

# Mogućnosti primjene ukapljenog prirodnog plina u pomorskom i kopnenom prometu Republike Hrvatske

## Potential for the development of the liquefied natural gas market as fuel in the maritime and inland transport in Croatia

Andreja Ana Lopac, dipl. ing.  
LNG Hrvatska d.o.o.  
[andejaana.lopac@lng.hr](mailto:andejaana.lopac@lng.hr)



**Cljučne riječi:** ukapljeni prirodni plin - UPP kao gorivo, UPP infrastruktura, UPP terminal Omišalj, otok Krk, Strategija implementacije alternativnih goriva, Prometna strategija, EU sredstva

**Key words:** Liquefied Natural Gas –LNG as a fuel, LNG infrastructure, LNG terminal Omišalj, island of Krk, Implementation of alternative fuels strategy, Transport strategy, EU funds

### Sažetak

Europska unija podupire zajednički razvoj i integraciju infrastrukture svih zemalja članica na područjima energetike, transporta i širokopojasne infrastrukture. S obzirom na ograničene izvore vlastitih energenata, jedan od glavnih ciljeva Europske unije na području energetike je što veća diversifikacija energenata kao i dobavnih pravaca, uz upotrebu novih konkurentnijih i ekološki prihvatljivijih energenata, poput ukapljenog prirodnog plina. Dostupnosti izgrađene infrastrukture daje snažnu potporu upotrebi ukapljenog prirodnog plina u prometu, a koja prednjači u skandinavskim zemljama te Španjolskoj, Francuskoj i Njemačkoj.

Uzimajući u obzir atraktivan geostrateški i geopolitički položaj Republike Hrvatske kao i njeno članstvo

u Europskoj uniji, implementacija i poticanje korištenja UPP-a kao pogonskog goriva u pomorskom i kopnenom prometu osigurali bi Hrvatskoj međunarodnu prepoznatljivost zemlje koja usvaja nove tehnologije, uvodi nove trendove te stečeno znanje spremno prenosi na druge zemlje. Implementacija ukapljenog prirodnog plina u pomorski i kopneni promet snažno će utjecati na energetske i gospodarski razvoj Republike Hrvatske, a dugoročno može donijeti brojne dobrobiti hrvatskom prometnom, pomorskom i brodograđevnom sektoru te u konačnici ukupnom gospodarstvu i prosperitetu zemlje.

U radu će se prikazati mogućnost primjene ukapljenog prirodnog plina kao pogonskog goriva u pomorskom i kopnenom prometu Republike Hrvatske.

### Abstract

The European Union supports the common development and integration of infrastructure of all Member States in the areas of energy, transport and broadband infrastructure. Given the limited resources of its own energy sources, one of the EU's main goals in the energy sector is diversification of energy sources as well as supply routes, with the use of more competi-

tive and more environmentally friendly energy sources such as liquefied natural gas (LNG). The availability of the existing LNG infrastructure, which is more developed in the Scandinavian countries and in Spain, France and Germany, provides strong support for the use of LNG in transport.

Taking into account the attractive geostrategic and geopolitical position of the Republic of Croatia as well as its membership in the EU, the implementation and encouragement of the use of LNG as fuel in maritime and inland traffic would ensure Croatia's international recognition as a country which adopts new technologies, introduces new trends and transmits acquired knowledge to other countries. Implementation of liquefied natural gas in maritime and inland transport will have a strong impact on the energy and economic sector development of the Republic of Croatia, in longer period it can bring a number of benefits to the Croatian transport, maritime and shipbuilding sector and ultimately to the overall economy and prosperity of the country.

The paper presents the possibility of using liquefied natural gas as a fuel in the maritime and land transport of the Republic of Croatia.

## Uvod

Promet je kao gospodarska aktivnost temelj svakog razvijenog gospodarstva. Razni vidovi prometa doprinose ukupnom napretku pojedine zemlje, regije te u konačnici i svjetskom gospodarstvu.

Primjena UPP-a u prometu, kao fosilnog goriva s najmanjim otiskom onečišćenja, ima veliki potencijal. Emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>), uslijed izgaranja prirodnog plina po jedinici energije, najmanje su u usporedbi s ostalim fosilnim gorivima. Za ekvivalentne količine dobivene energije, prirodni plin proizvodi oko 30% manje CO<sub>2</sub> od nafte, dušičnih oksida (NO<sub>x</sub>) za 90%, čestica i čađi za 99% a sumpornih spojeva 100%. Stoga UPP kao pogonsko gorivo uzrokuje osjetno manju štetu za biosferu i komplementarno je zahtjevima koje Europska unija postepeno uvodi.

Na razini Europske unije najvažniji dokument u kontekstu razvoja UPP infrastrukture za brodove i teška teretna vozila pogonjena UPP-om je Direktiva 2014/94/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 22. listopada 2014. o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva. Direktiva je postavila obvezu razvoja mreža postaja za punjenje plovila i teških teretnih vozila najkasnije do 2025. godine u pomorskim

lukama i sjecištima TEN-T mreže, a do 2030. godine u lukama na unutarnjim plovnim putovima. Države članice trebaju osigurati odgovarajući sustav distribucije između centralnih distribucijskih stanica i stanica za punjenje UPP-om vozila i plovila. Na TEN-T mreži (1) pretpostavlja se raspoloživost javnih UPP stanica na svakih 400 kilometara.

Premda se primjena UPP-a u prometu na razini Europske unije razmatrala prvenstveno u kontekstu pogodnosti za okoliš, realizacija implementacije UPP-a kao goriva postigla je i šire društvene ciljeve poput poboljšanja sigurnosti opskrbe energijom, podrške gospodarskom rastu i jačanje industrije. Također, s povoljnijom cijenom (odnos volumen/potrošnja/cijena), nakon prvotnih ulaganja najvećim dijelom sufinanciranih od strane CEF-a (2), primjena UPP-a donijela je korisnicima i značajne uštede te je postala jedina alternativa dizelskom gorivu za uporabu u teškim teretnim vozilima te plovilima.

## Regulativa uspostave UPP infrastrukture u RH

Republika Hrvatska u prosincu 2016. godine donijela je Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva (3), (dalje u tekstu Zakon) kojim je utvrdila minimalne zahtjeve za izgradnju infrastrukture za alternativna goriva, čime su se u pravni poredak Republike Hrvatske prenijele odredbe Direktive 2014/94/EU europskog parlamenta i Vijeća od 22. listopada 2014. o obvezi uspostave infrastrukture za alternativna goriva za svaku državu članicu EU.

Navedenim Zakonom ukapljeni prirodni plin definiran je kao alternativno gorivo za pogon brodskih motora u pomorskom prometu i prometu na unutrašnjim vodama, kao pogonsko gorivo teškog kamionskog prometa te u budućnosti gorivo za pogon lokomotiva u željezničkom, a Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture određeno je kao tijelo nadležno za provođenje predmetnog Zakona.

Prema Zakonu, mjesta punjenja i opskrbe UPP-om definirana su prvenstveno na koridorima osnovne TEN-T mreže cesta, željeznica, zračnih i morskih luka te luka unutarnje plovidbe. Kako bi se na predmetnim koridorima mogla razviti infrastruktura za upotrebu UPP-a u prometu, Zakon je definirao i potrebu razvoja distribucijskog sustava za UPP putem kojeg će se opskrbljivati planirana infrastruktura za punjenje i opskrbu UPP-om te obvezu morskih luka i luka na

unutarnjim vodama za osiguranjem pristupa mjestima za distribuciju i opskrbu UPP-om.

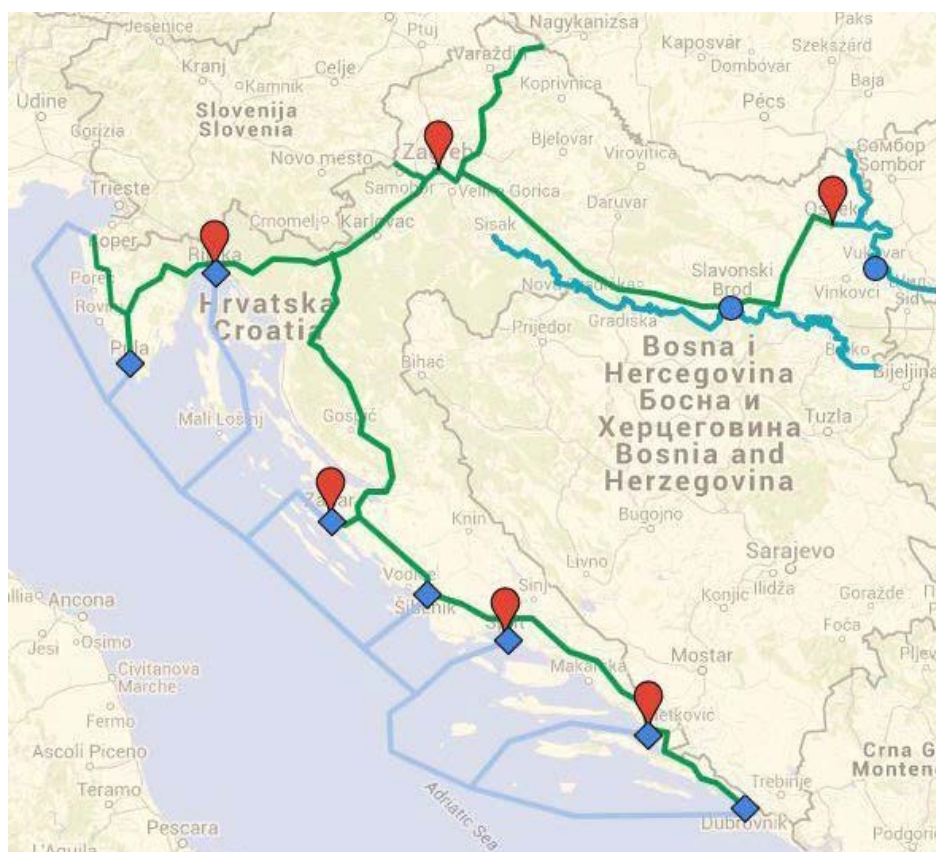
Zajednički okvir mjera definiran predmetnim Zakonom provodi se kroz Nacionalni okvir politike za uspostavu infrastrukture i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu (dalje u tekstu NOP), a koji je odlukom Vlade Republike Hrvatske donesen i usvojen u travnju 2017. godine (4).

NOP je definirao procjenu trenutnog stanja i budućeg razvoja UPP-a kao alternativnog goriva u prometnom sektoru, uključujući njegovu moguću istodobnu i kombiniranu uporabu te razvoj infrastrukture za primjenu, uzimajući pritom i neprekinutu prekograničnu pokrivenost. Temeljem navedenoga, NOP je odredio lokacije javno dostupnih mjesta za opskrbu UPP-om, uključujući TEN-T koridore kao i luke izvan osnovne TEN-T mreže i to:

- S ciljem omogućavanja prometovanja plovilima pogonjenih UPP-om na unutarnjim plovnim putovima ili morskim brodovima u cijeloj osnovnoj mreži TEN-T te na glavnim plovnim putovima RH, do 31. prosinca 2025. godine infrastruktura za prekrcaj i opskrbu UPP-a u morskim lukama mora biti dostupna u Rijeci, a do 31. prosinca 2030. godine infrastruktura za prekr-

caj i opskrbu UPP-a mora biti dostupna u Puli, Zadru, Šibeniku, Splitu, Pločama i Dubrovniku te u lukama unutarnjih voda mora biti dostupna u Vukovaru i Slavanskom Brodu;

- S ciljem omogućavanja prometovanja teških teretnih vozila po glavnim cestovnim prometnim pravcima RH, do 31. prosinca 2025. godine infrastruktura za opskrbu teških teretnih vozila UPP-om mora biti dostupna na rubnim dijelovima gradova Zagreba i Rijeke, a do 31. prosinca 2030. godine na rubnim dijelovima gradova Zadra, Splita, Ploča, Slavnskog Broda i Osijeka. U slučaju dovoljne potražnje, moguće je uz punionice na rubnim dijelovima gradova blizu autocesta predvidjeti i postavljanje mobilnih jedinica za opskrbu teretnih vozila UPP-om na odmorinim mjestima autocesta;
- S ciljem osiguranja primjerene distribucije za UPP na području RH, kako bi se opskrbljivala mjesta za opskrbu brodova u morskim i riječnim lukama i na osnovnoj mreži TEN-T za teška motorna vozila, distribucijski centar mora biti dostupan u Rijeci, a infrastruktura za pretovar u lukama Rijeka, Vukovar i Slavonski Brod.



Slika 1. NOP-om određene lokacije javno dostupnih mjesta za opskrbu UPP-om (5)



## Potencijal implementacije UPP-a kao pogonskog goriva u RH i gravitirajućih tržišta

Zemlje sjeverne Europe koje imaju izlaz na Baltičko i Sjeverno more proglasile su svoje teritorijalne vode (S)ECA područjima (engl. „Sulphure Emission Control Areas“) s kontroliranim emisijom sumpora, dušičnih oksida, čađe te ostalih čestica. Europska komisija komunicira mogućnost primjene iste regulative i na područje Mediterana, što se nastavno odnosi i na Republiku Hrvatsku. Primjena navedene regulative za područje Mediterana, s limitom od 0,1% za emisije sumpornih spojeva pri izgaranju pogonskog goriva, očekuje se do 2020. S obzirom na propisano znatno smanjenje emisije štetnih plinova, povećanu kontrolu emisija te sve veći predviđeni porast obujma prometa, upotreba UPP-a čini se kao najprihvatljivije rješenje.

Razvoj projekta izgradnje prihvatnog UPP terminala u Omišlju, na otoku Krku, omogućit će implementaciju UPP-a kao ekološki prihvatljivog pogonskog goriva u pomorskom i teškom kamionskom prometu, čija primjena je sukladna s MARPOL konvencijom (6) i očekivanom primjenom ECA područja na Jadran u 2020. godini, Direktivom 2014/94/EU o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva, kao i Nacionalnim okvirom politike za uspostavu infrastrukture za alternativna goriva.

Također, Rijeka i Zagreb se nalaze na Mediteranskom koridoru TEN-T mreže, s obvezom izgradnje punionice UPP-a kao alternativnog goriva za primjenu u prometu.

S obzirom na geografski položaj kojim Jadransko more duboko ulazi u Europski kontinent, LNG terminal na otoku Krku može biti opskrbeno regionalno središte, a Rijeka distributivni centar za daljnje napajanje infrastrukture za upotrebu UPP-a u prometu, kako hrvatskog, tako i tržišta koje u dijelu pomorskog prometa gravitiraju Rijeci - luke Kopar, Trst i Venecija, u riječnom prometu tržište Mađarske, a u kopnenom prometu tržišta Slovenije i Mađarske.

Prema studijama koje je za potrebe razvoja projekta ugovorno naručilo Društvo LNG Hrvatska (*Studija mogućnosti uporabe LNG-a iz LNG terminala Krk kao pogonskog goriva za pomorski i cestovni promet*, 2015., Ekenerg i EIHP, *Analysis of the regional bunkering market with recommendation*, 2017., EIHP), očekivana potrošnja LNG-a kao goriva promatrana je kroz tri scenarija. Sva tri scenarija modelirala su kao ulazne podatke:

- ekonomski rast (nizak/recesija, srednji i visok),
- mogućnost financiranja (restriktivnu, srednju i visoku),

- cijene naftnih goriva (niske, srednje i visoke), odnos cijena LNG/naftna goriva,
- mjere politika i poticaja (bez mjera i poticaja, mjere i srednji poticaji, mjere i snažni poticaji).

S obzirom da je u Republici Hrvatskoj potreba izgradnje takvog objekta regulirana zakonom i NOP-om te je projekt već dobio potporu CEF-a, za daljnje razmatranje uzimat će se podaci srednjeg scenarija.

## Upotreba UPP-a u cestovnom prometu RH te potrebe gravitirajućih tržišta

Uobičajeno korištenje prirodnog plina kao pogonskog goriva u RH do sada je bilo prisutno samo kod teških vozila s pogonom na stlačeni prirodni plin, SPP (engl CNG – „Compresed Natural Gas“) za uporabu u gradskim logističkim aktivnostima kao što su gradski autobusi i vozila za prikupljanje otpada. Kod takvih primjena, performanse motora i autonomija su prilagođene postojećoj tehnologiji koja je istovremeno dobro prilagođena ovom čistom alternativnom gorivu.

Međutim, analiza podataka o potrošnji goriva ukazuje na to da ekvivalent autonomiji jedne litre dizelskog goriva odgovara pet litara SPP-a stlačenog na 200 bar. Pet puta veći volumen goriva onemogućava uporabu SPP-a u teškom cestovnom transportu, budući da bi njegov volumen i težina bila prevelika za kamionski transport na većim udaljenostima.

Gore navedeno otvara mogućnost i daje nedvojbenu prednost za korištenje UPP-a, zbog velikog sadržaja energije po jedinici volumena. Samo 1,8 litara UPP-a su potrebne da zadovolje ekvivalent autonomiji jednog litra dizelskog goriva.

Vozila na prirodni plin podijeljena su u sljedeće kategorije:

- Mono fuel - prometovanje isključivo na prirodni plin;
- Bi-fuel - prometovanje na prirodni plin ili benzin s instalacijom dva odvojena sustava opskrbe gorivom;
- Dual-fuel - prometovanje na prirodni plin uz korištenje dizelskog goriva kod pokretanja motora.

Za puni zamah primjene UPP-a u teškom kamionskom prijevozu, osim same izgradnje punionica na koridorima teških tereta koju i predviđa NOP, potrebna je i harmonizacija, odnosno standardizacija kvalitete,

kako UPP-a kao goriva, tako i standardizacija samih punionica. Zakonodavni okvir primjene UPP-a kao pogonskog goriva u cestovnom prometu razvija se pod projektom LNG Blue corridors, a okosnica regulatornih dokumenata navedena je u LNG „Blue Corridors position paper“.

Autoput Rijeka – Zagreb – Budimpešta sastavni je dio TEN-T Mediteranskog koridora koji prolazi od Iberijskog poluotoka, prolazi obalom Španjolske i Francuske te kroz Alpe na sjeveru Italije, ulazi u Sloveniju i Hrvatsku, nastavljajući prema mađarsko-ukrajinskoj granici, s obvezom uspostave infrastrukture za LNG kao alternativno gorivo na svakih 400 – 600 kilometara koridora.

Sukladno scenariju izrađenom za potrebe NOP-a, na prometnicama RH 2030. godine očekuje se prometovanje oko 1.000 teških teretnih vozila s pogonom na UPP. Pri određivanju procjene potrebne infrastrukture za opskrbu cestovnih vozila na ovaj pogon, uzeta je u obzir potreba osiguravanja mogućnosti prometovanja teških motornih vozila na UPP glavnim prometnim pravcima RH, uz naglasak na njihove dijelove koji čine dio osnovne TEN-T mreže. Radi postizanja ovog cilja, a imajući na umu okvirni radijus teretnih vozila na UPP te postojeću infrastrukturu i prometnice RH, procjenjuje se potreba instalacije punionica na rubnim dijelovima gradova Zagreba i Rijeke do 2025. te na rubnim dijelovima gradova Zadra, Splita, Ploča i Osijeka do 2030. godine. Potrebno je revidirati procjenu potrebne



Slika 2. TEN-T Mediteranski koridor (zelena linija) (7)

infrastrukture, u skladu s razvojem tržišta svakih 5 godina, počevši od 2020. godine. Također, u slučaju dovoljne potražnje, uz punionice na rubnim dijelovima gradova blizu autocesta, moguće je predvidjeti i postavljanje mobilnih jedinica za opskrbu teretnih vozila UPP-om na odmorišnim mjestima autocesta.

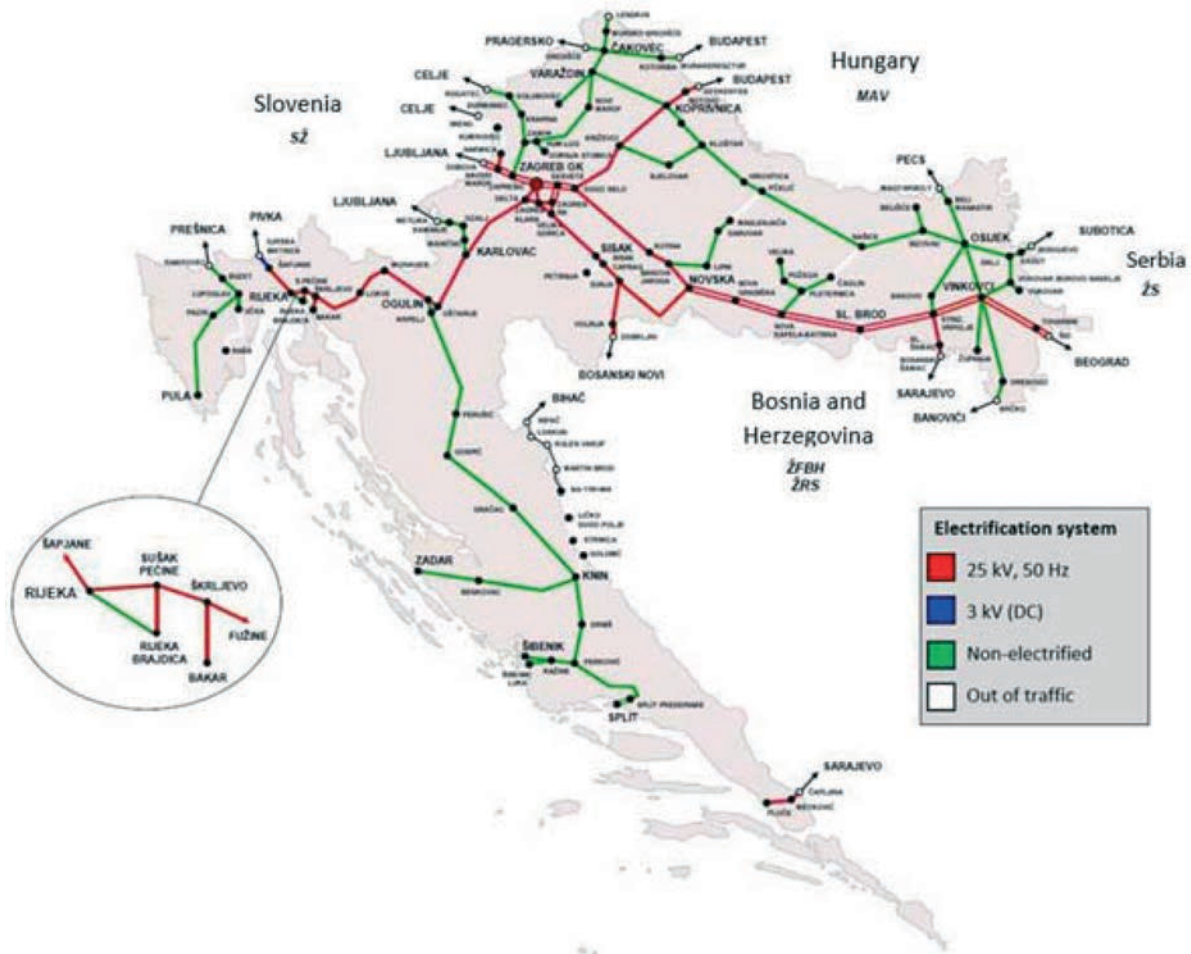
Tržište će se početi razvijati na području riječkog bazena, gdje se uz distributivnu UPP stanicu očekuje i prva UPP stanica za punjenje cestovnih vozila. S izgradnjom druge stanice planirane u Zagrebu, TEN-T koridor će se otvoriti prema Mađarskoj i Sloveniji, što će dodatno potaknuti razvoj tržišta. Izgradnjom preostalih UPP stanica (uključivo i SPP stanica) u Hrvatskoj postupno će se otvoriti tržište goriva prirodnog plina, što je u optimističnom scenariju procijenjeno na 47,2 milijuna Nm<sup>3</sup> plina/oko 80.000 m<sup>3</sup> LNG-a u Hrvatskoj 2030.

Tržišta Mađarske i Slovenije izuzetno su zanimljiva jer gravitiraju distributivnoj UPP stanici u Rijeci, a procjenjuju se na 261,7 milijuna Nm<sup>3</sup>/oko 440.000 m<sup>3</sup> UPP-a godišnje za mađarsko i 97,6 milijuna Nm<sup>3</sup>/oko 162.000 m<sup>3</sup> UPP-a godišnje za slovensko tržište. Ne treba zanemariti potencijal tržišta SPP-a, čiji dio može biti zadovoljen L-CNG tehnologijom (na istoj stanici ponuda UPP-a i SPP-a, s time da je SPP „on site“ proizveden iz UPP-a). Nadalje, kada se razmišlja o razvoju tržišta nakon 2030. godine, ne bi trebalo zanemariti zemlje SEE kao potencijalno tržište za potrošnju UPP-a u cestovnom prometu. U tom smislu potrebno je razmotriti indikativna proširenja Transeuropske prometne mreže (TEN-T) na zapadni Balkan.

## Upotreba UPP-a u željezničkom prometu RH te potrebe gravitirajućih tržišta

Korištenje UPP-a u željezničkom prometu u svijetu, a poglavito u Europi, još uvijek se nalazi u eksperimentalnoj fazi. U tehnološkom razvoju lokomotiva na UPP i dual-fuel pogon najdalje su otišle Sjedinjene Američke Države i Kanada. Najveći proizvođači lokomotiva, General Electric i Caterpillar Electro - Motive Diesel, razvili su prototipove pogonjene UPP-om, a koji se ispituju od strane Union Pacific, CSX, BNSF i kanadskih nacionalnih željezničkih pruga. Unutar Europske unije implementaciju LNG-a u željeznički promet kao pilot projekt razvijaju Španjolska i Njemačka.

Hrvatske željeznice (HŽ), kao nacionalna kompanija, upravlja sa željezničkom strukturom u RH, a kojom na dnevno prometuje oko 730 putničkih i 135 teretnih vlakova.



Slika 3. Shematski prikaz željezničke mreže RH

Željeznički promet u Republici Hrvatskoj predstavlja velik potencijal za implementaciju UPP tehnologije. Operativnim programom „Promet 2007.- 2013.“ i Strateškim planom Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture načelno je utvrđena potreba za investiranje u željeznice i željezničku infrastrukturu kroz primjenu novih i suvremenih tehnologija. Time bi se Republika Hrvatska uklopila u paneuropske koridore (TEN-T koridori X i Vb) i osnovnu prometnu mrežu jugoistočne Europe, na način da ne predstavlja tzv. usko grlo, zbog dotrajalosti željezničke infrastrukture, koja na pojedinim dionicama ne dopušta brzine kretanja veće od 60 km/h, što je značajno niže od standardnih 160 km/h.

Operativnim programom „Promet 2007.- 2013.“ predviđeno je kako će u narednih desetak godina biti potrebno zamijeniti 70% postojećih lokomotiva. To predstavlja izuzetnu priliku za implementaciju LNG-a u željeznički sustav Republike Hrvatske, koji bi time imao priliku postati konkurentniji i ekološki prihvatljiviji u odnosu na druge vrste prometa, kako na nacionalnoj razini, tako i na međunarodnoj. Trenutno je

u izradi Operativni program „Promet s obzorom do 2020. godine“, koji bi trebao poslužiti kao osnova za financiranje u željezničku infrastrukturu kroz strukturne fondove Europske unije.

Ukoliko bi se u RH donio dugoročan, nacionalni plan sistematične implementacije UPP-a u promet te nastavno došlo do izgradnje prateće infrastrukture, interes da se UPP proširi i u željeznički sektor sigurno bi bio puno veći. U prilog tome zasigurno ide i sve stroža regulativa Europske unije vezana za zaštitu okoliša i emisiju ispušnih i stakleničkih plinova, a kojih će se i Hrvatska trebati pridržavati.

U svrhu sagledavanja ukupnog potencijala primjene UPP-a u prometu u finalnu kalkulaciju količina uzete su i potrebe željezničkog prometa u obzoru 2030. S obzirom da je željeznička mreža RH povezana je s željezničkom infrastrukturom četiriju susjednih zemalja: Slovenije, Mađarske, Srbije i Bosne i Hercegovine te posebno s naglaskom na potrebe TEN-T jugoistočnih koridora X i Vb, proračunate potrebe za upotrebu UPP-a u željezničkom prometu u 2030. kretale bi se oko 8,8 milijuna Nm<sup>3</sup>



Procijenjene količine za hrvatsko tržište su oko 2,5 milijuna Nm<sup>3</sup>/oko 4.100 m<sup>3</sup> UPP-a godišnje, za mađarsko tržište oko 5 milijuna Nm<sup>3</sup>/oko 8.300 m<sup>3</sup> UPP-a i za slovensko tržište 1,3 milijuna Nm<sup>3</sup>/oko 2.100 m<sup>3</sup> UPP-a godišnje.

## Upotreba UPP-a u pomorskom prometu RH te potrebe gravitirajućih tržišta

Temeljne odrednice razvoja pomorskog prometa Republike Hrvatske utvrđene su Strategijom pomorskog razvitka RH. U njoj je pomorstvo definirano kao jedna od najznačajnijih gospodarskih grana u koju treba uložiti znatna sredstva, kako bi „uhvatila korak“ s pomorskim sektorom razvijenih zemalja. Budući da pogonsko gorivo ima veliki udio u ukupnim troškovima broдача, učinkovitija upotreba goriva i primjena novih tehnologija trebala bi dovesti do povećanja prihoda broдача, a time i do ušteda za državu. Upravo Strategija utvrđuje da je za podizanje kvalitete i osiguranja dugoročne konkurentnosti brođarstva nužno poticati inovacije u brođarstvu, nabavku ili gradnju eko-brođova ili prilagodbu postojećih brođova visokim ekološkim standardima. Također, utvrđeni su ciljevi i mjere radi unaprjeđenja stanja u pomorskom sektoru, a predviđena je i mogućnost korištenja UPP-a kao pogonskog goriva te je utvrđena potreba osiguranja infrastrukture za opskrbu. Ta mjera komplementarna je s mjerom poticanja korištenja inovativnih rješenja u svrhu smanjenja onečišćenja okoliša, a sve u cilju povećanja učinkovitosti i samoodrživosti sustava u cjelini.

U pogledu zaštite okoliša povezane s pomorskim prometom, uz očekivano uvođenje ECA područja na Jadran te penalizacije prekoračenja emisija, Republika Hrvatska je potpisnica i MARPOL konvencije koja utvrđuje razne oblike prevencije onečišćenja mora s brođova. S gledišta primjene UPP-a u pomorskom prometom, poticaj su pravila prevencije onečišćenja zraka s brođova kojima su, s obzirom na snagu motora i brzinu brođa, propisane dopuštene emisije štetnih tvari. U usporedbi s visoko sumpornim teškim gorivom, upotreba UPP-a donosi smanjenje emisija CO<sub>2</sub> za oko 30%, NO<sub>x</sub>-a za 90%, čestica i čađi 99%, sumpornih spojeva 100% te, uz cjenovnu povoljnost, jasan je razlog prelaska na UPP kao gorivo broj jedan u pomorskom prometom.

Uporabom UPP-a kao goriva produžuje se vijek rada motora, zbog umanjenog habanja, koje je rezultat nižeg postotka čestica ugljika, sumpora i sličnih štetnih tvari.

Postižu se uštede u trajnosti vitalnih dijelova motora (klipova, ventila, vodilica ventila, kompresijskih prstenova, košuljica cilindara i dr.), visokotlačne opreme (visokotlačne pumpe, brizgaljke goriva i sl.), turbo punjača i ostalih dijelova motora na koja pogonsko gorivo ima izravan utjecaj. Sve gore navedeno produžuje vijek trajanja instalirane opreme i umanjuje troškove održavanja za brođovlasnika, a ujedno pruža i brži povrat uloženi sredstava, s obzirom na izbjegnuto plaćanje ekološke rente, kao i penala za sve emisije iznad propisanih.

S obzirom na navedeno hrvatski brođari, kao i brođari koji prometuju Jadranskim morem planiraju prilagodbe svojih flota, bilo kupnjom novih brođova s pogonom na UPP (dual-fuel pogon) ili preinakom (retrofitom) brođskih motora te kasnijom sukcesivnom zamjenom cijele flote.

Većina teretnog prometa u hrvatskim lukama ostvaruje se preko luka Rijeka i Ploče, s povećanim teretnim prometom i u Splitu, s time da luke Rijeka i Ploče imaju najveći potencijal za prekrcaj tereta i daljnju distribuciju željeznicom i kamionskim prometom.

Obalni linijski promet pruža redovitu linijsku plovidbu između hrvatskih otoka (73 otočne luke) i kopnene obale (22 kopnene luke). Sustavom javnog prijevoza obuhvaćene su 52 državne linije (25 trajektnih, 15 brzobrođskih i 12 brođskih klasičnih) u čijem održavanju sudjeluje 13 brođara sa flotom od 85 brođova od čega 43 putničkih brođova i 42 trajekta. Najveći brođar je Jadrolinija, Rijeka u potpunom državnom vlasništvu. U ukupnom prometom putnika Jadrolinija sudjeluje 86,4%, a u ukupnom prometom vozila 89,7%. U sustavu javnog prijevoza 2016. prevezemo je preko 13 milijuna putnika, 3 milijuna vozila s kontinuiranim rastom u odnosu na protekle godine po stopi preko 4% godišnje.

Brođovi koji plove na linijama između hrvatskih i talijanskih luka, a na čije plovidbene redove suglasnost daje Agencija za obalni linijski pomorski promet, prevezli su u 2013. godini 507.078 putnika i 68.364 vozila (najnoviji dostupni podatak). Najveći dio prometa ostvarili su nacionalni brođar Jadrolinija, na linijama Split – Ancona, Zadar – Ancona i Dubrovnik – Bari, te panamska tvrtka Blue Line International na liniji Split – Ancona. Treća po ostvarenom prometom je tvrtka SNAV čiji brođovi plove na liniji Split – Ancona.

Prema Državnom zavodu za statistiku, u 2016. godini 332.047 brođova pristiglo je u hrvatske luke, što je 5,7% više dolazaka nego prethodne 2015. godine. Ukupan broj putnika u hrvatskim lukama iznosio je 31 milijun u razdoblju od siječnja do prosinca 2016., što je za 8,7% više u odnosu na isto razdoblje 2015.

U istom razdoblju u hrvatskim lukama utovareno je i iskrcano ukupno 19 milijuna tona robe, što je za 2,0% manje nego u istom razdoblju 2015. Oko 56% pristiglih brodova bili su manji trajekti i putnički brodovi stalnih brodskih linija te oko 35% manji brodovi za generalne terete.

Pretpostavka je da će trajekti, veliki kruzeri i manji brodovi za generalne terete te manji kontejnerski brodovi biti oni koji će prvi prijeći na brodske motore pogonjene UPP-om. Njihov režim plovidbe s regularnim rasporedom čestog pristajanja u lukama kao i dizajn koji omogućuje smještaj spremnika za UPP kao gorivo, potencijal su za prelazak bilo da se radi o novogradnji ili retrofitu flote.

Usvajanje UPP-a kao broskog goriva kretat će se različito za različite tipove brodova. Kada je sjeverna Europa započela s razvojem upotrebe UPP-a kao pogonskog broskog goriva, fokus je bio na brodove na stalnim rutama s kratkim udaljenostima kao što su trajekti, opskrbeni brodovi. Razlog tome je voluminoznost spremnika za UPP kao gorivo, koji treba biti tim manji što je bilo učestalije ticanje kopna na mjestima opskrbe UPP-om kao gorivom. S druge strane tankeri svojim tehničkim karakteristikama najbolji su odabir za prelazak na UPP kao pogonsko gorivo obzirom da raspolažu s dovoljno prostora, poznato im je rukovanje tekućim ugljikovodicima, no prepreka su različite rute te pristajanja u različitim lukama, što opskrbu s UPP-om kao gorivom znatno otežava. Za prelazak tankera kao idealnog segmenta za prelazak na UPP preduvjet je raširenost infrastrukture za plasman

UPP-a kao goriva, bilo da se radi o obalnoj opskrbi bilo profitabilnom ship-to-ship bunkeringu. Nasuprot tankerima, kontejnerski brodovi imaju stalnu rutu s regularnim pristajanjem u određenim lukama čime su odličan kandidat za prelazak na UPP, no otežavajuća okolnost je prostor za smještaj spremnika UPP goriva a koji obzirom na duge plovidbe treba biti znatno veći od spremnika namijenjenih obalnoj plovidbi.

S obzirom na sve navedeno, za očekivati je da će primjena UPP-a u pomorskom prometu RH najprije krenuti trajektima, a koje će slijediti manji putnički kruzeri, manji teretni brodovi s generalnim ili rasutim teretom, mali tankeri.

Kad se u kalkulaciju uzme prethodno opisani srednji scenarij, uz predviđanje primjene ECA područja na Jadran te pretpostavku da će veliki tankeri, kontejneraši, veliki brodovi s rasutim teretom i veliki kruzeri puniti svoje UPP spremnike svaki puta kad pristaju u luku, a manji brodovi svaki treći puta, do 2030. godine razvio bi se potencijal primjene UPP-a kao goriva na hrvatskoj strani Jadrana u iznosu oko 280 milijuna m<sup>3</sup> plina/460.000 m<sup>3</sup> UPP-a godišnje.

S obzirom na interes koji su iskazale luke Kopar, Trst i Venecija za opskrbu UPP-om kao gorivom te na osnovu analize provedene kroz Poseidon MED Project, na talijanskoj i slovenskoj strani sjevernog Jadrana mogu se pribrojiti i potrebe Luke Kopar od oko 14 milijuna m<sup>3</sup> plina/23.000 UPP-a, potrebe luke Trsta od oko 29 milijuna m<sup>3</sup> plina/48.300 m<sup>3</sup> UPP-a te luke Venecija od oko 204 milijuna m<sup>3</sup> plina/340.000 m<sup>3</sup> UPP-a.



Slika 4. Karta unutarnjih plovih putova RH



## Upotreba UPP-a u riječnom prometu RH te potrebe gravitirajućih tržišta

Ukupna dužina unutarnjih plovnih putova u RH iznosi 1.000 km. Pristupanje Hrvatske Europskoj uniji otvorilo je dodatne mogućnosti za poboljšanje transporta unutarnjim plovnim putovima u Hrvatskoj, od čega je oko 600 km integrirano u europsku mrežu unutarnjih plovnih putova međunarodne važnosti.

Unutarnji plovni putovi dunavskog slijeva u Republici Hrvatskoj su dio TEN-T koridora Rajna-Dunav, te su luke Vukovar i Slavonski Brod klasificirane kao luke TEN-T temeljne mreže, dok su Osijek i Sisak klasificirane kao luke TEN-T sveobuhvatne mreže.

Unutar cjelokupnog sektora unutarnjih plovnih putova u RH postoje dva odvojena podsustava sa svojim specifičnim karakteristikama: podsustav slijeva Dunava koji uključuje plovne putove na Dunavu i Dravi te podsustav slijeva Save koji uključuje plovne putove na Savi, Kupi i Uni. Hrvatske luke na unutarnjim plovnim putovima su luke Vukovar, Osijek, Slavonski Brod i Sisak.

Na unutarnjim plovnim putovima, u razdoblju od siječnja do prosinca 2016., ukupno je prevezeno 670 tisuća tona robe, što je porast od 19.7% u odnosu na isto razdoblje 2015. godine, kada je ukupni promet iznosio 566 tisuća tona. Podaci o transportu unutarnjim plovnim putovima se odnose na kretanje robe na plovilima pod domaćom i stranim zastavama na unutarnjim plovnim putovima. Tranzit na unutarnjim plovnim putovima nije uključen.

Predviđajući potrebu za izgradnjom UPP infrastrukture za riječni promet, naglasak je stavljen na omogućavanje plovidbe osnovnom TEN-T mrežom, te se sukladno tome predviđa potreba za izgradnjom infrastrukture u lukama Vukovar i Slavonski Brod. Ovisno o reviziji procijenjenih potreba od 2020. i 2025. godine, postoji mogućnost izgradnje infrastrukture u dvije druge značajne hrvatske luke na unutarnjim plovnim putovima, u Sisku i Osijeku.

Uzimajući u obzir postojeću potrošnju energije u transportu unutarnjim plovnim putovima, u studijama koje je za potrebe razvoja projekta ugovorno naručilo društvo LNG Hrvatska (7) modelirani su ciljevi definirani NOP-om, statistički pokazatelji unutarnjeg i međunarodnog prometa i tranzita robe, kao i njihov očekivani rast, te je izrađen mogući scenarij korištenja UPP-a kao pogonskog goriva u riječnom prometu RH, ali i riječnom prometu Mađarske obzirom na opskrbu UPP-om luka Csepeli Szabadkikötő i Komárom koje se nalaze na TEN-T mreži.

Prema promatranim prometima i srednjem scenariju proračunate potrebe za upotrebom UPP-a u riječnom prometu u 2030. godini kretale bi se za hrvatsko tržište na nivou 1,7 milijuna Nm<sup>3</sup>/oko 2.800 m<sup>3</sup> UPP-a godišnje te oko 32 milijuna Nm<sup>3</sup>/oko 53.000 m<sup>3</sup> UPP-a godišnje za mađarsko tržište.

## Zaključak

Ukapljeni prirodni plin visokom gustoćom energije troškovno je učinkovita alternativa dizelskim gorivima u pomorskom, teškom kamionskom i željezničkom prometu. S niskom razinom onečišćujućih tvari i CO<sub>2</sub> emisija te većom energetsom učinkovitosti uzrokuje osjetno manju štetu za biosferu i komplementarno je zahtjevima čistog i učinkovitog transporta.

Svjetskim morima plovi više od 150 brodova pogonjenih LNG-em s listom od 150 naručenih u brodogradilištima, a povećava se i flota brodovlja na unutarnjim vodama. Teški strojevi u rudarskoj djelatnosti i teški kamionski teret prelazi na UPP kao gorivo upravo zbog koncentrirane snage koja ih može pokrenuti, a pilot projekti u Americi, Kanadi, Njemačkoj potvrdili su da je UPP i gorivo željezničkog prometa.

U Europskoj uniji, obzirom na pozitivan ekološki aspekt, zamah korištenja UPP-a u prometu dan je izglasavanjem Direktive 2014/94/EU Europskog parlamenta i Vijeća Europe od 22. listopada 2014., kojom se regulira uspostava infrastrukture za korištenje alternativnih goriva, između ostalih i LNG-a. Odredbe direktive implementirane su u zakonodavstvo članica EU, čime je razvoj navedene infrastrukture zakonska obveza za svaku članicu.

Republika Hrvatska u prosincu 2016. godine donosi Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva i Nacionalni okvir politike za uspostavu infrastrukture i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu te utvrđuje minimalne zahtjeve za izgradnju infrastrukture. UPP je definiran kao alternativno gorivo za pogon brodskih motora u pomorskom i riječnom prometu, kao pogonsko gorivo teškog kamionskog prometa te u budućnosti gorivo za pogon lokomotiva u željezničkom prometu.

Do 2025. Hrvatska je obavezna uspostaviti distributivni UPP centar na području Rijeke te hitmom prelaska brobara na UPP dužobalno gradit će se UPP infrastruktura u Puli, Zadru, Splitu, Šibeniku i Dubrovniku te UPP postaje za cestovni i riječni promet duž TEN-T koridora.

Prihvatni UPP terminal u Omišlju, na otoku Krku, kao dostupan izvor UPP-a za tržište Hrvatske i regije, omogućavat će daljnji razvoj tržišta pogonskog goriva i dovesti do daljnjeg ubrzanja korištenja UPP-a u pomorskom i cestovnom transportu. Stoga,

postoji prilika da se pravovremeno razvije mreža UPP postaja, kako bi brodari i prijevoznici koje djeluju na području RH i regije već 2020. iskoristile komparativnu prednost korištenja UPP-a kao pogonskog goriva.

## Literatura

1. TEN-T - multimodalna transeuropska prometna mreža
2. CEF – Connecting European Facilities – Instrument EU za financiranje projekata povezivanja Europe
3. Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva, NN 120/16
4. Nacionalni okvir politike za uspostavu infrastrukture i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu, NN 34/2017 -
5. [http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Prilog%201%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7\\_15.pdf](http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Prilog%201%20%20NOP%20ver30-05-2015%2014-7_15.pdf) Stručne podloge za definiranje Nacrta nacionalnog okvira politike (NOP) za implementaciju direktive europskog parlamenta i vijeća o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva, 2015., Energetski institut Hrvoje Požar
6. MARPOL –Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova, ANEKS VI: Sprječavanje onečišćenja zraka s brodova, IMO 2015
7. Prema studijama koje je za potrebe razvoja projekta ugovorno naručilo društvo LNG Hrvatska:
8. Studija mogućnosti uporabe LNG-a iz LNG terminala Krk kao pogonskog goriva za pomorski i cestovni promet, 2015., Energetski institut Hrvoje Požar
9. Analysis of the regional bunkering market with recommendation, 2017., Energetski institut Hrvoje Požar