

NOVE MOGUĆNOSTI TEHNOLOŠKOG RAZVOJA U OKRILJU NISKO UGLJIČNE STRATEGIJE EU

NEW POSSIBILITIES OF TECHNOLOGY DEVELOPMENT WITHIN THE EU LOW CARBON STRATEGY

Stjepan Car¹, Vladimir Jelavić²

¹Zelena energetska zadruga, Zagreb, Hrvatska

²EKONERG, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Okvirna konvencija UN-a o klimatskim promjenama podigla je razinu odgovornosti međunarodne zajednice za provedbu mjera očuvanja klime i smanjenja CO₂. Slijedom dogovora u Parizu COP21, temelji za provođenje politike su u slijedećim stupovima: nacionalno utvrđeni doprinosi smanjenju emisije, uspostava novih platformi gospodarenja energijom temeljnih na nisko ugljičnom razvoju i novi tehnološki i gospodarski razvoj i transfer tehnologija.

Europski fondovi za razvoj prava su prilika da se daljnji tehnološki razvoj hrvatskog gospodarstva ubrza i uskladi s nisko ugljičnom strategijom EU, uvažavajući hrvatsku gospodarsku strategiju napredne specijalizacije, koja je ove godine odobrena od EK i usvojena u Saboru. Tehnološki razvoj zasnovan na raspoloživim lokalnim resursima, novim tehnologijama, inovacijama i globalnom tržištu jesu osnova dugoročnog održivog razvoja za kojeg se očekuje da bude podržan ne samo putem EU fondova nego i domaćim fiskalnim i drugim mjerama.

Prikazana su kretanja razvoja nekih tehnologija i primjeri novih mogućnosti hrvatske elektroindustrije koja je već danas prisutna s nizom proizvoda na globalnom tržištu, a što zahtijeva daljnji tehnološki razvoj u nisko ugljičnom smjeru.

Ključne riječi: nisko ugljični razvoj, napredna specijalizacija, očuvanje klime i smanjenje CO₂, elektroindustrija, inovacije i tehnološki razvoj, kritični materijali, kružno gospodarstvo

Abstract

The United Nation Framework Convention of Climate Change has risen the level of responsibility of international community for implementation of measures to preserve climate change and reduce emission of CO₂. Along the Paris COP21 Agreement, the implementation pillars are: intended nationally determined contributions, development of new platforms for energy management base on carbon footprint, new technology and economic development and transfer of technology

The European Fund for development provides opportunity for enhancement of the Croatian economy technology development and for harmonization with low carbon EU strategy, taking into account the economic strategy of smart specialization endorsed recently by EC and adopted by Croatian Parliament. Technology development standing on available local resources, new technologies, innovations and global market present the basis for long term sustainable development, that will be supported by EU funds along with domestic fiscal and other measures.

The paper presents development vision for some technologies and examples of new opportunities for development of electro industry of Croatia, which is already present on global market

Keywords: low carbon development, smart specialization, preserve of climate and reduce emission of CO₂, electrical industry, Innovation and technology development, critical raw materials, circular economy

1. Uvod

1. Introduction

Spontani gospodarski razvoj koji se odvijao gotovo do nedavno, doveo je do prekomjernih toksičnih materijala u vodi, tlu i atmosferi što je dovelo do nepovratnog gubitka vrijednih materijala i smanjenja biološke raznolikosti.

Daljnji razvoj društvene zajednice treba sprečavati takvo propadanje prirodnog okoliša te graditi budućnost u kojoj ljudi žive u skladu s prirodom, osiguravajući da bude održiva upotreba obnovljivih prirodnih resursa uz smanjenje zagađenja i rasipne potrošnje.

Industrija je ključan dio gospodarstva svake društvene zajednice. Njen rast mora biti strateški cilj jer o tome ovise sva ostala dostignuća kojima se teži. Rast industrije stvara nova radna mjesta, potiče tvrtke na inovacije i omogućava rješavanje društvenih izazova.

Najvažnija strategija za postizanje promjena u načinu života ljudi je briga o resursima što podrazumijeva korištenje prije svega lokalnih resursa. Ciljevi gospodarske EU politike su:

- smanjenje emisije stakleničkih plinova,
- povećanje energetske učinkovitosti,
- održivi industrijski preporod temeljen na ulozi potrošača te malom i srednjem poduzetništvu,
- učinkovito korištenje resursa sa smanjenim utjecajem na okoliš i
- internacionalizacija poslovanja.

U središtu ove strategije je upravo program učinkovitog korištenja resursa što podrazumijeva prelazak s dosadašnjeg linearnog gospodarskog modela s paradigmom „uzmi, napravi i ostavi“ na tzv. kružno gospodarstvo, koje je usredotočeno na ponovno korištenje ugrađenog materijala te izbjegavanje korištenja toksičnih materijala i bitno smanjenje otpada. Umjesto vađenja, jednokratnog korištenja i bacanja sirovina, nova je vizija usmjerena na ponovnu uporabu, popravak i recikliranje, a ne zakapanje ili spaljivanje dotrajalih proizvoda. Paradigma kružnog gospodarstva je: „uzmi minimalno koliko treba, napravi i pazi na okoliš, popravi i obnavljaj, recikliraj i ponovo koristi“.

Procjenjuje se da zamjena linearnog gospodarskog modela s modelom kružnog gospodarstva u EU treba donijeti bitna

gospodarska i okolišna poboljšanja kao i 580.000 novih radnih mjesta. To je poslovni model za kojeg se procjenjuje vrijednost ušteda u materijalu do 2025. od oko jedan trilijun dolara godišnje. Stoga donošenje strategije nisko ugljičnog razvoja je bitan dokument za svaku članicu EU koji usmjerava sve gospodarske i društvene aktivnosti na održivost daljnjeg razvoja [1, 2, 3].

Dokumentom Put prema konkurentnom nisko ugljičnom gospodarstvu do 2050. Europska unija dugoročno zacrtava smjer gospodarskog rasta koji se mora ostvariti uz istovremeno smanjenje emisije stakleničkih plinova u svim sektorima, s ciljem da se u 2050. postigne smanjenje za 80% u odnosu na 1990. godinu [4, 5, 6].

2. Kružno gospodarstvo i njegov mogući doprinos smanjenju emisija

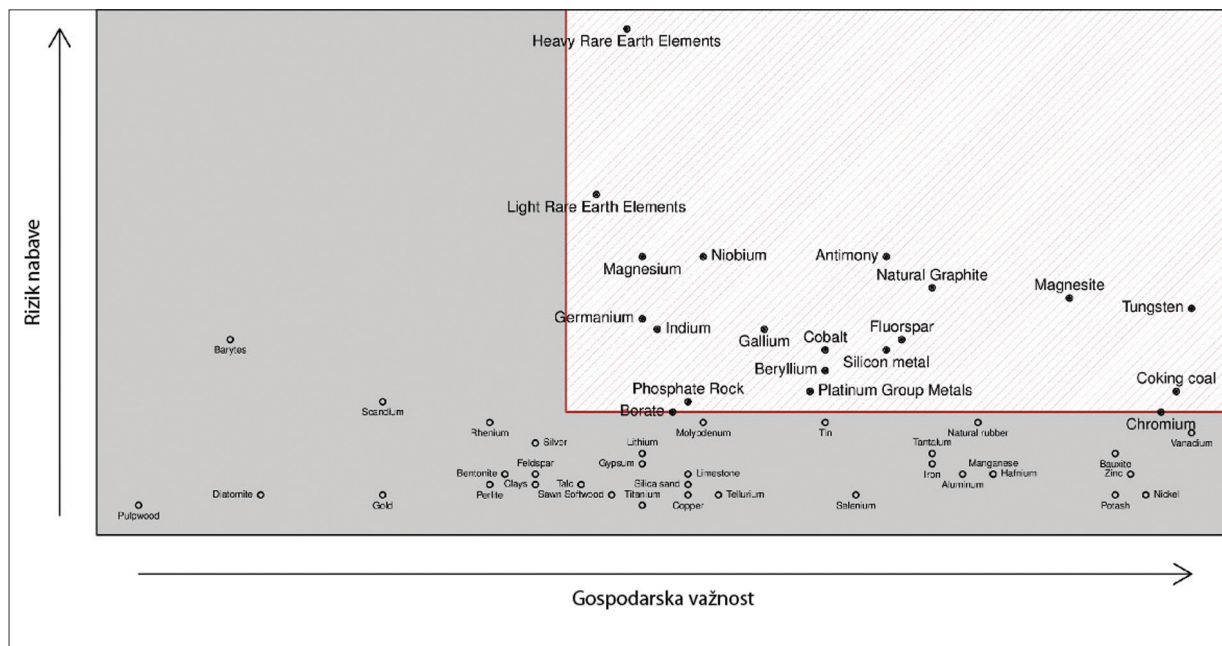
2. Circular economy and its potential contribution to emission reduction

Rudno bogatstvo baš kao i energenti neravnomjerno su raspoređeni na Zemlji i vrlo često su izvor ratova kao i ekonomske i političke nestabilnosti. Stoga EU upravo donosi politike i definira ciljeve za 2030. koji se mogu postići donošenjem mjera koje ubrzavaju prelazak na kružno gospodarstvo kako bi se iskoristile tržišne prilike koje ono pruža.

Na veću učinkovitost korištenja resursa utjecat će: inovativna tehnička i tehnološka rješenja proizvoda, bolja izvedba i trajnost, poslovni modeli usmjereni na budućnost i naprednije tehnologije pretvaranja otpada u resurse. Kružno gospodarstvo orijentirano je prije svega na:

- minimalno korištenje materijala,
- korištenje neotrovnih materijala,
- proizvodne procese bez otpada i emisije stakleničkih plinova,
- ponovno korištenje proizvoda (popravak, obnavljanje, korištenje starih dijelova, ...),
- recikliranje i ponovno korištenje materijala i
- korištenje energije iz obnovljivih izvora u vlastitim procesima.

EU je u svojim dokumentima analizirala svjetske rezerve sirovina i buduće potrebe za sirovinama koje su ključne za ostvarenje ciljeva njenog razvoja [7]. Daljnji tehnički i tehnološki razvoj proizvoda treba izbjegavati upotrebu tzv.

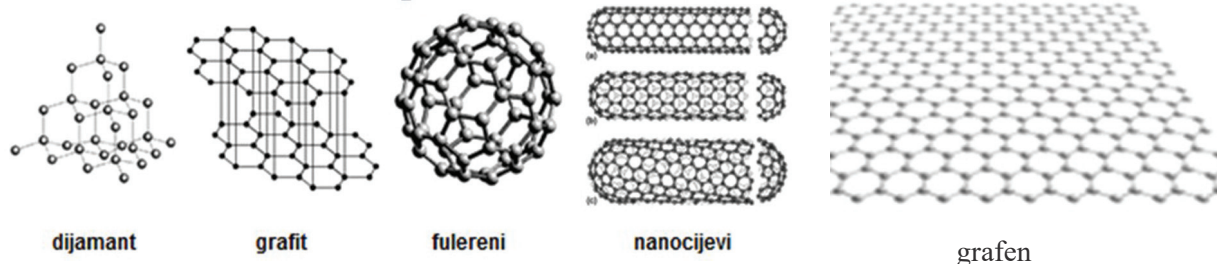


Slika 1 Ovisnost rizika nabave materijala o njegovoj gospodarskoj važnosti. Kritični materijali za EU su u bijelom polju [7]
Figure 1 Supply risk vs. economic importance. Critical materials for EU are indicated in the white field [7]

kritičkih materijala, slika 1. Takva politika ima velikih posljedica na tehnička i tehnološka rješenja pojedinih proizvoda. Dobar primjer je razvoj motora za električne automobile koji neće moći koristiti permanentne magnete rijetkih zemalja iako takvi magneti omogućuju motorima mali volumen i malu težinu već prelazak na lako dobavljive ferite, bitno lošijih magnetskih svojstava ali pogodne za recikliranje te bitno jeftinije. Nisko ugljična strategija razvoja EU ima značajne posljedice na tijek daljnjeg razvoja postojećih i sasvim novih proizvoda prema novim tehničkim i tehnološkim zahtjevima kao i novim potrebama društvenih zajednica.

No, ne smije se zaboraviti da ugljik kao kemijski element povezan u različite strukture

daje vrlo različita i vrlo iskoristiva fizikalna svojstva [8]. Tako na primjer ako su molekule ugljika, slika 2, slobodne i nisu pravilno povezane čine materijal zvan grafit, a ako su atomi prostorno pravilno povezani čine dijamant. Ako su pak atomi povezani u oblik šuplje kugle čine materijal nazvan fullerene a ako čine cilindre načinjene od jednog ili više slojeva atoma čine tzv. ugljikove nanocijevi koje pomiješane s drugim materijalima mijenjaju im bitno svojstva. Tvorevine pak sačinjene od jednorednih atoma ugljika čine poluvodljivi materijal nazvan grafen koji predstavlja osnovu za gradnju nanoelektronike. Fullereni, nanocijevi i grafen su novi nanomaterijali s ogramnim potencijalom



Slika 2 Različite ugljikove nanostrukture materijala građenih samo od atoma ugljika s izrazito različitim fizikalnim svojstvima [8]

Figure 2 Various carbon nanostructures of materials made only of carbon atoms with extremely different physical properties [8]

primjene, prestižnih svojstava i osnova su za inovacije koje će u narednom razdoblju bitno promijeniti svijet tehnike i tehnologije. Dakle, ugljik je ključan element buduće tehnike dok istovremeno spojen s kisikom čini staklenički plin čije su posljedice veće zagrijanje Zemlje i promjena klime.

3. Ekološki dizajn i inovacije

3. *Ecological design and innovations*

Pojam ekološki dizajn proizvoda uvela je EU još 2005. Direktivom 2005/32/EZ a odnosi se na proizvode koji koriste energiju. Godine 2009. Europski parlament i Vijeće donijeli su novu proširenu Direktivu 2009/125/EZ o uspostavi okvira za utvrđivanje zahtjeva za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju. Ekološki dizajn podrazumijeva izradu proizvoda koja pridonosi zaštiti okoliša manjom potrošnjom energije i ključan je čimbenik strategije EU o integriranoj politici proizvoda kao preventivnog pristupa kojem je cilj postizanje najbolje razine ekološke učinkovitosti [13, 14].

Inovacija je pojam koji nam govori da je neka stvar ili proces drugačiji od postojećeg odnosno da je inovativna. Inovacije se dijele na tehnološke inovacije vezane uz proizvode i procese proizvodnje i na društvene inovacije vezane uz međuljudske odnose, organizaciju rada i druge društvene i ekonomske odnose. Inovacije su pokretačka snaga društva i u krajnjoj liniji one dovode do društvenih promjena i općeg napretka društva (parni stroj, željeznica, auto, izmjenična struja, računala, internet, obnovljivi izvori, ...). Svaku tehnološku inovaciju karakteriziraju tri osnovne značajke: stupanj inovativnosti koji može biti izrazit tako da se može zaštititi patentom, žigom i sl., mora biti korisna jer ako nije, ne može se nazivati inovacijom te konačno, mora biti ekonomski i ekološki prihvatljiva da bi došla u primjenu.

Direktiva 2009/125/EZ daje okvir za utvrđivanje zahtjeva za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju a prodaja im je u EU veća od 200.000 jedinica godišnje, imaju znatan utjecaj na okoliš i imaju znatnu mogućnost smanjenja toga utjecaja a da to ne uključuje pretjerane troškove. Za neke proizvode već su izdane uredbe kao npr. :

- za transformatore (Uredba komisije br.548/2014. o provedbi Direktive 2009/125/EZ u pogledu malih, srednjih i velikih transformatora),
- za elektromotore (Uredba komisije br.640/2009. o provedbi Direktive 2009/125/EZ za ekološki dizajn elektromotora),
- za ventilatorske jedinice (Uredba komisije br.1253/2014. o provedbi Direktive 2009/125/EZ za ekološki dizajn ventilatorskih jedinica).

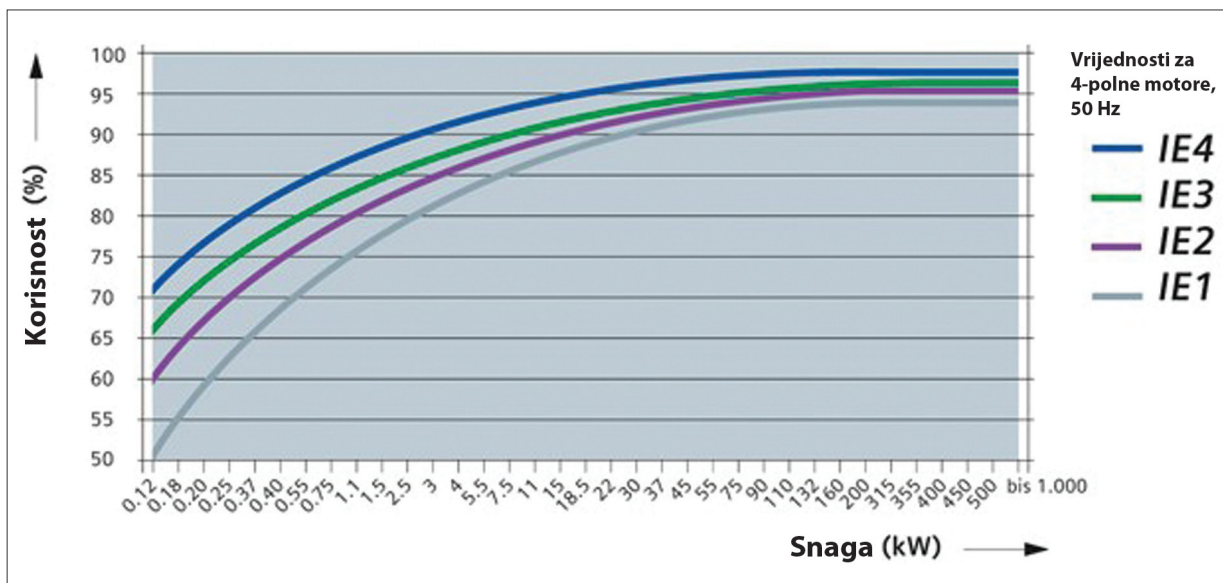
U tijeku je izrada uredbi i za druge proizvode kao i način kako se mjeri energetska učinkovitost proizvoda na koji se uredba odnosi.

Donesene uredbe određuju minimalne nivoe energetske učinkovitosti a uvode se postepeno kako bi zahtjevi bili dohvatljivi što većem broju proizvođača i omogućeno tržišno natjecanje. Pri tome se proizvodi moraju označavati CE znakom o sukladnosti proizvoda s EU direktivama i oznakom nivoa ili klase energetske učinkovitosti.

Primerice, za transformatore uredbom su određene minimalne granice – nivoi energetske učinkovitosti: razine 1 i razine 2 i obavezno se navode u dokumentaciji.

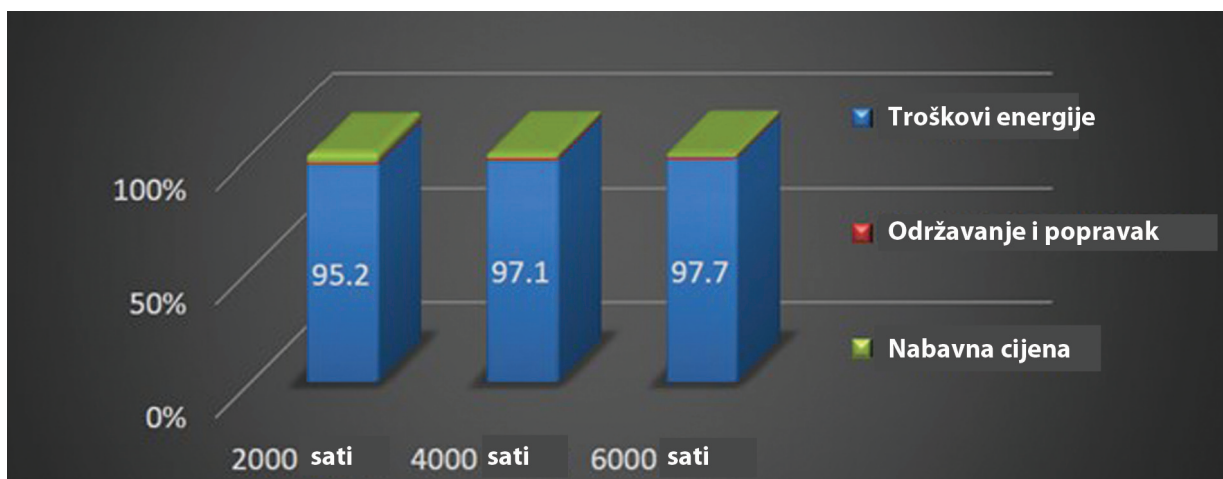
Za niskonaponske motore određeni nivoi energetske učinkovitosti označavaju znakom IE (International efficiency) u skladu s IEC60034-1:2010. Part 1. Novi zahtjevi na energetska učinkovitost niskonaponskih asinkronih motora, IEC 60034-30-1:2014., proizvoda koji je na tržištu gotovo 120 godina a kojeg je patentirao N. Tesla još 1887., prikazani su na slici 3. Spomenutom normom uvedena su četiri nivoa ili klase energetske učinkovitosti: standardna (IE1), povišena (IE2), visoka (IE3) i super visoka (IE4), a u planu je definiranje nivoa ultra visoke učinkovitosti (IE5) s 20 % manjim gubicima u odnosu na IE4 ali za koju ne postoje komercijalno dostupna tehničko tehnološka rješenja motora.

Dostizanje viših nivoa energetske učinkovitosti nije moguće postići bez novih tehničkih rješenja i novih materijala. Kod asinkronih motora to je svakako optimiranje motora primjenom matematičkog modeliranja spregnutih elektromagnetskih, toplinskih i mehaničkih pojava, a na rotoru upotreba bakrenog kaveza ili pak dovođenja motora u sinkronizam reluktacijom i/ili permanentnim magnetima na rotoru. Takva rješenja sigurno povećavaju proizvodne troškove



Slika 3 Različiti nivoi ili klase energetske učinkovitosti ili korisnosti niskonaponskih elektromotora (IEC 60034-30-1: 2014.):IE1-standardna, IE2-povišena, IE3-visoka i IE4-super visoka [15]

Figure 3 Various energy efficiency levels or classes of low-voltage electric motors (IEC 60034-30-1: 2014.):IE1-standard, IE2-high, IE3-premium and IE4-super premium [15]



Slika 4 Ukupni troškovi niskonaponskog 4-polnog motora snage 11 kW, nivoa energetske učinkovitosti IE2 i različitim godišnjih vremena rada tijekom životnog vijeka od 15 godina (LCC analiza) [12]

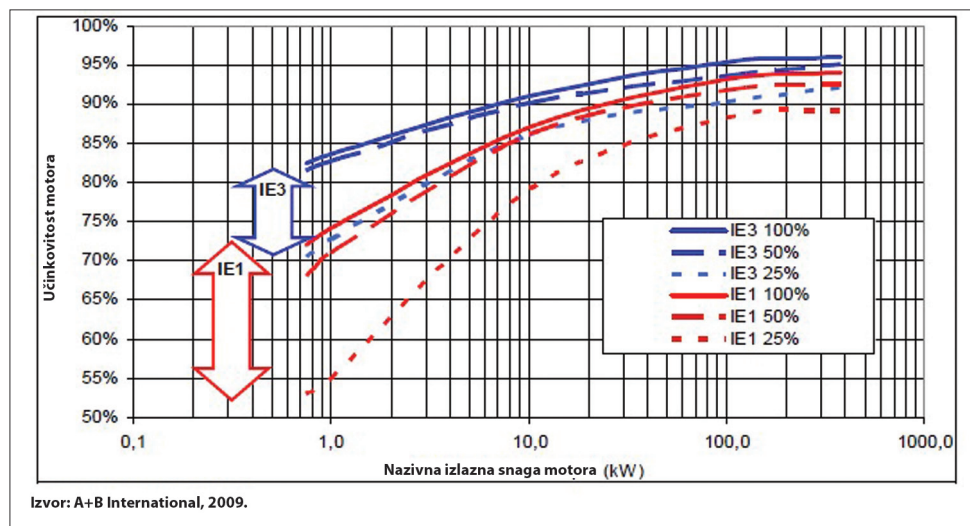
Figure 4 Total costs of low-voltage 4-pole asynchronous motors with capacity of 11 kW, IE2 efficiency class and various annual operating periods during a lifetime of 15 years (LCC analysis) [12]

a što je zapravo neznatno ako se promatraju ukupni troškovi tijekom cijelog životnog vijeka (LCC analiza) , slike 4.

Povećanje energetske učinkovitosti pridonosi ne samo smanjenju emisije stakleničkih plinova kroz manju potrošnju energije već i velike ekonomske uštede tijekom životnog vijeka. Troškovi vlastite potrošnje energije tijekom životnog vijeka iznose preko 95 % ukupnih troškova nabavke, održavanja i korištenja elektromotora.

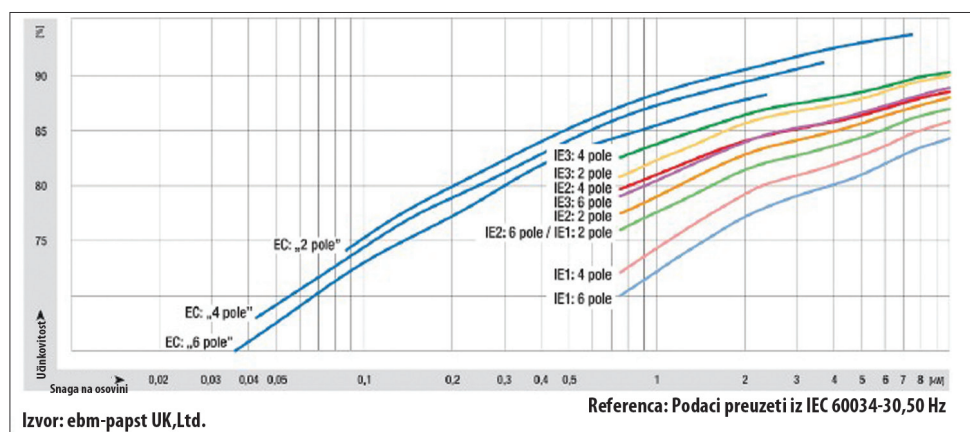
Pri tome ne treba zaboraviti na potrebu pravilnog dimenzioniranja elektromotornog pogona jer odabir motora koji je trajno podopterećen donosi veće gubitke jer motor ne radi na optimalnom magnetskom i strujnom opterećenju gdje bi nastajali minimalni gubici, slika 5.

Vrlo značajnu ulogu u potrošnji električne energije imaju ventilatori pa se njihovim elektromotorima posvećuje posebna pažnja s ciljem smanjenja gubitaka u trajnom radu, slika 6.



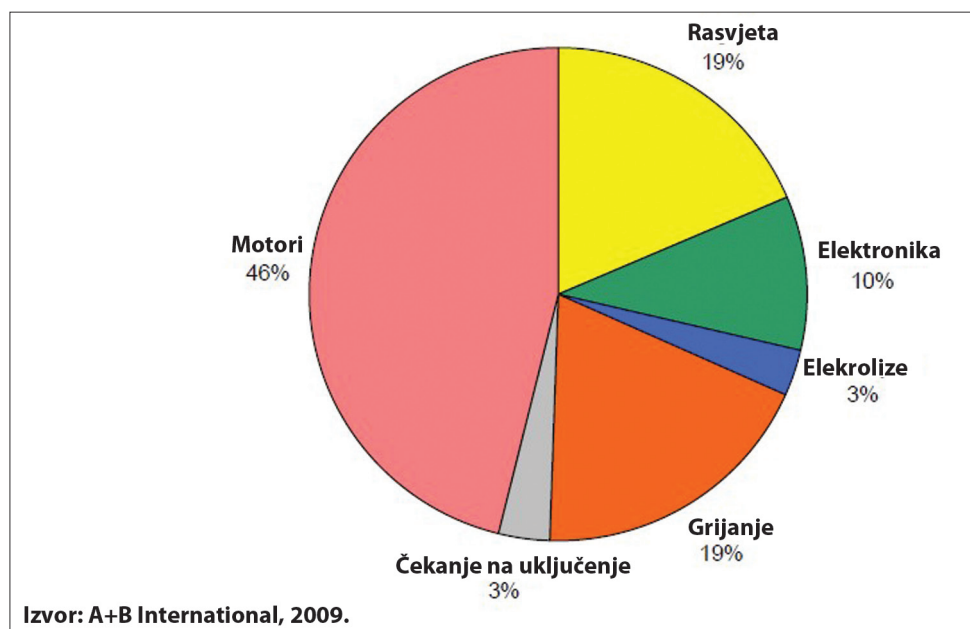
Slika 5
 Ovisnost učinkovitosti asinkronih 4-polnih motora o opterećenju (25 %, 50 %, 100 %) energetske klase IE1 i IE3 [9]

Figure 5
 Efficiency dependency of 4-pole asynchronous motors on IE1 and IE3 efficiency class load (25 %, 50 %, 100 %) [9]



Slika 6
 Energetske klase elektromotora snaga 0,1 ... 10 kW za ventilatore [9]

Figure 6
 Efficiency class electric motors range of powers 0,1 ... 10 kW for ventilators [9]



Slika 7
 Udio pojedinih vrsta trošila u ukupnoj potrošnji električne energije [9]

Figure 7
 Share of individual types of consumers in total electricity consumption [9]

Posvećivanje tolike važnosti elektromotorima putem direktiva i normi upravo je zbog njihovog velikog učešća, posebno niskonaponskih asinkronih motora, u ukupnoj potrošnji električne energije, slika 7, a time posredno i na emisiju CO₂.

Pored elektromotora koji imaju relativno veliku vlastitu potrošnju problem negativnog utjecaja na okoliš imaju i visokonaponska rasklopna postrojenja. Naime, problem elektroenergetike je korištenje sumporovog heksafluorida (SF₆)

kao izolacijskog plina u visokonaponskoj opremi i postrojenjima s visokom dielektričnom čvrstoćom, plina bez boje i mirisa, nezapaljivog i netoksičnog ali s potencijalom globalnog zatopljenja 22.000 puta većim od potencijala CO₂ u periodu od 100 godina. Stoga plin SF₆ predstavlja plin s efektom staklenika s kojim se mora postupati u skladu s European F-Gas-regulation 042/2006. and Reporting together with regulation 1493/2007. Stoga se vakuumska tehnika koja je svojstvena za velike struje i niže napone, proširuje na visokonaponsku tehniku, pa čak do 135 kV a na višim naponima istraživanja i razvoj idu ka upotrebi mješavina plinova koji imaju jednako dobra dielektrična svojstva kao SF₆ ali nemaju staklenički efekt. Tako npr. počinje se koristiti mješavina plinova npr. sumpora, ugljika i dušika koja smanjuje i do 50% staklenički efekt u odnosu na plin SF₆. Uskoro se može očekivati i na tom području nova direktiva na osnovu prijedloga tehnološki vodećih tvrtki koje utječu na donošenje novih EU direktiva i uredbi i to putem Savjetodavnog foruma Komisije čiji su oni redovito članovi.

Na području elektroničke opreme u postoji također niz izazova, posebno povezanih sa što manjim dimenzijama i zbrinjavanjem na kraju njihovog životnog vijeka. O ograničavanju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj i elektroničkoj opremi (EEO) govori Direktiva 2011/65/EZ koja propisuje kontrolu kemijskog sastava analizom izmljevenog proizvoda te je jedan od uvjeta dobivanja oznake sukladnosti CE, a što je posebno važno za proces recikliranja. Na tom području očekuje se veliki napredak primjenom nanotehnologije i grafena.

Ovdje su pobrojani samo neki primjeri proizvoda elektroindustrije ali daljnji razvoj i nova održiva tehnička rješenja moguća su na svim proizvodima i komponentama. Kružno gospodarstvo nadilazi parcijalne poglede na proizvode i uzima u obzir sve elemente od nastajanja proizvoda, njihovog korištenja pa do zbrinjavanja na kraju životnog vijeka i ponovnog korištenja ugradbenih dijelova i materijala. Proizvodi i oprema kružnog gospodarstva moraju zadovoljavati puno više zahtjeva, vodeći računa ne samo o tehnici i

ekonomiji nego i o sirovinama i okolišu, a što znači da moraju zadovoljiti:

- Tehničke zahtjeve
 - sukladnost s EU normama, direktivama i uredbama
 - mogućnost daljinskog nadzora stanja dijelova i komponenata
 - mogućnost daljinskog upravljanja funkcijama
 - međusobnu zamjenljivost neovisno od proizvođača i tehničkog rješenja
- Ekonomske zahtjeve
 - minimalni proizvodni troškovi
 - mala vlastita potrošnja (energetska učinkovitost)
 - vrednovanje po troškovima u cijelom životnom vijeku
- Ekološke zahtjeve
 - što manji utjecaj na okoliš i otpornost na utjecaje okoliša
 - mogućnost popravka i obnavljanja s novim funkcijama
 - upotreba netoksičnih materijala i mogućnost recikliranja
 - proizvodnja bez otpada i nastajanja stakleničkih plinova.

Model kružnog gospodarstva kao i nisko ugljični smjer razvoja gospodarstva gotovo da nije moguć bez uvođenja novih materijala, novih tehnologija i novih tehničkih rješenja, a to pak znači:

- upotreba materijala poboljšanih i novih svojstava,
- pri projektiranju i konstruiranju primjenu matematičkih modela koji računaju fizikalno spregnute pojave kao i primjenu rješenja koja stvara priroda (bionika),
- primjenu informatičko komunikacijske tehnologije u proizvodnji opreme i njenom korištenju,
- primjenu aditivnih tehnologija u proizvodnji dijelova i komponenata,
- primjenu nanotehnologije u proizvodnim procesima izrade komponenata i proizvoda,
- primjenu fotonike u prijenosu informacija i u sensorima,
- upotrebu sekundarnih sirovina i materijala dobivenih recikliranjem,
- korištenje obnovljivih izvora energije, energije gubitaka u pretvorbi i energije raspršene u prostoru,

- kod optimiranja i vrednovanja nekog proizvoda uzimanjem u obzir tehničkog, ekonomskog i ekološkog aspekta u njegovom cijelom životnom vijeku.

Nisko ugljična strategija ima također veliki utjecaj na mnoge usluge. Tako npr. turizam može nuditi prijevoz putnika sa smanjenom emisijom stakleničkih plinova ili čak bez emisije ili pak nuditi hranu i piće iz ekološke proizvodnje bez pesticida i umjetnih gnojiva te boravak u hotelima koji koriste obnovljive izvore energije i imaju opremu i objekte visoke energetske klase te u kojima se koriste ekološka sredstva za čišćenje a otpad reciklira. Jedino takav turizam je održiv jer ima minimalni utjecaj na okoliš.

Stoga politika kružnog gospodarstva trebala objediniti: nisko ugljičnu strategiju, strategiju napredne specijalizacije, preporuke za ekološki dizajn kao i druge parcijalne uredbe kao i referentne sektorske dokumente koji svi zajedno stvaraju okvir za održiv razvoj.

4. Društveno odgovorno poslovanje

4. *Socially responsible business*

Ako jedna organizacija kao trgovačko društvo, ustanova, udruga i sl. želi biti društveno odgovorna koja brine o prirodnim resursima i očuvanju okoliša, najefikasniji način je da u svoje poslovanje uvede Europski sustav upravljanja okolišem (EMAS) koji neovisnim ocjenjivanjem procjenjuje

utjecaj njegove djelatnosti na okoliš, slika 8.

EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) je sustav koji predstavlja pomoć za unapređenje okolišne učinkovitosti uz istovremeno jačanje konkurentnosti putem učinkovitog korištenja resursa [18].

EMAS transparentno pokazuje korisnicima svojih proizvoda i usluga te građanima i državnim tijelima da organizacija brine, upravlja i smanjuje učinak svojih aktivnosti na okoliš. Stoga su EMAS i sustavi označavanja proizvoda kao što su CE znak, ECO znak i drugi, ključni elementi provođenja nisko ugljične politike EU i vidni pokazatelji napretka u nisko ugljičnom razvoju.

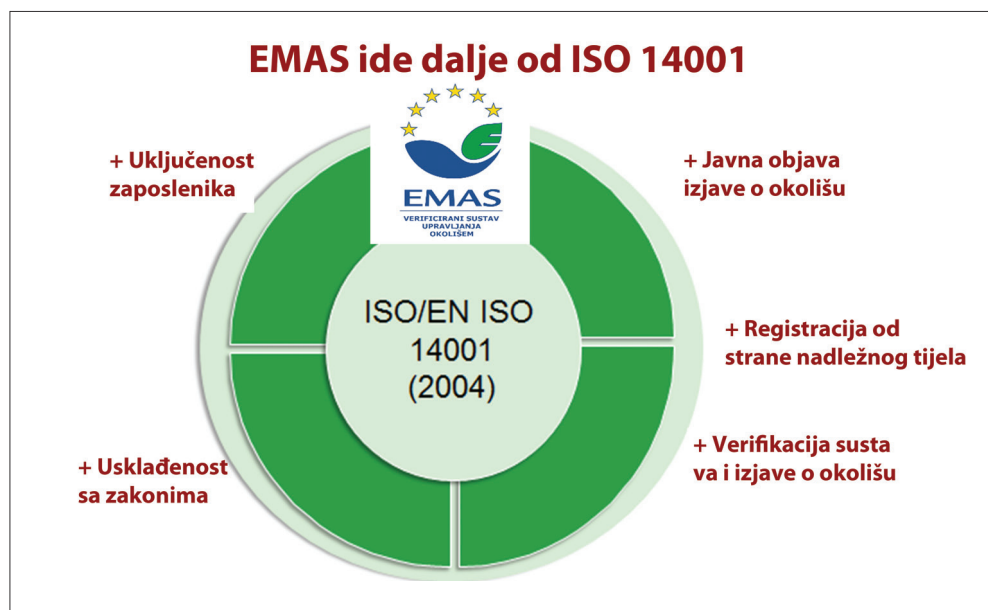
Europska komisija izdaje sektorske referentne dokumente (SRD) o najboljoj praksi upravljanja okolišem, pokazateljima okolišne učinkovitosti i mjerilima izvrsnosti:

- za maloprodajni sektor: Odluka 2015/801,
- za sektor turizma: Odluka 2016/611
- za sektor proizvodnje elektroničke i električne opreme očekuje se do kraja 2016. (podloge su završene u lipnju 2016.).

5. Prilika za industrijski razvoj

5. *Opportunity for industrial development*

Elektroindustrija Hrvatske predvođena društvima Grupe KONČAR izvozno je orijentirana te da bi zadovoljila zahtjeve kupaca i javnih natječaja aktivno se uključila u nove gospodarske trendove, naročito na području transformatora i



Slika 8
*Povezanost sustava
EMAS-a i ISO 14001*

Figure 8
*Connection between
EMAS and ISO 14001
system*

niskonaponskih motora. To su prije svega društva KONČAR-Distributivni i specijalni transformatori d.d. koje je razvilo seriju transformatora prema zahtjevima ekološkog dizajna i uredbe o smanjenju električnih gubitaka i KONČAR-Mali električni strojevi d.d. koje je razvilo motore energetske klase IE3.

Na području niskonaponskih rotacijskih strojeva slijedeći izazov je daljnje smanjenje gubitaka u rotoru zamjenom asinkronih strojeva sa strojevima s permanentnim magnetima na rotoru i različitim magnetskim otporom u uzdužnoj i poprečnoj osi te koji tako postaju sinkroni strojevi s vrlo malim gubicima na rotoru [9, 16]. Da bi se izbjeglo korištenje kritičnih materijala potrebno je koristiti ferite koji su bitno jeftiniji i pogodni za recikliranje ali i energetski slabiji. To je smjer kojim je krenula i europska autoindustrija s električnim pogonom a što je zasigurno i prilika uključanja hrvatske industrije [10, 11].

Kod pak velikih rotacijskih strojeva poseban je izazov korištenje novih izolacijskih sustava uz primjenu nanotehnologije što doprinosi boljim izolacijskim svojstvima i većoj toplinskoj vodljivosti a što u konačnosti dovodi do smanjenja težine stroja odnosno upotrebe materijala.

Na području transformatora ostaju i dalje izazovi za daljnje smanjenje gubitaka, kompaktniju izvedbu transformatora s manje materijala i manje težine te produljenje životnog vijeka i povećanje pouzdanosti. Već je započelo korištenje transformatorskog ulja na osnovi sintetskog estera, a istražuje se dodavanje nanočestica u transformatorsko ulje radi poboljšanja hlađenja, a što će u konačnici dovesti do smanjenja ujecaja na okoliš.

Veliki izazov za visokonaponske prekidače i postrojenja je zamjena plina SF6 s ekološki prihvatljivijim plinom, ali tu predstoje još uvijek vrlo skupa i dugotrajna ispitivanja.

Na području industrijske elektronike i IC tehnologije mogu se očekivati nove komponente na bazi grafena, vrlo malih dimenzija s velikom memorijom i visokim brzinama obrade podataka. To može umnogome pripomoći daljnjem razvoju domaće elektroničke industrije koja se zasniva na sklapanju različitih elektroničkih komponenti u uređaje prestižne namjene kao što su monitorig sustavi elektroenergetske opreme ali i mnogi drugi uređaji potrebni za digitalizaciju senzora, opreme, postrojenja i procesa.

Oprema i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije kao što su sunce i biomasa te transportna sredstva s električnim pogonom su područja velikog tržišnog potencijala i prilika su za razvoj i širenje elektroindustrije budući da postoje znanja u akademskoj zajednici i iskustva u industriji.

Svi ti izazovi povezani su s velikim troškovima, usmjerenim razvojem inoviranih i novih proizvoda i tehnologija kao i sa suradnjom s akademskom zajednicom na primijenjenim istraživanjima ali i na visokoj specijalizaciji u proizvodnji [17]. Osnovni postulati pri daljnjem razvoju konkurentnih proizvoda su njihov razvoj u skladu sa zahtjevima kupaca i zahtjevima kružnog gospodarstva. Pronalaženje originalnih tehničkih rješenja i njihova patentna zaštita su put da se uspije na globalnom tržištu. Tek poštujući nova pravila održivog razvoja mogu našoj industriji dati novu snagu na globalnom tržištu.

6. Zaključak

6. Conclusion

Nisko ugljični razvoj je novi održivi gospodarski koncept koji je usredotočen na procese koji ne uzrokuju nastajanje stakleničkih plinova ili bitno doprinosi njihovom smanjenju, uključuje ponovno korištenje ugrađenih materijala, izbjegava korištenje toksičnih tvari i nastajanje otpada a sve uz korištenje obnovljivih izvora energije i visoku energetske učinkovitost.

Zahtjevi kružnog gospodarstva na proizvodnju i proizvode prilika su za razvoj novog nisko ugljičnog gospodarstva a inovacije su put kako ga ostvariti i napraviti konkurentnim. Kružno gospodarstvo je održivo gospodarstvo koje nije povezano s većim troškovima već s ulaganjima u budućnost.

Inovacije potaknute eko dizajnom i kružnim gospodarstvom te uvođenje Europskog sustava ekološkog upravljanja okolišem s neovisnim ocjenjivanjem kao i označavanje proizvoda o sukladnosti s EU normama, bitni su čimbenici provođenja nisko ugljičnog razvoja društva kao jedino održivog razvoja. To je ujedno i put kojeg treba slijediti dugoročni tehnološki razvoj naše industrije uz njenu naprednu specijalizaciju.

Ukazuje se na moguće pravce razvoja i povećanja učinkovitosti proizvoda i opreme na primjerima: elektromora, transformatora i druge električne i elektroničke opreme gdje hrvatska ima kapacitete i realne potencijalne prilike daljnjeg ubrzanog razvoja.

7. Reference

7. References

- [1] Growth within: Circular economy vision for a competitive Europe, McKinsey Center for Business and Environment, 2015.
- [2] Roadmap - Circular Economy Strategy, DG Initiative, 04/2015.
- [3] S. Car: Inovacije i cirkularna ekonomija, Međunarodna konferencija Cirkularna ekonomija – put prema pametnom, održivom i zelenom društvu, Panel 2, Kongresni centar ZV, Zagreb, 18.09.2015.
- [4] Directive 2009/29/EC of the European parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community.
- [5] Decision No 406/2009/EC of European parliament and the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emission to meet the Community greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020.
- [6] A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, {SEC(2011) 287 final}
- [7] Report on critical raw materials for the EU, European Commission, May, 2014.
- [8] S. Car: Primjena nanotehnologije u elektroindustriji. 7. dani ovlaštenih inženjera elektrotehnike, HKIE, Zadar, 25.- 27.rujna 2014, str. 88.-103. (pozvano predavanje)
- [9] P.Waide, C. U. Brunner: Energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems, OECD/IEA 2011.
- [10] J. D. Widmer, R. Martin, M. Kimiabeigi: Electric vehicle traction motors without rare earth magnets, Sustainable Materials and Technologies 3 (2015) 7-13.
- [11] MotorBrain, Final Report JU Grant Agreement 270693-2,2015. https://assrv2.haw-aw.de/motorbrain_neu/index.php/motorbrain-final-report
- [12] S. Car, V. Jelavić: Niskouglačna politika EU i njen utjecaj na tehnološki razvoj, 9. dani ovlaštenih inženjera elektrotehnike, HKIE, Pula, 29.rujna – 1. listopada, 2016., (pozvano predavanje)
- [13] Direktiva 2009/125/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi okvira za utvrđivanje zahtjeva za ekološki dizajn proizvoda koji koriste energiju, Službeni list Europske unije br. L285/10.
- [14] Guidelines accompanying commission regulations No 640/2009 implementing Directive 2005/32/EC with regard to ecodesign requirements for electric motors and No 4/2014 amending regulation, EC 2014.
- [15] www.industry.siemens.com/drives/global/en/motor/low-voltage.../line-motors
- [16] A. T. De Almeida, F. J.T.E. Ferreira: Technical and Economical Considerations on Super High-Efficiency Three-Phase Motors, IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 50, NO 2, March/April 2014. pp. 1274-1285.
- [17] Final draft of Croatian Smart Specialization Strategy 2014.-2020., MINGO, December 2015.
- [18] Odluka komisije EU o donošenju priručnika za korisnike kojim se utvrđuju koraci koje je potrebno poduzeti za sudjelovanje u sustavu EMAS u skladu s Uredbom br. 1221/2009 Europskog parlamenta i Vijeća o dobrovoljnom sudjelovanju organizacija u sustavu upravljanja okolišem i neovisnog ocjenjivanja Zajednice, Službeni list Europske unije br. L76/1.

AUTORI · AUTHORS**Stjepan Car**

Nakon diplomiranja 1972., radio je 18 godina u Končarevom Institutu na istraživanju i razvoju rotacijskih strojeva na čemu je 1979. i doktorirao, 8 godina bio je član Uprave KONČARA d.d. zadužen

za korporativni razvoj i 15 godina bio je predsjednik Uprave KONČAR-Instituta za elektrotehniku, d.d. a 2014. je umirovljen. Objavio je preko 80 znanstvenih i stručnih članaka i referata, koautor je triju patenata i autor monografije „50 godina primijenjenih znanstvenih istraživanja i razvoja na području elektrotehnike“ Niz godina bio je honorarno uključen u visokoškolsku nastavu u Zagrebu, Varaždinu i Rijeci iz Električnih strojeva a od 2006. predaje Menadžment u inženjerstvu na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Održao je preko 40 pozvanih predavanja na različitim skupovima. Dobitnik je Državne nagrade tehničke kulture za životno djelo i odlikovan je ORDENOM DANICE HRVATSKE S LIKOM NIKOLE TESLE.

Korespondencija

scar@koncar-institut.hr

**Vladimir Jelavić**

Radio je u Institutu za elektroprivredu, u nacionalnom uredu Programa za razvitak Ujedinjenih naroda (UNDP), bio je član uprave nuklearne elektrane Krško. Ukupno je 25 godina

proveo u EKONERG-u, kao direktor odjela za Zaštitu atmosfere i Odjela za zaštitu okoliša i održivi razvoj. Bio je član timova za pregovaranje pridruživanja EU, Kyotskog protokola i Konvencije o daljinskom prekograničnom onečišćenju zraka. Posjeduje niz ovlaštenja za izradu dokumentacije i elaborata zaštite okoliša. Uže područje specijalizacije mu je razvoj i primjena integralnih modela energetike i zaštite okoliša te izrada strateških i planskih dokumenata iz područja energetike i okoliša. Radio je na analizama sigurnosti nuklearnih elektrana i zbrinjavanju radioaktivnog otpada. U svojoj profesionalnoj karijeri objavio je 15 znanstvenih radova, više od 50 radova na domaćim i međunarodnim skupovima, u posljednje vrijeme održava niz pozivnih predavanja. Izradio i učestvovao na više od 250 projekata i studija.