Analiza uskladivosti kvalitete prirodnog plina

Ružić, Matej

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:169:194884

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij naftnog rudarstva

ANALIZA USKLADIVOSTI KVALITETE PRIRODNOG PLINA

Diplomski rad

Matej Ružić

N237

Zagreb, 2019. godina

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

ANALIZA USKLADIVOSTI KVALITETE PRIRODNOG PLINA

MATEJ RUŽIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno inženjerstvo
Pierottijeva 4, 10000 Zagreb

Sažetak

Diplomski rad donosi pregled kvalitete plina u RH i EU te analizu mogućih prepreka usvajanja zajedničkog standarda na razini unije. Definiraju se parametri kvalitete plina, pravna osnova na čijim temeljima se donose standardi, nacrt prijedloga zajedničkog europskog standarda te predstavljaju dvije analize koje uključuju način rješavanja problema implementacije navedenog standarda i analizu stvarnog plina zemalja šire regije. Podaci za analizu su preuzeti sa službenih web stranica operatora transportnih sustava zemalja regije. Definiran je zamjenjivost plinova, njezino tehno-ekonomsko značenje i uloga dobave plina na vrijednost parametara zamjenjivosti. Inicijativom Europske komisije i prijedlogom standarda EN16726 pojavile su se prepreke implementaciji, analizirane kroz tri moguća rješenja u petom poglavlju. Analiza stvarnog plina u zemljama šire regije definira kvalitetu plina zemalja relevantnih što zbog trenutnog uvoza iz spomenutih zemalja, a što zbog eventualnih budućih dobavnih pravaca.

Ključne riječi: kvaliteta plina, zamjenjivost plinova, pravna osnova kvalitete plina, standard EN16726, Wobbe indeks, gornja ogrjevna vrijednost, kvaliteta stvarnog plina

Diplomski rad sadrži: 49 stranica, 8 tablica, 11 slika, 39 referenci

Jezik izvornika: hrvatski jezik

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta,
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditeljica: dr.sc. Daria Karasalihović Sedlar, izvanredna profesorica RGN fakulteta

Ocjenjivači: dr.sc. Daria Karasalihović Sedlar, izvanredna profesorica na RGN fakultetu
dr.sc. Vladislav Brkić, docent na RGN fakultetu
dr.sc. Domagoj Vulin, izvanredni profesor na RGN fakultetu

Datum obrane: 15. veljače 2019. godine

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Master's Thesis

NATURAL GAS QUALITY COMPATIBILITY ANALYSIS

MATEJ RUŽIĆ

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Petroleum Engineering
Pierottijeva 4, 10 000 Zagreb

Abstract

Gas quality standards in the Republic of Croatia and the EU, constraints analysis and solutions for the implementation of the common gas standard are presented in this thesis. These chapters attempt to define gas quality parameters, legal bases of the underlying standards, the draft of the European standard, the implementation of a solution of the European standard, and real natural gas parameters of the region countries. The data was downloaded from official web pages of respective countries' transmission system operators. Natural gas interchangeability is defined and related to its technoeconomic significance and supply routes. The initiative of the European Commission and Standard EN16726 draft proposes barriers to implementation, which are disputed in three different solutions to the issue. Real gas quality of the relevant region countries is analyzed in the sixth chapter, according to current trading activities and possible future supply routes.

Keywords: natural gas quality, gas interchangeability, gas quality legal basis, EN16726 Standard, Wobbe index, gross calorific value, real gas quality

Thesis contents: 51 pages, 8 tables, 11 figures, 39 references

Original in: Croatian

Thesis deposited at: The Library of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: Associate professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD

Reviewers: Associate professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD
Assistant professor Vladislav Brkić, PhD
Associate professor Domagoj Vulin, PhD

Date of the thesis defense: February 15, 2019

SADRŽAJ

POPIS TABLICA IV

POPIS SLIKA V

1. UVOD 1

2. DEFINICIJA KVALITETE I RELEVANTNIH PARAMETARA KVALITETE PLINA 2

2.1. Definicija kvalitete plina 2

2.2. Zamjenjivost plinova 2

2.3. Relevantni parametri zamjenjivosti plinova 3

2.4. Međunarodni standardi i nacionalne regulative 4

2.5. Parametri kvalitete plina s graničnim vrijednostima 5

2.6. Odorizacija i sigurnost upotrebe plina 5

3. PRAVNA OSNOVA EUROPSKE UNIJE I KVALITETA PLINA 7

3.1. Sporazumi o međudržavnim spojnim plinovodima 7

3.2. Rješavanje ograničenja trgovine zbog razlika u kvaliteti plina 7

3.3. Praćenje kvalitete plina 8

3.3.1. Kratkoročno praćenje kvalitete plina 8

3.3.2. Dugoročno praćenje kvalitete plina 8

3.4. Službene mjerne jedinice 9

4. PRAVNA OSNOVA REPUBLIKE HRVATSKE I KVALITETA PLINA 11

4.1. Kvaliteta plina u Zakonu o tržištu plina 11

4.2. Kvaliteta plina u Mrežnim pravilima transportnog sustava 11

4.2.1. Ulaz plina u transportni sustav koji odstupa od standarda 12

4.2.2. Mjerna pravila za kvalitetu plina 12

4.2.3. Utvrđivanje kvalitete plina 13

4.3. Kvaliteta plina u Općim uvjetima opskrbe plinom 14

5. PREDLOŽENI UNIVERZALNI EUROPSKI STANDARD EN16726 16

5.1. Inicijativa Europske komisije 16

5.2. Parametri kvalitete s graničnim vrijednostima i preporukama standarda za mjerenje 18

5.3. Prepreke uključivanju Wobbe indeksa u standard 20

6. ANALIZA NAČINA RJEŠENJA PROBLEMA IMPLEMENTACIJE NACRTA EUROPSKOG STANDARDA EN16726 22

6.1. Pregled ENTSOG-ovih rješenja 22

6.1.1. Implementacija standarda od strane svih država članica i na razini svih sudionika na tržištu 22

6.1.2. Implementacija standarda na interkonekcijama između članica EU 23

6.1.3. Dobrovoljno implementiranje standarda 23

6.2. Problemi prekogranične trgovine povezani s kvalitetom plina 23

6.3. Analiza predloženih rješenja problema implementacije standarda 24

6.3.1. Analiza problema implementacije standarda na razini svih sudionika na tržištu 24

6.3.2. Analiza problema implementacije na mjestima interkonekcije 29

6.3.3. Analiza problema dobrovoljne implementacije standarda 31

6.4. Preferencije država članica i sudionika na tržištu plina 32

7. ANALIZA KRETANJA WOBBE INDEKSA I GORNJE OGRJEVNE VRIJEDNOSTI STVARNOG PLINA U ŠIROJ REGIJI I UTJECAJ KVALITETE PRIRODNOG PLINA NA TRGOVINU UPP-OM 34

7.1. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Hrvatskoj . 35

7.2. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Sloveniji .. 36

7.3. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Srbiji 37

7.4. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Bosni i Hercegovini 38

7-5. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Austriji 39

7.6. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Mađarskoj 41

7.7. Prosječne vrijednosti Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u zemljama šire regije 42
7.8. Trgovina UPP-om i kvaliteta plina 43
8. ZAKLJUČAK 46
9. POPIS LITERATURE 48

POPIS TABLICA

Tablica 4-1. Pregled parametara kvalitete plina u Republici Hrvatskoj……15

Tablica 5-1. Usporedba kvalitete plina u Hrvatskoj, Sloveniji, Mađarskoj, Austriji, Ukrajini, Bosni i Hercegovini i Srbiji s predloženim parametrima CEN standarda i EASEE GAS radne grupe…….17

Tablica 5-2. Parametri kvalitete plina s graničnim vrijednostima prema CEN-u……19

Tablica 6.1. Pregled međuovisnosti parametara kvalitete, segmenta tržišta i država prema ENTSOG-u……...26

Tablica 6-2. Usporedba predloženog EN16726 standarda s regulativama država članica EU.....27

Tablica 7-1. Dinamika mjerenja parametara kvalitete plina i frekvencija učitavanja podataka „*online*“ za svaku analiziranu državu.....35

Tablica 7-2. Srednje vrijednosti kvalitete plina u zemljama šire regije.....42

Tablica 7-3**.** Prosječni sastav ukapljenog prirodnog plina država izvoznica.....44

POPIS SLIKA

Slika 6-1. Podrška primjeni standarda EN16726 na razini svih država članica i svih sudionika na tržištu plina od strane različitih sudionika na tržištu plina.....29

Slika 6-2. Podrška primjeni standarda EN16726 na interkonekcijama od strane različitih sudionika na tržištu plina.....30

Slika 6-3. Podrška dobrovoljnoj primjeni standarda EN16726 od strane različitih sudionika na tržištu plina.....31

Slika 6-4. Preferencije država članica EU o načinu implementacije predloženog standarda EN16726.....32

Slika 6-5. Preferencije različitih sudionika na tržištu plina o načinu implementacije predloženog standarda EN16726.....33

Slika 7-1. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Hrvatskoj.....35

Slika 7-2. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Sloveniji.....37

Slika 7-3. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Srbiji.....38

Slika 7-4. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Bosni i Hercegovini.....39

Slika 7-5. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Austriji.....40

Slika 7-6. Kretanje gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Mađarskoj.....42

1. UVOD

Prirodni plin je energent raznovrsne upotrebe sa značajnim postotnim udjelom u svjetskoj energetici. Porast upotrebe plina pripisuje se njegovim ekološkim prednostima u odnosu na ostala fosilna goriva, posebice smanjenim emisijama stakleničkih plinova. Kako bi se omogućila sigurnost upotrebe i povećanje likvidnosti trgovine, potrebni su standardi kvalitete kojima se transparentno definiraju Wobbe indeks i gornja ogrjevna vrijednost.

Sastav plina se razlikuje od ležišta do ležišta što znači da se plin različite kvalitete upotrebljava unutar integriranog europskog energetskog tržišta. Dobavljači iz jedne zemlje preuzimaju rizik odbijanja plina od strane operatora transportnog sustava druge zemlje zbog nezadovoljavanja zakonski propisanih parametara kvalitete. Različita kvaliteta plina može ugroziti i operativnu sigurnost upotrebe u domaćinstvu i u industriji. Stoga je Europska unija pokrenula niz inicijativa za usklađivanje kvalitete na međudržavnoj razini s ciljem povećanja likvidnosti trgovine i integracije europskog tržišta.

Problematika usklađivanja kvalitete i nacionalnih zakonodavstava je predstavljena na dva načina u diplomskog radu:

1. Analizom utjecaja implementacije standarda na tržište plina i analizom ENTSOG-ova (engl. *European Network of Transmission System Operators for Gas*) tri moguća rješenja problema implementacije;
2. Analizom stvarnog plina u Hrvatskoj i relevantnim državama šire regije kako bi se dobio uvid u kvalitetu plina zemalja s kojima hrvatski dobavljači trenutno trguju ili postoji mogućnost trgovine u budućnosti.

U radu su također definirani parametri kvalitete i zamjenjivosti plinova, analizirane pravne osnove Republike Hrvatske i Europske unije te predstavljene inicijative Europske komisije i tehno-ekonomski parametri koje ona obuhvaća.

2. DEFINICIJA KVALITETE I RELEVANTNIH PARAMETARA KVALITETE PLINA

2.1. Definicija kvalitete plina

Liberalizacija tržišta energenata preraspodijelila je opskrbu plinom na proizvodnju, transport, distribuciju i maloprodaju. Kako bi se izbjegli sporovi, ugovorom je potrebno definirati parametre kvalitete plina kojim se trguje. Povećanjem broja transnacionalnih plinovoda i likvidnosti globalne trgovine nužno je donošenje standarda kvalitete plina kako bi se osigurala dosljednost naplate energije, kao i održavanje operativne sigurnosti i integriteta transportne mreže.

Ocjena kvalitete plina primarno se bazira na sastavu plina, a parametri ocjene kvalitete plina mogu uključivati točku rosišta za vodu i ugljikovodike, ukupni sadržaj sumpora, Wobbe indeks, koncentraciju inertnih plinova, ogrjevnu vrijednost i slično.

Definicija kvalitete plina obuhvaća dva tehnička kriterija (IGU i BP, 2011):

I. Kriterij sastava plina u plinovodu – granične vrijednosti temperature rosišta vode i ugljikovodika i granične vrijednosti koncentracije različitih primjesa poput sumpora kako bi se zadovoljila čvrstoća materijala plinovoda;
II. Kriterij zamjenjivosti plina – parametri poput Wobbe indeksa i ogrjevne vrijednosti koji pokazuju može li plin zadovoljiti krajnje korisnike u pogledu sigurnosti upotrebe, emisija i korisnog učinka.

2.2. Zamjenjivost plinova

Zamjenjivost plinova pokazuje mogu li se plinske smjese različitih sastava koristiti na istom uređaju. Najčešći parametar zamjenjivosti je Wobbe indeks koji se koristi kako bi se usporedila dobivena energija plinova različitih sastava u uređajima koji koriste plin kao gorivo. Goriva istog Wobbe indeksa, ali različitog sastava, daju istu količinu energije prilikom izgaranja za zadani tlak. U nastavku je formula za gornji Wobbe indeks, koji se najčešće upotrebljava u Hrvatskoj i Europskoj uniji:

$$Wg = \frac{Hg}{\sqrt{d}} \tag{2-1.}$$

Wg - gornji Wobbe indeks, (kWh/m^3)
Hg - gornja ogrjevna vrijednost, (kWh/m^3)
d - relativna gustoća plina, (bez jedinice)

Parametri zamjenjivosti plinova su vrlo bitni prilikom veleprodaje plina i transparentnog određivanja cijena. Zakonska regulativa u kontinentalnoj Europi na veleprodajnom tržištu propisuje granične vrijednosti Wobbe indeksa i koncentracije inertnih plinova te se ta dva parametra smatraju zadovoljavajućim za trgovinu. Ostala svjetska tržišta mogu imati drukčiju regulativu zamjenjivosti plinova zbog različitog razvoja plinskih trošila, koja su prilagođena sastavu lokalnog plina. S padom domaće proizvodnje plina u Europi i povećanjem likvidnosti trgovine, javlja se potreba za univerzalnim standardom kvalitete plina kako bi sva plinska trošila u Europi mogla funkcionirati sigurno, efikasno, i uz što manje emisije (IGU i BP, 2011).

2.3. Relevantni parametri zamjenjivosti plinova

I. Ogrjevna vrijednost

Ogrjevna vrijednost predstavlja količinu energije koja se oslobađa prilikom izgaranja plina, a najčešće mjerne jedinice za ogrjevnu vrijednost jesu kWh/m^3 i MJ/m^3. Ogrjevna vrijednost se definira kao gornja ili donja, ovisno o tome iskorištava li se toplina kondenzacije vodene pare. S obzirom da se ne uzima u obzir protok plina kroz plamenik (komoru izgaranja), ogrjevna vrijednost nije najbolji parametar zamjenjivosti plinova.

II. Relativna gustoća

Mjera relativne gustoće plina prema zraku se koristi kao parametar zamjenjivosti kako bi se ograničio udio viših ugljikovodika u plinu. Povećani udio viših ugljikovodika može dovesti do problema u izgaranju poput povećanog ispuštanja ugljikovog monoksida, formiranja čađi ili kucanja motora.

III. Wobbe indeks

Wobbe indeks, definiran formulom 2-1., se najšire upotrebljava kao parametar zamjenjivosti jer u obzir uzima i ogrjevnu vrijednost i relativnu gustoću plina. Može biti gornji ili donji ovisno o tome upotrebljava li se gornja ili donja ogrjevna vrijednost.

IV. Modificirani Wobbe indeks

Modificirani Wobbe indeks koriste često proizvođači plinskih turbina jer uzima u obzir temperaturu goriva. Modificirani Wobbe indeks je omjer donje ogrjevne vrijednosti i drugog korijena umnoška relativne gustoće i apsolutne temperature plina.

Modificirani Wobbe indeks = donja ogrjevna vrijednost / √relativna gustoća * apsolutna temperatura plina

V. Metanski broj

Parametar koji definira otpornost plina prema detonaciji i koji je analogan oktanskom broju kod benzinskih goriva.

2.4. Međunarodni standardi i nacionalne regulative

Nacionalne regulative se donose u svrhu zaštite javne sigurnosti i komercijalnog interesa, posebice u Sjevernoj Americi i Europskoj uniji. U Europskoj uniji su, primjerice, osnovana regulatorna tijela poput Vijeća europskih energetskih regulatora (engl. *Council of European Energy Regulators*) i Agencije za suradnju energetskih regulatora (engl. *Agency for the Cooperation of Energy Regulators*) kako bi se koordinirala i integrirala nacionalna regulatorna tijela. Cilj Direktive 2009/73/EC je uspostava potpuno funkcionalnog unutarnjeg tržišta plina Europske unije sa zajedničkim pravilima za prijenosni i distributivni sustav, opskrbu plinom i skladištenje kako različita kvaliteta plina unutar unije ne bi dovela do poteškoća u međudržavnoj trgovini. Zato je Europska komisija (engl. *European Commission*) opunomoćila Europsko povjerenstvo za standardizaciju (engl. *European Committee for Standardization*, CEN) za donošenje standarda usklađene kvalitete plina prema preporukama društva EASEE-gas (engl. *European Association for Streamlining of Energy Exchange – gas*).

2.5. Parametri kvalitete plina s graničnim vrijednostima

Različite regulative kvalitete plina mogu uključivati cijeli niz parametara s rasponima graničnih vrijednosti. Ogrjevna vrijednost najčešće nije dio standarda kvalitete plina s obzirom da je ona problem komercijalnog obračuna energije, a ne problem kvalitete. Prema IGU i BP-u (2011) parametri kvalitete plina s graničnim vrijednostima su sljedeći:

I. parametri zamjenjivosti: Wobbe indeks (ostali parametri zamjenjivosti poput indeksa nepotpunog izgaranja ili indeksa čađi nisu relevantni za unutarnje europsko tržište prirodnog plina),
II. temperature rosišta vode i ugljikovodika,
III. sadržaj čvrstih i tekućih zagađivača,
IV. sadržaj sumporovodika i ukupnog sumpora,
V. sadržaj ugljikovog dioksida, dušika i ukupni sadržaj inertnih plinova,
VI. sadržaj kisika i vodika,
VII. koncentracije različitih ugljikovodika,
VIII. sadržaj zagađivača poput žive, arsena, helija, argona, klorida i različitih metala,
IX. miris.

Kao što nepostojanje normi kvalitete plina predstavlja prepreku prekograničnoj trgovini plina, tako je i pretjerana regulativa prepreka povećanoj diversifikaciji opskrbe i komercijalnoj upotrebi plina. Potrebna je redovna provjera regulativa da ne dođe do ograničenja u trgovini i u isto vrijeme ugrožavanja javne sigurnosti (IGU i BP, 2011).

2.6. Odorizacija i sigurnost upotrebe plina

Nakon proizvodnje i pročišćavanja, plin nema miris i predstavlja opasnost u slučaju propuštanja jer ljudi ne mogu osjetiti njegovu pojavu. Nacionalne regulative propisuju, uz granične vrijednosti kemijskih spojeva u plinu, i proces odorizacije plina na ulazu u transportni sustav, ili češće, na ulazu u gradski distributivni sustav. Prisutnost odoranata omogućuje da ljudi osjete pojavu plina u zraku u koncentracijama puno nižim od donje granice eksplozivnosti.

U Europskoj uniji se koriste dvije vrste odoranata; Velika Britanija, dijelovi Njemačke, Italija i Belgija upotrebljavaju merkaptane/sulfide (RSH), dok ostatak Europe koristi tetrahidrotiofen (THT).

3. PRAVNA OSNOVA EUROPSKE UNIJE I KVALITETA PLINA

3.1. Sporazumi o međudržavnim spojnim plinovodima

Operatori susjednih transportnih sustava moraju osigurati da su barem sljedeći uvjeti, opisani u člancima od 6. do 12. Uredbe Europske komisije o uspostavi interoperabilnosti i razmjene podataka obuhvaćeni Sporazumom o međudržavnim spojnim plinovodima u pogledu svake točke spajanja plinovoda (Europska komisija, 2015):

I. Pravila za nadzor protoka;
II. Načela mjerenja količine i kvalitete plina;
III. Pravila za postupak uparivanja;
IV. Pravila za raspodjelu količina plina;
V. Komunikacijski postupci u slučaju izuzetnih događaja;
VI. Rješavanje sporova koji proizlaze iz sporazuma o međudržavnim spojnim plinovodima;
VII. Postupak izmjene sporazuma o međudržavnim spojnim plinovodima.

3.2. Rješavanje ograničenja trgovine zbog razlika u kvaliteti plina

Prema Uredbi Europske komisije o uspostavi mrežnih pravila interoperabilnosti i razmjene podataka, operatori transportnih sustava surađuju kako bi se izbjegle poteškoće međudržavne trgovine zbog različite kvalitete plina (Europska komisija, 2015). Radnje kojima operatori ostvaruju izbjegavanje ograničenja su postupci razmjene i miješanja plina. Ako ne mogu izbjeći ograničenje prekogranične trgovine zbog razlika u kvaliteti plina i ako to ograničenje prepoznaju nacionalna regulatorna tijela, ta tijela mogu od operatora transportnih sustava zatražiti da u roku od dvanaest mjeseci u slijedu izvedu iduće radnje (Europska komisija, 2015):

I. Da, bez mijenjanja specifikacija kvalitete plina, surađuju i razvijaju tehnički izvedive mogućnosti, koje mogu uključivati obveze protoka i tretiranje plina, kako bi se uklonilo prepoznato ograničenje;

II. Da zajednički provedu analizu troškova i koristi tehnički izvedivih mogućnosti radi utvrđivanja ekonomski djelotvornih rješenja, u kojoj se mora navesti raspodjela troškova i koristi po kategorijama predmetnih strana;
III. Da procjenjuju vrijeme potrebno za primjenu svake mogućnosti;
IV. Da provedu javnu raspravu o utvrđenim izvedivim rješenjima i uzmu u obzir rezultate rasprave;
V. Da podnesu zajednički prijedlog za uklanjanje prepoznatog ograničenja, uključujući vrijeme potrebno za primjenu, koji se temelji na analizi troškova i koristi i na rezultatima javne rasprave, svojim nacionalnim regulatornim tijelima radi odobrenja te ostalim nacionalnim nadležnim tijelima svake uključene države članice radi obavješćivanja.

Ako se operatori transportnih sustava ne uspiju dogovoriti oko rješenja, svaki operator odmah izvješćuje svoje nacionalno regulatorno tijelo koje predlaže rješenje problema.

3.3. Praćenje kvalitete plina

3.3.1. Kratkoročno praćenje kvalitete plina

Prema Uredbi Europske komisije o uspostavi mrežnih pravila interoperabilnosti i razmjene podataka, operatori transportnih sustava na svojoj internetskoj stranici najmanje jednom svakog sata tijekom plinskog dana za svaku točku spajanja plinovoda objavljuju Wobbe indeks i gornju ogrjevnu vrijednost plina koji izravno ulazi u njihove transportne sustave na svim fizičkim točkama spajanja plinovoda (Europska komisija, 2015). Agencija ENTSOG također objavljuje na svojoj središnjoj platformi na razini EU, poveznice na relevantne informacije na internetskim stranicama operatora prijenosnih sustava.

3.3.2. Dugoročno praćenje kvalitete plina

Prema Uredbi Europske komisije o uspostavi mrežnih pravila interoperabilnosti i razmjene podataka, ENTSOG svake dvije godine objavljuje rezultate dugoročnog praćenja i

predviđanja kvalitete plina za transportne sustave kako bi utvrdio moguća kretanja parametara kvalitete plina i njihovu moguću varijabilnost tijekom sljedećih deset godina (Europska komisija, 2015). Prvi rezultati dugoročnog praćenja i predviđanja kretanja objavljeni su zajedno s desetogodišnjim planom razvoja mreže iz 2017. godine. Dugoročnim praćenjem i predviđanjem kvalitete plina obuhvaćeni su barem Wobbe indeks i gornja ogrjevna vrijednost. Nakon savjetovanja sa sudionicima na tržištu plina mogu se uključiti dodatni parametri kvalitete plina.

Dugoročnim praćenjem i predviđanjem kvalitete plina utvrđuju se mogući novi izvori opskrbe sa stajališta kvalitete plina. Kako bi se utvrdile referentne vrijednosti parametara kvalitete plina za pojedine izvore opskrbe koji se upotrebljavaju u praćenju i predviđanju, analiziraju se prethodne godine. Analiza rezultira rasponom vrijednosti kretanja svakog obrađenog parametra za svaku regiju.

Dugoročno praćenje i predviđanje kvalitete plina mora biti dosljedno i usklađeno s desetogodišnjim planom razvoja mreže. Postupak uključivanja sudionika koji se upotrebljava za desetogodišnji plan razvoja mreže proširuje se kako bi se uključila kvaliteta plina. U tom postupku sudionike se poziva da ENTSOG-u iznesu svoja stajališta o razvoju parametara kvalitete plina različitih dobavnih pravaca.

3.4. Službene mjerne jedinice

Prema Uredbi Europske komisije o uspostavi mrežnih pravila interoperabilnosti i razmjene podataka, svi operatori transportnih sustava za sve razmjene podataka i objavu podataka u vezi s Uredbom (EZ) br. 715/2009 upotrebljavaju zajednički skup jedinica (Europska komisija, 2015). Mjerne jedinice koje operatori transportnih sustava upotrebljavaju su:

I. tlak: bar,
II. temperatura: °C,
III. volumen: m^3,
IV. gornja ogrjevna vrijednost (Hg): kWh/m^3,
V. energija: kWh (na temelju Hg),
VI. Wobbe indeks: kWh/m^3 (na temelju Hg).

Kod tlaka operatori transportnih sustava navode odnosi li se na apsolutni tlak (bar (a)) ili razliku tlakova (bar (g)). Referentni uvjeti za volumen jesu 0 °C i 1,01325 bar (a). Za gornju ogrjevnu vrijednost, energiju i Wobbe indeks referentna standardna temperatura izgaranja iznosi 25 °C. Svaki put kad operatori transportnih sustava dostave podatke o volumenu, gornjoj ogrjevnoj vrijednosti, energiji i Wobbe indeksu, moraju navesti referentne uvjete pri kojima su te vrijednosti izračunate.

4. PRAVNA OSNOVA REPUBLIKE HRVATSKE I KVALITETA PLINA

4.1. Kvaliteta plina u Zakonu o tržištu plina

Prema Zakonu o tržištu plina (Hrvatski sabor, 2018), kvaliteta opskrbe plinom sastoji se od:

1. kvalitete plina,
2. pouzdanosti isporuke,
3. kvalitete usluge.

Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) donosi uvjete kvalitete opskrbe plinom koji su sastavni dio Zakona o tržištu plina, a u kojima se propisuju:

1. Pokazatelji kvalitete opskrbe plinom;
2. Način mjerenja, prikupljanja i objavljivanja pokazatelja kvalitete opskrbe plinom;
3. Iznimni događaji glede kvalitete opskrbe plinom;
4. Postupno uvođenje općih i garantiranih standarda kvalitete opskrbe plinom;
5. Uvođenje financijske kompenzacije krajnjem kupcu nakon uvođenja garantiranih standarda kvalitete opskrbe plinom;
6. Sadržaji godišnjih izvješća o kvaliteti opskrbe koje donose operatori transportnog sustava, distribucijskog, sustava skladišta, terminala za UPP i sadržaj godišnjeg izvješća opskrbljivača o kvaliteti usluga.

Svi sudionici na tržištu plina zakonski moraju pratiti i održavati propisanu kvalitetu usluge te jednom godišnje objavljuju izvještaje o kvaliteti opskrbe plinom, a prema propisanoj dinamici i opsegu izvještavanja (koju donosi HERA) izvještavaju HERA-u o kvaliteti usluge.

4.2. Kvaliteta plina u Mrežnim pravilima transportnog sustava

Na temelju Zakona o tržištu plina i Odluke o suglasnosti Hrvatske energetske regulatorne agencije, operator transportnog sustava donosi Mrežna pravila transportnog sustava.

4.2.1. Ulaz plina u transportni sustav koji odstupa od standarda

Prema Mrežnim pravilima transportnog sustava, ugovaratelj kapaciteta na ulazu u plinski transportni sustav Republike Hrvatske (RH) je dužan osigurati da odstupanje ogrjevne vrijednosti plina ne prelazi više od pet posto od prosječne ogrjevne vrijednosti plina predane na istom ulazu za razdoblje od 1.siječnja do 31.prosinca prethodne godine. Ugovaratelj kapaciteta može također pet dana unaprijed obavijestiti operatora transportnog sustava o ogrjevnoj vrijednosti plina koja ulazi u transportni sustav i to na način da ga obavijesti o svim okolnostima koje mogu utjecati na kvalitetu plina (Plinacro, 2018).

Operator transportnog sustava provjerava sastav i kvalitetu navedenog plina i ako se utvrdi da ne zadovoljava standardnu kvalitetu plina, ugovaratelj kapaciteta na ulazu u transportni sustav mora u najkraćem mogućem roku osigurati plin standardne kvalitete ili obustaviti takvu predaju.

Operator transportnog sustava može preuzimati plin čija kvalitete odstupa od propisane standardne kvalitete isključivo u periferne dijelove transportnog sustava nižeg radnog tlaka iz kojih se plin ne transportira u druge dijelove, a za takvu iznimku mora postojati odobrenje operatora distribucijskog sustava ili organizatora zatvorenog distribucijskog sustava.

Operator prvog radnog dana nakon polovice mjeseca objavljuje, na službenim web stranicama, izvještaj kvalitete plina za pojedine specifične točke za to polumjesečno razdoblje, a na istoj internetskoj stranici se objavljuje i godišnji izvještaj.

4.2.2. Mjerna pravila za kvalitetu plina

Standardni referentni uvjeti za sva mjerenja i izračuna volumena i energije prirodnog plina prema Mrežnim pravilima transportnog sustava su (Plinacro, 2018):

I. Za izračun volumena plina – temperatura od 288,15 K (15 °C) i tlak od 1,01325 bar aps;
II. Za izračun ogrjevne vrijednosti, energije i Wobbe indeksa – referentna temperatura izgaranja od 288,15 K (15 °C).

Osnovne mjerene veličine na ulazima u transportni sustav i na izlazima iz sustava su:

1. Obujam plina protekao kroz obračunsko mjerno mjesto, izražen u m^3;
2. Tlak plina na obračunskom mjernom mjestu, bar;
3. Temperatura plina na mjernom mjestu, °C.

Osnovna izračunata veličina je:

I. Obujam plina protekao kroz obračunsko mjerno mjesto, izražen u m^3 pri standardnim uvjetima;
II. Donja ogrjevna vrijednost plina za specifičnu točku, izražena u MJ/m^3 pri standardnim uvjetima.

Za izračun energije plina, iskazane u kWh/h, obujam plina protekao kroz obračunsko mjerno mjesto u jednom satu (m^3/h) množi se s iznosom donje ogrjevne vrijednosti (kWh/m^3, pri 15°C/15 °C) utvrđene za pojedini plinski dan. Proračunavanje iznosa donje ogrjevne vrijednosti, iskazane u mjernoj jedinici MJ/m^3, u mjernu jedinicu kWh/m^3, pri referentnim uvjetima 15°C/15°C izvodi se dijeljenjem s 3,6 (kWh/m^3), a tako dobivena vrijednost zaokružuje se na šest decimalnih mjesta.

4.2.3. Utvrđivanje kvalitete plina

Prema Članku 117. Mrežnih pravila kvaliteta plina se utvrđuje (Plinacro, 2018):

1. Određivanjem kemijskog sastava plina, molarni udio %;
2. Određivanjem sadržaja sumpornih spojeva u plinu, težinski udio, mg/m^3;
3. Mjerenjem točke rosišta voda i ugljikovodika, °C.

Izračunom se određuju sljedeći parametri kvalitete plina:

1. relativna gustoća plina (zrak=1),
2. ogrjevna vrijednost, MJ/m^3,
3. faktor korekcije Z,
4. Wobbe indeks, KJ/m^3.

4.3. Kvaliteta plina u Općim uvjetima opskrbe plinom

Opće uvjete opskrbe plinom donosi Hrvatska energetska regulatorna agencija na temelju Zakona o tržištu plina, a njime se uređuju ugovorni odnosi između opskrbljivača plinom i krajnjeg kupca. Prema navedenim uvjetima (HERA, 2018) kvaliteta opskrbe obuhvaća pouzdanost isporuke, kvalitetu plina i kvalitetu usluge, a prati se primjenom propisanih standarda kvalitete opskrbe, te ostvarenih pokazatelja kvalitete opskrbe.

Standardi kvalitete opskrbe dijele se na opće i garantirane standarde. Opći standardi kvalitete opskrbe propisuju opću razinu kvalitete opskrbe pojedinog operatora ili opskrbljivača u cilju poboljšanja opće razine kvalitete plina. Garantirani standardi kvalitete propisuju minimalnu razinu kvalitete opskrbe koju pojedinom korisniku sustava ili krajnjem kupcu dužan pružiti operator plinskog sustava ili opskrbljivač plinom. Opći standard kvalitete opskrbe, obveznik primjene, pokazatelj ispunjavanja kvalitete opskrbe, poticajna mjera i kriterij usklađenosti propisani su Tablicom 1. Priloga 2. Općih uvjeta opskrbe plinom. Vremenski okvir praćenja pokazatelja ispunjavanja općih standarda je jedna kalendarska godina, dok je vremenski okvir praćenja garantiranih standarda kvalitete opskrbe jedan kvartal kalendarske godine.

Prema HERA-i (2013) pružanje optimalne kvalitete opskrbe potiče se putem poticajnih mjera i nadoknada za uslugu pruženu izvan garantiranog standarda. Poticajne mjere za operatora plinskog sustava ili opskrbljivača plinom u obvezi javne usluge vezane su za ispunjavanje općih standarda kvalitete i kriterija usklađenosti, a propisuju se odgovarajućom metodologijom za utvrđivanje visine tarifnih stavki, sukladno službenoj tablici iz Općih pravila. Na zahtjev korisnika usluge ili krajnjeg kupca, radi neispunjavanja garantiranog standarda kvalitete opskrbe, operator plinskog sustava ili opskrbljivač plinom u obvezi javne usluge dužni su isplatiti nadoknadu, također sukladnu Općim pravilima.

U nastavku se nalazi tablica 4-1. preuzeta iz Općih uvjeta opskrbe plinom s pregledom standardne kvalitete plina u Republici Hrvatskoj.

Tablica **4-1.** Pregled parametara kvalitete plina u Republici Hrvatskoj (HERA, 2018)

PRIRODNI PLIN		
A. Kemijski sastav, mol %		
Metan (CH_4)	minimalno	85
Etan (C_2H_6)	maksimalno	7
Propan (C_3H_8) i viši ugljikovodici	maksimalno	6
Inertni plinovi ($N_2 + CO_2$)	maksimalno	7
Ugljični dioksid (CO_2)	maksimalno	2,5
Kisik (O_2)	maksimalno	0,001
B. Sadržaj sumpora, mg/m^3		
Sumpor ukupni (S)	maksimalno	30
Sumporovodik i karbonil sulfid ukupno (H_2S+COS)	maksimalno	5
Merkaptani (RSH)	maksimalno	6
C. Gornja ogrjevna vrijednost Hg, kWh/m^3		
	minimalno	10,28
	maksimalno	12,75
D. Donja ogrjevna vrijednost Hd, kWh/m^3		
	minimalno	9,25
	maksimalno	11,47
E. Gornji Wobbe – indeks Wg, kWh/m^3		
	minimalno	12,75
	maksimalno	15,81
F. Donji Wobbe – indeks Wd, kWh/m^3		
	minimalno	11,48
	maksimalno	14,23
G. Relativna gustoća d		
	minimalno	0,56
	maksimalno	0,70
H. Točka rosišta, °C pri tlaku od 70 bar		
vode		-8
ugljikovodika		-2
I. Plin neodoriziran (osim plina u distribucijskom sustavu), bez mehaničkih primjesa, smola ili spojeva koji tvore smolu		

5. PREDLOŽENI UNIVERZALNI EUROPSKI STANDARD EN16726

5.1. Inicijativa Europske komisije

Pod pokroviteljstvom Europske komisije, Europski forum za regulaciju plina, tzv. Madrid forum, je 2002. godine ovlastio radnu grupu EASEE-gas „Usklađivanje svojstava“ da izradi okvirne zahtjeve za svojstva neodoriziranog, visokokaloričnog prirodnog plina, koji se preko točke prijelaza preko granice dalje transportira, odnosno kao prirodni plin u tekućem stanju ponovno prevodi u plinovito stanje i od pristaništa utiskuje u transportni sustav.

EASEE-gas radna grupa kojoj pripadaju proizvođači, trgovci, distributeri, operatori transportnih sustava, kao i organizacije krajnjih korisnika, izdala je u veljači 2005. godine preporuku kao tzv. „Zajedničko poslovno iskustvo“ (engl. *Common Business Practice*) (CBP). U njoj su navedene ne samo europske točke prijelaza plina preko granice i UPP pristaništa nego, i zahtjevi za dopuštena područja vrijednosti parametara kvalitete prirodnog plina. Usuglašeni parametri svojstava plina prikazani su u tablici 5-1.

Nadalje, Europska komisija je opunomoćila Europski odbor za normizaciju (engl. *European Committee for Standardization)* (CEN) za izdavanje nacrta standarda parametara kvalitete plina. U prosincu 2015. godine, CEN je izdao nacrt europskog standarda kvalitete plina - Grupe H. Tablicom 5-1. uspoređena je kvaliteta plina CEN-ovog nacrta standarda, radne grupe EASEE-gas s kvalitetom plina u Hrvatskoj, Sloveniji, Austriji, Mađarskoj, Srbiji, Ukrajini i Bosni i Hercegovini (sve vrijednosti su preračunate u standardne uvjete u RH, što je 15 °C za izračun volumena i 15 °C kao temperatura izgaranja pri računu ogrjevne vrijednosti). Propisani rasponi parametara kvalitete su preuzeti sa stranica operatora transportnih sustava navedenih država. Za države su korištene kratice na temelju normi HRN EN ISO 3166-1.

Tablica **5-1.** Usporedba kvalitete plina u Hrvatskoj, Sloveniji, Mađarskoj, Austriji, Ukrajini, Bosni i Hercegovini i Srbiji s predloženim parametrima CEN standarda i EASEE GAS radne grupe

		CEN	**EASEE GAS radna grupa**	**HR**	**SI**	**AT**	**HU**	**UA**	**RS**	**BA**
Gornja ogrjevna vrijednost, Hg, kWh/m³	min.	-	-	10,28	13,08	10,12	8,61	10,16	-	-
	maks.	-	-	12,75	14,89	12,11	12,58	10,95	-	-
Donja ogrjevna vrijednost, Hd, kWh/m³	min.	-	-	9,25	-	-	7,76	8,53	9,03	9,23
	maks.	-	-	11,47	-	-	11,34	9,19	9,58	9,70
Gornji Wobbe indeks, Wg, kWh/m³	min.	-	12,90	12,75	13,08	12,58	12,68	-	-	-
	maks.	-	15,00	15,81	14,89	14,86	12,51	-	-	-
Donji Wobbe indeks, Wd, kWh/m³	min.	-	-	11,48	-	-	-	-	11,67	-
	maks.	-	-	14,23	-	-	-	-	12,68	-
Relativna gustoća, d	min.	0,555	0,555	0,56	0,555	-	-	-	-	-
	maks.	0,70	0,70	0,70	0,70	-	-	-	-	-
Temperatura rosišta, °C										
Za vodu	maks.	-9	-8	-8 (70 bar)	-8 (40 bar)	-8 (40 bar)	-	-8 (40 bar)	-5 (40 bar)	-5 (40 bar)
Za ugljikovodike	maks.	-2	-2	-2 (70 bar)	0 (1-70 bar)	0 (40-70 bar)	4 (40 bar)	0 (40 bar)	-	-
Sastav prirodnog plina, % mol										
Metan	min.	-	-	85	-	89,7	-	90	90	92
Etan	maks.	-	-	7	-	6,3	-	7	4	4
Propan i teži ugljikovodici	maks.	-	-	6	-	2,1	-	propan 3 butan 2 C_{5+} 1	2	2
Kisik	maks.	0,001 ili 1	0,001	0,001	0,02	0	0,02	0,02	-	-
Ugljikov dioksid	maks.	2,5 ili 4	2,5	2,5	2,5	1,575	-	2	-	-
Dušik	maks.	-	-	-	-	2,1	-	5	-	-
Inertni plinovi, dušik + ugljikov dioksid		-	-	7	-	-	-	-	5	3
Koncentracija sumpora, mg/m³										
Ukupni sumpor	maks.	30	30	30	30	105	100	-	20	20
Sumporovodik i karbonil sulfid zajedno	maks.	5	5	5	5	10	20	6	5	2
Merkaptani	maks.	6	6	6	6	6	5	20	5,6	5,6

Sve vrijednosti parametara kvalitete plina su prikazane za referentne uvjete u RH, 15 °C za izračun volumena plina i 15 °C kao referentna temperatura izgaranja. Prema CEN-ovom nacrtu standarda, maksimalni molarni udio kisika je 0,001 % na ulazu plina u transportni sustav ili na interkonekcijama. Ukoliko je moguće dokazati da se plin neće utiskivati u podzemna skladišta, tada se može primijeniti gornja granica od 1 %. Isti princip se

primjenjuje i za ugljikov dioksid, maksimalni molarni udio u plinu je 2,5 % i vrijedi za interkonekcije i mjesta ulaza plina u transportni sustav, a ako se može dokazati da se plin neće transportirati kroz mjesta osjetljiva na povećan udio ugljikova dioksida, kao što su podzemna skladišta, primjenjuje se gornja granica.

5.2. Parametri kvalitete s graničnim vrijednostima i preporukama standarda za mjerenje

Predloženi europski standard EN16726 propisuje zahtjeve kvalitete plina kako bi se omogućio nesputan protok plina među zemljama članicama Europskog povjerenstva za standardizaciju i osiguravanje sigurnosti opskrbe plinom.

Zbog nedovoljnog znanja o utjecaju Wobbe indeksa na efikasnost i sigurnost plinskih trošila u određenim zemljama, trenutno nije moguće donijeti opći raspon vrijednosti Wobbe indeksa. U svrhu donošenja općeg raspona vrijednosti Wobbe indeksa potrebno je provesti daljnje studije, poput studije o usklađivanju implementiranja kvalitete plina. Nadalje, za sadržaj dušika također nije moguće propisati granične vrijednosti koje bi bile jednakovrijedne za sve dijelove europske plinske infrastrukture (CEN, 2015).

Ukoliko drukčije nije naglašeno, obujam plina je izmjeren pri referentnim uvjetima ISO standarda, to jest: 15 °C (288,15 K) i 1013,25 mbar (101 325 kPa). Tlak je apsolutni, ako nije označeno drukčije. Uz ISO standard, moguće je i korištenje tzv. normalnih uvjeta (25/0 °C), osobito u transportu plina (CEN, 2015).

Radi preglednosti predloženog standarda izrađena je tablica 5-2. sa svim parametrima kvalitete. Tablica je prijevod slike iz CEN standarda, koju zbog praktičnih razloga nije bilo moguće kopirati i prevesti rad te je zato izrađena sljedeća tablica.

Tablica **5-2.** Parametri kvalitete plina s graničnim vrijednostima prema CEN-u

Parametar	**Mjerna jedinica**	**Granične vrijednosti prema standardnim uvjetima 15/15**		**Granične vrijednosti prema standardnim uvjetima 25/0**		**Preporuka standarda za mjerenje [4]**
		min.	maks.	min.	maks.	
Relativna gustoća	Bez mjerne jedinice	0,555	0,700	0,555	0,700	EN ISO 6976 EN ISO 15970
Ukupni sadržaj sumpora bez odoranata	mg/m^3	nije primjenjivo	20[1]	nije primjenjivo	21[1]	EN ISO 6326-5 EN ISO 19739
	Za sumpor u visokotlačnom plinovodu i na interkonekcijama, gdje plin nije odoriziran, maksimalni prihvatljivi sadržaj sumpora za isporuku iznosi 20 mg/m^3. U visokotlačnim plinovodima kroz koje se transportira odorizirani plin ukupni sadržaj sumpora može iznositi do 30 mg/m^3.					
Sumporovodik + karbonil sulfid (kao sumpor)	mg/m^3	nije primjenjivo	5[1]	nije primjenjivo	5[1]	EN ISO 6326-1 EN ISO 6326-3 EN ISO 19739
Merkaptani bez odoranata (kao sumpor)	mg/m^3	nije primjenjivo	6[1]	nije primjenjivo	6[1]	EN ISO 6326-3 EN ISO 19739
Kisik	mol/mol	nije primjenjivo	0,001 % ili 1% (objašnjenje ispod)	nije primjenjivo	0,001% ili 1% (objašnjenje ispod)	EN ISO 6974-3 EN ISO 6974-6 EN ISO 6975
	Molni udio kisika na ulazu u transportni sustav i na interkonekcijama ne bi trebao biti veći od 0,001%. Međutim, ukoliko se može ustanoviti da se plin ne transportira do infrastrukture osjetljive na povećan udio kisika ili ugljikovog dioksida, poput podzemnih skladišta, tada se molni udio kisika može povećati na 1%.					
Ugljikov dioksid	mol/mol	nije primjenjivo	2,5 % ili 4% (objašnjenje ispod)	nije primjenjivo	2,5 % ili 4% (objašnjenje ispod)	EN ISO 6974 poglavlja 1 do 6, EN ISO 6975
	Molni udio ugljikovog dioksida na ulazu u transportni sustav i na interkonekcijama ne bi trebao biti veći od 2,5 %. Međutim, ukoliko se može ustanoviti da se plin ne transportira do infrastrukture osjetljive na povećan udio ugljikovog dioksida, poput podzemnih skladišta, tada se molni udio ugljikovog dioksida može povećati na 4 %.					

Temperatura rosišta ugljikovodika [3,4] pri bilo kojem tlaku između 0,1 do 7 MPa (70 bar) – apsolutni tlak	°C	nije primjenjivo	-2	nije primjenjivo	-2	ISO 23874 ISO/TR 12148
Temperatura rosišta vode [3,4] pri tlaku od 7 MPa (70 bar) ili, ako je tlak manji od 7 MPa, pri maksimalnom radnom tlaku plinovoda	°C	nije primjenjivo	-8	nije primjenjivo	-8	EN ISO 6327 EN ISO 18453 EN ISO 10101 poglavlja 1 do 3
Parametar	**Mjerna jedinica**	**Granične vrijednosti prema standardnim uvjetima 15/15**		**Granične vrijednosti prema normalnim uvjetima 25/0**		**Preporuka standarda za mjerenje**
Metanski broj	bez jedinice	65	nije primjenjivo	65	nije primjenjivo	Aneks A Standarda EN16726
Zagađivači	Plin ne bi trebao sadržavati kemijske spojeve osim spojeva navedenih u ovoj tablici u količinama koje onemogućavaju transport plina, skladištenje i/ili upotrebu bez podešavanja kvalitete					

1.... Vrijednosti su navedene bez znamenki iza decimalnog zareza zbog analitičke nesigurnosti

2…. Veća temperatura rosišta ugljikovodika i vode može biti dopuštena zbog specifičnih lokalnih klimatskih uvjeta

3…. Za dodatne informacije o temperaturama rosišta ugljikovodika i vode potrebno je pogledati Aneks C Standarda EN16726

4…. Ostale metode mjerenja, koje nisu navedene u stupcu „preporuka standarda za mjerenje“ mogu biti prihvaćene samo ako samo se može dokazati njihova točnost

5.3. Prepreke uključivanju Wobbe indeksa u standard

Jedan od ciljeva standarda je definiranje zajedničkog raspona vrijednosti Wobbe indeksa pod pretpostavkom da tako definiran indeks povećava nesputan protok plina unutar tržišta plina Europske unije, omogućuje veću konkurenciju i sigurnost opskrbe umanjujući negativne utjecaje različite kvalitete plina poput smanjenje efikasnosti plinskih trošila. Međutim, Europsko povjerenstvo za standardizaciju je zaključilo da trenutno nije moguće donijeti opći raspon vrijednosti Wobbe indeksa i da su potrebne dodatne studije i analize prije definiranja raspona vrijednosti (CEN, 2015).

Naime, plin visoke ogrjevne vrijednosti (engl. *H-Gas*) koji se isporučuje krajnjim korisnicima unutar država članica Europskog povjerenstva za standardizaciju različitog je sastava od regije do regije. Razlike postoje ne samo u višem ili nižem Wobbe indeksu plina koji se isporučuje u pojedinim regijama, nego i u užem ili širem rasponu vrijednosti od minimalne do maksimalne vrijednosti Wobbe indeksa. Prema CEN-u (2015) implementiranjem određenog raspona vrijednosti Wobbe indeksa bilo bi nužno:

I. Ograničiti trenutno raspoloživi portfelj plina kako bi se isti uskladio s Wobbe indeksom ili;
II. Izmijeniti/ograničiti upotrebu dijela plinske infrastrukture (uređaja koji koriste krajnji potrošači) kako bi bili u skladu s rasponom vrijednosti Wobbe indeksa.

Preširok raspon vrijednosti smanjio bi broj plinskih trošila koja mogu sigurno i efikasno funkcionirati, dok bi preuzak raspon vrijednosti isključio mogućnost uvoza jednog dijela UPP-a te dio plina koji bi dolazio novim dobavnim pravcima. Preuzak raspon vrijednosti dovodi u pitanje i projekte utiskivanja biometana u plinska skladišta, „*power to gas*“ projekte i proizvodnju plina niske ogrjevne vrijednosti. Takvo smanjenje diversifikacije opskrbe utjecalo bi na sigurnost opskrbe u slučaju nestašice plina na tržištu.

6. ANALIZA NAČINA RJEŠENJA PROBLEMA IMPLEMENTACIJE NACRTA EUROPSKOG STANDARDA EN16726

6.1. Pregled ENTSOG-ovih rješenja

ENTSOG (2016) je predložio tri moguća rješenja implementacije CEN standarda kao standarda kvalitete plina unutar Europske unije; implementacija svih država članica i na razini svih sudionika na tržištu, implementacija standarda na interkonekcijama između zemalja članica EU i dobrovoljno implementiranje standarda.

6.1.1. Implementacija standarda od strane svih država članica i na razini svih sudionika na tržištu

ENTSOG (2016) prvo rješenje naziva „cijeli lanac EU“ s obzirom da podrazumijeva prilagodbu svih sudionika na tržištu novom standardu. Nacionalni standardi ostali bi važeći za parametre koji nisu uključeni u jedinstveni standard, poput Wobbe indeksa, sadržaja sumpora za krajnje korisnike, sadržaj vodika i dr. Operatori transportnih sustava, operatori skladišta plina i svi sudionici u „downstreamu“ tada bi imali plin u skladu sa standardom. Važno je napomenuti da, kako bi se osigurala implementacija standarda unutar cijele unije, potrebna je njegova primjena i na sve točke ulaza plina u države članice Europskog povjerenstva za standardizaciju, uključujući i treće zemlje, tj. zemlje koje nisu članice Europske unije.

Implementacija bi bila obavezna kako za proizvođače i operatore plinske infrastrukture tako i za opskrbljivače i trgovce plinom. Vrijeme usvajanja standarda bilo bi fiksno za sve članice i za sve sudionike na tržištu plina. Plin mora zadovoljiti i nacionalne standarde po pitanju parametara koji nisu definirani CEN standardom poput Wobbe indeksa.

6.1.2. Implementacija standarda na interkonekcijama između članica EU

Drugi način rješavanja problema implementacije standarda je njegovo ograničavanje na interkonekcije između država članica EU (ENTSOG, 2016). Na taj se način izbjegava komplicirano i dugotrajno usklađivanje nacionalnih zakonodavstava po pitanju kvalitete plina, a operatori transportnih sustava su jedini sudionici tržišta plina koji svoj rad usklađuju sa standardom. CEN standard i nacionalni standardi se analiziraju u analizi troškova i koristi kako bi se vrednovali parametri koji mogu ograničavati prekograničnu trgovinu. Takve analize uključuju troškove i koristi protoka plina koji ne zadovoljava standarde i troškove i koristi obrade plina. Taj pristup omogućuje razmatranje uvoza plina s neznatnim odstupanjima od standarda jer bi se, npr. postupkom miješanja doveo unutar standarda.

6.1.3. Dobrovoljno implementiranje standarda

Ovaj način rješavanja problema implementiranja CEN standarda znači da se Uredba Komisije (EU) 2015/703 od 30. travnja 2015. godine o uspostavi mrežnih pravila interoperabilnosti i razmjene podataka ne mijenja. Nemogućnost uspostave međudržavne trgovine zbog razlika u kvaliteti plina ne bi utjecala na izmjenu članka 15. Mrežnih pravila koje se odnosi na upravljanje ograničenjima međudržavne trgovine zbog razlika u kvaliteti plina.

6.2. Problemi prekogranične trgovine povezani s kvalitetom plina

Prvo ENTSOG-ovo javno savjetovanje uključivalo je sljedeće pitanje: „Smatrate li da postoje prepreke prekograničnoj trgovini koje su vezane uz kvalitetu plina na interkonekcijama i na mjestima uvoza u Europsku uniju ?“. U javnom savjetovanju sudjelovali su različiti sudionici na tržištu plina pa su dobiveni i pozitivni i negativni odgovori, ovisno o ulozi koju sudionik ima na tržištu. Ipak, većina od sto i jednog sudionika na savjetovanju, njih sedamdeset i sedam, je odgovorilo da smatraju da ne postoje prepreke, dok je njih dvadeset i četiri odgovorilo da potencijale prepreke mogu ugroziti trgovinu. Većina proizvođača i trgovaca plina nije zabrinuta za moguća ograničenja trgovine, dok su

operatori transportnih sustava i skladišta plina te krajnji potrošači izrazili zabrinutost i dali pozitivan odgovor.

Navedena ograničenja trgovine se u većoj mjeri odnose na ugovorne prepreke kupoprodaje plina koje definiraju raspon vrijednosti određenih parametara kvalitete, a ne toliko na stvarna tehnička ograničenja plinovoda, koja plin različite kvalitete ne bi zadovoljio. Neki sudionici su se referirali i na raspon vrijednosti Wobbe indeksa ili različite prakse odorizacije plina, a takva problematika je ionako izvan domene predloženog standarda.

6.3. Analiza predloženih rješenja problema implementacije standarda

6.3.1. Analiza problema implementacije standarda na razini svih sudionika na tržištu

Prednosti implementacije standarda na razini svih sudionika na tržištu

Ovakva implementacija osigurava sigurnost i pouzdanost u transportu i distribuciji plina za sve sudionike u „downstreamu“. Ne bi postojala nikakva ograničenja dvosmjernog protoka i dokidaju se sve ugovorne poteškoće, a operatori skladišnih kapaciteta imaju osiguran integritet zahvaljujući standardiziranim rasponima vrijednosti sadržaja kisika, ugljikova dioksida i sumporovodika. Izvoznici koji plasiraju plin na tržište Europske unije mogu standard kvalitete uzeti kao referentu točku te standardizirati svoja postrojenja kako bi odgovarala europskim propisima kvalitete plina (ENTSOG, 2016).

Nedostaci implementacije standarda na razini svih sudionika na tržištu

S druge strane, implementiranje standarda onemogućuje primjenu labavijih kriterija kvalitete plina na mjestima ulaza u transportni sustav, a strožih kriterija na izlazu. Zahtjevi standarda mogu negativno utjecati na domaću proizvodnju, spriječiti razradu konvencionalnih i nekonvencionalnih polja s posljedicom smanjivanja sigurnosti opskrbe plina. Sa smanjenjem likvidnosti prekogranične trgovine zbog ograničavanja protoka na interkonekcijama i smanjenim portfeljom proizvoda, konkurentnost europskog tržišta plina bi se mogla smanjiti. Raspon vrijednosti dopuštenog sumpora, sumporovodika i kisika (10

ppm) može biti prepreka uvozu UPP-a, s obzirom na trenutne svjetske vrijednosti takvih parametara u standardiziranim ugovorima (ENTSOG, 2016).

Tablica 6-1. predstavlja nedostatke implementacije standarda na razini svih sudionika tržišta. Prikazana je međuovisnost parametara kvalitete, segmenta tržišta na koji je moguć utjecaj novog standarda i država. Uključene su samo države koje su prijavile mogući utjecaj, a stupac koji se odnosi na EU objašnjava dodatne nedostatke koje su prijavile organizacije na razini EU.

Radi jednostavnosti, korištene su sljedeće kratice za države:

- AT - Austrija
- BE - Belgija
- DK - Danska
- HU - Mađarska
- IE - Irska
- IT - Italija
- LT - Litva
- NL - Nizozemska
- PL - Poljska
- ES - Španjolska
- UK - Ujedinjeno Kraljevstvo
- NO - Norveška
- RU - Rusija
- EU - Europska unija

Tablica **6.1.** Pregled međuovisnosti parametara kvalitete, segmenta tržišta i država prema ENTSOG-u

Parametar	AT	BE	DK	DE	HU	IE	IT	LT	NL	PL	ES	UK	NO	RU	EU
Relativna gustoća					P										
Ukupni sumpor	S	IK		T	P		I,D		U	P		U			W,H
Sumporovodik					P										
Merkaptani															
Kisik		S	B	B	P					P		P,U		P	
Ugljikov dioksid	S			B	P							P	P		
Točka rosišta CH					P					P	IK				
Točka rosišta vode	S				P					P					
Metanski broj			P												T
Nedefinirani parametar								IK							W,I

Korištene su sljedeće kratice za segmente tržišta plina:

- S: skladišta plina,
- IK: uvoz/interkonekcijska mjesta,
- B: biometan,
- T: transport/upotreba prirodnog plina u prometu,
- D: distribucija,
- U: ukapljeni prirodni plin,
- P: proizvodnja,
- I: industrijska upotreba plina,
- W: proizvodnja struje iz plina,
- H: upotreba plina u domaćinstvima.

Hrvatska nije prijavila mogući utjecaj implementacije standarda na razini svih država članica i svih sudionika na tržištu, dok je, na primjer, susjedna Mađarska prijavila višestruku koliziju u rasponu vrijednosti parametara kvalitete u proizvodnji plina.

Prepreke implementaciji standarda na razini svih sudionika na tržištu

Prema ENTSOG-u (2016), prijevremeno napuštanje ležišta uzrokovalo bi veliki gubitak prihoda države što u konačnici smanjuje mogućnost socijalnih politika. S tehničkog

stajališta, mora se osigurati dodatna oprema te provođenje nadzora duž transportnog i distribucijskog sustava kako bi se uskladili parametri. Postupci miješanja i zamjene plina nisu dovoljni da bi se zadovoljili zahtjevi standarda. Također je upitno je li donošenje ovakva standarda unutar domene Mrežnih pravila transportnog sustava i pravne osnove Trećeg energetskog paketa EU. Na primjer, nije poznato kako bi implementacija funkcionirala unutar granica Europske unije, s obzirom da zemlje koje nisu članice EU nemaju pravnu obvezu primjene standarda EN16726.

Standard definira različite raspone vrijednosti sumpora s obzirom na praksu primjene odorizacije plina što ne opravdava izraziti nerazmjer vrijednosti (20 mg/m^3 i 30 mg/m^3). Zakonodavstva nekolicine država članica su u koliziji s novim standardom i moraju se prilagoditi u svrhu dosljednosti i jasnoće. Tablica 6-2. rezimira takvu situaciju. Uz već navedene kratice za države dodane su i kratice DE za Njemačku i FR za Francusku.

Tablica **6-2.** Usporedba predloženog EN16726 standarda s regulativama država članica EU

Parametar	AT	BE	HR	DK	DE	FR	HU	IE	IT	LT	NL	PL	ES	UK
Relativna gustoća														
Ukupni sumpor														
Sumporovodik														
Merkaptani														
Kisik														
Ugljikov dioksid														
Točka rosišta CH														
Točka rosišta vode														
Metanski broj														

Tablica iznad prikazuje eventualnu koliziju zakonodavstava država članica i predloženog standarda EN16726. Svijetlosivom bojom su obojane ćelije koje prikazuju države čiji standardi nisu toliko strogi za zadani parametar kvalitete, tamnosivom bojom one ćelije koje prikazuju države čiji standardi su stroži, plavom bojom one države čija regulativa je u velikoj mjeri nejasna za zadani parametar, a bijelom bojom su označene ćelije koje se odnosne na države čija regulativa je usklađena sa predloženim standardom.

U Hrvatskoj je strože propisan raspon vrijednosti ukupnog sumpora nego u predloženom standardu, a kriteriji za sadržaj kisika (u RH je 0,001 % mol) i sadržaj ugljikova dioksida (u RH je 2,5 % mol) nisu toliko strogi. U Mađarskoj, primjerice, granične vrijednosti za veći broj parametara nisu toliko stroge.

Troškovi implementacija standarda na razini svih sudionika na tržištu

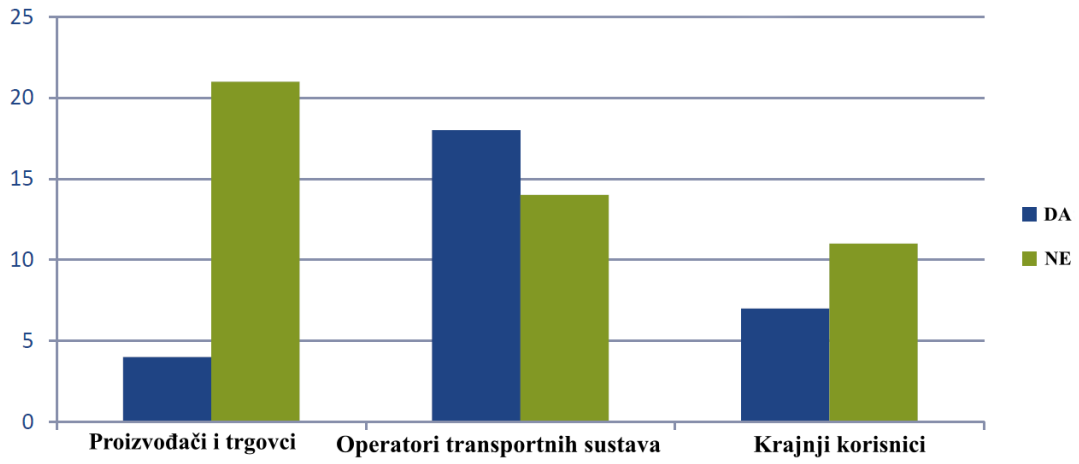
Prema ENTSOG-u (2016), primjena nižeg raspona vrijednosti za kisik (10 ppm) i za CO_2 (2,5 %) na mjestima ulaza plina u transportni sustav Velike Britanije uzrokovala bi odbijanje 15,9 milijardi m^3 plina u jednoj plinskoj godini, odnosno 2 milijarde britanskih funti vrijednosti plina, tj. 20 % godišnje dobave za Veliku Britaniju. Većina plina koja bi bila odbijena dolazi s razvijenih odobalnih ležišta Velike Britanije i Norveške u Sjevernom moru. Uvozni plin na pojedinim mjestima također nije u skladu s parametrima kvalitete, posebice u Španjolskoj gdje je moguće odbijanje 15 milijardi m^3 plina jer ne bi zadovoljio zahtjev točke rosišta vode. Procjene direktnih investicija u „upstreamu“ su vrlo visoke i nisu isplative za neka postojeća polja, npr. proizvodna polja u Mađarskoj trebaju postrojenje za obradu kiselih plinova, što zahtjeva CAPEX od 350 €/m^3 i OPEX od 0,031 €/m^3.

Vrijeme prilagodbe za implementaciju standarda na razini svih sudionika na tržištu plina

Postoje različite procjene vremena prilagodbe na novi standard te one iznose između tri i pet godina (za prilagodbu već postojećih ugovornih obaveza i izgradnju postrojenja za obradu) dok Norveško udruženje proizvođača nafte i plina spominje sredinu 2020.-tih kao realni vremenski rok (ENTSOG, 2016).

Izvedivost implementacije standarda na razini svih sudionika na tržištu

Slika 6-1. prikazuje izvedivost implementacije standarda onako kako ju percipiraju sudionici na tržištu plina, prema drugom javnom savjetovanju. Većina proizvođača, trgovaca i krajnjih korisnika smatra da implementacija na razini cijelog lanca EU nije izvediva dok operatori transportnih sustava smatraju da je ona moguća.



Slika **6-1.** Podrška primjeni standarda EN16726 na razini svih država članica i svih sudionika na tržištu plina od strane različitih sudionika na tržištu plina (ENTSOG, 2016)

6.3.2. Analiza problema implementacije na mjestima interkonekcije

Prednosti implementacije standarda na mjestima interkonekcije

Ovakva implementacija dopušta da „upstream“ sektor doprema plin iz proizvodnje u transportni sustav koji je različit od standarda jer takav plin ne utječe na primjenu standarda na točkama interkonekcije. Ova primjena standarda nije u koliziji s Člankom 15. Mrežnih pravila te se može uklopiti u trenutnu regulativu tako da odobrava djelomičnu primjenu.

Nedostaci implementacije standarda na mjestima interkonekcije

Iako bi se izbjegle posljedice implementiranja standarda na sve sudionike tržišta plina, dodana vrijednost takve regulative je ograničena. Tehnički gledano, nema homogenih parametara kvalitete na ulazu i izlazu na nacionalnim razinama. Krajnji korisnici su pogođeni nerazmjerom ulazno-izlaznog standarda kvalitete (ENTSOG, 2016).

Prepreke/Troškovi implementacije standarda na mjestima interkonekcije

Prema ENTSOG-u (2016), ne postoje direktni troškovi za sudionike na tržištu, osim ako ograničenja ne aktiviraju primjenu Članka 15. Mrežnih pravila. Takav slučaj se može

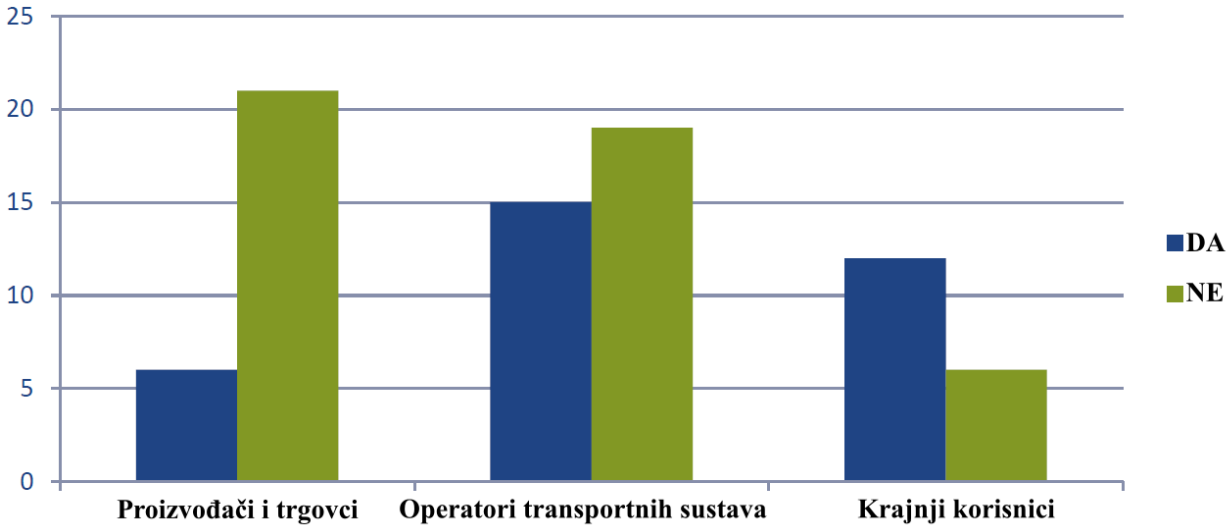
dogoditi u Njemačkoj ako plin koji je u skladu sa standardom EN16726 na interkonekciji u isto vrijeme ne zadovoljava nacionalni standard na izlaznom mjestu (na primjer 6 mg/m^3 do 8 mg/m^3 sumpora za stanice koje pune stlačeni prirodni plin). Tada bi bila potrebna izgradnja postrojenja za obradu plina koje košta 75 milijuna eura, pretpostavljajući kapacitet od 500 000 m^3/h.

Vrijeme prilagodbe za implementaciju standarda na mjestima interkonekcije

Ako se izmjene Mrežna pravila ne bi postojao rok prilagodbe, ali ako se aktivira Članak 15. tada su procjene prilagodbe iste kao i za implementaciju na razini svih sudionika na tržištu, dakle tri do pet godina.

Izvedivost implementacije standarda na mjestima interkonekcije

Slika 6-2. prikazuje kako implementaciju na mjestima interkonekcije percipiraju različiti sudionici na tržištu plina, prema drugom javnom savjetovanju. Proizvođači i trgovci su i dalje neskloni ovakvoj primjeni, a operatori sustava su promijenili mišljenje i smatraju da primjena novog standarda kvalitete samo na interkonekcijske točke predstavlja prevelik teret za sustav. Krajnji korisnici su jedini skloni ovom rješenju.



Slika **6-2.** Podrška primjeni standarda EN16726 na interkonekcijama od strane različitih sudionika na tržištu plina (ENTSOG, 2016)

6.3.3. Analiza problema dobrovoljne implementacije standarda

Prednosti dobrovoljnog implementiranja standarda

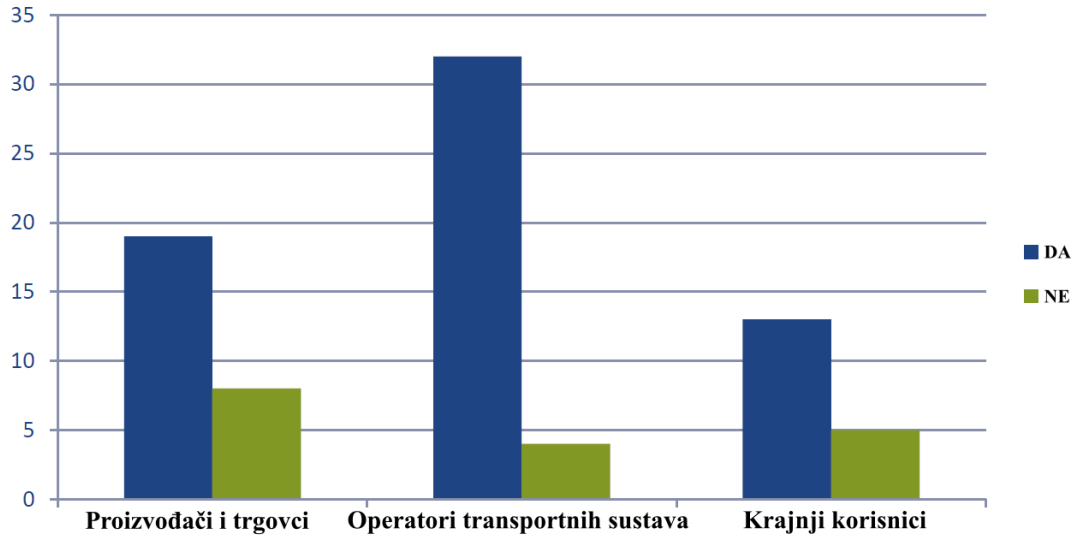
ENTSOG (2016) je izjavio da su se neki sudionici na tržištu plina založili za dobrovoljno implementiranje s obzirom da nadležna energetska regulatorna tijela već obavljaju dobar posao po pitanju sigurnosti krajnjih korisnika, sigurnosti opskrbe i uklapanja EN16726 u okvire nacionalnih standarda. Standard bi trebao s vremenom ionako biti spreman da se koristi bez ikakvih prepreka.

Nedostaci/ograničenja/troškovi dobrovoljne implementacije standarda

Ne bi bilo nikakvih nedostataka jer se zadržava fleksibilnost sustava i dostupnost opskrbe, ali industrija i krajnji potrošači su zabrinuti da dobrovoljna implementacija vodi većoj nesigurnosti i rizicima i/ili smanjenoj likvidnosti tržišta.

Izvedivost dobrovoljne implementacije standarda

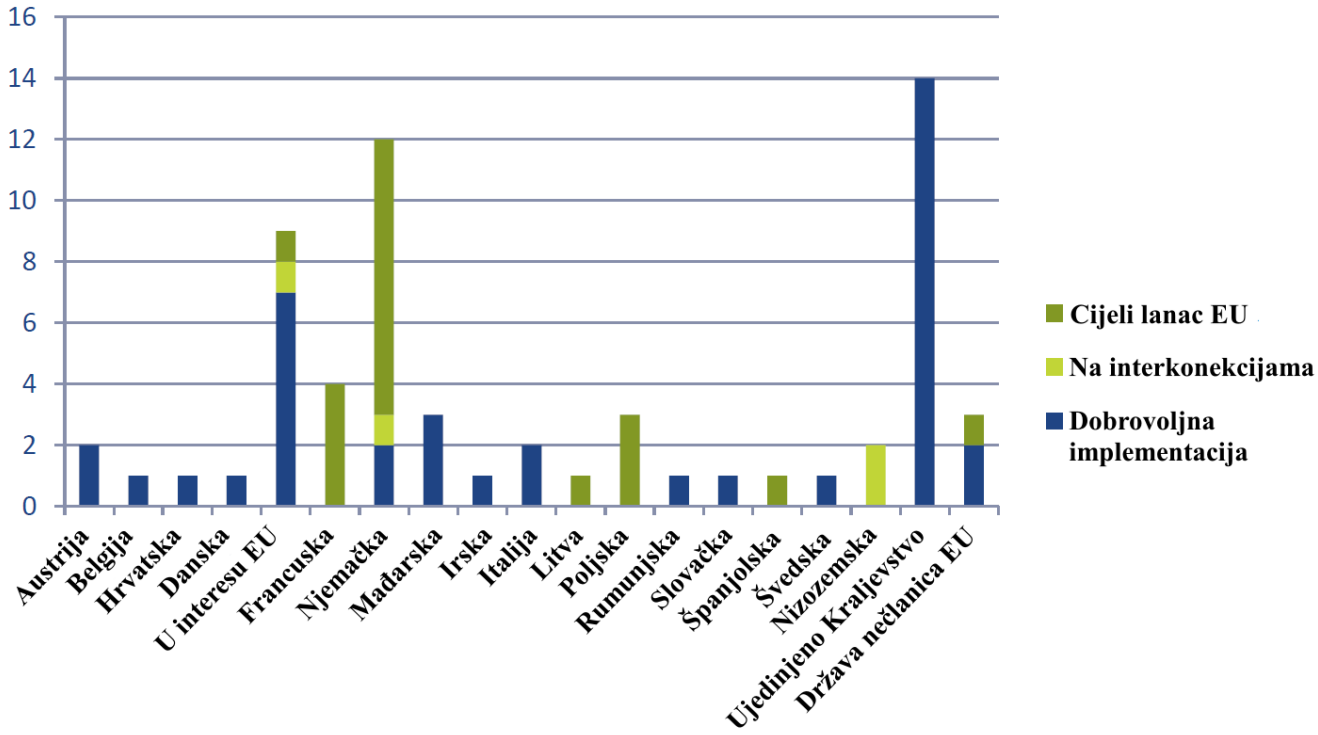
Slika 6-3. prikazuje izvedivost dobrovoljne implementacije kako ju percipiraju različiti sudionici na tržištu plina, prema drugom javnom savjetovanju. Većina sudionika favorizira dobrovoljni pristup primjene standarda.



Slika **6.3.** Podrška dobrovoljnoj primjeni standarda EN16726 od strane različitih sudionika na tržištu plina (ENTSOG, 2016)

6.4. Preferencije država članica i sudionika na tržištu plina

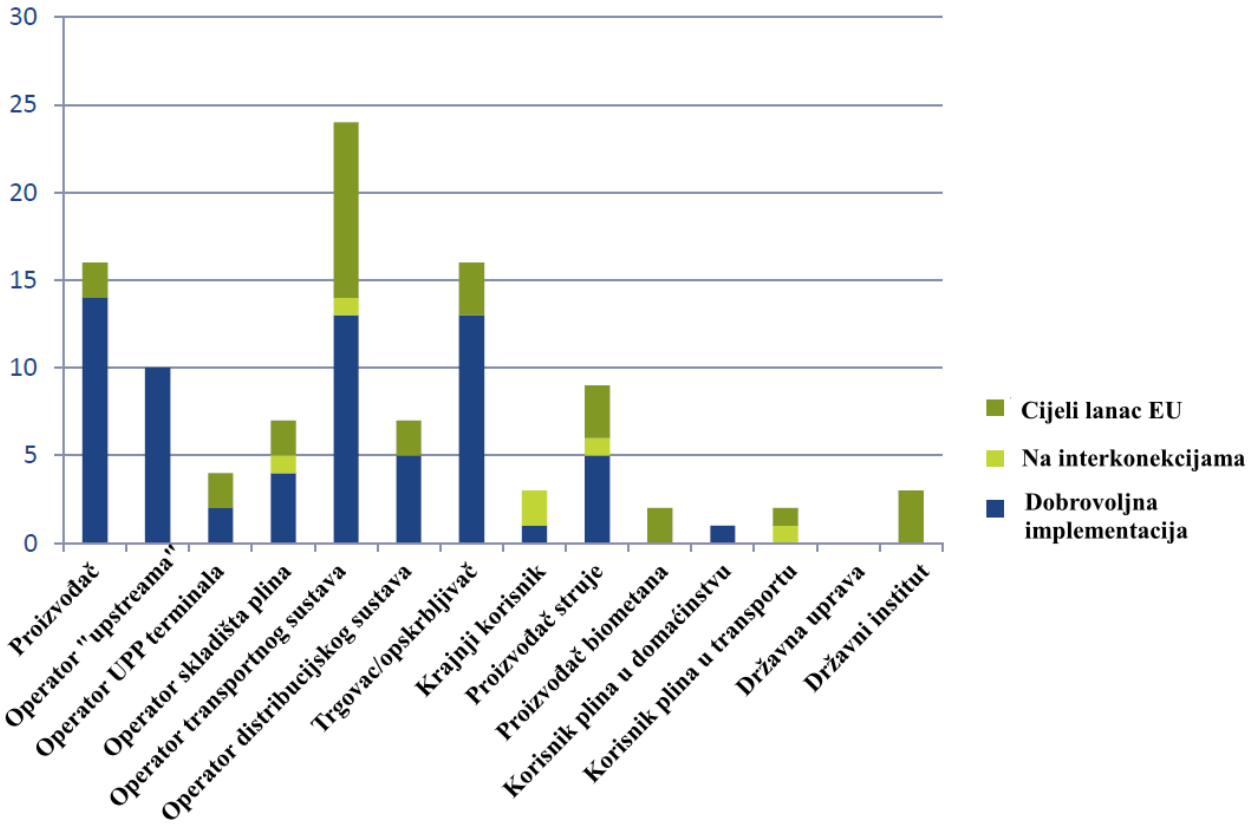
S obzirom da se izostanak podrške država članica EU predstavlja kao glavni razlog zbog koje se ne ide u daljnje usklađivanje standarda kvalitete plina, prema odgovorima predstavnika država članica i različitih sudionika na tržištu na javnom savjetovanju izrađen je grafički prikaz preferencija država članica i sudionika prikazan na idućoj slici.



Slika **6-4.** Preferencije država članica EU o načinu implementacije predloženog standarda EN16726 (ENTSOG, 2016)

Hrvatski sudionici na tržištu smatraju da je najbolje rješenje dobrovoljna implementacija. Uz Hrvatsku, Austrija, Belgija, Danska, Mađarska, Irska, Italija, Rumunjska, Slovačka i Ujedinjeno Kraljevstvo zastupaju dobrovoljnu primjenu. Francuska, Litva, Poljska i Španjolska zastupaju potpunu primjenu standarda dok Nizozemska smatra da je moguća implementacija na mjestima interkonekcije.

Slika 6-5. u nastavku pokazuje kako različiti sudionici na tržištu vide primjenu predloženog standarda.



Slika **6-5.** Preferencije različitih sudionika na tržištu plina o načinu implementacije predloženog standarda EN16726 (ENTSOG, 2016)

7. ANALIZA KRETANJA WOBBE INDEKSA I GORNJE OGRJEVNE VRIJEDNOSTI STVARNOG PLINA U ŠIROJ REGIJI I UTJECAJ KVALITETE PRIRODNOG PLINA NA TRGOVINU UPP-OM

U ovom poglavlju analizirat će se stvarni podaci Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti plina u zemljama relevantnima za hrvatsko tržište plina. Podaci za analizu preuzeti su sa službenih web stranica operatora transportnih sustava za svaku od analiziranih zemalja. U programu Microsoft Excel su obrađeni objavljeni podaci te su grafički prikazani u nastavku.

Prije analize stvarnog plina po zemljama u regiji, potrebno je spomenuti četiri problema ovakve analize:

1. **Definiranje vremenskog raspona unutar kojeg su obrađeni dostupni parametri**: neke države su tek odnedavno objavljuju podatke dok druge već par godina objavljuju podatke „*online"* pa je nemoguće uzeti isti vremenski period;
2. **Dostupnost podataka**: dinamika objave podataka je različita za svaku državu, a time i frekvencija objave podataka „*online"* pa je potreban pojedinačan pristup svakoj državi;
3. **Broj dostupnih podataka**: neke države, npr. RH, objavljuju dva puta mjesečno podatke za dvadeset i pet specifičnih točki pa takva analiza ne predstavlja problem dok, npr. Mađarska, objavljuje podatke svaki dan izmjerene svake četiri minute, što za promatrane vremenske intervale predstavlja ogroman broj podataka (npr. za samo jednu godinu za sva mjerna mjesta u Mađarskoj se dobije 3,86 milijuna podataka);
4. **Zakonski propisani parametri**: Srbija koristi donju ogrjevnu vrijednosti i donji Wobbe indeks, dok Bosna i Hercegovina (BiH) koristi samo donju ogrjevnu vrijednost.

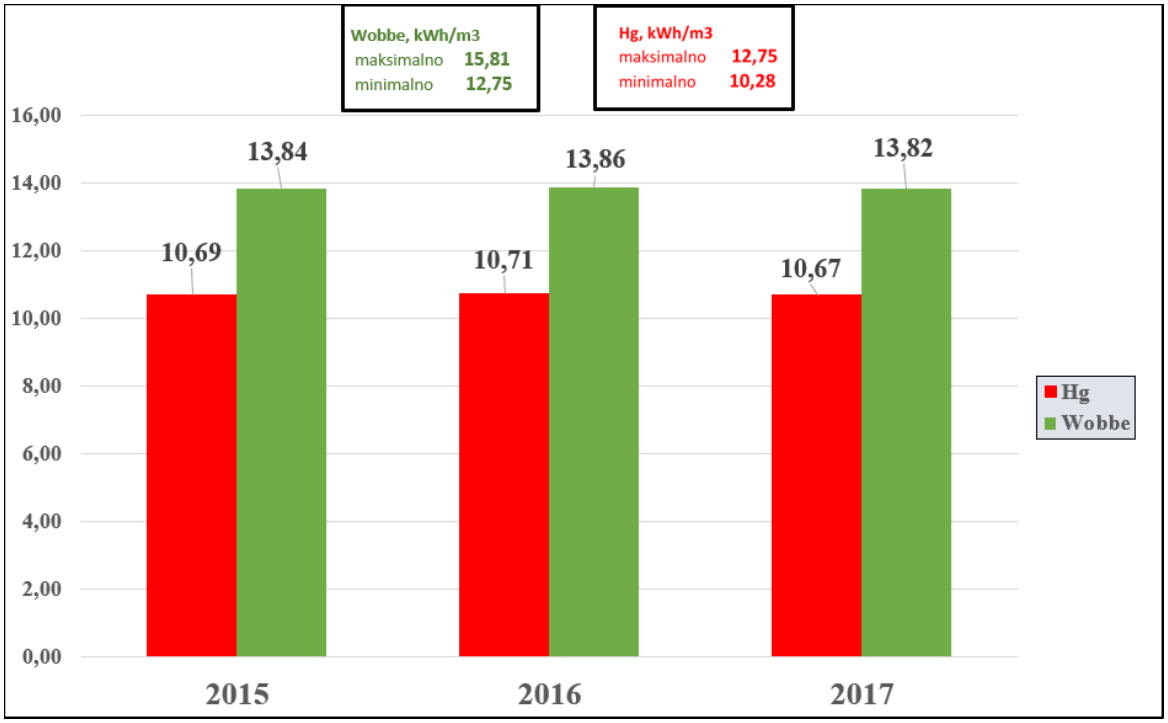
Na tablici 7-1. prikazana je frekvencija objave podataka i dinamika mjerenja parametara kvalitete plina za relevantne zemlje. Neke države članice Europske unije, poput Poljske ili Litve mjerenje Wobbe indeksa i ogrjevne vrijednosti provode u stvarnom vremenu, a objavljuju na proizvoljnoj bazi. Moguće je i da operator države članice mjeri parametre, ali ih uopće javno ne objavljuje, kao što je to slučaj u Francuskoj (CEER, 2016) .

Tablica **7-1.** Dinamika mjerenja parametara kvalitete plina i frekvencija objave podataka „*online*“ za svaku analiziranu državu

Država	**Frekvencija mjerenja**	**Frekvencija objave rezultata**
Hrvatska	Dva puta mjesečno	Dva puta mjesečno
Mađarska	Svake četiri minute	Svaki dan
Slovenija	Svaki sat	Svaki dan
Austrija	Svaki sat	Svaki dan
Bosna i Hercegovina	Podaci nisu dostupni	Podaci nisu dostupni
Srbija	Svaki dan	Jednom tjedno

7.1. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Hrvatskoj

Na slici 7-1. prikazano je kretanje prosječnih vrijednosti Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u RH za 2015., 2016. i 2017. godinu.



Slika **7-1.** Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Hrvatskoj

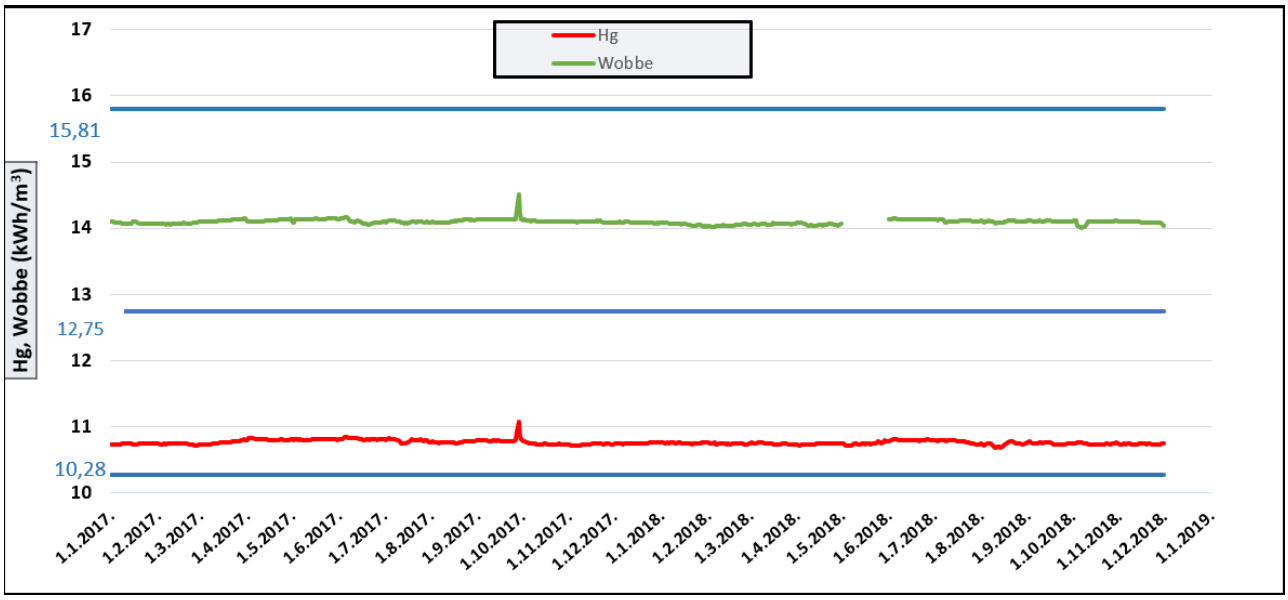
Minimalna vrijednost gornje ogrjevne vrijednosti u RH je 10,28, a najveća 12,75 kWh/m^3 dok se vrijednost Wobbe indeksa mora kretati između 12,75 i 15,81 kWh/m^3. Prema dostupnim podacima na web stranicama operatora transportnog sustava, Plinacra (2019), prosječna vrijednost gornje ogrjevne vrijednosti za 2015., 2016. i 2017. godinu je blizu minimalno dopuštene, ali unutar dopuštenih granica. Vrijednost Wobbe indeksa je u prosjeku za 1 kWh/m^3 veća od minimalno dopuštene.

Plinacro objavljuje kvalitetu i ogrjevnu vrijednost plina na dvadeset i pet specifičnih točaka dva puta mjesečno uzimanjem uzoraka i analizom istih u vlastitom laboratoriju.

7.2. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Sloveniji

Slovenski operator transportnog sustava je tvrtka Plinovodi d.o.o. Na web stranicama moguće je pristupiti podacima o Wobbe indeksu i gornjoj ogrjevnoj vrijednosti na nekoliko specifičnih točaka, a dostupne su i srednje vrijednosti podataka za specifične točke. Parametri se prate na satnoj i dnevnoj bazi (Plinovodi d.o.o., 2019). Na slici 7-2. je grafički prikaz obrađenih podataka u Excelu za razdoblje od 1.siječnja. 2017. do 1. prosinca 2018. godine. Plavim pravcima su označene propisane vrijednosti navedenih dvaju parametara u Hrvatskoj prema Općim uvjetima opskrbe plinom (HERA, 2018):

1. Pravac s vrijednošću 10,28 kWh/m^3 predstavlja donju granicu gornje ogrjevne vrijednosti u RH;
2. Pravac s vrijednošću 12,75 kWh/m^3 ujedno predstavlja gornju granicu gornje ogrjevne vrijednosti i donju granicu Wobbe indeksa u RH;
3. Pravac s vrijednošću 15,81 kWh/m^3 predstavlja gornju granicu Wobbe indeksa u RH.

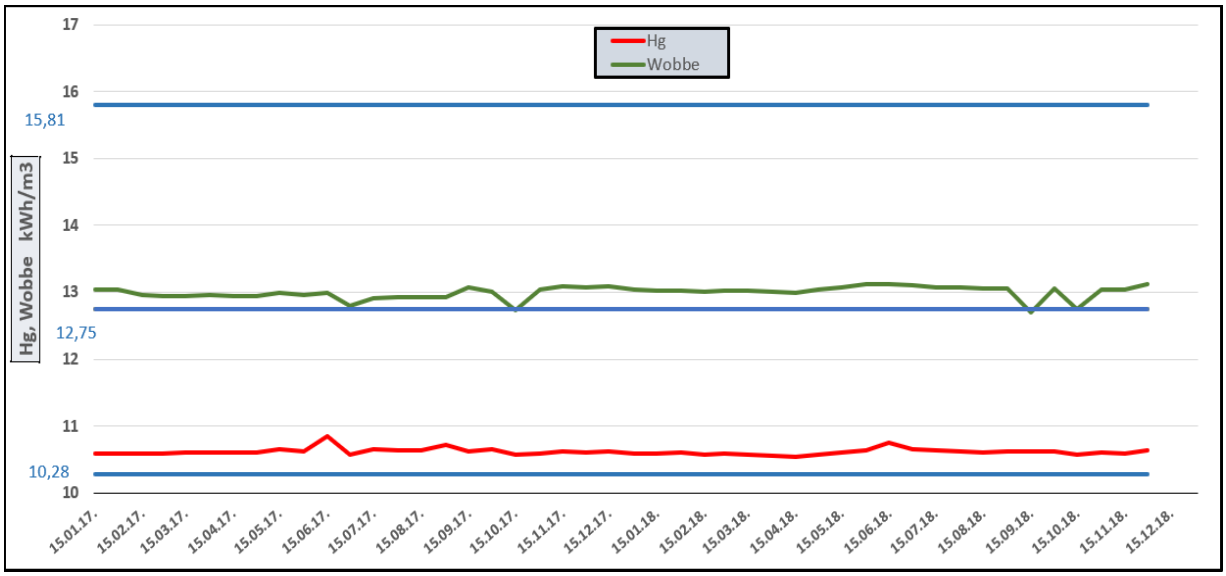


Slika **7-2.** Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Sloveniji

Minimalna propisana gornja ogrjevna vrijednost u Sloveniji je 10,15, a maksimalna 12,14 kWh/m^3 dok Wobbe indeks ima primjetno uži raspon vrijednosti nego u RH, između 13,08 i 14,89 kWh/m^3. Kao i u Hrvatskoj, ogrjevna vrijednost je u 2017. i 2018. godini bila blizu minimalno dopuštene dok je vrijednost Wobbe indeksa nešto viša nego u RH.

7.3. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Srbiji

Operator transportnog sustava u Republici Srbiji je državna tvrtka Srbijagas. Na službenim web stranicama Srbijagas-a (2019) objavljuje podatke o kvaliteti plina za točke ulaza plina u transportni sustav i na mjestima izlaza plina iz transportnog u distribucijski sustav. Podaci se objavljuju na dnevnoj bazi. U Excelu su analizirane sve vrijednosti kako bi se dobile prosječne vrijednosti Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti za razdoblje od 15. siječnja 2017. do 1. prosinca 2018. godine. Treba napomenuti da Srbijagas koristi donji Wobbe indeks i donju ogrjevnu vrijednost te su tako preuzete vrijednosti preračunate prvo u gornje radi konzistentnosti analize. Na slici 7-3. je grafički prikaz dobivenih rezultata. Plavi pravci predstavljaju propisane granične vrijednosti za RH, na način koji je objašnjen u poglavlju 7.2. na primjeru Slovenije.



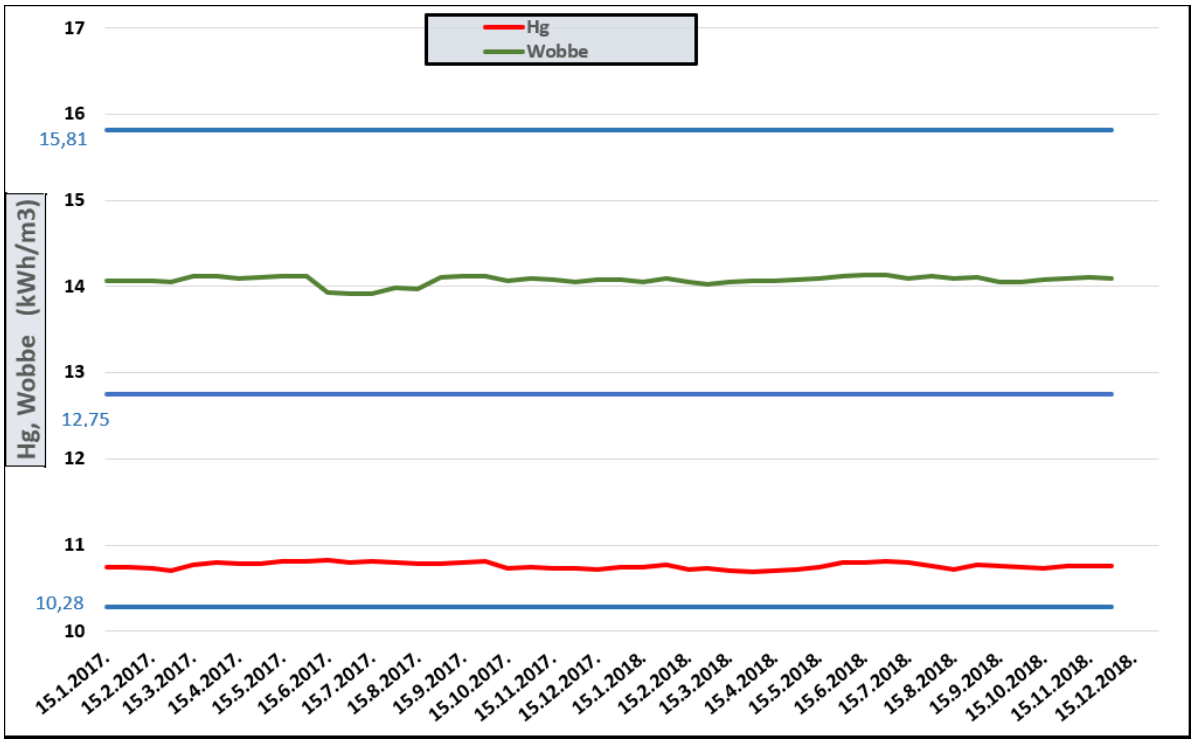
Slika **7-3.** Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Srbiji

Na grafičkom prikazu kretanja Wobbe indeksa i ogrjevne vrijednosti primjećuje se nešto veća oscilacija parametara nego što je to na slovenskim mjernim točkama. Wobbe indeks je niži nego u Hrvatskoj i Sloveniji, u prosjeku za 1 kWh/m^3, dok ogrjevna vrijednost pokazuje sličan trend kao u RH i Sloveniji.

7.4. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Bosni i Hercegovini

Operator transportnog sustava BiH je Privredno društvo za proizvodnju i transport gasa BH-Gas d.o.o. Sarajevo. BiH koristi, kao i Srbija, donju ogrjevnu vrijednost s tim da BiH nema propisan raspon vrijednosti Wobbe indeksa.

Sav plin koji BiH uvozi dolazi iz Srbije preko interkonekcije Zvornik te je na taj način u potpunosti ovisna o ruskom plinu (Zvornički.ba, 2018). Podaci za obradu u Excelu preuzeti su na službenim web stranicama Srbijagas, gdje se može odabrati interkonekcija Zvornik. Na sljedećoj slici su prikazani rezultati analize u obliku dijagrama kretanja Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti u razdoblju od 15. siječnja 2017. godine do 1. prosinca 2018. godine. Plavi pravci predstavljaju propisane granične vrijednosti za RH.



Slika **7-4.** Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Bosni i Hercegovini

Vrijednosti navedenih dvaju parametara su stabilne i vrlo malo osciliraju. Wobbe indeks se kreće oko 14 kWh/m^3, dok ogrjevna vrijednost oko 10,75 kWh/m^3. Wobbe indeks je viši za 1 kWh/m^3 u odnosu na Srbiju, a sličan kao i Hrvatskoj i Sloveniji.

7-5. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Austriji

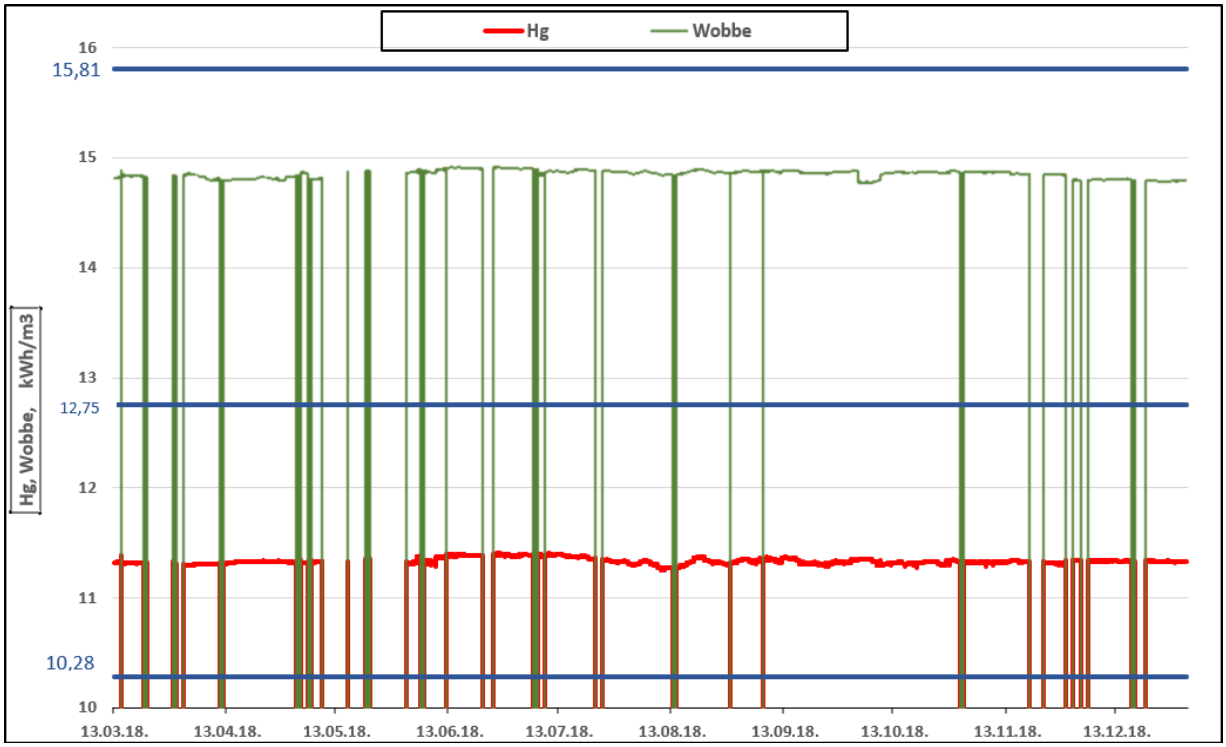
Austrijskim transportnim sustavom upravljaju dva operatora transportnih sustava, Gas Connect Austria GmbH i Trans Austria Gasleitung GmbH.

Gas Connect Austria u vlasništvu ima 900 km dugu mrežu visokotlačnih plinovoda s projektiranom godišnjom dobavom od 151 milijardi m^3/godina. Njihovi plinovodi povezuju Austriju s njemačkim transportnim sustavom, a preko Sjevernog toka i s Rusijom. Osim s Njemačkom, imaju interkonekcije i sa Slovačkom, Mađarskom i Slovenijom (Gas Connect Austria, 2019). Sav plin koji hrvatski trgovci kupuju na Baumgarten čvorištu transportira se upravo plinovodima Gas Connect Austria-e.

Plinovodni sustav Trans Austria Gasleitung se sastoji od 1140 km duge transportne mreže koja povezuje austrijsko-slovačku sa austrijsko-talijanskom granicom te tako doprema ruski plin preko Austrije u Italiju (Trans Austria Gasleitung, 2019).

Austrijsko zakonodavstvo propisuje granične vrijednosti Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti, a granične vrijednosti navedenih parametara su slične kao i u RH. Parametri se mjere svakog sata, a objavljuje se jednom dnevno na web stranicama AGGM-a (engl. *Austrian Gas Grid Management*).

S obzirom da je za RH relevantan transportni sustav Gas Connect Austria-e u nastavku je slika 7-5. s grafičkim prikazom kretanja Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti na Baumgartenu, najvažnijem čvorištu plina za fizičke isporuke Hrvatskoj. Podaci su preuzeti direktno s web stranica AGGM-a, a obrađeni vremenski raspon je od ožujka 2018. do siječnja 2019. godine, s obzirom da prije ožujka podaci nisu bili dostupni.



Slika **7-5.** Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Austriji

Na dijagramu je primjetan nagli pad parametara na vrijednosti nula kada nema fizičkog protoka plina, ali prema dostupnim podacima na web stranicama AGGM-a takav slučaj u pravilu ne traje duže od jednog dana. Takav pad također ukazuje na automatsko objavljivanje podataka. Prema dostupnim podacima vrijednost Wobbe indeksa je najčešće oko 14,70

kWh/m^3, što je na gornjoj dopuštenoj granici, koja za Austriju iznosi 14,86 kWh/m^3. Wobbe indeks je u Austriji imao najveću vrijednost od svih analiziranih zemalja.

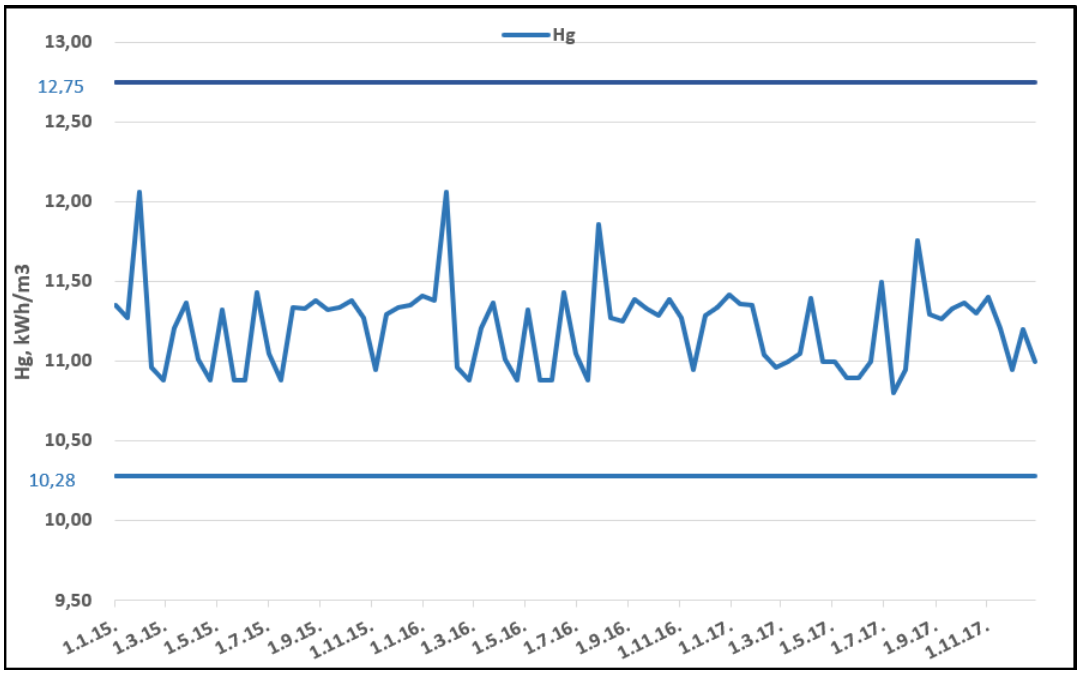
Propisani raspon gornje ogrjevne vrijednosti je između 10,15 i 12,144 kWh/m^3, što je skoro identično slovenskom zakonodavstvu. Ogrjevna vrijednost ne oscilira i kreće se oko 11,3 kWh/m^3, što je, uz vrijednost u Mađarskoj, najviše u ovoj analizi. Plavi pravci predstavljaju propisane granične vrijednosti za RH, kao i za prethodne zemlje.

7.6. Kretanje Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Mađarskoj

Podacima o kvaliteti plina u Mađarskoj se može pristupiti na dva načina; na web stranicama FGSZ-a (mađ. Földgázszállító Zrt.), operatora transportnog sustava u Mađarskoj i preko RBP (engl. *Regional Booking Platform*) web platforme na kojoj se objavljuju parametri jednom dnevno te je dostupan detaljan uvid u donju i gornju ogrjevnu vrijednost te Wobbe indeks. Mjerenja se provode svake četiri minute na 294 mjernih mjesta, čime se za svaku točku dobiva 360 podataka u jednom danu, odnosno 131 400 za cijelu godinu. Uzevši u obzir 294 mjerna mjesta, dobiva se 3,86 milijuna podataka za samo jednu godinu. Obrada tako velikog broja podataka je problematična i vremenski zahtjevna zato što platforma ne dopušta mogućnost povećanja vremenskog intervala ili pristup već izračunatim srednjim vrijednostima, kao što je slučaj na austrijskom AGGM-u.

Na FGSZ-ovim web stranicama su dostupne srednje vrijednosti za sva mjerna mjesta, ali samo za gornju ogrjevnu vrijednost. S obzirom da je za potrebe računanja Wobbe indeksa potrebna i relativna gustoća plina, u ovom poglavlju će biti analizirana samo ogrjevna vrijednost.

Na slici 7-6. je prikazano kretanje ogrjevne vrijednosti u Mađarskoj za tri zadnje dostupne godine, od 1.siječnja 2015. godine do 31.prosinca 2017. godine.



Slika **7-6.** Kretanje gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u Mađarskoj

Prosječna ogrjevna vrijednost u prethodne tri godine iznosi 11,23 kWh/m^3, što je nešto više u odnosu na Hrvatsku, Srbiju i Sloveniju, a skoro identično austrijskoj ogrjevnoj vrijednosti.

7.7. Prosječne vrijednosti Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti stvarnog plina u zemljama šire regije

Na tablici 7-2. je usporedan prikaz prosječnih vrijednosti Wobbe indeksa i gornje ogrjevne vrijednosti za relevantne države u okruženju.

Tablica **7-2.** Srednje vrijednosti kvalitete plina u zemljama šire regije

Parametar	Hrvatska	Slovenija	Srbija	BiH	Austrija	Mađarska
Hg (kWh/m^3)	10,69	10,76	10,75	10,76	11,30	11,21
Wg (kWh/m^3)	13,84	14,09	12,80	14,073	14,70	nije obrađeno

Plin u RH ima najmanju gornju ogrjevnu vrijednost od svih obrađenih zemalja, dok je srednja vrijednost za svih šest obrađenih država 10,91 kWh/m^3.Wobbe indeks je analiziran u pet zemalja i srednja vrijednost je 13,9 kWh/m^3, čime je plin u RH ispod prosjeka regije.

7.8. Trgovina UPP-om i kvaliteta plina

Nakon analize kvalitete stvarnog plina u relevantnim državama šire regije i različitih razina transparentnosti objavljivanja podataka, mogu se u konačnici dovesti u kontekst problemi takve kvalitete plina i zakonski definiranih parametara u navedenim zemljama s mogućnošću otvaranja novih dobavnih pravaca. S obzirom da su sve obrađene zemlje u većoj ili manjoj mjeri ovisne o uvozu ruskog plina, tako su kvaliteta plina i standardi funkcija uvoza.

Sastav i kvaliteta UPP-a su prikazani na tablici 7-3., preuzetoj iz Godišnjeg izvješća Međunarodnog udruženja uvoznika UPP-a (engl. *International Group of Liquefied Natural Gas Importers, GIIGNL*) (2018). GIIGNL je neprofitna organizacija koja se bavi problematikom UPP-a; kupovinom, uvozom, obradom, transportom, ponovnim prevođenjem plina u tekuće stanje itd. Grupacija konstituira forum za razmjenu informacija i iskustava među svojih osamdeset i troje članova. Svake godine GIIGNL objavljuje kvalitetu plina po državama izvoznicama.

UPP u pravilu ima viši Wobbe indeks nego plin iz plinovoda. Razlike u kvaliteti UPP-a s različitih plinskih polja su značajne, a postaju još značajnije tijekom transporta UPP-a zbog procesa starenja (engl. *weathering*). To znači da je trgovina UPP-om funkcija udaljenosti od tržišta i da se transportirani plin ne prihvaća uvijek u transportni sustav prije dodatne obrade.

Isparavanje volatilnih komponenti UPP-a, poput metana i dušika, je veće nego težih komponenti, pa se povećava ogrjevna vrijednost uskladištenog UPP-a. Sa smanjenjem sadržaja inertnog dušika povećanje ogrjevne vrijednosti UPP-a bit će još izraženije. Na primjer, tijekom transporta UPP-a od Bliskog istoka do Sjedinjenih Američkih Država, ogrjevna vrijednost UPP-a se u prosjeku poveća za 0,2 do 0,3 MJ/m^3 (IGU i BP, 2011.)

Tablica **7-3.** Prosječni sastav ukapljenog prirodnog plina država izvoznica (GIIGNL, 2018)

Država	Metan (CH_4)	Etan (C_2H_6)	Propan (C_3H_8) i viši ugljikovodici**	Dušik (N_2)	Gornja ogrjevna vrijednost, Hg*	Gornji Wobbe indeks*
	(mol%)	(mol%)	(mol%)	(mol%)	(kWh/m^3)	(kWh/m^3)
Australija - NWS	87,33	8,33	4,30	0,04	11,91	14,86
Australija - Darwin	87,64	9,97	2,29	0,10	11,67	14,72
Alžir - Skikda	91,40	7,35	0,62	0,63	11,12	14,36
Alžir - Bethioua	89,55	8,20	1,61	0,64	11,36	14,49
Alžir - Arzew	88,93	8,42	1,96	0,71	11,43	14,52
Brunei	90,12	5,34	4,50	0,04	11,74	14,77
Egipat - Idku	95,31	3,58	1,08	0,02	10,97	14,35
Egipat - Damietta	97,25	2,49	0,24	0,02	10,74	14,22
Ekvitorijalna Gvineja	93,41	6,52	0,07	0,00	11,02	14,38
Indonezija - Arun	91,86	5,66	2,39	0,08	11,38	14,57
Indonezija - Badak	90,14	5,46	4,38	0,01	11,73	14,76
Indonezija - Tangguh	96,91	2,37	0,59	0,13	10,77	14,23
Malezija - Bintulu	91,69	4,64	3,53	0,14	11,48	14,61
Nigerija	91,70	5,52	2,75	0,03	11,41	14,59
Norveška	92,03	5,75	1,76	0,46	11,22	14,43
Oman	90,68	5,75	3,36	0,20	11,56	14,65
Peru	89,07	10,26	0,11	0,57	11,27	14,46
Katar	90,91	6,43	2,40	0,27	11,41	14,56
Ruska Federacija - Sakhalin	92,53	4,47	2,92	0,07	11,38	14,57
Trinidad	96,78	2,78	0,43	0,01	10,79	14,25
SAD - Alaska	99,71	0,09	0,04	0,17	10,49	14,06
Jemen	93,17	5,93	0,89	0,02	11,11	14,43
Min	87,33	0,09	0,04	0,00	10,49	14,06
Max	99,71	10,26	4,50	0,71	11,91	14,86

Na tablici 7-3. su prikazane značajne razlike u sadržaju određenih komponenti pa tako sadržaj metana s alžirskih terminala se razlikuje i do deset posto od američkog plina s Aljaske. Kao što je već navedeno, time se povećava razlika u vrijednosti Wobbe indeksa prilikom prihvata plina.

Standardi kvalitete plina obrađenih zemalja u ovom poglavlju su u koliziji s kvalitetom plina država izvoznica. Na primjer, RH ne može uvoziti alžirski ili australski UPP jer je propisani molni udio etana u Hrvatskoj 7 % dok se raspon sadržaja etana s njihovih terminala kreće između 7 i 10 %. U Srbiju ili Bosnu i Hercegovinu se ne može dopremati plin s većine terminala navedenih zemalja što zbog sadržaja metana, etana ili viših ugljikovodika, a što

zbog nepodudaranja s ogrjevnom vrijednošću. Mađarska je jedina država za koju ne bi postojale prepreke za uvoz UPP-a bez dodatne obrade.

Izgradnja jedinstvenog europskog tržišta i povećana diversifikacija opskrbe za ovu regiju je upitna s obzirom na spomenutu problematiku dostupnosti podataka za parametre kvalitete i različito definirane parametre u BiH i Srbiji prilikom analize stvarnog plina, te s obzirom na koliziju važećih propisa s kvalitetom UPP-a država izvoznica. CEN-ov zajednički standard kvalitete može ublažiti zakonodavne razlike i otvoriti put novim dobavnim pravcima, ali njegova implementacija donosi također određene prepreke, koje su obrađene u šestom poglavlju.

8. ZAKLJUČAK

Kvaliteta prirodnog plina za isporuku krajnjem potrošaču je problematična za Europsku uniju iz više razloga. Europa se trenutno suočava s velikim padom proizvodnje plina te se u budućnosti ne očekuju intenzivna istraživanja i razrade novih plinskih polja. Države članice su prilagođavale regulativu kvalitete plina prema domaćoj proizvodnji ili ruskom uvoznom plinu. Procesom liberalizacije trgovine plina, otvorile su se mogućnosti za nove dobavne pravce, kao što su uvoz UPP-a i novi plinovodi, koji mogu konkurirati ruskom plinu. Pod pretpostavkom da će jedinstveni standard na razini unije omogućiti otvaranje takvih dobavih pravaca, Europska komisija je pokrenula inicijative za usuglašavanje kvalitete plina u državama članicama.

Kako se Hrvatska i države u okruženju također suočavaju s navedenim problemima, Hrvatska se spremno odlučila na suradnju i dobivene preporuke nadležnih europskih tijela. Hrvatski interes je potencijalni izvoz UPP-a u zemlje šire regije, čime bi se povećala diversifikacija opskrbe i smanjio mogući utjecaj Rusije i nestabilnosti domaće proizvodnje. Iako predloženi jedinstveni europski standard daje dio rješenja za problem različito propisane kvalitete u zemljama regije, veća je odgovornost na regulatornim tijelima pojedinih država u regiji, koje mogu zadržati fleksibilnost u donošenju odluka i primijeniti specifičan pristup za svaki dobavni pravac.

Agencija ENTSOG navodi izostanak potpore sudionika na tržištu plina kao razlog neprovođenja daljnjih usuglašavanja kvalitete. Agencija je predložila tri moguća rješenja implementacije standarda; obvezujući za sve sudionike, obvezujući za uvoz plina te dobrovoljno implementiranje. Većina sudionika na tržištu preferira dobrovoljno prihvaćanje standarda smatrajući da regulatorna tijela država članica trenutno provode dobar posao po pitanju sigurnosti opskrbe i upotrebe plina pa i samog usvajanja standarda u nacionalna zakonodavstva. Obvezujuća norma je vjerojatno prezahtjevna za trenutno europsko tržište plina jer se ono sastoji od velikog broja zemalja s različitom strukturom potrošnje plina te s različitom efikasnošću i kvalitetom plinskih trošila.

Povećanjem automatizacije u proizvodnji i transportu plina povećao se i broj dostupnih podataka pa su tako neke države počele objavljivati podatke o kvaliteti plina na dnevnoj bazi, a pratiti kvalitetu u stvarnom vremenu. Takva digitalizacija industrije prirodnog plina

u Europi potencijalno vodi većoj zainteresiranosti ulagača i likvidnosti trgovine te razvoju plinske infrastrukture i povećanoj upotrebi plina. S obzirom na alternativu koju prirodni plin pruža u odnosu na ostala fosila goriva i s obzirom na fazu ekspanzije u trenutnom poslovnom ciklusu Europske unije, potrebno je učiniti plin konkurentnijim i dostupnijim energentom. Zato je potrebna suradnja svih država članica i snažna lokalna poduzetnička inicijativa, a predloženi standard može biti neobvezujući okvir i dobar primjer za definiranje sastava i kvalitete u državnim regulativama i ugovorima na tržištu.

9. POPIS LITERATURE

1. British Petroleum, International Gas Union, 2011. Guidebook to Gas Interchangeability and Gas Quality. Vodič

2. CEER, 2016. 6th Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply - 2016. Izvještaj. Bruxelles

3. ENTSOG, 2016. Impact Analysis of a Reference to the EN16726:2015 in the Network Code on Interoperability and Data Exchange. Izvještaj. Bruxelles: ENTSOG, INT1031-161122 Rev 2

4. European Committee for Standardization, 2015. Gas Infrastructure - Quality of Gas - Group H. Standard. Bruxelles: FprEN 16726

5. Europska komisija, 2015. Uredba Komisije (EU) 2015/703 od 30. travnja 2015. o uspostavi mrežnih pravila interoperabilnosti i razmjene podataka. Bruxelles

6. Hrvatska energetska regulatorna agencija, 2018. Opći uvjeti opskrbe plinom. Zakonski dokument. Zagreb: NN 50/2018.

7. International Group of Liqufied Natural Gas Importers, 2018. The LNG Industry GIIGNL Annual Report 2018. Izvještaj. Neuilly-sur-Seine

8. Narodne novine, 2018. Zakon o tržištu plina. Zagreb: NN 18/2018.

9. Plinacro d.o.o., 2018. Mrežna pravila transportnog sustava. Zakonski dokument. Zagreb: NN 50/2018

Web izvori:

10.Austrian Gas Grid Management AG, 2019. Market Area Dana. URL: https://platform.aggm.at/vis/visaulisation/entry_exit?long=en (8. siječnja 2018. godine)

11. Plinacro d.o.o., 2018. Kvaliteta prirodnog plina. URL:https://www.plinacro.hr/default.aspx?id=106 (20.prosince 2018. godine)

12. Plinovodi d.o.o., 2019. Relevant points data. URL: https://www.plinovodi.si/en/operation-of-transmission/relevant-points-data/ (7.siječnja 2019. godine)

13. Privredno društvo za proizvodnju i transport gasa BH-Gas d.o.o. Sarajevo, 2018. Prirodni gas u BiH. URL:https://www.bh-gas.ba/prirodni-gas-u-bih (8.siječnja 2018. godine)

14. Regional Booking Platform, 2019, TSO Publications. URL:https://ipnew.rbp.eu/Fgsz.Tso.Data.Web/?locate=en≠main (9.siječnja 2019. godine)

15. Srbijagas d.o.o., 2019. Kvalitet gasa. URL:https://www.srbijagas.com/sr_RS/?s=kvalitet&script=lat (8.siječnja 2018. godine)

Izjava

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

Matej Ružić

_____