

Poslovni model OVE/F2G V.1 za učinkovitejši energetski menedžment logističnih podjetij

Matjaž Knez¹, Andrej Predin², Bojan Rosi³

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Mariborska cesta 7, 3000 Celje, Slovenija

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko, Hočvarjev trg 1, 8270 Krško, Slovenija

³ Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Mariborska cesta 7, 3000 Celje, Slovenija
e-pošta: matjaz.knez@fl.uni-mb.si; andrej.predin@uni-mb.si; bojan.rosi@fl.uni-mb.si

Povzetek

Članek obravnava aktualno problematiko možnosti integracije okolju prijaznih obnovljivih virov energije s sodobnimi tehnologijami v energetski menedžment logističnih procesov. Slednji je namreč v globalnem poslovanju izredno pomemben in pripomore tako k večji učinkovitosti kot tudi uspešnosti poslovnih sistemov. V članku so predstavljena nekatera obstoječa raziskovalna spoznanja, ki se navezujejo na obravnavano tematiko in predstavljajo osnovo razumevanja našega raziskovalnega problema. Spoznanje tega dela je, da se potrebe sveta po energiji še naprej povečujejo, konvencionalni energetski viri pa so omejeni. Zato je skrajni čas, da dovolj celostno spremenimo modele obnašanja in oskrbovanja z novimi okolju prijaznimi energetskimi viri energije, s čimer posredno in neposredno zmanjšujemo onesnaževanje okolja in povečujemo kakovost življenja. Predstavljena sta nov poslovni model in možna integracija obnovljivih virov energije v energetski menedžment skladišča in logističnih procesov z novim in inovativnim tehnološkim pristopom, tako imenovanim »Vehicle to Grid« (V2G).

Ključne besede: obnovljivi viri energije, energetski menedžment skladišča, tehnološki koncept – »Vozilo na omrežje«, nov tehnološki koncept – »Viličar na omrežje«

1. Uvod

Povpraševanje po energiji v svetovnem merilu že več let raste hitreje od proizvodnje. Zaradi tega so za doseganje trajnostnega razvoja potrebni tako učinkovita proizvodnja, (dobava) energije kot tudi njena poraba, ki je danes žal še vedno prevelika, neučinkovita in okolju neprijazna [8]. Menedžment podjetij na področju energetskih rešitev in z njimi povezane učinkovitejše porabe energije združujejo dodatne kapacitete, kot so novi in obnovljivi viri energije. Pri tem bo imela zelo pomembno, če ne odločujočo vlogo sodobna, t. j. pametna tehnologija, ki bo v prihodnje nepogrešljiv del ali tehnološka rešitev vseh energetskih sistemov in procesov tako znotraj podjetja kot tudi zunaj v širši oskrbni verigi. Na strani proizvodnje energije bo treba poskrbeti za učinkovito in uspešno modernizacijo omrežij [4]. Vanje bo treba dovolj celostno integrirati široko paleto tehnologij ter novih in obnovljivih virov energije, kar bi ob enaki meri funkcionalnosti in udobja celotnega sistema imelo za posledico nekaj desetodstotno zmanjšanje porabe.

Na podlagi pregleda literature [13], [2], [16], [14] in [20] ugotavljamo, da podjetja v prepričanju, da raba energije v vseh materialnih stroških predstavlja le majhen delež, še vedno ne izvajajo ukrepov za zmanjševanje rabe energije in trdijo, da so izkoristiki premajhni. To kaže na njihovo nesistemsko, t. j. enostransko in nepotrebno celostno organiziranje logistike v podjetju. Slednje namreč ni pomembno zgolj za optimalno načrtovanje, organiziranje in izvajanje procesov, ampak je tudi zelo pomembno, da se zavedamo, kako energetsko, ekonomsko in okoljsko učinkoviti so lahko ti procesi [11]. Tukaj je zlasti pomemben vir energije, ki »poganja« logistične procese in povzroča kompleksne posledice.

Zato je čedalje bolj nujno in pomembno, da se podjetja začnejo zavedati velikega potenciala pravilnega projektnega uvajanja energetskega menedžmenta v njihov vsakdan, t. j. v vse nivoje menedžmenta in procesov, saj bo le-to pomenilo ocenitev stanja trenutne porabe energije in postavitve korakov za prihodnje izboljšanje energetske učinkovitosti. To bo imelo za posledico zmanjšanje porabe energije in hkrati zmanjšanje stopnje emisij CO₂ in drugih škodljivih plinov.

Ugotovili smo, da se z uporabo pametne tehnologije lahko izboljša poraba energije na nivoju celotne oskrbne verige. Na dolgi rok slednje pomeni zmanjšanje obratovalnih stroškov podjetja in posledično zniževanje prodajnih cen storitev oziroma produktov. To pomeni tudi večji prihranek v podjetju in s tem možnost vlaganja privarčevanega v razvoj, marketing, tehnološko pismenost, kupce itd., kar samo še dodatno (o)krepi položaj podjetja na trgu in v globalni oskrbni verigi.



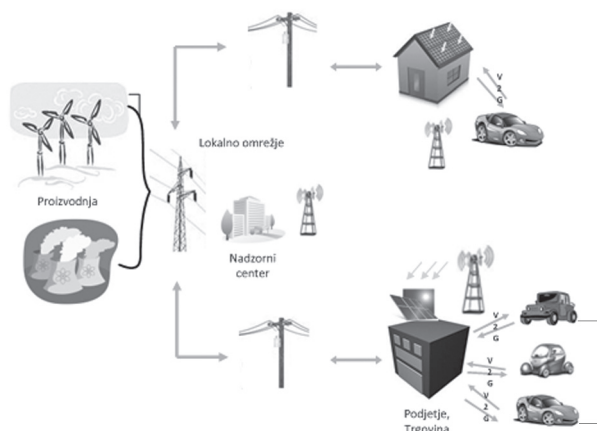
Slika 1: Trajnostna orientiranost sodobnega podjetja [11]

Prekinitve dobave električne energije na nivoju celotnega sistema so posledica tako nezadostnih proizvodnih

kot tudi nezadostnih prenosnih zmogljivosti ter imajo takojšen in pomemben vpliv na industrijo, gospodinjstva in ostalo široko rabo [7]. Zato je, kot je bilo predhodno že omenjeno, treba nenehno iskati nove načine shranjevanja električne energije in s tem vplivati na pokrivanje energetskega konca in stabilizacijo energetskega sistema.

Ena izmed možnosti, ki se vse bolj kaže kot velik energetski potencial in hkrati tudi kot zanimiva tržna priložnost, je inovativen tehnološki koncept Vehicle to Grid (v nadaljevanju V2G), katerega vodilni raziskovalec in inovator je prof. dr. Willet Kempton z Univerze v Delawaru v ZDA.

V2G v prevodu pomeni "Vozilo-Na-Omrežje" in opisuje način delovanja sistema, ko električna vozila uporabljamo za shranjevanje električne energije (iz električnega omrežja oz OVE), ki jo po potrebi »pošiljamo« nazaj v električno omrežje. Gre za zelo atraktiven koncept sinergije energetskega in transportnega sektorja, pri čemer električna vozila lahko pripomorejo k stabilizaciji energetskega sistema, v smislu zagotavljanja potrebnih energetskih virov v sistemu [22].



Slika 2: Primer integracije V2G koncepta v energetski sistem [11]

Ta koncept bi električnim in hibridnim vozilom takrat, ko niso v uporabi in so parkirana, omogočal shranjeno električno energijo vračati (pošiljati) nazaj v električno omrežje, s čimer bi lastniki vozil lahko tudi zaslužili

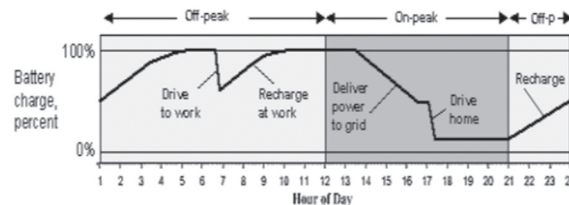
Raziskave [22], ki so bile narejene v ZDA, so pokazale, da so osebna vozila v povprečju le od 4 do 5 % v uporabi, preostali čas pa ostajajo neizkoriščena (na parkiriščih, v garažah). V ZDA je danes registriranih preko 230 milijonov različnih vozil, kar bi ob predpostavki, če bi ta vozila konvertirali v električna, pomenilo povečanje energetske sposobnosti ZDA za 20-krat [5], kar bi znatno pripomoglo k stabilizaciji energetskega sistema.

Koncept V2G pomeni uporabo električnih vozil (z baterijo, gorivno celico ali hibridno vozilo) za zagotavljanje električne energije za različne namene, medtem ko so električna vozila parkirana. Pri vsakem vozilu se zahteva troje, in sicer [10]:

- vozilo mora biti priključeno na električno omrežje;
- sistem (oziroma komunikacijsko enoto) za komuniciranje z električnim omrežjem (distributerjem);
- merilnik porabe električne energije v vozilu.

Delovanje sistema lahko ponazorimo s primerom, ki je prikazan na spodnji sliki (slika 3), kjer predpostavljamo, da

je električni avto priključen doma in v službi. Ob odhodu v službo, od doma, je baterija vozila polna, med vožnjo do službe se praviloma nekoliko izprazni, ob priključitvi na službenem parkirišču pa je baterijo moč ponovno polniti. Lastnik vozila lahko v kontrolnem sistemu avtomobila nastavi, koliko energije baterije lahko pogreša v službenem času in jo, če je/bo potreba, odda (proda) električnemu omrežju (lokalnem energetskem sistemu).



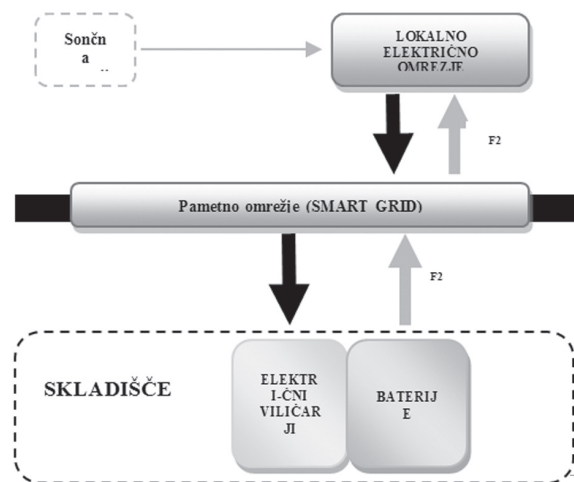
Slika 3: Prikaz delovanja V2G koncepta z vidika praznjenja/polnjenja baterije vozila [9]

V2G tehnologija oziroma koncept je nujen del elektrifikacije vozil, saj nam je njena uporabnost z električnimi vozili praktično podarjena. Dokazano je namreč, da manjše količine energije, ki bi jih preko V2G potrebovali za stabilizacijo sistema, praktično zanemarljivo vplivajo na življenjsko dobo baterij, hkrati pa sistem močno poveča zanesljivost delovanja električnega omrežja in omogoča razporeditev obremenitve omrežja skozi 24 ur, kar vsem skupaj lahko prinaša ogromne prihranke [3].

Osnovna ideja koncepta V2G je: »Kupuj električno energijo, ko je poceni, in jo prodajaj, ko je ta draga.« To pomeni, da bi se baterije vozila polnile takrat, ko je cena električne energije nizka (v nitki tarifi (NT)), praznile (prodajale v omrežje) pa takrat, ko je potreba večja in cena visoka (v visoki tarifi (VT)) [9].

2. Metodologija projekta

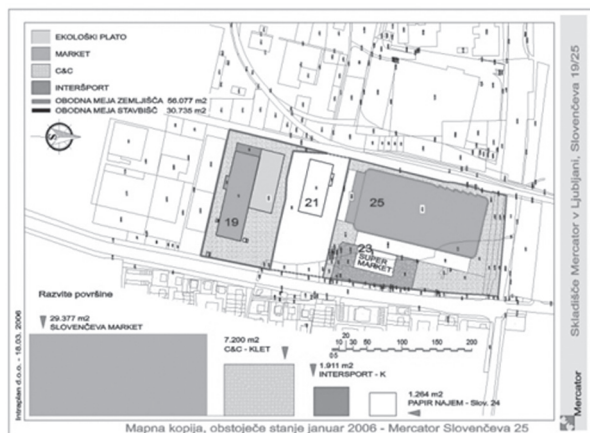
Ker je naša ideja integrirati baterije električnih viličarjev v električno energetsko omrežje, bomo v nadaljevanju namesto izraza V2G uporabljali izraz F2G, ki v našem primeru pomeni Viličar na omrežje (ang. Forklift to Grid). Ideja je popolnoma enaka kot pri konceptu V2G, s to razliko, da v našem primeru aplikativno uporabljamo drugo vrsto električnega vozila, to je električni viličar.



Slika 4: Model integracije sončne energije in inovativnega koncepta F2G v električno omrežje [11]

Na sliki 4 je prikazan teoretični poslovni model integracije OVE in inovativnega tehnološkega koncepta F2G v električno energetsko omrežje. Sončna energija, ki se proizvede na strehi skladišča, se prodaja direktno lokalnemu distributerju električne energije (oranžna puščica). Viličarji se napajajo z elektriko iz lokalnega električnega omrežja v času, ko skladišče ne obratuje, to je med deseto uro zvečer in četrto uro zjutraj, torej takrat, ko je cena električne energije nižja (črna puščica). Čez dan (med vikendi), ko skladišče ne obratuje in se v lokalnem električno-energetskem omrežju pojavljajo energetske konice, pa lahko na podlagi električnega signala, ki ga pošlje distributer, energijo, shranjeno v baterijah viličarjev, vračamo v električno omrežje in s tem pomagamo »pokrivati« energetske konice, torej jo prodajamo, ko je cena električne energije višja. V modelu je prikazan tudi sistem, ki smo ga poimenovali »pametno omrežje«, s katerim smo mislili predvsem elektroniko, s katero se nadgradijo električni viličarji, ki omogočajo »komunikacijo« z distributerjem električne energije.

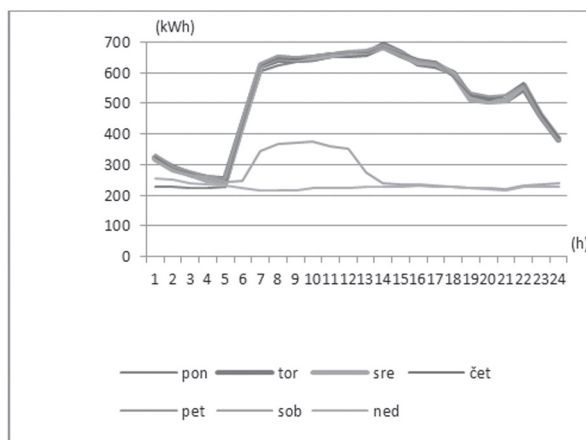
Vhode (inpute) za naš poslovno teoretični model smo pridobili (izmerili) v realnem okolju, in sicer v podjetju Mercator d. d., natančneje v Skladiščnem centru, na Slovenčevi ulici, 25, v Ljubljani. Ta se razprostira na preko 110.000 m², od tega je samo skladišče na približno 30.000 m². Skladiščne površine se nahajajo v treh etažah in so namenjene za skladiščenje različnih programov. Osnovna naloga skladiščnega centra je dopolnjevanje zalog trgovinam oskrbne verige Mercator, d. d.



Slika 5: Mapna kopija Slovenčeva 19–25 [15]

2.1 Merjenje in analiza podatkov potrošnje električne energije ter razpoložljivih okolju prijaznih obnovljivih virov energije

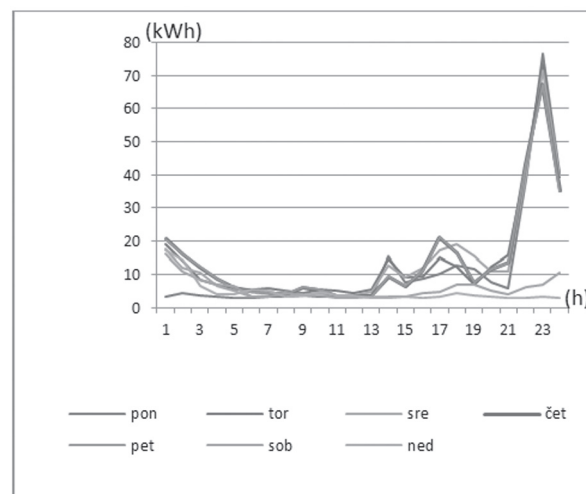
Skladiščni center obratuje vse leto enako, zato je mesečna potrošnja energije tako v poletnih kot tudi zimskim mesecih skoraj enaka. Izmerjena potrošnja električne energije je bila julija 2009 za slabe 4 % višja v primerjavi z izmerjeno porabljenjo električno energijo v decembru 2009.



Slika 6: Dnevna potrošnja električne energije v mesecu juliju 2009 [11]

Potrošnja električne energije je nizka v nočnih urah, med enajsto uro zvečer in četrto uro zjutraj, medtem ko je visoka v dnevnih urah, med pol peto uro zjutraj in deseto uro zvečer. Tekom dneva se v skladiščnem centru pojavijo tri konice porabe (obremenitve). Te so nekaj minut pred sedmo uro zjutraj, malo pred drugo uro popoldan ter med deveto in deseto uro zvečer.

V skladiščnem centru smo izmerili tudi porabo električne energije na merilnem mestu polnilnice akumulatorjev. Zanimalo nas je, kdaj se polnijo EV in kakšna je potrošnja električne energije.

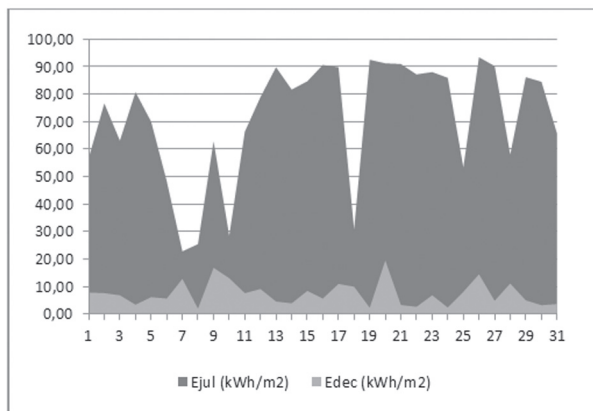


Slika 7: Dnevna potrošnja električne energije na polnilnem mestu EV [11]

Iz slike 7 je razvidno, da se začne izrazit porast odjema energije v nočnih urah, in sicer med 21.30 in 01.10. V tem relativno kratkem času (3 ure in 40 minut) je polnilnica akumulatorjev prevzela 50 % od celotne dnevne porabe delovne energije. Meritve so tudi pokazale, da se urna potrošnja električne energije EV od ponedeljka do petka bistveno ne spreminja, v sobotah in nedeljah, ko skladišče ne obratuje, pa le-ta ne preseže 10 kWh.

Skladiščni center ima ravno streho v velikosti 600 m², zato bi ta lahko bila zelo primerna za namestitev sončne elektrarne. Namen naše raziskave je med drugim tudi ugotoviti, kakšna je sončna obsevanost skladiščnega centra in okolice ter na podlagi teh podatkov določiti potrebno velikost in smiselnost izgradnje sončne elektrarne glede na predvideno investicijo in glede na povprečne potrebe skladiščnega centra.

Podatke o obsevanosti smo pridobili z Ministrstva za okolje in prostor, Agencije Republike Slovenije za okolje, za obdobje od leta 2003 do leta 2009. Merilno mesto je bilo med Vojkovo in Tržaško ulico ter med Gospodarskim razstaviščem in stolpnico Petrol (v neposredni bližini skladiščnega centra). Mikrolokacija je pomembna zaradi specifičnosti, ki jo v tem predelu mesta predstavlja predvsem megla in smog.



Slika 8: Dnevna porazdelitev uporabne sončne energije, celotne strehe v juliju in decembru 2009 [11]

2.2 Prihodki in stroški integracije inovativnega koncepta F2G

Izračuni za prihodke in stroške so narejeni na podlagi naslednjih predpostavk. Električna energija je kupljena pri lokalnem distributerju električne energije, stroški in prihodki vpeljave tehnološkega koncepta F2G pa so izračunani na letni osnovi.

Letni prihodek od prodaje električne energije v omrežje je izračunan v enačbi 1.

$$r_{Reg-up} = (p_{cap}Pt_{plug}) + (p_{el}Pt_{plug}R_{d-c}) \quad (1)$$

kjer je p_{cap} cena zakupa energije (v €/kWh), t_{plug} je čas (v h), ko je električni viličar priključen na omrežje, p_{el} je tržna prodajna cena električne energije (v €/kWh), P pa je moč viličarja (v kW) oziroma moč omrežja.

Izraz t_{plug} izraža čas, ko je viličar priključen na omrežje oziroma je lahko priključen in je na voljo za pošiljanje energije v omrežje (F2G), R_{d-c} pa je faktor, dogovorjen v pogodbenem razmerju z distributerjem in v kombinaciji s t_{plug} definira »odpremo« F2G energije (enačba 2).

$$R_{d-c} = \frac{E_{disp}}{P_{cont}t_{cont}} = \frac{E_{disp}}{Pt_{plug}} \quad (2)$$

To razmerje je opredeljeno z oddano energijo v omrežje in deležem s pogodbo določene energije in časa (v kWh). V tem primeru je $t_{contr} = t_{plug}$ in $P_{contr} = P$, pri čemer je P moč vozila oziroma moč omrežja (razlaga sledi v nadaljevanju). Ker v Sloveniji ni možno zaslediti vrednosti faktorja R_{d-c} , smo si izposodili vrednost, ki sta jo izračunala [22], ko sta v Kaliforniji naredila simulacijo odziva električnega vozila na frekvenčni signal, poslan s strani distributerja, ter na podlagi tega izračunala vrednost R_{d-c} , ki znaša 0,10 in je uporabljena v nadaljevanju našega izračuna.

Baterije električnih viličarjev (na splošno) so primerne tako za polnjenje iz omrežja, kot tudi za praznjenje

(pošiljanje energije v omrežje (F2G)), dokler ni večjih sprememb pri karakteristiki polnjenja baterije [22]. Zato bi bil dolgoročno najboljši ukrep ta, s čimer bi poenostavili tudi preverjanje baterij, da bi se baterije samo polnile.

Letni prihodek baterije je določen z enačbo 3:

$$r_{reg-down} = (p_{cap}Pt_{plug}) \quad (3)$$

Če je baterija električnega viličarja namenjena samo za polnjenje, potem je t_{plug} krajši, kot če bi bil viličar namenjen tudi pošiljanju energije v omrežje (F2G). V našem izračunu predpostavljamo, da je stanje napolnenosti baterije viličarja 50- % v času, ko se začne polniti. Več o izračunu t_{plug} sledi v nadaljevanju.

Stroški zaradi uporabe baterije viličarja pri pošiljanju energije (ang. regulation – up) v omrežje (F2G) so izračunani kot zmnožek stroška za proizvodnjo vsake kWh s številom proizvedene vsake kWh v letu. Stroški pri polnjenju baterije so šteti kot nični, saj je pošiljanje energije iz omrežja (ang. regulation – down) enako kot samo polnjenje baterije in pri tem ni nobenih dodatnih stroškov.

Letni stroški za F2G koncept so:

$$c_{Reg-up} = (c_{en}Pt_{plug}R_{d-c}) + C_{ac} \quad (4)$$

Letni strošek za polnjenje baterije je:

$$c_{Reg-down} = 0 \text{ (pri F2G in polnjenju)} \quad (5)$$

$$\text{ali} \quad c_{Reg-down} = C_{ac} \text{ (samo za polnjenje baterije)} \quad (6),$$

kjer je C_{Reg-up} in $c_{Reg-down}$ predstavlja celotne stroške pri pošiljanju energije v omrežje (F2G) in polnjenju baterije, c_{en} predstavlja strošek na enoto energije (v €/kWh) in vključuje stroške elektrike, izgube na sistemu in stroške degradacije baterije in c_{ac} , ki predstavlja letne stroške za vso dodatno opremo, ki je potrebna pri izvedbi koncepta F2G [22].

Ekonomska upravičenost koncepta F2G je v veliki meri odvisna od vseh stroškov, ki jih ima lastnik električnega vozila s proizvodnjo F2G energije. Enačbo 7 smo uporabili za izračun stroškov vsake kWh, ki jo baterija pošlje v omrežje, enačbo 8 pa za izračun stroškov zaradi degradacije baterije, in sicer:

$$c_{en} = \frac{c_{pe}}{\eta_{conv}} + c_d \quad (7)$$

$$c_d = \frac{c_{bat}}{LET} = \frac{(E_s c_b) + (c_l t_l)}{L_c E_s DoD} \quad (8)$$

kjer je c_{pe} strošek kupljene energije (v €/kWh), namenjene za polnjene baterije, c_d je strošek zaradi degradacije baterije (v €/kWh), η_{conv} predstavlja faktor energetske učinkovitosti (konverzija), ki je v našem primeru »dvosmerna« (električna energija za polnjene baterije in električna energija, ki se pošilja nazaj v omrežje) in pri povprečni bateriji znaša 0.73 [22], c_{bat} je strošek zamenjave baterije (strošek nakupa in strošek dela) v €, L_{ET} predstavlja energijo življenjske dobe baterije skozi režim ciklusov (v kWh), E_s je celotna energija, shranjena v bateriji (v kWh), c_b je strošek zamenjave baterije (v €/kWh), c_l je strošek dela (v €/h), t_l je čas dela, potreben za zamenjavo baterije, L_c pa predstavlja življenjsko dobo v ciklih. Domnevamo, da na čas zamenjave baterije vpliva

število ciklov praznjenja in polnjenja in ne starost baterije, zato lahko za nekatere baterije trdimo, da prej dosežejo starost, kjer je potem zaradi tega c_a nič.

Način praznjenja baterije lahko zelo vpliva na stroške degradacije baterije. Tako so stroški degradacije pri plitkih ciklih bistveno manjši kot pri globljem praznjenju [22]. Kot primer [18] je test litij-ionske baterije znamke Saft pokazal, da baterija pri 100 % izpraznjenju doseže 3.000 ciklov, pri 3 % izpraznjenju pa 1.000.000 ciklov. Če bi to uporabili pri našem izračunu (glej enačbo 8: $L_{ET} = L_{E_s} DoD$), bi pri 3 % globini izpraznjenja baterije (DoD) energija življenjske dobe baterije skozi režim ciklov (L_{ET}) bila 10-krat večja kot pri 100 % izpraznjenju.

Drugi sestavni del stroškov zagotavljanja energije preko koncepta F2G pa predstavljajo fiksni stroški, izraženi kot letni investicijski stroški za dodatno opremo – c_{ac} , potrebno za izvedbo koncepta F2G.

$$c_{ac} = c_c \times CFR = c_c \frac{d}{1 - (1 + d)^{-n}} \quad (9)$$

kjer c_c predstavlja enkratno investicijo v €, d diskontno stopnjo in n čas, v katerem se naložba oziroma investicija amortizira.

Na osnovi metode sedanje vrednosti so se oblikovali številni kriteriji za odločanje o investicijah. Eden izmed teh je tudi metoda neto sedanje vrednosti, ki jo uporabimo, kadar želimo vedeti, kakšna je donosnost naložbe v nekem trenutku. NSV torej predstavlja vsoto vseh investicijskih donosov in stroškov, ki se pojavijo v času trajanja naložbe, ki so diskontirani oziroma obrestovani na neki izbrani skupni termin (najpogosteje na trenutek, ko se pojavi prvi investicijski strošek). Za neko naložbo velja, da je ekonomsko sprejemljiva, če je njena neto sedanja vrednost večja od nič [21].

Za izračun dinamičnih pokazateljev uspešnosti investicije, kot sta dolgoročna cena in neto sedanja vrednost, je izredno pomembna višina uporabljene diskontne stopnje. Diskontna stopnja mora odražati dolgoročno tendenco cene kapitala in tudi rizičnosti projekta [23]. Diskontna stopnja je v določeni meri subjektivna. Njena izbira vpliva na sedanjo vrednost vlaganj in donosov, zato je potrebna skrbna izbira višine diskontne stopnje. Podjetja kot diskontno stopnjo pogosto upoštevajo kar višino bančne posojilne mere [17].

Zato smo v našem primeru izračuna NSV investicije v koncept F2G uporabili 10 % diskontno stopnjo, kjer smo upoštevali riziko projekta, ki je odvisen predvsem od nekaterih tehnoloških in zakonodajnih ovir. O tem smo več zapisali v zaključku.

Kot fiksne stroške lahko razumemo stroške, ki nastanejo zaradi dodatne elektronike na viličarju, ki omogoča izvajanje koncepta F2G. V ZDA je podjetje AC Propulsion, Inc. [1] razvilo elektronski močnostni sistem (EMS) za kontrolo polnjenja baterije in pošiljanja energije v omrežje (F2G), stroški (c_{EMS}) zanj pa znašajo približno 284 € [22], [6]. Med preostale stroške pa prištevamo še stroške merilnega sistema (c_{MS}), ki znašajo skupaj s stroški montaže 35 €, in stroške sistema za brezžično komuniciranje z operaterjem (c_{bk}), kar skupaj z montažo znaša 71 €.

$$c_c = c_{EMS} + c_{MS} + c_{bk} \quad (10)$$

Upoštevajoč enačbo 10 potemtakem skupni stroški enkratne investicije znašajo 390 € za posamezni električni viličar, letni investicijski stroški pa upoštevajoč 10 % diskontno stopnjo in desetletni čas amortizacije, po enačbi 9, znašajo 39 €.

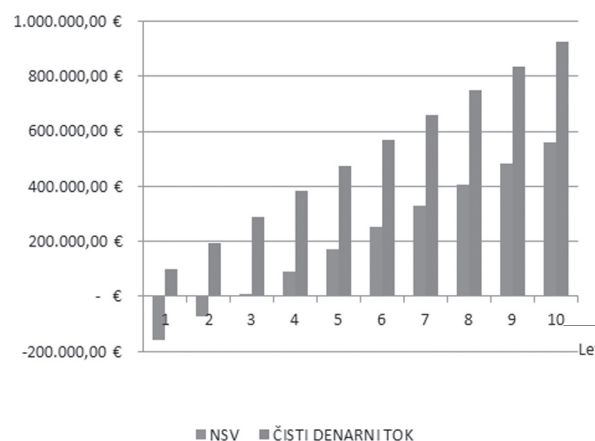
3. Diskusija in ekonomska vrednost poslovnega modela OVE/F2G V.1

V tabeli 1 najprej prikazujemo skupne enkratne investicijske stroške, letne stroške vzdrževanja in zavarovanja investicijske opreme ter načrtovane prihodke poslovnega modela.

Tabela 1: Finančna konstrukcija poslovnega modela OVE/F2G V.1 [11]

	Enkratna investicija (€)	Letni stroški (€)	Načrtovani letni prihodki (€)
128 F2G viličar	-49.920,00	-48.048,64	121.137,92
Sončna elektrarna	-192.000,00	-1.850,00	25.841,00
Skupaj:	-241.920,00	-49.898,64	146.978,92

Predvidevamo tudi, da se letni stroški, ki so prikazani v tabeli 1, iz leta v leto povečujejo, in sicer v našem izračunu za dve odstotni točki letno.



Slika 9: Donosnost naložbe v predlagan poslovni model (optimistični scenarij) [11]

Z metodo vračilnega obdobja lahko ugotovimo še dobo amortiziranja investicije, ki jo včasih imenujemo tudi metoda amortiziranja naložbe. Z dobo amortiziranja investicije mislimo na rok, v katerem investicija s svojimi donosi povrne vložena denarna sredstva. Gre torej za preprosto metodo, ki ugotavlja čas, v katerem bomo dobili povrnjena investirana sredstva. Zato jo imenujemo tudi kriterij vračilnega obdobja.

$$povp.\text{čas}_{odpl.naložbe} = \frac{nalož.stroški}{povprečni_letni_donosi} \quad (11)$$

Povprečni čas odplačila naložbe (za optimistični scenarij) v našem primeru znaša 2,6 let.

Indeks donosnosti je še dopolnilni kriterij metode neto sedanje vrednosti in nam pove, koliko z investicijo zaslužimo na denarno enoto vloženih sredstev [19].

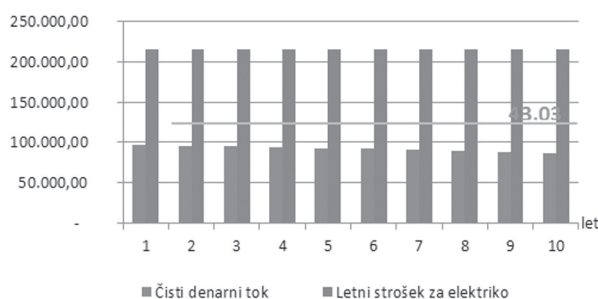
Indeks je definiran kot razmerje med sedanjo vrednostjo donosov in investicijskih stroškov:

$$\text{indeks_donosnosti} = \frac{\text{sed. vrednost prihodnjih denarnih tokov}}{\text{zač. investicijski vložek}} \quad (12)$$

V našem primeru investicije v poslovni model OVE/F2G V1 (optimistični scenarij) indeks donosnosti znaša 3,81.

Gibanje mesečne potrošnje oziroma višina porabljene električne energije, ki, kot je opaziti, ne sovпада z letnimi časi, kot je to pričakovati v primerjavi s stanovanjskimi kompleksi oziroma poslovnimi stavbami. Skladiščni center obratuje vse leto enako, zato je tudi mesečna potrošnja tako v poletnih kot tudi zimskih mesecih skoraj enaka.

Iz izmerjenih podatkov za mesec julij in december smo izračunali povprečen letni strošek, ki ga podjetje nameni za plačilo električne energije in znaša 214.584,00 €.



Slika 10: Delež čistega denarnega toka v stroških električne energije skladišnega centra [11]

Iz slike 10 je razvidno, da višina povprečnega letnega deleža čistega denarnega toka, ki ga imamo zaradi integracije poslovnega modela OVE/F2G V1 v stroških električne energije, znaša 43,02 %, kar pomeni znatno zmanjšanje letnih stroškov, ki jih podjetje namenja za nakup električne energije.

V nadaljevanju s predstavljenim modelom primerjavo še dva scenarija, s katerima smo želeli pokazati, kaj bi se zgodilo z donosnostjo našega predlaganega modela, če bi se odkupna cena električne energije (p_{el}) spreminjala in bi bila:

- v *realnem scenariju* enaka ceni električne energije (p_{cap}), torej $p_{el} = p_{cap}$;
- v *pesimističnem scenariju* le 10 % cene električne energije (p_{cap}), torej $p_{el} = 10 \% p_{cap}$.

4. Zaključek

Raziskave v zadnjem času kažejo, da podjetja, vodilna na področju energetskega menedžmenta, dosegajo boljše finančne rezultate. Ne glede na to, ali gre za trgovsko ali industrijsko podjetje, je energija člen v verigi dodane vrednosti in energetska menedžment izboljšuje končne poslovne izide [12].

Glavni namen pričujočega članka je bil raziskovanje novih načinov izboljšanja energetskega menedžmenta

podjetja, v našem primeru skladišnega centra, katerega osnovna in primarna dejavnost je skladiščenje in priprava (komisioniranje) blaga za maloprodajo oziroma za zalaganje maloprodajnih trgovin. Ob tem ne gre prezreti nujnosti pravilnega projektno zastavljenega procesa uvajanja novih sodobnih, t. j. pametnih tehnoloških rešitev.

Če integracijo poslovnega modela razdelimo na dva podsklopa in v prvem najprej pokomentiramo ekonomsko upravičenost integracije sončne energije v energetska menedžment skladišča, ugotovimo, da je investicija v sončno elektrarno zelo donosna in bi znašala 192.000 € do faze obratovanja, neto sedanja vrednost pa bi pri 6 % diskontni stopnji, preračunana na časovno obdobje desetih let, bila pozitivna, povratek investicije pa se predvideva v devetih letih. Iz navedenega sledi, da je projekt integracije sončne elektrarne v energetska menedžment skladišča vsekakor ekonomičen.

Drugi podsklop poslovnega modela pa predstavlja integracija koncepta F2G, kjer bi enkratna, začetna investicija v nadgradnjo električnih viličarjev znašala 49.920 €. Pri izračunu neto sedanje vrednosti smo diskontno stopnjo povišali v primerjavi s sončno elektrarno in je v našem primeru znašala 10 %, predvsem iz razloga, ker gre za raziskovalni projekt in je rizičnost temu primerno višja. Neto sedanja vrednost, ki smo jo izračunali na časovno obdobje desetih let, je pozitivna, povratek investicije pa bi se izkazal že po prvem letu obratovanja viličarjev po konceptu F2G. Iz navedenega, tako kot pri sončni elektrarni, sledi, da je projekt integracije koncepta F2G v energetska menedžment skladišča ekonomičen in smiseln.

Če pa pogledamo donosnost celotnega poslovnega modela (govorimo o optimističnem scenariju) pri celotni investiciji 241.920 €, potem ugotovimo, da bi neto sedanja vrednost, preračunana na časovno obdobje desetih let, bila prav tako pozitivna, investicija pa bi se povrnila že v tretjem letu obratovanja poslovnega modela (točneje 2,6 leta).

Za primerjavo in kredibilnost predlaganega modela smo poleg optimističnega scenarija naredili izračune še za realni in pesimistični scenarij, kjer sta oba pokazala, da se tudi pri nižjih odkupnih cenah električne energije (pri konceptu F2G) investicija pri obeh povrne prej kot v desetih letih.

Skladišni center ima na letni ravni nekaj več kot 200.000 € stroškov za električno energijo. Ob implementaciji našega inovativnega (optimističnega) poslovnega modela bi se, glede na čisti denarni tok, povprečni strošek za električno energijo, preračunano na obdobje desetih let, zmanjšal za približno 43 %. Iz tega lahko ugotovimo in zaključimo, da bi bila integracija poslovnega modela OVE/F2G V1 donosna, smiselna in za podjetje zelo obetajoča, kar se predvsem pozna na prihodkovni strani podjetja – čisti denarni tok bi namreč, preračunano na desetletno povprečje, znašal 92.341 € na leto.

Če pa pogledamo upravičenost investicije v inovativni poslovni model še z okoljskega vidika, potem se to za podjetje, ki že zasleduje zeleno okoljsko politiko, vsekakor izplača, saj se ogljični odtis (obremenjevanje okolja, v katerem podjetje oziroma skladišče deluje) zmanjša za

nekaj deset ton CO₂ letno.

Čeprav so spoznanja tega članka opredeljena kot teoretično raziskovalna, jih v določeni meri, predvsem v tistem delu, ki se tiče tehnološkega koncepta F2G, ni moč direktno prenesti v realno okolje predvsem zaradi naslednjih omejitev, in sicer:

- baterije, ki so trenutno v uporabi, niso najbolj primerne za uporabo v F2G načinu, predvsem z vidika števila ciklov, od česar je odvisna tudi življenjska doba energije, zato je implementacija F2G sistema v veliki meri odvisna od prihodnjega tehnološkega razvoja baterij;
- zaradi regulacijskega signala distributerja, ki se pošilja v podjetje in sporoča količino potrebne energije v energetske lokalnem omrežje;
- takšen način delovanja bi nujno zahteval integracijo pametnih omrežij (Smart Grids) v podjetja, pri čemer vemo, da se o tem zadnje čase predvsem govori, ne pa dejansko že izvaja;
- omenjeni koncept F2G bi verjetno potreboval tudi standardizacijo glede opreme, ki je zahtevana;
- na nacionalnem nivoju bi bilo potrebno s podjetji – distributerji električne energije – vzpostaviti cenik za prodajo električne energije skozi koncept F2G.

Če pri integraciji poslovnega modela upoštevamo še število električnih viličarjev, ki je priporočljivo za integracijo našega modela, potem lahko iz izračunov ugotovimo, da to število presega 40 viličarjev, kjer sta donosnost in povratek investicije do 6 let.

Z vidika uporabe in zagotavljanja električne energije vsekakor lahko zatrdimo, da smo prikazali inovativen tehnološki koncept (F2G), ki pomeni nov vir energije in bo v prihodnosti igral pomembno vlogo v energetske menedžmentu podjetij, predvsem z vidika stroškov logističnih procesov in na drugi strani tudi stroškov distributerjev električne energije.

Viličar v bližnji prihodnosti ne bo samo stroj za nakladanje in razkladanje, ampak bo predstavljal nov vir električne energije lokalnemu energetske omrežju in bo hkrati pomenil dodaten prihodkovni vir za podjetje, podjetje pa bo postalo okolju bolj prijazno, saj se bo oglični odtis podjetja vsekakor zmanjšal.

Pri tehnološkem konceptu F2G je potrebno omeniti, da gre za koncept, ki v Sloveniji še ni poznan in izhaja iz ZDA, kjer na podlagi koncepta V2G že uspešno integrirajo baterijo električnega vozila v električno lokalno omrežje. Podobnega primera oziroma podobne študije, kjer bi baterije električnih viličarjev skušali integrirati v električno omrežje na takšen način, kot je bilo prikazano v članku, ni bilo moč zaslediti še nikjer, zato menimo, da je opisan primer prvi, ki obravnava takšen način integracije tako v Sloveniji kot tudi v svetu.

V članku se nismo ukvarjali z vprašanjem, kako je v praksi, če proizvajal in prodajaš električno energijo, in kako je z registracijo dodatne dejavnosti. Vse je bilo usmerjeno v ideološki teoretični koncept, ki pa bi v realni praksi imel nekaj omejitev, ki smo jih predhodno že omenili.

Vsekakor lahko za poslovni model za zaključek ugotovimo, da, upoštevajoč nekaj omejitev, gre za inovativen model, ki je ekonomsko sprejemljiv in bo s

tehnološkimi razvojem, s tem predvsem mislimo področje baterij, zelo kmalu primeren za integracijo v praksi, v podobna skladišča, kot smo ga predstavili v članku.

Prav tako bi bilo smiselno preveriti, še:

- kako zanimiv bi bil v članku predstavljen model za podjetja, ki razpolagajo z velikim številom električnih viličarjev, ter ali so podjetja okoljsko ozaveščena in pripravljena vlagati v takšne projekte;
- kako zanimiv (ekonomsko vreden) bi bil v članku predstavljen model za distributerje električne energije;
- kako zanimiv bi bil v članku predstavljen model za elektroenergetske oskrbo Slovenije;
- kako zanimiv bi bil v članku predstavljen model za proizvajalce električnih viličarjev. Ti bi lahko ponujali novo poslovno storitev – prodajo električne energije, ob predpostavki, da bi baterija električnega viličarja ob prodaji ostala v lasti proizvajalca viličarjev (oziroma hčerinske družbe), ki bi lahko operiral z baterijo oziroma v njej shranjeno energijo.

Viri in literatura

[1] AC Propulsion (2007, januar). AC-150 Gen-2 EV Power System: Integrated Drive and Charging for Electric Vehicles. Najdeno 12. februarja 2011 na spletnem naslovu: <http://www.acpropulsion.com/technology/gen2.htm>

[2] ARSO (2008). Skupna raba energije po gorivih. Najdeno 7. aprila 2011 na spletnem naslovu: http://kazalci.arso.gov.si/kazalci/index_html?Kaz_id=173&Kaz_naziv=Skupna%20raba%20energije%20po%20gorivih&Sku_id=7&Sku_naziv=ENERGIJA&tip_kaz=1

[3] Avto 2.0 (2009). EV – Električna vozila. V2G. Najdeno 31. januarja 2011 na spletnem naslovu: <http://avto20.blogspot.com/2009/03/v2g.html>

[4] Bakič, K. (2009). Z modernizacijo omrežij do prihrankov. Finance, št. 68, letnik 2009.

[5] Beck, L. J. (2009) V2G-101: A text about Vehicle-to-Grid, the technology which enables a future of clean and efficient electric-powered transportation. Urednik: Lauren Waddell (editor).

[6] Coolins, A. & Koon, W. (2002, maj). A temperature resistant watt hour energy meter based on the AD7751 and two current sensors. Najdeno 13. maja 2011 na spletnem naslovu: <http://www.analog.com>

[7] Eles (2007). Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v Republiki Sloveniji za obdobje 2007–2011. Ljubljana: ELES.

[8] Harden-Donahue A. & Michaud, J. (2009). Toward a green economy. Telegraph-journal, oct 21, 2009, p. A.9.

[9] Kempton, W., Tomic, J., Letendre, S., Brooks, A. & Lipman, T. (2001). Vehicle to grid power: battery, Hybrid, and fuel cell vehicles as resources for distributed electric power in California. Paper UCD, ITS, RR, 2001 (03). Los Angeles: California Air Resources Board and the California Environmental Protection Agency and Los Angeles Department of Water Power, Electric Transportation Program.

[10] Kempton, W. & Tomić, J. (2005). Vehicle-to-

grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy. *Journal of Power Sources*, 144 (2005), 280–294.

[11] Knez, M. (2012) *Integracija okolju prijaznih obnovljivih virov energije s sodobnimi tehnologijami v energetske management logističnih procesov : doktorska disertacija*. Celje. 145.

[12] Lead (2008). *Energetski management*. Najdeno 16. junija 2011 na spletnem naslovu: http://www.lead-d.si/index.php?page_id=22

[13] Medved, S. (2003). *Racionalna raba snovi, prostora in energije*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

[14] Merc, U. (2009, november). *Fotovoltaika in uporaba sončne energije s primerom dobre prakse*. Najdeno 21. julija 2011 na spletnem naslovu: <http://www.zelenaslovenija.si/images/stories/Konferenca%20profesorji%20nov%2009/Prispevki%20predavateljev/Uros%20Merc.pdf>

[15] Mercator (2008). *Letno poročilo 2007*. Ljubljana: Poslovni sistem Mercator d.d.

[16] Mlakar, R. (2009). *Energetski management in učinkovita raba energije v podjetjih*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.

[17] Pučko, D. & Rozman, R. (1995). *Ekonomika podjetja*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.

[18] Raman, N., Chagnon, K., Nechev, K., Romero,

A., Sack, T. & Saft, M. (2003). *Saft high power Li-Ion automotive battery technology*. *Proceedings of the 20th International Electric Vehicle Symposium and Exposition, EVS 20, Long Beach, CA, 15–19 November, 2003*.

[19] Ross, S., Westerfield, R. & Jordan, B. (1993). *Fundamentals of Corporate Finance*. 2nd ed. Homewood: Irwin.

[20] Schneider – Intelligent Energy (2011, junij). *Učinkovita raba energije: ključ do donosne prihodnosti*. ZDA: Schneider Electric.

[21] SENTRO (2008, november). *Sustainable Energy systems in New buildings*. *Energetsko učinkoviti sistemi za proizvodnjo energije v novih stavbah – tržna predstavitev študije izvedljivosti, kot jo predvideva Direktiva o energetske učinkovitosti stavb*. Najdeno 12. septembra 2011 na spletnem naslovu: http://www.sentro.eu/documents/SENTRO_handbook_Slovenian.pdf

[22] Tomić, J. & Kempton, W. (2007). *Using fleets of electric-drive vehicles for grid support*. *Journal of Power Sources*, 168 (2007), 459–468.

[23] Žajber, B. (2008) *Izkoriščanje vodnega potenciala spodnje Save*. Diplomsko delo. Maribor: Univerza v Mariboru, fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko in Ekonomsko – poslovna fakulteta.

Dr. Matjaž Knez je predavatelj na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru. Pred zaposlitvijo na Fakulteti za logistiko je pet let delal v gospodarstvu, najprej na Telekomu d. d., v Sektorju za razvoj novih storitev ter kasneje kot vodja Hotela Oleander v Strunjanu. Na Fakulteti za logistiko predava in raziskuje na področjih, kot so oskrbne verige, zelena logistika, okoljski menedžment in menedžment tehnologij. Je avtor številnih znanstvenih člankov in se aktivno udeležuje mednarodnih znanstvenih in strokovnih konferenc. Trenutno je na trimesečnem izpopolnjevanju na Transport Research Institute, Napier University, v Edinburghu na Škotskem.

Izr. prof. dr. Bojan Rosi, MBA, univ. dipl. org. je visokošolski učitelj na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru (FL UM), habilitiran za predmetno področje Gospodarska logistika. Je vtorec in recenzent številnih člankov, učbenikov, knjig in raznih drugih publikacij. Pred zaposlitvijo na Univerzi v Mariboru je bil 20 let zaposlen pri Slovenskih železnica in 5 let v organih v sestavi Ministrstva za promet kot svetovalec Vlade RS. Je član številnih strokovnih mednarodnih in domačih združenj ter vodja Laboratorija za promet in logistiko sistemov na FL UM.

Red. prof. dr. Andrej Predin je strokovnjak s področja energetike, hidroenergetike, hidravličnih sistemov in naprav (vodne turbine), malih hidroelektrarn (MHE), alternativne energetike (vetrne turbine, alternativne vodne turbine), merilne tehnike in merilnih sistemov v energetiki. Trenutno opravlja funkcijo dekana na Fakulteti za energetiko Univerze v Mariboru.