

Elvira Vidović

ISSN 0350-350X

GOMABN 51, 4, 341-355

Izlaganje sa skupa / Conference paper

NOVA STRATEGIJA ODRŽIVE BIOEKONOMIJE ZA EUROPU

Sažetak

Bioekonomija dolazi kao rezultat višegodišnjeg razvoja koncepta održivog i na znanju utemeljenog napretka. S jedne strane, prema njoj su vodili odgovorno promišljanje o proizvodnji i zaštiti okoliša, a s druge strane, nepovratno crpljenje prirodnih, naročito fosilnih resursa uz istovremeni eksponencijalni rast svjetskog stanovništva. Zemlje Europske unije na taj način potvrđuju visoku svijest u promišljanju problema koji se javljaju u suvremenom svijetu, što je iskazano i suglasnošću koja je postignuta između sudionika iz različitih sektora, javnog, privatnog i nevladinih organizacija. Težište strategije bioekonomije stavljeno je na istraživanja, inovacije, obuku širokog spektra zainteresiranih za bioekonomiju, zatim na razvoj tržišta i konkurentnosti, kao i na pojačan angažman svih zainteresiranih i snažniju koordinaciju u provedbi zacrtanih ciljeva.

Danas je Europa predvodnik na svjetskoj razini na brojnim poljima bioznanosti, međutim, kako SAD, Kanada, Japan, Indija i Kina ubrzano razvijaju industrijske biotehnologije, ulaganje u istraživanje i inovacije, prilagodba obrazovanja i obuka radne snage prema suvremenim potrebama, temeljni su preduvjeti za zadržavanje prednosti u ovom području. Budući da će Europa tijekom idućih desetljeća biti suočena s nestajanjem prirodnih resursa, učincima klimatskih promjena i potrebom osiguravanja održive i sigurne opskrbe hranom i energijom, cilj kojemu se teži je objedinjavanje, a gdje je moguće i zamjena procesa na temelju fosilnih sirovina s onima na biosnovama. U tom novom pristupu vrlo često se javlja pojam biorafinerija, čiji je koncept, zapravo, analogan onome petrokemijskih rafinerijskih procesa, u kojima se proizvodi široka paleta proizvoda i goriva iz fosilnih izvora. Važno je i načelo kaskadne uporabe koja se temelji na jednokratnoj ili višekratnoj uporabi materijala nakon koje slijedi korištenje za dobivanje energije izgaranjem na kraju životnog ciklusa, uzimajući u obzir ublažavanje emisija stakleničkih plinova (GHG). Nusproizvodi i otpad iz jednog proizvodnog procesa koriste se kao ulazni tok u drugim proizvodnim procesima ili za dobivanje energije. Na taj način, biorafinerije mogu doprinijeti načelima "društva bez otpada", proizvodnjom različitih proizvoda i goriva na biosnovi. Današnja (petro)kemijska industrija, nakon pedesetak godina pretežitog oslanjanja na naftu kao polaznu sirovinu, ulazi u novo razdoblje.

Ključne riječi: održivost, bioekonomija, inovacije, biorafinerija, biogoriva

NEW STRATEGY FOR SUSTAINABLE BIOECONOMY IN EUROPE

Abstract

The European Commission has adopted a strategy to shift the European economy towards greater and more sustainable use of renewable resources, in February 2012. With the world population approaching 9 billion by 2050 and natural resources finite, Europe needs renewable biological resources for secure and healthy food and feed, as well as for materials, energy and other products. The Commission's strategy and action plan, "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe", outlines a coherent, cross-sectoral and inter-disciplinary approach to the issue. The goal is a more innovative and low-emissions economy, reconciling demands for sustainable agriculture and fisheries, food security, and the sustainable use of renewable biological resources for industrial purposes, while ensuring biodiversity and environmental protection. The plan therefore focuses on three key aspects: developing new technologies and processes for the bioeconomy; developing markets and competitiveness in bioeconomy sectors; and pushing policymakers and stakeholders to work more closely together. "Europe needs to make the transition to a post-petroleum economy. Greater use of renewable resources is no longer just an option, it is a necessity. We must drive the transition from a fossil-based to a bio-based society with research and innovation as the motor. This is good for our environment, our food and energy security, and for Europe's competitiveness for the future," said Commissioner for Research, Innovation and Science Máire Geoghegan-Quinn.

The term "Bioeconomy" means an economy using biological resources from the land and sea, as well as waste, as inputs to food and feed, industrial and energy production. It also covers the use of bio-based processes for sustainable industries. Bio-waste for example has considerable potential as an alternative to chemical fertilizers or for conversion into bio-energy, and can meet 2 % of the EU renewable energy target. The EU bioeconomy already has a turnover of nearly € 2 trillion and employs more than 22 million people, 9 % of total employment in the EU. It includes agriculture, forestry, fisheries, food and pulp and paper production, as well as parts of chemical, biotechnological and energy industries. Each euro invested in EU-funded bioeconomy research and innovation is estimated to trigger € 10 of value added in bioeconomy sectors by 2025. The Strategy has three main pillars:

1) Investment in research, innovation and skills for the bioeconomy. This should include EU funding, national funding, private investment and enhancing synergies with other policy initiatives.

2) Development of markets and competitiveness in bioeconomy sectors by a sustainable intensification of primary production, conversion of waste streams into value-added products, as well as mutual learning mechanisms for improved production and resource efficiency.

As an example, food waste costs the European taxpayer between € 55 and € 90 per tonne to dispose of, and produces 170 million tonnes of CO₂. This waste could be transformed into bio-energy or other bio-based products, creating jobs and growth.

3) Reinforced policy coordination and stakeholder engagement, through the creation of a Bioeconomy Panel, a Bioeconomy Observatory and regular Stakeholder Conferences.

The strategy seeks synergies and complementarities with other policy areas, instruments and funding sources which share and address the same objectives, such as the Cohesion Funds, the Common Agricultural and Fisheries Policies (CAP and CFP), the Integrated Maritime Policy, environmental, industrial, employment, energy and health policies. With Research and Innovation at the heart of the Strategy, it will first be presented to EU Member States at the Competitiveness Council on 21 February 2012. EU Member States including Denmark, Finland, Germany, Ireland and the Netherlands already have Bioeconomy Strategies in place. On the international stage, Canada, China, South Africa and the US either have or are planning their own ambitious strategies. The Commission's proposal is one of the operational proposals under the Innovation Union and Resource – efficient Europe flagships of the EU 2020 strategy. The need to increase public funding for bioeconomy research and innovation has been recognised under the Commission's future research programme Horizon 2020: € 4.7 billion has been proposed for the Challenge "Food security, sustainable agriculture, marine and maritime research, and the bioeconomy", with complementary funding in other areas of Horizon 2020.

Key words: sustainability, bioeconomy, innovation, biorefinery, biofuels

U Bruxellesu, 13. veljače 2012. godine Europska komisija je usvojila strategiju o usmjeravanju europske ekonomije prema većem korištenju obnovljivih i održivih izvora [1,2]. Uz predviđanja da će svjetska populacija doseći 9 milijardi 2050. godine, a budući da su prirodni izvori ograničeni, Europa treba obnovljive biološke izvore zdrave i sigurne hrane, sirovina, energije. Komisijina strategija i akcijski plan pod naslovom "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe" („Inovativnost za održivi rast: bioekonomija za Europu“) daju opći prikaz usklađenog, međusektorskog i interdisciplinarnog pristupa u rješavanju problema. Cilj je inovativnija ekonomija i proizvodnja uz smanjene štetne emisije, koja bi pomirila potrebe za održivim razvojem poljoprivrede i ribarstva, sigurnom hranom i održivom uporabom obnovljivih bioloških sirovina za industrijske svrhe, uz očuvanje biološke raznolikosti i zaštitu okoliša. Tri su glavna aspekta: razvoj novih tehnologija i procesa za bioekonomiju, razvoj tržišta i sustava natjecanja u sektoru bioekonomije, prisiljavanje političara i sudionika da više surađuju. Veća primjena obnovljivih izvora više nije samo jedna od opcija, već je nužnost. Europa se mora transformirati iz društva na temelju fosilnih sirovina u društvo na bio-temeljima, pri čemu će pogonska sila tog procesa biti istraživanje i inovacije. Važan je to proces za okoliš, sigurnost hrane i energije, kao i za cjelokupnu konkurentnost Europe u budućnosti.

Bioekonomija (BE) označava ekonomiju koja koristi biološke sirovine iz tla i mora, otpad, kao ulazne sirovine za proizvodnju krmiva i hrane, industriju i proizvodnju energije. Tako, npr. biootpad ima značajan potencijal kao zamjena za kemijska gnojiva ili ga se može koristiti za proizvodnju bioenergije, uz udio od 2 % u ostvarivanju ciljeva dobivanja energije iz obnovljivih izvora. Nadalje, procjenjuje se da će svaki euro uloženi u istraživanje i inovacije u sektoru europske bioekonomije, donositi 10 € dodane vrijednosti do 2025.

Strategija se temelji na tri glavna stupa:

1. Ulaganje u istraživanje, inovacije i obuku za bioekonomiju. Ovo uključuje EU fondove, nacionalne fondove, privatna ulaganja i unapređivanje sinergije s drugim inicijativama.
2. Razvoj tržišta i konkurentnosti u sektoru bioekonomije uz održivo povećavanje primarne proizvodnje, pretvorba otpadnih tokova (produkata) u proizvode dodane vrijednosti, kao i istovremeno učenje o mehanizmima poboljšane proizvodnje i učinkovitijem korištenju sirovina. Kao primjer, troškovi vezani za otpadnu hranu koštaju porezne obveznike u Europi između 55 i 90 eura po toni otpada, a na taj način se stvara 170 milijuna tona CO₂. Ovaj se otpad može prevesti u bioenergiju ili druge proizvode na biosnovi, stvarajući istovremeno radna mjesta i gospodarski rast.
3. Osnajivanje strategije koordinacije i zalaganja zainteresiranih sudionika organiziranjem panela o bioekonomiji, praćenjem bioekonomije i organiziranjem konferencija zainteresiranih sudionika.

Strategija traži sinergije i komplementarnosti s politikama povezanim s različitim područjima, instrumente i izvore financiranja koji su okrenuti ka istim ciljevima, poput kohezijskih fondova, zajedničke poljoprivredne i ribarske strategije, integrirane pomorske strategije, zaštite okoliša, industrije, zapošljavanja, strategije za energetiku i zdravstvo. Neke države članice EU, Danska, Finska, Njemačka, Irska i Nizozemska, već imaju strategije bioekonomije. Na međunarodnoj sceni, Kanada, Kina, Južna Afrika i SAD ili imaju ili planiraju svoje ambiciozne strategije. Komisijin prijedlog jedan je od operativnih prijedloga pod okriljem „Zajednica inovacija“ [3] i „Europa učinkovita spram sirovina“ [4] unutar strategije EU 2020. Potreba za povećanjem javnog financiranja u istraživanjima i inovacijama bioekonomije definirana je u Komisijinom istraživačkom programu Horizont 2020: 4,7 milijardi € predloženo je za "Food security, sustainable agriculture, marine and maritime research, and the bioeconomy" uz komplementarne fondove za druga područja u okviru Horizonta 2020. Objavljen je stoga Dokument (u originalu *Communication*) u kojem je predstavljena strategija bioekonomije (SBE) i akcijski plan (AP) s ciljem naglašavanja važnosti BE za Europu u definiranju najvažnijih društvenotvornih (societal) i ekonomskih izazova, kao i kreiranje pogodnijeg okruženja za njeno ostvarivanje [5]. Nadalje, zadatak popratnog SWD dokumenta (*Staff Working Document*) pružanje je potrebnih informacija i popratnih činjenica kao i konkretnih primjera koji ukazuju na presudnu važnost SBE u prevladavanju društvenotvornih i ekonomskih izazova u Europi.

Bioekonomija obuhvaća proizvodnju obnovljivih bioloških resursa i njihovu pretvorbu u hranu, bioproizvode (tj. proizvode biološke osnove) i bioenergiju. To uključuje poljoprivredu, šumarstvo, ribarstvo, proizvodnju hrane, papira, kao i dijelove kemijske, biotehnološke industrije i energije. U tablici 1 prikazana je zastupljenost pojedine djelatnosti prema prometu, i broju zaposlenih. Prema dostupnim podacima radi se o prometu od preko 2000 milijardi € i 22 milijuna zaposlenih, što iznosi oko 9% zaposlenih u EU.

Tablica 1: Zastupljenost pojedine djelatnosti prema prometu i broju zaposlenih, kao i ukupni iznosi.

Sektor	Godišnji promet (milijarda €)	Broj zaposlenih (tisuća)	Izvor podataka
Hrana	965	4400	CIAA
Poljoprivreda	381	12000	COPA-COGECA, Eurostat
Industrija celuloze i papira	375	1800	CEPI
Drvena i šumarska industrija	269	3000	CEI-BOIS
Ribarstvo i akvakultura	32	500	EC***
Industrija na bioosnovama			
<i>Biokemikalije i plastika</i>	50 (procjena*)	150 (procjena *)	USDA, Arthur D Little, Festel, McKinsey, CEFIC
<i>Enzimi</i>	0.8 (procjena*)	5 (procjena *)	Amfep, Novozymes, Danisco/Genencor, DSM
<i>Biogoriva</i>	6**	150	EBB, eBio
Ukupno	2078	22005	

*Procjena za Europu 2009; ** Procjena na temelju proizvodnje 2,2 milijuna tona bioetanola i 7,7 milijuna tona biodizela uz prosječnu tržišnu cijenu u Europi; ***EC, Facts and figures on the CFP, Basic Statistics Data, ISSN 1830-9119, 2010 Edition

Pripreme i tijek nastajanja strategije bioekonomije

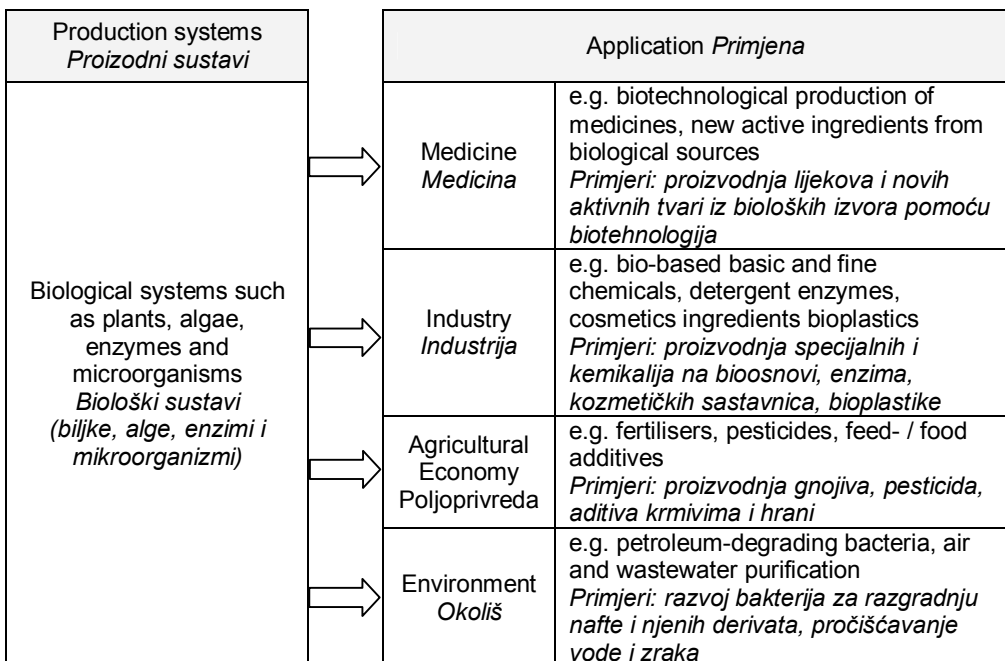
Ideja o objedinjenom razmatranju različitih (ekonomskih) sektora u kojima se proizvode, prerađuju i višekratno koriste obnovljive biološke sirovine prisutna je u Europi već duži niz godina. Tijekom britanskog predsjedanja 2005. g. organizirana je konferencija o bioekonomiji utemeljenoj na znanju pod naslovom „Transforming life sciences knowledge into new, sustainable, eco-efficient and competitive products“. Tijekom njemačkog predsjedanja podržana je ova inicijativa te je 2007. godine u Kölnu organizirana konferencija pod naslovom „En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy“, 2010. godine je pod belgijskim predsjedanjem organizirana konferencija pod naslovom „The knowledge based bio-economy towards 2020“.

Nadalje, 2011. g. provedena je javna anketa pod naslovom „Bio-based economy for Europe: state of play and future potential“ među sudionicima i u civilnom sektoru kako bi se dobio uvid o korisnosti, rizicima i opasnostima, te mogućnostima BE danas i sutra. Bili su zastupljeni privatni, akademski, javni sektor i nevladine organizacije (NVO). Uglavnom je prevladavao optimizam glede mogućnosti koje nudi BE, pri čemu je kao najveća dobrobit, ostvariva već vrlo brzo, istaknuto smanjivanje otpada i zagađenja, organiziranje nadzornih službi i/ili prijenos znanja farmerima, te povećano iskorištenje biootpada i drugih vrsta otpada. Zanimljivo je istaknuti veći optimizam na strani javnog (> 60 %) i privatnog (> 50 %) sektora, naspram akademskih krugova (> 40 %) i NVO (45 %). Međutim, bile su prisutne i bojazni vezane za razvoj BE kod značajnog dijela ispitanika (~ 50 %), a one su se prvenstveno odnosile na:

- sigurnost hrane i sirovina u zemljama u razvoju zbog naglašene proizvodnje za prehrambene svrhe,
- prirodni izvori se pretjerano iskorištavaju, a bioraznolikost smanjuje,
- površine pod šumama se smanjuju zbog proizvodnje hrane ili prehrambenih svrha.

Slika 1: Njemačka nacionalna strategija *Bioekonomija 2030* [10]

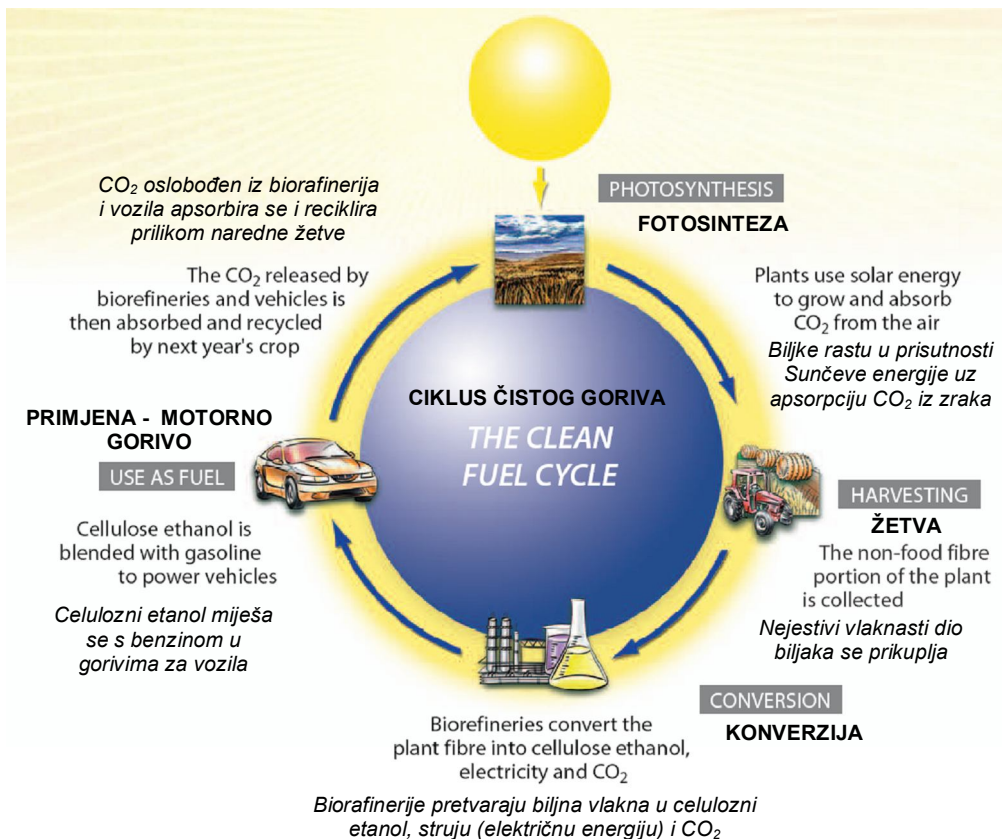
Figure 1: National Research Strategy *BioEconomy 2030* - Our route towards a biobased economy [10]



Održiva BE uživa veću ili manju potporu od preko 85 % u EU. Najpozitivnije su ocijenjeni segmenti: (1) osiguranje dostatne opskrbe hranom i biomasom, (2) razvoj integrirane, održive zemljoradnje, vodnih (akvatičkih) službi i službi vezanih za okoliš, te (3) usmjeravanje prema društvu nultog zagađenja. Na temelju provedenih analiza ustanovljeno je da je potrebno uključiti različite strategije kao podršku BE: istraživanje i inovacije, poljoprivreda i razvoj ruralnih područja, okoliš, energija, industrija, te klimatske promjene. Osim toga, mišljenje da zapreke na razini EU i nacionalnim razinama sprječavaju učinkovit razvoj europske BE danas, prevladalo je kod 3/4 ispitanika. A kao glavne zapreke (opažene kako na razini EU tako i na nacionalnim razinama) detektirane su nedovoljna povezanost između onih koji odlučuju i neposrednih sudionika bioekonomije kao i nedovoljna povezanost među politikama koje su u međudnosu s BE.

Slika 2: Primjer kružnog ciklusa čistog goriva [11]

Figure 2: Example of the clean fuel cycle [11]



U Strategiji BE i Akcijskom planu istaknuti su ciljevi i aktivnosti kojih se treba pridržavati i na nacionalnim i na razini EU:

- *Usklađen (koherentan) okvir za učinkovito međudjelovanje i koordinaciju strategija* (osnaživanje veza između postojećih instrumenata financiranja radi promoviranja BE; usklađivanje svih relevantnih politika vezanih za BE).
- *Istraživačke aktivnosti nužne za provođenje europske BE* (potpora istraživanjima koja će se primjenjivati za industrijske primjene; uključivanje industrije u istraživačke i inovacijske projekte).
- *Podrška tržištu na biosnovama, ekonomski rast i održivo zapošljavanje* (poboljšanje dostupnosti financija za istraživanje i inovacije; predstavljanje inicijative u industrijama koje pokušavaju donijeti na tržište inovativne proizvode biosnove).
- *Veći angažman društva i prihvaćanje inovacija iz područja BE* (unapređivanje aktivnosti vezanih za posredovanje i širenje informacija o prednostima i rizicima BE; bolje informiranje potrošača o proizvodima biosnove).

Javna rasprava o EU Okvirnom programu za istraživanje i inovacije (*EU Framework Programme for Research and Innovation*) u sektoru BE ukazala je na potrebu većeg angažmana cjelokupnog društva i veće potpore naporima malih i srednjih poduzeća u području istraživanja i razvoja. Naglašeno je da primarni cilj BE moraju biti: osiguravanje kvalitete hrane, ublažavanje i prilagodba klimatskim promjenama, očuvanje prirodnih resursa.

Ulaganje u istraživanje, inovacije i vještine

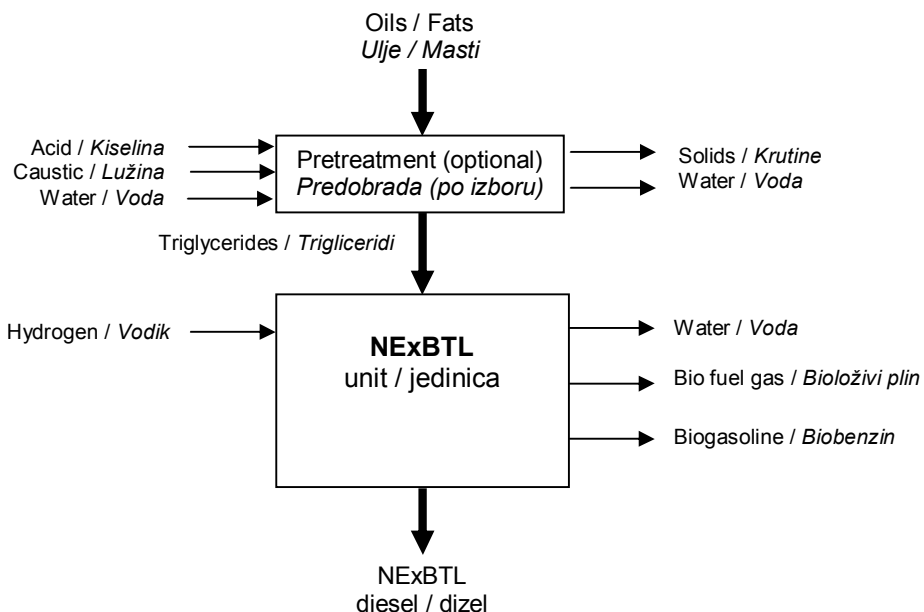
Nažalost, bioekonomija je izrazito razdijeljen sektor, kao i sveukupno istraživačko i inovacijsko okruženje. Tako je oko 85 % javnih istraživanja i razvoja (R&D) planirano, financirano, nadzirano i procjenjivano na nacionalnim razinama uz vrlo malu zastupljenost međunarodnih suradnji i koordinacija. Manje od 6 % svih R&D financija i samo 15 % europskih javno podupiranih R&D aktivnosti financirano je na temelju višegranične suradnje, naročito putem europskih okvirnih programa za istraživanja i tehnološki razvoj (EU Framework Programmes (FP) for Research and Technological Development). Upravo je pomanjkanje suradnje i koordinacije između pojedinačnih nacionalnih javnih R&D programa jedan od razvidnih uzroka manjeg povrata dobiti od optimalnog, koji bi bio moguć na temelju ulaganja. Stvaranje znanstvene evidencijske baze podataka za osmišljavanje strategija ostaje važan čimbenik europskih istraživanja. BE će doprinijeti tomu kroz multidisciplinarnost istraživanja, objedinjavajući djelatnosti i sektore; dotičući se i društvenotvornih pitanja imajući u vidu socijalnu, ekonomsku, okolišnu i stratešku dimenziju. Zaokret ka BE traži dodatni priljev javnih i privatnih investicija, povećanje pozitivnih učinaka tog novčanog pritecanja, poboljšavanje produktivnosti u istraživanjima, ostvarivanje javno-privatnih partnerstava, te stvaranje inicijativa i uklanjanje zapreka tehnološkom razvoju kao i inovacijama na temelju istraživanja.

Horizont (HORIZON) 2020

Budžet Europske unije unutar EU FP za istraživanje i inovacije „HORIZON 2020“ za razdoblje 2014.-2020. iznosi 87,7 milijardi eura [6]. Cilj je inteligentan, sveobuhvatan i održiv rast u Europi, povećanjem izvrsnosti u znanosti, promicanje konkurentnosti i potpora industrijskoj prednosti imajući u vidu društvenotvorne izazove detektirane za Europu 2020. Očekuje se da Horizont 2020 dotakne različite aspekte bioekonomije (Food security, sustainable agriculture, marine and maritime research, and the bioeconomy; Climate action, resource efficiency and raw materials; Secure, clean and efficient energy; Health, demographic changes and wellbeing; Inclusive, innovative and secure societies). Uz ove ići će popratne akcije (Industrial Leadership and Competitive Frameworks) radi daljnjeg promoviranja, kroz razvoj različitih tehnologija uključujući nekoliko relevantnih za bioekonomiju (biotehnologija, nanotehnologija, ICT, napredni materijali, proizvodnja i prerada, svemirske tehnologije), kao i podupirući inovacije u malim i srednjim poduzećima te osiguravajući povrat ulaganja. Horizont 2020 istraživanja i inovacije unutar pojma "Baza znanstvene izvrsnosti" (Excellent science base) također imaju visok potencijal da doprinesu napretku u različitim sektorima bioekonomije - kroz opću potporu graničnom istraživanju, budućim i novim tehnologijama, istraživačkoj infrastrukturi te kroz obuku istraživača i njihov rad i napredovanje.

Slika 3: Shematski prikaz NExBTL procesa [12]

Figure 3: Scheme of the NExBTL process [12]



Europsko vodstvo u bioznanostima

Danas je Europa predvodnik na svjetskoj razini na brojnim poljima bioznanosti (industrijska biotehnologija i biotehnologija u proizvodnji kemikalija, enzima, hrane i krmiva). Međutim, SAD, Kanada, Japan, Indija i Kina također ubrzano usvajaju industrijska biotehnološka rješenja tako da se već opravdano javlja zabrinutost za konkurentnost europske industrije. Upravo imajući to u vidu, ulaganje u istraživanje i inovacije, prilagodba obrazovanja i obuka radne snage prema suvremenim potrebama, temeljni su preduvjeti za zadržavanje prednosti u ovom području. Potrebna je provedba multidisciplinarnih programa obrazovanja u cijeloj EU, što bi trebalo rezultirati povećanjem mogućnosti i za visoko i za nisko kvalificiranu radnu snagu. Nužna je potpora stvaranju novog, hibridnog sveučilišnog kurikuluma usmjerenog na razvoj interdisciplinarnih kompetencija u širokom rasponu područja, uključujući znanosti o životu (life sciences), prirodne znanosti, inženjerska znanja, poslovanje, gospodarstvo, obrazovanje i društvene znanosti. Također, potrebno je primjenjivati regionalni pristup s obzirom da bioekonomija može značajno doprinijeti budućem razvoju ruralnih i obalnih područja, jer će promovirati oboje, ponudu i potražnju u regionalnim razmjerima, poput stvaranja opskrbnih lanaca ostacima i otpacima kao sirovinama za bioindustriju, uspostavljanje mreže malih lokalnih biorafinerija ili razvoj akvakulturne infrastrukture. Istraživanje i inovacije će imati važnu ulogu u razvoju tih aktivnosti, podržati će ih Horizont 2020 kao i reformirana zajednička poljoprivredna politika (Common Agricultural Policy, CAP), te kohezijska politika.

Bioekonomija je domena gdje bi se mogli odigrati brojni primjeri socijalne inovacije, i to na različitim razinama. Socijalna inovacija podrazumijeva rješavanje socijalnih problema u cjelini ili na lokalnoj razini poticanjem novih inovativnih pristupa i praksi. Prema tom viđenju, trebalo bi kombinirati organiziran razvoj sustava i nove oblike suradnje između javnog, privatnog i NVO sektora, stvarajući prečace između prethodno utvrđenih odgovornosti, poučavajući o korisnosti neke tehnologije i socio-ekonomskih ili znanstvenih spoznaja za okoliš. Sudjelovanje svih zainteresiranih sudionika od presudne je važnosti kako bi se osiguralo prihvaćanje dobivenih spoznaja, radi promoviranja inovativnih rješenja, orijentacije prema krajnjem korisniku, te kako bi se olakšalo razmjenu najboljih praksi.

Provedba politika i unapređenje tržišta u glavnim sektorima bioekonomije

Poljoprivreda i šumarstvo, stočarska proizvodnja

Tijekom idućih desetljeća EU će biti suočena s nestajanjem prirodnih resurse, učincima klimatskih promjena i potrebom osiguravanja održive i sigurne opskrbe hranom za rastuću svjetsku populaciju.

Poljoprivreda je značajan čimbenik klimatskih promjena te je posljedično dramatično pogođena klimatskim nestabilnostima. Očekivano 70 % povećanje potražnje za hranom u svijetu do 2050. g. i brzi porast potražnje za biomasom za industrijske svrhe, mora, i izazvat će reakciju u opskrbi u EU poljoprivredi.

Na šumarstvu utemeljene industrije su vrlo važan ekonomski sektor u EU (tiskarska drvna, industrija pulpe i papira) s budžetom od oko 365 milijardi € i dodanom vrijednošću od oko 120 milijardi €, a osigurava više od 3 milijuna radnih mjesta.

Ribarstvo i akvakultura, morske biotehnologije

Pomorski sektor osigurava 5 milijuna radnih mjesta u Europi, od čega 20 % u ribarstvu, akvakulturi i prehrambenoj industriji. Procjenjuje se da će morske biotehnologije rasti po stopi većoj od 10 % godišnje na sadašnjem globalnom tržištu od 2,4 milijarde eura.

Bioindustrije

Bioindustrije su industrije, koje koriste obnovljive izvore energije i / ili primjenjuju procese na biosnovi u svojim proizvodnim procesima. Europa ima niz etabliranih tradicionalnih bioindustrija, počevši od industrije hrane, celuloze i papira i drugih industrija temeljenih na drvu kao sirovini, proizvodnje škroba i biotehnologija u kojima se dobivaju različite kemikalije, eko-industrija i energetika. Europska kemijska industrija zapošljava gotovo 1,2 milijuna ljudi, a to je proizvodni sektor s najvećom dodanom vrijednošću po zaposleniku. Slično, europski energetski sektor zapošljava više od 1,2 milijuna ljudi i ima godišnji promet od gotovo 900 milijardi €. Industrija koja je u EU definirana kao eko-industrija ima promet od oko 319 milijardi € i zapošljava više od 3,4 milijuna ljudi. Danas, samo mali dio tih industrija dio su bioekonomije, ali je sigurno da će njihov značaj rasti u budućnosti: procjenjuje se da će se 2025. udio biotehnologija u svim kemijskim proizvodnjama povećati na 25 %, u usporedbi s manje od 2 % koliko je bilo 2005. Očekuje se da će nastati značajan porast gospodarske aktivnosti na temelju inovacijskog potencijala industrijske biotehnologije i biorafinerija, koje pružaju priliku za razvoj novih industrija na bio osnovi, transformiranje postojećih i otvaranje novih tržišta za bioproizvode.

Biotehnologije

Procesi na biosnovama (bio-based processes) mogu zamijeniti pojedinačne proizvodne korake ili proizvodne procese u cijelosti. Pretvorba sirovine u proizvode je učinkovitija (bilo iz fosilnih ili obnovljivih izvora), koriste manje otapala i manje količine vode i energije, što također značajno doprinosi smanjenju troškova. Proces na biosnovama u nekim slučajevima može se koristiti radi izbjegavanja ili zamjene procesnih koraka koji uključuju posebno opasne tvari, dok npr. biotehnologija u okolišu može pridonijeti razvoju održivih procesa i proizvoda te čišćenju i sprječavanju zagađenja okoliša (bioremedijacija i biološka obrada vode).

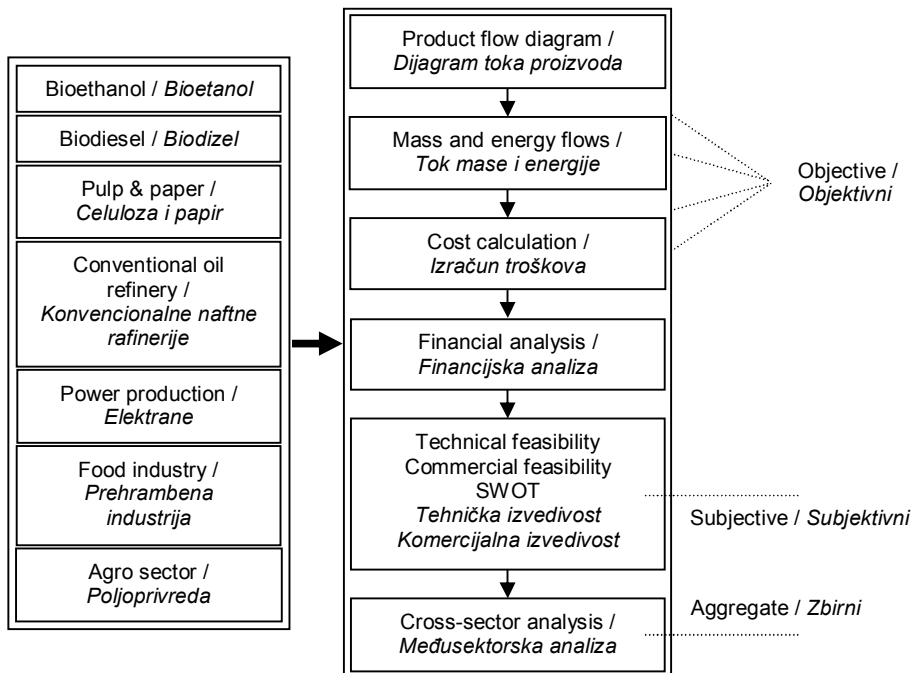
Biorafinerije

Današnja kemijska industrija, nakon pedesetak godina pretežitog oslanjanja na naftu kao polaznu sirovinu i oko 150 godina od kada je ugljen bio glavna polazna sirovina, ulazi u svoje novo razdoblje. S početkom 21. stoljeća ulazimo u razdoblje kada korištenje obnovljivih sirovina za pretvorbu u kemijskoj industriji uvelike dobiva na značenju. Postaje razvidno da sadašnji sustavi proizvodnje roba i usluga nisu održivi, što se manifestira u različitim oblicima. Tako, s jedne strane, vrlo često 90 %

od korištenih materijala završavaju kao otad, što znači da svega 10 % završi kao željeni proizvod, a s druge strane, veliki uzrok neodrživosti je današnje oslanjanje na ograničene energetske izvore. Nužan zaokret od kemije temeljene na fosilnim sirovinama ka kemiji na temelju modernih spoznaja u domeni bioznanosti i tehnologija predstavlja intelektualni izazov i za istraživače i za inženjere. Stoga će biti potrebna još veća sinergija između biologije, fizike, kemije i tehničkih znanosti. U tom novom pristupu vrlo često se javlja pojam biorafinerija, kojeg bi se ukratko moglo definirati preko načina obrade industrijskih sirovina i učinkovitog korištenja obnovljivih izvora. Ali on je zapravo vrlo kompleksan jer postoje različite vrste biorafinerija, pri čemu se pripadajuće tehnologije vrlo brzo mijenjaju, a sve u pokušaju da se te biorafinerije učine što isplativijim. Značajan poticaj brzom razvoju koncepta biorafinerija u razvijenim zemljama je želja za smanjivanjem ovisnosti o sirovoj nafti i njena rastuća cijena. Koncept biorefinerija analogan je onome petrokemijskih rafinerijskih procesa, u kojima se proizvodi široka paleta proizvoda i goriva iz fosilnih izvora. Biorefinerije za cilj imaju proizvodnju različitih proizvoda i goriva na biosnovi.

Slika 4: Način integriranja napredne biorafinerije u postojeće pogone za proizvodnju goriva [13]

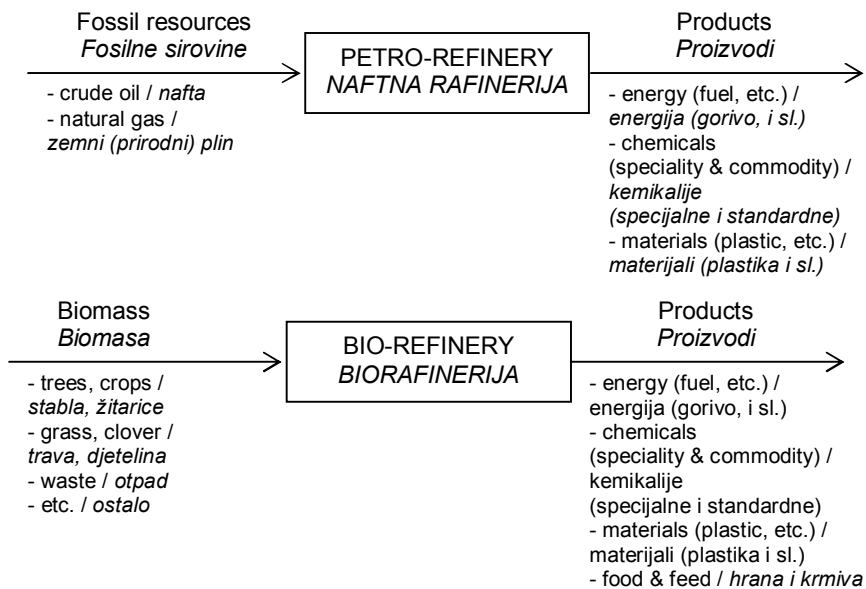
Figure 4: Advanced biorefinery schemes to be integrated into existing industrial fuel producing complexes [13]



Uz pojam biorafinerija prirodno se veže i pojam bioobrade (biorafinacije), a obuhvaća glavne kemikalije na bioosnovi koje se potencijalno mogu proizvoditi uz sekundarne nosioce energije u integriranim biorafinerijskim postrojenjima. Biorafinacija tj. održiva prerada biomase u cijeli spektar tržišno zanimljivih proizvoda na bioosnovi (kemikalije, materijali) i transformacija u bioenergiju (goriva, električna energija, toplina) smatra se optimalnom strategijom za održivu pretvorbu biomase u portfelj intermedijera i proizvoda koji će dalje činiti osnovu buduće ekonomije na bioosnovama. Kod ovih razmatranja obuhvaćeni su proizvodnja kemikalija na bioosnovi i kemikalija koje je moguće proizvesti na temelju glavnih biorafinerijskih platformi (sintezni plin, bioplina (biometan), šećer, masnoće, alge, lignin). Bitno je naglasiti, kad je riječ o biorafinerijskim sustavima na temelju biomase podrazumijeva se prenošenje u njih postupaka i principa koji su prisutni u današnjoj petrokemijskoj proizvodnji. Sirova biomasa se mehanički razdvaja za daljnju kemijsku pretvorbu u druge proizvode različitim metodama, koje mogu biti biotehnološke, termokemijske ili toplinske. Uz već prilično poznatu proizvodnju različitih (generacija) biogoriva moguće je proizvesti i cijeli spektar kemikalija bioosnove od kojih su neke od najznačajnijih: metanol, mravlja kiselina, metan, etilen, etil-acetat, etanol, glicerol, propilen, *n*-propanol, 1,4-butandiol, izo-butanol, izo-buten, metil-metakrilat, furfural, izopren, sukcijska kiselina, limunska kiselina, kaprolaktam, *p*-ksilen, dikarboksilne kiseline. Kao što je dobro poznato, biogoriva se definiraju prema korištenoj sirovini i zrelosti tehnologije. Druga generacija biogoriva obuhvaća etanol iz biomase, dimetil-eter iz crnog likvora, BTL goriva, hidrogenirana ulja kao i FAME iz nejestivih sjemenki. Tehnologije obrade (uplinjavanje, F-T sinteza, hidroobrada, hidrogenacija, lignocelulozni proces) već se provode ili su u fazi pilot postrojenja. Treću generaciju biogoriva predstavljaju bioplina iz otpada, biovodik i biodizel iz algi, a procesi proizvodnje su u fazi razvoja. Primjer starog-novog procesa je proizvodnja biobutanola [7-8]. Kao zamjena za benzin, biobutanol ima prednosti u odnosu na etanol u pogledu energetske gustoće i tlaka para. Proizvodi se, također, fermentacijom iz istih poljoprivrednih sirovina kao i etanol, a može se miješati s benzinom u većim koncentracijama nego etanol za motore standardnih vozila. Biobutanol ne apsorbira vodu poput etanola, tako da nema problema s korozijom ili kontaminacijom vodom tijekom transporta. Tolerancija butanola spram bakterija korištenih za fermentaciju jedan je od važnih aspekata koji utječe na ekonomičnost proizvodnje. Unatoč problemima i izazovima koje je potrebno prevladati, očekuje se da će prvi komercijalni pogon za proizvodnju biobutanola početi s radom 2013. g. u Hullu, Velika Britanija, u okviru zajedničkog ulaganja tvrtki BP i DuPont [9]. Ovo je samo jedan primjer revitalizacije procesa koji je svoju prvu komercijalizaciju doživio točno prije sto godina (1912. g. u Velikoj Britaniji), nakon čega se brzo proširio diljem svijeta, ali je 80.-ih godina prošlog stoljeća napušten zbog nekonkurentnosti naspram proizvoda iz fosilnih izvora. Takvih primjera bit će zasigurno još više jer treba imati u vidu da korištenje celulozne biomase ima potencijal dramatično proširiti opseg iskoristivih vrsta za proizvodnju biogoriva. Međutim, troškovi proizvodnje biogoriva iz celuloze još uvijek su nekonkurentni u usporedbi s naftnim gorivima.

Ovdje je važno istaknuti i načelo kaskadne uporabe koje se temelji na jednokratnoj ili višekratnoj uporabi materijala nakon koje slijedi korištenje za dobivanje energije izgaranjem na kraju životnog ciklusa, uzimajući u obzir ublažavanje emisija stakleničkih plinova (GHG). Nusproizvodi i otpad iz jednog proizvodnog procesa koriste se kao ulazni tok u drugim proizvodnim procesima ili za dobivanje energije. Na taj način, biorafinerije mogu doprinijeti načelima "društva bez otpada".

Slika 5: Analogija između naftne rafinerije i biorafinerije
Figure 5: Analogy between petro-refinery and biorefinery



Otpad

Svake godine, više od 300 milijuna tona biorazgradivog otpada iz kućanstava ili sličnih izvora, industrijskog otpada i drugih vrsta otpada nastaju u EU i uglavnom završavaju neiskorišteno. Stoga bi promišljanje životnog ciklusa trebalo biti neizostavni dio razvoja bilo kojeg proizvoda. Učinkovito korištenje otpada podrazumijeva promišljanje životnog ciklusa i provedbu studija, što će biti od presudnog značaja kod određivanja najučinkovitije uporabe otpada. Važno je proučiti najvažnije postojeće vrste otpada i njihovu potencijalnu uporabu, ali važno je predvidjeti i koje vrste biorazgradivog otpada će se značajno povećati (npr. bioplastika) te predvidjeti sadržaj budućeg otpada.

Opravdanje za EU akciju

Europska unija ima važnu ulogu na dvije razine, prvo u osiguravanju potrebne strategije koherentnosti i unapređenju razvoja tržišta u sektoru bioekonomije, ali i kao podrška novim znanjima i inovacijama koji mogu smanjiti ograničenja te na taj način definirati novu granicu za bioekonomiju. Integracija istraživanja i inovacija bila bi od višestruke koristi na europskoj razini. Na taj način, interakcijom istraživanja između različitih zemalja izbjeglo bi se preklapanje i dupliciranje istraživanja; došlo bi do bržeg napredovanja istraživanja i promidžbe prijenosa najboljih praksi, uz zaštitu intelektualnog vlasništva, te do povećanja volumena istraživanja i inovacija kako bi se dosegla kritična masa u usporedbi s drugim zemljama, na primjer SAD-om. Sve ove mjere doprinose širenju znanja, povećanju njegove produktivnosti, a time i boljem utjecaju i većem učinku.

Literatura

1. http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/news-events/news/20120213_en.htm
2. Europa Press Releases Rapid, MEMO/12/97, Brussels, 13 February 2012.
3. Innovation Union: <http://ec.europa.eu/innovation-union>
4. Resource-efficient Europe: <http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe>
5. http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_commission_staff_working.pdf
6. Horizon 2020: <http://ec.europa.eu/research/horizon2020>
7. E. M. Green, Fermentative production of butanol - the industrial perspective. *Current Opinion in Biotechnology* 22(2011)337-343.
8. D.T. Jones, D.R. Woods, Acetone–butanol fermentation revisited. *Microbiology Reviews* 50(1986)484-524.
9. http://www.butamax.com/_assets/pdf/butamax_advanced_biofuels_llc_fact_sheet.pdf
10. National Research Strategy *BioEconomy 2030* - Our route towards a biobased economy - German Federal Ministry of Research and Education
11. http://www.iogen.ca/cellulose_ethanol/what_is_ethanol/cellulose_ethanol.pdf
12. http://www.climatechange.ca.gov/events/2006-06-27+28_symposium/presentations/CalHodge_handout_NESTE_OIL.pdf
13. http://www.bioref-integ.eu/fileadmin/bioref-integ/user/documents/Final_Report.pdf

Autor

doc. dr. sc. Elvira Vidović

(evidov@fkit.hr)

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjersva i tehnologije,
Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primljeno

5.11.2012.

Napomena:

Rad je izložen na međunarodnom stručno-znanstvenom skupu „14. Ružičkini dani“.