

## ELEKTRIKA KOT ALTERNATIVNO POGONSKO GORIVO IN ZAKONSKE ZAHTEVE PO TRAJNOSTNI MOBILNOSTI

Adrijana COPOT, Vlasta KRMELJ

### POVZETEK

*Promet postaja eden največjih onesnaževalcev našega okolja, tako po svetu kot v Sloveniji. Največ težav povzroča v urbanih območjih. Posledice se kažejo v prometnih zastojih, hrupu, onesnaženosti zraka in povečanih vibracijah.*

*Ljudje bodo še vedno uporabljali osebna vozila kot osnovno prevozno sredstvo, zato iščemo okolju bolj prijazna - alternativna pogonska goriva. Dobra alternativa, ki postaja vse bolj popularna je električna mobilnost. Pogon avtomobilov z električno energijo, pridobljeno iz obnovljivih virov energije.*

### ABSTRACT

*Transport is becoming one of the biggest polluters of our environment in all countries - Slovenia is no exception. The biggest impact is most evident in the urban areas. Consequently in the cities, there are big traffic jams, noise, air pollution and increased vibration.*

*There is no doubt that people will still use cars as a basic means of transport, so we are looking for more environmentally friendly - alternative fuels. A good alternative is the electric mobility that is becoming increasingly popular. Driving cars on electricity which is produced from renewable energy sources.*

## 1. UVOD

Promet nam v današnjem času omogoča gospodarski razvoj, veliko svobodo gibanja in deluje kot povezovalac prostora. Zagotavljanje mobilnosti je eno pomembnejših vodil sodobnega sveta. Želja po popolnem zagotavljanju tega cilja pripelje do nasprotij. Promet nam poleg teh pozitivnih lastnosti povzroča težave s svojimi negativnimi učinki.

Gostota prometa se konstantno povečuje, posledice so naraščanje števila avtomobilov, predvsem v urbanih območjih. Prav tako se povečujejo toplogredni plini (TGP) v zraku, ki škodujejo zdravju, okolju in vplivajo na biotsko raznovrstnost, onesnažujejo tla in vodo.

Tudi Slovenija, kot večina razvitih držav, se sooča s tem rastočim problemom. Ljudje se počasi začenjajo zavedati posledic, ki jih povzroča promet. Promet posebno vpliva na kakovost življenja, vendar brez ukrepov ne bo prišlo do izboljšanja.

Izpusti TGP iz prometa, ki so posledica izgorovanja fosilnih goriv, so v Sloveniji v dvajsetih letih presegli dvakratno vrednost. Njihova stalna rast in vse večji delež v skupnih izpustih otežujeta prizadevanja Slovenije za doseganje sprejetih obveznosti iz Kjotskega protokola [1].

Zavedamo se, da velikega porasta osebnih vozil ne moremo drastično zmanjšati. Zato lahko z uporabo bolj ekoloških goriv, kot so električna, zmanjšamo onesnaženost zraka, predvsem z najbolj problematičnimi prašnimi ( $PM_{10}$  in  $PM_{2,5}$ ) delci.

Skoraj večina današnjega mehanskega prometa je odvisna od nafte. Količine načrpane surove nafte bodo države izvoznice namenoma zmanjševale, da bi podaljšale čas trajanja zaloga. Obstoječe rezerve nafte bomo porabili do natančno 22. oktobra leta 2047. Tako vsaj trdi energetski portal EU, kjer so natančno izračunali uro in datum izginotja neobnovljivih virov energije na Zemlji [2].

Električni avtomobili so možna rešitev prometa, ker ne ustvarjajo problemov, povezanih s podnebnimi spremembami in pomanjkanjem fosilnih goriv. Neposredno ne ustvarjajo TGP, poleg tega jih lahko napajamo z elektriko iz obnovljivih virov energije (OVE), a tudi uporabe elektrike iz fosilnih goriv zmanjšuje raven  $CO_2$ .

Evropa mora zmanjšati porabo nafte, ki stane Evropo milijardo evrov na dan, poleg tega zmanjšati nevarne emisije, hrup in škodljive vplive prometa na zdravje. Svet je 5. decembra 2013 sprejel splošni pristop o predlogu v zvezi z infrastrukturo za alternativna goriva. Namen predlagane direktive o vzpostavitvi infrastrukture za alternativna goriva, ki je del pobude Zelena energija za promet, je vzpostaviti minimalno število polnilnih postaj in črpalnih postaj po vsej EU, poleg tega pa še standard za priključke na polnilnicah za počasno in hitro polnjenje električnih vozil [3].

Devet od desetih državljanov EU je prepričan, da je treba izboljšati stanje v prometu na njihovem območju. Izbira prevoznih sredstev ne vpliva le na prihodnji razvoj mest, temveč tudi na gospodarsko blagostanje državljanov in podjetij. Prav tako bo bistvena za uspeh celovite strategije EU za boj proti podnebnim spremembam in uresničevanje ciljev 20-20-20 ter spodbujanje kohezije.

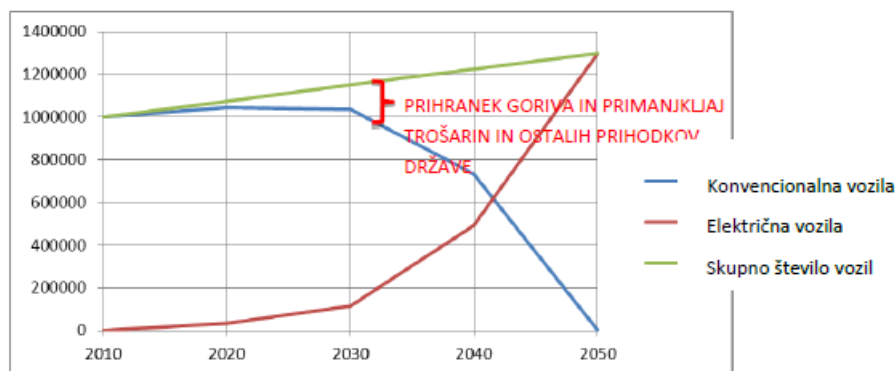
## 2. ELEKTRIKA KOT ALTERNATIVNO POGONSKO GORIVO

„Alternativna goriva“ pomenijo goriva, ki nadomeščajo fosilne naftne vire pri oskrbi vozil z energijo in ki lahko prispevajo k dekarbonizaciji prometnega sistema, zajemajo pa:

- **električno energijo;**
- vodik;
- biogoriva, kot so opredeljena v Direktivi o obnovljivih virih energije 2009/28/ES Evropskega parlamenta in Sveta;
- sintetična goriva;
- zemeljski plin, vključno z biometanom, v plinasti (stisnjeni zemeljski plin – SZP) in tekoči obliki (utekočinjeni zemeljski plin – UZP);

- utekočinjeni naftni plin (UNP).

Slika 6 predstavlja potencialno rast električnih vozil (EV) in upad konvencionalnih vozil do leta 2050 kot to opredeljuje – posvetovalni dokument Javne agencije RS za energijo, ki je izšel decembra 2012 in se imenuje ELEKTROMOBILNOST.



Slika 6: Predvideno število konvencionalnih in električnih vozil v Sloveniji do leta 2050 [4]

Zaradi sodobnega načina življenja in naraščanja prebivalstva se vse bolj soočamo s problemi, ki jih prinaša obstoječ način transporta. Nizka cena vožnje in vzdrževanja vozil, udobnost, zanesljivost ter ekološka neoporečnost so lastnosti električnih vozil prihodnosti [5].

Tehnološki napredek in vedno boljša izdelava ter sami izkoristki električnih vozil predstavljajo zanimivo alternativo avtomobilom na fosilna goriva. Električni avtomobili z enimi polnjenjem omogočajo doseg, ki ga posameznik dnevno v povprečju opravi.

Vedno višje cene fosilnih goriv, nizki izkoristki motorjev z notranjim izgorevanjem ter na drugi strani prehod na trajnostni način življenja z manj onesnaževanja okolja so nekateri razlogi za razvoj novodobnih električnih avtomobilov. Glavne prednosti električnih avtomobilov so majhna poraba energije, nizki stroški vzdrževanja ter možnost izbire primarnega vira energije. Z električnim avtomobilom se lahko vozimo nekajkrat ceneje kot s klasičnim avtomobilom na fosilna goriva [6].

## 2.1 Električna vozila

Električna vozila, ki za pogon uporabljajo visokoučinkovite električne motorje, se lahko polnijo iz omrežja z elektriko, ki vse pogosteje izvira iz nizkoogljičnih energetskih virov. Prožno polnjenje baterij v vozilih, ko je malo povpraševanja ali veliko ponudbe, podpira vključitev obnovljivih virov energije v energetski sistem. Električna vozila ne povzročajo emisij onesnaževal in so zato še posebej primerna za urbana okolja. Hibridne konfiguracije, kjer so združeni motorji z notranjim zgorevanjem in električni motorji, lahko prihranijo nafto in zmanjšajo emisije CO<sub>2</sub> tako, da izboljšajo celotno energetsko učinkovitost pogona vozila (do 20 %), toda ker nimajo možnosti zunanega polnjenja, niso tehnologija za alternativno gorivo.

Tehnologija za električna vozila dozoreva in ta vozila se pričenjajo uveljavljati. Države članice načrtujejo, da bo do leta 2020 na njihovih cestah od 8 do 9 milijonov električnih vozil npr. samo v Nemčiji je predvidenih milijon električnih vozil. Glavna težava so visoki stroški, nizka gostota energije in velika teža baterij. To znatno ovira doseg teh vozil. Običajno polnjenje traja več ur. Hitro, morebiti induktivno, polnjenje ali menjava baterij lahko zmanjšata to težavo. Izboljšana baterijska tehnologija je ključna za razvoj trga z električnimi vozili. Električni dvokolesniki imajo vse prednosti električnih vozil in jim lahko pomagajo pri tržnem preboju.

Pomanjkanje polnilnih postaj z enotno vtičnico je glavna ovira za razvoj trga. Polnilne postaje bi morale biti nameščene doma, na delovnem mestu in tudi na javnih mestih. Trenutno v večini držav članic ni zadostnega števila javno dostopnih polnilnih postaj in ni najavljenih politik za razvoj primerne omrežja teh postaj. Električna vozila se lahko uporabljajo tudi za skladiščenje električne energije in stabilizacijo omrežja, pri čemer bo za prožen sistem oblikovanja cen električne energije, ki temelji na povpraševanju in ponudbi, potrebna nadzorovana interakcija z električnim omrežjem [7].

V osnovi poznamo 3 vrste električnih vozil [8]:

- ♣ **Električno vozilo na baterije (B-EV):** Ta vozila uporabljajo elektriko, ki se shranjuje v bateriji. Doseg vozila je odvisen od baterije ter njenih shranjevalnih karakteristik. Ko se baterija izprazni, jo je pred novo vožnjo potrebno napolniti, kar pa lahko traja tudi več ur.
- ♣ **Hibridna vozila (H-EV):** Ta vozila imajo 2 vira napajanja: bencinski/dizelski motor in električni motor. Električni motor običajno dopolnjuje bencinskega/dizelskega, a lahko tudi poganja vozilo, vendar to velja le za krajše razdalje. Baterija se običajno polni preko navadne vtičnice "plug-in".
- ♣ **Vozila s podaljšanim dosegom (E-REV):** To so vozila, ki imajo električni motor kot glavni pogon. Razlika je v tem, da imajo vozila s podaljšanim dosegom na voljo majhen generator (običajno bencinski/dizelski motor), ki zagotovi moč električnemu motorju, ko se baterija izprazni. Doseg tovrstnega vozila je več sto kilometrov; torej je to električno vozilo, z dosegom hibrida.

PREDNOST ELEKTRIČNIH AVTOMOBILOV SO:

- ♣ nižji stroški prevoza,
- ♣ vozila so tiha,
- ♣ manj obremenjujejo okolje zaradi škodljivih emisij,
- ♣ manj sestavnih delov in
- ♣ udobje.

### 3. ZAKONSKE ZAHTEVE PO TRAJNOSTNI MOBILNOSTI

Prometni sektor pokriva več kot 94 % vseh svojih potreb po energiji z nafto. V Akcijskem načrtu o mobilnosti v mestih, ki je bil objavljen leta 2009, je Evropska komisija predlagala, da

se v Evropi pospeši izdelava akcijskih načrtov za trajnostno mobilnost v mestih. Zato je zagotovila navodila, spodbudila izmenjavo dobrih praks, določila merila in podprla izobraževalne dejavnosti za strokovnjake s področja prometa. V zaključkih, ki temeljijo na Akcijskem načrtu o mobilnosti v mestih, z dne 24. junija 2010 je zapisano, da Svet EU "podpira razvoj trajnostnih mestnih prometnih načrtov za mesta in metropolitanska območja [...] in pri izdelavi takšnih načrtov spodbuja razvoj strokovne podpore in izmenjave informacij". [9]

Najpomembnejše Evropske strategije/ cilji pri trajnostni mobilnosti:

**Evropski cilji 20-20-20:** trije glavni cilji (20% zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, 20% povečanje deleža porabe energije iz OVE, 20% izboljšanje energetske učinkovitosti) so bili določeni marca 2007. Določeni so z namero preoblikovati Evropo v nizkoogljično gospodarstvo z visoko energetske učinkovitostjo. Cilji so bili sprejeti v okviru podnebno-energetskega zakona v letu 2009.

**Promet in čista energija:** V okviru teh ukrepov želi EU zagotoviti postavitve polnilnic na alternativna goriva po vsej Evropi. Poleg potrebe po povečanju števila javnih polnilnih postaj je nujno, da so vse narejene po skupnih standardih. Dokumenti so trenutno predlog za direktivo, prvi osnutek le-teh bo predvidoma v juliju 2014.

Marca 2011 je Evropska komisija izdala **Belo knjigo o prometu** "Načrt za enotni evropski prometni prostor – na poti h konkurenčnemu in z viri gospodarnemu prometnemu sistemu" [10]. Bela knjiga o prometu predlaga preveritev možnosti, da postane izdelava akcijskega načrta za trajnostno mobilnost v mestih obvezna za mesta določene velikosti, v skladu z nacionalnimi standardi, ki temeljijo na smernicah EU. Predlaga tudi, da se razišče možnost povezovanja regionalnega razvoja in kohezijskih skladov z mesti in regijami, ki so predložile posodobljene in neodvisno potrjene certifikate mobilnosti v mestih in opravljene revizije trajnosti. Bela knjiga o prometu predlaga še, da se preuči možnost vzpostavitve evropske mreže za podporo izvajanju akcijskih načrtov za trajnostno mobilnost v evropskih mestih [9].

### 3.1 Nova strategija EU za čista goriva

Evropska komisija strateško in finančno podpira raziskovalne in predstavitvene projekte, da bi olajšala uvedbo alternativnih goriv in vozil z manjšimi emisijami ali brez njih na trg ter zmanjšala odvisnost od fosilnih goriv. V okviru evropskega načrta za oživitev gospodarstva je Evropska komisija uvedla evropsko pobudo za zelene avtomobile.

Evropska komisija je predstavila ambiciozen sveženj ukrepov za izgradnjo postaj za alternativna goriva po EU, za katere bodo veljali skupni standardi zasnove in uporabe. Do zdaj so se politične pobude večinoma osredotočale na goriva in vozila, manj pozornosti pa je bilo namenjene distribuciji goriv [11].

Uvajanje čistih goriv upočasnjujejo tri glavne ovire: draga vozila, nizka sprejemljivost za potrošnike in pomanjkanje postaj za dovod goriva ali polnjenje. Gre za začarani krog. Postaje za dovod goriva se ne gradijo, ker ni dovolj vozil. Vozila so draga, ker je povpraševanje po

njih slabo. Potrošniki pa ne kupujejo vozil, ker so draga in ni dovolj postaj za dovod goriva ali polnjenje. Komisija zato predlaga sveženj zavezujočih ciljev za države članice glede minimalne infrastrukture za čista goriva, kot so elektrika, vodik in zemeljski plin, ter skupnih standardov EU za potrebno opremo [11].

Podpredsednik Evropske komisije in komisar za promet Siim Kallas je povedal: „Razvijanje inovativnih in alternativnih goriv je logična pot proti večji gospodarnosti z viri, zmanjšanju prevelike odvisnosti od nafte in razvoju prometne industrije, ki se bo sposobna odzvati na zahteve 21. stoletja. Kitajska in Združene države Amerike načrtujejo, da bo na njihovih cestah do leta 2020 več kot šest milijonov električnih vozil. To je velika priložnost za Evropo, da okrepi svoj položaj na hitro rastočem svetovnem trgu.“

Sveženj o čisti energiji za promet vsebuje sporočilo o evropski strategiji za alternativna goriva, direktivo o infrastrukturi in standardih ter spremni dokument o akcijskem načrtu za uporabo utekočinjenega zemeljskega plina v pomorskem prometu.

Glavni ukrepi na področju električnih vozil se nanašajo na polnilne postaje. Število električnih napajalnih postaj se po EU zelo razlikuje. Vodilne države na tem področju so Nemčija, Francija, Nizozemska, Španija in Združeno kraljestvo. Po tem predlogu bo morala vsaka država članica postaviti minimalno število napajalnih postaj z enotnim vtičem. Cilj je zagotoviti kritično maso napajalnih postaj, ki bo spodbudila množično proizvodnjo vozil po dostopnih cenah. Seznam s predvidenim številom pa je v Tabeli 1.

Enotni evropski vtič je bistven element za uvajanje tega goriva. Da bi Komisija prekinila negotovost na trgu, je 24.1.2013 v Bruslju oznanila, da bo enotni standard za vso Evropo vtič tipa 2.

Tabela 1: Električne napajalne postaje/električna vozila po državah članicah [11]

Države članice	Obstoječa infrastruktura (napajalne postaje) 2011	Predlagani cilji glede javno dostopne infrastrukture do leta 2020	Načrtovano število električnih vozil v državah članicah do leta 2020
Avstrija	489	12 000	250 000
Belgija	188	21 000	-
Bolgarija	1	7 000	-
Ciper	-	2 000	-
Češka	23	13 000	-
Nemčija	1 937	150 000	1 000 000
Danska	280	5 000	200 000
Estonija	2	1 000	-
Grčija	3	13 000	-

<b>Finska</b>	1	7 000	-
<b>Francija</b>	1 600	97 000	2 000 000
<b>Madžarska</b>	7	7 000	-
<b>Irska</b>	640	2 000	350 000
<b>Italija</b>	1 350	125 000	130 000 ( <i>do leta 2015</i> )
<b>Litva</b>	-	4 000	-
<b>Luksemburg</b>	7	1 000	40 000
<b>Latvija</b>	1	2 000	-
<b>Malta</b>	-	1 000	-
<b>Nizozemska</b>	1 700	32 000	200 000
<b>Poljska</b>	27	46 000	-
<b>Portugalska</b>	1 350	12 000	200 000
<b>Romunija</b>	1	10 000	-
<b>Španija</b>	1 356	82 000	2 500 000
<b>Slovaška</b>	3	4 000	-
<b>Slovenija</b>	80	3 000	14 000

### 3.2 Zeleno javno naročanje: Temeljne okoljske zahteve za osebna vozila

Naročnik določi predmet javnega naročanja tako, da je iz opisa predmeta jasno razvidno, da je predmet javnega naročanja okoljsko manj obremenjujoče blago in da se pri oddaji javnega naročila upoštevajo temeljne okoljske zahteve iz te priloge.

#### Merilo »ocena stroškov v življenjski dobi vozila

Pri izračunu ocene stroškov v življenjski dobi vozila se upoštevajo nabavna cena vozila, vključno z davkom na dodano vrednost, stroški energentov v življenjski dobi vozila in zunanji okoljski stroški v življenjski dobi vozila. Za zunanje okoljske stroške v življenjski dobi vozila štejejo stroški emisij ogljikovega dioksida v življenjski dobi vozila, stroški emisij dušikovih oksidov v življenjski dobi vozila, stroški emisij nemetanskih ogljikovodikov v življenjski dobi vozila in stroški emisij trdnih delcev v življenjski dobi vozila. Za izračun ocene stroškov v življenjski dobi vozila se uporabi formula (1) [12]:

$$LCC = N_c + (LC_{km} \times [(poraba_E \times PE \times CE_{min} / PE_{min}) + (CO_2em \times CCO_2) + (NO_xem \times CNO_x) + (NMHCem \times CNMHC) + (PMem \times CPM)]) \quad (1)$$

Oznake v formuli imajo naslednji pomen:

- ♣ LCC - ocena stroškov v življenjski dobi vozila,

- ♣  $N_c$  - nabavna cena vozila,
- ♣  $LC_{km}$  - kilometrina v življenjski dobi vozila,
- ♣  $poraba_E$  - poraba energenta,
- ♣  $PE$  - vsebnost energije v energentu,
- ♣  $PE_{min}$  - vsebnost energije v najcenejšem energentu,
- ♣  $CE_{min}$  - cena najcenejšega energenta,
- ♣  $CO_{2em}$  - emisije ogljikovega dioksida,
- ♣  $CCO_2$  - cena za emisije ogljikovega dioksida,
- ♣  $NO_{xem}$  - emisije dušikovih oksidov,
- ♣  $CNO_x$  - cena za emisije dušikovih oksidov,
- ♣  $NMHC_{em}$  - emisije nemetanskih ogljikovodikov,
- ♣  $CNMHC$  - cena za emisije nemetanskih ogljikovodikov,
- ♣  $PMem$  - emisije trdnih delcev,
- ♣  $CPM$  - cena za emisije trdnih delcev.

Naročnik pri izračunu ocene stroškov v življenjski dobi vozila uporabi vrednosti, ki jih v svoji ponudbi navede ponudnik, in vrednosti, ki jih sam opredeli v razpisni dokumentaciji.

Vrednosti, ki jih v ponudbi navede ponudnik, so:

- ♣ nabavna cena vozila, ki vključuje davek na dodano vrednost in je izražena v EUR,
- ♣ poraba energenta, izraženo v l/km ali kWh/km,
- ♣ emisije ogljikovega dioksida ( $CO_{2em}$ ), izražene v kg/km,
- ♣ emisije dušikovih oksidov ( $NO_x em$ ), izražene v g/km,
- ♣ emisije nemetanskih ogljikovodikov (NMHC), izražene v g/km,
- ♣ emisije trdnih delcev (PMem), izražene v g/km.

#### 4. VIRI, LITERATURA

- [1] A. Plevnik, "Okolje in promet", Ministrstvo za okolje in prostor-Agencija RS za okolje, Ljubljana 2008, pp. 4-33.
- [2] "Dan, ko bodo pošle zaloge nafte", 2010. Dostopno na: <<http://www.delo.si/clanek/106012>> [10.3.2014]
- [3] Dostopno na: <<http://consilium.europa.eu/homepage/highlights/alternative-fuels-infrastructure-general-approach-reached?lang=sl>> [15.3.2014]
- [4] Dostopno na: <[www.agen-rs.si](http://www.agen-rs.si)> [15.3.2014]
- [5] "Električna vozila", 2014. Dostopno na: <<http://www.tehnosol.si/elektri%C4%8Dna-vozila>> [10.3.2014]
- [6] "Električni avtomobili", 2014. Dostopno na: <<http://www.elektricni-avtomobili.si/elektricni-avtomobili/>> [10.3.2014]
- [7] Zelena energija za promet: evropska strategija za alternativna goriva, Sporočilo EK, (COM(2013) 17)).



- [8] Dostopno na: <<http://www.chevrolet.si/vozila/elektricna-vozila/>> [14.3.2014]
- [9] Dostopno na: <[http://www.mobilityplans.eu/docs/file/SUMP\\_Brochure\\_SI\\_web.pdf](http://www.mobilityplans.eu/docs/file/SUMP_Brochure_SI_web.pdf)> [14.3.2014]
- [10] COM(2011)0144 končna verzija
- [11] Dostopno na: <[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-13-40\\_sl.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-40_sl.htm)> [14.3.2014]
- [12] Dostopno na: <[https://www.uradni-list.si/files/RS\\_-2011-102-04404-OB~P010-0000.PDF#!/pdf](https://www.uradni-list.si/files/RS_-2011-102-04404-OB~P010-0000.PDF#!/pdf)> [14.3.2014]

## NASLOV AVTORJEV

Adrijana Copot, uni.dipl.inž.prometa;  
dr. Vlasta Krmelj

ENERGETSKA AGENCIJA ZA PODRAVJE, Zavod za trajnostno rabo energije,  
SMETANOVA ULICA 31, SI-2000 MARIBOR, Slovenija

Tel: + 386 (02) 234 23 60

Fax: + 386 (02) 234 23 61

Elektronska pošta: [adrijana.copot@energap.si](mailto:adrijana.copot@energap.si), [vlasta.krmelj@energap.si](mailto:vlasta.krmelj@energap.si)