

# Temperaturno ovisni potrošači prirodnog plina u Hrvatskoj

---

Pendić, Tea

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:149:101959>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Chemical Engineering and Technology University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Tea Pendić

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Tea Pendić

**TEMPERATURNNO OVISNI POTROŠAČI  
PRIRODNOG PLINA U HRVATSKOJ**

ZAVRŠNI RAD

**Voditelj rada:** prof. dr. sc. Igor Sutlović

**Članovi ispitnog povjerenstva:** prof. dr. sc. Igor Sutlović  
prof. dr. sc. Veljko Filipan  
prof. dr. sc. Emi Govorčin Bajsić

Zagreb, rujan 2018.

*Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Igoru Sutloviću na zanimljivoj temi, iskazanom trudu i susretljivosti tijekom pisanja ovog rada.*

*Također želim zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima koji su mi bili velika podrška i moj najveći oslonac.*

Sažetak rada:

Prirodni plin je jedan od glavnih energenata današnjice koji se energetske transformacijama pretvara u korisne oblike energije koje potrošači koriste u mnogobrojne svrhe. U daljnjem radu biti će obuhvaćena struktura potrošnje prirodnog plina i na koji način ona utječe na ukupnu potrošnju te kako se ona mijenja sa promjenom temperature okoliša. Osim analize potrošnje, rad objašnjava kako se osigurava dobava plina krajnjim korisnicima i koje je preduvjete potrebno zadovoljiti kako bi njegova količina bila dostatna da zadovolji ukupnu potrošnju.

Ključne riječi: prirodni plin, transportni sustav plina, struktura potrošnje, potrošnja prirodnog plina, sigurnost dobave, temperaturno ovisni potrošači

**Abstract:**

Natural gas is one of the main energy sources of today that can be transformed into useful and transformed forms of energy that consumers use for many purposes. Further work will include the structure of natural gas consumption and how it affects the overall consumption and the way it changes with the change of ambient temperature. In addition to the analysis of consumption, the work explains how to provide gas supply to end users and how to ensure that its quantity is sufficient to satisfy the total consumption.

**Keywords:** natural gas, transport system of gas, consumption structure, natural gas consumption, supply safety, temperature dependent consumers

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Transportni i distribucijski sustav u Republici Hrvatskoj .....	1
1.2. Skladištenje plina.....	5
1.3. Tržište prirodnog plina .....	5
2. POTROŠNJA PRIRODNOG PLINA.....	6
2.1. Struktura potrošnje.....	7
2.2. Potrošnja plina i sigurnost opskrbe.....	9
2.3. Potrošnja plina u Europi i svijetu.....	11
2.4. Satna potrošnja plina.....	14
3. OVISNOST POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA O TEMPERATURI OKOLINE.....	16
3.1. Potrošnja plina u ljetnim mjesecima.....	17
3.2. Potrošnja plina u zimskim mjesecima .....	19
3.3. Potrošnja plina u prijelaznim razdobljima između godišnjih doba .....	21
3.4. Ovisnost potrošnje o temperaturi tijekom 365 dana .....	23
4. ZAKLJUČAK.....	24
5. LITERATURA .....	25
ŽIVOTOPIS.....	26

## **1. UVOD**

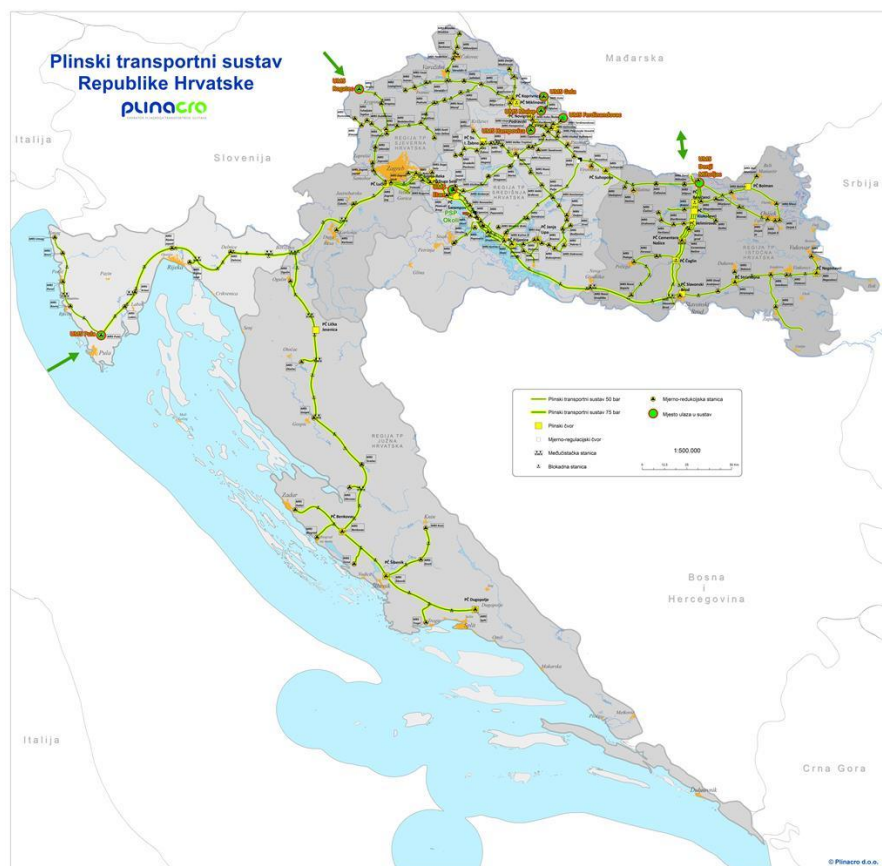
Plinska mreža Republike Hrvatske je složeni sustav za distribuciju plina krajnjim korisnicima, a čine ga transportni sustav na visokim tlakovima na kojeg su spojeni potrošači velikih količina plina i distribucijski na niskim tlakovima za manje potrošače kao što su kućanstva i manja poduzetništva. Esencijalni dio mreže su i skladišta plina spojena na mrežu u kojima se pohranjuje plin kada je potreba za njim mala. Cijeli sustav se tijekom godine kontinuirano nadzire i održava kako bi se osigurala kvaliteta proizvoda koju jamče tijela zadužena za tu zadaću. Važno je naglasiti da brojne države nemaju dovoljne zalihe vlastitog prirodnog plina pa ga uvoze iz država izvoznica kako bi zadovoljile vlastitu potrošnju. Kako sam postupak transporta i distribucije uključuje gubitke uslijed pada tlaka uzrokovanog trenjem ili lokalnim gubicima, kontinuirano se razvijaju nove tehnologije kako bi se oni maksimalno uklonili.

### **1.1. Transportni i distribucijski sustav u Republici Hrvatskoj**

Hrvatski transportni sustav kojim se prenosi prirodni plin i opskrbljuju krajnji korisnici čine plinovodi različitih funkcija koji su na visokom tlaku od 50 i 75 bara. Kako bi se osigurala kvaliteta usluge, sigurnost i pouzdanost transporta i isporuke te optimizirali troškovi poslovanja i održavanja, plinovodi i objekti na terenu se kontinuirano nadziru i upravljaju iz Nacionalnog dispečerskog centra u Zagrebu. Sam transportni sustav dug je 2.694 km, te je do kraja godine ugrađeno preko 300 objekata za kontrolu i održavanje sustava.[1], [2]

Na slici 1. prikazan je cijeli transportni sustav Republike Hrvatske, gdje se prostiru cjevovodi na tlakovima od 50 i 75 bara te gdje se nalaze pomoćni objekti nužni za normalno funkcioniranje sustava. Uočljivo je da je mreža veoma razgranata u unutrašnjosti dok je u Primorju situacija drugačija pa se to očituje i u strukturi potrošnje.

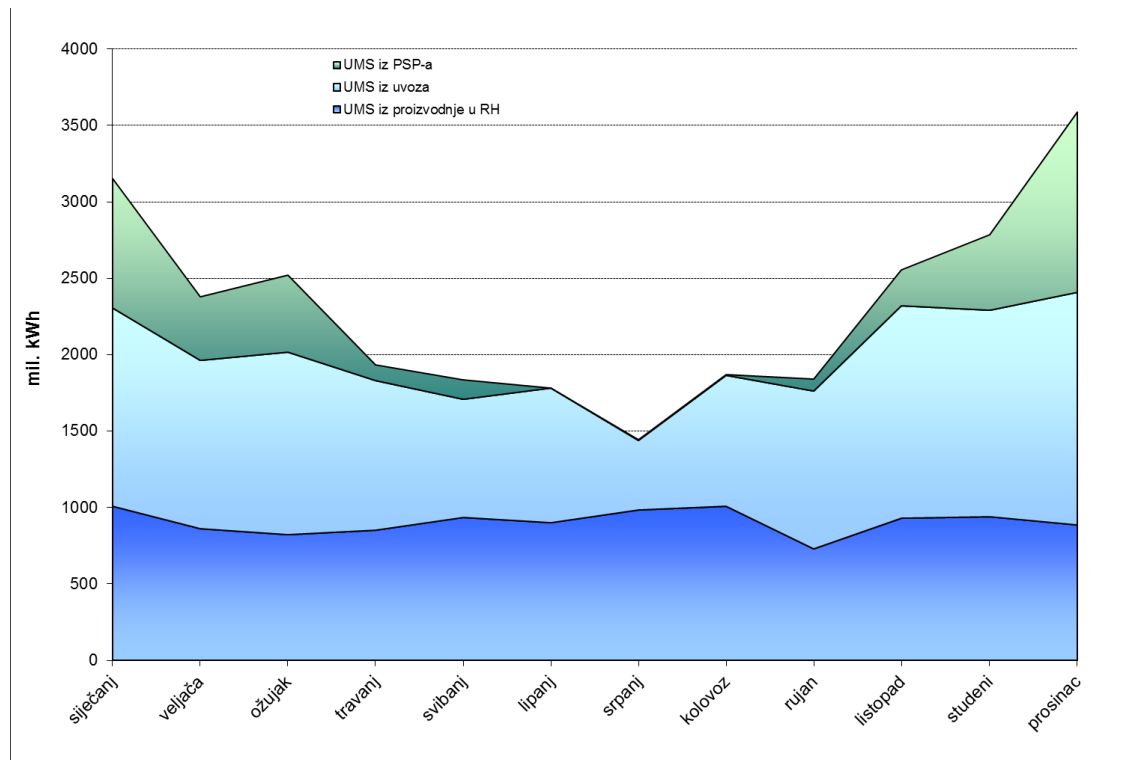




Slika 1. Plinski transportni sustav Republike Hrvatske [2]

Transportni sustav ima dvije interkonekcije sa sustavima Republike Slovenije (Zabok-Rogatec) i Republike Mađarske (Donji Miholjac–Dravaszerdahely), šest ulaznih mjernih stanica koje su spojene s postrojenjima koja proizvode prirodni plin i jednu ulazno-izlaznu stanicu koja je povezana sa hrvatskim skladištem plina Okoli. [2]

U 2016. godini u Hrvatskoj je transportirano 27.647.684.078 kWh, pri čemu su gubici bili 0,18%, a sama potrošnja se povećala za 4,8% u odnosu na prethodnu godinu. [3]



Slika 2. Količine transportiranog plina po grupama ulaza u transportni sustav po mjesecima 2016. godine [3]

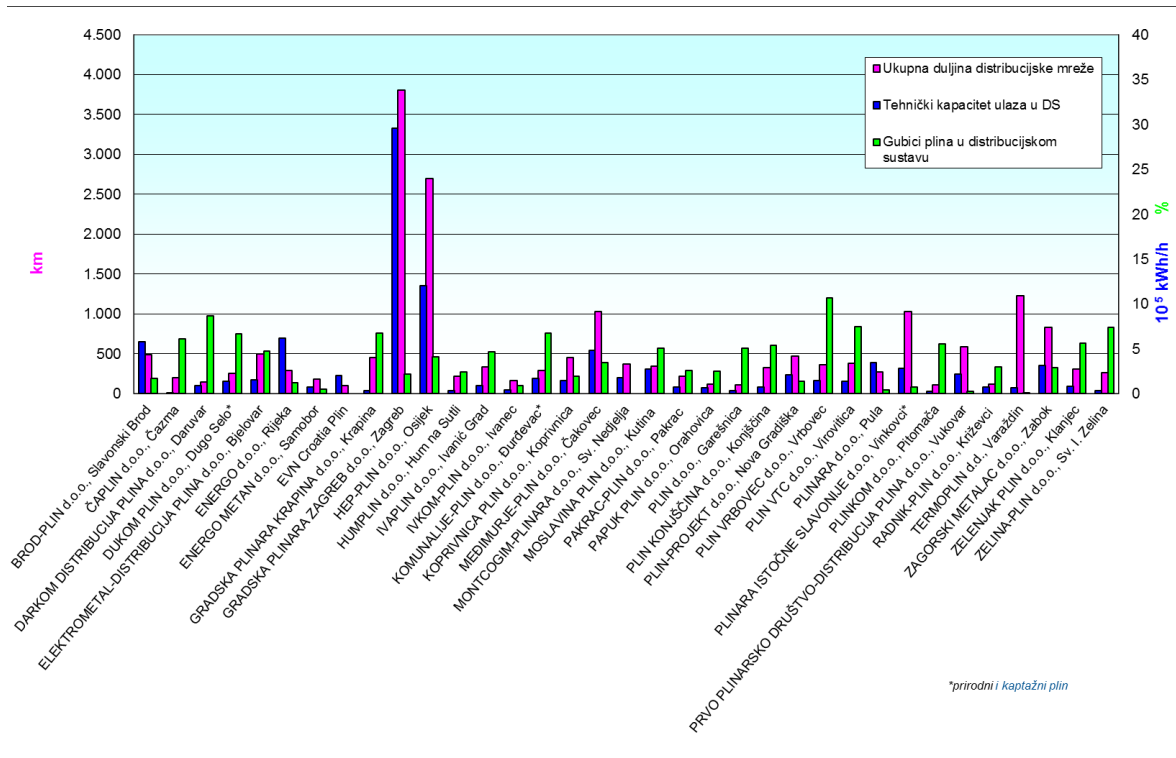
Najveća količina transportiranog prirodnog plina je u zimskim mjesecima kada je potrebna njegova velika količina u kućanstvima za grijanje. Odnos proizvedenog plina u Hrvatskoj s obzirom na uvezene količine iz inozemstva su približno jednake, a najveća količina uvezenog plina je u prosincu i siječnju što je prikazano na slici 2. Kao što će kasnije biti objašnjeno, iz našeg skladišta plina Okoli tada se izvlači plin koji pokriva vršnu potrošnju plina.

Distribucija kao djelatnost podrazumijeva od operatera da na mjerno regulacijskim stanicama preuzima plin iz transportne mreže, da ga obradi za uporabu, smanji mu tlak i odorizira ga te da kroz distribucijsku mrežu isporuči plin krajnjim korisnicima. [6]

Da bi distribucijska mreža funkcionirala, potrebno je zadovoljiti slobodan i nepristran pristup mreži i održavati mrežu kako bi isporuka plina bila sigurna i kontinuirana. Mreža se stalno mora tehnološki unaprjeđivati kao i poslovanje koje uključuje razvoj, planiranje, investiranje, realizaciju projekata i kontrolu mreže. [6]

Distribucijski sustav je do kraja 2016. godine činilo 35 operatera, a duljina mreže je iznosila 19.153 km.

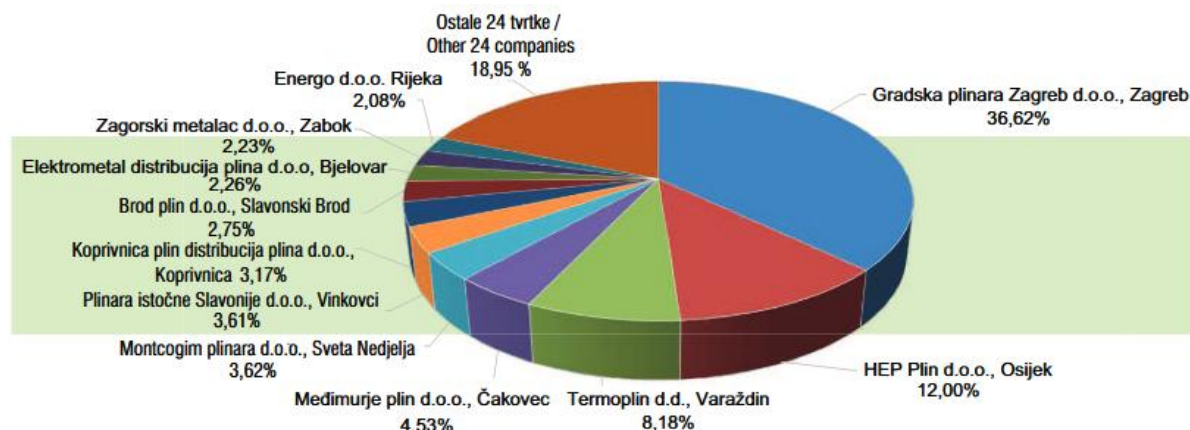
Te godine distribuirana količina plina je bila za 5% veća nego prethodne godine, a iznosila je 10.837 milijuna kWh. Broj krajnjih korisnika priključenih na mrežu iznosio je 659.914, što je za 0,9% više nego 2015. godine. [3]



Slika 3. Usporedba duljine distribucijskih sustava, ukupnog tehničkog kapaciteta ulaza u distribucijske sustave i gubitaka plina po operatorima distribucijskog sustava u Republici Hrvatskoj u 2016. godini [3]

Na slici 3. je uočljivo da najveći kapacitet ulaza ima Gradiska Plinara Zagreb d.o.o. koja u odnosu na druge operatore, s obzirom na kapacitet i duljinu mreže, ima izrazito male gubitke. Dugačku distribucijsku mrežu ima i HEP-Plin d.o.o u Osijeku, no njegov kapacitet je manji od onog u Zagrebu.

Velik kapacitet i duga mreža potrebna je u većim kontinentalnim hrvatskim gradovima zbog velikog broja stanovnika koji se pretežito griju na prirodni plin, dok je u gradovima na Jadranskoj obali drugačija situacija. U gradovima u Primorju temperature i tijekom hladnijih mjeseci ne dostižu niske vrijednosti kao u unutrašnjosti Hrvatske pa se stanovništvo pretežito grije na klimatizacijske uređaje koji troše električnu energiju.



Slika 4. Udjeli preuzete količine plina iz transportne mreže u Republici Hrvatskoj u 2016. Godini [4]

Gradska plinara Zagreb d.o.o., HEP Plin d.o.o. u Osijeku i Termoplina d.d. u Varaždinu su najveće tvrtke za distribuciju plina, a njihov udio u ukupnoj potrošnji plina preuzetog iz transportne mreže čini više od 50% (slika 4.).

## 1.2. Skladištenje plina

U Sisačko-moslavačkoj županiji u Velikoj Ludini smješteno je sezonsko skladište plina PSP Okoli. Sastoji se od 35 bušotina i brojnih objekata čija je zadaća regulirati protok plina, omogućiti transport plina prema korisnicima, osigurati kvalitetu i sigurnost ili služiti za obradu sirovog prirodnog plina, a radni volumen mu je 553 milijuna m<sup>3</sup>. [4]

Ono se puni od 1. travnja do 31. rujna, a prazni od 1. listopada do 31. ožujka. Plin se skladišti u periodu manje potrošnje, a šalje potrošačima tijekom hladnijih mjeseci kada je potrošnja znatno veća zbog njegovog korištenja u kućanstvima u svrhu zagrijavanja prostora. Skladišta su u pravilu iscrpljena nalazišta plina kojima je izmijenjena zadaća. [7]

## 1.3. Tržište prirodnog plina

Kako mnoge države nemaju dovoljne kapacitete za vlastitu opskrbu energentima, pa tako i prirodnim plinom, one ga uvoze i kupuju od drugih država. Trgovina prirodnim plinom može se vršiti preko plinovoda ili LNG sustavima.

U zemljama Europske unije zadnjih deset godina pada potrošnja prirodnog plina te se očekuje pad potrošnje i u idućih deset godina, nakon kojih se predviđa stagnacija potrošnje i konstantan udio prirodnog plina u potrošnji fosilnih goriva od 24%. [1]

Zemlje Europske unije, osim vlastite proizvodnje, najvećim se dijelom opskrbljuju plinom iz Ruske Federacije, zatim iz Norveške i Alžira. Planira se i izgradnja dobavnog pravca kojim bi se dobavljao plin iz Azerbajdžana kako bi se diverzificirala nabava i smanjila ovisnost o uvozu ruskog plina. U Republici Hrvatskoj je 2015. godine proizvedeno dovoljno prirodnog plina da zadovoljili 54% ukupne potrošnje, 44% je uvezeno, a 2% je povučeno iz skladišta Okoli. [1]

Tablica 1. Rezerve i potrošnja prirodnog plina u Hrvatskoj [4]

Prirodni plin Natural Gas	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.
Rezerve Reserves	29 204,5	30 358,6	31 587,1	23 959,9	24 214,3	21 386,6	17 933,0	14 928,6	13 168,4
Proizvodnja Production	1 658,5	2 283,4	2 727,2	2 471,5	2 013,1	1 856,1	1 747,0	1 780,5	1 647,2

U Hrvatskoj su se rezerve prirodnog plina do 2016. godine smanjile za više od 50% u odnosu na 2000. godinu zbog iscrpljivanja ležišta bez otkrića novih, a njegova se proizvodnja povećavala do 2011. godine nakon koje slijedi kontinuirani pad (tablica 1.).

Prirodni plin se u Hrvatskoj proizvodi iz 3 eksploatacijska područja u Jadranskom moru i 17 polja Panona iz ležišta Molve, Kalinovac i Gola. [4]

## 2. POTROŠNJA PRIRODNOG PLINA

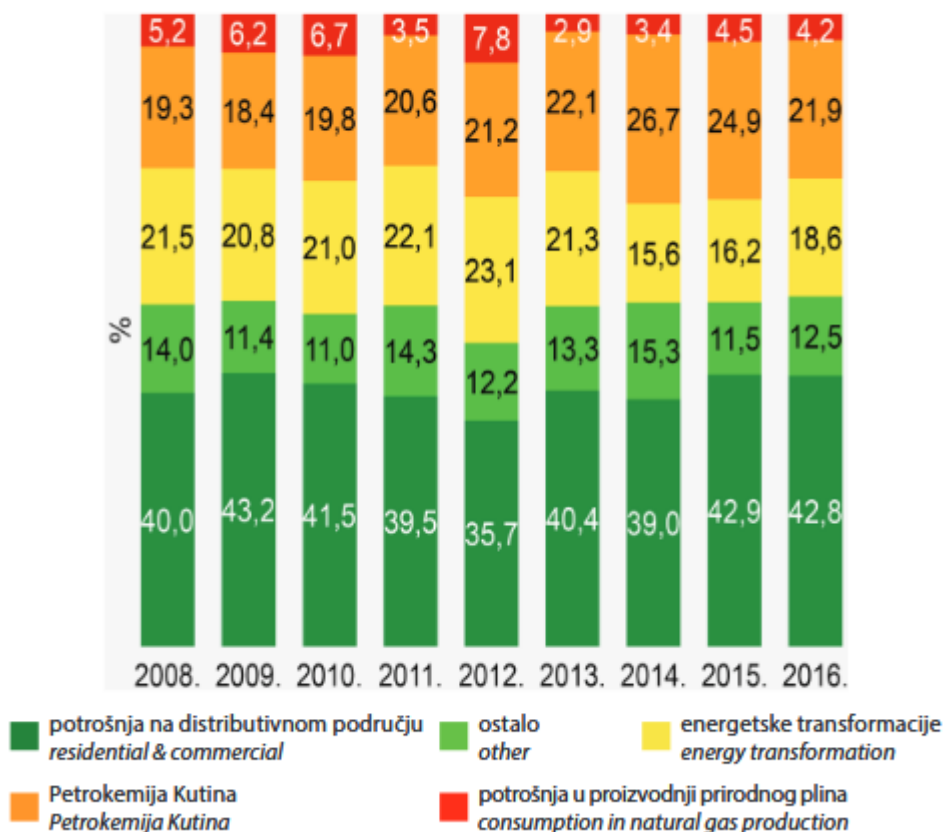
U Hrvatskoj se, osim u kućanstvima, plin koristi kao energent u industriji, poljoprivredi te u toplanama i kotlovnica. Kod temperaturno ovisnih potrošača, kao što su kućanstva, potrošnja ovisi o temperaturi okoline, no tijekom cijele godine vidljiv je određeni, kontinuirani minimum potrošnje čija je prisutnost uzrokovana potrošnjom plina u velikim postrojenjima čiji se rad ne obustavlja. Ona se također mijenja promjenom godišnjeg doba, ali i tijekom cijelog dana što je isto posljedica promjene temperature okoline. Iz navedenog je moguće zaključiti koliko je složena procjena potrošnje jer ona ovisi o brojnim faktorima koje je potrebno uzeti u obzir kako bi se dobila pobliža slika o ovisnosti potrošnje o vanjskoj temperaturi.

## 2.1. Struktura potrošnje

Transportni sustav ima 165 izlaza prema distribucijskim sustavima, 39 prema izravnim kupcima na transportnom sustavu i 2 prema susjednim operatorima transportnog sustava. [2]

Potrošnja plina je 2015. godine porasla nakon trogodišnjeg pada gdje je minimum potrošnje zabilježen u 2014. godini, te se taj porast nastavljao u 2016. godini koji je iznosio 6,05% više nego u prethodnoj godini. U grupe potrošača u Hrvatskoj se ubrajaju distributivni potrošači, petrokemija, izravni industrijski potrošači spojeni na transportni sustav, a dio plina odlazi na energetske transformacije. [3]

### Struktura potrošnje prirodnog plina *Structure of Natural Gas Consumption*



Slika 5. Struktura potrošnje prirodnog plina [8]

Iz slike 5. je vidljivo da najveća količina plina odlazi krajnjim potrošačima na distribucijskoj mreži čak i do 43,2% ukupne potrošnje, Petrokemija d.d. u Kutini bilježi porast potrošnje plina i maksimum u 2014. godini nakon čega je slijedio pad.

Na energetske transformacije se u prosjeku troši manje plina nego u petrokemijskoj industriji i najveću potrošnju bilježi u 2012. godini, a preostalu potrošnju plina čine kategorija ostalo i potrošnja pri proizvodnji plina. Pod pojmom energetske transformacije podrazumijeva se proizvodnja toplinske energije u kogeneracijskim postrojenjima koja se također mogu smatrati temperaturno ovisnim potrošačima jer njihova proizvodnja toplinske energije raste s većom potražnjom, pretežito u hladnijim mjesecima.

Tablica 2. Potrošači prirodnog plina u periodu od 2002. do 2016. godine [8]

Potrošači prirodnog plina <i>Natural Gas Users</i>							
Godina <i>Year</i>	Kućanstva <i>Households</i>	Industrija <i>Industry</i>	Usluge <i>Services</i>	Poljoprivreda <i>Agriculture</i>	Toplane i kotlovnice <i>Cogeneration &amp; heating plants</i>	Ostali <i>Others</i>	Ukupno <i>Total</i>
2002.	397.595	1.717	22.974	521	379	2	423.188
2003.	416.169	1.895	25.776	559	383	3	444.785
2004.	436.979	1.973	26.978	631	367	3	466.931
2005.	459.979	2.180	28.880	733	363	3	492.108
2006.	480.285	2.302	30.850	757	366	3	514.563
2007.	519.739	2.845	34.149	787	371	0	557.891
2008.	556.598	2.932	32.632	820	379	0	597.365
2009.	577.372	3.029	38.057	822	383	0	619.663
2010.	605.568	3.853	39.605	785	382	0	650.193
2011.	589.056	6.261	35.959	863	387	10.649	643.175
2012.	588.925	50.565*	----	1.187	418	1.034	642.129
2013.	596.713	5.683	42.659	1.296	399	818	647.568
2014.	597.938	4.066	43.577	805	410	586	647.382
2015.	602.807	9.634	39.388	1.074	408	561	653.875
2016.	607.934	5.425	43.145	1.036	413	668	658.621

a - industrija + usluge / *industry + services*

Korisnici plinskih kotlovnica u vlasništvu distributera plina (2016.)  
*Users of gas heating plants owned by gas distributors (2016)*

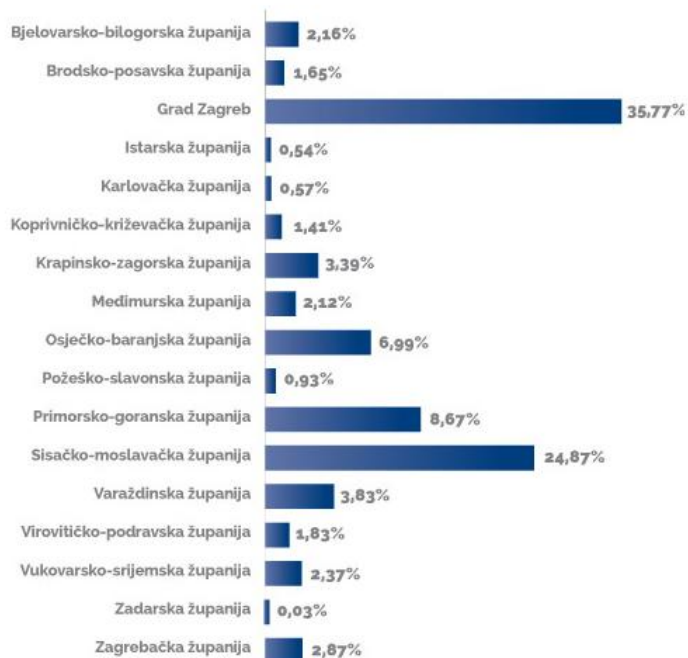
1. stanovi / *residence* - 26.675  
2. ustanove / *institutes* - 1.797

Izvor podataka: EIHP source: EIHP

Broj potrošača plina u kućanstvima se povećavao u periodu od 2002. do 2016. godine, te se njihov broj 2016. povećao za gotovo 35 %, kao što to prikazuje tablica 2.. Njihov broj ima dva maksimuma, u 2010. godini, nakon koje je slijedio blagi pad, i 2016. godine kada doseže svoju najveću vrijednost. U industriji je njihov broj znatno manji, ali je potrošnja po jedinici znatno veća nego u kućanstvima.



Najviše industrijskih potrošača spojenih na distribucijsku mrežu bilo je 2011. i 2015. godine. Ostala potrošnja odnosi se na poljoprivredu, toplane i kotlovnice čija je potrošnja relativno konstantna i kategoriju ostalo.



Slika 6. Potrošnja prirodnog plina po županijama u Republici Hrvatskoj [2]

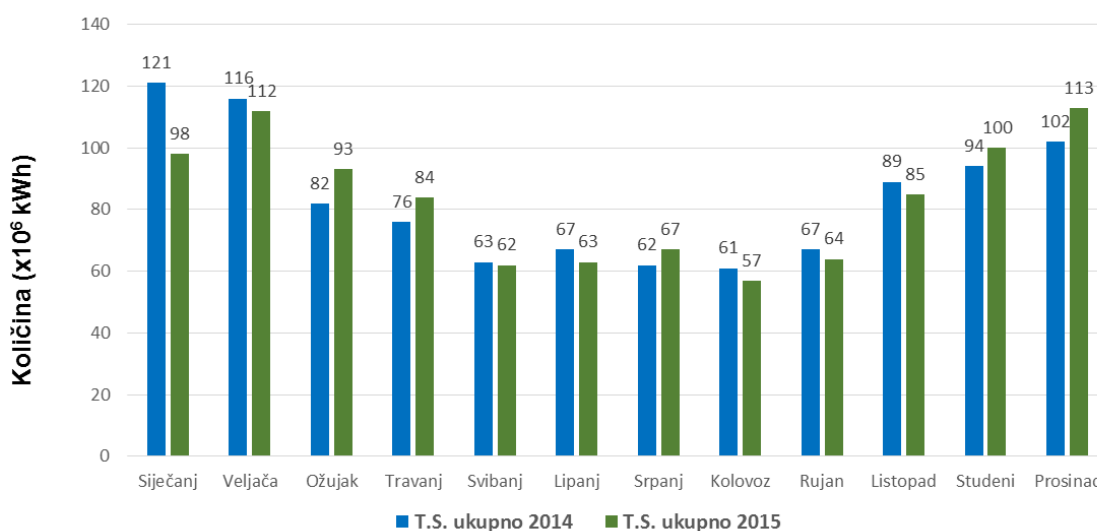
U gradu Zagrebu, zbog velikog broja poduzetništva i kućanstva, te u Sisačko-moslavačkoj županiji, gdje nalazi se veliki potrošač plina, Petrokemija d.d. u Kutini, najveća je potrošnja plina u odnosu na druge županije (slika 6.). Najmanja je potrošnja u primorskim predjelima gdje brojna kućanstva tijekom hladnijih dana ne koriste plin za grijanje niti je distribucijska mreža razvijena i razgranata u jednakoj mjeri kao u kontinentalnoj Hrvatskoj, nego se plin koristi pretežito u industriji, a kućanstva namiruju svoje potrebe korištenjem drugih izvora energije poput električne energije.

## 2.2. Potrošnja plina i sigurnost opskrbe

Potrošnja plina u kućanstvima, osobito u kopnenim krajevima Hrvatske, ovisna je o temperaturi okoline jer brojna koriste plinske bojlere za zagrijavanje prostora. Toplina dimnih plinova, nastalih izgaranjem prirodnog plina, koristi se za zagrijavanje tople vode u izmjenjivačima topline. Ta se voda cijevima prenosi do grijućih tijela u prostoriji te naposljetku na zrak u prostoriji. Evidentno je što je temperatura okoliša niža, bit će niža temperatura u prostoriji pa će biti potrebne veće količine plina za zagrijavanje.



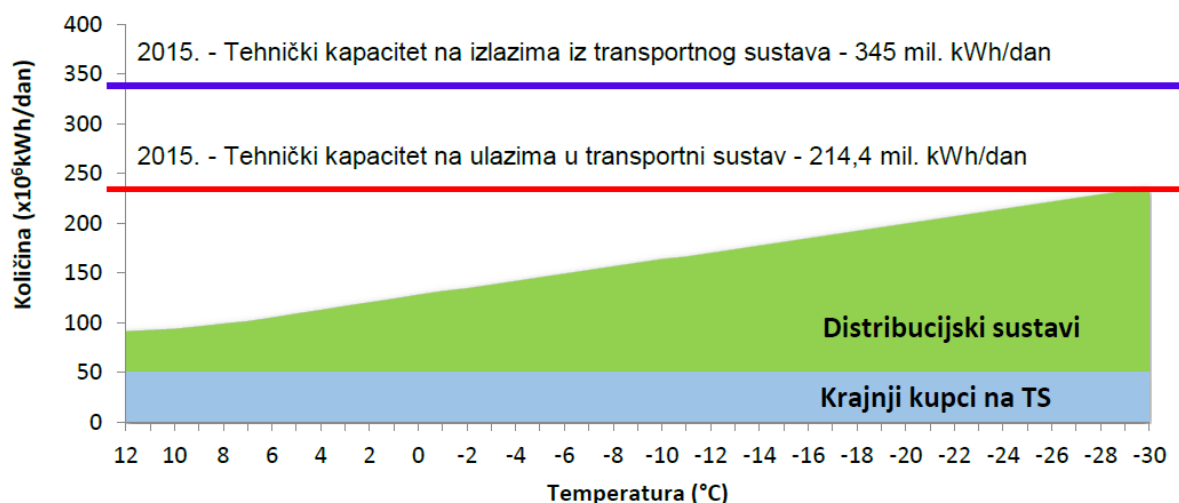
Tijekom cijele godine postoji konstantna potrošnja prirodnog plina, jer se on, osim za grijanje prostora, koristi u kućanstvima u plinskim plamenicima za kuhanje, za zagrijavanje vode, u industrijskim postrojenjima, u petrokemiji kao sirovina za dobivanje raznih proizvoda te u vozilima koji koriste stlačeni prirodni plin kao gorivo u benzinskim motorima.



Slika 7. Usporedba najvećih dnevnih opterećenja na transportnom sustavu u 2014. i 2015. godini [1]

Na slici 7. vidljivo je, kao što je prethodno objašnjeno, da je najveća potrošnja plina, tj. najveće opterećenje transportnog sustava, upravo u hladnijim, zimskim mjesecima kada se plin koristi za zagrijavanje prostora. Potrošnja u ljetnim mjesecima je za 50% manja, ali i dalje postoji kontinuirana potrošnja plina u velikim industrijskim postrojenjima te u kućanstvima za već navedene aktivnosti.

Operator transportnog sustava je zakonski obavezan omogućiti stalni dvosmjerni kapacitet na prekograničnim povezivanjima među državama članicama Europske unije i prilagoditi djelovanje transportnog sustava kako bi omogućio nesmetan protok plina u oba smjera. [1]



Slika 8. Rasploživi ulazni i izlazni kapaciteti te potrošnja plina pri određenim temperaturama okoline [1]

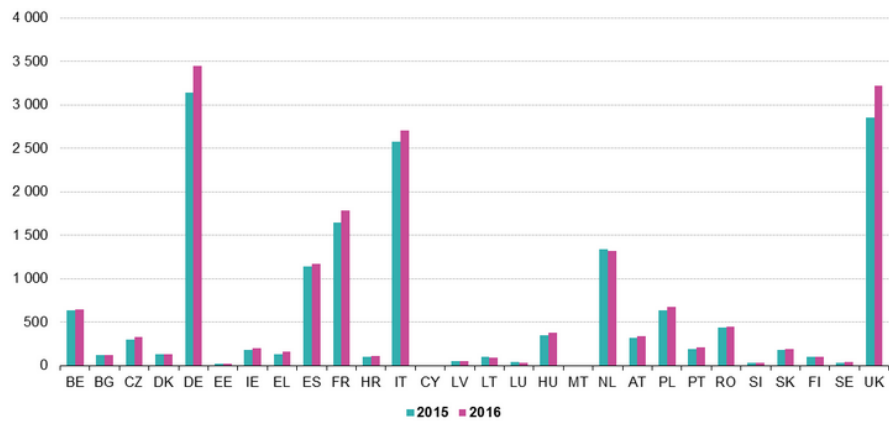
2015. je godine operator osigurao dovoljno velik kapacitet transportnog sustava kako bi sustav mogao nesmetano raditi i zadovoljiti potrebe tržišta. Krajnji kupci spojeni direktno na transportni sustav imaju kontinuiranu dnevnu potrošnju oko  $50 \times 10^6$  kWh/dan koja se ne mijenja s promjenom temperature, dok se potrošnja plina kod korisnika spojenih na distribucijski približno linearno povećava sa smanjenjem okolne temperature (slika 8.).

### 2.3. Potrošnja plina u Europi i svijetu

Slika 9. pokazuje ukupnu godišnju potrošnju plina državi članica EU-28 u 2015. i 2016. godini. Uočljivo je da najveću potrošnju imaju Njemačka, Ujedinjeno Kraljevstvo, Italija, Francuska, Španjolska i Nizozemska, visoko razvijene zemlje Europske unije koje, osim razvijene industrije u kojoj se koristi plin kao energent, imaju velik broj stanovnika i kućanstva u kojima se prirodni plin koristi kao energent u kućanstvu. Iz slike 10. vidljivo je da prethodno navedene države s najvećom potrošnjom u Europskoj uniji ujedno imaju i najveći broj kućanstva, dok ih Hrvatska, u usporedbi s njima, ima znatno manje.

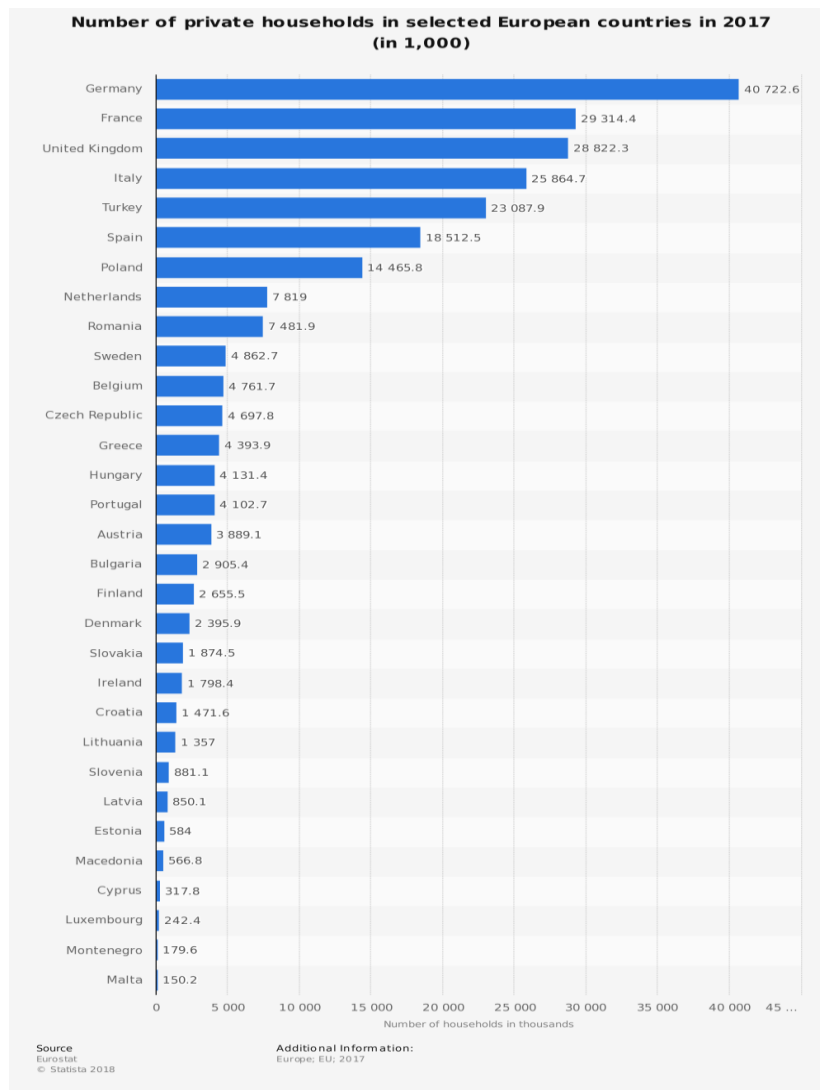
U 2016. su godini kućanstva u Europskoj uniji zauzimala udio od 25,4% u ukupnoj potrošnji energije, a 37,1 % te energije dobivalo se korištenjem prirodnog plina kao energenta. Važnost prirodnog plina u svakodnevno životu građana vidljiva je u potrošenoj količini za neophodne kućanske aktivnosti. U kućanstvima se 47,9% tople vode dobivalo pomoću plina, udio pri zagrijavanju prostora mu je bio 43,4% te se njim zadovoljavalo 33,1% potreba za energentima u kuhinji. [9]

Gross inland consumption of natural gas in thousand terajoules (GCV)



Provisional data for 2016

Slika 9. Potrošnja prirodnog plina u zemljama članicama EU-28 [9]



Slika 10. Broj kućanstva u zemljama članicama EU-28 u 2017. godini [11]

U tablici 3. je prikazana struktura potrošnja energenata za zagrijavanje prostora u zemljama članicama Europske unije. Kao što je to prethodno navedeno, države koje su najveći potrošači plina imaju ujedno i najveći udio potrošnje plina u svrhu zagrijavanja prostora. Osim prirodnog plina, u tu svrhu se koriste i ostali energenti kao što su struja, naftni derivati, kruta goriva, obnovljivi izvori energije ili toplina proizvedena u kogeneracijskim postrojenjima.

Potrošnja plina Republike Hrvatske je mala u odnosu na ostale članice, posebice visoko razvijenih zemalja, zbog već navedenih razloga, manjeg broja stanovnika i kućanstva, primorskih predjela koja zadovoljavaju potrebu za grijanjem korištenjem električne energije i slabije razvijene industrijske grane gospodarstva. Iz tablice 3. vidljiva je struktura potrošnje energenata. Najveći udio čini toplinska energija proizvedena u termoenergetskim postrojenjima koja mogu raditi kao kogeneracijska postrojenja u svrhu dobivanja električne i toplinske energije. Udio takve toplinske energije iznosi 65.2 %, dok toplina proizvedena izgaranjem prirodnog plina 20.9 %.

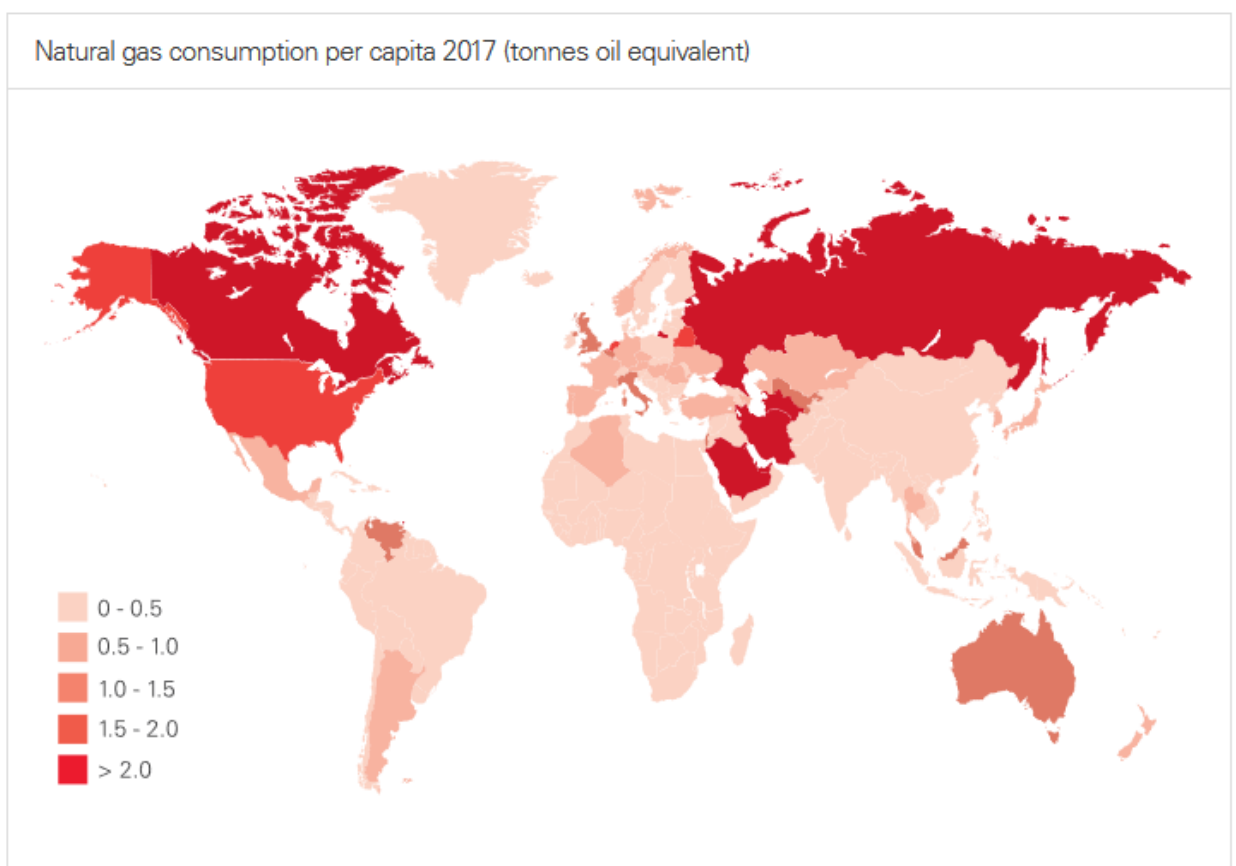
Tablica 3. Potrošnja energenata za zagrijavanje prostora u EU-28 [9]

Space heating	Electricity	Derived Heat	Gas	Solid fuels	Oil & petroleum products	Renewables and Wastes
<b>EU-28</b>	<b>5.6</b>	<b>9.2</b>	<b>43.4</b>	<b>4.8</b>	<b>14.8</b>	<b>22.2</b>
Belgium	3.2	0.0	49.1	1.3	36.2	10.3
Bulgaria	8.6	15.9	3.8	12.6	0.1	58.9
Czech Republic	4.4	14.6	26.9	18.4	0.7	35.0
Denmark	3.0	37.5	15.8	0.0	4.4	39.3
Germany	1.9	10.5	46.2	1.3	25.8	14.3
Estonia	:	:	:	:	:	:
Ireland	4.0	0.0	24.5	21.0	47.2	3.2
Greece	7.5	2.0	12.7	0.0	50.3	27.6
Spain	6.7	0.0	24.4	1.0	30.8	37.1
France	13.0	3.7	38.5	0.1	18.2	26.5
Croatia	1.6	6.6	20.9	0.1	5.5	65.2
Italy	0.4	3.8	60.6	0.0	8.2	26.9
Cyprus	:	:	:	:	:	:
Latvia	0.9	36.7	7.6	1.4	2.9	50.6
Lithuania	1.2	38.8	9.2	5.0	1.3	44.4
Luxembourg	4.2	0.0	50.1	0.1	39.3	6.3
Hungary	0.8	8.2	51.0	2.6	0.2	37.3
Malta	34.5	0.0	0.0	0.0	56.9	8.7
Netherlands	1.8	3.3	87.2	0.0	0.6	7.1
Austria	6.8	14.9	22.5	0.4	20.4	35.1
Poland	0.9	20.8	14.3	45.2	0.7	18.2
Portugal	18.5	0.0	1.4	0.0	7.8	72.2
Romania	0.2	17.1	28.3	0.6	0.0	53.9
Slovenia	4.0	9.2	11.8	0.0	15.2	59.8
Slovakia	:	:	:	:	:	:
Finland	25.6	34.5	0.6	0.1	7.7	31.5
Sweden	31.1	49.0	0.6	0.0	0.5	18.9
United Kingdom	6.8	0.2	76.0	2.2	9.2	5.6
Norway	55.4	6.1	0.2	0.0	6.1	32.2
Serbia	7.9	21.2	8.4	16.3	2.7	43.4
Albania	42.5	0.0	0.0	0.0	16.5	41.0
Kosovo	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Moldova	0.5	12.6	14.5	2.9	0.0	69.5
Georgia	1.7	0.0	52.6	0.1	0.0	45.6

(\*)This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.  
 (: ) not available

Kada se gleda na globalnoj razini potrošnje, države s najvećim zalihama prirodnog plina, kao što su Iran, Rusija, Saudijska Arabija, Ujedinjeni Arapski Emirati, Katar i Sjedinjene Američke Države, ujedno i najveći svjetski potrošači, dok neke države poput Kanade imaju veliku potrošnju, ali znatno manje zalihe pa bi se moglo zaključiti da potrebu za plinom namiruje uvozom (slika 11.). [10]

Potrošnja plina neke države ovisi o razvijenosti industrije koja ga koristi u postrojenju, ali također i uvjetuje njen razvoj pa tako brojne države Bliskog istoka s visokim BDP-om svoje bogatstvo duguju trgovini energentima.



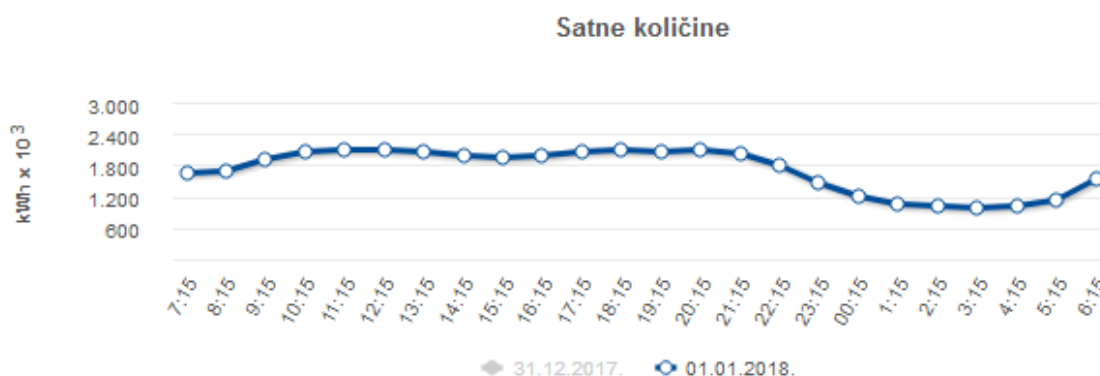
Slika 11. Potrošnja prirodnog plina u svijetu 2017. godine [10]

#### 2.4. Satna potrošnja plina

Dnevna satna potrošnja nam govori o potrošnji određenog oblika energije u određenim satima u jednom danu. Prikazuje se dijagramom potrošnje na čijoj su apscisi upisani sati, a na ordinati se prikazuje energija u kWh. Površina ispod krivulje potrošnje govori o ukupnoj potrošnji energije tog dana.

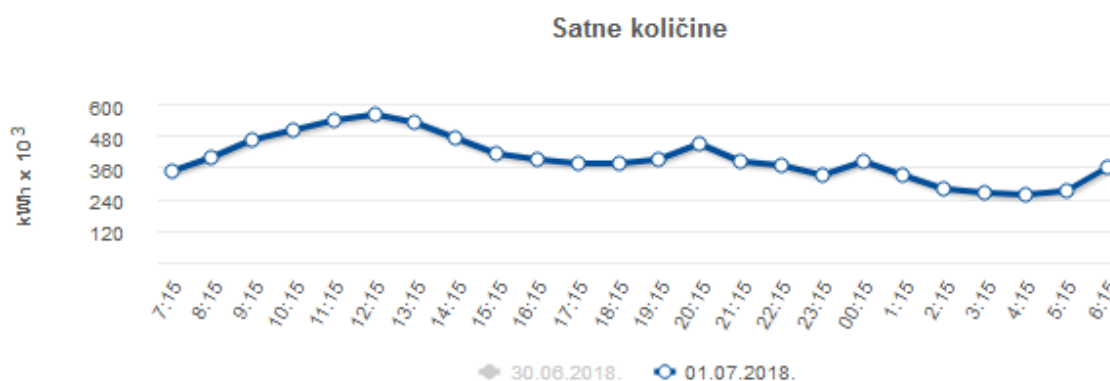
Imaju veliku važnost za operatere transportnog i distribucijskog sustava jer je na njima moguće unaprijed pretpostaviti potrošnju i opterećenje sustava.

Na temelju toga oni mogu osigurati dovoljne kapacitete u transportnom sustavu i osigurati opskrbu plinom svim potrošačima, kao što im je to zakonski propisano, bez da dođe do prevelikog opterećenja sustava ili manjka plina u mreži.



Slika 12. Dijagram satne potrošnje prirodnog plina 01.01.2018. [2]

U zimskim se mjesecima maksimum potrošnje u prosijeku doseže u jutarnjim satima, dok potrošnja naglo pada u večernjim satima i drži se konstantna do jutra. Tijekom noći temperatura prostora se održava na nižoj temperaturi jer ona utječe na termoregulaciju tijela i uvjetuje kvalitetniji san kao što je to i znanstveno dokazano. Kako ljudsko tijelo drugačije reagira kada je aktivno, potrebno je doseći višu temperaturu okoline kako bi se zadovoljila potreba za termalnim komforom. U jutarnjim satima temperatura prostorije je znatno niža od one koju ljudsko tijelo zahtjeva te je potrebno zagrijati prostoriju. Na grafičkom prikazu (slika 12.) je prikazana ta potrošnja i znatno je viša od one tijekom noći te se održava kontinuiranom tijekom dana kako bi se prostor održao na stalnoj temperaturi. Ukupnoj potrošnji doprinose poslovna poduzeća i javne ustanove u kojima je karakter potrošnje sličan kao u kućanstvima, jer su to prostori u kojima ljudi obitavaju pretežito od jutarnjih do ranijih večernjih sati.



Slika 13. Dijagram satne potrošnje prirodnog plina 01.07.2018. [2]

Pri višim temperaturama okoline, u kasno proljeće i ljeti, maksimum potrošnje plina se postiže oko podneva, a potrošnja tijekom ostatka dana je približno jednolika. Konstantan iznos uvjetovan je postojanjem potrošača koji imaju kontinuiranu potrošnju tijekom cijele godine neovisno o vanjskoj temperaturi kao što je to ranije objašnjeno (slika 13.).

Na dijagramima potrošnje (slika 12. i 13.) vidljiva je velika razlika u maksimalnoj, ukupnoj potrošnji. Ukupna potrošnja je 01.01.2018. iznosila 41.007.624 kWh, a 01.07.2018. 9.399.465 kWh, što je četiri puta manje u odnosu na siječanj. U ovim brojevima je jasno vidljiva ovisnost potrošnje plina u ovisnosti o vanjskoj temperaturi i koliko ona raste s povećanjem temperature jer je 01.01.2018. prosječna dnevna temperatura iznosila 11 °C, dok je 01.07.2018. ona bila 21 °C.

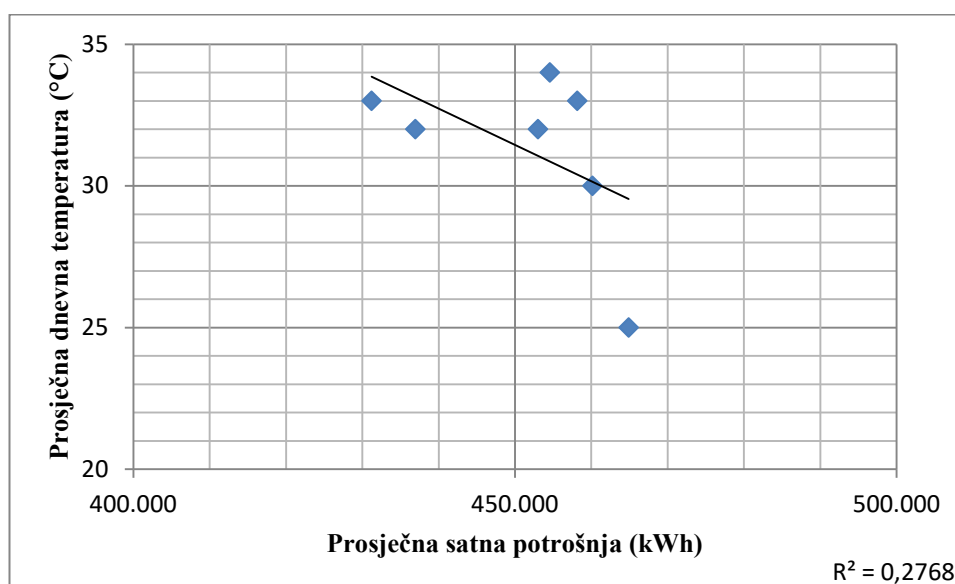
### 3. OVISNOST POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA O TEMPERATURI OKOLINE

Praćenjem temperature i dnevne potrošnje plina unutar 365 dana u godini dobivamo sliku kako se potrošnja povećava ili smanjuje. Ona u danim tablicama obuhvaća sve korisnike spojene na transportni i distribucijski sustav u Republici Hrvatskoj, a prosječna temperatura okoline dana je za grad Zagreb. Sve tablice i dijagrami rađeni su u programu Microsoft Office Excel 2007 te su korišteni podaci dobiveni iz <https://www.timeanddate.com/weather/croatia/zagreb/historic> i <http://www.plinacro.hr/default.aspx?id=6>.

### 3.1. Potrošnja plina u ljetnim mjesecima

Tablica 4. Potrošnja prirodnog plina u ovisnosti o prosječnoj temperaturi okoline u periodu viših ljetnih temperatura [2], [5]

Datum	Maksimalna satna potrošnja (kWh)	Ukupna dnevna potrošnja (kWh)	Prosječna satna potrošnja (kWh)	Prosječna dnevna temperatura (°C)	Prosječna noćna temperatura (°C)	Srednja temperatura (°C)
10.7.2017	559.069	10.349.123	431.213	33	21	27
11.7.2017	605.833	10.872.451	453.019	32	20	26
12.7.2017	614.074	11.043.788	460.158	30	18	24
13.7.2017	635.155	11.157.674	464.903	25	21	23
19.7.2017	621.220	10.995.944	458.164	33	20	26,5
20.7.2017	628.378	10.909.766	454.574	34	19	26,5
21.7.2017	618.664	10.486.767	436.949	32	20	26

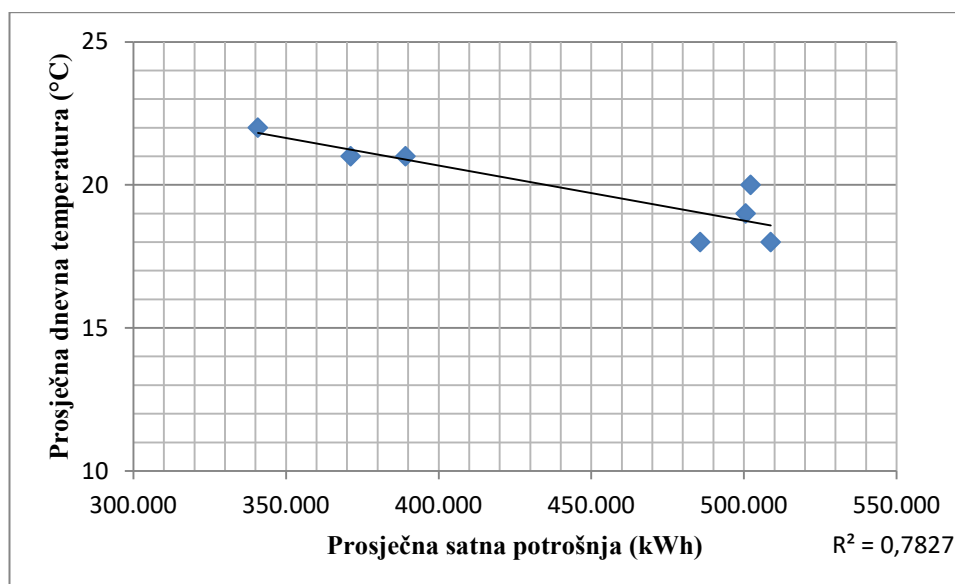


Slika 14. Ovisnosti potrošnje plina o temperaturi okoline u periodu viših ljetnih temperatura



Tablica 5. Potrošnja prirodnog plina u ovisnosti o prosječnoj temperaturi okoline u periodu nižih ljetnih temperatura [2], [5]

Datum	Maksimalna satna potrošnja (kWh)	Ukupna dnevna potrošnja (kWh)	Prosječna satna potrošnja (kWh)	Prosječna dnevna temperatura (°C)	Prosječna noćna temperatura (°C)	Srednja temperatura (°C)
23.6.2018	498.870	8.908.239	371.177	21	13	17
24.6.2018	502.880	8.178.547	340.773	22	15	18,5
25.6.2018	488.644	9.339.445	389.144	21	12	16,5
26.6.2018	658.132	12.052.750	502.198	20	16	18
27.6.2018	671.117	12.210.560	508.773	18	16	17
28.6.2018	654.165	12.013.673	500.570	19	17	18
29.6.2018	648.017	11.656.263	485.678	18	17	17,5



Slika 15. Grafički Ovisnosti potrošnje plina o temperaturi okoline u periodu nižih ljetnih temperatura

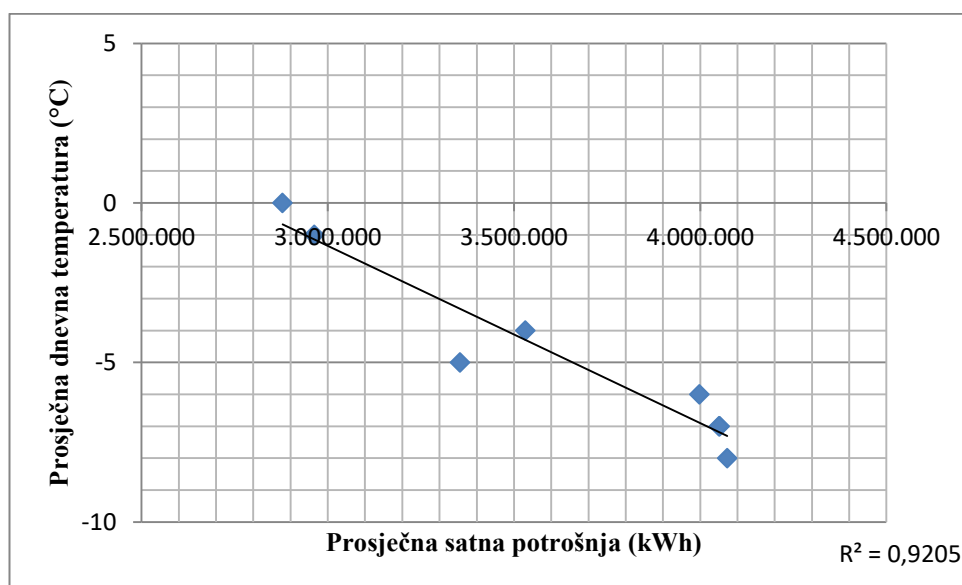
Tablice 4. i 5. obuhvaćaju potrošnju plina u ljetnim mjesecima u periodima viših i nižih temperatura u odnosu na prosječne. U oba perioda opaža se približno jednolika ukupna i prosječna, satna potrošnja plina. Kao što je već navedeno, uzroci takvih trendova su potrošnja prirodnog plina u industrijskoj proizvodnji čija se postrojenja ne isključuju tijekom godine pa postoji kontinuirana potrošnja u iznosu od 9.000 do 12.000 kWh.

Postoje manja odstupanja između ukupne potrošnje u ovisnosti o temperaturi, no ona iznose svega oko nekoliko tisuća kilovatsati. U tu potrošnju ubraja se doprinos potrošnje prirodnog plina u kućanstvima na djelatnostima koje ne uključuju grijanje prostora.

### 3.2. Potrošnja plina u zimskim mjesecima

Tablica 6. Potrošnja prirodnog plina u ovisnosti o prosječnoj temperaturi okoline u periodu nižih zimskih temperatura [2], [5]

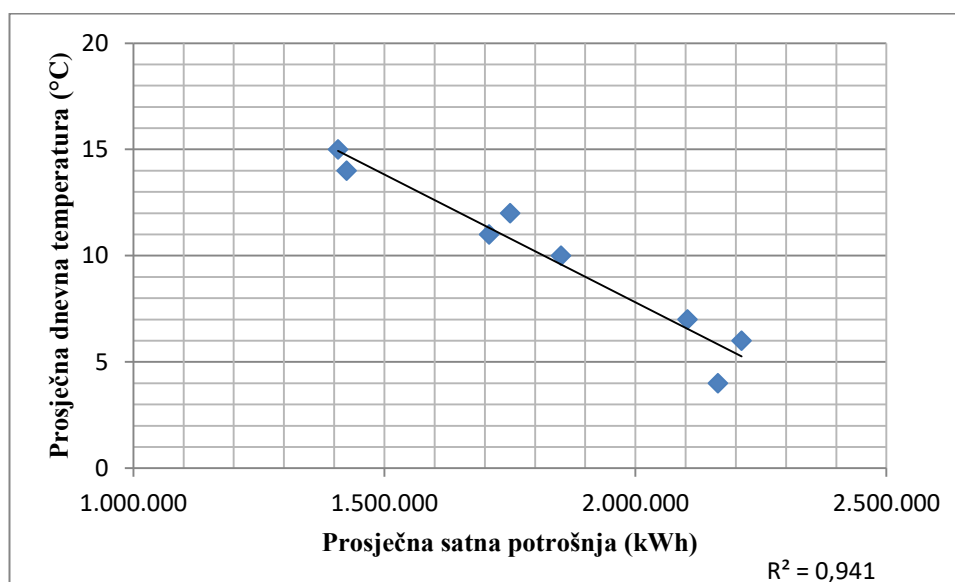
Datum	Maksimalna satna potrošnja (kWh)	Ukupna dnevna potrošnja (kWh)	Prosječna satna potrošnja (kWh)	Prosječna dnevna temperatura (°C)	Prosječna noćna temperatura (°C)	Srednja temperatura (°C)
23.2.2018	3.732.101	69.080.591	2.878.358	0	0	0
24.2.2018	3.625.048	71.131.885	2.963.829	-1	-3	-2
25.2.2018	4.033.648	80.521.446	3.355.060	-5	-8	-6,5
26.2.2018	4.782.600	97.740.095	4.072.504	-8	-9	-8,5
27.2.2018	4.884.467	97.256.013	4.052.334	-7	-11	-9
28.2.2018	4.974.581	97.210.686	4.050.445	-7	-15	-11
1.3.2018	5.033.888	95.947.544	3.997.814	-6	-7	-6,5
2.3.2018	4.562.473	84.731.708	3.530.488	-4	-4	-4



Slika 16. Ovisnosti potrošnje plina o temperaturi okoline u periodu nižih zimskih temperatura

Tablica 7. Potrošnja prirodnog plina u ovisnosti o prosječnoj temperaturi okoline u periodu viših zimskih temperatura [2], [5]

Datum	Maksimalna satna potrošnja (kWh)	Ukupna dnevna potrošnja (kWh)	Prosječna satna potrošnja (kWh)	Prosječna dnevna temperatura (°C)	Prosječna noćna temperatura (°C)	Srednja temperatura (°C)
31.12.2017	2.625.027	44.445.869	1.851.911	10	8	9
1.1.2018	2.105.911	41.007.624	1.708.651	11	6	8,5
2.1.2018	2.676.319	50.489.757	2.103.740	7	3	5
3.1.2018	3.041.764	53.075.483	2.211.478	6	2	4
4.1.2018	3.011.468	51.945.835	2.164.410	4	6	5
5.1.2018	2.629.147	42.012.982	1.750.541	12	9	10,5
6.1.2018	1.960.011	33.786.048	1.407.752	15	9	12
7.1.2018	1.898.636	34.196.003	1.424.833	14	6	10



Slika 17. Ovisnosti potrošnje plina o temperaturi okoline u periodu viših zimskih temperatura

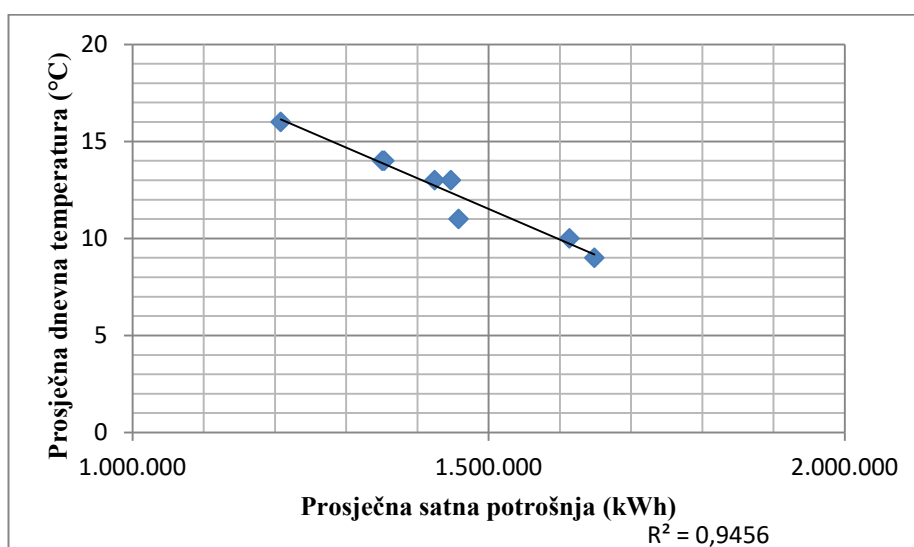
Iz tablica 6. i 7. moguće je zaključiti da u zimskim mjesecima potrošnja plina značajno varira ovisno o vanjskoj temperaturi. U tablici 6. uočljiva je izrazito visoka ukupna potrošnja plina koja je maksimum dosegla na vrijednosti od 97.740.095 kWh, kada je prosječna dnevna temperatura iznosila -8 °C. Kako bi se stekao pobliži dojam o potrošnji dana, 23.02.2018. je dnevna temperatura iznosila 0 °C, a potrošnja je bila 69.080.591 kWh što je za gotovo trećinu manje.

Kada je temperatura u zimi bila iznadprosječno visoka, potrošnja plina se još više smanjivala pa je njen prosječni iznos bio oko 40.000 kWh ili manje na temperaturama iznad 10 °C. Uz gore navedenu potrošnju ljeti, moguće je oduzeti vrijednost od oko 9.000 do 12.000 kWh jer se toliki udio plina troši u industriji i kućanstvu na već navedene aktivnosti. Tako dobivamo poblizu sliku o udjelu temperaturno ovisnih korisnika plina u ukupnoj potrošnji i kako ona ovisi o vanjskoj temperaturi.

### 3.3. Potrošnja plina u prijelaznim razdobljima između godišnjih doba

Tablica 8. Potrošnja prirodnog plina u ovisnosti o prosječnoj temperaturi okoline u periodu od 30.10.2017. do 06.11.2017. [2], [5]

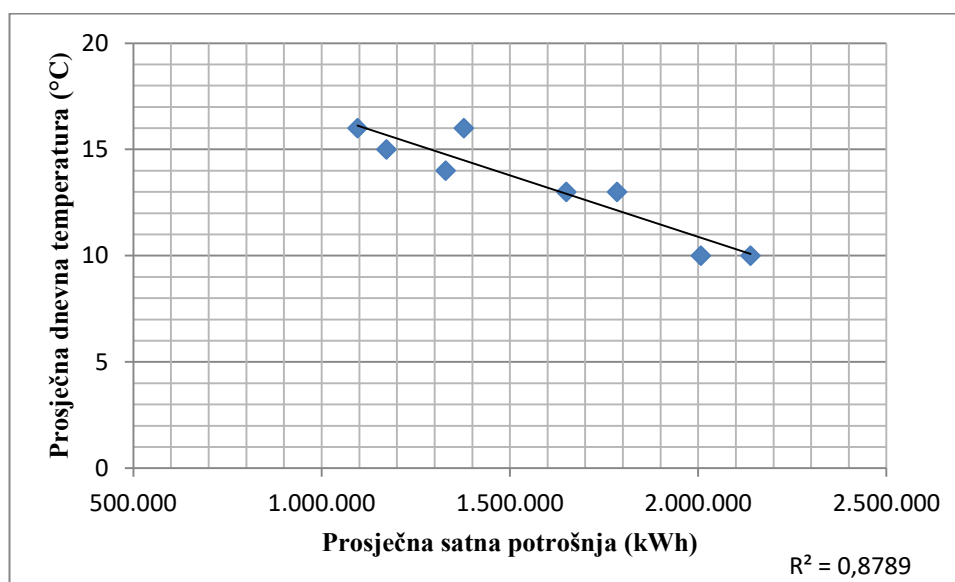
Datum	Maksimalna satna potrošnja (kWh)	Ukupna dnevna potrošnja (kWh)	Prosječna satna potrošnja (kWh)	Prosječna dnevna temperatura (°C)	Prosječna noćna temperatura (°C)	Srednja temperatura (°C)
30.10.2017	1.966.196	34.993.547	1.458.064	11	2	6,5
31.10.2017	2.448.082	38.729.391	1.613.725	10	1	5,5
1.11.2017	2.005.551	32.421.977	1.350.916	14	3	8,5
2.11.2017	2.319.806	34.734.813	1.447.284	13	9	11
3.11.2017	2.022.938	34.188.916	1.424.538	13	5	9
4.11.2017	2.022.771	32.489.673	1.353.736	14	6	10
5.11.2017	1.672.797	28.999.531	1.208.314	16	8	12
6.11.2017	2.117.992	39.570.061	1.648.753	9	8	8,5



Slika 18. Ovisnosti potrošnje plina o temperaturi okoline u periodu od 30.10.2017. do 06.11.2017.

Tablica 9. Potrošnja prirodnog plina u ovisnosti o prosječnoj temperaturi okoline u periodu od 26.03.2018. do 02.04.2018. [2], [5]

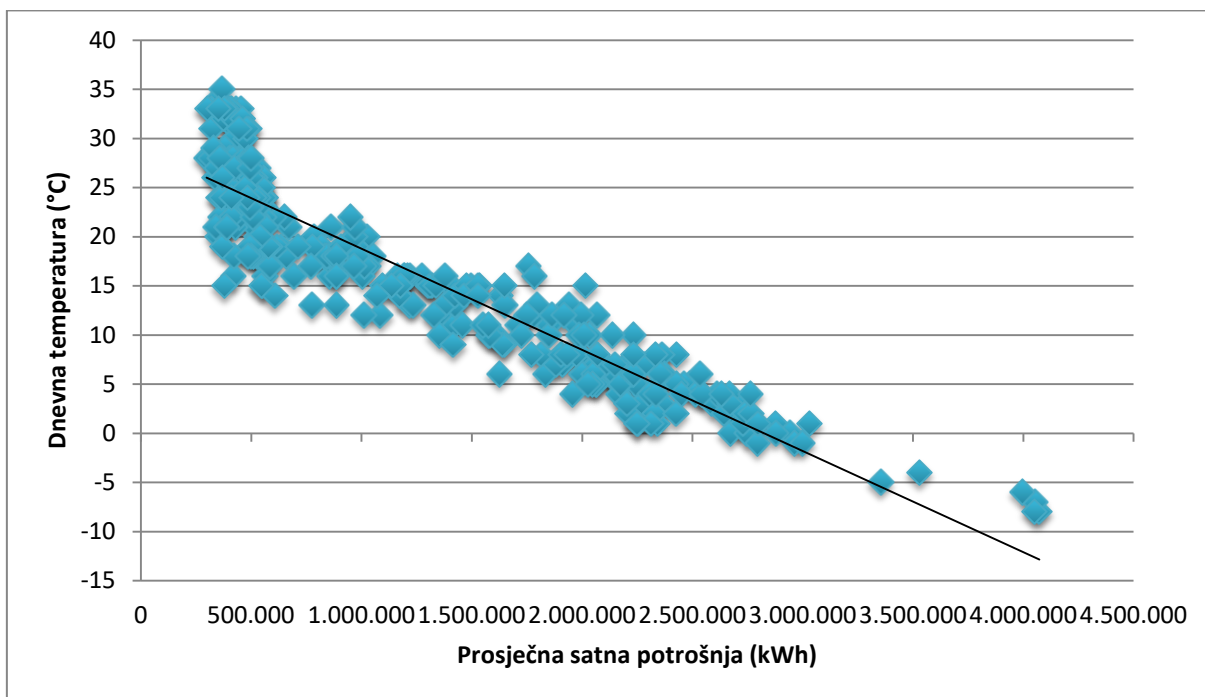
Datum	Maksimalna satna potrošnja (kWh)	Ukupna dnevna potrošnja (kWh)	Prosječna satna potrošnja (kWh)	Prosječna dnevna temperatura (°C)	Prosječna noćna temperatura (°C)	Srednja temperatura (°C)
26.3.2018	3.168.916	51.338.154	2.139.090	10	5	7,5
27.3.2018	2.937.194	48.174.681	2.007.278	10	3	6,5
28.3.2018	2.976.258	42.830.801	1.784.617	13	10	11,5
29.3.2018	2.328.366	39.598.347	1.649.931	13	10	11,5
30.3.2018	2.238.687	33.067.676	1.377.820	16	11	13,5
31.3.2018	1.654.582	31.906.302	1.329.429	14	8	11
1.4.2018	1.789.502	28.133.812	1.172.242	15	8	11,5
2.4.2018	1.641.525	26.292.154	1.095.506	16	11	13,5



Slika 19. Ovisnosti potrošnje plina o temperaturi okoline u periodu 26.03.2018. do 02.04.2018.

Za vrijeme prijelaza iz godišnjih doba specifične su skokovite promjene vanjske temperature. Dolazi do naglog pada ili rasta temperature pa se kod takvih promjena vidi linearni pad potrošnje s porastom temperature kao u ljeti i zimi.

### 3.4. Ovisnost potrošnje o temperaturi tijekom 365 dana



Slika 20. Ovisnosti prosječne satne potrošnje prirodnog plina u kWh o prosječnoj dnevnoj temperaturi

Ovisnost potrošnje plina u temperaturi okoline je približno linearna, što je vidljivo u grafičkom prikazu ovisnosti dvije veličine, te prethodni dijagrami potkrepljuju činjenicu da sezona grijanja u Republici Hrvatskoj traje od 10. do 4. mjeseca. Najmanja prosječna satna potrošnja zabilježena je 06.08.2018. u iznosu od 297.146 kWh, kada je prosječna dnevna temperatura bila 28 °C, dok je 26.02.2018. potrošnja bila najveća. Tada je prosječna dnevna temperatura iznosila -8 °C, a potrošnja je bila 4.072.504 kWh, što je 14 puta više od iznosa minimalne potrošnje. Dolazi do manjih odstupanja od linearne ovisnosti, ali su ona zanemariva. Potrošnja plina je gotovo jednaka i iznosi oko 500.000 kWh iznad 20 °C jer se na toj temperaturi kod većine ljudi zadovoljava termalni komfor pa više ne postoji potreba za zagrijavanjem prostora u kojem osoba boravi. Zagrijavanjem okoline, po potrebi i zbog osobnog komfora, korisnici upotrebljavaju klimatizacijske uređaje za rashlađivanje prostora koji troše električnu energiju, a minimalna potrošnja koja se u ljeti drži konstantna ostvaruje se potrošnjom plina u energetici ili u kućanstvu u ostale svrhe.

#### 4. ZAKLJUČAK

Prirodni plin ima široku primjenu u brojnim aspektima ljudskog života te je njegovo korištenje preduvjet razvoja industrije brojnih država, ali i funkcioniranja svakodnevnog života brojnih građana koji ga koriste kao energent u svojim kućanstvima. Kako bi se osigurala sigurna dobava plina svima koji ga koriste, postoji razgranata distribucijska mreža koja se kontinuirano unaprjeđuje u svrhu održavanja kvalitete proizvoda. Brojne države nemaju dovoljne količine plina da zadovolje vlastite potrebe pa je potrebno kupovati i uvoziti plin od država izvoznica, a kada postoji manja potreba za plinom, on se sprema u posebno konstruiranim skladištima kako bi se mogao iskoristiti tijekom veće potrošnje. Ovisno o količini plina, varira opterećenje mreže te je potrebno poznavati karakteristike potrošnje koje operateru sustava omogućuju da predvidi koliko je plina potrebno poslati u sustav i kakve kapacitete osigurati. Potrošnja se mijenja promjenom temperature okoliša u kojemu ljudi borave jer je potrebno zadovoljiti određene zahtjeve iznosa temperature u prostoriji koje korisniku odgovara. Iz svega navedenog, moguće je zaključiti da se smanjenjem okolne temperature potrošnja povećava približno linearno te u zimskim mjesecima doseže svoju maksimalnu vrijednost. Tijekom ljetnih mjeseci postoji potrošnja određenog iznosa koja se drži konstantnom i njeno postojanje se može objasniti jer se dio plina, osim na zagrijavanje prostora u stambenim i poslovnim prostorima, upotrebljava u industriji, prometu i neenergetskim djelatnostima. Kada bi se taj iznos oduzeo od potrošnje u hladnijim dijelovima godine, konačni iznos bi govorio o potrošnji koja ovisi isključivo o temperaturi okoline. Zbog dobivanja cjelokupne slike o ovisnosti potrošnje o temperaturi potrebno je definirati strukturu potrošnje te broj i udio pojedinih vrsta potrošača. U Hrvatskoj najveću potrošnju imaju korisnici spojeni na distribucijski sustav zbog manje razvijenih industrijskih djelatnosti u kojima se on koristi. Kada se uspoređi potrošnja Hrvatske i ostalih država Europske unije, vidljivo je da industrijski razvijenije države s većim brojem stanovnika imaju uočljivo veću potrošnju, a kada se gleda na globalnoj razini, najveći potrošači plina su ujedno i oni s najvećim zalihama. Iz svega navedenog vidljivo je da velik broj faktora utječe na potrošnju te je, osim vanjske temperature, potrebno uzeti u obzir brojne aspekte koji ju definiraju.

## 5. LITERATURA

- [1] Kranjčec, A., Plinacro, Desetogodišnji plan razvoja plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske 2017. – 2026., Zagreb, (ožujak, 2017.)
- [2] <http://www.plinacro.hr/default.aspx?id=6> (pristup 19. 07. 2018.)
- [3] Hrvatska energetska regulatorna agencija, Godišnje izvješće za 2016. godinu, Zagreb (lipanj 2017.)
- [4] Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Energija u Hrvatskoj, 2016. Godišnji energetske pregled, (2016.)
- [5] <https://www.timeanddate.com/weather/croatia/zagreb/historic> (pristup 20.08.2018.)
- [6] <http://www.hep.hr/plin/o-nama/djelatnosti-hep-plina/distribucija-plina/1534> (pristup 18.07.2018.)
- [7] Sutlović, I., Energetika, Interna skripta, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, (2010.) 56-57.
- [8] Hrvatska stručna udruga za plin, Plinsko gospodarstvo Republike Hrvatske, 2016.
- [9] [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Main\\_Page](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Main_Page) (pristup 19.07.2018.)
- [10] <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/natural-gas/natural-gas-consumption.html> (pristup 21.07.2018.)
- [11] <https://www.statista.com/> (pristup 22.07.2018.)



## **ŽIVOTOPIS**

Tea Pendić [REDACTED] Osnovnu školu završila je u Zagrebu, 2011. godine upisuje Gimnaziju Tituša Brezovačkog. Po završetku srednjoškolskog obrazovanja, 2014. godine upisuje preddiplomski studij Kemijskog inženjerstva na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu. Studentsku praksu odradila je u Nastavnom zavodu za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar na Odjelu za zdravstvenu ispravnost i kvalitetu voda.