

# Održivi razvoj u inženjerskom obrazovanju - stavovi i znanja studenata

---

**Filić, Josip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:484987>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-27**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Josip Filić**

Zagreb, 2021. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Nikša Dubreta, dipl. soc.

Student:

Josip Filić

Zagreb, 2021. godina.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svojem mentoru prof. dr. sc. Nikši Dubreti, dipl. soc. na nesebičnoj pomoći, brojnim savjetima i sugestijama, te strpljenju prilikom izrade ovog diplomskog rada. Također, zahvaljujem se svojoj supruzi, na podršci i razumijevanju prilikom mog studiranja.

Josip Filić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske radove studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,  
inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa:	602-04/21-6/1
Ur. broj:	15-1703-21

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **JOSIP FILIĆ**

Mat. br.: 0035173533

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Održivi razvoj u inženjerskom obrazovanju – stavovi i znanja studenata**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Sustainable development in engineering education - students' knowledge and attitudes**

Opis zadatka:

Inženjerska rješenja na planu održivog razvoja ubrzano se razvijaju kroz proteklih par desetljeća. Međutim, znanstvena i stručna literatura inženjerske provenijencije kontinuirano ukazuje da se znanja i stavovi inženjera o principima i komponentama održivosti te pripadajućim alatima mogu i trebaju unaprijediti. Kao jedan od osnovnih mehanizama u tom smislu se najčešće spominje potreba za znatno snažnijom integracijom različitih aspekata održivosti u inženjersko akademsko obrazovanje – od upoznavanja studenata sa samim konceptom održivog razvoja i njegovim ključnim principima i komponentama, preko poučavanja kroz analizu slučajeva do upoznavanja i primjene alata za održivi razvoj.

Zadaća diplomskog rada je kroz anketno istraživanje utvrditi u kojoj mjeri studenti FSB-a temu održivog razvoja smatraju važnom i koliko su upoznati s osnovnim principima održivosti i s alatima za održivost koji su uobičajeni u inženjerskoj profesionalnoj praksi.

Stoga je u diplomskom radu potrebno obraditi sljedeća poglavlja:


1. Uvodno obrazloženje teme diplomskog rada.
2. Teoretski dio koji uključuje (a) razradu koncepta održivog razvoja i pripadajućih principa, (b) prikaz osnovnih alata za održivost, (c) pregled rezultata istraživanja o stavovima i znanjima studenata inženjerskih studija na planu održivosti i (d) istraživačko pitanje s pripadajućim hipotezama.
3. Prikaz korištene metodologije i uzorka.
4. Prikaz dobivenih rezultata.
5. Rasprava o dobivenim rezultatima.
6. Zaključak.
7. Prikaz korištene literature.

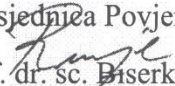
U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
30. rujna 2021.

Rok predaje rada:  
2. prosinca 2021.

Predviđeni datum obrane:  
13. prosinca do 17. prosinca 2021.

Zadatak zadao:   
prof. dr. sc. Nikša Dubreta

Predsjednica Povjerenstva:  
  
prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA.....	III
SAŽETAK.....	IV
SUMMARY .....	V
1. UVOD.....	1
1.1. Trenutno stanje na planetu .....	1
1.2. Važnost održivog razvoja.....	2
1.3. Uloga inženjera u održivom razvoju .....	2
1.4. Važnost obrazovnih institucija .....	3
1.5. Osobna motivacija.....	4
1.6. Struktura rada .....	4
2. TEORETSKI DIO .....	5
2.1. Koncepti, principi i komponente održivog razvoja.....	8
2.2. Alati.....	13
2.2.1. LCA metodologija .....	15
2.2.2. Analiza zaliha.....	16
2.2.3. Procjena utjecaja .....	17
2.2.4. Tumačenje .....	18
2.2.5. Alati usmjereni na proces.....	19
2.2.6. Alati usmjereni na proizvod.....	19
2.2.7. Alati usmjereni na upravljanje u organizaciji .....	20
2.2.8. Ekološki otisak.....	21
2.3. Održivi razvoj u inženjerskom obrazovanju .....	23
3. METODOLOGIJA I UZORAK .....	29
4. REZULTATI .....	36
4.1. Deskriptivna analiza.....	36
4.2. Rezultati T-testa .....	49
Na prvom T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između studenata koji su do sada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije koji su se dotakli te tematike i onih koji nisu. ....	49
5. RASPRAVA.....	57
6. ZAKLJUČAK.....	62
LITERATURA.....	65
PRILOZI.....	66

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Gospodarska, okolišna i društvena dimenzija održivosti .....	11
Slika 2.	Definicija sustava, granica sustava i okruženja .....	17
Slika 3.	Raspodjela uzorka po spolu .....	31
Slika 4.	Raspodjela studenata po studiju .....	32
Slika 5.	Raspodjela studenata po godini studija .....	32
Slika 6.	Raspodjela studenata studija Strojарstva po smjerovima .....	33
Slika 7.	Raspodjela studenata na one koji su u srednjoj školi imali o obrazovanje o održivom razvoju i okoliši i one koji nisu .....	34
Slika 8.	Razina znanja i razumijevanja pojedinih tema .....	36
Slika 9.	Razina znanja i razumijevanja studenata po smjerovima .....	37
Slika 10.	Razina znanja i razumijevanja teme okoliša (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 2,81) .....	38
Slika 11.	Razina znanja i razumijevanja teme okoliša (prosječna ocjena za sve studente koji su u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša= 2,90, i oni koji nisu=2,76) .....	39
Slika 12.	Razina znanja i razumijevanja teme okoliša studenata prve godine .....	40
Slika 13.	Razina znanja i razumijevanja teme zakonodavstva, politike i standarda (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 1.47) .....	41
Slika 14.	Razina znanja i razumijevanja teme alata, tehnologije i pristupa (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 2.18) .....	41
Slika 15.	Razina znanja i razumijevanja teme održivog razvoja (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 2.17) .....	42
Slika 16.	Razina znanja i razumijevanja pojma Norma ISO 14001 .....	42
Slika 17.	Razina znanja i razumijevanja svih tema muškaraca i žena (prosječna ocjena za muškarce=2,13, a za žene=2.23) .....	43
Slika 18.	Razina znanja i razumijevanja svih tema studenata prve i pete godine studija (prosječna ocjena za studente prve godine=2,03, a pete=2.24) .....	44
Slika 19.	Razina znanja i razumijevanja svih pojmova teme Alati, tehnologije i pristupi studenata prve i pete godine studija (prosječna ocjena za studente prve godine=1,87, a pete=2.37) .....	45
Slika 20.	Razina znanja i razumijevanja pojmova LCA metodologija po smjerovima studija strojarstva .....	46
Slika 21.	Razina znanja i razumijevanja studenata koji su se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja i onih koji nisu po pojedinim temama (prosječna ocjena onih koji jesu=2,37, a onih koji nisu=2,12) .....	47
Slika 22.	Važnost održivog razvoja po percepciji studenata (prosječni rezultati za sve studente) .....	48
Slika 23.	Važnost održivog razvoja po percepciji studenata na prvoj i petoj godini .....	48
Slika 24.	Usporedba autorovog istraživanja s Azapagić i sur. ....	57

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Klasifikacija metoda i alata za poboljšanje ekoloških učinaka na različitim razinama. ....	19
Tablica 2. T-test (ispitanici koji imali kolegije koji su se dotakli tematike OR i oni koji nisu) .....	49
Tablica 3. T-test (ispitanici različitih spolova).....	50
Tablica 4. T-test (ispitanici prve i završne godine studija) .....	51
Tablica 5. T-test (ispitanici prve i završne godine studija na temi Alata).....	53
Tablica 6. T-test (ispitanici prve godine koji su imali i koji nisu imali OR u srednjoj školi) 54	
Tablica 7. T-test (važnost održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija) ...	55
Tablica 8. T-test (važnost održivog razvoja između ispitanika različitog spola).....	56



---

**SAŽETAK**

Postoje mnogo različitih definicija održivog razvoja koje je moguće tumačiti na različite načine. Ipak, svakoj je definiciji zajednički termin *ravnoteža* koji upućuje na “zadovoljavanje potreba sadašnje generacije, bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe”. Termin održivog razvoja ušao je u opću terminologiju 80-tih godina 20 st., a definitivno je prihvaćen na konferenciji u Rio de Janeiru 1992. godine. Održivi razvoj temelji se na razumijevanju njegove tri temeljne sastavnice: društva, okoliša i gospodarstva.

Ovaj rad obrađuje pitanje održivog razvoja u inženjerskom obrazovanju. Cilj rada je: (1) Procijeniti razinu znanja i razumijevanje studenata o održivom razvoju (2) Identificirati utječu li i kako različite varijable na razinu znanja (3) Saznati jesu li studenti zainteresirani za održivi razvoj i smatraju li ga relevantnim za inženjersko obrazovanje. Rezultati su dobiveni provođenjem ankete na Fakultetu strojarstva i brodogradnje o nekoliko aspekata teme održivog razvoja. Rezultati upućuju na to da razina znanja studenata nije velika. Posebno je nedovoljno njihovo poznavanje zakonodavstva relevantnog za održivi razvoj. Ohrabrujući je podatak da studenti smatraju održivi razvoj važnim, kako za njih osobno, tako i na profesionalnoj razini.

Ključne riječi:

Održivi razvoj, Obrazovanje, Agenda 21, Održivost

---

**SUMMARY**

There are many definitions of sustainable development that can be interpreted in different ways depending on the perspective. Yet, each definition has a common term *balance* that refers to “meeting the needs of the present generation, without compromising the ability of future generations to meet their own needs”. The term sustainable development entered the general terminology of the 1980s and was definitely accepted at the 1992 conference in Rio de Janeiro. Sustainable development is based on an understanding of its three fundamental components: society, the environment and the economy.

This paper deals with the issue of sustainable development in engineering education. The aim of the paper is: (1) To assess the level of knowledge and understanding of students about sustainable development (2) To identify whether and how different variables affect the level of knowledge (3) To find out whether students are interested in sustainable development and consider it relevant to engineering education. The results were obtained by conducting surveys at the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture on several aspects of the topic of sustainable development. The results indicate that the level of knowledge of students is not high. In particular, their knowledge of legislation relevant to sustainable development is insufficient. It is encouraging that students consider sustainable development important, both for them personally and professionally.

Keywords:

Sustainable development, Education, Agenda 21, Sustainability

## 1. UVOD

Okoliš i održivi razvoj već su dulje vrijeme u centru zanimanja, kako znanstvene, tako i cjelokupne svjetske zajednice. Riječi Alberta Einsteina kako se „ni jedan problem ne može riješiti na istoj razini svijesti koja ga je stvorila“ u ovom slučaju postaju istinite. Zato je danas jačanje svijesti i znanja o okolišu i održivom razvoju gotovo pa jednako pitanju opstanak civilizacije [1].

### 1.1. Trenutno stanje na planetu

Broj stanovnika na Zemlji sve je veći. Prije dvije tisuće godina na svijetu je živjelo oko 300 milijuna ljudi. Oko 1800. godine taj je broj dosegnuo milijardu stanovnika. Broj stanovnika 1987. povećao se na pet, a 2011. na sedam milijardi. Prema procjeni UN-a, broj stanovnika Zemlje 2050. godine dostići će 9.3 milijardi, a najveći porast od 97% zabilježit će države u razvoju. Ovakav trend rasta stvara ogroman pritisak na okoliš te smo svjedoci velikoj krizi okoliša, a činjenica da se početkom 20. stoljeća gotovo nije govorilo o okolišnim problemima, samo to potvrđuje[1].

Diljem svijeta vide se ozbiljni znakovi narušavanja gospodarskih i društvenih sustava. Globalne procjene okoliša daju jasne brojke [2]:

- Dvadeset posto kopnenog pokrova Zemlje značajno je degradirano ljudskom aktivnošću, a 60% ekosustava planeta je sada oštećeno ili ugroženo.
- Vrste izumiru stopom koja je 100 puta brža od stope prikazane u fosilnim zapisima zbog promjena u korištenju zemljišta, gubitka staništa, prekomjerne eksploatacije resursa, zagađenja i širenja invazivnih stranih vrsta.
- Koncentracije ugljikovog dioksida, glavnog plina povezanog s globalnim zatopljenjem, trenutno iznose 386 dijelova na milijun ili više od 25% više nego prije 150 godina. Koncentracije drugih stakleničkih plinova također su porasle.
- Raspoloživi slatkovodni resursi opadaju: oko 80 zemalja, što čini 40% svjetskog stanovništva, pati od ozbiljnog nedostatka vode.
- Oko polovice svjetskih rijeka ozbiljno je iscrpljeno i zagađeno.
- Procjenjuje se da više od 2 milijuna ljudi u svijetu godišnje prerano umre od onečišćenja zraka.
- Oko 1,4 milijarde ljudi živi u krajnjem siromaštvu.

Ovi i niz drugih trendova ukazuju na to da je naš trenutni razvojni tijek neodrživ. Velika i sve veća potrošnja oskudnih resursa, zagađenje pogoršano rastom stanovništva i neravnoteža u razvoju između različitih zemalja predstavljaju neprihvatljive rizike za zajednice, nacije i čovječanstvo u cjelini.

## 1.2. Važnost održivog razvoja

Koncept održivog razvoja kakav danas poznajemo pojavio se 1980-ih kao odgovor na destruktivne društvene i ekološke učinke prevladavajućeg pristupa 'ekonomskom rastu'. Ideja je nastala unutar ekološkog pokreta. Jedna od najranijih formulacija koncepta održivog razvoja može se pronaći u *Svjetskoj strategiji očuvanja* iz 1980-ih koju su zajednički predstavili Program UN-a za okoliš, Svjetski fond za divlje životinje i Međunarodna unija za očuvanje prirode i prirodnih resursa. Ova rana formulacija naglašava da: „da bi razvoj bio održiv, mora uzeti u obzir društvene i ekološke čimbenike, kao i one ekonomske, baze živih i neživih resursa, te dugoročne, kao i o kratkoročne prednosti i nedostatke alternativnih akcija“ [2].

Prema Azapagić, održivi razvoj je pristup razvoju koji se usredotočuje na integraciju gospodarske aktivnosti sa zaštitom okoliša i društvenim pitanjima. Koncept održivog razvoja nastao je kao odgovor na destruktivne društvene i ekološke učinke prevladavajućeg pristupa gospodarskom rastu. Prijelaz na održivije društvo zahtijeva nove načine zadovoljavanja naših potreba koji mogu smanjiti razinu potrošnje materijala, te smanjiti štetu okolišu bez utjecaja na kvalitetu života. To će zahtijevati, prije svega, ograničavanje protoka materijala i energije u gospodarstvu i pronalaženje manje rasipnih načina zadovoljavanja potreba kroz povećanje učinkovitosti, ponovnu upotrebu materijala i korištenje održivih tehnologija. Međutim, postizanje cilja održivog razvoja zahtijeva ne samo smanjenje razmjera zagađujućih aktivnosti i prekomjerne razine potrošnje, nego također poziva i na dobro planirane radnje za ublažavanje siromaštva i postizanje veće pravednosti i raspodjele mogućnosti unutar i između zemalja [2].

## 1.3. Uloga inženjera u održivom razvoju

Od inženjera se sve više traži da imaju vodeću ulogu u održivom razvoju i prevladavanju globalnih izazova kao što su: iscrpljivanje resursa, onečišćenje okoliša, brzi rast stanovništva i šteta po ekosustave. U 20. stoljeću razvijala su se inženjerska dostignuća ne uzimajući u obzir njihov utjecaj na društvene, ekonomske i ekološke prirodne sustave [3]. Uzimajući u obzir probleme s kojima se danas suočava naš planet, inženjeri moraju preispitati svoj način razmišljanja i doprinijeti izgradnji održivijeg, stabilnijeg i pravednijeg svijeta. Da bi se to

dogodilo, inženjeri moraju usvojiti potpuno drugačiji stav prema prirodnim i kulturnim sustavima te preispitati interakcije između inženjerskih disciplina, ne tehničkih područja i društva.

#### 1.4. Važnost obrazovnih institucija

Zbog velike uloge inženjera važno je da i inženjerske obrazovne institucije tome posvete veću pozornost. U Hrvatskoj se na Međimurskom veleučilištu u Čakovcu od 2012. godine provodi preddiplomski stručni studijski program *Održivog razvoja*, i to u tri smjera: Održiva gradnja, Ekoinženjerstvo i Termotehničko strojarstvo. Prema službenim podacima studentske referade, do listopada 2019. godine studijski program *Održivi razvoj* završilo je ukupno 264 studenata, a prema podacima Hrvatskog zavoda za zapošljavanje iz studenog 2019. godine, među njima je 60,6% ubrzo pronašlo zaposlenje. Upravo to pokazuje da je i gospodarski sektor dobrim dijelom zainteresiran za takvu vrstu stručnjaka.

U svom radu *Odgoj i obrazovanje za održivi razvoj*, Ana Vrbičić navodi da je škola po samoj svojoj definiciji odgojno-obrazovna ustanova, ta da je potrebno promišljati koja se sve znanja i vještine mora podučiti djecu kako bi jednog dana i njihova djeca bila sretni i zadovoljni stanovnici ove naše planete. Dio koji svakako treba biti implementiran u obrazovne programe u školama jest odgoj i obrazovanje za održivi razvoj, odnosno izgradnja znanja i vještina potrebnih za život, koje i drugi poslije nas mogu nastaviti voditi. Odgovoran suživot s drugim ljudima najbolje se uči upravo kroz odgoj i obrazovanje djece u školama i predškolskim ustanovama.[4]

Hrvatska je 2019. godine pokrenula eksperimentalni program pod nazivom *Škola za život* čiji je nositelj Ministarstvo znanosti i obrazovanja. U okviru tog projekta doneseni su i kurikulumi za sedam međupredmetnih tema koje se ostvaruju međusobnim povezivanjem odgojno-obrazovnih područja i nastavih tema svih nastavnih predmeta. Jedna od sedam međupredmetnih tema je i održivi razvoj. U kurikulumu međupredmetne teme održivi razvoj piše da: „Učenje i poučavanje međupredmetne teme Održivi razvoj nastoji podići svijest i produbiti razumijevanje o svim pitanjima koja se odnose na održivost, pomaže učeniku kritički razmotriti moguća rješenja i načine djelovanja usmjerene na održivost. Međupredmetna tema Održivi razvoj osposobljava učenike za samostalno i odgovorno odlučivanje o pitanjima važnima za njih same i za društvo u cjelini“ [5].

## 1.5. Osobna motivacija

Hrvatska komora inženjera strojarstva 2010. godine donijela je *Kodeks strukovne etike inženjera strojarstva* kojim je utvrđeno skup načela i pravila kojih su se ovlašteni inženjeri strojarstva dužni pridržavati pri obavljanju poslova u okviru svoje struke. U kodeksu je navedeno da su inženjeri dužni pružati društvu posebna i jedinstvena znanja, profesionalne vještine i sposobnosti neophodne za održivi razvoj i za ona društva i kulture u kojima se taj razvoj odvija (NN 7/2011). Motivacija za ovakav diplomski rad je nedostatak istraživanja o održivom razvoju u inženjerskom obrazovanju u Hrvatskoj koje bi dalo uvid u znanja i stavove inženjera o održivom razvoju kao i uviđanja potrebe da se učenicima u tehničkim, pa i strukovnim školama ta tema prenosi i ugrađuje u praktična znanja otpočetak.

Ovaj rad nastoji se nadovezati na istraživanje Azapagić i sur. koji su 2005. godine proveli istraživanje o tome koliko studenti strojarstva znaju o održivom razvoju. [6]

## 1.6. Struktura rada

U teoretskom dijelu definiran je održivi razvoj, njegov koncept, principi i komponente. Istaknuta je važnost održivog razvoja u inženjerskom obrazovanju i predstavljeni alati i metodologije. U poglavlju o metodologiji istraživanja opisan je anketni upitnik i njegova struktura. Definirani su glavni ciljevi istraživanja: (1) Procijeniti razinu znanja i razumijevanje studenata o održivom razvoju (2) Identificirati utječu li i kako različite varijable na razinu znanja (3) Saznati jesu li studenti zainteresirani za održivi razvoj i smatraju li ga relevantnim za inženjersko obrazovanje i istraživačka pitanja.

U poglavlju s rezultatima iznose se rezultati znanja studenata o sljedeće četiri teme anketnog upitnika: (1) Okoliš, (2) Zakonodavstvo, politika i standardi, (3) Alati, tehnologije i pristupi i (4) Održivi razvoj.

U idućem poglavlju raspravljaju se nalazi ankete i uspoređuju sa sličnim istraživanjima provedenim u svijetu. U zaključku se rezimiraju glavni nalazi kroz dovođenje u vezu s teorijskim dijelom rada.

## 2. TEORETSKI DIO

Kroz povijest postoji mnogo primjera koji pokazuju da se ljudi ne mogu ponašati kao da su im resursi neograničeni. Različite civilizacije diljem svijeta propale su zbog svoje neodržive prirode. Jedan takav primjer je i Uskršnji otok ili Rapa Nui [7].

Taj otok se nalazi u Tihom oceanu i jedno je od najudaljenijih naseljenih mjesta na svijetu. Udaljen je oko 3.700 km od Čilea (kojemu i pripada) i 2.500 km od idućeg najbliže naseljenog otoka. Otok je najpoznatiji po monumentalnim kamenim figurama (kipovima) što ga čini i popularnom turističkom destinacijom. Ono što ga čini zanimljivim primjerom propasti zbog neodrživosti su upravo ti kameni kipovi.

Prvi kontakt s otokom ostvario je Nizozemski moreplovac Jakob Roggeven 1722. godine (na Uskrsnu nedjelju). Kada su Roggeven i njegova posada istražili otok pronašli su populaciju od oko 3000 ljudi koji tamo žive, iako da je došao prije nekoliko stoljeća, vjerojatno bi pronašao i 10.000 do 15.0000 stanovnika. Danas se smatra da je civilizacija otoka drastično pala prije dolaska Nizozemskog moreplovca kao rezultat prevelike populacije, uništavanja šuma te iskorištavanja ograničenih prirodnih resursa [7].

Kasniji istraživači detaljnije su istražili i opisali život na otoku te ostali zatečeni nad kipovima. Veliki kipovi (zvani Moai) postavljeni su u skupinama blizu obale i svi su okrenuti prema unutrašnjosti. Najveći kip teži 82 tone i visok je 9.8 metara. Kipovi su isklesani u kamenolomu usred otoka što je 14 km od obale, te se još uvijek mogu vidjeti brojni polugotovi i gotovi kipovi koji nisu stigli do obale. U ovom primjeru dvije su stvari jasne:

- Izrada kipova zahtijevala je mnogo rada, a društvo Uskršnjih otoka moralo je u to vrijeme biti daleko naprednije i daleko bolje organizirano da bi moglo podržati te napore.
- Na otoku prevladava neravni teren tako da metode transporta koje nisu koristile drvo kao valjke bile bi vrlo rizične za kipove i neadekvatne.

Kao dokaz na uporabu drva upućuje to da je otok bio prekriven grmljem, a ne drvećem. Na cijelom otoku pronađene su samo dvije palme koje su rasle u kanjonu i do kojih je bilo nemoguće doći. Međutim, arheološka istraživanja su pokazala da je otok nekada bio prekriven raznim vrstama palmi. Što se dogodilo?

Veliki porast stanovništva (površina otoka je samo 163,62 km<sup>2</sup>) i ogromne aktivnosti prilikom stvaranja Moaija uzele su svoj danak. Plodno tlo je erodiralo i bilo je potrebno više zemlje za poljoprivredu. Velik broj stabala je posječen za potrebe izgradnje Moaija, čamaca i kuća za stanovništvo. Na otoku je ponestajalo drva i hrane, ali stanovnici otoka nisu odustajali od sječe

te su nastavili do posljednjeg dostupnog stabla. Posljedice toga su da nisu mogli nastaviti s izradom i postavljanjem kipova; nisu mogli graditi brodove, a izgradnja novih kuća postala je neizvediva. [7]

Civilizacija otoka Rapa Nui srušila se zbog svoje neodrživosti. Nerealne su pretpostavke da stanovnici nisu bili svjesni, kao što mi sada jesmo, štete koju nanose ekosustavu svog otoka i da tako razvijena civilizacija nije bila zabrinuta činjenicom da im je posječeno posljednje stablo. Razlog nebrige leži u tome da su na otoku postojali sukobi među klanovima i ne posjeći stablo značilo bi ostaviti ga drugome da ga posječe. Ovaj primjer je dokaz kako neodrživa društva propadaju.

Kakva je situacija danas? Uzmimo primjer nafte. Svjetska potrošnja nafte iznosi oko 30 milijardi barela godišnje. Rezerve nafte, koje su dokazane iznose oko 1.150 milijardi barela. Uzmemo li u obzir i povećanje potrošnje, dokazane rezerve su dovoljne za 25-35 godina. Nove rezerve se istražuju i pronalaze, ali doći će do trenutka kada nove rezerve neće više biti dostupne. [7]

Nafta je ključna za transport, opskrbu energijom, grijanje i opskrbu materijalima. Možda smo prepoznali problem, ali jesu li poduzete mjere kako bi se razvile neophodne alternative? Ugljen kao alternativa nije opcija zbog utjecaja na klimatske promjene. Transport električnim prijevoznim sredstvima povećava proizvodnju baterija, a time i drastično povećanje potražnje za litijem, kobaltom, niklom i grafitom. Stoga je nužno dugoročno procijeniti svjetske rezerve i učinke recikliranja i obnove baterija.

Povijesni primjer Uskršnjeg otoka sadrži još jednu lekciju: tehnologija na otoku izmišljena je za izradu i transport kipova koji su činili važnu komponentu u društvenom i kulturnom životu, a promjena te tehnologije bi ozbiljno utjecala na organizaciju života na otoku. Svaku promjenu tehnologije potrebno je uskladiti s društvenim procesima, dok će društvena organizacija imati posljedice na tehnologiju. Stoga je bitno pozabaviti se društveno-tehničkim promjenama.

U svojoj knjizi Karel Mulder ukazuje na to da se odnos čovjeka i okoliša dramatično mijenja zadnjih stotinu godina prilikom intenzivnog iskorištavanja prirodnih resursa za opskrbu hranom, energijom, sirovinama, za rekreaciju, stanovanje i sl. od strane čovjeka. Baš kao u primjeru Uskršnjeg otoka i ljudi su tehnološkim razvojem i demografskom ekspanzijom uvelike povećali svoj utjecaj na okoliš, koji nas izmijenjen našim utjecajem svakim danom sve ozbiljnije ugrožava. [7]



Općenito, pojačano opterećenje okoliša posljedica je:

- Nekontroliranog demografskog rasta.
- Proizvodnje sve veće količine hrane zbog rastućih potreba stanovništva.
- Brzog tehnološkog napretka.
- Iscrpljivanja brojnih životno važnih i neobnovljivih prirodnih resursa.
- Raskoraka između proizvodnje i potrošnje energije.
- Onečišćenja okoliša, degradacije biosfere te ubrzanog izumiranja pojedinih životinjskih i biljnih vrsta.
- Intenzivne upotrebe gnojiva, pesticida i regulatora rasta u konvencionalnoj poljoprivredi.

Zbog sve intenzivnijeg iskorištavanja prirodnih resursa s jedne, te nekontroliranog povećanja stanovništva s druge strane, dolazi do izraženijeg nesklada između prirodnih izvora i stanovništva koje živi na Zemlji. Rezultat tog nesklada je kriza okoliša.

Mnogi se opiru prihvaćanju ozbiljnosti ove krize te je možda opasnije za okoliš naš način percepcije prijetnji od samih prijetnji.

Ako čovječanstvo ne uspije promijeniti percepciju prijetnji, to neće biti zbog neinformiranosti jer danas imamo pristup velikom broju informacija o situaciji u svijetu:

- Program Ujedinjenih naroda za okoliš redovito objavljuje podatke o stanju u svijetu.
- Institut Worldwatch objavljuje godišnje izvješće koje opisuje stanje u svijetu.
- Medijska pokrivenost međunarodnih konferencija, kao što su:
  - Konferencija Ujedinjenih naroda o okolišu i razvoju u Rio de Janeiru 1992. godine;
  - Konferencija Ujedinjenih naroda o okolišu i razvoju u Johannesburgu 2002. godine;
  - Međunarodna konferencija o stanovništvu i razvoju u Kairu 1994. i u New Yorku 1999. godine;
  - Svjetski summit o hrani u Rimu 1996. godine;
  - Konferencija Ujedinjenih naroda o ljudskim naseljima u Istanbulu 1996. godine;
  - Četvrta ministarska konferencija o okolišu i zdravlju pod motom „Budućnost naše djece“, Budimpešta, Mađarska (2004.);
  - Međunarodna konferencija mladih o zaštiti okoliša, Kyoto, Japan (2007.);
  - Pregovori UN-a o klimatskim promjenama, Bangkok, Tajland (2011.);
  - Konferencija o klimatskim promjenama, Durban, Južnoafrička Republika, (2011.);
  - i dr.

## 2.1. Koncepti, principi i komponente održivog razvoja

Koncept održivog razvoja kakvog danas poznajemo pojavio se 1980-ih kao odgovor na destruktivne društvene i ekološke učinke gospodarskog rasta. U okviru Ujedinjenih naroda (UN) utemeljena je Svjetska komisija za okoliš i razvoj (WCED) s ciljem definiranja dugoročne strategije razvoja i zaštite okoliša. Komisija je 1987. godine publicirala izvješće *Naša zajednička budućnost* (Gro Harlem Brundtland, norveška fizičarka – po njoj se izvješće često naziva i *Brundtland izvješće*), u kojem je ukazano na dalekosežne posljedice koje mogu imati nekontrolirani ekonomski i populacijski rast te potrebu definiranja koncepta održivog razvoja. Prema WCED-u, održivi razvoj je „razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnje generacije bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe“ [1].

Od *Brundtland* izvješća cijeli niz događaja i inicijativa doveo nas je do opsežnog tumačenja održivog razvoja kakvog vidimo danas. Jedan od ključnih događaja bila je i već spomenuta Konferencija Ujedinjenih naroda o okolišu i razvoju, koja je manje poznata i kao Summit o Zemlji, održana u Rio de Janeiru 1992. godine. Na toj konferenciji predstavnici gotovo 180 zemalja podržali su Rio deklaraciju o okolišu i razvoju koji postavlja 27 načela koja podržavaju održivi razvoj. Okupljeni čelnici potpisali su i okvirnu konvenciju o klimatskim promjenama, Konvenciju o biološkoj raznolikosti i šumska načela. Također su se složili s globalnim akcijskim planom, *Agendom 21*, osmišljenim da pruži održiviji obrazac razvoja, te preporučili da sve zemlje trebaju izraditi nacionalne strategije održivog razvoja. Prema dokumentu *Agenda 21* načela održivog razvoja su [16]:

- Okoliš – fizička izdržljivost okoliša postavlja granice mnogim ljudskim aktivnostima i kazuje da moramo smanjiti potrošnju prirodnih bogatstava. Moramo živjeti unutar tih ograničenja kako bi smo svom potomstvu predali ovu planetu u stanju u kojem će i dalje moći podržavati zdrav život čovjeka.
- Budućnost – moralna nam je dužnost narednim naraštajima ne ugroziti pravo namirenja svojih potreba koje smo i mi imali.
- Kvaliteta života – ljudska dobrobit ima socijalne, kulturne, moralne i duhovne dimenzije, kao i materijalne.
- Pravednost – bogatstvo, povoljne prilike i odgovornost trebali bi se pravedno rasporediti među državama, kao i među različitim društvenim skupinama unutar pojedine države, uz poseban naglasak na potrebe i prava siromašnih te ljudi slabijeg imovinskog stanja.

- Načelo predostrožnosti – ukoliko nismo sigurni kakav će učinak na okoliš imati neko djelovanje ili razvoj, trebali bi smo primijeniti ovo načelo i radije pogriješiti na sigurnu stranu.
- Holističko razmišljanje – rješavanje složenog problema održivosti zahtijeva da u proces rješavanja budu uključeni svi čimbenici koji djeluju na problem.

Konferencija UN-a o okolišu održana u Rio de Janeiru 1992. godine, imala je za rezultat i početak svjetske normizacije u području upravljanja okolišem. godine 1996. Pojavila se prva serija normi ISO 14000, što predstavlja značajan globalni doprinos razvoju svijesti na mikro razini, o potrebi ugrađivanja brige za okoliš u sustav upravljanja organizacije. ISO Norma koristi se u cijelom svijetu.

ISO 14001 specificira zahtjeve za sustav upravljanja okolišem koji omogućuju organizaciji razvoj i provedbu politike i ciljeva koji uzimaju u obzir zakonske zahtjeve i druge uvjete koje organizacija odluči uspostaviti, kao i informacije o značajnim aspektima okoliša. To se odnosi na one aspekte okoliša koje organizacija identificira kao one koje se mogu kontrolirati i one na koje se može utjecati. Norma sama ne sadržava specifične kriterije. ISO 14001 je primjenjiv na svaku organizaciju koja želi uspostaviti, implementirati, održavati i unaprijediti sustav upravljanja okolišem. Cilj norme je smanjiti tragove koja svaka organizacija ostavlja za sobom u smislu onečišćavanja i zagađenja okoliša koji proizlaze iz procesa samih organizacija. Svi zahtjevi u normi ISO 14001 su namijenjeni za implementaciju u bilo koji sustav upravljanja okolišem. Opseg i primjene ovisit će o faktorima kao što su Politika upravljanja okolišem, priroda djelatnosti, proizvod, usluga i lokacija.

Deset godina kasnije, 2002. godine, na Svjetskom summitu o održivom razvoju (WSSD) u Johannesburgu čelnici i predstavnici 183 zemlje potvrdili su održivi razvoj kao središnji element međunarodne agende. Sadašnje vlade složile su se s širokim rasponom konkretnih obveza i ciljeva za djelovanje radi postizanja ciljeva održivog razvoja, uključujući [1]:

- Prepoloviti, do 2015. godine, udio ljudi u siromaštvu.
- Poticati i promicati razvoj desetogodišnjeg okvira programa za ubrzanje prelaska na održivu potrošnju i proizvodnju.
- Modernizirati opskrbu energijom i značajno povećati globalni udio obnovljivih izvora energije kako bi se povećao njezin doprinos ukupnoj opskrbi energijom.
- Poboljšati pristup pouzdanim, pristupačnim, ekonomski isplativim, društveno prihvatljivim i ekološki prihvatljivim energetskekim uslugama i resursima.

- Ubrzati razvoj i širenje tehnologija energetske učinkovitosti i očuvanja energije, uključujući promicanje istraživanja i razvoja.
- Razviti integrirano upravljanje vodnim resursima i planove učinkovitosti vode do 2005. godine.
- Postići do 2010. značajno smanjenje sadašnje stope gubitka biološke raznolikosti.

Summit u Johannesburgu dodatno je pomaknuo agendu održivosti te učvrstio i proširio razumijevanje održivog razvoja, posebno važnih veza između siromaštva, okoliša i korištenja prirodnih resursa.

Konferencija Ujedinjenih naroda o održivom razvoju, poznata kao 'Rio+20', održana 2012. godine u Rio de Janeiru, postavila je sveobuhvatni okvir za održivi razvoj. Jedna od najznačajnijih odluka konferencije jest definiranje budućih ciljeva održivog razvoja koji će uključivati tri dimenzije održivog razvoja – gospodarsku, socijalnu i okolišnu, te koji se trebaju nadovezati na razvojne politike sadržane u *Milenijskim razvojnim ciljevima* (MDGs) i predstavljati globalnu razvojnu agendu za razdoblje nakon 2015. godine.

Ovi politički događaji čvrsto su donijeli održivi razvoj u fokus javnosti i utvrdili ga kao općeprihvaćen cilj. Kao rezultat toga, postaje vidljivo bujanje strategija i politika održivog razvoja, inovativnih tehnoloških, znanstvenih i obrazovnih inicijativa te novih zakonodavnih režima i institucija. Koncept održivog razvoja sada utječe na upravljanje, poslovne i gospodarske aktivnosti na različitim razinama te na odabir načina života pojedinca i društva u cjelini. U posljednja tri desetljeća kontinuirana rasprava o tome što održivost uistinu znači proizvela je mnogo definicija. Mnoštvo skupina - od tvrtki, nacionalnih vlada do međunarodnih organizacija - usvojilo je koncept i dalo mu svoja posebna tumačenja.

Većina zemalja u razvijenom svijetu i mnoge zemlje u razvoju sada su uključile održivost u svoje nacionalno planiranje i definirale održivi razvoj u svom nacionalnom kontekstu. Prema nacionalnim izvješćima koja su vlade dobile prije Svjetskog summita o održivom razvoju 2002. godine, oko 85 zemalja razvilo je neku vrstu nacionalne strategije održivosti. Koncept održivog razvoja također je ušao i u poslovnu zajednicu. U posljednja tri desetljeća razumijevanje i prihvaćanje održivog razvoja unutar poslovne zajednice značajno je poraslo. Većina tvrtki i poduzeća koja gledaju naprijed počinje integrirati održivost u korporativne strategije i praksu. Oni prepoznaju da izazov održivog razvoja za poslovno poduzeće znači usvajanje poslovnih strategija i aktivnosti koje zadovoljavaju potrebe poduzeća i njegovih dionika danas, a istovremeno štite, održavaju i povećavaju ljudske i prirodne resurse koji će biti potrebni u budućnosti [7].

Kako bi tvrtke i poduzeća ocijenile utjecaj svoje djelatnosti na okoliš, Europska komisija razvila je program EMAS (*eng. Eco-Management and Audit Scheme*). To je sustav ekološkog upravljanja i neovisnog ocjenjivanja namijenjen svim pravnim i fizičkim osobama, odnosno svim javnim i privatnim organizacijama koje obavljaju određenu gospodarsku ili uslužnu djelatnost kako bi ih se potaknulo da primijene visoke standarde zaštite okoliša, te da stalno mjere i kontroliraju svoj utjecaj na okoliš i klimu i smanjuju ga.

Kako je objašnjeno na web stranici Laboratorija održivog razvoja, koncept održivog razvoja bazira se na tri temeljna načela, odnosno, tri temeljne sastavnice: društvo, okoliš i gospodarstvo. Ravnoteža između sve tri sastavnice i njezina operacionalizacija u praksi osigurava dugoročan razvoj ljudskog društva u očuvanom okolišu [Slika 1].



**Slika 1. Gospodarska, okolišna i društvena dimenzija održivosti**

Društvena komponenta podrazumijeva njegovanje zajednica uz poticanje kulturološke raznolikosti i očuvanje kulturne baštine, osiguravanje jednake dostupnosti na obrazovanje i zdravstvenu skrb, postizanje ravnopravnosti svih članova društva te unaprjeđenje socijalnih prava.

Okolišna komponenta uključuje razvoj strategija i planova upravljanja za očuvanje okoliša, smanjenje i zaustavljanje zagađenja okoliša, brigu za stabilnost klime, razumnu i učinkovitu eksploataciju prirodnih dobara i brigu o njihovim kapacitetima te zaštitu bioraznolikosti i prirode.

Gospodarski segment treba omogućiti porast blagostanja ljudi, održavanje stabilnosti cijena i zaposlenja uz zadovoljavajuće prihode, uštedu troškova te ekonomsku efikasnost.

Ova tri aspekta održivog razvoja također se nazivaju i tri stupa održivosti. Prema Catherin Muligan, otpornost je još jedan aspekt koji se često razmatra uz održivost. Odnosi se na sposobnost promjene uz zadržavanje svojih glavnih karakteristika. Otpornost se razlikuje od održivosti po tome što se više fokusira na proces prilagođavanja promjenama, dok se održivost usredotočuje na ishode [8].

Kako Zemlja ima ograničene resurse, današnja potrošnja neće moći trajati vječno. Stoga je nužno organizirati život na način da dostignuta ekonomija i tehnologija, koje koristimo za osiguranje dostignute razine kvalitete našeg življenja, ne ometaju sposobnost prirode da se samoodržava već da joj u tome pomognu.

Održive tehnologije omogućuju ljudima da zadovolje svoje potrebe a da pritom utjecaj na okoliš bude minimalan. Već su u upotrebi mnoge vrste održive tehnologije, od solarne energije odnosno energije sunca i energije vjetra do recikliranja. Ove tehnologije nažalost nisu pronašle prostor u masovnoj upotrebi i širokoj rasprostranjenosti, ali ne iz tehničkih razloga već iz društvenih i ekonomskih. Mnoge druge tehnologije i prakse koje bi mogle smanjiti utjecaj proizvodnje i drugih gospodarskih aktivnosti na okoliš već su dostupne. Pa tako postoje brojna tehnička rješenja i postupci za poboljšanje stope recikliranja otpadnih materijala, ali su još uvijek u mnogim zemljama vrlo slabo korištene.

Današnje tehnološke transformacije igraju ključnu ulogu u postizanju održivog razvoja. One pružaju mogućnost usklađivanja gospodarskog razvoja i napretka s poboljšanjem okoliša te tako otvaraju nove mogućnosti za smanjenje utjecaja na okoliš, poboljšanje zdravlja, proširenje znanja i osiguravanje bolje kvalitete života. Ubrzani razvoj informacijske i komunikacijske tehnologije, biotehnologije i nanotehnologije predvodnici su ovih transformacija, a to će nesumnjivo dodatno promijeniti način na koji živimo, komuniciramo, radimo i proizvodimo.

Održiva tehnologija znači više od puke proizvodnje robe bez zagađenja ili ekološkog uništenja. Održiva tehnologija znači ispunjavanje potreba ljudi na takav način da se ne prelaze kapaciteti oporavka planeta i oporavak lokalnih ekosustava. Cilj je dovesti svjetsku uporabu prirodnih resursa u granice koje postavljaju kapaciteti Zemlje za oporavak.

Mnogi proizvodi kao što su cjepiva, razne nove sorte biljaka otporne na sušu, čisti izvori energije za grijanje i hlađenje ili pristup internetu izravno doprinose održivom razvoju, na način da poboljšavaju zdravlje, prehranu, znanje, životni standard, smanjujući zagađenje okoliša. No, kako tehnološki napredak u tim slučajevima otvara nove smjerove za održivi razvoj, ujedno

stvara i nove rizike. Svaki tehnološki napredak nosi potencijalnu opasnost i rizik, od kojih neke nije lako predvidjeti. Najpoznatiji primjer je nuklearna energija za koju se nekada smatralo da je neograničeni izvor energije, a ona je postala velika prijetnja zdravlju i okolišu nakon što su se dogodile nesreće na otoku Three Mile u SAD-u i Černobil u Ukrajini. Još jedan primjer je informacijska i komunikacijska tehnologija kod koje postoji sve veća zabrinutost javnosti zbog nekih njezinih aspekata kao što su zdravstveni rizik povezan s upotrebom mobilnih telefona ili uloge interneta u omogućavanju provedbe ilegalnih aktivnosti (trgovina, drogom, oružjem, širenje dječje pornografije). Također velika je i zabrinutost zbog doprinosa informacijske tehnologije povećanju nejednakosti i jaza između bogatih i siromašnih, kako na nacionalnoj tako i na globalnoj razini.[2]

Najučinkovitiji odgovor na tehnološki rizik je usvajanje načela opreza. To načelo kaže da kada aktivnost predstavlja prijetnju, šteti okolišu ili zdravlju ljudi, treba poduzeti mjere opreza čak i ako neki uzročno-posljedični odnosi nisu u potpunosti znanstveno utvrđeni. Ovo načelo se ponekad može protumačiti kao neprijateljstvo prema znanosti i tehnologiji kao takvoj, ali ono zapravo znači da treba poduzeti radnje prije nego se rizici konačno utvrde, princip „bolje-sigurno-nego-žao“. Cilj takvog pristupa je stvoriti dugoročne mogućnosti za inovacije [7].

## 2.2. Alati

Pitanja okoliša karakteriziraju njihova složenost, široki i dalekosežni utjecaji i njihova bliska povezanost s ekonomskim i društvenim aspektima održivog razvoja. Na primjer, loša kvaliteta gradskog zraka uzrokovana emisijom zagađivača iz cestovnog prometa utječe na zdravlje ljudi i kvalitetu života u lokalnim zajednicama i ima značajne implikacije na društvenu i ekonomsku održivost gradova. Štoviše, utjecaji cestovnog prometa u gradovima na okoliš nadilaze lokalne granice, jer su emisije iz gradskog prometa jedan od glavnih izvora stakleničkih plinova koji uzrokuju globalno zatopljenje. A kako govore najnovije procjene i predviđanja, klimatske promjene utjecati će na sve i mogle bi imati razorne posljedice i za ljude i za prirodni okoliš. Stoga se čini da je jedno pitanje okoliša, poput kvalitete gradskog zraka, zapleteno u mrežu širokih i međusobno povezanih utjecaja.

Razumijevanje ove složene mreže ekoloških ishoda uzrokovanih ljudskim aktivnostima zahtijeva sustavan i sveobuhvatan pristup koji nadilazi pojedinačna pitanja i izravne utjecaje. U pokušaju razumijevanja i smanjenja utjecaja industrijskih i ljudskih aktivnosti na okoliš, prema Azapagić i Perdanu, znanstvenici i inženjeri tradicionalno su se koncentrirali na najneposrednije i najvidljivije ishode industrijskih i ljudskih aktivnosti. Na primjer,

pokušavajući zaštititi okoliš od emisija iz industrijskog postrojenja, često su pribjegavali ispuštanju štetnih tvari u zrak ili vodu. Iako tehnologije čišćenja smanjuju trenutno zagađenje iz instalacije, uporaba energije i kemikalija te potreba za daljnjom obradom i zbrinjavanjem otpada nastalog u postupku čišćenja često dovode do dodatnog onečišćenja dalje uzvodno ili nizvodno od tog industrijskog objekta. Stoga, umjesto zaštite okoliša, moguće je nenamjerno povećati ukupne utjecaje te instalacije. Slično, ovisno o proizvodu, proizvodnja možda nije ekološki najvažnija faza u životnom ciklusu; upotreba proizvoda ili otpad nakon konzumacije mogu biti "vruća točka" [2].

Kao što pokazuju ovi primjeri, sigurno je da se štiti okoliš u cjelini samo ako se usvoji sistemski pristup koji će uzeti u obzir cijeli životni ciklus aktivnosti. Na taj način moguće je dobiti cjelovitu sliku o ljudskim interakcijama s okolišem i izbjeći prebacivanje utjecaja na okoliš s jedne faze životnog ciklusa na drugu.[2] Ovaj sistemski pristup poznat je kao razmišljanje o životnom ciklusu ili pristup životnog ciklusa. Naziva se i pristupom "od kolijevke do groba" jer prati aktivnost od vađenja sirovina ("kolijevka") do povratka otpada u tlo ("grob"). Ponekad se izraz 'od kolijevke do kolijevke' također koristi za označavanje ponovne uporabe otpada kao sirovine u istom ili drugom proizvodnom sustavu. Važan korak u pokušaju razumijevanja utjecaja ljudske interakcije s okolišem je identifikacija i procjena utjecaja aktivnosti na okoliš od 'kolijevke do groba'. Procjena životnog ciklusa (LCA) jedan je od alata koji u tome mogu pomoći.

LCA je metoda za upravljanje okolišem koja pomaže pretočiti razmišljanje o životnom ciklusu u brojčanu mjeru ekološke održivosti proizvoda, procesa ili aktivnosti na temelju životnog ciklusa. Iako se razmišljanje o životnom ciklusu i LCA koriste u nekim industrijskim sektorima od 1970 -ih (npr. Nuklearna energija), oni su dobili veću pažnju i metodološki razvoj tek od početka 1990 -ih. Razmišljanje o životnom ciklusu i LCA sadržani su u različitim direktivama Europske Komisije (EK), uključujući Integrirano sprječavanje i kontrolu onečišćenja, Vozila na kraju vijeka trajanja (EK, 2000) i otpadnu električnu i elektroničku opremu (EK, 2003.) [2]. Danas je LCA dobro uspostavljena metoda i koristi se u raznim aplikacijama u industriji, istraživanju i javnoj politici. Neke od aplikacija uključuju:

- Mjerenje ekološke održivosti.
- Identificiranje ekološki održivijih opcija.
- Identificiranje 'žarišta' i mogućnosti poboljšanja.
- Dizajn proizvoda i optimizacija procesa.
- Označavanje proizvoda. [2]



U nastavku je pregled LCA metodologije i srodnih aspekata.

### 2.2.1. LCA metodologija

LCA metodologiju standardizira Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO, 2006), koja definira LCA kao „kompilaciju i ocjenu inputa, učinaka i potencijalnih utjecaja proizvoda na okoliš tijekom njegova životnog ciklusa ”[2].

Sljedeće faze u životnom ciklusu proizvoda ili aktivnosti mogu se uzeti u obzir u LCA:

- vađenje i prerada sirovina,
- proizvodnja,
- korištenje i održavanje,
- ponovna uporaba i recikliranje,
- konačno odlaganje,
- prijevoz i distribucija.

LCA metodologija sastoji se od četiri faze: definicija cilja i opsega, analiza zaliha, procjena utjecaja i tumačenje. Sljedeći odjeljci daju kratak pregled svake faze.

LCA počinje definicijom cilja i opsega, koja uključuje:

- Izjava o svrsi studije i njezinoj namjeni.
- Opis sustava koji će se proučavati i definicija granica sustava.
- Definicija funkcionalne jedinice (ili jedinice analize).
- Identificiranje zahtjeva kvalitete podataka, pretpostavki i ograničenja studije.

Proces provođenja LCA studije, kao i njezini ishodi, uvelike su određeni ciljem i opsegom studije. Na primjer, cilj studije može biti identificiranje problematičnih mjesta u proizvodnom procesu i interna upotreba rezultata tvrtke za smanjenje utjecaja procesa na okoliš. Alternativno, tvrtka bi mogla poželjeti koristiti rezultate izvana, bilo za pružanje LCA podataka svojim klijentima ili možda za prodaju svojih proizvoda na temelju ekoloških zahtjeva. U svakom slučaju, pretpostavke, podaci i granice sustava mogu biti različite, pa je važno da se one definiraju u skladu sa ciljem istraživanja. U cjelovitim LCA studijama granica sustava vuče se od ‘kolijevke do groba’, obuhvaćajući sve faze životnog ciklusa od vađenja sirovina do konačnog odlaganja. Međutim, u nekim će slučajevima opseg studije zahtijevati drugačiji pristup, gdje nije prikladno uključiti sve faze u životni ciklus. Na primjer, to je obično slučaj s poluproizvodima koji mogu imati različite namjene, tako da nije moguće pratiti njihove brojne životne cikluse nakon faze proizvodnje. Opseg takvih studija može biti od "kolijevke do vrata", budući da prate proizvod od vađenja sirovina do mjesta gdje napušta tvornička vrata. Jedan od

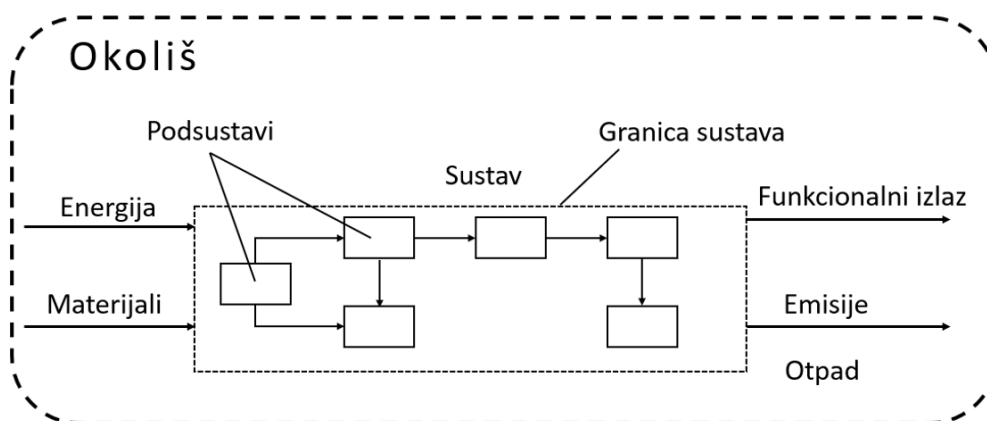
najvažnijih elemenata LCA studije je funkcionalna jedinica. Funkcionalna jedinica predstavlja brojčanu mjeru rezultata koje sustav isporučuje. U usporednim LCA studijama ključno je da se sustavi uspoređuju na temelju jednake funkcije, odnosno funkcionalne jedinice. Na primjer, usporedba različitih pakiranja pića trebala bi se temeljiti na njihovoj funkciji, koja mora sadržavati određenu količinu pića. Funkcionalna jedinica tada se definira kao „količina ambalažnog materijala potrebna za sadržavanje određene količine pića“. Ova faza također uključuje procjenu kvalitete podataka i utvrđivanje specifičnih ciljeva kvalitete podataka. Cilj i opseg studije stalno se preispituju i usavršavaju tijekom procesa provođenja LCA -a, kako dodatni podaci postanu dostupni [2].

### **2.2.2. Analiza zaliha**

Svrha analize zaliha (LCI) je identificirati i kvantificirati opterećenja okoliša u životnom ciklusu aktivnosti koja se proučava. Opterećenja predstavljaju materijale i energiju korištene u sustavu te plinoviti, tekući i kruti otpad koji se ispušta u okoliš. LCI uključuje sljedeće korake:

1. Detaljna definicija sustava koji se proučava.
2. Prikupljanje i validacija podataka.
3. Raspodjela tereta okoliša u sustavima s više funkcija.
4. Procjena tereta u cijelom sustavu.

Nakon preliminarnе definicije sustava u fazi definiranja cilja i opsega, detaljna specifikacija sustava provodi se u LCI -ju radi identifikacije potreba za podacima. ‘Sustav’ je definiran kao skup materijalno i energetske povezanih operacija koje obavljaju neku definiranu funkciju. Sustav je ‘odvojen’ od okoline granicom sustava. Detaljna karakterizacija sustava uključuje njegovu raščlambu u niz međusobno povezanih podsustava [Slika 2]. Ovisno o dostupnim podacima, podsustavi mogu predstavljati rad jedinica (npr. Kemijski reaktor) ili skupinu jedinica (npr. Reaktor, crpka i kompresor). Opterećenja okoliša tada se kvantificiraju za svaki podsustav [2].



**Slika 2. Definicija sustava, granica sustava i okruženja**

Ako sustav koji se ispituje proizvodi više od jednog funkcionalnog izlaza, tada se opterećenja okoliša iz sustava moraju rasporediti među te učinke. To je slučaj sa sustavima koprodukata, tretmanom otpada i recikliranjem; takvi se sustavi nazivaju sustavima s više funkcija. Dodjela je proces dodjeljivanja svakoj funkciji višenamjenskog sustava samo onih tereta okoliša za koje je svaka funkcija „odgovorna“. Problem raspodjele ovdje je dodijeliti svakom od proizvoda (funkcionalni rezultati) samo ona opterećenja okoliša koja su oni stvorili. Najjednostavniji pristup je korištenje masovne ili ekonomske osnove, raspoređivanje ukupnog opterećenja (npr. Emisije CO<sub>2</sub>) proporcionalno masovnoj proizvodnji ili ekonomskoj vrijednosti svakog proizvoda. Korištena metoda raspodjele obično će utjecati na rezultate LCA studije, tako da je identifikacija odgovarajuće metode raspodjele ključna.

### 2.2.3. Procjena utjecaja

U ovoj se fazi opterećenja okoliša prevode u povezane potencijalne utjecaje na okoliš (ili pokazatelje kategorija). Procjena utjecaja na životni ciklus (LCIA) uključuje sljedeća tri koraka:

1. Odabir kategorija utjecaja, pokazatelja kategorija i LCIA modela.
2. Klasifikacija.
3. Karakterizacija.

Odabir kategorija utjecaja, pokazatelja kategorija i LCIA modela mora biti u skladu s ciljem i opsegom LCA studije i mora odražavati ekološka pitanja sustava koji se proučava.

Klasifikacija uključuje skupljanje opterećenja okoliša u manji broj kategorija utjecaja na okoliš kako bi se ukazalo na njihove potencijalne utjecaje na ljudsko i ekološko zdravlje i opseg iscrpljenosti resursa. Skupljanje se provodi na temelju potencijalnih utjecaja tereta, tako da se jedan teret može povezati s brojnim utjecajima. Nakon identifikacije utjecaja od interesa slijedi

njihova kvantifikacija u sljedećem koraku karakterizacije primjenom odgovarajuće LCIA metode [2].

#### 2.2.4. Tumačenje

Završna faza LCA uključuje:

- identificiranje velikih tereta i utjecaja,
- identificiranje 'vrućih točaka' u životnom ciklusu,
- analiza osjetljivosti,
- evaluacija nalaza LCA i konačne preporuke.

Kvantificiranje utjecaja na okoliš provedeno u LCIA-i omogućuje identifikaciju najznačajnijih utjecaja i faza životnog ciklusa koji doprinose tim utjecajima. Ti se podaci tada mogu koristiti za ciljanje tih problematičnih mjesta za poboljšanja sustava ili inovacije. Prije donošenja konačnih zaključaka i preporuka studije važno je provesti analizu osjetljivosti. Dostupnost i pouzdanost podataka neka su od glavnih pitanja u LCA -i, budući da će rezultati i zaključci LCA studije biti određeni korištenim podacima. Analiza osjetljivosti može pomoći identificirati učinke koje varijabilnost podataka, nesigurnosti i praznine u podacima imaju na konačne rezultate studije te ukazati na razinu pouzdanosti konačnih rezultata studije. Konačno, nalazi i zaključci studije objavljeni su u skladu s namjenom korištenja studije. Izvješće bi trebalo dati cjelovit, transparentan i nepristran prikaz studije.

Osim LCA postoje i drugi alati za upravljanje okolišem i poboljšanje ekoloških svojstava proizvoda. Pa tako imamo [3]:

- Čista proizvodnja (CP).
- Računovodstvo okoliša (EAc).
- Provjera životnog ciklusa (LCS).
- Troškovi životnog ciklusa (LCC).
- Analiza materijala, energije i toksičnosti (MET)..
- Unos materijala po servisnoj jedinici (MIPS).
- Ekološki dizajn (DfE).
- Revizija okoliša (EA).
- Evaluacija ekoloških učinaka (EPE).
- Sustav upravljanja okolišem (EMS).

Klasifikacija alata autorice Magerholm Fet prikazana je u Tablica 1 [3]. To je podjela u odnosu na makro razinu, srednju razinu i mikro razinu. Ne postoje stroge granice između ovih razina, a alati postavljeni na jednoj razini mogu biti prikladni i na drugim razinama.

**Tablica 1. Klasifikacija metoda i alata za poboljšanje ekoloških učinaka na različitim razinama.**

Razina		Odgovarajući alati
Makro	<i>(društvena razina)</i>	Montrealski protokol, Kyoto sporazum, Agenda 21, politički okviri.
Srednja	<i>(industrijska razina) (na razini tvrtke)</i>	Čista proizvodnja (CP) u širem smislu, međunarodni protokoli, EMS, EA, EPE.
Mikro/srednja	<i>(razina proizvoda)</i>	LCA, LCS, MET, MIPS, LCC, DfE, CP vezana uz proizvode
Mikro	<i>(razina procesa)</i>	CP procesi (u užem smislu), EAc

U nastavku su alati za poboljšanje učinka na okoliš podijeljeni na one koji se odnose na procese, proizvode i upravljanje u organizaciji prema autorice Magerholm Fet [3].

### **2.2.5. Alati usmjereni na proces**

Za izračun i procjenu utjecaja na okoliš uzrokovanog proizvodnim procesima često se koriste **računovodstvo okoliša (EAc)** i **čista proizvodnja (CP)**. CP metodologija prilično je slična smjernicama za računovodstvo okoliša (EPA, 1992.). Ona opisuje postupke za provođenje preliminarne procjene radi utvrđivanja mogućnosti za smanjenje ili uklanjanje otpada. Nadalje, opisuje se kako koristiti rezultate ove prethodne procjene za davanje prednosti područjima za detaljnu procjenu, kako koristiti detaljnu procjenu za razvoj mogućnosti sprječavanja onečišćenja, recikliranje i uporabu te kako provesti one opcije koje izdržavaju analize izvedivosti. Međutim, ne postoje ocjene utjecaja na okoliš ugrađene u ovu metodu.

### **2.2.6. Alati usmjereni na proizvod**

Postoji nekoliko metoda za sastavljanje popisa specifičnih ekoloških aspekata proizvoda uzimajući u obzir cijeli lanac proizvoda. Neki od njih su ukratko opisani.

**Provjera životnog ciklusa (LCS) i Analiza materijala, energije i toksičnosti (MET).** Kada je namjera identificirati ključna pitanja za daljnja istraživanja, npr. identificirati dijelove

životnog ciklusa koji trebaju daljnja istraživanja, potrebno je provesti LCS. LCS je pojednostavljenije LCA -e, ali nikada ne može tvrditi da zamjenjuje potpunu LCA. Slično, MET je alat koji pomaže u brzom sastavljanju popisa glavnih ekoloških aspekata proizvoda. To je jednostavan ulazno-izlazni model u kombinaciji s životnim ciklusom proizvoda.

**Unos materijala po servisnoj jedinici (MIPS).** MIPS je alat životnog ciklusa za analizu ulaznih materijala po servisnoj jedinici. U ovom konceptu, proizvod je zamišljen kao “stroj za pružanje usluga” ili “servisni strojevi”, a fokusira se na korištenje resursa, a manje na tokove otpada. Izračunavanjem protoka materijala i energije te broja proizvedenih proizvoda moguće je izračunati intenzitet materijala koji se odnosi na funkciju određenog proizvoda. Time se postiže slika o učincima na okoliš koji se odnose na taj proizvod. Koncept se temelji na filozofiji da je za postizanje održivog razvoja potrebna bolja upotreba materijala i resursa.

**Troškovi životnog ciklusa (LCC).** Ekonomska pitanja su pokretačke snage u industriji, a rezultati LCA studije vrlo su često povezani s LCC podacima. Tradicionalno isplativost podrazumijeva „najveće performanse uz najmanje troškove“. LCC se obično ne fokusira na pitanja okoliša. Međutim, alat za ispitivanje troškova koji uzima u obzir ekološke probleme je Analiza dodane vrijednosti (VAA). To je povezano s konceptom MIPS -a, a prema VAA mogućnosti prodaje različitih proizvoda i njihovih sastojaka mogu se procijeniti s ekološkog i ekonomskog gledišta.

**Ekološki dizajn (DfE).** Na temelju informacija proizašlih iz studija procjene životnog ciklusa okoliša, tradicionalni popis kriterija dizajna proizvoda trebao bi se nadopuniti zahtjevima dizajna koji vode računa o okolišu. Postoji nekoliko modela za stupanjski razvoj proizvoda, a možda je pristup dizajna životnog ciklusa koji je razvila američka Agencija za zaštitu okoliša najopsežniji. Glavne aktivnosti su analiza potreba, izjava o zahtjevima, dizajn i provedba.

**Eko označavanje (EL).** Ekološke oznake koriste se za pružanje informacija o utjecaju proizvoda na okoliš. Ekološke oznake moraju uzeti u obzir razmatranje životnog ciklusa. U ekološkim tvrdnjama važno je da se provjera pravilno provodi.

### ***2.2.7. Alati usmjereni na upravljanje u organizaciji***

**Sustavi upravljanja okolišem (EMS) i revizija okoliša (EA).** EMS uključuje postupke za razumijevanje ekoloških aspekata, postavljanje ciljeva i zadataka, uspostavljanje programa za postizanje tih ciljeva i pregled uspješnosti u odnosu na te ciljeve. EMS je dio cjelokupnog sustava upravljanja koji uključuje organizacijsku strukturu, odgovornosti, praksu, postupke, procese i resurse za utvrđivanje i provedbu politike zaštite okoliša. Kad se usvoji politika zaštite

okoliša, program upravljanja okolišem trebao bi slijediti ciklus stalnog poboljšanja. EA je uključen kao sustavni, dokumentirani postupak provjere kojim se mjeri jesu li ciljevi postignuti ili su u skladu s revizijskim kriterijima.

**Evaluacija ekoloških učinaka (EPE).** EPE je proces koji organizacije mogu koristiti za mjerenje, analizu i procjenu svojih učinaka na okoliš prema nizu kriterija. EPE pomaže razumjeti koji su njihovi ekološki aspekti i određuje koji bi njihovi značajni ekološki aspekti mogli biti. To omogućuje organizaciji da formira polaznu osnovu iz koje se mogu izvesti ciljevi i zadaci za poboljšanja. Stoga je EPE ključan za poboljšanje učinka na okoliš i za usporedbu učinka organizacije s drugom sličnom organizacijom. Organizacija koja je predana poboljšanju svojih učinaka na okoliš mora biti sposobna mjeriti svoju razinu učinka.

Još jedan alat koji služi kao pokazatelj održivog razvoja je ekološki otisak (Ecological Footprint).

### **2.2.8. Ekološki otisak**

Ekološki otisak svoj razvoj duguje Mathisu Wackernagelu koji ga je obrađivao u doktorskom radu 1990. godine, a poslije je cijeli koncept razvijao William Riss koji je i stvorio ime ekološki otisak. Plod njihove suradnje je prva knjiga na tu temu objavljena 1996. godine pod nazivom *Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on Earth*.

Autor Šimleša D. u svojoj knjizi ekološki otisak opisuje kao „alat kojim mjerimo količinu tla i vode potrebnih da podrže materijalni standard određene populacije uz korištenje prevladavajuće tehnologije“ [9]. Dakle, postoje četiri kategorije: prirodni resursi, životni stil, populacija i tehnološka efikasnost.

Prema Šimleši porast bilo koje od triju kategorija: životnog stila, populacije i tehnologije mora završiti povećanim opterećenjem na okoliš, odnosno na prirodne resurse. Ideja koja se nalazi u pozadini ovakvog računanja ističe kako se ne može ići preko granica nosivog kapaciteta ekosustava. Nosivim kapacitetom definira se maksimalna količina populacije određene vrste koja može obitavati na nekom području. Primjerice, zna se točan broj jelena koji mogu obitavati u određenoj šumi s obzirom na raspoloživu hranu i resurse. Pastir zna koliko stoke može pasti na određenoj površini poznavajući nosivi kapacitet okoline. Nosivi kapacitet ekosustava „zahtijeva kapacitet ekosustava koji podržava zdrave organizme održavajući njihovu produktivnost, prilagodljivost i sposobnost obnove. Takav način gledanja je važan, jer podsjeća na važnost ekoloških procesa i činjenice kako se nosivi kapacitet za bilo koju vrstu, uključujući i ljudsku, mora odrediti unutar konteksta zdravlja i produktivnosti drugih vrsta“ [9].

Nadalje, Šimleša navodi da izračun nosivog kapaciteta samo za životinjske vrste prilično je lak posao jer njihovo opterećenje okoliša odnosi se uglavnom na hranu. Ljudska vrsta ima puno veće zahtjeve, ali je u stanju izvoditi i promjene na nosivom kapacitetu kao niti jedna druga vrsta. Stoga ekološki otisak modificira koncept nosivog kapaciteta u smislu postavljanja drugačijih prioriteta u opterećenju koji ostavljamo na okoliš. Nosivi kapacitet najviše se koncentrira na brojnost populacije određene vrste na nekom području. Ekološki otisak, premda ne umanjuje značaj brojnosti populacije i utjecaja velikog broja ljudi na neko područje, ističe kako je cilj ekološkog otiska „ne mjeriti broj glava, već veličinu stopa“. Globalni ekološki otisak raste brže od broja stanovnika, a kao dokazana rješenja za države s prekomjernim rastom populacije mogu se navesti osiguravanje edukacije, zdravstvene zaštite i ekonomska neovisnost za žene. Zemlje koje su to učinile, uspjele su usporiti prekomjeren rast populacije bez nasilja nad ljudskim pravima [9].

Ekološki otisak računa se za globalnu razinu, ali i ekološki otisak pojedinih država, regija, gradova pa i raznih institucija kao što su korporacije, škole i druge. Na internet stranici [www.myfootprint.org](http://www.myfootprint.org) može se izračunati i osobni ekološki otisak. To sve omogućava kvalitetne analize o razini i opsegu utjecaja na planet svih ovih različitih skupina kao i korisne usporedbe s obzirom na rezultat. Također, može se računati i ekološki otisak određenih procesa, primjerice otisak proizvodnje neke robe ili usluge ili otisak prijeđenog putovanja.

Ekološki otisak izračunava se u usporedivoj jedinici, globalnim hektarima. Dakle, računa se koliko je površine u hektarima potrebno da se zadovolje sve vlastite potrebe u proizvodnji hrane, energije, građevinama u kojima se živi i radi, transportu, brojnim uslugama, odlaganju otpada te drugim važnim kategorijama. Ekološki otisak zapravo pokazuje na koji način ljudi žive. Dakle, svu proizvodnju, potrošnju i gospodarenje otpadom pretvara se u hektare, nakon što se standardiziraju odnosi između biološki produktivnih vrsta tla.

U National Footprint Accounts, 2009 Edition [10], posljednjem izvještaju o ekološkom otisku kojeg producira najprisutnija i najuglednija organizacija za ovu temu, Global Footprint Network, ističe se kako je 2006. godine na raspolaganju bilo 11.9 milijardi globalnih hektara (gha) biokapaciteta po glavi stanovnika. S obzirom da je tada živjelo oko 6,6 milijardi ljudi, ispada kako je svakome bilo dostupno s obzirom na kapacitete planeta u bioproduktivnom području 1,8 gha da zadovolji sve svoje potrebe. No, 2006. godine za potrošnju i odlaganje otpada zahtijevano je 17,1 milijardi gha, odnosno kaže se kako je prosječni globalni ekološki otisak 2,6 gha. Kada je ekološki otisak veći od biokapaciteta govori se o ekološkom minusu, dok u obrnutoj situaciji radi se o ekološkom plusu. Na prvi pogled može se upitati kako je moguće da ljudi žive iznad održivosti planeta, kako je moguće da troše više nego što nečega



ima. S planetom i njegovim resursima ljudi se ne ponašaju ništa drugačije nego u mnogim drugim područjima. Dok ide, ide. Kao što se u ekonomiji može jedno vrijeme trošiti iznad realnih kapaciteta i praviti se kao da se ništa neodrživo događa, isto je i s ekološkim otiskom. Sve veće zaduživanje prema prirodi dolazi na naplatu, što je vidljivo i po sve većem broju i utjecaju klimatskih nepogoda [10].

Dakle, na globalnoj razini ekološki minus je 0,8 gha. Što to govori?

To zorno pokazuje kako ljudi žive iznad održivosti planeta, iznad njegovog kapaciteta da podrži silnu potrošnju i nekako pospremi i proguta silne količine otpada koje ostavljaju nakon konzumiranja. Potrebno je 1,4 planeta kao što je Zemlja da to izgura, odnosno može se reći kako planetu treba godinu dana i četiri mjeseca da nadoknadi i apsorbira sve ono što ljudi potroše u godinu dana. Drugim riječima, Zemlja zaostaje četiri mjeseca.

Ono što posebno treba zabrinuti zbog rasta ekološkog otiska je što se taj rast događa s istovremenim padom biokapaciteta. Dakle, vrši se dvostruki napad na planet – povećava se potrošnja, a sustavu koji bi to trebao omogućiti smanjuju se proizvodne i regenerativne funkcije. Trend ide prema tome da će ljudi morati zadovoljavati svoje potrebe na sve manjoj površini ako ne promijene ponašanje.

### **2.3. Održivi razvoj u inženjerskom obrazovanju**

U ranije spomenutom globalnom akcijskom planu poznatom kao Agenda 21, osmišljenom da pruži održiviji obrazac razvoja, prihvaćenom na summitu o Zemlji u Rio de Janeiru 1992., navodi se da je „obrazovanje ključno za promicanje održivog razvoja i poboljšanje kapaciteta ljudi za rješavanje pitanja održivog razvoja“ [2].

Nakon deset godina od Ria i Svjetski summit o održivom razvoju u Johannesburgu još je jednom podsjetio na važnost obrazovanja o održivom razvoju kao ključnim elementom za postizanje cilja. Na summitu je preporučeno usvajanje desetljeća obrazovanja za održivi razvoj, počevši od 2005.

U posljednje vrijeme postignut je napredak po pitanju uvođenja održivosti u obrazovanje, prvenstveno u obrazovanju inženjera zbog njihove značajne odgovornosti u osiguravanju održivog razvoja, ali još je mnogo toga potrebno napraviti kako bi rezultati bili zadovoljavajući. Anketa koju su proveli Nicolau i Conlon [11] u Irskoj 2012. godine za potrebe studije o znanju studenata o održivom razvoju pokazala je da znanje studenata inženjerstva o temama održivosti nije odgovarajuće. Zabrinjavajuća je činjenica da se radi o studentima završnih godina studija inženjerstva koji su netom pred završetkom svog studija te su upravo trebali diplomirati.

Rezultati tog istraživanja u Irskoj slijede isti obrazac i ukazuju na iste nedostatke i praznine u znanju studenata o održivom razvoju koji su uočeni i u studiji provedenoj na oko 40 sveučilišta u Europi, Sjevernoj i Južnoj Americi, na Dalekom istoku i Australiji [6]. Ukupno 3134 studenata je sudjelovalo u anketi provedenoj u sklopu te studije. Istraživanje koje su proveli autori ukazuje da razina znanja studenata o održivom razvoju nije zadovoljavajuća te je potrebno uložiti mnogo više rada i truda na obrazovanje studenata inženjerstva. Na prvi pogled se čini da su studenti relativno upoznati s problematikom okoliša i zaštite okoliša, ali uočeno je da o drugim dvjema komponentama održivog razvoja (društvena i ekonomska) nedostaje znanja. Područje zakonodavstva, politike i standarda zaštite okoliša dalo je najlošije rezultate i očito je da su na tim područjima potrebna najveća poboljšanja. Ono što je ohrabrujuće u toj studiji je da svi anketirani studenti podržavaju održivi razvoj i smatraju ga važnim na osobnoj i profesionalnoj razini.

Ohrabrujući je zaključak ovog istraživanja [6] da svi anketirani studenti inženjerstva smatraju da je održivi razvoj važan za njih osobno, a još važnije za njih kao inženjere. Zanimljiva činjenica je da i svi studenti održivi razvoj smatraju važnijim za buduće generacije nego za sadašnje, a to je razlog više da oni razumiju i predviđaju buduće koristi ili posljedice svojih aktivnosti i postupaka danas.

Zbog sve većeg potrebe za održivim inženjerstvom stručnjaci su pod povećanim pritiskom da mijenjaju okruženje u kojem rade, a to se odnosi i na akademsku zajednicu. Pa je tako inženjerska institucija u Australiji (IEAust) koja je nadležna za akreditaciju diploma inženjera, 2000. godine propisala niz novih znanja koja studenti moraju steći prije diplomiranja. Ta znanja odnose se na razumijevanje održivosti, odnosno na razumijevanje načela održivog projektiranja i razvoja i razumijevanje potreba za održivim razvojem. Profesori na sveučilištima sada imaju obvezu i odgovornost podučavati svoje studente održivom inženjerstvu. Povodom te obveze podučavanja provedeno je istraživanje na preddiplomskom studiju kemijskog inženjerstva na Sveučilištu u Sydneyu [12], o tome na koji način studenti vide da moraju razumjeti održivost. Došlo se do zaključka da bi profesori trebali poučavati i učiti studente o održivosti na način koji studentima omogućuje da se na početku najprije usredotoče na preferirana područja kako bi u kasnijim fazama imali podlogu za istraživanje širine i dubine teme održivog razvoja. To sugerira kako fokus ne treba biti na prijenosu informacija, već na pomaganju učenicima u razvijanju i primjeni njihovog postojećeg znanja, i pomoći im u uključivanju kritičnosti, etike i kreativnosti u njihovom razmišljanju o održivosti.

Uvođenje održivog razvoja u inženjersko obrazovanje tema je na mnogim tehnološkim sveučilištima pa tako i na UNESCO-voj katedri za održivost Tehničkog sveučilišta Katalonije

gdje su Segalà, Ferrer-Balas i Mulder [13] proveli istraživanje o kompetencijama koje inženjeri moraju imati, o načinu poučavanja i strukturi kurikuluma prikladnog za lakše stjecanje kompetencija održivog razvoja. Došli su do zaključka da studenti inženjerstva prilikom diplomiranja moraju steći sljedeće kompetencije SD-a: kritičko mišljenje, sistemsko razmišljanje, da bi mogli raditi u transdisciplinarnim okvirima i imati dosljedne vrijednosti s paradigmom održivosti. Ugrađivanje održivosti u kurikulum ne znači samo uključivanje novih sadržaja. Ako inženjeri žele istinski pridonijeti održivom razvoju, održivost mora postati dio njihove paradigme i utjecati na svakodnevno razmišljanje. To se, s druge strane, može postići samo ako održivi razvoj postane sastavni dio programa inženjerskog obrazovanja, a ne puki dodatak osnovnim dijelovima kurikuluma [13].

Budući da se konačni Zemljini resursi svakim danom smanjuju, a ekosustavi sve više nestaju, na visokoškolske ustanove se gleda kao na uzore i pokretače napretka za održiviji okoliš.

Sveučilišta mogu pomoći u poticanju održivog globalnog rasta na više različitih načina. Fokus na sveučilišnoj razini mogao bi jednostavno biti povećanje napora za održivost fakulteta i smanjenje ekološkog otiska. Jedan ključ za omogućavanje održivijih fakulteta je poticanje i omogućavanje inicijativa koje vode studenti. Ne samo da ove inicijative predvođene studentima poboljšavaju održivost fakulteta, one također pomažu studentima da razviju naviku održivosti koja se prenosi u njihove živote izvan fakulteta.

Globalno partnerstvo za visoko obrazovanje za održivost Organizacije Ujedinjenih naroda za obrazovanje, znanost i kulturu ima za cilj učiniti održivost važnim aspektom sveučilišnih nastavnih planova i programa diljem svijeta. Nacionalno vijeće za znanost i okoliš primijetilo je da su sveučilišne institucije vrlo prikladne za vođenje zajedničkih napora i borbu protiv problema koji okružuju ekosustave i prakse održivosti kroz modernizirane strategije podučavanja. Istraživanja primjećuju da studenti postaju sve više naklonjeni okolišu. Međutim, obrazovanje o održivosti usmjereno na održiviji svijet nije visoki prioritet na mnogim sveučilištima. Studenti koji sada napuštaju fakultete i sveučilišta diljem svijeta sljedeća su generacija koja će nastaviti tradicionalni put nisko održivog načina života osim ako se sada ne promijeni obrazovni fokus i strategije. Postoji potreba za istraživanjem kako bi se utvrdile percepcije i pretpostavke studenata o održivosti te trenutne potrebe za obrazovanjem i komunikacijom o održivosti [14].

Ne treba zaboraviti da je i Hrvatska jedna od zemalja koja je potpisala provedbu dokumenta o održivom razvoju *Agenda 21* [2], u kojem je naročita pažnja dana odgoju i obrazovanju za održivi razvoj. U Zakonu o zaštiti okoliša u odjeljku za odgoj i obrazovanje za zaštitu okoliša i održivi razvitak piše: „ Država osigurava provedbu odgoja i obrazovanja za zaštitu okoliša i

održivi razvitak u odgojno-obrazovnom sustavu te potiče razvoj sustava zaštite okoliša i unapređenje zaštite okoliša. S ciljem zajedničke provedbe odgoja za održivi razvitak Ministarstvo u suradnji s ministarstvom nadležnim za prosvjetu utvrđuje smjernice obrazovnog programa u skladu sa Strategijom održivog razvitka Republike Hrvatske“. (NN 110/07, članak 178. stavak 1. i 2.)

U jesen 2019. godine pokrenut je eksperimentalni program pod nazivom *Škola za živo* čiji je nositelj Ministarstvo znanosti i obrazovanja. U projektu sudjeluju 48 osnovnih i 26 srednjih škola iz svih županija u Republici Hrvatskoj. Eksperimentalni program provodi se u 1. i 5. razredu osnovnih škola te u 7. razredu za predmete biologija, kemija i fizika. U srednjim se školama provodi u 1. razredu gimnazije u svim predmetima te u 1. razredu četverogodišnjih strukovnih škola u općeobrazovnim predmetima. Cilj eksperimentalnog programa je provjera primjenjivosti novih kurikuluma i oblika metoda rada te novih nastavnih sredstava s ciljem povećanja kompetencija učenika u rješavanju problema i povećanja zadovoljstva učenika u školi te motivacija njihovih učitelja i nastavnika. U okviru tog projekta doneseni su i kurikulumi za sedam međupredmetnih tema koje se ostvaruju međusobnim povezivanjem odgojno-obrazovnih područja i nastavnih predmeta. To su teme općeljudskih vrijednosti i kompetencija za život u 21. stoljeću i kao takve su na poseban način svakodnevno prisutne u odgojno obrazovnom radu cjelokupne obrazovne vertikale. Jedna od sedam međupredmetnih tema je i održivi razvoj. U kurikulumu međupredmetne teme Održivi razvoj piše da: „Učenje i poučavanje međupredmetne teme Održivi razvoj nastoji podići svijest i produbiti razumijevanje o svim pitanjima koja se odnose na održivost, pomaže učeniku kritički razmotriti moguća rješenja i načine djelovanja usmjerene na održivost, uskladiti s tim ponašanje u svakodnevnome životu u školi te njegovati vještine i osobine koje pridonose razvoju pravednoga društva. Učenje i poučavanje međupredmetne teme Održivi razvoj osposobljava učenike za samostalno i odgovorno odlučivanje o pitanjima važnima za njih same i za društvo u cjelini“ [5].

Koju važnu ulogu bi visokoškolske institucije trebale imati u promoviranju održivog razvoja najbolje govori Ocjena ispunjavanja uvjeta za podnošenje prijave za izradbu i obranu doktorske disertacije izvan doktorskoga studija naslova „Sveučilište i obrazovanje za održivi razvoj: analiza pretpostavki uspješne implementacije u temeljne akademske djelatnosti“, pristupnice mr.sc. Nene Rončević s Filozofskog fakulteta u Rijeci [15]: „Obrazovanje za održivi razvoj je dinamičan koncept u razvoju, koji obuhvaća novo viđenje obrazovanja koje ide za osposobljavanjem ljudi svih dobi za preuzimanje odgovornosti za stvaranje održive budućnosti. To podrazumijeva reinterpretaciju obrazovnih politika, programa i prakse. Obrazovanje je ključno za preobrazbu društva, temeljno za osiguranje gospodarske, kulturne i

ekološke izdržljivosti ruralnih područja i zajednica. Učenje tijekom cijeloga života, uključujući obrazovanje odraslih i obrazovanje zajednica, odgovarajuće tehničko i stručno obrazovanje pri čemu je visoko obrazovanje i obrazovanje učitelja bitno za ostvarenje održive sutrašnjice. Uloga visokoškolskih institucija u promociji održivog razvoja, odnosno obrazovanja za održivi razvoj evidentno je ključna, jer se istovremeno radi o edukaciji ljudi koji će uskoro donositi nove razvojne odluke, ali i o edukaciji ljudi koji će sami uskoro educirati mlađe naraštaje. Međutim, o ulozi sveučilišta i fakulteta u promociji i implementaciji ideja i načela održivog razvoja relativno se malo pisalo u Hrvatskoj. Ulogom sveučilišta bavi se i niz poglavlja u *Agendi 21*, gdje je evidentno da bez znanosti i istraživačkog rada nema održivog razvoja“.

Postoji niz pozitivnih primjera da se u Hrvatskoj nastoji ići u pravcu održivog razvoja i u tome prednjači nevladina organizacija za održivi razvoj zajednice ODRAZ. Odraz svojim projektima aktivno doprinosi stvaranju okruženja u skladu s potrebama održivog razvoja. Organizacija provodi, često i u suradnji s partnerima iz zemlje i inozemstva, niz projekata održivog, lokalnog i ruralnog razvoja. Neki od projekata:

- ‘Razmišljamo održivo - učimo mlade za održivi razvoj zajednice’: cilj ovo projekta je ojačati doprinos udruga održivom razvoju obukom srednjoškolaca o načelima održivog razvoja i poticanjem uključivanja mladih u život lokalne zajednice.
- ‘Odrazi se znanjem – pokreni zajednicu’: projekt je omogućio studentima Ekonomskog i Grafičkog fakulteta u Zagrebu stjecanje novih znanja i vještina za razvoj zajednice, uspostavom održivog programa društveno korisnog učenja. Projekt je uključio studente i nastavnike s dva fakulteta te 20 udruga u kojima se provodila metoda društveno korisnog učenja na devet kolegija.
- ‘Ideje mladih o implementiranju globalnih ciljeva održivog razvoja u Hrvatskoj’ je projekt usmjeren na povećanje uključenosti mladih u raspravu o budućnosti Europske unije edukacijom, informiranjem i raspravom o implementiranju Globalnih ciljeva održivog razvoja u Hrvatskoj.

Istraživanje što i koliko studenti FSB-a znaju o održivom razvoju s dodatnim fokusom na alate za održivost koji su trenutno najzastupljeniji u inženjerskoj praksi provedeno u ovom radu nastoji utvrditi u kojoj mjeri studenti dijele pogled na koncept koji je naveden u literaturi. Istraživanje se oslanja na dva takva provedena istraživanja koja su nastojala utvrditi znanje studenata inženjerstva o održivom razvoju.

U prvom su, Azapagić i njezini suradnici 2005. godine proveli međunarodno kvantitativno istraživanje studenata strojarstva kako bi utvrdili njihovu razinu znanja i razumijevanja

održivog razvoja te identificirali praznine u znanju. Osmislili su upitnik kojim se procjenjuje znanje studenata o različitim temama održivosti: pitanja okoliša; zakonodavstvo; politika i standardi; alati koji se odnose na održivost. Anketa je distribuirana u 21 zemlju i ukupno 3134 učenika. Podaci su pokazali da studenti inženjerstva imaju tendenciju povezivati održivi razvoj s pitanjima okoliša i zanemaruju druga dva stupa koncepta (ekonomski i društveni). Rezultati pokazuju da je znanje i razumijevanje studenata posebno nisko. Pronađene su značajne praznine u znanju u vezi sa zakonodavstvom, politikom i standardima održivog razvoja, socijalnim pitanjima održivog razvoja i nekoliko ekoloških pitanja [6].

Također su otkrili da ispitanici smatraju da je SD važan koncept za njih same i važniji za buduće generacije. Njihovi rezultati nisu pokazali značajnu razliku kada su ispitivane varijable kao što su spol i godina studija. Na temelju gore navedenog, oni tvrde da razina znanja i razumijevanja održivog razvoja studenata strojarstva „nije zadovoljavajuća” te da nedostatke u obrazovanju za inženjerstvo treba minimizirati kako bi se studenti inženjerstva na adekvatan način educirali i zatvorile gore spomenute praznine u znanju.

U drugom radu Nicolaou i Conlon [11] proveli su istraživanje nad studentima završnih godina studija na tri Irska visoka učilišta. Rezultati su pokazali da je znanje studenata strojarstva o temama održivog razvoja nedovoljno. Zabrinjava činjenica da su ispitanici studenti završnih godina strojarstva koji su bili pred diplomiranjem. Rezultati slijede isti obrazac i identificiraju iste praznine u znanju studenata inženjerstva o održivosti kao što je utvrđeno u studiji Azapagić i sur. Studenti inženjerstva vide implementaciju održivog razvoja kao više profesionalni zahtjev, a ne pitanje osobne predanosti.

### 3. METODOLOGIJA I UZORAK

Glavni ciljevi istraživanja su:

- Procijeniti razinu znanja i razumijevanje studenata o održivom razvoju;
- Identificirati utječu li i kako različite varijable, uključujući vrstu studija, smjer i razinu studija na razinu znanja;
- Saznati jesu li studenti zainteresirani za održivi razvoj i smatraju li ga relevantnim za inženjersko obrazovanje;

Podaci obrađeni u ovom radu prikupljeni su u online anketi. Anketni upitnik bazira se na instrumentu kojeg su osmislili Azapagić, Perdan i Shallcross 2003. godine u već spomenutom opsežnom istraživanju usmjerenom na propitivanje znanja koja studenti inženjerskih studija širom svijeta imaju o održivom razvoju [6]. Isti instrument, s manjim prilagodbama na kontekst Irske u kojoj je 2011. godine provedeno istraživanje, kao i s istom svrhom koristili su Nikolau i Conlon [11]. U oba navrata rezultati istraživanja pokazali su se upotrebljivim za formuliranje prijedloga o unaprjeđenju inženjerskog obrazovanja na planu održivog razvoja.

U anketi su sudjelovali studenti Fakulteta strojarstva i brodogradnje, studija Strojarsva, Brodogradnje i Zrakoplovstva u razdoblju od 25. listopada 2021. do 10. studenog 2021. godine. Namjera je bila obuhvatiti studente prve, treće, četvrte i pete godine studija te pokriti što više smjerova na višim godinama studija strojarstva. Studentima prvih godina link za online anketu podijelio je profesor (mentor) prof. dr. sc. Nikša Dubreta na svojim predavanjima, a studentima viših godina anketa je poslana na mail fakulteta uz pomoć računskog centra. Provođenje ankete odobrio je prodekan za nastavu prof.dr.sc. Krešimir Grilec.

Ukupno je 292 studenta ispunilo anketu i oni dolaze sa sljedećih smjerova:

- Konstrukcijski,
- Procesno-energetski
- Proizvodno inženjerstvo,
- Inženjersko modeliranje i računalne simulacije,
- Industrijsko inženjerstvo i menadžment,
- Inženjerstvo materijala,
- Računalno inženjerstvo,
- Mehatronika i robotika i
- Brodostrojarstvo.

Anketa, koji se nalazi u Prilogu, podijeljen je u četiri dijela [6]:

1. Podaci o studentima;
2. Razina znanja i razumijevanja okoliša i održivog razvoja;
3. Važnost održivog razvoja koju percipiraju studenti;
4. Prethodno obrazovanje o okolišu/održivosti.

Prvi dio je uključen kako bi se omogućila analiza utjecaja niza nezavisnih varijabli na razinu znanja i razumijevanja održivog razvoja, uključujući spol studenta, studij, smjer i godinu studija.

Drugi dio je ima za cilj da pruži informacije o razini znanja i razumijevanja održivog razvoja općenito te o različitim specifičnim temama vezanim uz održivost. Namjerno je podijeljen na dva opća područja: 'okoliš' i 'održivi razvoj' iz razloga što sveučilišna nastava o održivom razvoju još uvijek nije rasprostranjena, dok neki smjerovi na studiju strojarstva uključuju dio nastave o okolišu. Stoga, da se studenti ne obeshrabre na samom početku suočavanjem s nepoznatim pojmovima, upitnik je namjerno osmišljen tako da započne s 'lakšim' pitanjima, odnosno onima vezanim uz okoliš, a zadrži 'teže' teme, odnosno održivi razvoj, za kraj.

U drugom dijelu upitnika postavljeno je 43 pitanja grupiranih u sljedeće četiri teme:

1. pitanja okoliša;
2. zakonodavstvo, politika i standardi;
3. alati, tehnologije i pristupi;
4. održivi razvoj.

Za svako pitanje studenti su imali izbor od sljedeća četiri odgovora:

- nisam čuo/la,
- čuo/la, ali ne znam objasniti,
- znam ponešto,
- znam puno.

Treći dio upitnika imao je za cilj saznati jesu li studenti zainteresirani za održivi razvoj i koliko je on važan za njih osobno i profesionalno, ali i koliko smatraju važnim za njihovu zemlju, društvo u cijelom svijetu i za buduće generacije. Četiri opcije koje su studenti mogli birati su:

- nije važno,
- moguće važno,
- važno,
- vrlo važno.



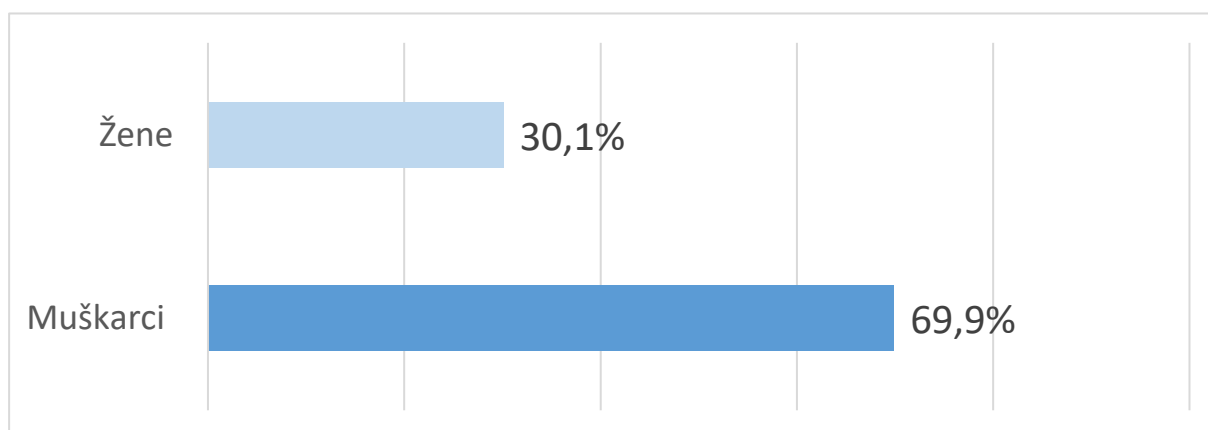
Četvrti dio sastojao se pitanja koja su se odnosila na to jesu li studenti imali prethodno obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša u srednjoj školi i jesu li u svom dosadašnjem sveučilišnom obrazovanju imali kolegije na kojem ste se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja te ako jesu na kojim to kolegijima.

Na prva dva pitanja su bili ponuđeni jednostavni odgovori 'da' ili 'ne'. Cilj je bio uspostaviti vezu između njihovog dosadašnjeg stupnja znanja s prethodnim obrazovanjem iz ovog područja i je li i kako se ono mijenjalo s niže na višu godinu studija.

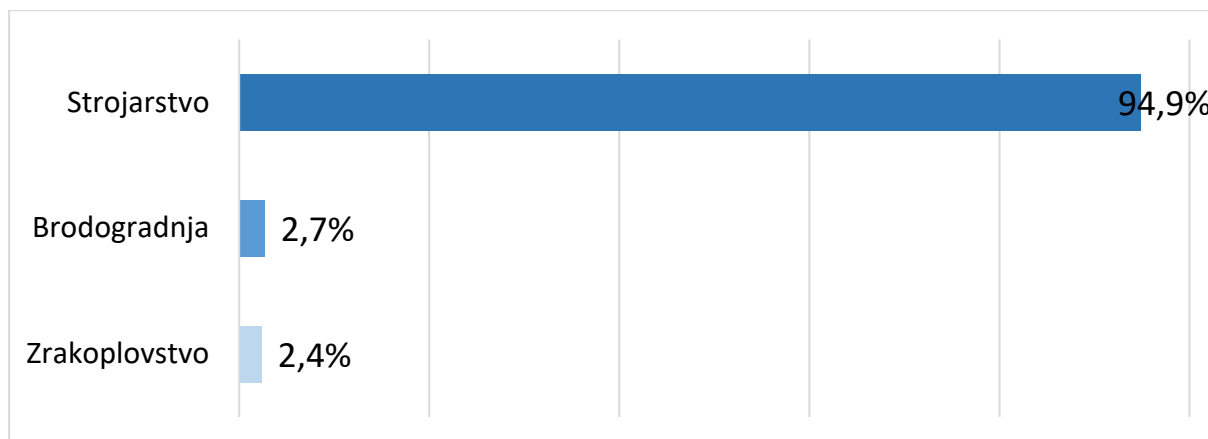
Prilikom izrade upitnika trebalo je zadovoljiti nekoliko ograničenja. Jedno od ograničenja bilo je da anketa ne bi trebala zahtijevati previše vremena ili truda od studenata jer vođen vlastitim iskustvom takve ankete nisu popularne i studenti ih u pravilu ne ispunjavaju.. Stoga je zaključeno da bi 10 minuta bilo optimalno vrijeme. Posljedično, to je ograničilo broj pitanja koja se mogu uključiti u upitnik. Ipak, autor smatra da je upitnik opsežan i uključuje većinu pitanja održivosti i tema koje su relevantne za studente strojarstva.

Kako bi se kvalitativni odgovori na pitanja iz 2. i 3. dijela pretočili u kvantitativne mjere potrebne za analizu, korišten je sustav bodovanja na skali 1-4. Tako su, na primjer, odgovori 'nisam čuo/la' i 'znam puno' u 2. dijelu dobili najnižu (1) odnosno najveću (4) ocjenu. Slično, odgovori o važnosti održivog razvoja u trećem dijelu imali su ocjenu 1 za 'nije važno' i ocjenu 4 za 'vrlo važno'.

Uzorak je neprobabilistički tj. prigodni i čine ga 69.9% muškaraca i 30.1% žena [Slika 3].



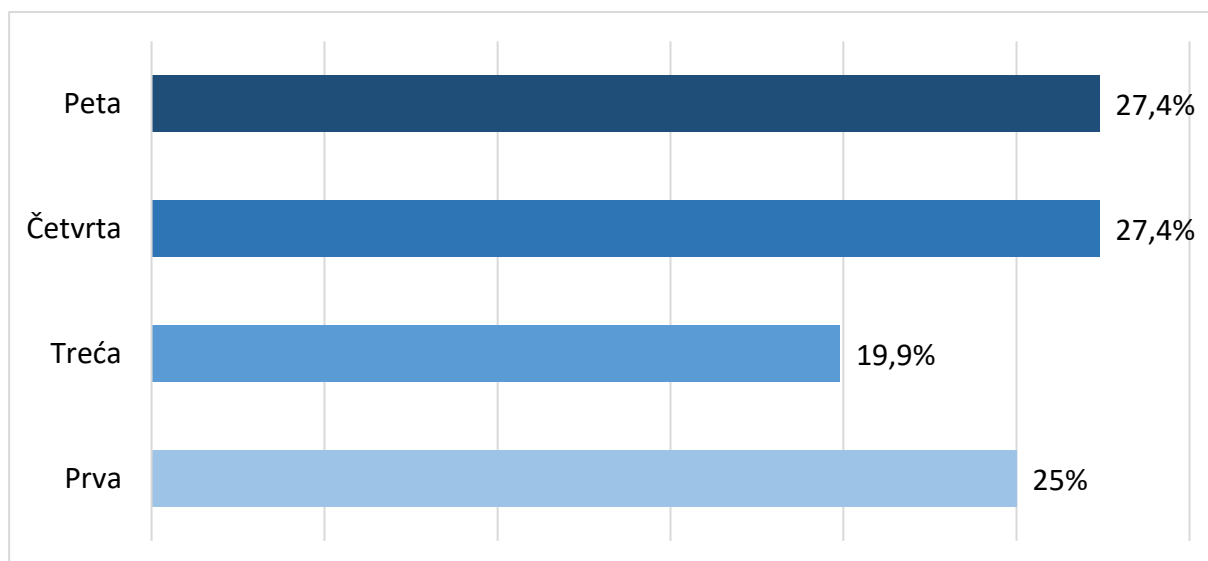
**Slika 3. Raspodjela uzorka po spolu**



**Slika 4. Raspodjela studenata po studiju**

Slika 4 prikazuje postotak ispitanika prema vrsti studija. Najviše ispitanika obuhvaćeno je sa studija Strojarsstva, 94,9%. Vrlo mali, čak i zanemarivi postotak ispitanika obuhvaćen je sa smjerova Zrakoplovstva i Brodogradnje (2,4% i 2,7%). Razlog malog broja ispitanika na ta dva studija jest taj što na fakultetu je mali broj upisanih studenata na njima.

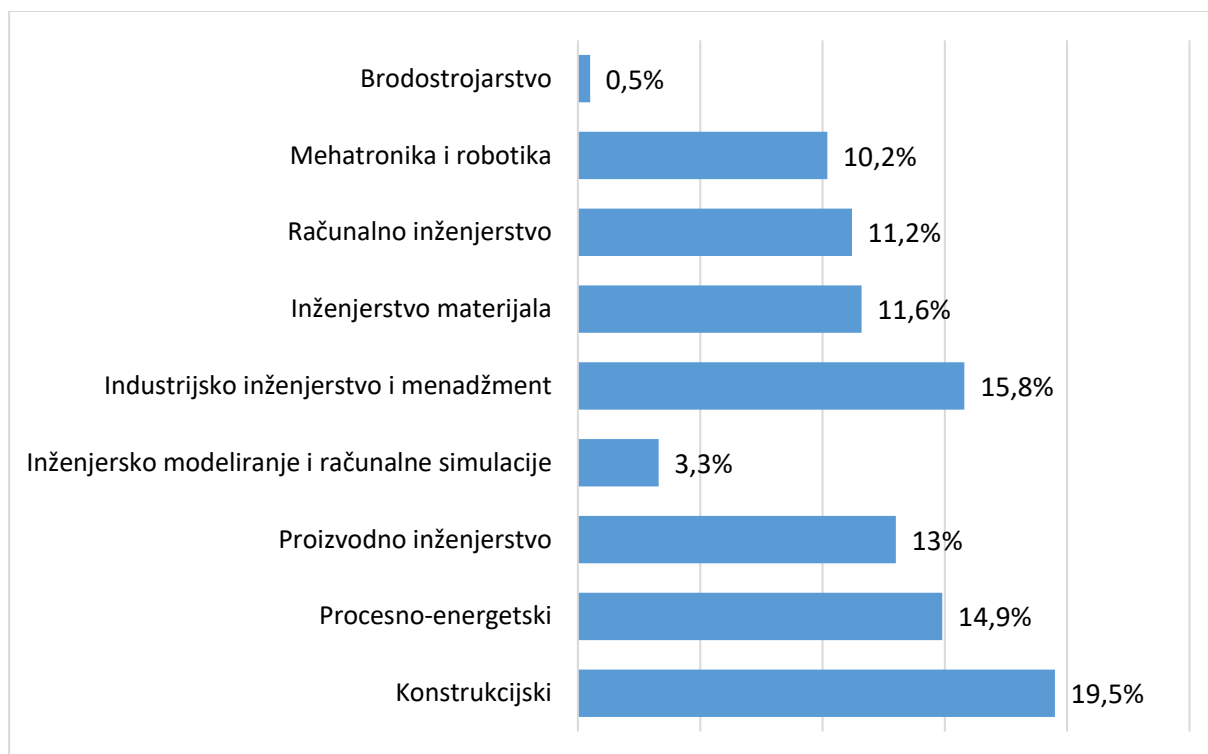
Uzorak sastoji se od studenata prve, treće, četvrte i pete godine studija [Slika 5].



**Slika 5. Raspodjela studenata po godini studija**

Od ukupnog broja ispitanika 25% čine studenti prve godine studija, 19,9% treće godine, a četvrta i peta godina zastupljena je svaka po 27,4%. Na temelju vlastitog iskustva autor zna da se na drugoj godini izvode samo temeljni kolegiji te je to razlog zašto je druga godina izostavljena iz uzorka.

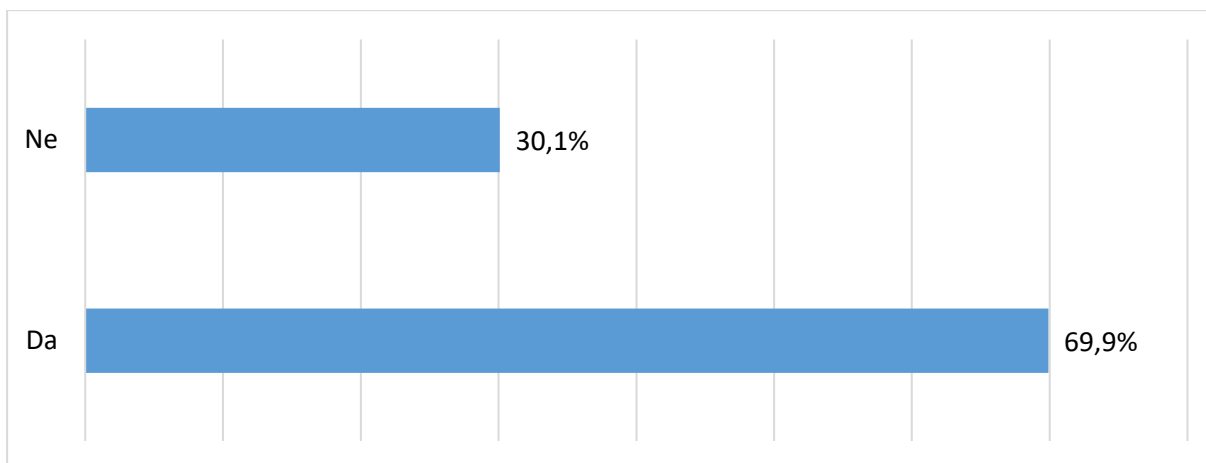
Za ispitanike viših godina studija Strojarsstva postavljeno je dodatno pitanje da odaberu smjer na kojem se obrazuju. Ukupno je 215 ispitanika odgovorilo na ovo pitanje, a Slika 6 prikazuje zastupljenost ispitanika na pojedinim smjerovima.



**Slika 6. Raspodjela studenata studija Strojarsstva po smjerovima**

Najzastupljeniji smjer je Konstrukcijski (19,5%), a najmanje zastupljen je Brodstrojarsstvo (0,5%).

Od ukupnog broja ispitanika (292), na pitanje ‘Jeste li u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša?’, 204 (69,9%) ih je odgovorilo pozitivno, a 88 (30,1%) ispitanika je odgovorilo negativno [Slika 7].



**Slika 7. Raspodjela studenata na one koji su u srednjoj školi imali o obrazovanje o održivom razvoju i okoliši i one koji nisu**

Prikupljeni podaci istraživanja analizirani su u programu za obradu statističkih podataka– IBM SPSS te su prikazani u idućem poglavlju.

Budući da je riječ o neprobabilističkom uzorku (djelomično namjernom i djelomično prigodnom), autor se u analizi dobivenih podataka koncentrirao na deskriptivne pokazatelje. Premda se u tim okolnostima ne koriste diferencijalne statističke metode ipak je uzeta u obzir činjenica da se statistička teorija u određenoj mjeri razlikuje od istraživačke prakse kao i prakse objavljivanja radova u nizu znanstvenih časopisa. Zbog toga T test koji je proveden na dijelu varijabli nema funkciju poopćavanja na populaciju, ali može poslužiti kao dodatan uvid i podloga za razumijevanje dobivenih rezultata u ovom diplomskom radu.

Testovi značajnosti provedeni su korištenjem T-testa.

U osnovu T-test pokazuje postoji li statistički značajna razlika u prosječnom rezultatu mjerenja nekog obilježja u dvije populacije.

Pretpostavke T-testa za neovisne uzorke:

- Varijabla mora biti kontinuirana kvantitativna varijabla.
- Rezultati su dobiveni iz slučajnog uzorka populacije.
- Opažanja su međusobno neovisna.
- Ovisna varijabla treba biti približno normalno distribuirana u jednoj i u drugoj skupini.
- Homogenost varijanci tj. varijance dviju populacija trebaju biti podjednake.

T-testom su zahvaćene sljedeće varijable:

- održivi razvoj u srednjoškolskom obrazovanju
- održivi razvoj na fakultetu
- spol
- godina studija

U svrhu boljeg razumijevanja i ilustracije formulirane su sljedeće nul-hipoteze:

- 1)  $H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između studenata koji su dosada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije koji su se dotakli te tematike i onih koji nisu.
- 2)  $H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika različitih spolova.
- 3)  $H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.
- 4)  $H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike Alata, tehnologije i pristupa ispitanika prve i pete godine studija.
- 5)  $H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja ispitanika prve godine između onih koji su u srednjoškolskom obrazovanju imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša i onih koji nisu.
- 6)  $H_0$ : Ne postoji značajna razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.
- 7)  $H_0$ : Ne postoji značajna razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika različitog spola.

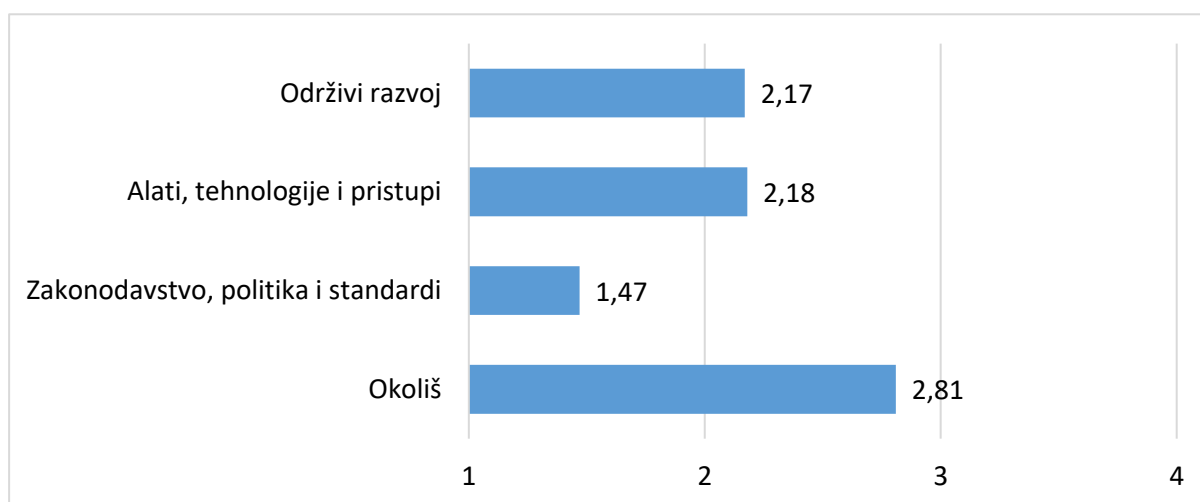
## 4. REZULTATI

U svrhu ostvarivanja postavljenih ciljeva ovog istraživanja koristile su se sljedeće metode i analize:

- metode deskriptivne statistike ( aritmetička sredina)
- T-test

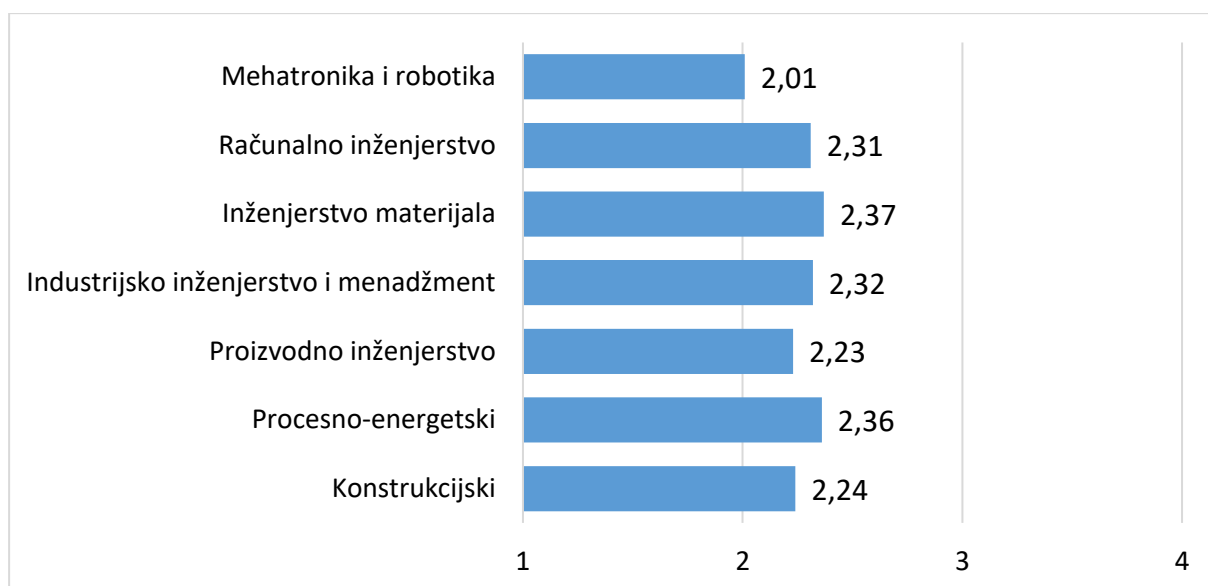
### 4.1. Deskriptivna analiza

Rezultati agregirani za sve studente i po svim temama drugog dijela ankete pokazuju da je prosječna razina znanja i razumijevanja održivog razvoja i srodnih pitanja nešto iznad ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’. To odgovara prosječnoj ocjeni od 2,24.



Slika 8. Razina znanja i razumijevanja pojedinih tema

Usporedbom studenata po smjerovima dobiveni su rezultati prikazani na Slika 9. Smjerovi Inženjersko modeliranje i računalne simulacije i Brodostrojarstvo su izostavljeni zbog premalog uzorka.

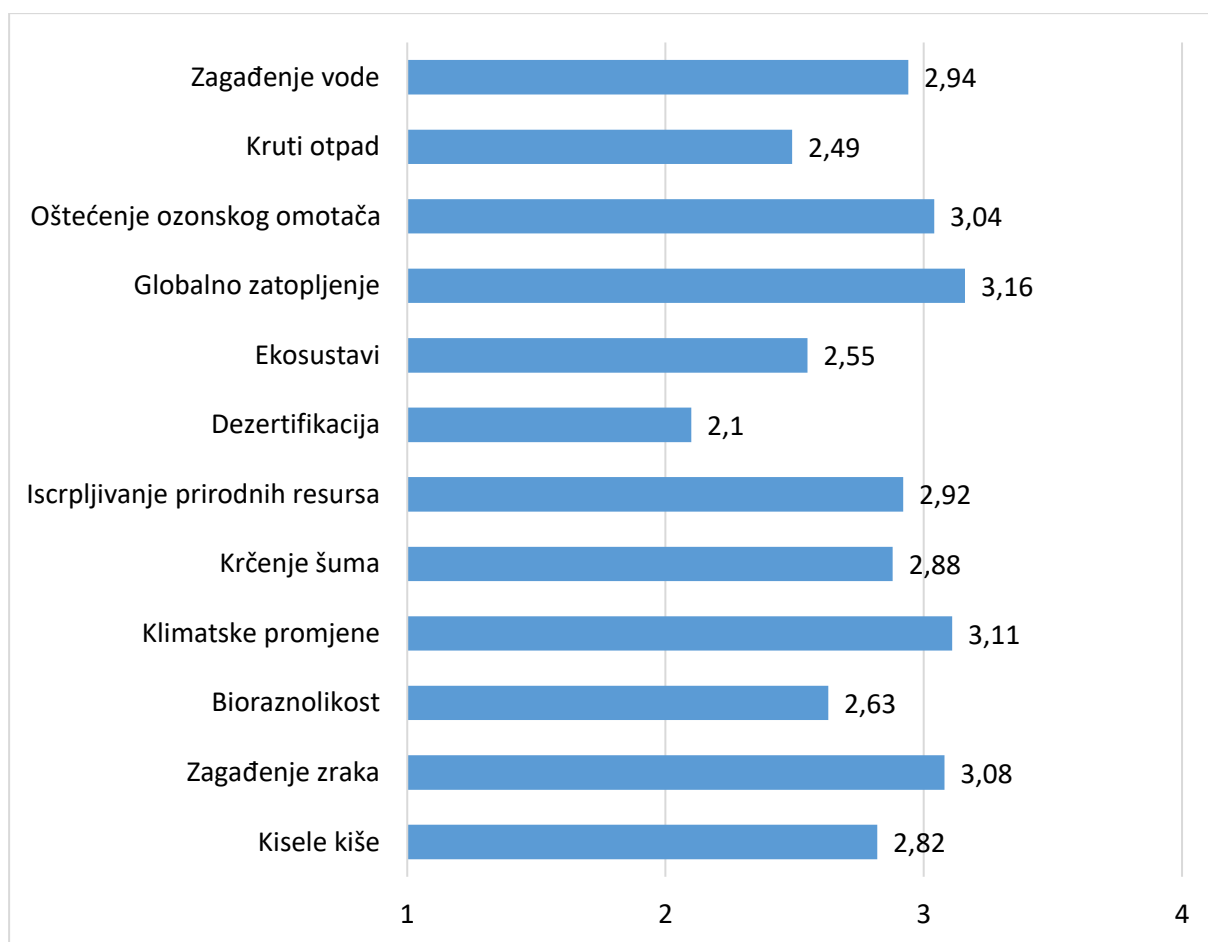


**Slika 9. Razina znanja i razumijevanja studenata po smjerovima**

Većina studenata je tvrdila da ‘znam ponešto’ ili ‘znam puno’ o sljedeća četiri problema okoliša:

- Zagađenje zraka
- Klimatske promjene
- Globalno zatopljenje
- Oštećenje ozonskog omotača

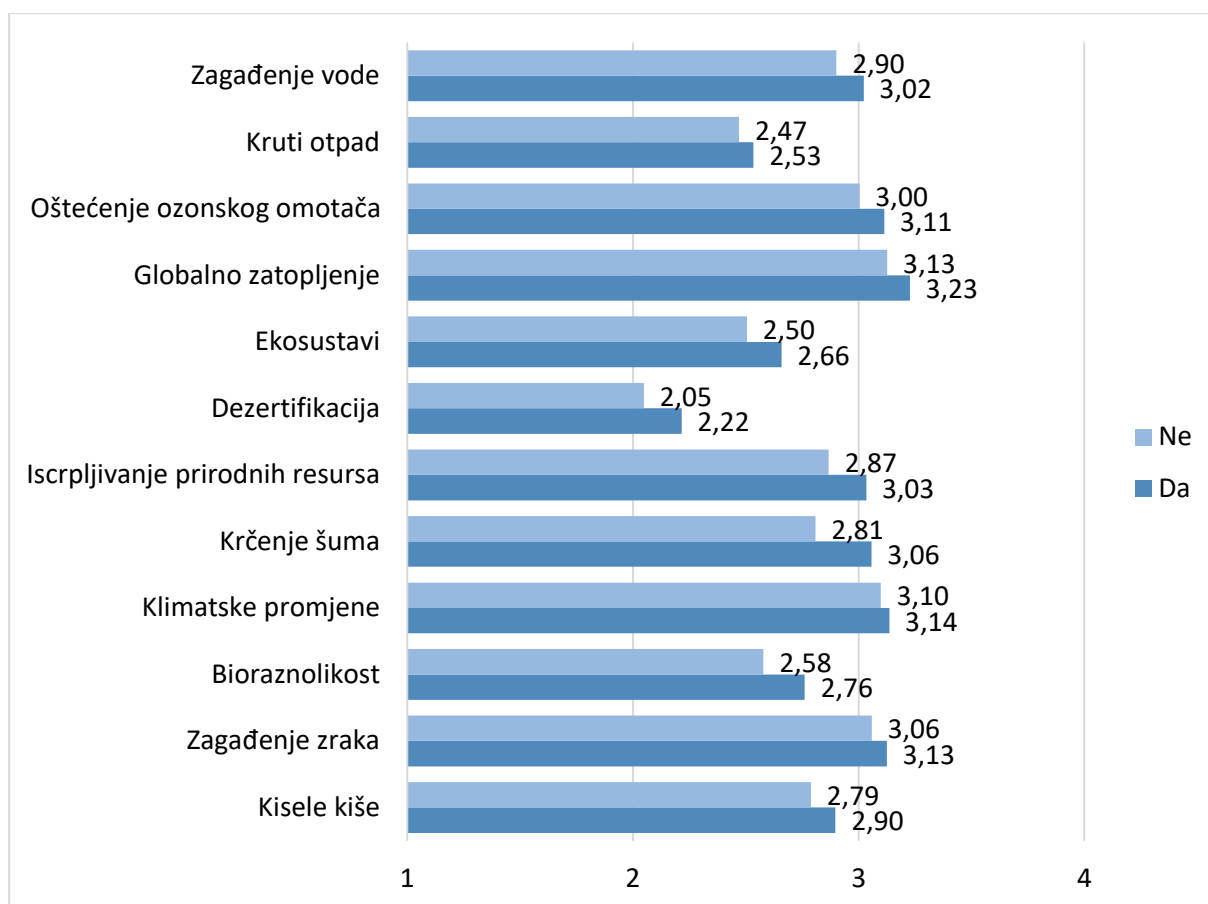
To odgovara rezultatu između tri i četiri na ljestvici od jedan do četiri [Slika 10]. Za ostale probleme okoliša studenti su ‘čuli, ali nisu mogli objasniti’, odnosno prosječna ocjena bila je između dva i tri.



**Slika 10. Razina znanja i razumijevanja teme okoliša (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 2,81)**

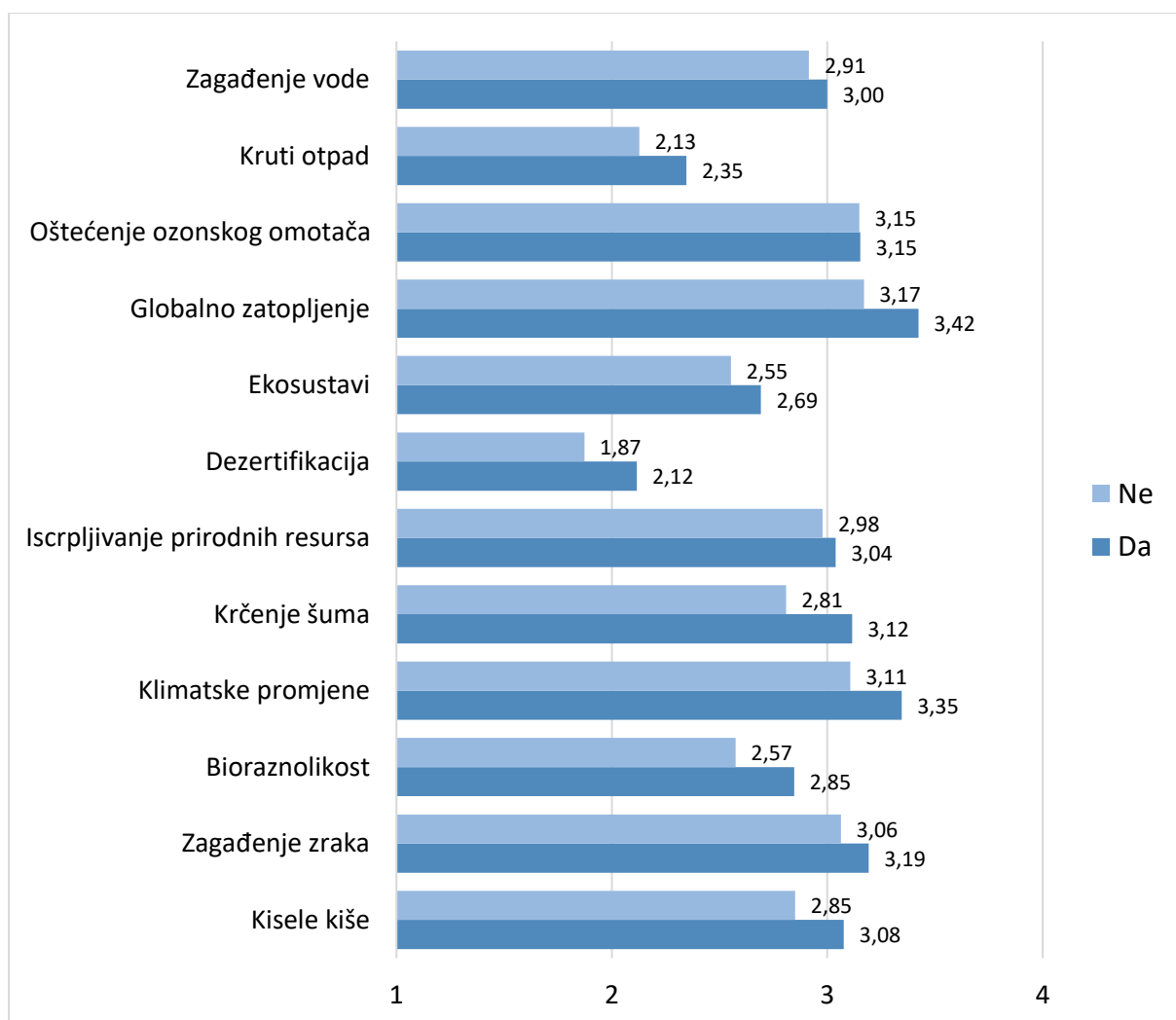
Razina znanja o temama okoliša bila je tek nešto viša kod studenata koji su u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša (2,90) spram onih koji nisu imali (2,77) [Slika 11].





**Slika 11. Razina znanja i razumijevanja teme okoliša (prosječna ocjena za sve studente koji su u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša= 2,90, i oni koji nisu=2,77)**

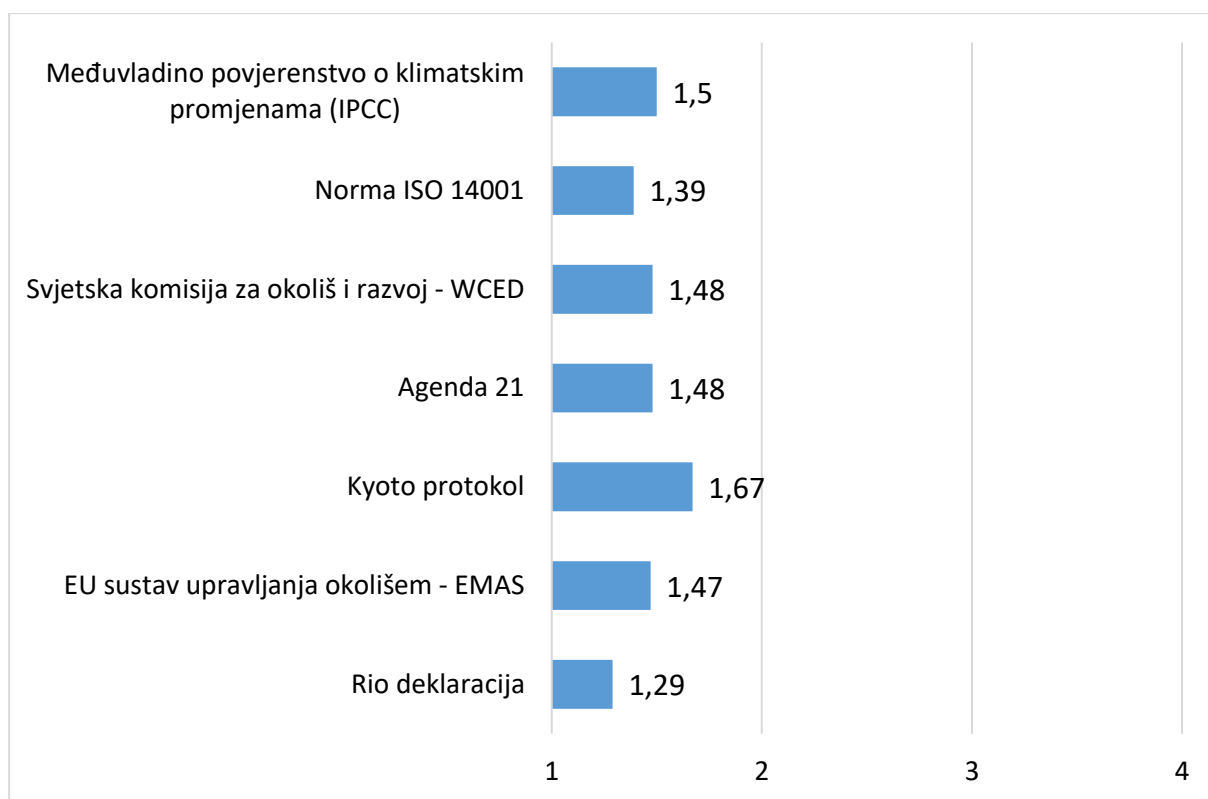
Od četiri navedene teme u 2. dijelu upitnika, tema okoliša je najzastupljenija u srednjoj školi. Izdvoje li se studenti prve godine koji su na pitanje ‘Jeste li u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša?’ odgovorili pozitivno, njihova prosječna razina znanja o temi okoliša iznosi 2.95, dok kod onih koji su odgovorili negativno iznosi 2.76 [Slika 12].



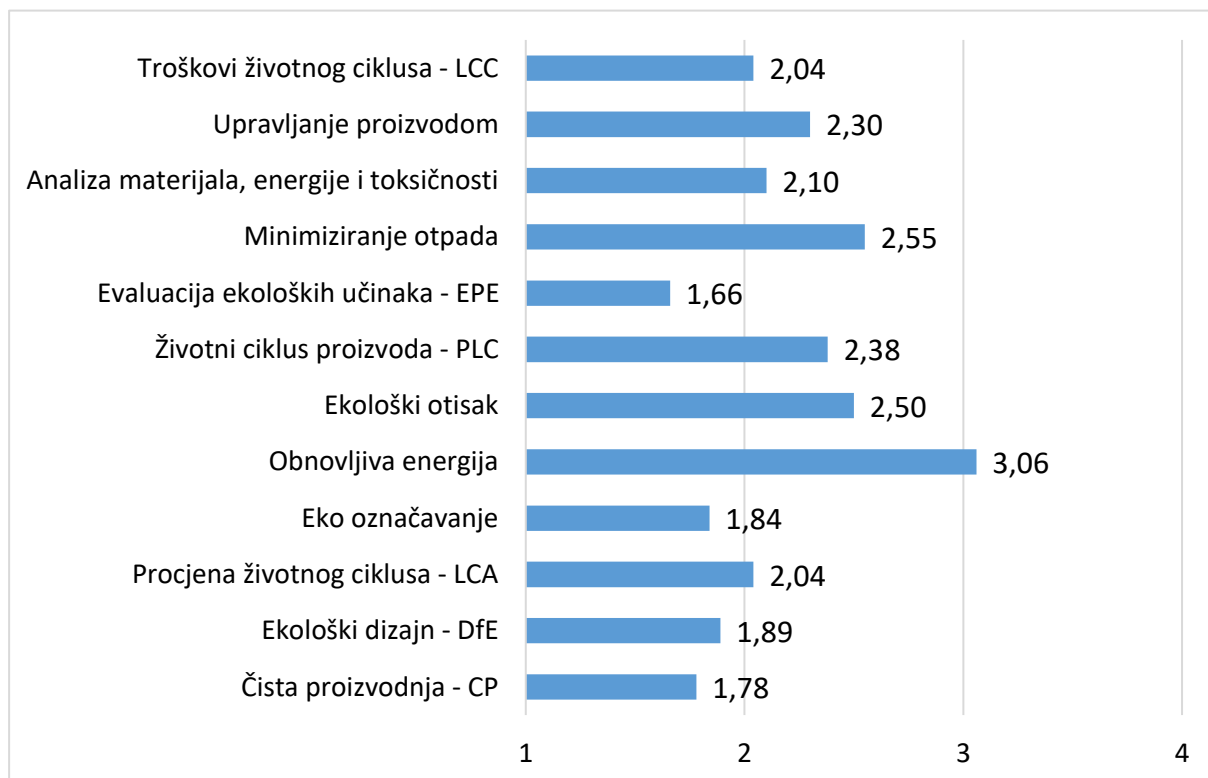
**Slika 12. Razina znanja i razumijevanja teme okoliša studenata prve godine**

Što se tiče ostalih pojmova obrađenih u 2. dijelu ankete i prikazanih na slikama Slika 13 do Slika 15, samo je jedan pojam treće teme imao bodova iznad tri (obnovljiva energija), što bi ukazivalo da je razina znanja i razumijevanja ovih pitanja relativno niska.

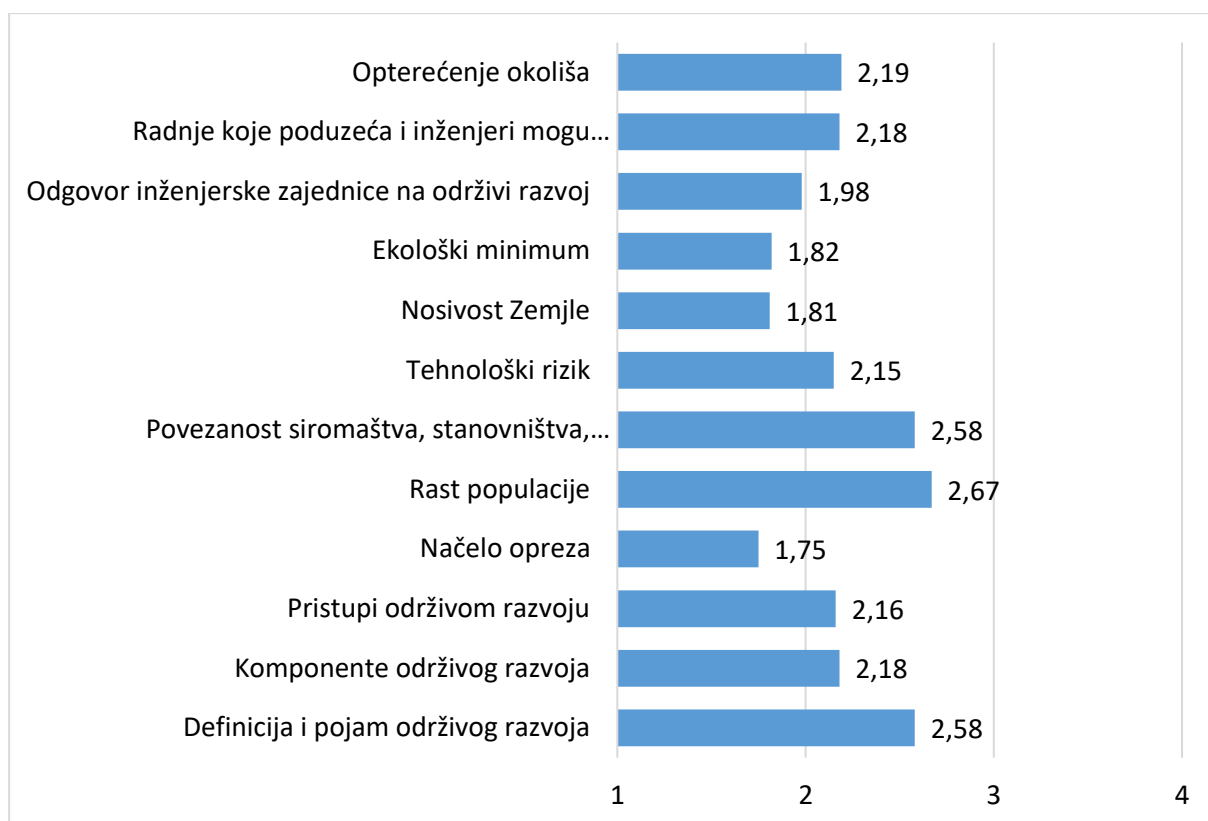
Prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na temu Zakonodavstva, politike i standarda je između jedan i dva (1.47), te za niti jedan pojam razina znanja ne prelazi ocjenu dva.



**Slika 13. Razina znanja i razumijevanja teme zakonodavstva, politike i standarda (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 1.47).**



**Slika 14. Razina znanja i razumijevanja teme alata, tehnologije i pristupa (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 2.18)**



**Slika 15. Razina znanja i razumijevanja teme održivog razvoja (prosječna ocjena za sve studente i sva pitanja na ovu temu = 2.17)**

Kako je objašnjeno u teoretskom dijelu, ISO 14001 je najpriznatija međunarodna norma za sustave upravljanja okolišem.

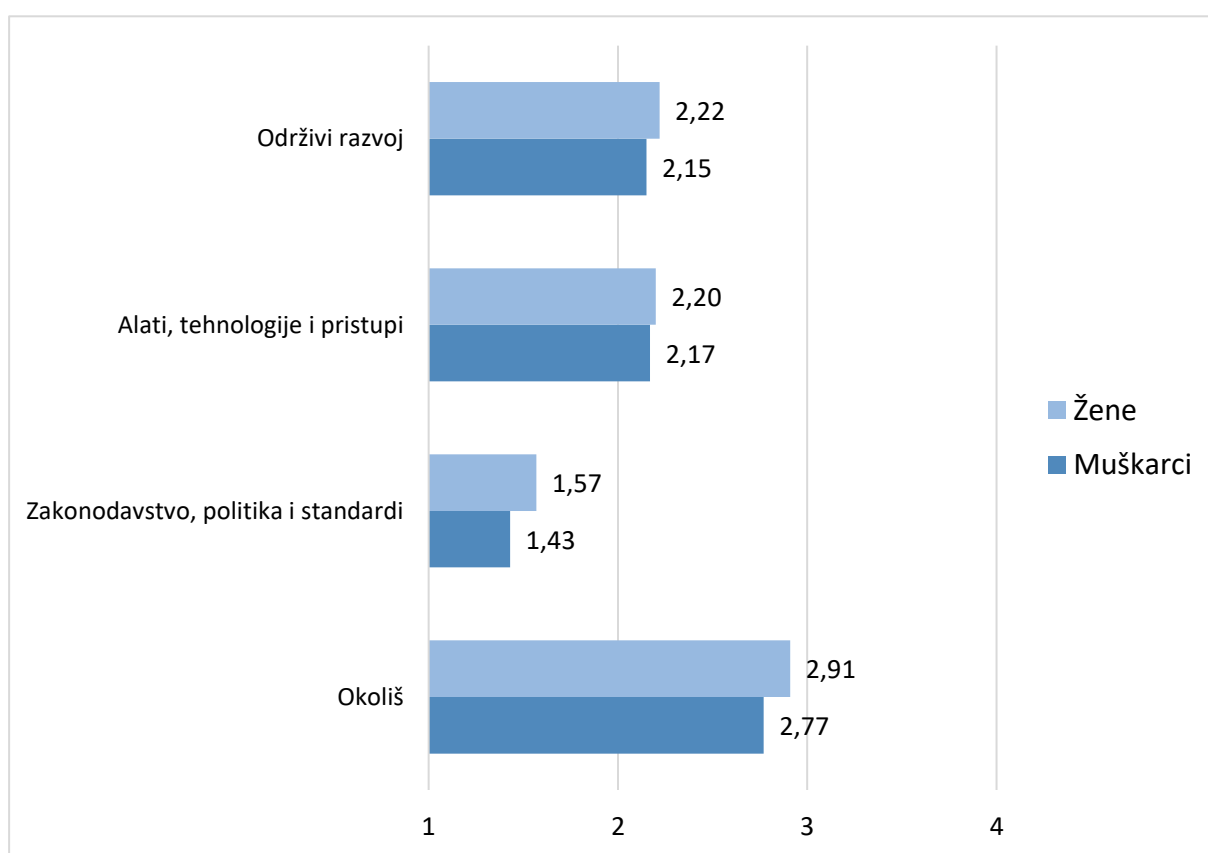


**Slika 16. Razina znanja i razumijevanja pojma Norma ISO 14001 (ukupno=1,39)**

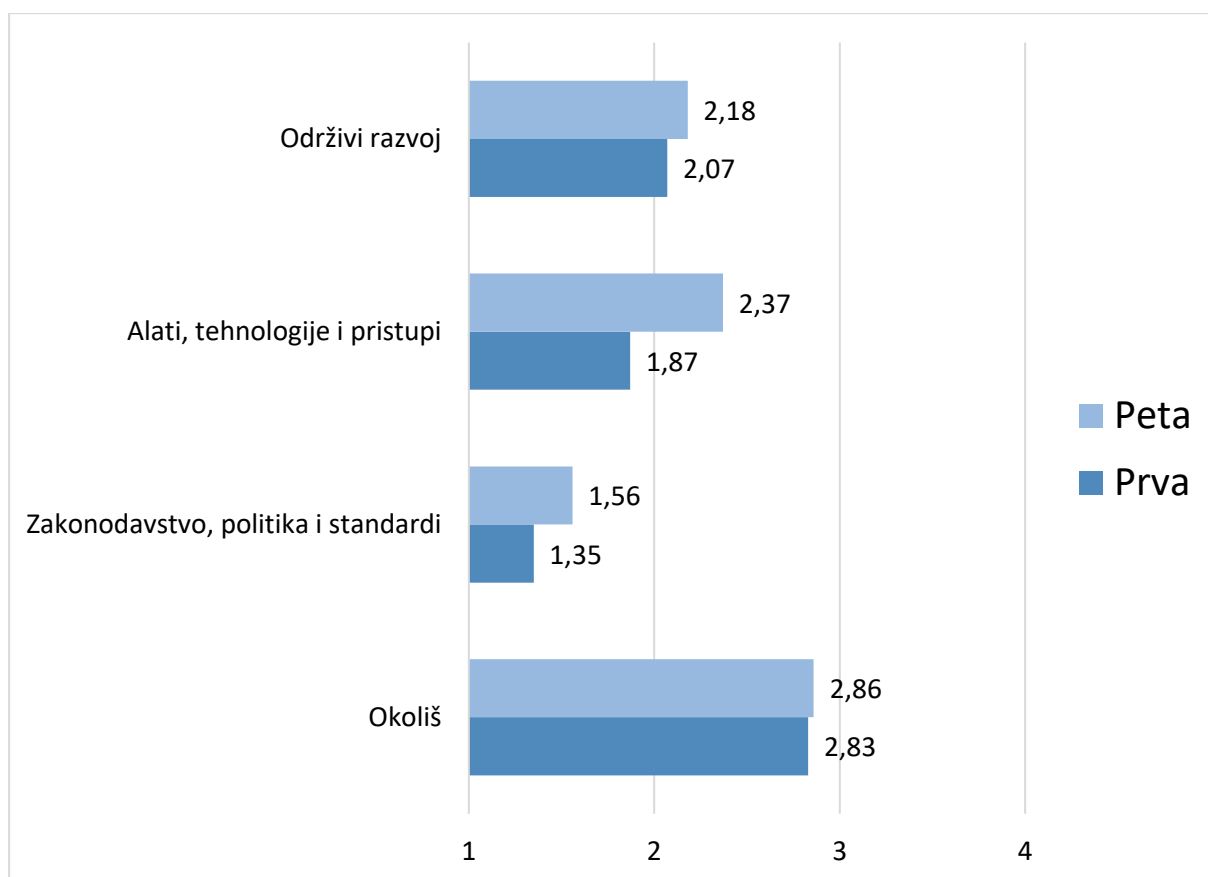
Ukupna prosječna ocjena za varijablu 'Norma ISO 14001' iznosi 1,39 [Slika 16].

Na Sliku 16 vidimo da na studiju Strojarsva jedino studenti smjera Inženjerstvo materijala su donekle upoznati s promatranom varijablom (2,00), dok se za studente Konstrukcijskog smjera može reći da uopće nisu upoznati (1,14). Studenti ostalih smjerova imaju razinu znanja između ‘nisam čuo/la’ i ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’, odnosno između jedan i dva. Smjerovi Inženjersko modeliranje i računalne simulacije i Brodostrojarstvo su izostavljeni zbog premalog uzorka.

Rezultati istraživanja pokazuju da ni spol [Slika 17] ni godina studija [Slika 18] nemaju utjecaja. Prosječna razlika između znanja studenata i studentica za sve teme iznosila je samo 4,7%, dok je razlika između studenata na prvoj i petoj godini studija 10%.

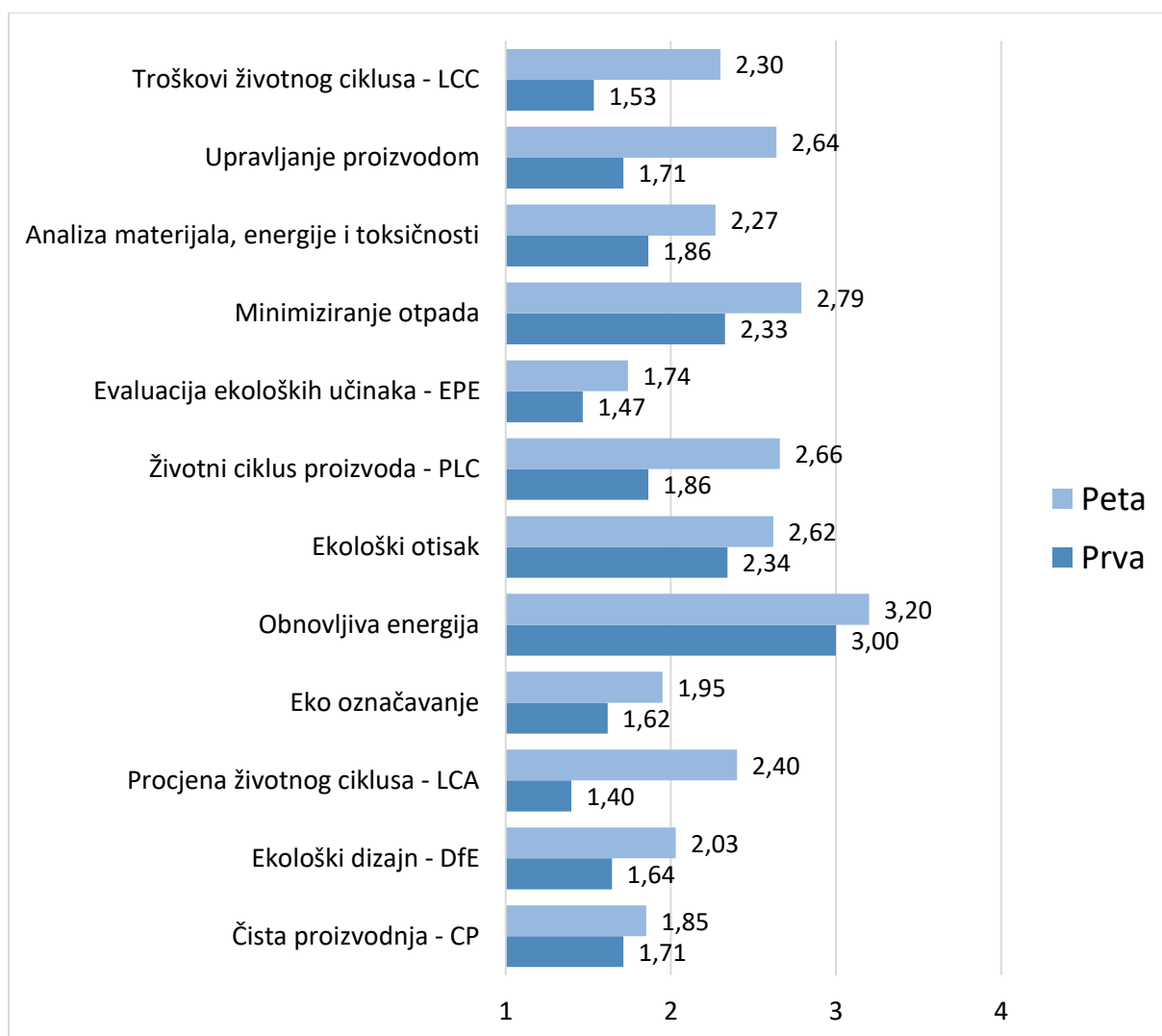


**Slika 17. Razina znanja i razumijevanja svih tema muškaraca i žena (prosječna ocjena za muškarce=2,13, a za žene=2,23)**



**Slika 18. Razina znanja i razumijevanja svih tema studenata prve i pete godine studija (prosječna ocjena za studente prve godine=2,03, a pete=2.24)**

Na Sliku 18 vidi se da ne postoji razlika u razini znanja studenata na prvoj i petoj godini za teme Okoliša (2,83 naspram 2.86), Zakonodavstva, politike i standarda (1,35 naspram 1,56) i održivog razvoja (2,07 naspram 2,18). Razlika u razini znanja među studentima prve i završne godine studija uočena je na temi pod rednim brojem 3. Prosječna ocjena razine znanja studenata prve godine na temu Alata, tehnologije i pristupa je nešto ispod ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’ (1.87), dok je kod studenata pete godine između ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’ i ‘znam ponešto’ (2.37), to je porast od 26.8% [Slika 18].



**Slika 19. Razina znanja i razumijevanja svih pojmova teme Alati, tehnologije i pristupi studenata prve i pete godine studija (prosječna ocjena za studente prve godine=1,87, a pete=2,37)**

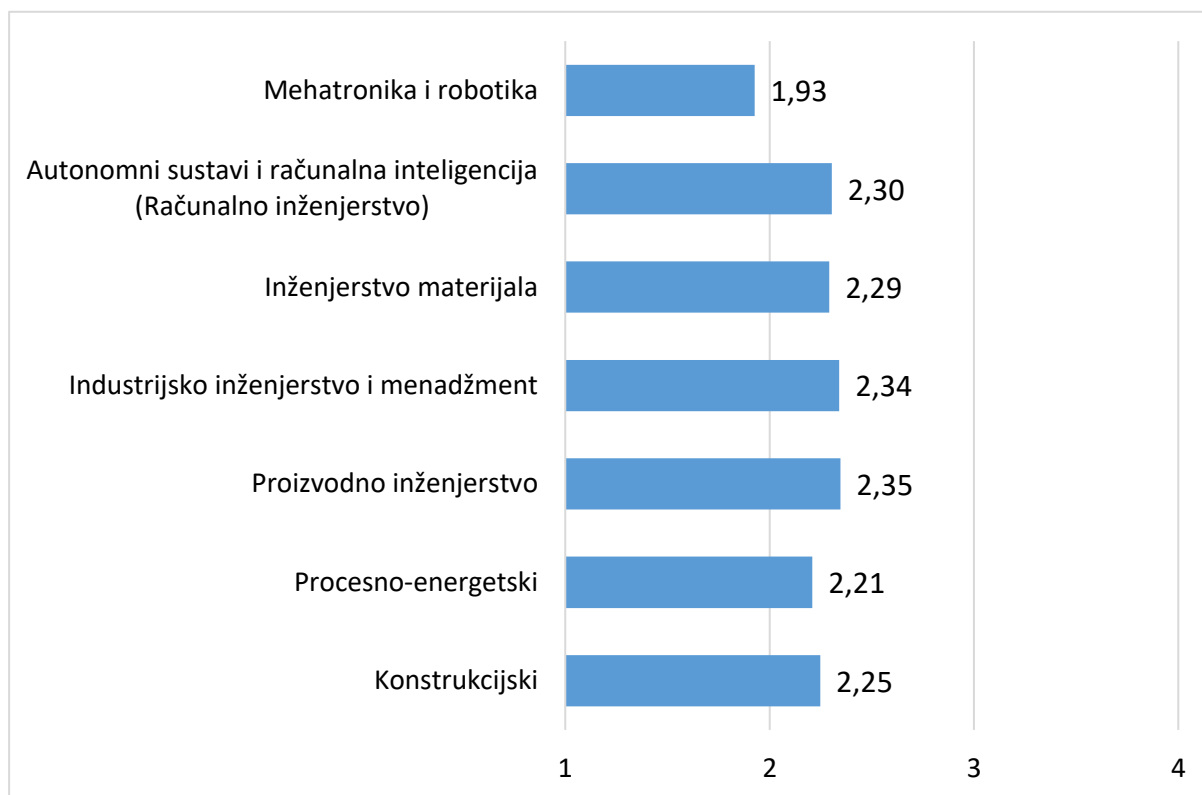
Prosječna ocjena razine znanja studenata prve godine na samo jednom pojmu, obnovljiva energija, prelazi ocjenu 3, 'znam ponešto' [Slika 19].

Nadalje, teme na kojima najviše porasla razina znanja studenta u njihovom obrazovanju na fakultetu su:

- Procjena životnog ciklusa
- Životni ciklus proizvoda
- Analiza materijala, energije i toksičnosti
- Upravljanje proizvodom
- Troškovi životnog ciklusa

Tri od pet navedenih tema tiču se LCA metodologije.

Slika 20 pokazuje da ne postoji doprinos nekog smjera studija Strojарstva povećanju razine znanja na temama koje se tiču LCA metodologije. Smjerovi Inženјersko modeliranje i računalne simulacije i Brodostroјarstvo su izostavljeni zbog premalog uzorka.

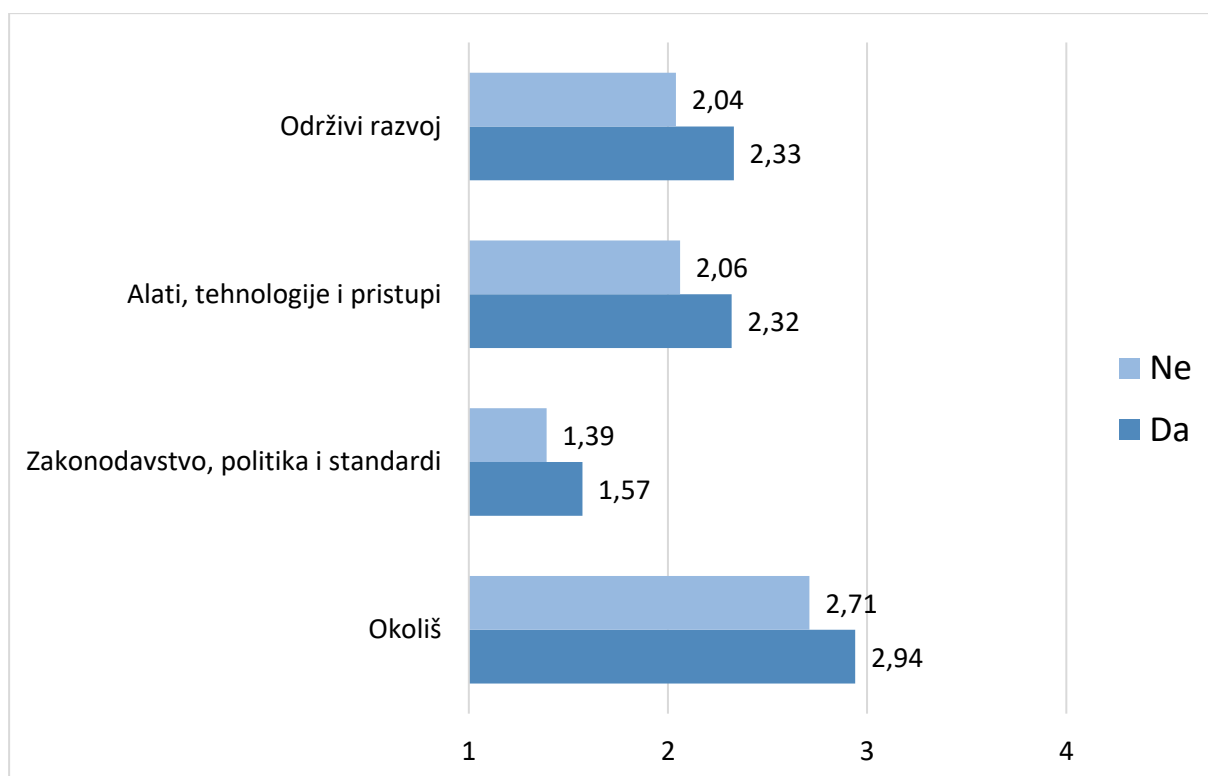


**Slika 20. Razina znanja i razumijevanja pojmova LCA metodologija po smјerovima studija stroјarstva**

Od ukupnog broja studenata koji su sudјelovali u istraživаnju, 45,2% (132) ih je na pitanje ‘Jeste li do sada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije na kojem ste se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja?’ odgovorilo sa Da, a 54,8% sa Ne (160).

Prosječna razina znanja studenata koji su imali kolegije na kojem ste se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja je 2,37, a onih koji nisu imali 2,12 što je u oba slučaja između ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’ i ‘znam ponešto’ [Slika 21].

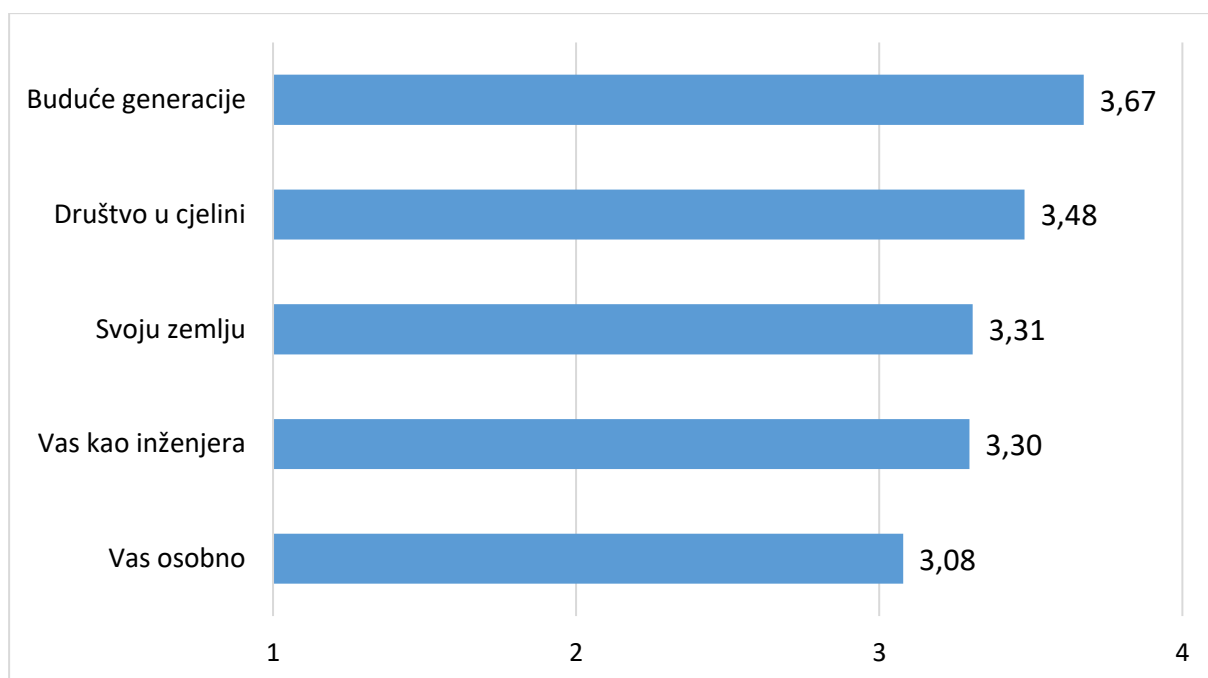




**Slika 21. Razina znanja i razumijevanja studenata koji su se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja i onih koji nisu po pojedinim temama (prosječna ocjena onih koji jesu=2,37, a onih koji nisu=2,12)**

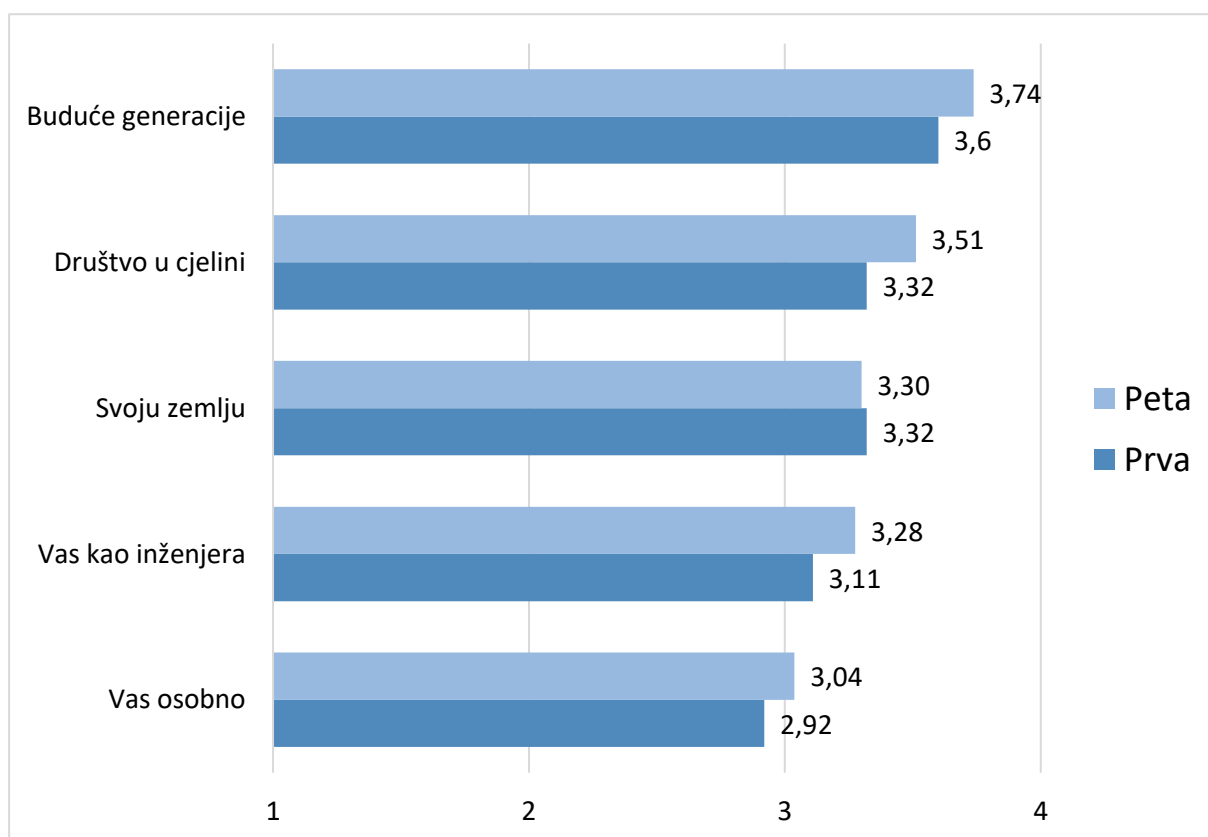
U 3. dijelu upitnika koji je imao je za cilj saznati jesu li studenti zainteresirani za održivi razvoj i koliko je on važan za njih osobno i profesionalno, većina studenata smatra da je on ili „važan” ili „vrlo važan”. Prosječna razina važnosti iznosi 3.37 [Slika 22].

Održivi razvoj najvažnijim smatraju za buduće generacije (3.67), a najmanje važnim za njih osobno (3,08).



**Slika 22.** Važnost održivog razvoja po percepciji studenata (prosječni rezultati za sve studente)

Od šest razina važnosti održivog razvoja za ispitanika postavljenih u upitniku, pet ih je u blagom porastu s obzirom na početak i kraj studija [Slika 23].



**Slika 23.** Važnost održivog razvoja po percepciji studenata na prvoj i petoj godini

## 4.2. Rezultati T-testa

### T-test 1

Na prvom T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između studenata koji su do sada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije koji su se dotakli te tematike i onih koji nisu.

Rezultati su sljedeći:

- 132 studenta je u dosadašnjem obrazovanju imalo kolegij koji se je dotakao tematike okoliša i održivog razvoja:

M (srednja vrijednost)=2,37

SD (standardna devijacija)=0,499

- 160 studenta u dosadašnjem obrazovanju nije imalo kolegij koji se je dotakao tematike okoliša i održivog razvoja:

M (srednja vrijednost)=2,12

SD (standardna devijacija)=0,454

Pri testiranju hipoteze o razlici aritmetičkih sredina dviju populacija postavlja se sljedeća nul-hipoteza:

$H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između studenata koji su do sada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije koji su se dotakli te tematike i onih koji nisu.

**Tablica 2. T-test (ispitanici koji imali kolegije koji su se dotakli tematike OR i oni koji nisu)**

Group Statistics					
		Jeste li do sada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije na kojem ste se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja?			
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prosječno znanje svakog ispitanika	Da	132	2,3720	,49919	,04345
	Ne	160	2,1260	,45486	,03596

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances			
		F	Sig.	t	df
Prosječno znanje svakog ispitanika	Equal variances assumed	,319	,572	4,402	290
	Equal variances not assumed			4,363	268,238

Iz Tablica 2 očitaju se vrijednosti potrebne za donošenje odluke:

$P < 0,01$  (razlika je statistički značajna)

Hipoteza  $H_0$  se odbacuje! Postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između studenata koji su dosada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije koji su se dotakli te tematike i onih koji nisu.

## T-test 2

Na drugom T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika istraživanja podijeljenih po spolu.

Rezultati su sljedeći:

- 204 ispitanika muškog spola sudjelovalo je u istraživanju.

M (srednja vrijednost)=2,21

SD (standardna devijacija)=0,465

- 88 ispitanika ženskog spola sudjelovalo je u istraživanju

M (srednja vrijednost)=2,30

SD (standardna devijacija)=0,540

Pri testiranju hipoteze o razlici aritmetičkih sredina dviju populacija postavlja se sljedeća nul-hipoteza:

$H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika različitih spolova.

**Tablica 3. T-test (ispitanici različitih spolova)**

Group Statistics					
	Spol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prosječno znanje svakog ispitanika	Muško	204	2,2102	,46579	,03261
	Žensko	88	2,2998	,54014	,05758

Independent Samples Test					
Levene's Test for Equality of Variances					
		F	Sig.	t	df
Prosječno znanje svakog ispitanika	Equal variances assumed	3,427	,065	-1,435	290
	Equal variances not assumed			-1,353	145,361

Iz Tablica 3 očitaju se vrijednosti potrebne za donošenje odluke:

$P > 0,05$  (razlika nije statistički značajna)

Hipoteza  $H_0$  se prihvaća! Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika različitih spolova.

### T-test 3

Na trećem T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika prve i završne (pete) godine studija.

Rezultati su sljedeći:

- 73 ispitanika prve godine studija sudjelovalo je u istraživanju.

M (srednja vrijednost)=2,11

SD (standardna devijacija)=0,449

- 80 ispitanika pete godine studija sudjelovalo je u istraživanju.

M (srednja vrijednost)=2,32

SD (standardna devijacija)=0,559

Pri testiranju hipoteze o razlici aritmetičkih sredina dviju populacija postavlja se sljedeća nul-hipoteza:

$H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.

**Tablica 4. T-test (ispitanici prve i završne godine studija)**

Group Statistics					
	Godina studija	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prosječno znanje svakog ispitanika	Prva	73	2,1100	,44924	,05258
	Peta	80	2,3210	,55941	,06254

Independent Samples Test					
Levene's Test for Equality of Variances					
		F	Sig.	t	df
Prosječno znanje svakog ispitanika	Equal variances assumed	2,422	,122	-2,557	151
	Equal variances not assumed			-2,582	148,655

Iz Tablica 4 očitaju se vrijednosti potrebne za donošenje odluke:

$P > 0,05$  (razlika nije statistički značajna)

Hipoteza  $H_0$  se prihvaća! Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.

Kako je deskriptivnom analizom uočena razlika u razini znanja između ispitanika prve i pete godine studija za temu Alata, tehnologije i pristupa, provest će se T-test za taj slučaj.

#### **T-test 4**

Na četvrtom T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u razini znanja i razumijevanja tematike Alata, tehnologije i pristupa ispitanika prve i završne (pete) godine studija.

Rezultati su sljedeći:

- 73 ispitanika prve godine studija sudjelovalo je u istraživanju.

M (srednja vrijednost)=1,87

SD (standardna devijacija)=0,550

- 80 ispitanika pete godine studija sudjelovalo je u istraživanju.

M (srednja vrijednost)=2,37

SD (standardna devijacija)=0,706

Pri testiranju hipoteze o razlici aritmetičkih sredina dviju populacija postavlja se sljedeća nul-hipoteza:

$H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike Alata, tehnologije i pristupa ispitanika prve i pete godine studija.

Tablica 5. T-test (ispitanici prve i završne godine studija na temi Alata)

Group Statistics					
	Godina studija	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prosječna razina znanja na temu 3. Alati, tehnologije i pristupi	Prva	73	1,8736	,55046	,06443
	Peta	80	2,3709	,70630	,07897

Independent Samples Test					
Levene's Test for Equality of Variances					
		F	Sig.	t	df
Prosječna razina znanja na temu 3. Alati, tehnologije i pristupi	Equal variances assumed	7,354	,007	-4,825	151
	Equal variances not assumed			-4,880	147,477

Iz Tablica 5 očitaju se vrijednosti potrebne za donošenje odluke:

$P > 0,05$  (razlika nije statistički značajna)

Hipoteza  $H_0$  se prihvaća! Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.

### T-test 5

Na petom T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja ispitanika prve godine između onih koji su u srednjoškolskom obrazovanju imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša i onih koji nisu.

Rezultati su sljedeći:

- 26 ispitanika prve godine studija imalo je obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša u srednjoj školi.

M (srednja vrijednost)=2,23

SD (standardna devijacija)=0,362

- 47 ispitanika prve godine studija nije imalo je obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša u srednjoj školi.

M (srednja vrijednost)=2,04

SD (standardna devijacija)=0,481

Pri testiranju hipoteze o razlici aritmetičkih sredina dviju populacija postavlja se sljedeća nul-hipoteza:

$H_0$ : Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja ispitanika prve godine između onih koji su u srednjoškolskom obrazovanju imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša i onih koji nisu.

**Tablica 6. T-test (ispitanici prve godine koji su imali i koji nisu imali OR u srednjoj školi)**

Group Statistics					
		Jeste li u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša?			
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prosječno znanje svakog ispitanika	Da	26	2,2319	,36235	,07106
	Ne	47	2,0426	,48113	,07018

Independent Samples Test					
		Levene's Test for Equality of Variances			
		F	Sig.	t	df
Prosječno znanje svakog ispitanika	Equal variances assumed	2,454	,122	1,749	71
	Equal variances not assumed			1,896	64,303

Iz Tablica 6 očitaju se vrijednosti potrebne za donošenje odluke:

$P > 0,05$  (razlika nije statistički značajna)

Hipoteza  $H_0$  se prihvaća! Ne postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja ispitanika prve godine između onih koji su u srednjoškolskom obrazovanju imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša i onih koji nisu.

### T-test 6

Na šestom T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.

Rezultati su sljedeći:

- 73 je ispitanika prve godine studija

M (srednja vrijednost)=3,25



SD (standardna devijacija)=0,610

- 80 je ispitanika pete godine studija.

M (srednja vrijednost)=3,37

SD (standardna devijacija)=0,637

Pri testiranju hipoteze o razlici aritmetičkih sredina dviju populacija postavlja se sljedeća nul-hipoteza:

$H_0$ : Ne postoji značajna razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.

**Tablica 7. T-test (važnost održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija)**

Group Statistics					
	Godina studija	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Percepcija važnosti studenta	Prva	73	3,2521	,61013	,07141
	Peta	80	3,3725	,63783	,07131

Independent Samples Test					
Levene's Test for Equality of Variances					
		F	Sig.	t	df
Percepcija važnosti studenta	Equal variances assumed	,106	,746	-1,191	151
	Equal variances not assumed			-1,193	150,656

Iz Tablica 7 očitaju se vrijednosti potrebne za donošenje odluke:

$P > 0,05$  (razlika nije statistički značajna)

Hipoteza  $H_0$  se prihvaća! Ne postoji značajna razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika prve i pete godine studija.

### T-test 7

Na sedmom T-testu potrebno je provjeriti postoji li razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika različitog spola.

Rezultati su sljedeći:

- 204 ispitanika muškog spola sudjelovalo je u istraživanju.

M (srednja vrijednost)=3,31

SD (standardna devijacija)=0,664

- 88 ispitanika ženskog spola sudjelovalo je u istraživanju

M (srednja vrijednost)=3,51

SD (standardna devijacija)=0,433

Pri testiranju hipoteze o razlici aritmetičkih sredina dviju populacija postavlja se sljedeća nul-hipoteza:

$H_0$ : Ne postoji značajna razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika različitog spola.

**Tablica 8. T-test (važnost održivog razvoja između ispitanika različitog spola)**

Group Statistics					
	Spol	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Percepcija važnosti studenta	Muško	204	3,3078	,66476	,04654
	Žensko	88	3,5068	,43306	,04616

Independent Samples Test					
Levene's Test for Equality of Variances					
		F	Sig.	t	df
Percepcija važnosti studenta	Equal variances assumed	6,953	,009	-2,580	290
	Equal variances not assumed			-3,035	245,185

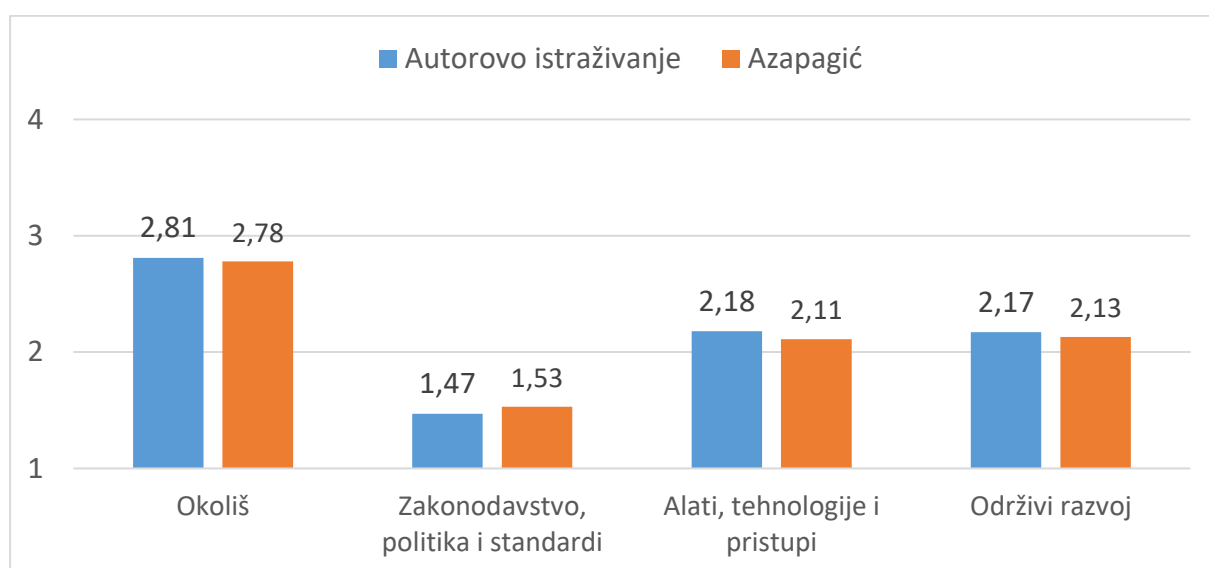
Iz Tablica 8 očitaju se vrijednosti potrebne za donošenje odluke:

$P > 0,05$  (razlika nije statistički značajna)

Hipoteza  $H_0$  se prihvaća! Ne postoji značajna razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika različitog spola.

## 5. RASPRAVA

Zbirni rezultati za sve teme u upitniku pokazali su da je znanje studenata Fakulteta strojarstva i brodogradnje o održivom razvoju malo iznad „čuli su, ali nisu mogli objasniti”, s ukupnim prosjekom od 2,16. Iako je ukupni prosjek ovog istraživanja malo niži od 2,23 Azapagić i sur., daljnja usporedba pokazala je da obje studije ilustriraju isti ukupnu razinu znanju i razumijevanju studenata. Kada su napravljene usporedbe tema za obje studije, ustanovljeno je da su prosjeci za sve četiri teme približno jednake onima koje su pronašli Azapagić i sur.[6]. Slika 24 prikazuje prosječne rezultate ovog istraživanja i prosječne rezultate Azapagić i sur.



**Slika 24. Usporedba autorovog istraživanja s Azapagić i sur.**

Rezultati ankete sugeriraju da studenti najviše poznaju pitanja okoliša, s prosječnom ocjenom 2,81. Najmanje su upoznati s ‘zakonima o zaštiti okoliša, politikom i standardima’, gdje je prosječna ocjena bila 1,47, što je između odgovora ‘nisam čuo/la’ i ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’ [Slika 8].

U teoretskom dijelu navodi se da studenti strojarstva teže povezivanju održivog razvoja s pitanjima zaštite okoliša. Dobiveni podaci predstavljaju dodatne dokaze koji podržavaju ovo stajalište.

Za 14 pojmova studenti su imali ocjenu ispod 2,0, što znači da „nisu čuli” ili da su „čuli, ali nisu mogli objasniti”. Ti pojmovi su:

- Rio deklaracija
- EU sustav upravljanja okolišem – EMAS

- Kyoto protokol
- Agenda 21
- Svjetska komisija za okoliš i razvoj – WCED
- Norma ISO 14001
- Međuvladino povjerenstvo o klimatskim promjenama (IPCC)
- Čista proizvodnja – CP
- Ekološki dizajn – DfE
- Eko označavanje
- Evaluacija ekoloških učinaka – EPE
- Načelo opreza
- Nosivost Zemlje
- Ekološki minimum
- Odgovor inženjerske zajednice na održivi razvoj

Kao što je prethodno navedeno, pitanja okoliša imala su najveću prosječnu ocjenu u ovom istraživanju (2,86). Studenti su procijenili svoje znanje vrlo visokom ocjenom brojnim pitanjima okoliša, kao što su ‘zagađenje zraka’ (3,08), ‘klimatske promjene’ (3,11) ili ‘globalno zatopljenje’ (3,16) [Slika 10]. Ostali pojmovi ove teme dobili su prosječnu ocjenu blizu 3. Međutim, relativno niske ocjene zabilježili su pojmovi ‘kruti otpad’ (2,49) i ‘dezertifikacija’ (2,10).

Zanimljivo je bilo primijetiti da je razina znanja o temama okoliša bila tek nešto viša kod studenata koji su u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša spram onih koji nisu imali [Slika 11]. Za očekivati bi bilo da će upravo ti studenti koji su se susreli u svome obrazovanju sa navedenim temama imati osjetno više znanja u odnosu na druge.

Promatrajući zakonodavstvo politiku i standarde održivog razvoja, utvrđeno je da svih šest pojma navedene teme imaju prosječnu ocjenu približno jednaku ukupnoj ocijeni teme (1,47). Sve ocjene nalaze se između razine ‘nisam čuo/la’ i ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’. Nakon vrlo visokih prosjeka o temama okoliša, znanje studenata o zakonodavstvu bilo je nisko. Štoviše, pojmovi kao što su ‘Rio deklaracija’ i ‘Norma ISO 14001’ imali su prosječne ocjene od 1,29 odnosno 1,39. Ukupna prosječna ocjena za varijablu ‘Norma ISO 14001’ iznosi 1,39 [Slika 13]. Na Slika 16 vidimo da su na studiju Strojtarstva jedino studenti smjera Inženjerstvo materijala donekle upoznati s promatranom varijablom (2,00), dok se za studente Konstrukcijskog smjera može reći da uopće nisu upoznati (1,14). Studenti ostalih smjerova imaju razinu znanja između ‘nisam čuo/la’ i ‘čuo/la, ali ne znam objasniti’, odnosno između jedan i dva. Smjerovi

Inženjersko modeliranje i računalne simulacije i Brodostrojarstvo su izostavljeni zbog premalog uzorka.

Pojam 'Rio deklaracija' u studiji Azapagić i sur. [6] među najboljem je ocijenjenim pojmovima u temi zakonodavstva, politike i standarda.

Što se tiče alata, tehnologije i pristupa, odgovori studenata pokazali su ukupnu prosječnu ocjenu od 2,18, što je približno jednako istraživanju Azapagić i sur. (2,11), ali značajno niže od Nicolaou i Conlon (2,67) [11]. Prosječnu ocjenu 3,06 zabilježio je pojam 'obnovljiva energija'. Znatno niža ocjena od ukupnog prosjeka bila je za pojam 'evaluacija ekoloških učinaka' (1.66). U 4. odjeljku istraživanja, studenti Fakulteta strojarstva i brodogradnje zamoljeni su da ocijene važnost održivog razvoja na osobnoj i profesionalnoj razini na skali od 1 do 4, pri čemu je 4 'vrlo važno'.

Unatoč relativno niskoj prosječnoj razini znanja i razumijevanja, čini se da većina studenata smatra da je on ili 'važan' ili 'vrlo važan' Ovi rezultati prikazani su na Slika 22. Ovo je važan nalaz jer ukazuje na to da bi se studenti mogli učinkovito uključiti u učenje o održivosti.

Još jedan zanimljiv nalaz istraživanja je da većina studenata smatra da je održivi razvoj važniji za buduće generacije nego za njih osobno (93,5% ispitanika ocjenjuje održivi razvoj kao vrlo važan za buduće generacije).

To bi se, naravno, moglo tumačiti na različite načine. Jedan način tumačenja je da vjeruju da tijekom života okoliš ipak neće biti toliko degradiran da bi utjecao na njihovu egzistenciju, već da će sljedeće i buduće generacije biti jako pogođene. Ovo objašnjenje daje korisnu naznaku kako učinkovitije angažirati studente u ovom predmetu: ako mogu razumjeti i predvidjeti prednosti za buduće generacije onoga što rade danas, možda će biti moguće potaknuti njihov interes za učenje o održivosti tijekom studiranja.

S obzirom na utjecaj različitih varijabli na razinu znanja i razumijevanja održivog razvoja (1. dio upitnika), rezultati istraživanja pokazuju da ni spol ni razina studija nemaju utjecaja. Prosječna razlika između znanja studenata i studentica za sve teme iznosila je samo 4,7%, dok je razlika između 1. i 5. godine bila 10%. Slično, uočene su male razlike između različitih smjerova obuhvaćenih ovim istraživanjem. Stoga, može se zaključiti da trenutno ne postoji razlika u razini znanja o održivom razvoju između studenata i studentica različitih godina studija i različitih smjerova.

Rezultati istraživanja sugeriraju da postoje relativno velike praznine u znanju. Ovi nalazi nisu iznenađujući, posebice jer analiza 4. dijela upitnika pokazuje da je većina učenika nije imala

određeno obrazovanje o okolišu/održivosti u školi (69,9%) i na sveučilištu (54,8%). Međutim, nalaz da nema razlike u razini znanja između prvih i završnih godina studija također je zabrinjavajući jer sugerira da se teme o okolišu i/ili održivosti ne podučavaju na odgovarajući način na inženjerskim programima. Ovi nalazi sugeriraju da je potrebno mnogo više raditi na obrazovanju učenika na ovom području.

Kako je već navedeno, 132 ispitanika se je izjasnilo da su do sada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije na kojem ste se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja. Njih 119 je napisalo o kojem se kolegiju radi. 27 različitih kolegija se spominje u odgovorima. Kolegiji koji se najviše puta pojavljuju su redom:

- Sociologija (13)
- Ekološka zaštita (9)
- Razvoj proizvoda (7)
- Osnove energetike (6)
- Upravljanje znanjem i promjenama (5)
- Recikliranje materijala (5)

Testovi značajnosti provedeni su korištenjem T-testa značajnosti u programu SPSS 18. Provedeno je sedam T-testova pri čemu su se testirale hipoteze o razlici aritmetičkih sredina razine znanja i razumijevanja te percepciji važnosti za ispitanika podijeljenih u dvije populacije:

- populacija svih ispitanika podijeljenih po spolu
- populacija ispitanika podijeljenih po godini studija (prva i završna godina)
- populacija svih ispitanika podijeljenih po tome jesu li u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša
- populacija svih ispitanika podijeljenih po tome jesu li imali kolegije koji su se dotakli okoliša i održivog razvoja
- populacija ispitanika prve i završne godine studija na temu alata, tehnologije i pristupa
- populacija svih ispitanika podijeljenih po spolu (postoji li razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika različitog spola)
- populacija svih ispitanika podijeljenih po godini studija (postoji li razlika u percepciji važnost održivog razvoja između ispitanika prve i završne godine studija).

Kod 6 ključnih varijabli nije postojao utjecaj na podatke ankete, odnosno nije postojala značajna razlika među ispitanicima podijeljenima u dvije grupe.

Samo kod populacije svih ispitanika podijeljenih po tome jesu li imali kolegije koji su se dotakli okoliša i održivog razvoja postoji značajna razlika u razini znanja i razumijevanja tematike okoliša i održivog razvoja. To nam govori da bez obzira na relativno nisko znanje studenata, oni studenti koji su se susreli s temom održivog razvoja dobili su neko znanje i razumijevanje o toj temi.

## 6. ZAKLJUČAK

Iz teoretskog dijela može se zaključiti da je održivi razvoj poziv da promijenimo svoje postupke i učinimo stvari drugačije, jer ne postoji alternativa održivom razvoju. Temeljno načelo održivog razvoja je poboljšati dobrobit ljudi i ta poboljšanja održati s vremenom. To se može postići smanjenjem prekomjerne razine proizvodnje i potrošnje, učinkovitijom upotrebom resursa i rješavanjem izazova iskorjenjivanja siromaštva kroz radnje koje se bave uzrocima siromaštva i osiguravaju da se raspoloživi resursi koriste u korist svijeta. Zbog svega navedenog od inženjera se traži da imaju vodeću ulogu u održivom razvoju. Da bi se to dogodilo, inženjeri moraju usvojiti potpuno drugačiji stav prema prirodnim i kulturnim znanostima, a u tome im moraju pomoći obrazovne institucije koje bi trebale posvetiti veću pažnju tome. U radu su između ostalog prikazana i dva svijetla primjera iz Hrvatske. Jedan primjer je sa visokoškolske ustanove koja provodi preddiplomski studijski program Održivog razvoja. Brzina zaposlenja studenata nakon završetka studija govori da je i gospodarski sektor dobrim dijelom zainteresiran za takvu vrstu stručnjaka. Drugi primjer je iz osnovnog i srednjoškolskog obrazovanja. Naime, Ministarstvo znanosti i obrazovanja je 2019. godine pokrenulo eksperimentalni program pod nazivom „Škola za život“. U okviru tog projekta doneseno je sedam međupredmetnih tema, a jedna od tih tema je i održivi razvoj.

Kroz stvarni primjer iz prošlosti, otoka Rapa Nui u Tihom oceanu, prikazana je važnost održivog razvoja. Intenzivno iskorištavanje prirodnih resursa s jedne, te nekontrolirano povećanje stanovništva s druge strane, dovelo je do nesklada između prirodnih izvora i stanovništva koje živi na otoku.

Kako je i danas porast broja stanovnika u uzlaznoj putanji, taj trend rasta stvara veliki pritisak na okoliš. Činjenica da se danas o problemima okoliša jako puno govori, a početkom 20. st ne, samo potvrđuje prethodnu tvrdnju.

O održivom razvoju napisano je mnogo definicija koje se mogu tumačiti na različite načine ovisno o perspektivi. Ipak, svakoj definiciji zajednički termin je ravnoteža koji upućuje na “zadovoljavanje potreba sadašnje generacije, bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe”. Termin održivog razvoja ušao je u opću terminologiju 80-tih godina 20. st., a definitivno je prihvaćen na konferenciji u Rio de Janeiru 1992. Na konferenciji su predstavnici gotovo 180 zemalja podržali Rio deklaraciju o okolišu i razvoju koji postavlja 27 načela koja podržavaju održivi razvoj. Složili su se i s globalnim akcijskim planom, Agendom 21, osmišljenim da pruži održiviji obrazac razvoja. U radu su spomenuti niz brojnih



međunarodnih konferencija o održivom razvoju na kojima su doneseni značajni dokumenti koji su doprinijeli razvoju svijesti o stanju i zaštiti okoliša na globalnoj razini.

Održivi razvoj temelji se na razumijevanju njegove tri temeljne sastavnice: društva, okoliša i gospodarstva koje se još i nazivaju tri stupa održivosti.

Današnji tehnološki napredak igra ključnu ulogu u postizanju održivog razvoja. On pruža mogućnost usklađivanja gospodarskog razvoja i napretka s poboljšanjem okoliša te tako otvara nove mogućnosti za smanjenje utjecaja na okoliš, poboljšanje zdravlja, proširenje znanja i osiguravanje bolje kvalitete života. Kao što je u teoretskom dijelu navedeno, procjena životnog ciklusa (LCA) jedna je od metoda koja nam u tome mogu pomoći. Ona se koristi u raznim aplikacijama u industriji, istraživanju i javnoj politici. Neki od alata koji se zasnivaju na toj metodologiji prikazanih u radu su: Čista proizvodnja (CP), Provjera životnog ciklusa (LCS), Troškovi životnog ciklusa (LCC), Ekološki dizajn (DfE), Sustav upravljanja okolišem (EMS) i drugi. Još jedan alat koji služi kao pokazatelj održivog razvoja je i ekološki otisak (Ecological Footprint). Autor Šimleša D. u svojoj knjizi ekološki otisak opisuje kao „alat kojim mjerimo količinu tla i vode potrebnih da podrže materijalni standard određene populacije uz korištenje prevladavajuće tehnologije“.

Empirijski dio ovog rada obrađuje pitanje održivog razvoja u inženjerskom obrazovanju kroz provedeno istraživanje. S obzirom na prethodno navedene ciljeve istraživanja rezultati su dobiveni provođenjem ankete na Fakultetu strojarstva i brodogradnje o nekoliko aspekata teme održivog razvoja.

Zbirni rezultati za sve teme u anketi pokazali su da znanje studenata Fakulteta strojarstva i brodogradnje o održivom razvoju prosječno iznosi 2,16 (od maksimalnih 4). Iako je ukupni prosjek ovog istraživanja niži od onog kojeg su proveli Azapagić i sur., daljnja usporedba pokazala je da obje studije ilustriraju istu ukupnu razinu znanja i razumijevanja studenata. Anketa provedena nad studentima FSB-a sugerira da, općenito, razina znanja i razumijevanja održivog razvoja nije zadovoljavajuća, te da je potrebno puno više rada u obrazovanju budućih inženjera u ovom području. Iako znanje nije zadovoljavajuće, provedbom testa značajnosti uočeno je da postoji značajna razlika u razini znanja studenata prve i završne godine studija, što sugerira da ono što se radi po pitanju obrazovanja za održivi razvoja jest dobro, ali nedovoljno.

Među studentima prve godine, koji su u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša nije uočena značajna razlika spram onih koji nisu imali. To nam sugerira da se u srednjoj školi ne radi dovoljno po pitanju okoliša i održivog razvoja.

Dok se u prosjeku čini da su studenti relativno dobro upućeni u pitanja okoliša, očito je da postoje značajne praznine u znanju s obzirom na druge dvije (društvene i ekonomske) komponente održivog razvoja. Najveće poboljšanje znanja potrebno je u području okolišnog zakonodavstva, politike i standarda, budući da se čini da studenti nisu upoznati ni s jednim od pitanja pod ovim općim naslovom.

Ohrabrujući nalaz ove ankete je da svi ispitani studenti strojarstva smatraju da je održivi razvoj važan za njih osobno, a još važniji za njih kao inženjere. Stoga ih ne bi trebalo biti teško zaokupiti podučavanjem održivog razvoja kako bi on bio što relevantniji za inženjerstvo. Buduća istraživanja trebala bi biti usmjerena na to kako najbolje integrirati održivi razvoj u kolegije visokog obrazovanja.

„Ako inženjeri žele istinski pridonijeti održivom razvoju, održivost mora postati dio njihove paradigme i utjecati na svakodnevno razmišljanje. To se, s druge strane, može postići samo ako održivi razvoj postane sastavni dio programa inženjerskog obrazovanja, a ne puki 'dodatak' dijelovima kurikuluma“ [17].

**LITERATURA**

- [1] Herceg N. Okoliš i održivi razvoj. Zagreb: Synopsis; 2013.
- [2] Azapagic A. Perdan S. Sustainable Development in Practice: Case Studies for Engineers and Scientists. 2nd ed. John Wiley & Sons; 2011.
- [3] Fet M. Environmental management tools and their application. Available from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.605.5478&rep=rep1&type=pdf>
- [4] Vrbičić A. Odgoj i obrazovanje za održivi razvoj. Rijeka; Filozofski fakultet
- [5] Kurikulum međupredmetne teme Održivi razvoj, Ministarstvo znanosti i obrazovanja: 2019.
- [6] Azapagic A. Perdan S. Shallcross D. How much do engineering students know about sustainable development? The findings of an international survey and possible implications for the engineering curriculum. European Journal of Engineering Education. March 2005.
- [7] Mulder K. Sustainable Development for Engineers. Abingdon: Routledge; 2017.
- [8] Muligan C. Sustainable Engineering: Principles and Implementation. Boca Raton: CRS press; 2019.
- [9] Šimleša. D Ekološki otisak. Zagreb: Tim press; 2010.
- [10] Ewing B., S. Goldfinger, A. Oursler, A. Reed, D. Moore, and M. Wackernagel. Oakland: Global Footprint Network; 2009.
- [11] Nicolaou I. Conlon E. What do final year engineering students know about sustainable development? European Journal of Engineering Education. 2012.
- [12] Carew AL. Mitchell CA Characterizing undergraduate engineering students' understanding of sustainability. European Journal of Engineering Education. 2013.
- [13] Segalàs J. Ferrer-Balas D. Mulder K.F. Introducing Sustainable Development in Engineering Education: Competences, Pedagogy and Curriculum. UNESCO Chair of Sustainability.
- [14] Edgar D. Donald J. Miller D. University of Arkansas Students' Perceptions, Interests, and Behaviors Related to Sustainability; 2015.
- [15] Rončević N. Sveučilište i obrazovanje za održivi razvoj: analiza pretpostavki uspješne implementacije u temeljne akademske djelatnosti [doktorska disertacija]. Rijeka Filozofski fakultet; 2011.
- [16] Agenda 21; <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- [17] Sterling, S. Higher education, sustainability, and the role of systemic learning; 2005

## **PRILOZI**

### I. Anketa

# Održivi razvoj u inženjerskom obrazovanju – stavovi i znanja studenata

Poštovane kolegice i poštovani kolege,  
u sklopu izrade diplomskog rada na FSB-u provodim istraživanje o znanjima i stavovima studenata našeg fakulteta o nekoliko aspekata teme održivog razvoja.

Pred vama se nalazi upitnik kojemu je cilj:

- procijeniti razinu znanja i razumijevanja studenata o održivom razvoju;
- utvrditi njihovu eventualnu povezanost s vašim odabranim smjerovima i razinom studija;
- utvrditi jesu li studenti zainteresirani za održivi razvoj i smatraju li ga relevantnim za inženjersku profesiju.

Sudjelovanje u istraživanju u potpunosti je dobrovoljno i anonimno. Podaci koje prikupimo analizirat će se zbirno te se ni na koji način neće moći konstruirati identitet pojedine osobe koja je sudjelovala u istraživanju.

Vaši odgovori će poslužiti isključivo u svrhu ovog istraživanja, tj. pisanja diplomskoga rada. U bilo kojem trenutku, imate pravo odustati od ispunjavanja upitnika. Stoga vas molim da na sljedeća pitanja odgovarate iskreno i pažljivo.

Unaprijed Vam zahvaljujem na vašem vremenu za ispunjavanje upitnika!

Srdačan pozdrav i puno hvala!

Josip Filić

---

**\*Obavezno**

## Opći podaci i podaci o studiranju.

### 1. Spol: \*

*Označite samo jedan oval.*

Muško

Žensko

### 2. Vrsta studija na kojem se obrazujete: \*

*Označite samo jedan oval.*

Strojarsstvo

Brodogradnja

Zrakoplovstvo

3. Godina studija: \*

*Označite samo jedan oval.*

1

2

3

4

5

4. Na kojem ste smjeru? (Samo za studente viših godina studija strojarstva)

*Označite samo jedan oval.*

Konstrukcijski

Procesno-energetski

Proizvodno inženjerstvo

Inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Industrijsko inženjerstvo i menadžment

Inženjerstvo materijala

Autonomni sustavi i računalna inteligencija (Računalno inženjerstvo)

Mehatronika i robotika

Brodostrojarstvo

**Kako ocjenjujete svoje znanje o sljedećoj temi:**

Na skali od 1 do 4 procijenite svoje znanje o danim pojmovima:

1 - nisam čuo/la

2 - čuo/la, ali ne znam objasniti

3 - znam ponešto

4 - znam puno.

## 5. 1. Okoliš \*

Označite samo jedan oval po retku.

	1	2	3	4
Kisele kiše	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zagađenje zraka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bioraznolikost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Klimatske promjene	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Krčenje šuma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Iscrpljivanje prirodnih resursa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dezertifikacija	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ekosustavi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Globalno zatopljenje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oštećenje ozonskog omotača	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kruti otpad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zagađenje vode	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Kako ocjenjujete svoje znanje o sljedećoj temi:

Na skali od 1 do 4 procijenite svoje znanje o danim pojmovima:

1 - nisam čuo/la

2 - čuo/la, ali ne znam objasniti

3 - znam ponešto

4 - znam puno.

6. 2. Zakonodavstvo, politika i standardi \*

Označite samo jedan oval po retku.

	1	2	3	4
Rio deklaracija	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EU sustav upravljanja okolišem - EMAS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kyoto protokol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agenda 21	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Svjetska komisija za okoliš i razvoj - WCED	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Norma ISO 14001	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Međuvladino povjerenstvo o klimatskim promjenama (IPCC)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Kako ocjenjujete svoje znanje o sljedećoj temi:**

Na skali od 1 do 4 procijenite svoje znanje o danim pojmovima:

1 - nisam čuo/la

2 - čuo/la, ali ne znam objasniti

3 - znam ponešto

4 - znam puno.



## 7. 3. Alati, tehnologije i pristupi \*

Označite samo jedan oval po retku.

	1	2	3	4
Čista proizvodnja - CP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ekološki dizajn - DfE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procjena životnog ciklusa - LCA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eko označavanje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Obnovljiva energija	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ekološki otisak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Životni ciklus proizvoda - PLC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evaluacija ekoloških učinaka - EPE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minimiziranje otpada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analiza materijala, energije i toksičnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Upravljanje proizvodom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Troškovi životnog ciklusa - LCC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Kako ocjenjujete svoje znanje o sljedećoj temi:

Na skali od 1 do 4 procijenite svoje znanje o danim pojmovima:

1 - nisam čuo/la

2 - čuo/la, ali ne znam objasniti

3 - znam ponešto

4 - znam puno.

## 8. 4. Održivi razvoj \*

Označite samo jedan oval po retku.

	1	2	3	4
Definicija i pojam održivog razvoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Komponente održivog razvoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pristupi održivom razvoju	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Načelo opreza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rast populacije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Povezanost siromaštva, stanovništva, potrošnje i degradacije okoliša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tehnološki rizik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nosivost Zemlje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ekološki minimum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Odgovor inženjerske zajednice na održivi razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Radnje koje poduzeća i inženjeri mogu poduzeti radi promicanja održivog razvoja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opterećenje okoliša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Kako biste ocijenili važnost održivog razvoja?

Na skali od 1 do 4 ocijenite važnost održivog razvoja:

- 1 - nije važno
- 2 - moguće važno
- 3 - važno
- 4 - vrlo važno.

9. Važnost održivog razvoja za: \*

*Označite samo jedan oval po retku.*

	1	2	3	4
Vas osobno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vas kao inženjera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Svoju zemlju	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Društvo u cjelini	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Buduće generacije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Jeste li u srednjoj školi imali obrazovanje o održivom razvoju i zaštiti okoliša? \*

*Označite samo jedan oval.*

Da

Ne

11. Jeste li do sada u sveučilišnom obrazovanju imali kolegije na kojem ste se dotakli tematike okoliša ili održivog razvoja? \*

*Označite samo jedan oval.*

Da

Ne

12. Ako vaš je odgovor na prethodno pitanje potvrđan, molim vas napišite o kojim se kolegijima radi:

---

Hvala na sudjelovanju!