

Važnost povećanja kapaciteta UPP terminala na tržište plina zemalja Srednje Europe

Varjačić, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:221726>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-05**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Prije diplomski studij naftnog rudarstva

**VAŽNOST POVEĆANJA KAPACITETA UPP TERMINALA NA TRŽIŠTE
PLINA ZEMALJA SREDNJE EUROPE**

Završni rad

Matija Varjačić

N4584

Zagreb, 2024.

VAŽNOST POVEĆANJA KAPACITETA UPP TERMINALA NA TRŽIŠTE PLINA
ZEMALJA SREDNJE EUROPE

Matija Varjačić

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Ovaj rad istražuje važnost povećanja kapaciteta terminala za ukapljeni prirodni plin (UPP) na otoku Krku na tržište plina zemalja Srednje Europe. UPP terminal je ključna infrastruktura koja omogućuje prihvat, uplinjavanje i otpremu UPP u regiji. Povećanje kapaciteta terminala može značajno utjecati na energetske sigurnost i diversifikaciju opskrbe plinom u zemljama Srednje Europe što doprinosi stabilnosti tržišta. U radu se analizira trenutno stanje kapaciteta UPP terminala u Republici Hrvatskoj. Također se analiziraju infrastrukturna i tehnička unaprjeđenja koja su potrebna za povećanje kapaciteta terminala.

Ključne riječi: UPP, terminal, povećanje kapaciteta terminala

Završni rad sadrži: 25 stranica, 3 tablice, 15 slika i 19 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica

Pomagao pri izradi/komentor: Ivan Smajla, dr.sc. asistent RGNF

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica
Prof. dr. sc. Tomislav Kurevija, redoviti profesor
Prof. dr. sc. Luka Perković, izvanredni profesor

SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	I
POPIS TABLICA.....	II
1. UVOD.....	1
2. TERMINAL ZA UKAPLJENI PRIRODNI PLIN (UPP).....	2
2.1. Povećanje kapaciteta.....	3
3. PRILAGODBA TRANSPORTNOG PLINSKOG SUSTAVA.....	5
3.1. Cjevovod Zlobin – Bosiljevo.....	5
3.2. Transport plina prema Sloveniji.....	6
3.2.1. Rezervni scenarij za plinovod koji je potreban za transport iz Hrvatske u Sloveniju u slučaju da se ne izgradi plinovod Bosiljevo – Sisak – Kozarac.....	7
3.3. Transport plina prema Mađarskoj.....	8
4. PROJEKTI NA PMI LISTI - LISTI OD UZAJAMNIH INTERESA.....	10
4.1. Hrvatska interkonekcija s Bosnom i Hercegovinom.....	10
4.2. Jonsko-jadranski plinovod (IAP).....	10
4.3. Interkonekcija sa Srbijom.....	12
5. PROJEKT PLINOVODA ADRIA LNG PREMA NJEMAČKOJ.....	13
5.1. Kopneni dio terminala na Krku.....	14
5.2. Nabava novog FSRU broda.....	15
5.3. Usklađivanje infrastrukture Austrije.....	16
5.4. Usklađivanje infrastrukture Slovenije.....	16
5.5. Usklađivanje infrastrukture Hrvatske.....	17
6. KOMPRESORSKE I MJERNO REDUKCIJSKE STANICE.....	19
7. POTROŠNJA, PROTOCI TE POTRAŽNJA PLINA.....	21
8. ZAKLJUČAK.....	23

9. LITERATURA	24
----------------------------	-----------

POPIS SLIKA

Slika 2-1 UPP terminal na Krku	2
Slika 2-2 Shema transportnog sustava	4
Slika 3-1 Plinovod Zlobin-Bosiljevo	5
Slika 3-2 Plinovod Lučko – Zabok – Jezerišće – Sotla	7
Slika 3-3 Plinovodni sustav Bosiljevo – Sisak – Kozarac te Kozarac – Slobodnica	9
Slika 4-1 Prikaz IAP-a	11
Slika 4-2 Interkonekcija sa Srbijom	12
Slika 5-1 Prikaz Adria LNG).....	13
Slika 5-2 Kopneni dio terminala na Krku	14
Slika 5-3 FSRU brod	16
Slika 5-4 Grupa projekata Jelšane-Postojna-Ljubljana-Kranjska Gora	17
Slika 5-5 Plinovod Zlobin-Rupa	18
Slika 6-1 KS1 Velika Ludina	19
Slika 6-2 Mjerno redukcijaska stanica	20
Slika 7-1 Procijenjena tromjesečna promjena potražnje za plinom, OECD Europa, 2021.-2023 (ENTSOG, 2024).....	22

POPIS TABLICA

Tablica 2-1 Tehnički kapacitet modula	3
Tablica 7-1 Potrošnja plina po zemljama u milijunima kubičnih metara	21
Tablica 7-2 Prikaz protoka	21

1. UVOD

Potreba za prirodnim plinom je izrazito važna u sadašnje vrijeme zbog toga što je ruska agresija na Ukrajinu promijenila dosadašnju situaciju opskrbe plinom. Promjene koje su nastale vezane su uz prekide dobavnih pravaca opskrbe plinom iz Rusije prema Europi te pokušaju normalizaciji tržišta sa smanjenjem potražnje.

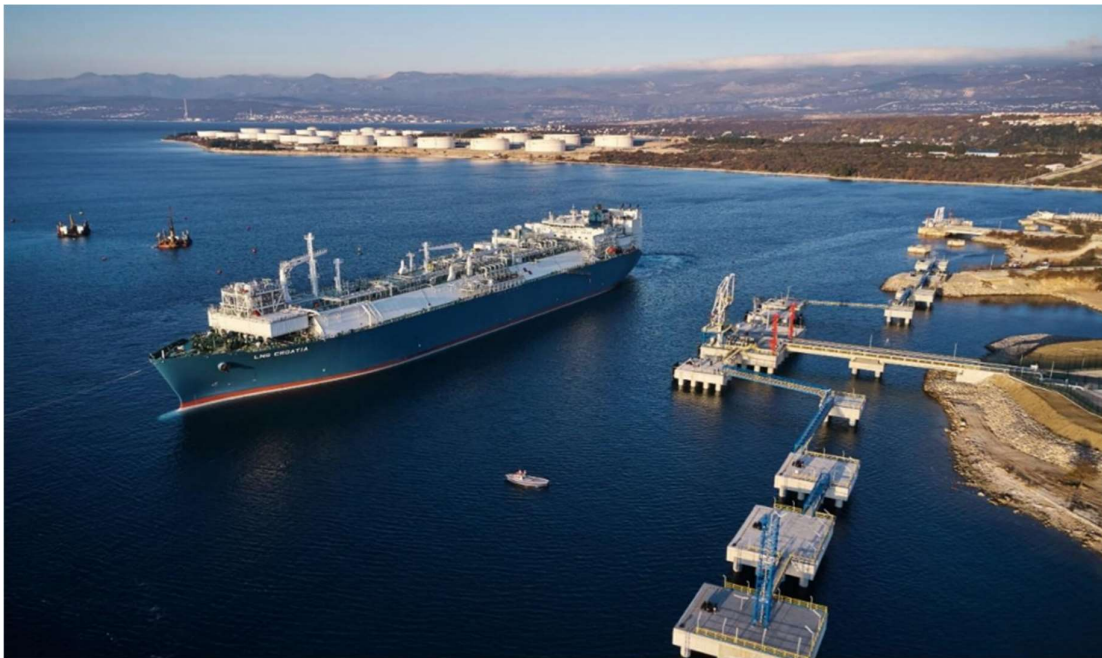
Smanjenjem potražnje omogućilo bi se jednostavnije skladišno punjenje sa plinom te osigurala veća pripravnost za danje poremećaje.

Dosadašnji dominirajući pravci opskrbe ruskim plinom istočne i srednje Europe usmjereni zapad-istok, trebali bi se zamijeniti novom diverzifikacijom opskrbom UPP-om usmjerenom pravcem sjever-jug kao i plinskim koridorima iz istočnog i južnog Mediterana.

Udio plina iz Rusije na europskom tržištu bio je oko 50 % do druge polovice 2021., nakon čega je počeo padati. Takav pad je došao do izražaja u lipnju 2022. kada je udio ruskog plina pao ispod 20%, a zatim u 11. mjesecu kada je iznosio 12,9 % (Europsko vijeće, 2023).

2. TERMINAL ZA UKAPLJENI PRIRODNI PLIN (UPP)

Plutajući terminal (engl. Floating Storage Regasification Unit) za ukapljeni prirodni plin (UPP, engl. Liquefied Natural Gas, LNG) u Omišlju na otoku Krku, izgrađen je i pušten u rad 1. siječnja 2021. godine (Offshore energy, 2021). Izgradnjom terminala omogućila se veća diversifikacija opskrbe prirodnim plinom za jugoistočnu i srednjoistočnu Europu, bolja sigurnost opskrbe plinom, konkurentnost zemalja te pospješilo spajanje važnih projekata na europskom tržištu plina. Terminal čini nekoliko glavnih povezanih elemenata, a cijeli proces uplinjavanja odvija se na FSRU brodu „LNG Croatia“ koji je prikazan na Slici 2-1.



Slika 2-1 UPP terminal na Krku (LNG Hrvatska, 2022a)

Prema planu REPowerEU doprinos Hrvatske za Europsku uniju, proširenjem kapaciteta terminala za UPP na Krku dodatno će pomoći u ublažavanju zavisnosti o ruskoj opskrbi plinom. Iskorištavanje takvih prednosti bilo bi moguće uz potrebno unapređenje hrvatske transportne mreže prema Sloveniji i Mađarskoj. Što se tiče doprinosa za zapadni Balkan, PCI (engl. Project of Common Interest - projekti zajedničkog interesa) osiguravaju dodatne

koristi za uključene strane. Krajnjim činom projekata, partneri koji sklapaju ugovor imati će omogućeno korištenje raznih pravca opskrbe (Europska Komisija, 2022).

2.1. Povećanje kapaciteta

Povećanje kapaciteta terminala na Krku utjecalo bi na povećanje sadašnjeg kapaciteta od 2,9 milijardi kubičnih metara na budući kapacitet u iznosu od 6,1 milijardi kubičnih metara ili 700 000 m³/h plina (LNG Hrvatska, 2022a). Razvitak cjevovoda imao bi mogućnost izravnog utjecaja na nacionalna tržišta u okruženju čija potrošnja iznosi 23 milijarde kubnih metara plina u koje spadaju države poput Bosne i Hercegovine, Slovenije, Hrvatske te Austrije (R. Bošnjak, osobna komunikacija, 25. ožujka 2023). Uz direktan utjecaj povećanja kapaciteta postoji još indirektan utjecaj na ostale zemlje poput Ukrajine, Slovačke, Srbije i Češke čija potrošnja plina iznosi 44 milijarde kubičnih metara. Da bi se povećanje uspjelo provesti, potrebna je ugradnja još jedne jedinice za uplinjavanje čime se ostvaruje povećanje od 250 000 m³/h u vrijednosti od 22,9 milijuna eura sa isporučenosti i ugradnjem 2025. godine. Vrijednost cjelokupne investicije iznosi 180 milijuna eura (Vlada Republike Hrvatske, 2023). Važno je napomenuti kako povećanjem tehničkog kapaciteta terminala za UPP, operator će ponuditi taj novi kapacitet u godišnjem ili kratkoročnom postupku ugovaranja. Ovo neće utjecati na prava i obveze postojećih korisnika terminala. Prijašnji kapacitet modula prikazan je u Tablici 1

Tablica 2-1 Tehnički kapacitet modula (LNG Hrvatska, 2022b)

Maksimalni kapacitet modula (m³/h)	250 000
Minimalni kapacitet modula (m³/h)	50 000
Temperatura UPP-a (°C)	-160
Izlazna temperatura prirodnog plina(°C)	6
Ulazni tlak UPP-a u modul (barg)	5
Izlazni tlak u transportni sustav (barg)	60 - 95



Slika 2-2 Shema transportnog sustava (Plinacro, 2020)

Na Slici 2–2 prikazana je shema transportnog sustava iz 2022. godine na kojoj se mogu vidjeti postojeće i planirane interkonekcije te planirani pravci dobave plina IAP-om (Jonsko-jadranskim plinovodom) i TAP-om (Trans-jadranskim plinovodom).

Da bi mogućnost povećanja kapaciteta UPP terminala bila uspješna potrebno je prilagoditi plinski sustav.

3. PRILAGODBA TRANSPORTNOG PLINSKOG SUSTAVA

3.1. Cjevovod Zlobin – Bosiljevo

Realizacija projekta povećanja kapaciteta terminala za ukapljeni prirodni plin na Krku je krenula sa radom nakon odluke i suglasnosti Vlade o povećanju kapaciteta cjevovoda Zlobin – Bosiljevo čime bi se omogućila veća neovisnost i kontinuitet opskrbe plinom gledajući s energetskog aspekta. Ovim plinovodom se ostvaruje veća količina isporuke plina iz terminala na Krku za hrvatske potrebe i njegova važnost za transport plina preko interkonekcija sa Slovenijom i Mađarskom.



Slika 3-1 Plinovod Zlobin-Bosiljevo (Plinacro, 2022.)

Na Slici 3–1 prikazan je plinovod Zlobin – Bosiljevo čija duljina bi iznosila 58 kilometara, radnog tlaka 100 bara te kapaciteta 440 gigavat-sati dnevno plina. Ovim plinovodom se povećava kapacitet transportnog sustava s 2,9 na 3,6 milijardi kubičnih metara plina godišnje. Konačna investicijska odluka provedbe bio je treći kvartal 2022., početak izgradnje je bio 23. studenoga 2023. godina te godina stavljanja u uporabu 2025. godina (Plinacro, 2022). Iznos ulaganja za izgradnju plinovoda Zlobin – Bosiljevo iznosi 155 milijuna eura (Vlada Republike Hrvatske, 2022).

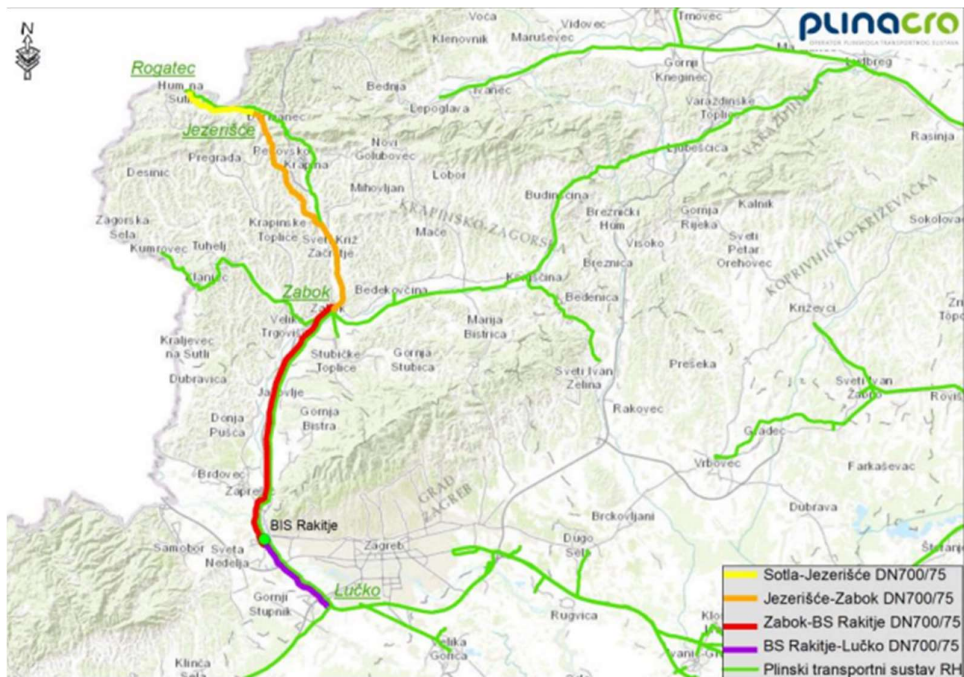
3.2. Transport plina prema Sloveniji

Prijašnji kapacitet transporta plina iz Hrvatske prema Sloveniji je iznosio 0,26 milijardi kubičnih metara. Prosječna potrošnja plina 2021. godine u Sloveniji bila je 3,808 gigavat-sati dnevno plina u ljetnom periodu te 6,307 gigavat-sati dnevno plina u zimskom periodu. (ENTSO, 2023).

Povećana vrijednost kapaciteta transporta iznosila bi 5,7 milijardi kubnih metara godišnje. Transport se ostvaruje pomoću plinovoda Lučko – Zabok – Jezerišće – Sotla koji se prije vodio pod nazivom Lučko – Zabok – Rogatec. Bivši plinovod pod nazivom Lučko – Zabok – Rogatec dijelom je prelazio na područje Republike Slovenije što je stvaralo problem kod rješavanja imovinskopravnih odnosa, sigurnosti plinske opskrbe i održavanje plinovoda. (Plinacro, 2020).

Na Slici 3–2 prikazan je plinovod Lučko – Zabok – Jezerišće – Sotla čija bi dužina bila 70 kilometara. Po dionicama: Lučko – Zabok (dužina dionice 36 kilometara s radnim tlakom od 75 bara i kapacitetom 146 gigavat-sati dnevno plina), Lučko – BIS Rakitje (dužina dionice 10 kilometara s radnim tlakom od 75 bara i kapacitetom 41 gigavat-sati dnevno plina), Zabok – Jezerišće (dužina dionice 25 kilometara s radnim tlakom od 75 bara i kapacitetom 146 gigavat-sati dnevno plina) i Jezerišće – Sotla (dužina dionice 8 kilometara s radnim tlakom od 75 bara i kapacitetom 146 gigavat-sati dnevno plina) (Plinacro, 2020.).

Konačna investicijska odluka za plinovod Lučko – Zabok – Jezerišće – Sotla je bila 2022., godina početka izgradnje je bila godina 2023., te godina stavljanja u uporabu je 2024. godina (Plinacro, 2020).

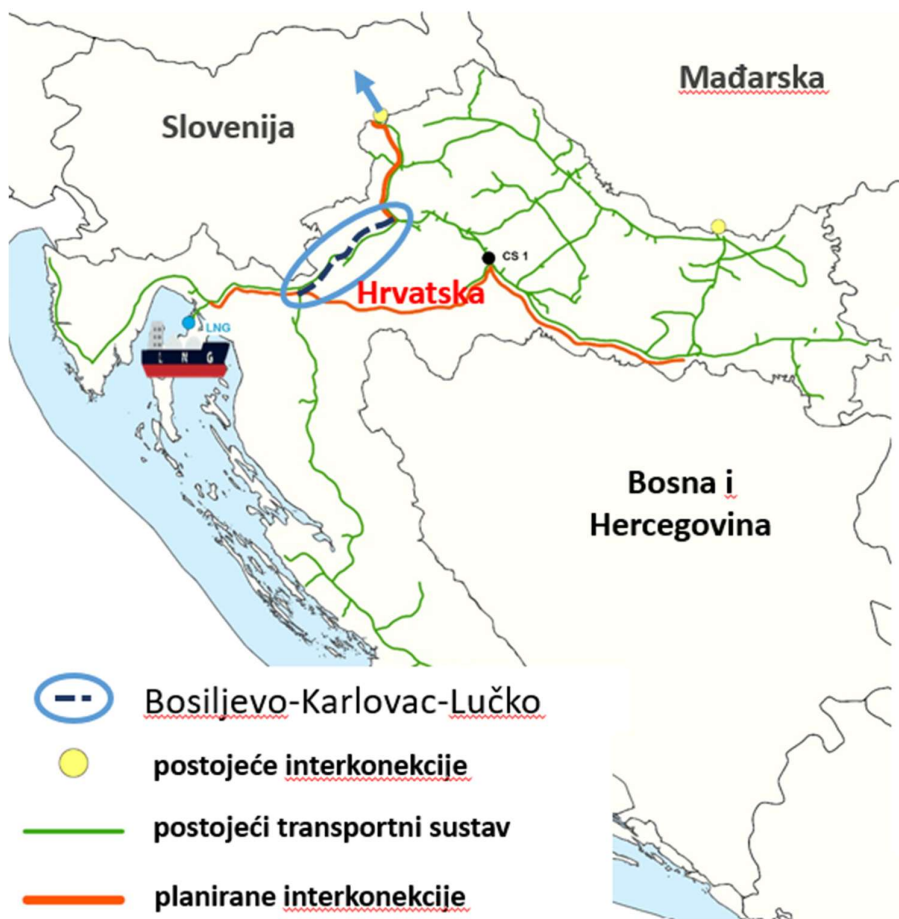


Slika 3-2 Plinovod Lučko – Zabok – Jezerište – Sotla (Plinacro, 2020)

3.2.1. Rezervni scenarij za plinovod koji je potreban za transport iz Hrvatske u Sloveniju u slučaju da se ne izgradi plinovod Bosiljevo – Sisak – Kozarac

U slučaju da se ne izgradi plinovod Bosiljevo – Sisak – Kozarac postoji scenarij u kojem bi se umjesto toga plinovoda izgradio plinovod Bosiljevo – Karlovac – Lučko čime bi se kapacitet postojećeg transporta plina prema Sloveniji i obrnuto povećao.

Na Slici 3.2.1 je prikazan mogući plinovod Bosiljevo – Karlovac – Lučko čija će ukupna dužina iznositi 71 kilometar. Po dionicama: Bosiljevo – Karlovac (dužina dionice 38 kilometara s radnim tlakom od 75 bara i kapacitetom 146 gigavat-sati dnevno plina) i Karlovac – Lučko (dužina dionice 33 kilometara s radnim tlakom od 75 bara i kapacitetom 73 gigavat-sati dnevno plina). Mogući početak izgradnje za plinovod Bosiljevo – Karlovac – Lučko je drugi kvartal 2024. godine, a radovi bi trebali trajati između dvije i pol do tri godine (IGH, 2015).

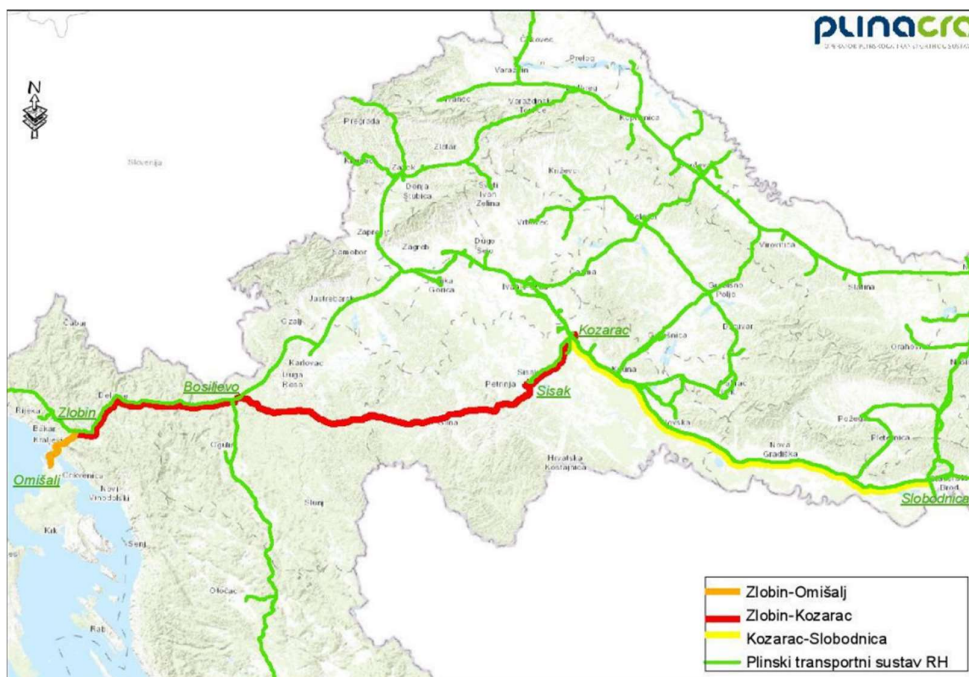


Slika 3-2.1 Plinovod Bosiljevo – Karlovac – Lučko (Plinacro, 2020)

3.3. Transport plina prema Mađarskoj

Prijašnji kapacitet transporta plina iz Hrvatske prema Mađarskoj iznosio je 1,7 milijardi kubičnih metara plina. Prosječna potrošnja plina 2021. godine u Mađarskoj bila je 35,025 gigavat-sati dnevno plina u ljetnom periodu te 82,033 gigavat-sati dnevno plina u zimskom periodu (ENTSOG, 2023).

Povećana vrijednost kapaciteta transporta iznosila bi 6,1 milijardi kubičnih metara godišnje. Transport bi se ostvario pomoću plinovoda Bosiljevo – Sisak – Kozarac te Kozarac – Slobodnica (Plinacro, 2020).



Slika 3-3 Plinovodni sustav Bosiljevo – Sisak – Kozarac te Kozarac – Slobodnica (Plinacro, 2020)

Na Slici 3–3 je prikazan plinovodni sustav Bosiljevo – Sisak – Kozarac – Slobodnica čija bi dužina iznosila 250 kilometara. Po dionicama: Bosiljevo – Sisak (dužina dionice 102 kilometara s radnim tlakom od 100 bara i kapacitetom od 440 gigavat-sati dnevno plina), Sisak – Kozarac (dužina dionice 20 kilometara s radnim tlakom od 100 bara i kapacitetom od 440 gigavat-sati dnevno plina), Kozarac – Slobodnica (dužina dionice 128 kilometara s radnim tlakom od 75 bara i kapacitetom od 205 gigavat-sati dnevno plina) (Plinacro, 2020).

Iznos ulaganja za izgradnju u plinovodnog sustava Bosiljevo – Sisak – Kozarac – Slobodnica iznosi 577 milijuna eura. Godina početka izgradnje za dio plinovod Bosiljevo – Sisak – Kozarac bila je godina 2023. dužine od 122 kilometra čime se dobiva 3,5 milijardi kubnih metara godišnje. Za plinovod Kozarac – Slobodnica izgradnja je započela u prvom kvartalu 2024. godina dužine 128 kilometara čime se dobiva puni kapacitet transporta plina (Plinacro, 2020).

4. PROJEKTI NA PMI LISTI - LISTI OD UZAJAMNIH INTERESA

Na PMI (engl. Projects of Mutual Interest) listi odnosno Listi od uzajamnih interesa nalaze se projekti poput interkonekcija Hrvatske sa Bosnom i Hercegovinom, Jonsko-jadranskog plinovoda (IAP) i interkonekcija sa Srbijom.

4.1. Hrvatska interkonekcija s Bosnom i Hercegovinom

Protok plina iz Hrvatske preko interkonekcija s Bosnom i Hercegovinom razmatra se s 3 interkonekcijske točke. Interkonekcijske točke koje se razmatraju su Sjeverna interkonekcija, Južna interkonekcija te Zapadna interkonekcija.

Sjevernu interkonekciju čine Slobodnica – Brod, čija bi dužina iznosila 5 kilometara sa radnim tlakom od 75 bara te kapacitetom od 146 gigavat-sati dnevno plina. Konačna investicijska odluka planira se da bi bila ostvarena 2025. godine s početkom izgradnje i stavljanja u uporabu 2026. godine.

Južnu interkonekciju čine Zagvozd – BiH čija bi dužina iznosila u hrvatskom djelu 74 kilometara te 169 kilometara u dijelu Bosne i Hercegovine radnog tlaka od 75 bara te kapacitetom od 73 gigavat-sati dnevno odnosno 1,5 milijardi kubičnih metara plina. Početak rada bila je 2023. godine. Zapadnu interkonekciju čine Lička Jesenica – Rakovica – Bihać, po dionicama Lička Jesenica – Rakovica čija bi dužina bila 20 kilometara radnog tlaka 75/50 bara te kapaciteta od 73 gigavat-sati dnevno plina, zatim Rakovica – Bihać čija bi dužina iznosila 10 kilometara radnog tlaka 75/50 bara te kapaciteta od 73 gigavat-sati dnevno plina (Plinacro, 2020).

4.2. Jonsko-jadranski plinovod (IAP)

Putem projekta Jonsko-jadranskog plinovoda omogućila bi se dobava plina plinskim pravcima BiH, Hrvatske, Albanije i Crne Gore koji bi se spojili s Transjadranskim plinovodom (TAP) kao nabavni pravac za azerbajdžanski plin u Europu iz kaspijskog bazena što se može vidjeti na Slici 4-1.

Planirana dužina plinovoda bih bila 511 kilometara radnog tlaka od 85 do 75 bara sa kapacitetom od 5 milijardi kubnih metara godišnje (Europski parlament, 2015). Cjelokupna investicija za ovaj projekt iznosi 600 milijuna eura, od čega će Hrvatska investirati u 250 kilometara od ukupne dužine, a Albanija i Crna Gora investiraju u 261 kilometar plinovoda (Plinacro, 2020).

Od ukupnog transportnog kapaciteta plina, u Albaniju bi se dopremalo 1 milijardu kubičnih metara, u Crnu Goru 0,5 milijardi kubičnih metara, u BiH 1 milijardu kubičnih metara te u Hrvatsku, Srednju i Istočnu Europu 2,5 milijardi kubičnih metara plina. Planirani početak radova odvijao bi se u prvom kvartalu 2024. godine (Poslovni dnevnik, 2023).

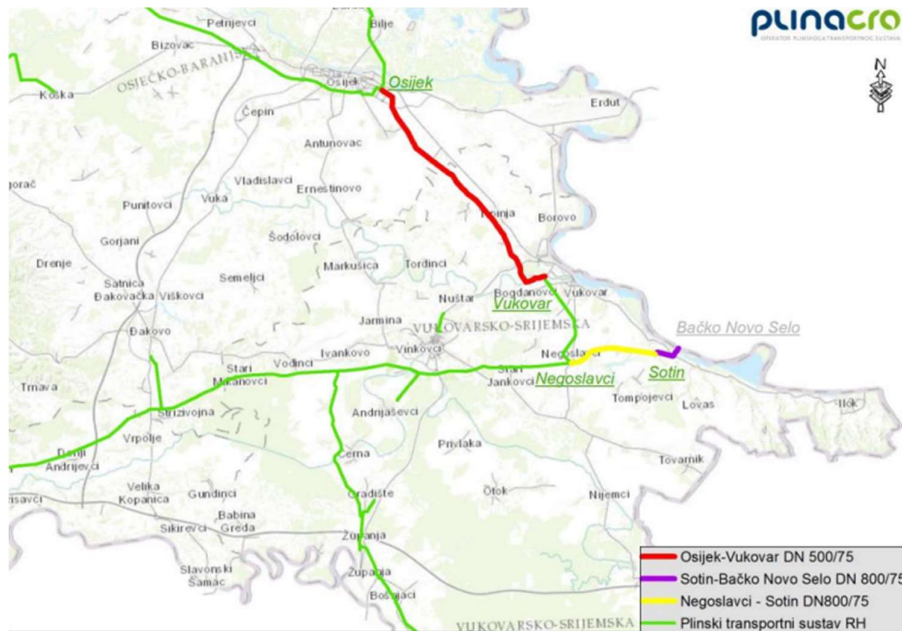


Slika 4-1 Prikaz IAP-a (Plinacro, 2020)

Ostvarivanje ovog projekta od izuzetne važnosti je zbog toga što će plinifikacija BiH i južne Hrvatske biti olakšana i omogućiti siguran pristup albanskim i hrvatskim kapacitetima skladišta.

4.3. Interkonekcija sa Srbijom

Gastrans provodi projekt u Srbiji koji je po pravilima EU te nakon dogovora s Energetskom zajednicom na snagu pristupaju pravilu izuzimanja treće strane, u kojem se nalazi da će kapacitet na ulazu u Bugarsku biti 80%, prema Srbiji 65 % od kapaciteta te na izlazu u smjeru Mađarske biti 85%. Nova interkonekcija, prikazana na Slici 4-3, bi bila povezana na ulazni 74 barni transportni sustav Republike Bugarske te na izlazni 66 barni transportni sustav. Planirani kapacitet interkonekcije bi iznosio od 13,88 milijardi kubičnih metara godišnje zvanom Novi Interkonektor. On bi bio povezan bugarskim transportnim sustavom preko Kirevo – Zaječar ukupnog kapaciteta od 13,87 milijardi kubičnih metara plina te bi bio povezan s Mađarskom na izlaznoj točki Horgoš – Kiškundorožma ukupnog kapaciteta od 9,5 milijardi kubičnih metara plina (Plinacro, 2020).



Slika 4-2 Interkonekcija sa Srbijom (Plinacro, 2020)

5. PROJEKT PLINOVODA ADRIA LNG PREMA NJEMAČKOJ

Projekt plinovoda Adria LNG prikazanog na Slici 5-1, je tokom 2010. ukinut, u tome projektu dvije kompanije LNG Hrvatska i Plinacro zajedno usuglasile su se oko suvlasništva kompanije (Plinacro, 2010). Sam kapacitet plinovoda Adria LNG bio bi 15 milijardi kubnih metara godišnje koji je počeo sa izgradnjom UPP terminala na Krku koji obuhvaća namjenske plinovode usmjerene prema Njemačkoj preko Austrije i Slovenije sa namjenom povećanja opskrbe Europske unije plinom (R. Bošnjak, osobna komunikacija, 25. ožujka 2023).



Slika 5-1 Prikaz Adria LNG (Plinacro, 2020)

Ponovno aktiviranje projekta kopnenog terminala za ukapljeni prirodni plin, planirani kapacitet bi bio 12 do 15 milijardi kubnih metara godišnje plina.

5.1. Kopneni dio terminala na Krku

Na kopnenom dijelu terminala na Slici 5-2 nalazili bi se spremnici u kojima se pohranjuje ukapljeni plin. Ti spremnici omogućuju skladištenje veće količine plina kako bi se osigurala stabilnost opskrbe potrošača. Kompresori na kopnu igraju važnu ulogu u povećanju tlaka ukapljenog plina kako bi se omogućio transport plina do potrošača putem plinskog transportnog sustava. Na kopnenom dijelu terminala nalazi se redukcijski sustav koji smanjuje tlak ukapljenog plina kako bi se prilagodio potrebama distribucije i isporuke krajnjim korisnicima.

Glavni dio kopnenog terminala je regasifikacijsko postrojenje koje pretvara ukapljeni plin natrag u plinovito stanje kako bi se mogao distribuirati putem plinskog mrežnog sustava do krajnjih korisnika. S kopnenog terminala vode cjevovodi koji prenose plin u transportni sustav. Kopneni dio terminala mora biti opremljen visokokvalitetnim sigurnosnim sustavima kako bi se osigurala zaštita od mogućih nezgoda i osigurao siguran rad terminala. Na kopnenom dijelu terminala nalazila bi se infrastruktura za istovar i utovar ukapljenog plina s brodova koji prenose plin do terminala (LNG Hrvatska, 2022b).



Slika 5-2 Kopneni dio terminala na Krku (Ante B, 2019)

5.2. Nabava novog FSRU broda

FSRU je tip plinske jedinice/broda koja se koristi za skladištenje i uplinjavanje ukapljenog prirodnog plina (UPP) na moru. Sastav takvog broda je oprema za utovar i istovar UPP-a te spremnici UPP-a. Autonomni sigurnosni sustav se uključuje u slučaju neželjenog dotjecanja prirodnog plina i požara, dok operator koji se nalazi u središnjoj kontrolnoj sobi nadzire sve procese na brodu. FSRU brod, koji je prikazan na Slici 5-3, je opremljen sa spremnicima za UPP ukupnog kapaciteta skladištenja od 140 206 kubičnih metara, elektranom za proizvodnju električne energije za pogon terminala te sa tri regasifikacijska uređaja za UPP. Izmjenom topline etilen glikola na kojem je UPP kao međuproizvodu i morske vode, tim se procesom UPP uplinjava. Dovođenjem topline iz morske vode etilen glikolu vraća se u more bez ikakvog tretmana. Tu dovedenu toplinu etilen glikol predaje UPP-u koji se potom isparava (Fugaš i Častek, 2022).

Povećanjem kapaciteta UPP terminala zahtjeva se nabava novog FSRU broda čiji je kapacitet do 10 milijardi kubičnih metara. Kapacitet UPP spremnika bi na takvom brodu bio od 180 000 do 216 000 kubičnih metara te kapaciteta uplinjavanja 1 150 000 kubnih metara po satu odnosno 9,6 milijardi godišnje (LNG Hrvatska, 2022a).

Potrebno vrijeme za izgradnju takvog broda je 4 godine, međutim većina istraživanja se trebaju napraviti te dobiti dozvole. Prednosti ovakvog sustava u odnosu na kopneni terminal su takva da su manja kapitalna i operativna ulaganja te je manji broj potrebnih radova na kopnu, no nedostaci u odnosu na kopneni terminal su što se tiče kapaciteta spremnika, održavanja na suhom doku te manja operativna fleksibilnost (R. Bošnjak, osobna komunikacija, 25. ožujka 2023).



Slika 5-3 FSRU brod (The Maritime Executive, 2023)

5.3. Usklađivanje infrastrukture Austrije

Ostvarenje projekta plinovoda Adria LNG prema Njemačkoj će zahtijevati suradnju i usklađivanje s već postojećom plinskom infrastrukturom u Austriji, uključujući plinovode WAG (West Austria Gasleitung) i TAG (Trans Austria Gasleitung). Ovo će osigurati siguran i učinkovit transport plina kroz Austriju i dalje prema drugim zemljama Europe. U slučaju korištenja postojećih plinovoda koji imaju veliki kapacitet, prilagodba plinovoda TAG potrebna je zbog dopremanja plina u suprotnom smjeru.

5.4. Usklađivanje infrastrukture Slovenije

Grupa projekata Jelšane-Postojna-Ljubljana-Kranjska Gora, zajedno s proširenjem Adria LNG terminala, omogućila bi bolju povezanost i sinergiju plinske infrastrukture između Hrvatske, Slovenije, Austrije i Njemačke. Ova integracija infrastrukture povećala bi fleksibilnost i dostupnost plina za potrošače u navedenim zemljama.

Kombinacija Adria LNG terminala i cjevovoda Jelšane-Postojna-Ljubljana-Kranjska Gora, koji je prikazan na Slici 5-4, pružila bi mogućnost različitih izvora opskrbe prirodnim plinom za Njemačku. Ovo bi povećalo energetske sigurnost i smanjilo ovisnost o pojedinim dobavljačima.

Sama dužina plinovoda bila bi otprilike 170 kilometara i dopremala bi 15 milijardi kubičnih metara plina godišnje iz dionice Zlobin – Rupa, pri čemu se mora napomenuti važnost obnavljanja svih preliminarnih istraživanja i dozvola (R. Bošnjak, osobna komunikacija, 25. ožujka 2023).



Slika 5-4 Grupa projekata Jelšane-Postojna-Ljubljana-Kranjska Gora (Plinacro, 2020)

5.5. Usklađivanje infrastrukture Hrvatske

Plinovod Zlobin-Rupa, prikazan na Slici 5-5, povezuje Hrvatsku i Sloveniju te pruža važan priključak za transportiranje plina prema sjeveru prema Njemačkoj. Ova povezanost omogućuje protok plina iz UPP terminala Adria prema većem europskom tržištu. Povezanost plinovoda Zlobin-Rupa s Adria UPP terminalom otvara nove mogućnosti za isporuku UPP-a u Njemačku. Povećana konkurencija na tržištu može rezultirati povoljnijim cijenama plina za potrošače. Plinovod Zlobin-Rupa ima ključnu ulogu u ostvarivanju ponovnog aktiviranja projekta plinovoda Adria UPP prema Njemačkoj. Njegova povezanost s Adria LNG terminalom omogućuje transport plina prema sjeveru, čime se stvara snažna i integrirana plinska mreža koja pridonosi stabilnosti i razvoju plinskog sektora u Europi.

Planirana dužina plinovoda je otprilike 34 kilometara kapacitetom od 15 milijardi kubičnih metara godišnje plina (R. Bošnjak, osobna komunikacija, 25. ožujka 2023).



Slika 5-5 Plinovod Zlobin-Rupa (Plinacro, 2020)

6. KOMPRESORSKE I MJERNO REDUKCIJSKE STANICE

Kompresorske stanice su objekti u plinskoj mreži koji služe za povećanje tlaka plina kako bi se omogućio njegov daljnji transport kroz plinovod. Plinu se prirodno smanjuje tlak tijekom transporta, pa je potrebno redovito povećavati tlak kako bi se održala kontinuirana i učinkovita opskrba. Kompresorske stanice koriste kompresore za povećanje tlaka. Kompresori se obično pokreću električnom energijom ili prirodnim plinom (Plinacro, 2020).



Slika 6-1 KS1 Velika Ludina (Plinacro, 2020)

Prilagodbom transportnog sustava i povećanjem kapaciteta UPP terminala na Krku postojeće kompresorske stanice KS1 su sposobne zadovoljiti glavne smjernice i ciljeve razvoja plinskog transportnog sustava. Kapacitet postojeće kompresorske stanice u Velikoj Ludini, koja je prikazana na Slici 6-1, je 39 000 do 201 000 kubnih metara u satu te je određena kao 2+1 odnosno 2 radne i jedna rezervna jedinica. U planu je izgradnja još dviju kompresorskih stanica, od kojih se KS2 nalazi na području istočne Slavonije na interkonekciji s Mađarskom te KS3 koja u slučaju potražnje tržišta bi omogućila dopremanje plina iz Mađarske u Sloveniju i obratno.



Slika 6-2 Mjerno redukcijnska stanica (Plinacro, 2020)

Mjerne redukcijnske stanice su objekti u plinskoj mreži koji se koriste za smanjenje tlaka plina na određenim točkama u sustavu. To je potrebno kako bi se prilagodio tlak plina na različitim dijelovima mreže i omogućio njegov siguran i učinkovit transport do krajnjih potrošača. U mjerne redukcijnske stanice ugrađeni su regulatori tlaka koji smanjuju tlak plina na željenu razinu prije nego što se plin isporuči potrošačima.

Uz povećanje kapaciteta, potrebno je zamijeniti i rekonstruirati postojeće mjerne redukcijnske stanice, neke od tih stanica su MRS Gradec i MRS Gaj, dok neke od novih stanica koje je potrebno priključiti na sustav su MRS Zgvozd, MRS Omišalj (Plinacro, 2020).

7. POTROŠNJA, PROTOCI TE POTRAŽNJA PLINA

U Tablici 7-1 prikazana je potrošnja plina po zemljama u milijunima kubičnih metara plina u razdoblju najveće potrošnje odnosno u zimskom razdoblju od 2020. do 2023. godine počela postepeno padati. Prosječni pad potrošnje u tom razdoblju Njemačke je 12 053,08 m³, Hrvatske 337,03 m³, Mađarske 1452,43 m³, Austrije 1154,94 m³ te Slovenije 110,26 m³.

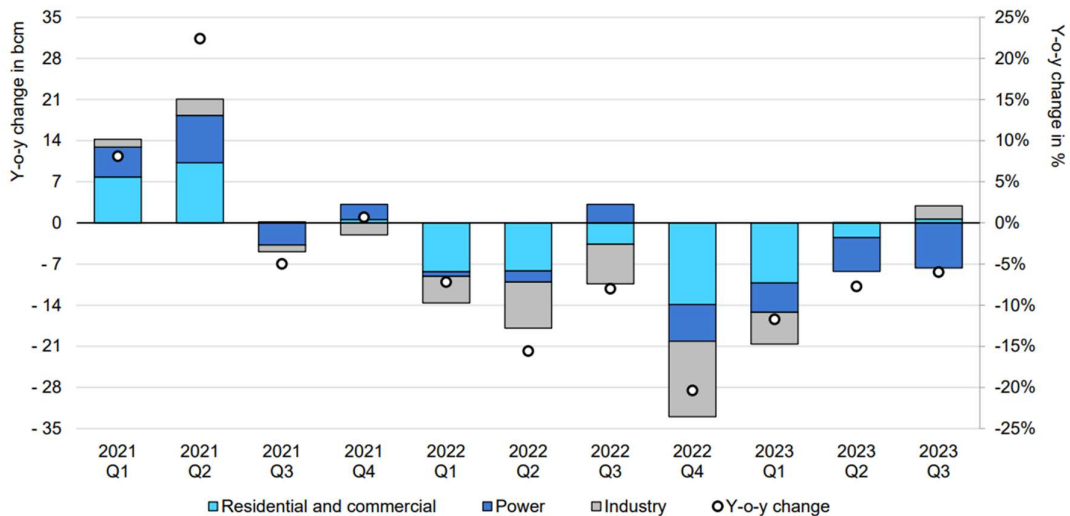
Tablica 7-1 Potrošnja plina po zemljama u milijunima kubičnih metara (Eurostat, 2023)

<i>Vrijeme</i>	<i>2020-01</i>	<i>2021-01</i>	<i>2022-01</i>	<i>2023-01</i>
Zemlje				
<i>Njemačke</i>	<i>11 635,709</i>	<i>13 130,666</i>	<i>12 107,641</i>	<i>11 338,309</i>
<i>Hrvatska</i>	<i>390,300</i>	<i>313,400</i>	<i>375,500</i>	<i>268,900</i>
<i>Mađarska</i>	<i>1665,537</i>	<i>1543,542</i>	<i>1474,109</i>	<i>1126,550</i>
<i>Austrija</i>	<i>1278,694</i>	<i>1254,590</i>	<i>1155,645</i>	<i>930,836</i>
<i>Slovenija</i>	<i>116,304</i>	<i>113,212</i>	<i>116,420</i>	<i>95,114</i>

Tablica 7-2 Prikaz protoka (SUKAP, 2023)

Period	Priključak	Protok kWh/d(GCV 25°/0°)
01.01.2021.	IMS Donji Miholjac - FGSZ	0
01.01.2022.	IMS Donji Miholjac - FGSZ	20 822 038
01.01.2023.	IMS Donji Miholjac - FGSZ	14 712 998
01.01.2024.	IMS Donji Miholjac - FGSZ	24 641 645
01.01.2021.	IMS Rogatec - Plinovodi	31 991
01.01.2022.	IMS Rogatec - Plinovodi	3 864 000
01.01.2023.	IMS Rogatec - Plinovodi	1 457 800
01.01.2024.	IMS Rogatec - Plinovodi	5 993 444
01.01.2021.	UMS Dravaszerdahely - FGSZ	10 200 000
01.01.2022.	UMS Dravaszerdahely - FGSZ	745 199
01.01.2023.	UMS Dravaszerdahely - FGSZ	2 856 528
01.01.2024.	UMS Dravaszerdahely - FGSZ	0
01.01.2021.	UMS Rogatec - Plinovodi	5 956 342
01.01.2022.	UMS Rogatec - Plinovodi	4 771 339
01.01.2023.	UMS Rogatec - Plinovodi	4 818 911
01.01.2024.	UMS Rogatec - Plinovodi	691 610

Gledajući tablicu 3 može se vidjeti da protok odnosno prikaz protoka za 1. mjesec u razdoblju najveće potrošnje od 2021. do 2024. godine. Kod kojih su od zasebnih priključaka izlaznih i ulaznih mjernih stanica u Hrvatskoj su izabrani IMS Donji Miholjac, IMS Rogatec, UMS Dravaszerdahely te UMS Rogatec. Može se vidjeti da se protok IMS Donji Miholjac s obzirom na 2021. i 2022. povećao, onda potom smanjio 2023., te porastao 2024. . Kod IMS Rogatec se može vidjeti da se protok povećao, no naglo se smanjio se s obzirom na 2022 i 2023 te opet porastao 2024. godine. Gledajući UMS Dravaszerdahely protok se smanjio u razdoblju 2021. na 2022., no potom je porastao u 2023. godini. Što se tiče UMS Rogatec protok se također smanjio u razdoblju 2021. na 2022., no potom je porastao u 2023. godini te zatim opet pao 2024. godine.



Slika 7-1 Procijenjena tromjesečna promjena potražnje za plinom, OECD Europa, 2021.-2023 (ENTSOG, 2024)

Na Slici 7-1 prikazana je Europska padajuća potražnja za plinom od 2021. godine do trećeg kvartala 2023. godine. U slučaju produljenja smanjenja potražnje za godinu dana za 15% od travnja 2023. do ožujka 2024. skladišta bih mogla doseći razinu do 90% te 89,4 milijarde m³ do 1.11.2023. godine. Kao posljedica toga bih se do kraja ožujka 2024. godine osigurala opskrba za zimski period 2023. – 2024. godine.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu analiziran je utjecaj povećanja kapaciteta UPP terminala sa prijašnjih 2,9 na 6,1 milijardi kubnih metara plina na otoku Krku na tržišta plina zemalja Srednje Europe. Povećanje kapaciteta UPP terminala ima potencijal za značajan pozitivan utjecaj na energetska sigurnost, diverzifikaciju izvora opskrbe i konkurenciju na tržištu energenata u zemljama srednje Europe.

Prikazane tablice po zemljama pokazuju da potražnja za plinom u ovom području pada, zbog toga što imamo veću ponudu plina na tržištu te zbog visokih temperatura u vrijeme najviše potrošnje i potražnje, što dovodi i do smanjenja cijena. Time se stvara potreba za povećanjem kapaciteta UPP terminala čime bi se osigurala stabilna i pouzdana opskrba plinom. Kroz analizu protoka kod određenih priključaka na međunarodnom transportu, uočeno je da povećanje kapaciteta UPP terminala na Krku omogućuje veći protok plina prema zemljama Srednje Europe, čime se poboljšava energetska sigurnost i smanjuje ovisnost o tradicionalnim dobavljačima plina.

Projekt UPP terminala i izgradnje interkonekcija predstavlja važan korak prema ostvarenju regionalne energetske suradnje i integracije na području srednje Europe. Povećani kapacitet terminala omogućuje fleksibilniju i učinkovitiju opskrbu plinom za potrošače i poticanju gospodarskog razvoja.

Međutim, kako bi se maksimizirali potencijalni pozitivni utjecaji povećanja kapaciteta UPP terminala, potrebno je osigurati prilagodbu transportnog sustava i regulatornu usklađenost među zemljama Srednje Europe te poticati suradnju između svih sudionika u energetska sektoru. Također, važno je provesti daljnje istraživanje i analizu kako bi se utvrdili specifični ekonomski, socijalni i ekološki aspekti ovog projekta.

Upravo zato je važno nastaviti ulagati u ovaj projekt i nastaviti razvijati regionalnu suradnju u energetska sektoru kako bi se osigurala održiva stabilna energetska budućnost za sve zemlje u ovom području.

9. LITERATURA

- 1) Ante B, 2019, [Američki ministar energetike: LNG terminal na Krku bit će itekako isplativ - Kamenjar](https://kamenjar.com/). URL: <https://kamenjar.com/>
- 2) BOŠNJAK, R. 2023. Osobni razgovor s Matijom Varjačićem, 25. ožujka 2023
- 3) ENTSOG, 2023. URL: [ENTSOG_GIE_SYSDEV_2021-2022_1600x1200_FULL_240_clean](#) (23.7.2023)
- 4) Europska Komisija, 2022. Plan REPowerEU URL: eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0230&from=EN (24.7.2023)
- 5) Europski parlament 2015. [Parlamentarno pitanje | Jadransko-jonski plinovod \(IAP\) | E-012562/2015 | Europski parlament](#) . URL: www.europarl.europa.eu (22.7.2023)
- 6) Europsko vijeće. 2023. [Where does the EU's gas come from? - Consilium \(2\)](#). URL: www.consilium.europa.eu
- 7) Eurostat, 2023. URL: [Statistics | Eurostat \(europa.eu\)](#)
- 8) FUGAŠ, I., ČASTEK, M. 2022. Terminal za UPP na otoku Krku – FSRU „LNG Croatia“. Članak. Zagreb: NaftaiPlin, 425010
- 9) IGH, 2015. SAŽETAK STUDIJE O UTJECAJU NA OKOLIŠ ZA ZAHVAT: MAGISTRALNI PLINOVOD BOSILJEVO — KARLOVAC, DN 700/75 bar. Studija. Zagreb: INSTITUT IGH d.d, 5400-0014/13.
- 10) LNG Hrvatska, 2022a. [Potpisan ugovor za isporuku dodatnog modula za uplinjavanje - LNG Hrvatska](#). URL: <https://lng.hr/> (23.7.2023)
- 11) LNG Hrvatska, 2022b. [Terminal - LNG Hrvatska](#) URL: : <https://lng.hr/> (22.7.2023)
- 12) Offshore energy, 2021. Adnan Bajic. URL: [Croatia's LNG terminal starts commercial operation - Offshore Energy](#) (25.7.2023)
- 13) Plinacro, 2010. GODIŠNJI IZVJEŠTAJ ZA 2010. GODINU. Izvješće. Zagreb: PLINACRO d.o.o
- 14) Plinacro, 2020. [Desetogodišnji plan razvoja PTS 2021-2030.pdf](#) . URL: www.plinacro.hr (22.7.2023)
- 15) Plinacro, 2022. GODIŠNJI IZVJEŠTAJ ZA 2022. GODINU. Izvješće. Zagreb: PLINACRO d.o.o
- 16) Poslovni dnevnik, 2023. [Plinovod kroz Crnu Goru koštao bi više od 210 milijuna eura - Poslovni dnevnik](#) . URL: www.poslovni-dnevnik.me (23.7.2023)
- 17) SUKAP, 2023. [Protoci | SUKAP Javna objava](#) . URL: www.plinacro.hr

- 18) The Maritime Executive. 2023. [World's Largest FSRU Named](https://www.maritime-executive.com) .URL: www.maritime-executive.com (16.2.2024)
- 19) Vlada Republike Hrvatske, 2023. [Vlada Republike Hrvatske - Povećanje kapaciteta LNG terminala; Filipović: Nastavlja se jačanje energetske sigurnosti Hrvatske](https://www.gov.hr) . URL: www.gov.hr (22.7.2023)

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.

A handwritten signature in black ink, reading "Matija Vojčić". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath it.

Ime Prezime



KLASA: 602-01/24-01/36
URBROJ: 251-70-12-24-2
U Zagrebu, 19.02.2024.

Matija Varjačić, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/24-01/36, URBROJ: 251-70-12-24-1 od 15.02.2024. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

VAŽNOST POVEĆANJA KAPACITETA UPP TERMINALA NA TRŽIŠTE PLINA ZEMALJA SREDNJE EUROPE

Za mentoricu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentorica:

(potpis)

prof. dr. sc. Daria Karasalihović
Sedlar

(titula, ime i prezime)

Predsjednica povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

izv. prof. dr. sc. Karolina
Novak Mavar

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

izv. prof. dr. sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)