i način su da se osnovne postavke legislative prevedu u praksu, to će se ova analiza propisa izvesti tako što će se: (i) identifikovati propisi koji čine okvir i bazu zakonodavstva o zaštiti životne sredine i održivom razvoju u svakoj od posmatranih zemalja; zatim (ii) razmotriti struktura propisa i glavnih rešenja problematike u osnovnom propisu i na osnovu toga (iii) analizirati sličnosti i razlike u glavnim rešenjima problematike.

3.2.1 Identifikovanje propisa koji čine okvir i bazu zakonodavstva o zaštiti životne sredine i održivom razvoju

Identification of the regulations that form the framework and the base of the legislation on environmental protection and sustainable development

U identifikovanju propisa koji čine okvir i bazu zakonodavstva u svakoj od posmatranih zemalja, i kasnijoj analizi propisa, priređivač ovog teksta o legislativi koja se odnosi na zaštitu životne sredine, *a koji su od interesa industriji*, se rukovodio sopstvenim viđenjem problematike zaštite životne sredine, i samim tim je u potpunosti samo on odgovoran za eventualne greške i propuste u razmatranju koje sledi.

U legislativi Makedonije se Zakon o životnoj sredini, i zakoni koji se odnose na glavne otpadne tokove i njihov uticaj na okolinu: Zakon o kvalitetu ambijentalnog vazduha, Zakon o vodi, i Zakon o upravljanju otpadom, mogu smatrati **osnovom** legislative o zaštiti životne sredine. Uz te zakone može se smatrati da još nekoliko podzakonskih akata kompletiraju okvir problematike: Uredba o graničnim vrednostima u vazduh, Uredba o određivanju aktivnosti na instalacijama za koje se izdaje integrisana dozvola, Uredba za odedivanje projekata za koje se sačinjava ocena uticaja, Uredba o klasifikaciji i kategorizaciji voda, Lista vidova

4. Održive tehnologije

Sustainable technologies

“Green Chemistry” is the universally accepted term to describe the movement towards more environmentally acceptable chemical processes and products. Green Chemistry can be achieved by applying environmentally friendly technologies.

The next very important issue concerning sustainable technologies is BAT (Best Available Techniques). The BAT is focused on minimizing the amount and/or toxicity of the industrial waste. Best Available Techniques are defined as the most effective and advanced stage in developing activities and methods of waste operation.

The next parts of the Chapter are: Waste water treatment, Air protection, Recycling and Solid waste management.

“Zelena hemija” je opšte prihvaćen termin za primenu ekološko prihvatljivij procesa i tehnologija. “Zelena hemija” se može postići primenom ekološko prihvatljivim tehnologija.

Sledeći jako važna stvar u vezi održivig tehnologija e BAT (najbolje dostupne tehnologije). BAT je fokusiran na minimiziranju količine ili/l toksitocnosti industrijskog otpada. BEST se definiše kao najefikasnijeg I najnaprednijeg nivoa u razvoju aktivnosti I metoda tretiranja otpada.

Odljci koji slede u ovom Poglavlju su: Prečišćavanje otpadnih voda, Zaštita vazduha, Recikliranje I Upravljanje čvrstim otpadom.

4.1 Zelena hemija i čiste tehnologije

Green chemistry and clean technologies

Kiril Lisičkov

Univerzitet “Sv. Kiril i Metodij”, Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Stefan Kuvendziev

Univerzitet “Sv. Kiril i Metodij”, Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

4.1.1 Osnovni koncept zelene hemije

The idea of green chemistry

"Zelena hemija" je univerzalno prihvaćen termin koji opisuje primenu ekološki prihvatljivih procesa i hemijskih proizvoda. Ovaj koncept podrazumeva obrazovanje, istraživanja i komercijalnu aplikaciju u lancu snabdevanja hemikalijama. Zahtevi zelene hemije mogu da se ukllope u klasične tehnologije i nekonvencionalne tehnologije savremenih tehnoloških

procesu. Zelena hemija je široko prihvaćen pristup u hemiji, njena primena je delimična i samo mali deo procesne industrije je primenjuje. Neka od pionirskih istraživanja u ovoj oblasti u osamdesetim su sprovedena u razvijenim zemljama poput Britanije, Francuske i Japana, a krajem prošlog veka Agencija za zaštitu životne sredine SAD uvodi pojam "zelene hemije", koji postavlja temelje za relevantna istraživanja i industrijsku primenu zelene proizvodnje na globalnom nivou.

Podsticanje istraživanja u procesnom inženjerstvu prema primeni koncepta zelene hemije sredinom devedesetih godina u Sjedinjenim Državama kroz uvođenje visoko kvalifikovane predsedničke nagrade za zelene hemije, dovodi do pronalaznje originalnih praktičnih rešenja za određene proizvode i procese.

Zemlje u razvoju koje ubrzano grade nove proizvodne objekte, imaju odličnu priliku da primene nove tehnologije na principima zelene hemije. Sa inženjerskog stanovišta mnogo je jednostavnije izgraditi novu, ekološki kompatibilnu fabriku nego da izvrši reorganizaciju postojećih klasičnih kapaciteta, kao što je slučaj u razvijenom svetu. U ovom odeljku predstavljen je koncept primene zelene i održive hemije. Funkcija održivog razvoja procesa na osnovu zelene hemije, isti je kao integralni pristup tzv "Troškovi otpada" koji neprestano opterećuju industriju i društva u celini. To, naravno, dovodi do detaljnije diskusije o metodama procene "stepen zelenosti" i kako bi smo trebali da primenjuju koncept održivosti u proizvodnom lancu. Zelena hemija treba da sagleda veću sliku održivog razvoja, ekonomske koristi i efikasnost njegove primene, što je suštinski pokretač globalnih koncepta (Bjorn Lomborg, 2001, CAM-Alfonso, 2005, M., Ali el-Agraa. 2004).

4.1.2 Ciljevi zelene hemije: Cena otpada

Objectives for Green Chemistry: The Costs of Waste

Imajući u vidu činjenica da je klasična hemijska industrija jedan od najvećih zagađivača životne sredine (velike količine toksičnog otpada dnevno se oslobađaju u vazduh, vodu i zemljište). Do nedavno, manje od 1% od komercijalnih supstanci su klasifikovane kao štetne za životnu sredinu, ali danas je jasno da mnogo više hemikalija predstavlja pretnju životnoj sredini i ljudskom zdravlju. U principu, malo hemikalija je označeno kao opasne za neposrednu upotrebu, a veoma malo pažnje obraća se na njihove latentne kumulativne efekte. U tom smislu, novi zakoni teže da dramatično promene situaciju. U evropskim zemljama, koncept REACH (Registracija, Evaluacija, Procena hemikalija) će biti najvažniji zakonski akt povezan sa hemikalijama u ljudskoj istoriji i imaće dramatičan uticaj na njihovu proizvodnju i upotrebu. Pored direktnih troškova testiranja, Reach će verovatno rezultirati zabranom upotrebe nekih supstanci. To će imati dramatične posledice na lanac proizvodnje za mnoge proizvode široke potrošnje hemijskog porekla (Bjorn Lomborg, 2001, CAM-Alfonso, 2005, M., Ali el-Agraa, 2004).

Kompletno poznavanje hemikalija i klasifikacije niza hemijskih supstanci kao "opasane", ima implikacije na zdravlje i bezbednost, što će opet da ima za posledicu skupu i teško dostupnu primenu ovih hemikalija. Štaviše, van svake sumnje je da će lokalni organi vlasti ili vlade povećati troškove odlaganja otpada koji sadrži ove štetne hemikalije. Zakon će prisiliti industriju i korisnike hemikalija da primeni zamenu opasnih materija u proizvodima, a time smanjiti količinu i opasnost otpada. (Surja Mahdi i sar 2002, Dajana Kuk i sar.. 2003). Termin zelena hemija usmerava pažnju ka povećanju interesovanja za razvoj ekološki prihvatljive hemijske procese i proizvode. Istraživanja u ovom pravcu rezultiraju pronalaznjem alternativnih rešenja za proizvodnju, neke od ovih studija su dovele do novih komercijalnih procesa u ranim devedesetim godinama prošlog veka. U poslednjih nekoliko godina Zelena hemija postala je široko prihvaćena kao koncept koji će uticati na obrazovanje, istraživanje i industrijsku praksu. Trebalo bi znati da zelena hemija nije predmet određene oblasti, već nastoji da utiče na način na koji se praktikuje hemija- odnosno kroz nastavu, sprovođenje analitičkih procedura, proizvodnje hemikalija i hemijskih proizvoda. Uticaj

Rastvorljive moći CO₂ kao ekstrakcionog sredstva uglavnom zavise od primenjenog radnog pritiska i temperature tokom procesa ekstrakcije. Generalno bi se moglo zaključiti da tečnost ima superkritične fluide važi sledeće:

- Snaga rastvaranja nadkritičnog fluida raste sa povećanjem gustine na datoj temperaturi;
- Snaga rastvaranja nadkritičnog fluida raste sa temperaturom za određenu gustinu.

Moć rastvorljivosti se povećava sa porastom temperature i pritiska iznad kritične vrednosti, što istovremeno dovodi do povećanja gustine od 0,4 do 0,9 g/cm³. Povećanje opsega radnog pritiska 350-700 bar, odražava promenu u gustini CO₂ od 0.9 - 0.98 g/cm³, što ukazuje da se varijacijom radnog pritiska menjaju i ekstrakcione osobine radnog fluida. Radni pritisak, radna temperatura, vreme ekstrakcije i protok ekstrakcionog fluida se mogu kombinovati u zavisnosti od procesa. Podaci o rastvorljivosti, u različitim eksperimentalnim tehnikama mogu se pronaći u literaturi (Lisichkov K., 2002.). Eksperimentalne tehnike obično se svrstavaju u dve osnovne grupe: statičke i dinamičke metode

4.1.9 Čiste tehnologije

Clean technologies

Zeleno inženjerstvo obuhvata projektovanje, komercijalizaciju i upotrebu procesa i proizvoda koji su izvodljivi i ekonomični, a koji minimiziraju zagađenje i rizik po ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Ova disciplina se uklapa u koncept da odluke u cilju zaštite ljudskog zdravlja i životne sredine imaju najveći uticaj kada se primenjuju u fazi projektovanja i razvoja procesa ili proizvoda. Zeleno inženjerstvo predstavlja transformaciju postojećih inženjerskih disciplina i njihovu primene u održivim tehnologijama. Ova nova disciplina obuhvata razvoj i implementaciju tehnološki i ekonomski održivih proizvoda, procesa i sistema koji doprinose ljudskom blagostanju istovremeno štiteći ljudsko zdravlje i pojačavaju zaštitu (CAM Afonso, 2005).

U punoj implementaciji zelenih inženjerskih rešenja, inženjeri se rukovode sledećim principima:

1. Holistički inženjerski pristup procesu i proizvodu, korišćenje sistema za analizu i integracionih alata za procenu uticaja na životnu sredinu.
2. Očuvanje i unapređenje prirodnih ekosistema za zaštitu ljudskog zdravlja i blagostanja.
3. Imajući u vidu životni ciklus proizvoda u svim inženjerskim aktivnostima.
4. Obezbediti da su svi materijalni i energetske ulazi i izlazi najmanje štetni u prirodi.
5. Minimiziranje upotrebe prirodnih resursa.
6. Nastojanje da se eliminiše otpad.
7. Razvoj i primena inženjerskih rešenja u skladu sa lokalnom geografijom i kulturom.
8. Stvaranje inženjerskih rešenja koja prevazilaze aktuelne ili dominantna poboljšanja tehnologije, inovacije i ostvarivanje tehnologija za postizanje održivosti.
9. Aktivno učešće zajednice i interesnih grupa u razvoju inženjerskih rešenja koja ispunjavaju obaveze zelenog inženjerstva, informiranje društva.

U principu postoje dva različita pristupa za postizanje održive proizvodnje, prvi koji obezbeđuje inkrementalne poboljšanja, i drugi koji favorizuje radikalnu promenu. Postizanje održivosti u proizvodnji i rasta u hemijskoj industriji uključuje ali nije ograničeno na sledeće postupke:

- Procena uticaja, procenu rizika i upravljanje rizikom
- minimiziranje otpada

4.2 Najbolje dostupne tehnike Best available techniques

Ana Tomova

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Perica Paunović

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Aleksandar Dimitrov

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

4.2.1 Osnovne informacije za tretman otpada Basic information for waste treatment

Razlozi za tretman otpada

Sekundarni proizvodi se dobijaju u svakom industrijskom procesu i ne mogu se izbjeći. Takođe, upotreba raznih proizvoda od strane društva dovodi do stvaranja otpada (mulj, otpaci). U mnogim slučajevima, ove vrste materijala (sekundarni materijal i sedimenti) ne mogu da se vrte u procesu ponovnog iskorišćenja u obliku proizvoda. Tipično, ovi materijali su dati na dalje tretmane. Razlog za tretman otpada nije uvek iste prirode, i zavisi od vrste otpada i njegovog ponašanja. Proces tretiranja otpada može da sadrži transport i prenos supstanci između medija. Na primer, neki tretmani dovode do curenja otpadnih tečnosti u drenažne kanale i čvrstog otpada koji se šalje na deponiju, dok su drugi rezultat u avio-emisija, uglavnom zbog sagorevanja. U nekim slučajevima, otpad može biti pogodan za drugu vrstu tretmana. Takođe, postoji nekoliko važnih pomoćnih aktivnosti u vezi sa tretiranjem otpada, kao što su prijem i skladištenje.

Postrojenja za tretman otpada

Sektor otpad je strogo kontrolisan u Evropskoj uniji. Dakle, ovaj sektor obuhvata mnoge zakonske definicije i pojmove (npr., otpad, opasan otpad). Neke definicije su zastupljene u evropskoj Okvirnoj direktivi. Generalno, otpad se ili prerađuje ili se odlaže.

Postrojenja za tretman otpada obično se ne smatraju za proizvodne jedinice, kao što je u drugim industrijskim sektorima. Umesto toga, oni se posmatraju kao jedinice koje pružaju usluge društvu za upravljanje svojim otpadnim materijalom. Kao i u slučaju klasifikacije vrsta otpada, aktivnosti u vezi sa tretmanom otpada (CHP) su pravno klasifikovane Aneksom 2, Okvirne Direktive o otpadu.

Koncept objekta koji će se baviti otpadom nije nov. Mnoge kompanije su sagradile sopstvene objekte za tretman i odlaganje otpada na sopstvenim lokacijama. Ostale kompanije koje generišu otpad, i nemaju pogodnu lokaciju za izgradnju takvih objekata za tretman otpada (ili ne generišu velike količine otpada da bi opravdale takvu investiciju) transportuju svoj otpad do specijalizovanih objekata za tretman i odlaganje. Takvi objekti se obično nazivaju komercijalni objekti za odlaganje. Ova tendencija u industriji je prisutna još od 1960. Kompanije za tretiranje i skladištenje industrijskog otpada imaju dužnost da skupljaju i transportuju otpad do specijalizovanih objekata, gde je otpad podvrgnut tretmanu ili se odlože.

Pošto postoji više različitih vrsta otpada moraju postojati i različiti načine za njihovo tretiranje. Na primer, postoji najmanje 50 komercijalnih tehnologija za tretman opasnog otpada. Objekat upravljanja otpadom može da koristi samo jednu tehnologiju, ili može da kombinuje više tehnologija, posebno ako je komercijalni objekat koji obavlja usluge za više proizvođača otpada.

4.3 Prečišćavanje otpadnih voda Waste water treatment

Emilija Fidančevska

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Milosav Miloševski

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Povećanje globalne ekonomske moći kao rezultat razvoja energetike i nauke, industrije i poljoprivrede i rast u populaciji razlog je sve veće potrebe za vodom. Principi održivog razvoja zahtevaju racionalno korišćenje vodnih resursa. Zemlja ima dosta vode, ali samo mali deo se može koristiti kao pijaća voda. Ovaj deo je izložen stalnom, progresivnom zagađenju. Degradacija kvaliteta vode delimično ili potpuno sprečava njenu upotrebu za bilo koju određenu namenu. Zagađenje vodnih resursa može biti direktno ili indirektno. Direktna kontaminacija dolazi na mestima zagađenja od kanalizacije ili industrije, i indirektno kroz zagađenja vazduha, stvaranje otpada, poljoprivrednih aktivnosti. Poslednjih godina postignut je veliki napredak u tehnologiji za prečišćavanje vode za piće i otpadnih voda, ali sa razvojem tehnike potrebno je razviti i načine razmišljanja o upravljanju vodnim resursima.

4.3.1 Karakteristike kvaliteta vode Characteristics of water quality

Voda se nalazi u tri agregatnih stanja: tečnom, čvrsto i gasovitom. Voda u čvrstom stanju, odnosno led je manje gustine nego voda u tečnom stanju. Ovo je rezultat vodonične veze koja postoji između vodonika i kiseonika u molekulu. Vodonične veze proizvodi kristalni rešetku leda koja se širi preko inicijalne količine tečnosti, tako da je njena gustina je manja od gustine tečnosti (Nalkov prirachnik voda, 2005).

Osnovni pokazatelji kvaliteta vode su:

- Fizički (temperatura, miris, ukus, transparentnost, boja, materije)
- Hemijski (pH, količina rastvorenog kiseonika, biohemijska i hemijska potrošnja kiseonika, tvrdoća vode, suvi ostatak, sadržaj azotnih jedinjenja, sadržaj soli, sadržaj rastvorenog gasa, sadržaj toksičnih supstanci)
- Biološki (makro i mikro-organizama biljnog ili životinjskog porekla)

4.3.2 Karakteristike otpadnih voda Characteristics of waste water

Opšta definicija otpadnih voda ne postoji, ali moguće je reći da je voda na bilo koji način kontaminirana tokom njene upotrebe otpadna voda. Voda može biti zagađena prvenstveno delovanjem čoveka, otpadne vode iz domaćinstava, ljudska ili životinjska zagađenja i zagađenja iz industrije ili od atmosferskih padavina. Problemi sa zagađenjem vode su poznati, ali problem zagađenja voda će se verovatno intenzivirati u narednim godinama, pre svega zbog daljeg intenzivnog razvoja. Kvalitet otpadnih voda definisan je fizičkim, hemijskim i biološkim karakteristikama. Ove karakteristike zavise od toga kako se voda koristi, a pod uticajem industrije, saobraćaja, vremenskih uslova itd. (Lj. Mojović, 2004).

Sastojci koji su od značaja za tretman otpadnih voda, fizička, hemijska i biološka svojstva otpadnih voda i njihovo poreklo mogu se pronaći u literaturi (Metcalf i Edi, Inc, 1991).

4.4 Zaštita vazduha

Air protection

Vineta Srebrenkoska

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Sanja Spasova

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Kao zagađivač vazduha definiše se supstanca koja je prisutna u atmosferi u dovoljnim količinama da prouzrokuje štetne efekte za ljude, životinje, vegetaciju, materijal. Štetnih gasova ili otrovnih čestica prisutnih u vazduhu dospela u pluća i može izazvati ozbiljne respiratorne bolesti i druge zdravstvene probleme.

Glavne komponente u atmosferi su azot (N_2) i kiseonik (O_2), koji čine oko 78% i 21% po zapremini atmosfere respektivno. Kao komponente su manje plemeniti gas argon (0,93%) i ugljen dioksida (0,038%). Takođe, prisutni su manje količine drugih plemenitih gasova (neon, helijum i kripton). Iako je procenat ugljen-dioksida (0,038%) u atmosferi je vrlo mali, važan je za fotosintezu, tako da je ovo vrlo mala količina je od velikog značaja za život na Zemlji. U zavisnosti od temperature, padavina, stope isparavanja i drugih faktora u određenoj lokaciji, procenat vodene pare u atmosferi može biti veoma nizak. Obično se nalazi između 1% i 3% i sa vodom je treći najzastupljeniji sastojak u sastavu vazduha. Ukoliko je vodena para isključena iz sastava vazduha, koncentracija glavnih komponenti vazduha je konstantna. U odsustvu zagađenja, bez obzira gde se nalazimo na površini zemlje, vazduh koji udišemo je isti. Ova homogenost je rezultat mešanja koji je izazvan stalnim cirkulaciju vazduha u troposferi (Brasseur GP, Orlando, JJ, Tindal, GS, 1999).

Pored vodene pare i gasova, atmosfera sadrži mnoge čestice koje su središte oko koga se formiraju kristali leda i kapljice vode. Čestice sa različitim veličinama od onih koji su vidljivi, kao što su prašina, do onih koji se mogu videti samo uz veoma moćnim mikroskopom. Čestice prečnika manjeg od 10 μm zovu aerosoli. Obe vrste čestica mogu biti tečna ili čvrsta tela, veoma aktivni lako stupaju u hemijske interakcije. U zavisnosti od prirode čestice i uticaj molekula (ili druge vrste), hemijske reakcije mogu javiti na površini čestica ili u okviru nje. Ako molekuli koji utiču na čestice reaguju hemijski sa njom i povežite površinu čestice, proces se naziva adsorpcija. Ako (u slučaju tečnih čestica) molekuli prodrle unutra i raspuštena, proces se naziva apsorpcija.

4.4.1 Izvori zagađivanja vazduha

Sources of air pollution

Prisustvo zagađujućih materija u vazduhu usled tri procesa:

- a) emisija zagađujućih materija iz vazduha (emisije zagađujućih materija iz prirodnih i antropogenih izvora)
- b) prenosa ili difuzije zagađujućih materija u svemiru, a u nekim slučajevima njihove transformacije pod uticajem spoljnih, meteoroloških i klimatskih faktorha
- c) uticaj koncentracije zagađujućih materija na životnu sredinu i ljude.

Početakom 1950-ih emisije zagađujućih materija u vazduha naglo povećavale kao rezultat brzog rasta industrijske proizvodnje i povećanjem drumskog saobraćaja. Prirodni izvori zagađenja vazduha poput vulkanskih erupcija, šumskih požara i erozije su manje od 2% od ukupnog broja vazdušnih emisija izazvanih ljudskim aktivnostima.

Izvori zagađenja vazduha usled ljudskih aktivnosti (antropogene) i mogu se podeliti u tri opšte grupe:

1. Stacionarni izvori:

Drugi poznati zagađivač zatvorenih prostora je radon. On se ispušta kroz zidove u podrumima iz minerala koji sadrže uranijum u zemlji. Azbest je opasan ako se inhalira, ali je i dalje prisutan u nekim kućama gde se koriste kao materijal za izolaciju cevi i peći. Prevencija unutrašnjih zagađivača podrazumeva da se uvede "vazduh-vazduh" prenos toplote preko kojeg cirkuliše svež vazduh. Klimatizacija i vakuumu čišćenje može da pomogne da se smanji unutrašnje zagađivnje.

4.4.4 Dimni gasovi sagorevanja biomase

Flue gas from combustion of biomass

Biomasa je materijal koji potiče od vegetacije, i može se koristiti kao gorivo u raznim kotlovima i spalionicama. Biomase kao gorivo emituju ugljen-dioksid (CO₂) kada ugljenik reaguje sa kiseonikom tokom sagorevanja, ali kako biomasa ili vegetacija da apsorbuje ugljenik iz CO₂ u atmosferi tokom njegovog rasta, sledi da spaljivanje biomase podrazumeva se CO₂ neutralna.

Biomasa može da bude čisto drvo i struganici koji sadrže celulozu, hemicelulozu, lignin i pepeo. Glavne komponente biomase su ugljenik, kiseonik i vodonik, ali takođe sadrži azot, sumpor i male količine hlorida. Glavni deo pepela sastoji od Ca, K, Si, Mg, Mn, Al, Fe, P, Zn i Na. Biomasa može biti zagađena, kao što je slučaj na primer, kada uništavanja materijala, čak i posle sortiranja, često sadrži sumpor iz gipsa, hlor iz PVC i pepela, malter, pesak i druge nečistoće.

Čestice iz sagorevanja biomase sastoji se od dve frakcije, submikronska frakcija, čestice manje od jednog mikrona a druge frakcije je supermikronska frakcija, velike čestice. Postoje tri efikasne vrste opreme za uklanjanje svih čestica kao što sledi: suvi i vlažni precipitatori elektrostatičkog filtera i tkanina. Gasovi rastvorljivi u vodi efektivno ukloniti mokrom i suvom apsorpcije, ali suvi gas prečistač potrebno više hemikalije da daju visok stepen efikasnosti. Iako se održivo korišćenje biomase, može smatrati kao delimično CO₂ neutralno, spaljivanje biomase je značajan izvor emisije čestica u vazduhu. Većina čestice manje od 10 mikrona (mikrometara) (tj. čestice PM₁₀) visok udeo submikronski čestica (PM₁). Submikronskite supermikronskite čestice i sagorevanje biomase sastoji se od sićušnih čestica K, Cl, S, Na i Ca i grubih čestica Ca, Si, K, S, Na, Al, P, Fe. U cilju prevazilaženja mana to pojavi interes razvoju novih tehnologija koje će proizvesti manju emisiju štetnih čestica u vazduhu.

4.5 Recikliranje

Recycling

Dijana Spaseska

Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij", Tehnološko-metalurški fakultet,
Skopje, Republika Makedonija

Reciklaža je proces transformacije već korišćenih proizvoda u sirovine, koje opet mogu uspešno da se koriste za proizvode koji su jednaki onima iz kojih potiču ili potpuno nove proizvode.

Dakle, cilj recikliranja je:

- Stvaranje manje količinu deponija
- Smanjenje mogućnost oduzimanja stambenog prostora za velika prostranstva deponija
- Smanjenje potrošnje sirovina,
- Očuvanje resursa,
- Smanjenje potrošnje energije
- Vođenje čistije okruženje u proizvodnji recikliranih proizvoda

Reciklaža kao treća komponenta trojstva "smanjenje, ponovno korišćenje i reciklaža" u hijerarhiji prerade otpada je ključni element u modernom konceptu smanjenja otpada. Korišćenja ili kompostiranje biorazgradivog otpada, kao što su hrana i baštenski otpad se ne prihvataju kao tipičan primeri za reciklažu (The League of Women Voters, 1993). Kao najčešće korišćeni materijali za reciklažu su različite vrste stakla, papira, metala, plastike, tekstila i elektronskih proizvoda. Ovi materijali, koji su često mešavina više osnovnih proizvoda, prvo se u sabirnim centrima sortiraju, očiste i recikliraju u nove sirovine neophodne za nove proizvode.

Za reciklažu zavisi da li treba da dobije isti ili neki drugi proizvod, od osnovne sirovine od koje potiče originalni proizvod. Na primer, reciklirani papir može da bude pretvoren u novu kancelarijskog papira ili stiropor koji se koristi u polistirola. Ali često puta je reciklaža je uglavnom ograničena na ponovnu upotrebu materijala. Veoma često, proizvodi se već koristi u svom sastavu sadrže vredne komponente koje treba da budu izolovani zbog njihove vrednosti (npr. olovo iz akumulatora za automobile ili zlato iz kompjuterskih komponenti) ili opasnih komponenti koje treba da bude izolovan (živa iz raznih proizvoda). Dakle, razlozi za izolaciju pojedinih komponenti su čisto ekonomski, ali i neophodnost očuvanja zdrave životne sredine.

Pre reciklaže, neophodno je izvršiti preciznu procenu troškova reciklaže i dobijanja novog proizvoda, jer, često, dobijanje proizvoda iz originalne sirovine je jeftinije u odnosu na njegovu proizvodnju od recikliranih materijala. Takođe, najčešće reciklirani proizvod je inferiornog kvaliteta u odnosu na originalni proizvod. Drugi problem koji zahteva razmišljanje, su troškovi energije koja se koristi za transport otpada, a u vezi je sa troškovima i uštedama energije u procesu proizvodnje.

Reciklaža dovodi do smanjenja zapremine otpada na deponijama. Međutim, količina otpada svake godine se povećava, što se može videti iz činjenice da je od 1960 do 2009 količina otpada po svaku osobu povećane od 1,2 do 2,0 kg. dan. To dovodi do oko 243 miliona tona otpada koji je nastao u SAD tokom 2009. Ponovna upotreba je često deo strategije kako bi se sprečilo rasipanje prirodnih resursa (www.epa.gov, 2011). Na ovaj način postiže se drugi cilj: zaštita životne sredine od zagađenja zbog manje količine otpada, manje potrošnje osnovnih sirovina, energije i dr. To, opet, dovodi do takozvanog održivog razvoja za održivu budućnost.

4.5.1 Materijali za reciklažu

Materials for Recycling

Pri izboru tehnologije i metode za recikliranje, važno je znati vrstu otpada koji je na raspolaganju: čvrst, tečan, gasovit ili radioaktivan, a i karakteristike otpada. Generalno, postoje tri glavne vrste otpada:

1. Gradski čvrst otpada koji zahteva intenzivnu reciklažu
2. Industrijski otpad materijali zahtevaju povećanu reciklažu i korišćenje u ponovnoj proizvodnji industrijskih proizvoda
3. Toksični, hemikalije zahtevaju smanjenje količine štetnih hemikalija u proizvodima i otpadima i donošenje prave odluke za reciklažu hemikalija.

Bezopasan otpad – Gradski čvrst otpad

Wastes - Non hazardous Waste-Municipal Solid Waste

Gradski otpad (MSW) se sastoji od onoga što se svakodnevno odbacuje posle upotrebe, kao što su pakete za razne proizvode, baštenski otpad, nameštaj, odeća, boce, komadi hrane, novine, bela tehnika, boje, baterije, itd . Poreklo ovih proizvoda su naši domovi, škole, bolnice i poslovni prostor.

Kao ilustracija, u 2009 Amerikanci proizvedeno oko 243 miliona tona komunalnog čvrstog otpada, odnosno oko 2 kg otpada po osobi svakog dana. U svakodnevnom životu,

4.6 Upravljanje čvrstim otpadom Solid waste management

Vineta Srebrenkoska

Univerzitet "Goce Delčev", Štip, Tehnološko-tehnički fakultet, Štip, Republika Makedonija

Saška Golomeova

Univerzitet "Goce Delčev", Štip, Tehnološko-tehnički fakultet, Štip, Republika Makedonija

Silvana Krsteva

Univerzitet "Goce Delčev", Štip, Tehnološko-tehnički fakultet, Štip, Republika Makedonija

Sa razvojem civilizacije, gnerisanje otpada dobija složeniju prirodu. U kasnom 19. veku sa industrijskom revolucijom poraslo je zgađivanje vazduha i stvaranje čvrstog bio nerazgradvog otpada (<http://cmsdu.org>, 2006) Čvrsti otpad različitih tipova i iz različitih sredina u današnjem modernom načinu života veliki su problem. Kao rezultat razvoja industrijske proizvodnje i veliki napredak u tehnološkim procesima u poslednje dve do tri decenije, značajno povećava količinu različitih otpadnih materija kao problem današnje civilizacije. Naravno, stvaranje otpada zavisi od urbanizacije, životnog standarda, povećanje populacije, sociološki okoline životni stil. Uz sve veći broj stanovnika povećava i količina generisanog otpada, tako postavlja se pitanje zaštite ljudskog zdravlja i životne sredine. Jedan od mogućih načina da to uradite jeste da se stvori i projektovanje procesa kroz održivog upravljanja čvrstim otpadom, tako da se može koristiti za dobijanje takozvane "zelene energije" (GC Mladi, 2010).

Održivo upravljanje otpadom doprinosi smanjenom generacijom otpada, iscrpljivanju prirodnih resursa (materijalnih i energija). Prema novim zakonima, održivo upravljanje otpadom obuhvata metode koje spadaju u kategoriju "obnovljivih izvora", materijalna i energetska iskorišćenost otpada je poželjnija opcija naspram konačnog odlaganja otpada (K. i M. Moustakas Loizidou, 2010).

Termin "otpad" ima drugačije značenje u zavisnosti od toga da li se posmatra u užem ili širem smislu. Otpad je zajednički termin koji podrazumeva da su supstance u domaćinstvima, industriji i poljoprivredi u određenom vremenu i mestu postali neupotrebljivi ili "beskorisni".

Trenutna praksa pod pojmom "otpada" označava sve one supstance koje u svakodnevnom životu čoveka u okviru svog poslovanja, kao i radne aktivnosti u određenim periodima i nekim mestima postaju neupotrebljivi. Otpadne materije u čvrstom agregatnom stanju se klasifikuju kao čvrst otpad. Čvrst otpad je složen i heterogen materijal, koji je u normalnim uslovima čvrst i nastaje kao rezultat ljudskog života i rada. Ovaj termin se koristi da opiše otpadne materije koje nisu u tečnom stanju, a dolaze iz domaćinstava, industrije, poljoprivrede, trgovine, medicine i javnih službi. U ovoj grupi postoje vrste otpada koje se javljaju u velikim količinama, različiti su načini njihovog formiranja, a razlikuju se u fizičkim, hemijskim i biološkim osobinama (Sasikumar i G. Krišna, 2009). Sastojci u čvrstog otpada mogu biti:

- Fermentabilna organska jedinjenja koja se lako razlažu kao što su ostaci obrađene i neobrađene hrane, životinjskih kostiju, leševa i tako dalje.
- Inertan (organska i neorganska jedinjenja) koji se ne razlažu ili se razlažu polako kao keramika, staklo, plastika, itd.

4.6.1 Opšta klasifikacija čvrstog otpada

General classification of solid waste

Čvrst otpad se može svrstati u različite grupe u skladu sa negativnim uticajem na životnu sredinu i prema mestu formiranja (BB Hosett, 2006, Sasikumar i G. Krišna, 2009,

5. **Obnovljivi energetske resursi** Renewable energy resources

Milorad Cakić

Univerzitet u Nišu, Tehnološko fakultet u Leskovcu

In this chapter the renewable energy sources are presented. First part deals with basic concepts related to energy, energy distribution as well as definition of non-renewable and renewable energy sources of energy. The following parts describe the renewable energy sources: energy of the environment, geothermal energy, wind energy and solar energy. The ways of utilization and the advantages and disadvantages of each type of renewable sources are also given. The overview of implementation of renewable energy sources in West Balkans countries is also presented. In the next section biofuels are presented. The advantages and disadvantages of each biofuels are indicating as well as the possibilities of their production in the Western Balkans countries.

U ovom poglavlju su opisani obnovljivi izvori energije. U prvom delu poglavlja daje se prikaz osnovnih pojmova. U sledećim poglavljima prikazani su obnovljivi izvori energije: energija okoline, energije okoline; geotermalna energija, energija vetra i energija Sunca. Date suosnove definicije, načini korišćenja kao i navedene prednosti i nedostaci. Za svaki tip navedenih obnovljivih izvora je dat presek stanja korišćenja u zemljama Zapadnog Balkana. U sledećem delu ovog poglavlja su opisani bioobnovljivi izvori energije, sa akcentom na tečna biogoriv. Za svako obradjeno biogorivo su navedene prednosti i nedostaci korišćenja kao i mogućnosti njihove proizvodnje u zemljama zapadnog Balkana.

5.1 **Energija** Energy

Energija je jedno od važnijih svojstava sistema. Energija koju sadrži sistem javlja se u različitim vidovima; kao potencijalna (ova je u vezi položaja sistema kao celine); kao kinetička koja je u vezi kretanja sistema kao celine; kao hemijska koja je u vezi sa strukturom supstance; kao površinska (ova je u vezi sa izgradnjom površine sistema); kao termička koja je u vezi sa temperaturom sistema; kao gravitaciona itd. Energija je povezana sa različitim formama kretanja materije koje mogu da prelaze jedna u drugu, (Cakić, 1995). Prema SI jedinica za energiju je Džul, J, a po definiciji $1J = 1 N 1 m$.

Prema prvom principu Termodinamike postavljenom još u devetnaestom veku, svojstvo energije je da u zatvorenom sistemu ne može niti nastati niti nestati, već da može prelaziti iz jednog vida u drugi, t.j. da je količina energije uvek konstantna, što je poznato i kao

zakon o očuvanju energije, ili kao princip održanja energije, a pošto su kako se vidi iz gornjih jednačina energija i masa povezana sledi i zakon o očuvanju mase sistema. Prelazak energije iz jednog oblika u drugi je povezan sa odvijanjem nekakvog procesa u sistemu, a ovaj prelazak se naziva rad ili snaga. Jedinica za rad je vat, (W) i predstavlja rad obavljen u jednoj sekundi prelaskom jednog džula energije, ustvari brzina prelaska energije iz jednog u drugi oblik, ($1W = 1J/s$); ponekad se koristi i vat-sat koji je konstantan rad ili snaga, od jednog vata u toku jednog sata (Wh , $1Wh = 3600 J/s$) i višekratne jedinice kao kWh, MWh GWh respektivno kilo, mega i gigavat sat itd.).

Kako je napred navedeno energija može prelaziti iz jednog oblika u drugi. Tako, gravitaciona potencijalna energija vode koja je rezultat razlike u nivou se koristi kod hidrocentrala kod kojih se potencijalna energija vode pretvara u kinetičku energiju koja pokreće turbine generatora električne energije i prelazi u električnu energiju. Kinetička energija vetra kojom se pokreću elise rotora generatora se, takođe, može pretvoriti u električnu energiju. Toplotna energija koja može biti rezultat odvijanja hemijskih reakcija (sagorevanje, radioaktivne reakcije i sl.) ili proste razmene toplote između različito zagrejanih tela, može da se koristi za direktno zagrevanje, ili indirektno za dobijanje drugih oblika energije, recimo, toplotna energija Zemlje (geotermalna) može se koristiti i za grejanje, ali i za generiranje t.j. proizvodnju. električne energije. Primer korišćenja i pretvaranja hemijske energije u toplotnu i druge oblike energije su i fosilna goriva koja sagorevanjem oslobađaju energiju u vidu toplote koja se može pretvoriti u kinetičku energiju vodene pare za pokretanje turbina i proizvodnju električne energije (termoelektrane), ili pak, za grejanje nekog fluida i proizvodnju toplote energije za zagrevanje prostora (voda, toplane). Nuklearna energija koja je rezultat nuklearne fusije (ovakvi procesi se odvijaju na Suncu, spajanja dva ili više lakih jezgara u jedno veće mase) ili nuklearne fisije (raspadanje teških atoma na dva ili više lakših) su praćeni oslobađanjem velikih količina energije koja se primenjuje u nuklearnim reaktorima za proizvodnju (pretvaranje) u električnu energiju.

Različiti izvori energije poseduju različitu energetske vrednost. Zbog toga se za lakše poređenje energetske vrednosti različitih izvora toplote energije (goriva) koristi British Thermal Unit (skraćeno se oba označava sa btu od početnih slova engleskih reci, a znaci Britanska termalna jedinica). Prema definiciji 1 btu je energija potrebna da se 0,4536 kg (1 pound) vode zagreje za jedan stepen Farenheit ($1^{\circ}F = 0,5556^{\circ}C$, dok je 1 pound jednak 0,4536 kg). 1 btu je ekvivalent 1055,8 J, ili oko 4250 cal. Niže su dati za neka goriva:

1 barel sirove nafte (158,98 litara)	= 5.800.000 btu
1 kilovat-sat električne energije (1 kWh)	= 3.412 btu
1 litar dizel goriva	= 36.720 btu
1 litar benzina	= 32.757 btu
1 m ³ prirodnog gasa	= 36.241 btu
1 tona uglja	= 20.401.000 btu

5.2 Izvori energije

Energy sources

Procesi i aktivnosti na Zemlji su povezani sa transformacijom i upotrebom energije. pri čemu se vid energije menja. Upotreba energije u cilju postizanja produktivnosti i standarda je svakim danom sve veća. Zbog sve većih potreba i uticaja na svakodnevni život i kvalitet života, s jedne strane, a s druge zbog ograničenih energetskih resursa koji se danas koriste, energija je glavni strateški resurs razvijenijih država.

Prema dostupnim podacima od 1850 god. do 2000 god. je konstantan trend porasta potrošnje energije. U prvoj polovini 20 veka potrošnja energije se udvostručila, dok u drugoj polovini dolazi do znatnog povećanja energije tako da se ona u posmatranom periodu udesetostručila. Razlog ovakvom povećanje energije je ubrzan tehnoloski i industrijski razvoj koji je posebno izrazen u drugoj polovini prošlog veka. Pri tome, ono što je važno istaci, je da

5.2.1 Energija okoline

Energy of the Surroundings

Pod energijom okoline podrazumevamo energiju vazduha, vode i zemlje koja može pomoću toplotnih pumpi da se podigne na višu temperaturu. Toplotna pumpa je uređaj koji crpi toplotnu energiju sa toplotnog rezervoara niže temperatura (okoline) i premešta je (pumpa) u rezervoar više temperature. Imajući u vidu da toplotna energije spontano neće preći sa niže na višu temperaturu, neophodno je uložiti rad. Imajući u vidu ja se toplotna energija koja uzima od okoline besplatna, ovakav način proces dobijanja toplotne energije je efikasniji od procesa zagrevanja.

Energetska efikasnost toplotnih pumpi se izražava preko koeficijenta korisnosti (COP Coefficient of performance) koji predstavlja odnos između dobijene toplotne energije i uložene energije (rad). Toplotne pumpe spadaju u najefikasnije sisteme povišenja energetskeg potencijala sistema jer samo deo energije koju pumpa generiše plaćatipično: 75% je besplatno, a samo 25% energije dolazi iz električnih izvora koji se plaćaju). Procenjuje se da trenutno u zemljama EU postoji oko 380 000 toplotnih pumpi.

5.2.2 Geotermalna energija

Geothermal energy

Prema danasnim shvatanjima zemlja je nastala iz gasova i prašine pre oko 4 milijarde godina, a u sebi sadrži veliku energiju. Ispod Zemljine površine nalaze se ogromne količine toplotne energije, koja je akumulirana u fluidima i stenama i naziva se geotermalna energija. Naziv geotermalna energija potiče od dve grčke reči: **geo** što znači zemlja i **terme** što znači toplota. Količina ove energije je ogromna i stalno se obnavlja zahvaljujući procesima kojima nastaje. Zbog toga se ova energija može smatrati obnovljivom energijom, mada je u svojoj suštini ovo neobnovljiv izvor energije zbog procesa kojima nastaje koji će trajati još oko 5 milijardi godina. Geotermalna energija se stvara usled raspadanja radioaktivnih elemenata, pre svega u jezgru, hemijskih reakcija, procesa kao što su kristalizacija i učvršćivanje koji su praćeni oslobađanjem energije, ali i kao rezultat trenja pri kretanju tektonskih ploča. Svi ovi procesi su praćeni oslobađanjem posebnih vidova energije i njene transformacije u toplotnu energiju (Jakupović, Mirjanić, 2009).

Poluprečnik zemlje je oko 6380 km, (Sl. 5.1.), a unutrašnja struktura zemlje je još uvek diskutabilna, pošto pretpostavke o unutrašnjosti zemlje baziraju na naučnim pretpostavkama baziranim na eksperimentima u uslovima visokih pritisaka i temperatura. Zemlja ima nekoliko slojeva:

1. jezgo, 1370 km, čija je temperatura 4000 do 7000 °C
2. debelo spoljašnje jezgro, oko 2000 km, sa stopljenim teškim metalima kao niki i gvožđe, temperature od 650 do 1250 °C,
3. sloj omotača, formiran usled tečenja magme, oko 2900 km (spoljni i omotač),
4. spoljnu krutu koru (litosfera) koja je od 5 do 50 km, a sastavljena je od stena,

Smatra se da je 99% Zemljine kugle toplije od 1000, a da je samo 0,1% hladniji od 100 °C što imajući u vidu masu zemlje predstavlja ogromnu količinu energije.

Idući od Zemljinog jezgra prema površini temperatura opada, a ovo opadanje (promena) temperature sa rastojanjem (po jedinici dužine) naziva se temperaturni gradijent. U u zemlji postoji temperaturni gradijent od oko 0,03 °C/m, (on je najveći neposredno uz površinu, a sa povećanjem udaljenosti opada), tako što temperatura zemlje idući od površine prema unutrašnjosti raste i to za 17 do 30 °C po kilometru. Srednji temperaturni gradijent od 10 °C po kilometru koji je rezultat difuzije unutrašnje toplote (energije) važi za prvih 100 km od površine zemlje, a raste idući prema središtu zemlje (proces difuzije je veoma spor pa je potrebno oko 100 miliona godina da energija sa dubine od 100 km dospe na površinu Zemlje). Imajući u vidu osnovni zakon o razmeni toplote, t.j. Drugi princip termodinamike da toplota spontano prelazi sa toplijeg na hladnije telo (sistem) to i u ovom slučaju toplota iz

transporta, izgradnja, održavanje i automatizacija sa upravljanjem i kontrolom procesa. U prilog ovakve strategije EU govore i podaci o dosadašnjem razvoju vetroturbina koji se odnose na stanje u Nemačkoj i proizvedene energije koji su prikazani u Tabeli 5.2.

Tabela 5.2. Razvoj vetroturbina
Table 5.2 Development of wind turbines

	1980	1985	1990	1995	2000	2005
normlna snaga kW	30	80	250	600	1500	5000
prečnik rotora/m	15	20	30	40	70	115
visina/m	30	40	50	78	100	120
proizvedena energija/kWh	35000	95000	400000	1250000	3500000	17000000

5.2.4 Energija sunca Solar Energy

Zemlja je deo Sunčevog sistema. Sunce je zvezda koja je nastala pre oko 5 milijardi godina i najbliža je zvezda Zemlji. Sunce predstavlja izvor života na Zemlji, ali prema današnjim shvatanjima i siguran izvor energije u budućnosti, jer je izvor gotovo sve raspoložive energije u proteklom periodu, a prema raspoloživim zalihama vodonika na njemu to će se nastaviti još narednih 5 milijardi godina. Energija sunca potiče od nuklearnih reakcija koje se odvijaju u njemu, pa se može grubo smatrati da Sunce predstavlja jedan fuzioni reaktor u kome se spajanjem dva atoma vodonika dobija molekul inertnog gasa helijuma uz oslobađanje velike količine energije. Smatra se da se svake sekunde 600 miliona tona vodonika pretvori u helijum, a oko 4 miliona se transformiše u energiju. Ovaj proces je praćen oslobađanjem velike količine energije t.j. toplote, tako da je temperatura u jezgru Sunca oko 15 milijona °C, koja se širi Svemirom u vidu elektromagnetnog zračenja, ili svetlosti, pri čemu jedan deo ove energije dospeva do površine zemlje. Naime od $3,8 \cdot 10^{26}$ W koje Sunce emituje u Kosmos, do površine Zemlje stigne oko $1,7 \cdot 10^{17}$ W, a od toga oko 70% se reflektuje nazad u Kosmos, 47% se apsoruje kao toplota, 23% ide na procese kruženja vode u prirodi a ostatak na procese fotosinteze. Ako su pogodni uslovi na površini zemlje se dobija oko 1 kW/m^2 , u zavisnosti od lokacije, godišnjeg doba, vremenskim uslovima, dobu dana ova vrednost insolacije može biti manja ili veća. Dotok energije Sunčevim zračenjem naziva se solarna konstanta, koja prosečno iznosi 920 W/m^2 . Na godišnjem nivou to bi u proseku iznosilo 3000 kW/m^2 Zemljine površine. U pitanju su dakle ogromni, još nedovoljno korišćeni energetske resursi na koje u budućnosti treba daleko više i ozbiljnije računati, (www.tehno'dom.hr/index.php).

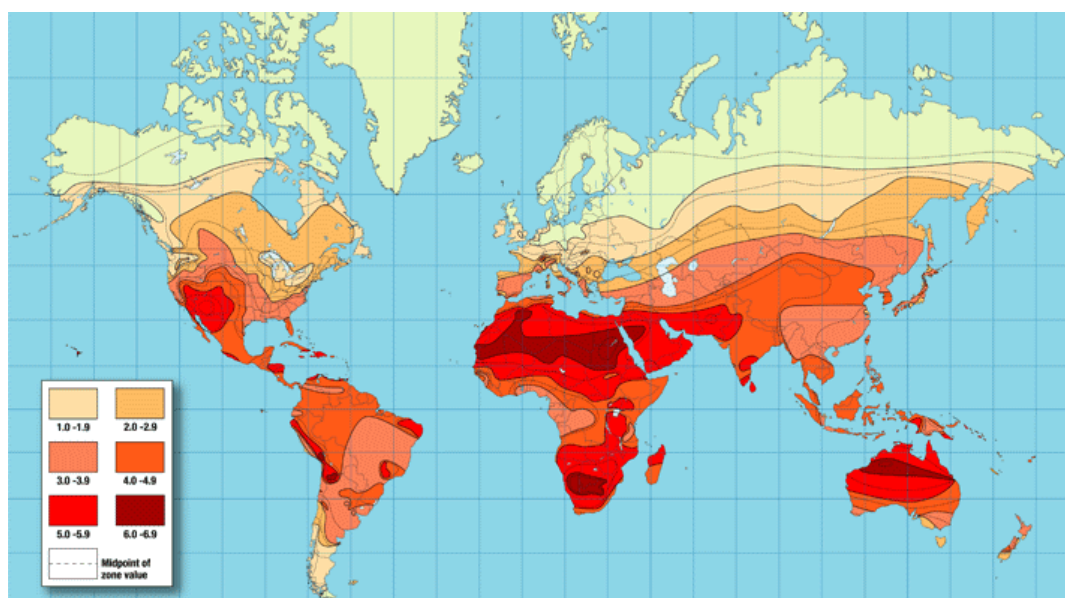
Na osnovu nekih predviđanja pretpostavlja se da će do 2050 god. od 20 do 30 % svetske proizvodnje električne energije biti solarnog porekla. Već danas su izgrađene neke solarne elektrane sa snagama većim i od 2 MW. Tako u Španiji trenutno najveća elektrana ima snagu 20 MW, sa panelima na 100 hektara a uskoro treba da se pusti u pogon u Novom Meksiku jedna snage 300 MW na 1300 hektara. S druge strane sve više se koristi sunčeva energija kao toplotna za zagrevanje stambenih, javnih i drugih građevinskih objekata, zatim kao dodatna energija u poljoprivredi i industriji.

Po masovnosti primene na prvom mestu je primena sunčeve energije za zagrevanje prostora. Za to se koriste kolektori koji sakupljaju sunčevu energiju i toplotne pumpe koje koriste sunčevu energiju akumuliranu u okolnom prostoru ili zemljinom tlu.

Sunčeva energija i njena transformacija u toplotnu i električnu energiju

Transformation of Solar Energy to Electricity and Heat

Energija zračenja koja dopire do površine Zemlje zavisi u prvom redu od trajanja insolacije (to vreme trajanja sijanja Sunca, odnosno o vremenu kroz koje se Sunce nalazi iznad horizonta). Trajanje insolacije zavisi od mnogih faktora pre svega geografskih i klimatskih: geografske širine i od godišnjeg doba. Razlika između vremena izlaska i vremena zalaska Sunca kojoj je izložena horizontalna i nezaštićena površina daje vreme trajanja insolacije. Ono iznosi za našu zemlju oko 15 h ljeti i oko 9 h zimi. Stvarno trajanje insolacije



Slika 5.8 Količina solarne energije po času, koju svakodnevno prima površina pod optimalnim iskošenjem u toku najgoreg meseca u godini (na osnovu prikupljenih podataka o insolaciji u svetu)

Figure 5.8 The received amount of solar energy per hour and day: optimal position during the worst month in the year

(www.geog.pmf.hr/e-skola/geo/mini/obnov-izvori-energ-/solarna-en.html)

je znatno kraće zbog pojave oblaka i magle, ali i zbog stanja atmosfere na posmatranom području (zagađenost). Ona se razlikuje za površine koje su postavljene horizontalno, vertikalno, ili pod nekim uglom u odnosu na površinu Zemlje. Tako, realno trajanje insolacije za Beograd (na horizontalnu površinu) iznosi 2071 h godišnje, od toga 70.5% u periodu od aprila do septembra meseca i 29.5% u periodu od oktobra do marta. Za Podgoricu je to vreme 2442 h/god. Na karti prikazanoj na Slici 5.8. koja prikazuje insolacijski nivo vidi se da Evropa nije na vrlo pogodnom području za eksploataciju, ali uprkos tome u Evropi je direktno iskorišćavanje sunčeve energije u velikom porastu. Većinom je to rezultat politike pojedinih država koje subvencioniraju instaliranje elemenata za pretvaranje sunčeve energije u iskoristivi oblik energije. Ograničavajući faktori su velike oscilacije intenziteta zračenja i ekonomski razlozi pre svega velika investiciona ulaganja. Elementi zračenja Sunca su;

2. Tok zračenja ,
3. Gustina toka (tzv. Iradijacija) ,
4. Sveukupna radijacija u određenom vremenskom razdoblju ,

Kod svih proračuna, Sunčeva energija, se mora posmatrati kroz tri njene komponente zračenja i to:

1. direktno,
2. raspršeno i

5.2.5 Bioobnovljivi izvori energije

Biorenewable energy resources

Vlada Veljković

Olivera Stamenković

Univerzitetu Nišu, Tehnološko fakultet u Leskovcu

Tečna fosilna goriva su već duži niz godina osnovna i dominantna goriva za pogon motornih vozila i mašina u građevinarstvu, industriji, poljoprivredi. Primat među njima ima nafta, zbog velike toplotne moći, relativno jednostavne eksploatacije i manipulacije i mogućnosti dalje prerade. Ograničeni resursi i rast cene nafte, kao i sve veći problemi zagađenja životne sredine usmerili su istraživanja u pravcu razvoja alternativnih goriva. Najperspektivnija alternativna goriva su tzv. biogoriva, odnosno goriva dobijena iz bioobnovljivih sirovina odnosno iz biomase. Prva generacija biogoriva su etanol, biodizel i biogas, dok drugu generaciju čine; biohidrogen, bio-DME, biometanol, DMF, HTU dizel, Fišer-Tropš dizel i mešavine alkohola. Biomasa je pogodna za proizvodnju čvrstih, tečnih i gasovitih biogoriva doprinoseći energetskej efikasnosti i održivosti, jer je u njoj sadržana energija fotosinteze ili drugim rečima rezervoar je sunčeve energije. U odnosu na fosilna koja sadrže uglavnom ugljvodonike, biogoriva sadrže više ili manje kiseonika pa se nazivaju i oksinogena goriva ili oksigenatori. Biogoriva se koriste kao pogonska goriva u transportu, kao i za proizvodnju toplotne i električne energije. Strategija EU je da udeo biogoriva, računat na osnovu sadržaja energije, u ukupnoj potrošnji goriva za transport do 2020. godine iznosi najmanje 10 %. Prednosti primene biogoriva ogledaju se u sledećem:

- obnovljivi su izvor energije
- zamenjuju klasična (fosilna) goriva
- ekonomski su pogodnija (pozitivni neto devizni efekat, razvoj ruralnih područja, povećanje industrijske proizvodnje, nova radna mesta, stimulacije i ulaganja u poljoprivredu),
- ekološki prihvatljivija.

Projekcija svetske potrošnja energije po tipu u periodu od 1980. do 2030. god. predviđa dominaciju fosilnih goriva, ali i povećanje udela obnovljivih izvora energije pa i bioenergije odnosno biogoriva (Orlović et al., 2007). Tečna biogoriva koja već ima široku primenu u svetu jeste jesu biodizel i bioetanol, dok je biogas bioobnovljivi izvor energije, supstituent zemnom gasu.

Biodizel

Biodiesel

Po hemijskom sastavu biodizel je smeša alkil estara nižih alifatičnih alkohola i viših masnih kiselina, koja se dobija postupkom alkoholize biljnih ulja. Svi industrijski procesi dobijanja biodizela zasnivaju se na metanolizi biljnih ulja, tako da se pod biodizelom u užem smislu podrazumeva smeša metil estara masnih kiselina (MEMK) standardizovanog kvaliteta. Prema podacima Evropskog odbora za biodizel (www.ebb-eu.org) proizvodnja biodizela u Evropi u 2009. godini je iznosila 9 miliona tona, što je za 16,6 % više u odnosu na 2008. godinu. Najveći proizvođači biodizela su Nemačka (28 % od ukupne proizvodnje), Francuska (22 %), Španija (9,5 %) i Italija (8 %).

Porast aktuelnosti biodizela praćen je intenzivnim proučavanjima postupaka sinteze MEMK. Paralelno sa tim unapređivani su i industrijski postupci i tehnologije dobijanja biodizela. U početnim istraživanjima sinteze MEMK najčešće je proučavana homogena katalizovana metanoliza biljnih ulja, na kojoj se zasniva i većina sadašnjih komercijalnih procesa dobijanja biodizela. U cilju smanjenja cene proizvodnje biodizela, pojednostavljenja postupaka izdvajanja i prečišćavanja MEMK i unapređenja procesa išlo se ka razvoju novih katalitičkih sistema i procesa. U tom smislu razvijeni su postupci heterogeno katalizovane

Dalja predviđanja potreba za etanolom u 2020. godini su neprecizna, jer nema precizne procene o potrošnji motornog benzina, ali je jasno da će one i dalje imati rastući trend. Iz svega ovoga je jasno da su Srbiji neophodni novi kapaciteti za proizvodnju etanola. S obzirom na razvijenu poljoprivrednu proizvodnju i činjenicu da proizvedene količine žitarica potpuno zadovoljavaju i prevazilaze domaće potrebe za ljudskom i stočnom ishranom, potrebno je razmotriti i mogućnosti proizvodnje bioetanola od žitarica. Za proizvodnju 100 000 tona bioetanola, potrebno je oko 330 000 tona žitarica, što predstavlja oko jedne trećine tržišnih viškova žitarica ili svega oko 2-4 % ukupne proizvodnje žitarica. U ostale alternativne sirovine pogodne za proizvodnju bioetanola, za koje postoji potencijal u našoj zemlji mogu se svrstati sirak, jerusalimska artičoka (topinambur) i krompir. Prema procenama, u Republici Srbiji postoji oko 100 000 hektara marginalne zemlje koja se može iskoristiti za gajenje sirka i jerusalimske artičoke, čime bi se moglo proizvesti oko tri miliona tona etanola godišnje.

Prema raspoloživim podacima u Republici Hrvatskoj trenutno nema proizvođača bioetanola, ali se radi na stvaranju i realizaciji projekata uvođenja industrijske proizvodnje bioetanola. Kompanija Etanol Osijek d.o.o. je osnovana sa ciljem otvaranja fabrike za proizvodnju bioetanola u Osijeku. Što se tiče Republike Makedonije, otvorena je mogućnost investicije od strane Britanske kompanije za proizvodnju ekogoriva Organic fuel LTD u postrojenja za proizvodnju biodizela i bioetanola u Tetovu.

Biogas

Biogas

Biogas je vrsta gasovitog biogoriva koje se dobija anaerobnom razgradnjom organskih materija, uključujući đubrivo, kanalizacioni mulj, komunalni otpad ili bilo koji drugi biorazgradivi otpad. U vremenu kada rezerve fosilnih goriva opadaju, energetske troškovi rastu, a životnu sredinu ugrožava nepravilno odlaganje smeća, pronalaženje rešenja za problem biološkog otpada i tretman otpadnih organskih materija postaje pitanje od najveće važnosti. Po hemijskom sastavu biogas je smeša gasova, koja se uglavnom sastoji od metana (55 – 75%) i ugljen-dioksida (25 – 45%), dok je udeo ostalih gasovi značajno manji (vodoni sulfid 0-1%, azot 0-2%, vodonik 0-1%, vodena para 0-2%, amonijak 0-2% i kiseonik 0-0,5%). Sastav i prinos biogasa variraju u zavisnosti od sirovina koje se koriste i od tehnoloških uslova procesa (Tomović, 2002).

Biogasni digestori koriste biorazgradljive materije od kojih se dobijaju dva korisna proizvoda: biogas i fermentisano biođubrivo visokog kvaliteta. Biogas prečišćen do nivoa čistoće neophodne za gasovod naziva se obnovljivi prirodni gas i moguće ga je koristiti u svakoj primeni u kojoj se inače koristi zemni gas. To uključuje distribuciju takvog gasa putem gasovoda, proizvodnju struje, grejanje, zagrevanje vode i upotrebu u raznim tehnološkim procesima. Komprimovan biogas može da se koristi i kao pogonsko gorivo za automobile.

Dobijanje biogasa

Biogas production

Biogas se proizvodi procesom anaerobne digestije. Anaerobna digestija ili fermentacija je biološki proces u kome se organski ugljenik prevodi oksido-redukcionim procesima u najviši stepen oksidacije (CO₂) i najviši stepen redukcije (CH₄). Ovaj proces se odigrava u odsustvu kiseonika, a katalizovan je velikim brojem mikroorganizama. Anaerobna digestija je prirodan proces i javlja se u različitim prirodnim sredinama kao što su bare, močvare, deponije itd. Proces anaerobne digestije, osim što dovodi do nastanka biogasa, nudi značajne prednosti u odnosu na ostale oblike tretmana otpada:

- Proizvodi manje mulja u odnosu na tehnike koje koriste aerobne procese,
- Uspešno se tretiraju i otpadi koji sadrže manje od 40% suve materije,
- Efikasniji je u otklanjanju patogena,

Uslovi za proizvodnju biogasa u zemljama WB

Biogas production in theWB countries

Biogas se proizvodi u mnogim zemljama, ali samo nekoliko njih ima razvijeni program proizvodnje biogasa. Tradicionalna mala porodična biogas postrojenja sve više se zamenjuju industrijskim. Buduća proizvodnja biogasa će se najverovatnije fokusirati na industrijskim postrojenja za kodigestiju čvrstog gradskog otpada i stajnjaka.

Korišćenje biogasa kao energenta u Srbiji je u začetku i prvi put u Srbiji je uspostavljen u PKB-IMES-u (Beograd) gde donosi značajne uštede. Prva mini elektrana za dobijanje električne energije iz biogasa otvorena je u martu 2010. god. u okolini Guče. Kao sirovina za dobijanje koristi se silaža kukuruza. Instalirani kapacitet elektrane je 60 KWi očekuje se da isporučuje 8000 kWh struje godišnje na mrežu, što je dovoljno za potrebe 100 domaćinstava. Mlekara "Velvet farm" u Čurugu potpisala je ugovor o izgradnji postrojenja na biogas za proizvodnju energije sa nemačkom kompanijom EnviTek Biogas. Planirani početak izgradnje postrojenja je mart 2011. godine. Postrojenje će biti snage 1,5 MWh, a sirovine za proizvodnju biogasa biće obezbeđivane iz tečnog i čvrstog stajnjaka uz dodatak biomase iz silaže kukuruza kao i od drugih biljnih ostataka. Predstavnici Mlekare „Lazar” – Blace i kompanije GHD iz Viskonsina (SAD) potpisali su ugovor za izgradnju biogas postrojenja na farmi muznih krava u Blacu, a predviđena je i izgradnja elektrane na biogas u okolini Čuprije.

U Republici Hrvatskoj najveći potencijal za proizvodnju biogasa imaju Slavonija i Baranja koji se, kada bi se iskoristio u svrhu proizvodnje električne energije, procenjuje na nešto više od 200 MW/h dnevno. Farma Slatine poljoprivredne zadruge Osatina u opštini Ivankovo, u Vukovarsko – sremskoj županiji, je prva elektrana na biogas u Republici Hrvatskoj snage 1000 kW. U fazi izrade projektne dokumentacije je i veći broj postrojenja za dobijanje biogasa uglavnom lociranih u istočnoj Hrvatskoj.

U cilju podsticanja korišćenja biomase za proizvodnju energije, Vlada Republike Srbije je usvojila Akcioni plan za biomasu (Sl.glasnik RS 56/2010) kojim je definisana strategija za korišćenje biomase kao obnovljivog izvora energije imajući u vidu potencijale, nacionalne strategije, zakonske propise i evropske direktive. Akcioni plan za biomasu za Republiku Srbiju je izrađen u skladu sa obavezama iz Ugovora o energetske zajednici i u duhu nove Direktive EU o obnovljivoj energiji (Direktiva 2009/28/EC), kao i u skladu sa preporukom EU (COM/2005/628) iz 2005. godine o izradi akcionih planova za biomasu u cilju povećanja njenog korišćenja u zemljama članicama EU. Jedan od najvažnijih zadataka pri izradi akcionog plana za biomasu je bio da se utvrde problemi u procesu korišćenja biomase i definišu aktivnosti, odgovornost i rokovi za njihovo prevazilaženje. Za rešavanje većine identifikovanih problema definisan je vremenski okvir do kraja 2012. godine, a dugoročne aktivnosti su naznačene. Praćenje realizacije akcionog plana za biomasu će vršiti Nacionalni savet za održivi razvoj. Akcioni plan za biomasu je izrađen u saradnji sa ekspertima iz Holandije u G2G programa (www.ekapija.com).

5.3 Pitanja

Questions

1. Kako se dele izvori energije?
2. Koje su prednosti korišćenja obnovljivih izvora energije?
3. Navedi prednosti korišćenja geotermalne energije.
4. Kako se koristi geotermalna energija?
5. Od kojih faktor zavisi snaga vetra?
6. Koji tipovi vetroelektrana postoje?
7. Navedi dva principa korišćenja energije Sunca.
8. Navedi principe direktnog korišćenja Sunčeve energije.
9. Kako se vrši pretvaranje Sunčeve energije u električnu?

6 Energetska efikasnost tehnoloških procesa

Energy efficiency of the technology processes

Zoltan Zavargo

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološko fakultet u Novom Sadu

Technological processes are generally energy intensive. Reducing energy consumption, environmental protection and waste management becomes imperative to every technological process. Increasing energy efficiency, in addition to savings in energy consumption in the broad sense includes protection of the environment and very often minimize waste. Rational energy use and recovery of waste heat from the process are the two most important ways of reduce costs. Utilization of waste streams and renewable sources are the following two tools in order to reduce costs and to preserve the environment and reduce waste.

To increase energy efficiency extensive knowledge are required. The first step towards reducing the energy consumption analysis. For this reason it is necessary to a good understanding of material and energy balances. The next step will be to adopt a program of savings. As a rule, the first steps are savings that do not require or require very little material resources. The next steps are saving measures that requires greater investment.

The savings can be achieved by each individual device and system as a whole. For this reason, it is necessary to have knowledge of each unit, as sources of potential losses. Devices that provide energy such as boilers and steam systems are found in almost every technology. Heating, cooling, air conditioning, insulation and lighting systems are also independent of the type of industry. There are also a certain amount of individual operations, specific for each technology.

Finally, it is necessary to know what are the whole process energy reserves, or what is the maximum energy that can be recovered from some technologies.

Tehnološki procesi su po pravilu energetske intenzivni. Smanjivanje potrošnje energije, zaštita okoline i upravljanje otpadom postaje imperativ svakom tehnološkom procesu. Povećanje energetske efikasnosti, pored uštede u potrošnji energije, u širem smislu uključuje i zaštitu okoline i vrlo često i minimizaciju otpada. Racionalna potrošnja energije i rekuperacija otpadnih toplota iz procesa su dva najvažnija načina smanjivanja troškova. Iskorišćavanja otpadnih tokova i obnovljivih izvora su sledeća dva oruđa kako za smanjivanje troškova tako i za očuvanje okoline i smanjivanje otpada. Ne treba zaboraviti, da smanjivanje pritiska na energetske izvore smanjuje se i emisija CO₂ u okolinu.

Za povećanje energetske efikasnosti potrebna su široka znanja. Prvi korak ka smanjivanju potrošnje energije je energetska analiza. Iz tog razloga neophodno je dobro razumevanja materijalnih i energetskih bilansa. Nakon energetske analize, sledeći korak će biti donošenje programa uštede. Po pravilu, kreće se od ušteda koji ne zahtevaju ili zahtevaju vrlo mala materijalna sredstva. Zatim se planski i sistematski prilazi procesu merama ušteda koji zahtevaju veća ulaganja. Neophodno je stana analiza rezultata postignutih ušteda.

Uštede se mogu postići kod svakog pojedinačnog uređaja kao i sistema u celini. Iz tog razloga, neophodno je poznavanja svakog pojedinog uređaja, izvori mogućih gubitaka kao i odgovarajući bilansi. Uređaji se mogu podeliti na one koje su sreću u svakom tehnološkom procesu i one koje su specifične za datu tehnologiju. Uređaji koji obezbeđuju energiju kao što su kotao i parni sistemi, sreću se takoreći u svakoj tehnologiji. Isto tako zagrevanje, hlađenje, klimatizacija, izolacija i sistemi za osvetljavanje su nezavisne od tipa industrije. Zastupljenost pojedinačnih operacije, međutim karakteristične su za pojedine tehnologije.

Konačno neophodno je znati kolike su energetske rezerve procese, odnosno koliko maksimalno energije se može rekuperisati iz date tehnologije. Određena, minimalna znanja iz ekonomije, takođe su neophodna.

6.1 Energetski i materijalni bilans

Energy and material balance

Materijalni i energetski bilansi su veoma važni u svakom procesu pa tako i u tehnološkim procesima kao što procesi u prehrambenoj, farmaceutskoj i hemijskoj industriji.

Materijalni bilans predstavljaju osnov pri projektovanju uređaja a kod postojećih služe za procenu njihovih performansi. Na bazi ulaznih podataka (napoj) i poznavanju procesa u datoj jedinici, na osnovu materijalnog bilansa, u stanju smo da predvidimo izlaz (ulaz u sledeći uređaj ili proizvod).

Materijalni bilansi su osnov za projektovanje novog procesa, simulaciju i/ili poboljšanje postojećeg. One su, takođe osnov za vođenje i kontrolu procesa. Svaka promena u procesu reflektuje se na promenu materijalnog bilansa. Materijalni bilansi nam pomažu da postavimo minimalan broj mernih instrumenata. Postavljenjem minimalnog broja mernih instrumenata na optimalnim mernim mestima i uz odgovarajuće materijalne bilanse u stanju smo da izračunamo sve neophodne parametre za kontrolu i vođenje procesa.

Prilikom uvođenja novog procesa, prvi materijalni bilans definiše se u eksperimentalnoj fazi. U sledećoj, poluindustrijskoj fazi, proces se proverava i poboljšava. Postojeći materijalni bilans se poboljšava i dorađuje. Konačno, u industrijskoj fazi, proces je u potpunosti testiran i definisan. Materijalni bilans takođe. Bilo kakva promena u procesu, zahteva ponovno određivanje materijalnog bilansa. Iz ovog je jasno, da svaka eventualna promena u procesu, ima za posledicu odstupanje od definisanog materijalnog bilansa.

Energetski bilans. Povećanje cene energenata nameće pomenutim industrijama potrebu da izvide mogućnosti za smanjivanjem potrošnje energije. Energetski bilans se može primeniti na razne stadijume procesa kao i za ceo proces pa i šire.

Materijalni i energetski bilansi mogu biti veoma jednostavni ali i veoma komplikovani. Osnovni pristup u osnovi je, međutim uvek isti.

Iskustvo u radu sa jednostavnim sistemima omogućava nam uspešnu ekstenziju na komplikovnije sisteme.

6.1.1 Materijalni bilans

Material balance

Prema zakonu o održanju masa, u bilo kom procesu masa se ne može stvoriti niti uništiti. U datom vremenskom intervalu, masa koja ulazi u sistem jednaka je masi koja izlazi iz sistema plus akumulirana masa u sistemu. Matematički

$$\text{Masa na ulazu} = \text{masa na izlazu} + \text{masa akumulirana u procesu} \quad (6.1)$$

Gornji izraz ima opšte važenje i odnosi se na sve procese, kako na fizičke tako i na hemijske. Izraz se takodje odnosi kako na totalni tako i na komponentni materijalni bilans. U gornjem izrazu, masa se generalno, ne može zameniti sa protokom. Protok se, naime može da se menja u posmatranom vremenskom intervalu. Izuzetak su stacionarni procesi, gde se protoci konstantni, odnosno nema promene protoka sa vremenom. Bilans se, takođe ne odnosi na zapreminu niti na molove. To znači da se masa, u gornjem izrazu, ne može zameniti niti sa zapreminom niti sa brojem molova.

Tipovi procesa

Types of process

Podela procesa može se izvršiti na više načina. Ukoliko je osnov za klasifikaciju promene parametara procesa u odnosu na vreme, tada imamo stacionaran i nestacionaran proces.

Nestacionarni procesi. Kod ovih procesa postoji promena bar jednog parametra sa vremenom. Sa stanovišta masenog bilansa, to znači postojanje člana akumulacije. Primer je isticanje mase iz rezervoara ili punjenje rezervoara. Primer je takođe i pokretanje procesa ili zaustavljanje procesa. Kod ovih procesa umesto algebarske jednačine bilans se daje diferencijalnom jednačinom.

Posmatrajmo opšti slučaj, u kome je u određenom vremenskom intervalu posmatranja brzina doticanja mase u sistem nejednaka brzini odticanja mase iz sistema. Kao posledica u datom vremenskom intervalu dolazi do akumulacije mase. Važi

$$\int_{t_1}^{t_2} \dot{m}_{ul}(t) dt = m_{ak} + \int_{t_1}^{t_2} \dot{m}_{iz}(t) dt \quad (6.2)$$

U slučaju postojanje samo dotoka (punjenje rezervoara, na primer), gornja jednačina se svodi

$$\int_{t_1}^{t_2} \dot{m}_{ul}(t) dt = m_{ak} \quad (6.3a)$$

a u slučaju postojanje samo isticanja (pržnjenje rezervoara, na primer)

$$\int_{t_1}^{t_2} \dot{m}_{iz}(t) dt = -m_{ak} \quad (6.3b)$$

Treba primetiti, da u gornjim jednačinama postoji vremenska zavisnost protoka. U slučaju konstantnog protoka, gornje jednačine se pojednostavljaju, imajući ovo u vidu, dobijamo

6.3 Merenje energetske efikasnosti

Measuring Energy efficiency

Bilans energije je osnov za analizu procesa. Bilans nam ukazuje na mesta procesa gde je moguće poboljšanje i predstavlja osnov za optimizaciju. Na osnovu energetskog bilansa jasno je da energija sadržana u svim ulaznim strujama koji ulaze u proces mora biti sadržana u izlaznim strujama i/ili akumulirana u sistemu. Pod izlaznim strujama podrazumevamo i gubitke u odnosu na energiju svih ulaznih struja

Energetska efikasnost

Energy efficiency

Energetska efikasnost predstavlja odnos između **energija koja je potrebna za funkcionisanje sistema** (rad, toplotna energija koju treba uneti u sistem - zagrevanje, toplotnu energiju koju treba izvući iz sistema - hlađenje) i **energije koja se unosi u sistem** (koja se mora "platiti").

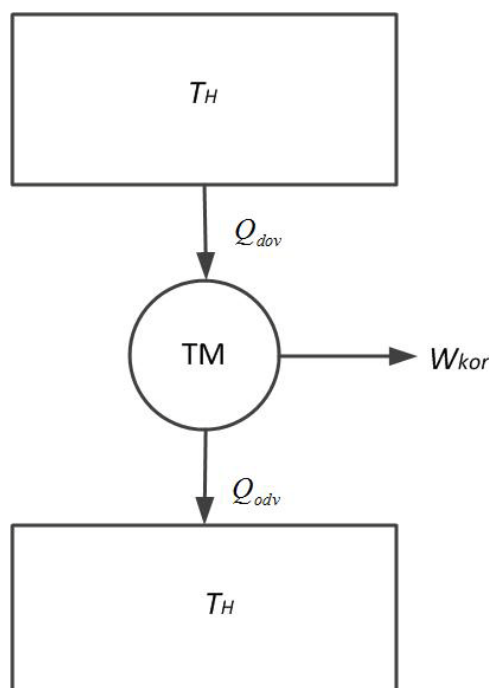
$$\eta = \frac{E_{kor}}{E_{un}} \quad (6.29)$$

gde E_{kor} i E_{un} predstavljaju korisnu i unetu energiju, respektivno. Treba razlikovati "energetsku efikasnost" od "očuvanje energije". Očuvanje (konzervacija) energije je ograničeno na smanjenje potrošnje energije. Primer je smanjene potrošnje energije na zagrevanje prostorija koje se ostvaruje podešavanjem termostata na niži temperaturni nivo. Drugi primer je smanjivanje potrošnje goriva ograničavanjem brzine vozila.

Koeficijent korisnog dejstva ciklusa

Thermal efficiency

Toplotne mašine predstavljaju uređaje u kojima se toplotna energija konvertuje u mehanički rad. Šematski prikaz tokova energije dat je na donjoj slici



6.4.8 Mogućnosti za uštedu energije

Energy reduction opportunities

1. Minimizacija rada kotla

Osnovni princip očuvanja energije je isključivanje uređaja kada njegov rad nije potreban. Ovaj princip treba primenuti kako na kotao tako i njegovu pomoćnu opremu. Nepotreban rad kotla i pomoćne opreme dovodi do sledećih nepotrebnih gubitaka:

- Gubici kod postrojenja i sistema za distribuciju. Dok sistem radi postoje i odgovarajući gubici (kondukcijom i curenjem)
- Nepotrebno snabdevanje energijom pomoćne opreme kotla. U slučaju da smo sveli rad kotla na minimum trebamo biti sigurni da uređaji vezani za kotao ne rade. Primer: pumpa za distribuciju tople vode.
- Nepotreban rad uređaja-korisnika koji se posebno ne kontroliše. Na radiatorima ne postoji termostatski ventil, pa vrela voda prolazi kroz njih kada za to nema potrebe.

2. Odnos vazduh-gorivo

Pri podešavanju rada kotla, najvažniji parametar je odnos vazduh-gorivo. Ovaj odnos ima najveći uticaj na efikasnost kotla. Neodgovarajući podešeni odnos vazduh-gorivo takođe dovodi do ozbiljnih ekoloških problema.

Idealan kotao bi zahtevao tačno toliko vazduha koliko je potrebno za sagorevanje, višak kiseonika u tom slučaju ne bi postojao u dimnim gasovima. Kod realnih kotlova, potreban je višak vazduha koji treba da omogući potpuno sagorevanje goriva. Minimum viška vazduha zavisi od vrste goriva i tipa gorionika. Moderni, visoko efikasni gorionici, zahtevaju minimalnu količinu vazduha.

Podešavanje odgovarajućeg odnosa vazduh-gorivo, može u ekstremnim slučajevima, dovesti do uštede od 10%.

3. Gorionik i ventilatori

Gorionik priprema gorivo za sagorevanje i pravi efikasnu smešu sa vazduhom. Ventilator omogućava cirkulaciju vazduha i goriva i sastavni je deo sistema. Redovno održavanje kao i pravilno podešavanje odnosa vazduh-gorivo omogućava optimalan rad gorionika. Pravilan rad gorionika omogućava uštedu od 0,5 do 10%.

4. Kontrola promaje

Promaja u kotlu je neophodna za pravilno mešanje vazduha i goriva, za obezbeđivanja protoka dimnih gasova kroz kotao i za odvod dimnih gasova iz sistema u okolinu. U slučaju režima rada u pripravnim stanju promaja se prekida. Promaja može biti prirodna i prinudna. U oba slučaja mora se kontrolisati.

Pravilnim podešavanjem promaje moguće su uštede od 0,5% do 5%.

5. Površine za razmenu

Površine za razmenu treba održavati čistim. Naslage na zidovima cevi smanjuju prenos toplote. Ovo ima za posledicu odlazak veće količine toplotne energije kroz dimnjak u okolinu. Sa strane vatre najčešći depozit je čađ. Čađ je dobar termički izolator jer formira poroznu strukturu. Stvara se kod svih vrsta goriva koja imaju ugljenik. Pri nepotpunom sagorevanju vrlo brzo dolazi do njegovog formiranja.

Najbolji način za minimiziranje stvaranja naslaga čađi je u podešavanju odgovarajućeg odnosa vazduh-gorivo. Čak i veoma kratak period rada sa nedovoljnim vazduhom dovodi do stvaranja značajne količine čađi.

Mogućnosti za uštedu 0,5% do 10% u odnosu na cenu goriva, što uglavnom zavisi od tipa goriva i podešenog odnosa vazduh-gorivo.

Naslage sa strane vode imaju isti efekat kao naslage sa strane plamena. U ekstremnim slučajevima, naslage sa strane vode mogu smanjiti efikasnost kotla za 10%.

Koristi se i za proces i za zagrevanje prostorija.

- Sigurnost. Nema opasnosti od požara.

Ostali sistemi za prenos energije

Alternativni sistemi su voda i termalni sistemi kao što su vrela ulja.

U poređenju sa parom, voda ima manju sposobnost akumulaciju energije pa samim tim i manju količinu toplote može preneti sistemu. Voda se koristi se za zagrevanje prostorija i niskotemperaturne procese (do 1200°C).

Termalni fluidi, kao što su mineralna ulja, mogu se koristiti tamo gde su potrebne visoke temperature (do 4000°C) a gde se ne može koristiti para. Termalni fluidi su skupi, i zahtevaju izmenu svake pete godine.

Generalno, za komercijalno grejanje, ventilaciju i industrijske sisteme, para ostaje najpraktičnija i najekonomičnija rešenje.

6.5.1 Osobine pare

Steam properties

Entalpija zasićene pare

Entalpija zasićene pare predstavlja zbir entalpije vode i latentne entalpije isparavanja vode i predstavlja ukupnu raspoloživu energiju zasićenu pare.

$$e_p = h_p = h_v + \Delta h_{vp} \quad (6.37)$$

Prilikom kondenzacije 1 kg pare ukupna količina toplote koja zasićena para može da preda iznosi

$$q_p = \Delta h_{isp} = h_p - h_v \quad (6.38)$$

Ista količina toplote može se predati sistemu pomoću vrela vode

$$Q_v = q_p = m_v c_v \Delta t \quad (6.39)$$

Odatve se može odrediti potrebna količina vode

$$m_v = \frac{q_p}{c_v \Delta t} = \frac{\Delta h_{isp}}{c_v \Delta t} \quad (6.40)$$

U slučaju korišćenja pregrejane pare za prenos toplote može se napisati

$$m_{pp} = \frac{q_p}{c_{pp} \Delta t} = \frac{\Delta h_{isp}}{c_{pp} \Delta t} \quad (6.41)$$

Vlažna para

Vrlo često, u sistemu dolazi do kondenzacije dela zasićene pare. U tom slučaju imamo smešu proključale vode i zasićene pare. Podsetimo se da temperatura i pritisak ostaju isti. U ovom slučaju entalpija vlažne pare je

$$h_{vp} = x h_{pp} + (1 - x) h_v \quad (6.42)$$

6.7.2 Sistemi sa više zona

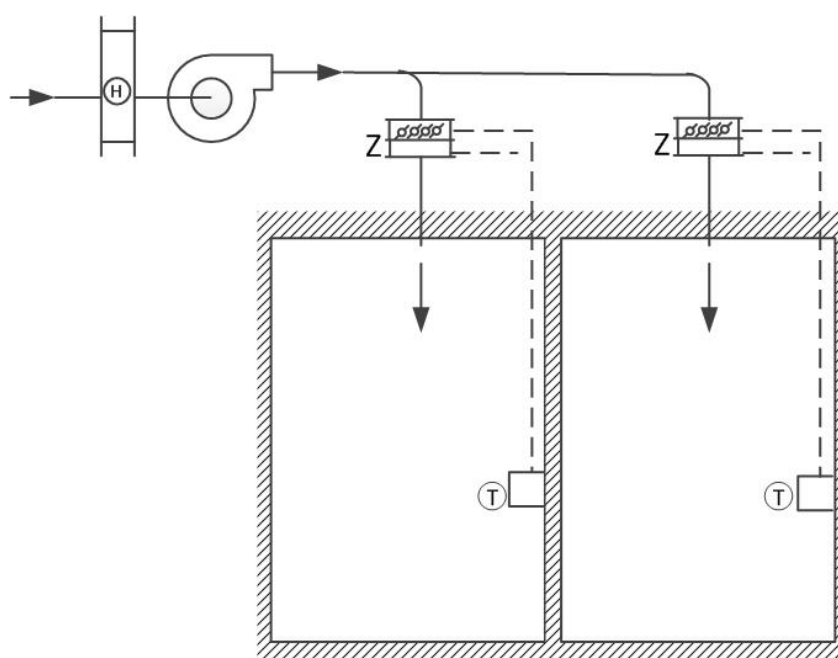
Multizone systems

Nedostatak sistema sa jednom zonom je što sve prostorije dobijaju vazduh istog stanja. To ima smisla kada sve prostorije imaju približno isto opterećenje. Vrlo često to nije slučaj. U tom slučaju može se koristiti sistem sa više zona. Ovo omogućava da svaka zona dobije vazduh odgovarajućeg stanja.

Sistemi sa konstantnim protokom vazduha

Kod ovih sistema u centralnom delu priprema se vazduh prema najnepovoljnijoj prostoriji (prostorija sa najniže zahtevanom temperaturom). Kod prostorije koje zahtevaju manje hlađenje, vrši se zagrevanje preko zonskih dogreivača. Ovo, naravno dovodi do povećanje potrošnje energije.

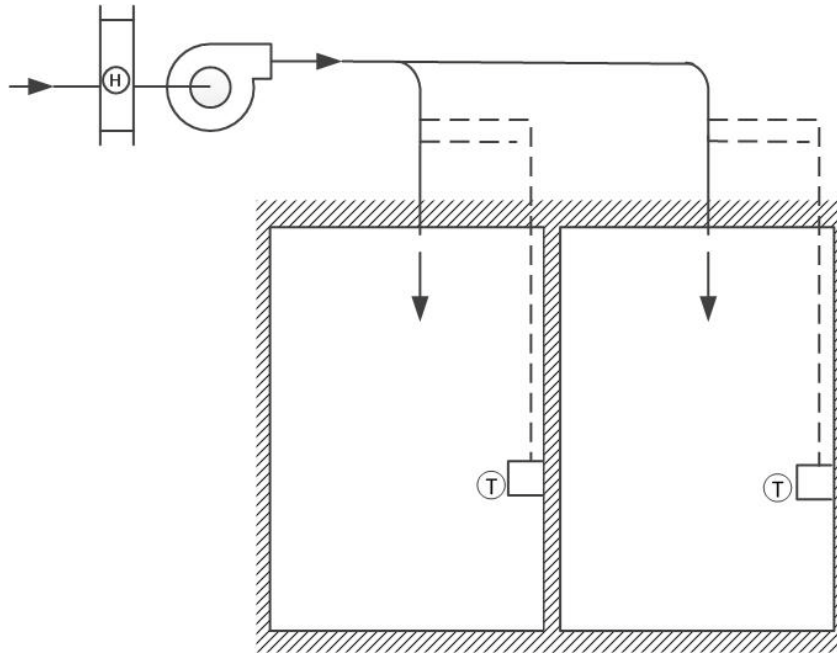
Moguće je i drugo rešenje, odnosno da se zone, pojedinačno opreme dodatnim hlađenjem. Isto takođe, moguće je predvideti i decentralizovano ovlaživanje vazduha. Ovakva rešenja, međutim, zahtevaju velika investiciona ulaganja.



Slika 6.15 Sistem sa konstantnim protokom vazduha
Figure 6.15 System with constant air flow rate to individual zone

Sistemi sa promenljivim protokom vazduha

Kod ovih sistema protok dovodnog vazduha je promenljiv, a temperatura konstantna. Različita rashladna opterećenja pojedinih zona reguliše se promenom protoka. Dovodni vazduh se uduvava konstantne temperature a promena rashladnog opterećenja, rast ili smanjenje, reguliše se protokom vazduha preko termostata (Slika 6.16)



Slika 6.16 Sistem sa promenljivim protokom vazduha
 Figure 6.16 System with variable air flow to individual zone

Prednost ovakvih sistema je u tome što se potrebna energija za kondicioniranje vazduha smanjuje sa smanjivanjem količine unetog vazduha. Dobrom regulacijom smanjuje se značajno i energija potrebna za rad ventilatora.

Ovi sistemi su posebno opravdani kod malih rashladnih opterećenja, gde se veliki deo opterećenja pokriva sa malom količinom spoljnog vazduha. U ovom slučaju nije isplativo ulagati u dodatni rashladni sistem.

Centralizovani sistemi za klimatizaciju omogućili su izgradnju zgrada sa prozorima koji se ne otvaraju. Pored prednosti, ovo je i mana jer je ventilacija ovakvih zgrada u potpunosti zavisna od sistema za klimatizaciju. Kod velikih sistema javljaju se gubici koji se ne javljaju kod sistema koji služe za kondicioniranje jedne prostorije. Glavni uzroci gubitaka kod ovih sistema su sledeći:

- Dogrevanje
 Dogrevanje je neophodno, prvenstveno radi održavanja temperature pojedinačnih prostorija u sistema gde prostorije zahtevaju različito opterećenje. Dogrevanjem se takođe može regulisati vlažnost.
- Povećano opterećenje ventilatora
 Centralizovani klimatizacioni sistemi zahtevaju velike kanalne sisteme. Ovo zahteva ventilator veće snage.
- Neodgovarajuća kontrola unosa spoljnog vazduha.
 Kondicioniranje spoljnog vazduha je izuzetno skupo. Ovo nameće veoma preciznu kontrolu unosa spoljnog vazduha, što često nije slučaj.
- Nejednaka raspodela ventilacionog vazduha.
 Centralni klimatizacioni sistem koji vrši ventilaciju zajedno sa zagrevanjem i hlađenjem ne može distribuirati spoljni vazduh u odgovarajućoj meri svakoj pojedinoj prostoriji. Ako želimo obezbeđivanje odgovarajuće ventilacije za svaku prostoriju, rezultat će biti prekomerna ventilacija u većini ostalih prostorija.
- Nemogućnost isključivanja grejanja, hlađenja i ventilacije u pojedinačnim prostorijama

6.12 Sušenje

Drying

6.12.1 Osnovne definicije

Basic definitions

Pod sušenjem se obično podrazumeva uklanjanje tečnosti iz vlažnog materijala - čvrste faze pomoću isparavanja. Pri tome mehaničko uklanjanje tečnosti iz čvrste faze se ne smatra sušenjem. Treba istaći da mehaničko uklanjanje tečnosti je ekonomičnije jer je potrošnja energije daleko manja nego korišćenjem toplotne energije.

Vlažan materijal može da miruje, može se kretati ili biti fluidizovana. Kod vlažnog materijala koji miruje nema relativnog kretanja čvrstih čestica, Moguće je relativno kretanja čvrstih čestica koje se suše, kretanje jedne preko druge. Obično je ovo kretanje na dole usled dejstva sile gravitacije ali može biti kretanje i na gore. U fluidizovanom sloju čvrste čestice se nalaze u gasovitoj fazi koja se kreće na gore. Brzina gasa u fluidizovanom sloju nije dovoljna da se čvrsta faza kontinualno transportuje kroz uređaj. Čestice se kontinualno kreću na gore i vraćaju na dole. Ovo omogućava pomešanost gasovite i čvrste faze i veliku površinu za razmenu. Čvrsta faza može biti i potpuno dispergovana u gasovitu. Ovo su uslovi kada su čvrste čestice toliko razdvojene da nemaju uticaj jedne na drugu.

U odnosu na čvrstu fazu tok gasa može biti paralelan, normalan ili strujanje kroz čvrstu fazu. Kod paralelnog toka pravac strujanja gasa je paralelna u odnosu na površinu čvrste faze. Kod normalnog toka pravac strujanja gasa normalan je u odnosu na površinu čvrste faze, dok je kod strujanja kroz čvrstu fazu slučaj kada gasstruji kroz međuprostor čvrste faze, prolazeći slobodno oko individualnih čestica. Pri ovakvom načinu strujanja, čvrsta faza može da miruje, da se kreće ili se radi o fluidizovanom ili je čvrsta faza potpuno dispergovana u gasovitu.

U odnosu na tok kretanja gasovite i čvrste faze razlikujemo: Istostrujni, protivstrujni i unakrsni tok.

Sušenje se obično vrši vazduhom. Međutim sušenje se može vršiti i drugim gasom, kao što je pregrejana para. Iz tog razloga u najširem smislu kod sušenja govorimo o vlažnom materijalu i gasu.

Osobine vazduha za sušenja

Kada je gas vazduh, osobine važne za sušenje su temperatura i vlažnost. Pomoću vazduha se obično vrši prenos toplote na vlažan materijal, u cilju isparavanja vlage, i pomoću vazduha se uklanja isparena vlaga. U bilo kom procesu sušenja, pri dovođenju odgovarajuće količine toplote, brzina pri kojem dolazi do isparavanja zavisice od temperature, koncentracije pare u okolnoj atmosferi.

Apsolutna vlažnost vazduha. Ovo predstavlja količine koju sadrži kubni metar vlažnog vazduha. Najčešća jedinica $g_{vlage}/m^3_{vlažnog\ vazduha}$.

Sadržaj vlage vazduha. Predstavlja masu vlage po masi suvog vazduha.

$$H = \frac{kg_{vlage}}{kg_{suvog\ vazduha}} \quad (6.71)$$

Maksimalna vlažnost vazduha. Sadržaj vlage koje vazduh može da primi pri datoj temperaturi. Sva vlaga preko toga se kondenzuje.

Relativna vlažnost vazduha. Predstavlja odnos između date i maksimalne vlažnosti vazduha na datoj temperaturi. Izraženo preko sadržaja vlage vazduha:

$$\varphi = \frac{H}{H_s} = \frac{\text{sadržaj vlage vazduha}}{\text{sadržaj vlage zasićenog vazduha}} \quad (6.72)$$

Kod potpuno suvog vazduha relativno vlažnost jednaka je nuli, dok je zasićenog vazduha (maksimalna vlažnost) relativna vlažnost jednaka jedinici.

6.12.2 Vlaga u vlažnom materijalu

Moisture in wet material

Vlaga u vlažnom materijalu može biti vezana i slobodna. Pod vezanom vodom smatramo vodu koja ima napon pare manji od napona pare čiste voda na datoj temperaturi. Voda može biti, zadržana u malim kapilarima, prisutna kao rastvor u ćelijama ili zidovima vlakana, homogen rastvor u čvrstoj fazi, vezana hemijskom i fizičkom adsorpcijom na površini čvrste faze.

Sadržaj vlage vlažnog materijala. Sadržaj vlage vlažnog materijala predstavlja odnosu između mase vlage i mase suvog materijala $\text{kg vlage} / \text{kg suvog materijala}$. Pri ovome treba imati u vidu da se posmatra prosečni sadržaj vlage u vlažnom materijalu.

$$H_{vm} = \frac{\text{kg}_{\text{vlage}}}{\text{kg}_{\text{suvog materijala}}} \quad (6.73)$$

Ravnotežni sadržaj vlage. Pri datim uslovima temperature i vlažnosti okolnog vazduha dati vlažan materijal ima svoj graničan sadržaj vlage do kojeg se vlažni materijal može osušiti. pod datim uslovima temperature i vlažnosti vazduha. Ovo treba imati na umu kada se vrši sušenje. Sušenjem se može vlažan materijal osušiti do niže vrednosti sadržaja vlage od ravnotežne, ali će se nakon završetka sušenja vremenom ponovo uspostaviti ravnotežni sadržaj vlage.

Tačka zasićenosti vlakana. Sadržaj vlage celularnih materijala (npr. drvo) pri kojem su zidovi ćelija kompletno zasićeni pri čemu praznine nisu ispunjene vlagom.

Pri procesu sušenja istovremena se odvijaju dva procesa:

1. Prenosa toplote na vlažan material potrebne za isparavanja vode i
2. Prenosa mase tečnosti ili pare kroz vlažan materijal i pare sa površine.

Faktori koji utiču na brzinu ovih procesa određuju i brzinu sušenja. Kod industrijskih sušnica toplota se može prenositi kovekcijom, kondukcijom, zračenjem ili njihovom kombinacijom. Bez obzira na način prenosa, toplota se prvo prenosi na spoljnu površinu a zatim u unutrašnjost vlažnog materijala. Izuzetak su dielektrično i mikrotalasno sušenje.

Prenos masem vode ili pare, vrši se kroz vlažan material, a zatim kao para prenosi se sa površine vlažnog materijala. Kretanje kroz vlažan material posledica je postojanja gradijenta koncentracije, koji zavisi od prirode materijala koji se suši.

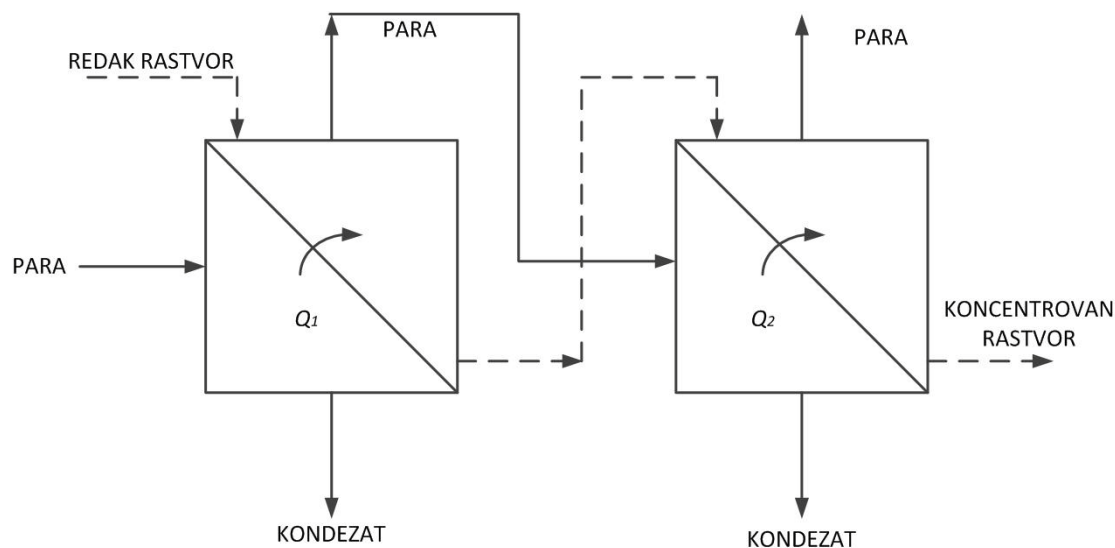
Glavni spoljni uslovi u bilo kom procesu sušenja su: temperature, vlažnosti, tok vazduha, površina za razmenu vlažnog materijala, itd.

6.12.3 Periodi sušenja

Drying periods

Period rasta brzine sušenja. Proces sušenja započinje grejanjem vlažnog materijala. Potrebno je vreme dok se celokupan vlažan materijal zagreje i da se uspostavi ravnoteža između toka vlage na površinu i odvođenju pare u okolni vazduh. Do uspostavljanja ravnoteže brzina sušenja raste.

U drugom uparivač, da bi došlo do ključanja rastvora, pritisak mora biti manji nego u prvom. Inače temperatura pare, nastala uparavanjem ne bi mogla da obezbedi prenos toplote. Para koja ulazi u toplotni razmenjivač drugog uparivača kondenzuje se. Oslobođena toplota se prenosi na rastvor koji ključa i isparava jer je na nižem pritisku. Na Slici 6.21 prikazan je izgled dvostepenog uparivača.



Slika 6.21 Dvostepeni uparivač
Figure 6.21 Two-stage evaporator

Ako pretpostavimo da

1. oba uparivača imaju iste površine za razmenu toplote
2. ne dolazi do povišenja tačke ključanja
3. nema toplotnih gubitaka

tada možemo napisati za prvi otparivač

$$Q_1 = K_1 A_1 \Delta T_1 \quad (6.88)$$

za drugi

$$Q_2 = K_2 A_2 \Delta T_2 \quad (6.89)$$

Ako uparivače rade u stacionarnom režimu, tada sva para nastala u prvom uparivaču se kondenzuje i ovakva nastala toplotna energija odlazi na isparavanje rastvora u drugom uparivaču. Odnosno važi

$$Q_1 = Q_2 \quad (6.90)$$

Prednost višestepenog uparavanja

Kod višestepenog uparavanja, dobijena toplota energije pare se ponovo koristi. Tako da je jedina dovedena toplotna energija ona koja se preko pare dovodi u prvi uparivač.

Višestepeni uparivači zahtevaju manju količinu toplote, otprilike $1/n$ puta manju gde je n broj uparivača. Površina za razmenu, međutim mora biti n puta veća, što povećava investicione troškove. Sumarno, višestepeno uparavanje je ekonomičnije.

Rekompresija pare

Pored mogućnosti korišćenja pare jednog uparivača za uparavanje u sledećem uparivaču, postoji još jedan vid uštede, rekompresija pare i vraćanje u uparivač odakle je isparila. Kompresija se može vršiti pomoću sveže pare, u ejektorskoj pumpi, ili pomoću mehaničke kompresije. Dodatni troškovi su mehanička energija koja ode na kompresiju ali krajnji efekat je ušteta.

Kod velikih uparivača vreme zadržavanja rastvora može biti veliko. Ovo može biti problem kod materijala osetljivih na toplotu.

Korišćenje savremenih uparivača sa visokim protokom mogu rešiti ovaj problem. Primer su dugi cevni uparivači ili pločasti uparivači sa padjućim filmom

6.14 Energetske rezerve procesa

Energy reserves of the process

U tehnološkim procesima vrlo često postoji potreba za dovođenjem toplotne energije kao i potrebe za odvođenjem toplote na nivou celog tehnološkog procesa. Istovremeno postoji čitav niz jedinica gde tehnologija zahteva zagrevanje odnosno hlađenja određenih struja. Postavlja se pitanje dali postoji bolji raspored (konfiguracija) struja unutar tehnološkog procesa da bi se potreba za dovođenjem odnosno odvođenjem minimizirala kao i koji su krajnji dometi (energetske rezerve) energetske uštede.

Pinch tehnologija, koja se bazira na termodinamičkim principima, daje odgovor na ova pitanja.

Većina tehnoloških procesa su stacionarno protočnog tipa. Kod ovakvih sistema u jediničnim uređajima tehnološkog procesa vrlo često teku uz razmenu toplote, dovođenje ili odvođenje, što ima za posledicu promenu entalpije, odnosno

$$\Delta H = Q \quad (6.91)$$

U slučaju promene temperature struje (sistema), važi

$$\Delta H = \dot{m} c_p \Delta T \quad (6.92)$$

a u slučaju faznih transformacije, koji teku uz razmenu toplote bez promene temperature

$$\Delta H = \dot{m} \Delta h_{LT} \quad (6.93)$$

U gornjim jednačina, \dot{m} , c_p , Δh_{LT} su maseni protok struje, molarni kapacitet struje i latentna toplota procesa, respektivno. Gornja dva izraza mogu se prikazati jednom jednačinom

$$\Delta H = CP \Delta T \quad (6.94)$$

gde važi

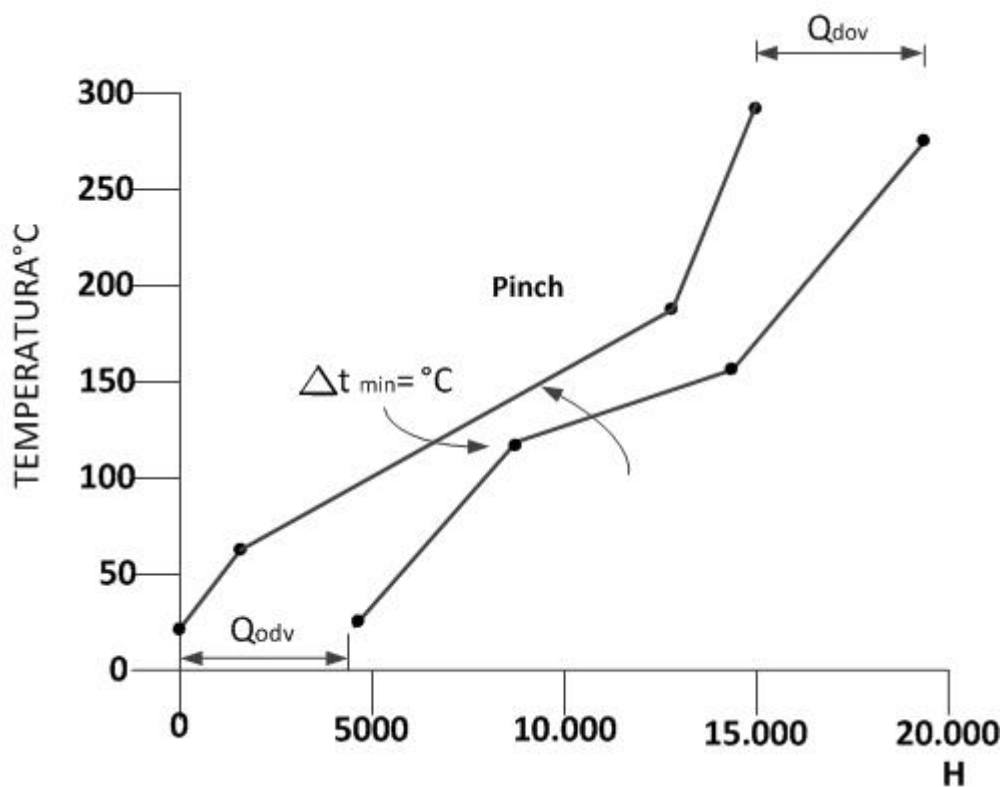
$$CP = \dot{m} c_p \quad \text{razmena toplote praćena promenom temperature}$$

$$CP = \dot{m} \Delta h_{LT} \quad \Delta T = 1K \quad \text{razmena toplote bez promene temperature}$$

Izraz (6.94) se može napisati

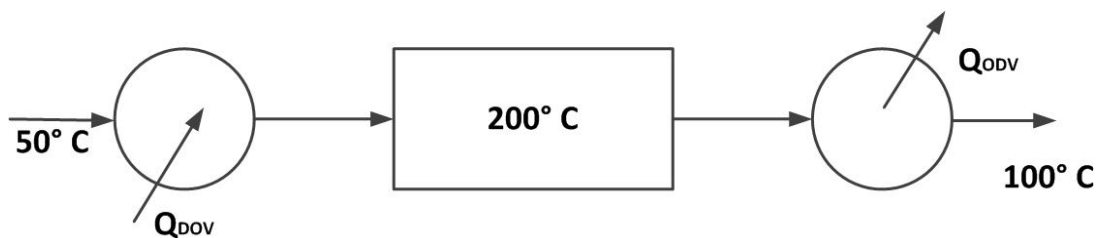
$$\Delta T = \frac{1}{CP} \Delta H \quad (6.95)$$

Gornja jednačina (6.95) može se prikazati u $T-H$ dijagramu, gde je za datu promenu temperature ΔT data odgovarajuća promena entalpije, ΔH . Pri čemu je nagib prave $1/CP$. Imajući u vidu da nam je za analizu važna samo promena entalpije, pravu u $T-H$ dijagramu, možemo slobodno pomerati levo ili desno u datom opsegu temperatura (Slika 6.22).



Slika 6.22 Promena entalpije procesa u T - H dijagram
 Figure 6,22 Enthalpy change of the process in the T - H diagram

Primer 6.7 Posmatrajmo jedan segment celog tehnološkog procesa. U toplotni izmenjivač uvodi se grejni fluid temperature 250°C , koji nakon predaje toplote grejanom medijumu, izlazi iz izmenjivača temperature 110°C . Šema procesa data je na Slici 6.23.



Slika 6.23 Primer procesa sa jednom hladnom i jednom toplom strujom
 Figure 6.23 An example of the process with one cold and one hot stream

U ovom procesu za zagrevanje tople struje (struja 1) treba dovesti toplotu

$$Q_{dov} = \Delta H_1 = \dot{m}_1 c_{p,1} \Delta T_1 = CP_1 \Delta T_1$$

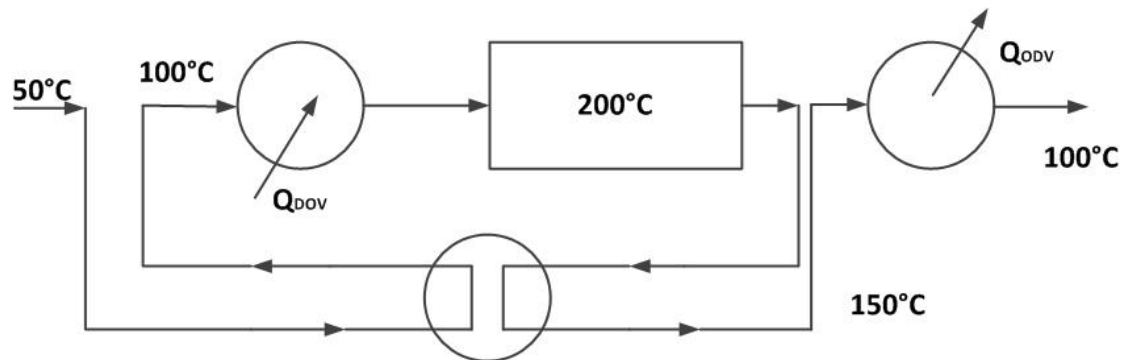
Istovremeno treba za hlađenje struje (struja 2) odvesti toplotu

$$Q_{odv} = \Delta H_2 = \dot{m}_2 c_{p,2} \Delta T_2 = CP_2 \Delta T_2$$

Ukupnu energiju koju treba obezbediti za proces (dovođenje + odvođenje toplote) je

$$Q_{ext} = Q_{dov} + Q_{odv}$$

Prikazani proces se, međutim može preurediti tako da se iskoriste i energetske potencijali samog procesa (Slika 6.24)



Slika 6.24 Šema procesa sa iskorišćenjem unutrašnjog potencijala energije
Figure 6.24 Scheme of the process with use of energy reserve of the process

Sa Slike 6.24 se vidi da deo energije procesa, ΔH_{rek} se može rekuperirati, što smanjuje potrebu za dovođenjem odnosno odvođenjem eksterne toplotne energije

$$Q_{dov,rek} = Q_{dov} - \Delta H_{rek}$$

$$Q_{odv,rek} = Q_{odv} - \Delta H_{rek}$$

6.14.1 Kompozitna kriva

Composite curve

Ukoliko postoje dve ili više struje u procesu, koje se nalaze u istom temperaturnom opsegu, može se napraviti jedna prava koja ima isti temperaturni opseg, ΔT , dok je entalpije rezultujuće prave, zbir pojedinačnih entalpija, $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$ (Sl. 4.29).

Formirana prava se zove kompozitna kriva. Posmatrajuće sve tople struje u datom tehnološkom procesu, može se formirati odgovarajuća topla kompozitna kriva. Na analogan način formira se i hladna kompozitna kriva (Slika 6.25). Na Slici 6.25 razlikujemo tri oblasti:

1. Oblast gde se kompozitna topla i hladna struja preklapaju
U ovoj oblasti nema potrebe za dovođenjem niti odvođenjem toplote izvan procesa (spoljne toplote). Svaka topla struja predaje toplotu hladnoj struji preko nekog uređaja u procesu

Ekološki rečnik

Agenda 21	Dokument usvojen na Konferenciji Ujedinjenih nacija za životnu sredinu i razvoj (United Nations Conference on Environment and Development -UNCED) u Rio de Ženeiru, 1992. godine;
Akutne opasnosti	Opasnosti povezane s kratkoročnom izloženošću relativno velikim količinama otrovnih tvari.
Areacija	Neposredan kontakt atmosfere i vode kroz dodavanje zraka (kisika) u vodu. Izraz se također primjenjuje na odvajanje plina gdje nepoželjan plin se otklanja iz vode.
Autonoman ekosistem	Nezavisan u pogledu prometa materije i energije (metabolizma). Ekosistem u kome se odvija prirodan proces kruženja materije i proticanja energije, odnosno čiji metabolizam ili neka njegova komponenta nije supstituisana od strane čoveka.
Biogeohemijski ciklus	Ciklus elemenata kroz biotičku i abiotičku okolinu.
Biohemijska potreba kisika (BOD)	Količina kisika potrebana za oksidiranje bilo koje organske tvari prisutne u vodi tokom određenog vremenskog perioda, koje je obično traje 5 dana. To su neizravna mjerenja količine organske tvari koja je prisutna u vodi.
Bioindikatori zagađenja životne sredine	Biljne i životinjske vrste koje specifično reaguju na zagađenje određenom zagađujućom supstancom, one svojim habitusom ili fiziološkim procesom pokazuju specifičnu reakciju na datu zagađujuću supstancu, na osnovu čega se ta supstanca detektuje u sredini.
Biokemikalije	Hemikalije koje se prirodno pojavljuju ili su identične prirodnim putem pojavljivanja tvari. Primjeri uključuju hormone, feromone, i enzime. Biokemikalije djeluju kao pesticidi kroz netoksični, ne-smrtonosni način djelovanja, kao što je narušava parenja uzorak kukaca, reguliranje rasta, ili djelujući kao sredstvo za odbijanje insekata. Biokemikalije su često ekološki kompatibilne, te su stoga važno Integriranih programa upravljanja Pest.
Biološka kontrola	Strategija za kontrolu štetočina ili organizama koji uzrokuju bolesti, koje se oslanja na korištenje drugih živih organizama, a ne hemijskih pesticida.
Biomasa	Ukupna težina određene grupe organizama na određenom području.