



Prijelazni instrument
Europske unije za Hrvatsku

STRATEGIJA PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA

*Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike
za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema
Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama*

www.prilagodba-klimi.hr



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

Prijelazni instrument, Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama

Utjecaj klimatskih promjena i ranjivost sektora energetike te moguće mjere prilagodbe

Goranka Tropčić Zekan, dipl.ing.stroj.

Varaždin, 21. ožujak 2017. godine

Ovaj projekt financira Europska unija

Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost Eptisa Adria d.o.o. i ne predstavlja nužno stav Europske unije.



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

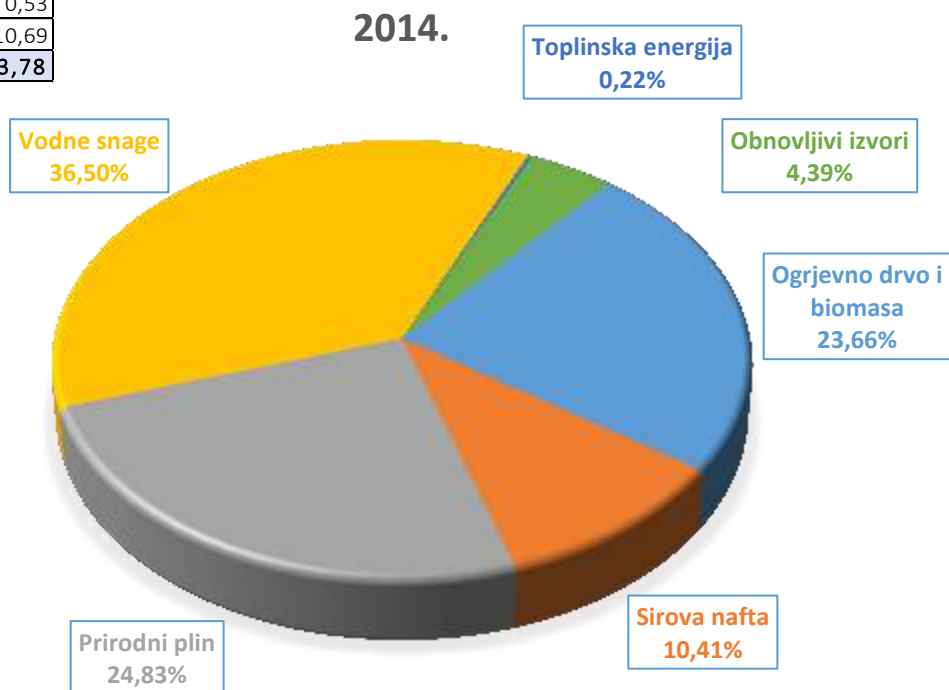
ENERGETSKA STATISTIKA REPUBLIKE HRVATSKE





UKUPNA PROIZVODNJA PRIMARNE ENERGIJE

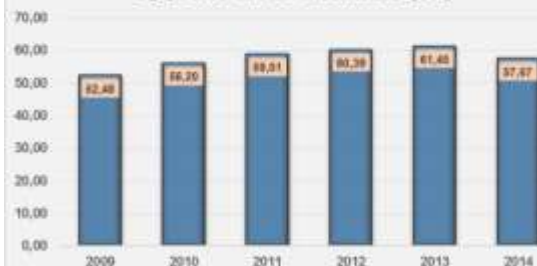
Godina	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
	PJ					
Ogrjevno drvo i biomasa	52,48	56,20	59,01	60,39	61,45	57,67
Sirova nafta	33,07	30,69	28,37	25,62	25,71	25,38
Prirodni plin	93,50	93,88	85,02	69,19	63,11	60,52
Vodne snage	72,32	87,24	47,58	47,32	84,92	88,99
Toplinska energija	0,54	0,63	0,61	0,62	0,63	0,53
Obnovljivi izvori	1,30	2,63	2,97	5,66	7,70	10,69
UKUPNO	253,21	271,26	223,56	208,80	243,52	243,78



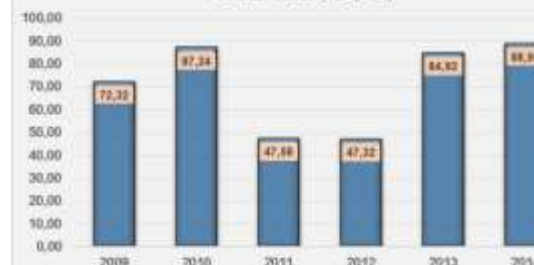


UKUPNA PROIZVODNJA PRIMARNE ENERGIJE

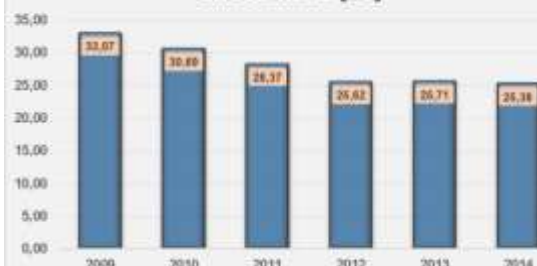
Ogrjevno drvo i biomasa [PJ]



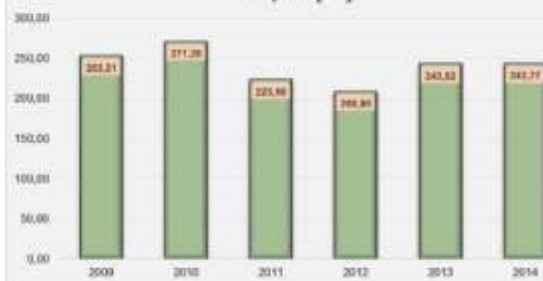
Vodne snage [PJ]



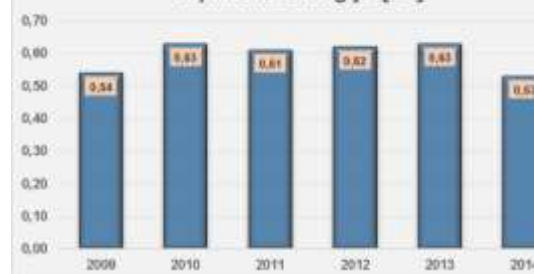
Sirova nafta [PJ]



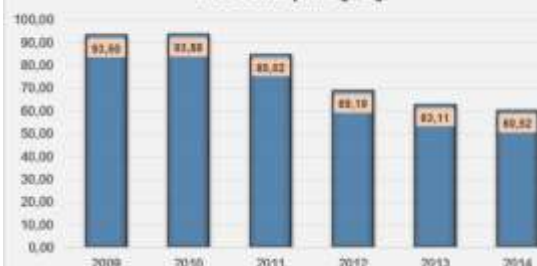
Ukupno [PJ]



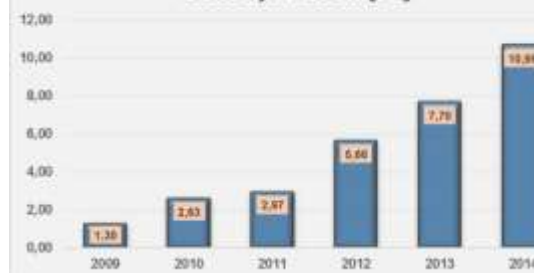
Toplinska energija [PJ]



Prirodni plin [PJ]

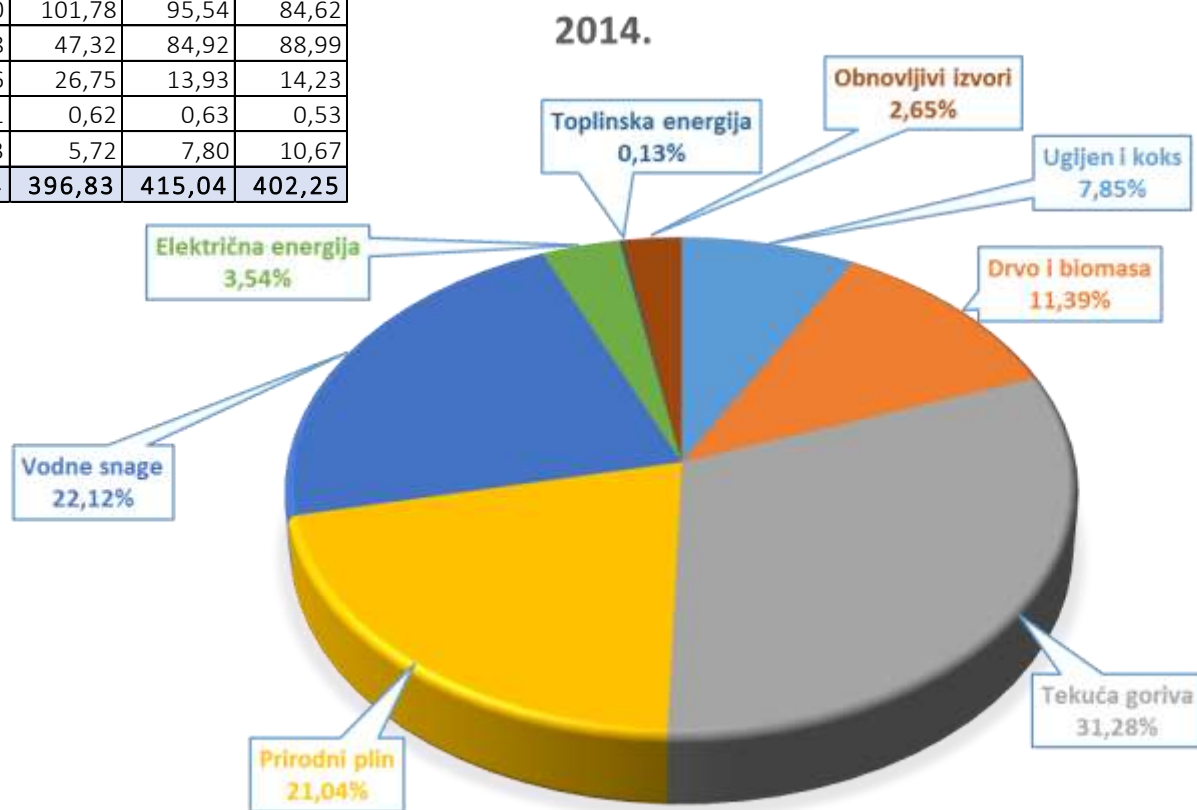


Obnovljivi izvori [PJ]



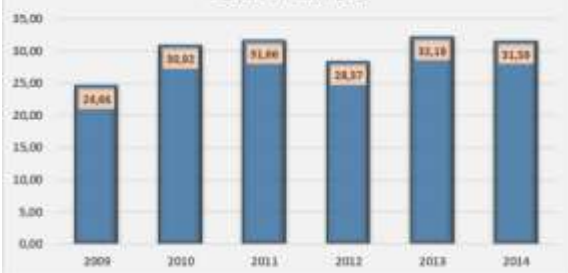
UKUPNA **POTROŠNJA** PRIMARNE ENERGIJE

Godina	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
	PJ					
Ugljen i koks	24,66	30,92	31,66	28,37	32,18	31,59
Drvo i biomasa	48,93	52,29	51,50	52,10	51,67	45,82
Tekuća goriva	178,04	152,54	149,30	134,17	128,37	125,80
Prirodni plin	102,15	111,37	108,60	101,78	95,54	84,62
Vodne snage	72,32	87,24	47,58	47,32	84,92	88,99
Električna energija	18,01	14,28	25,76	26,75	13,93	14,23
Toplinska energija	0,54	0,63	0,61	0,62	0,63	0,53
Obnovljivi izvori	1,39	2,24	2,83	5,72	7,80	10,67
UKUPNO	446,04	451,51	417,84	396,83	415,04	402,25

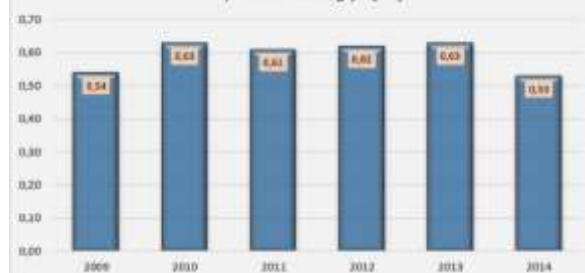


UKUPNA **POTROŠNJA** PRIMARNE ENERGIJE

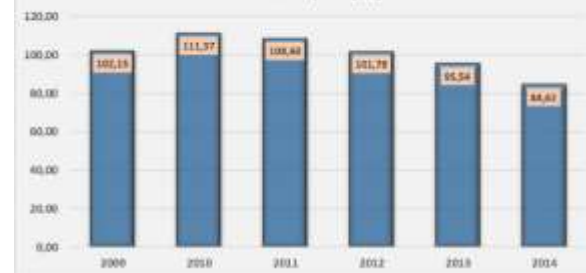
Ugljen i koks [PJ]



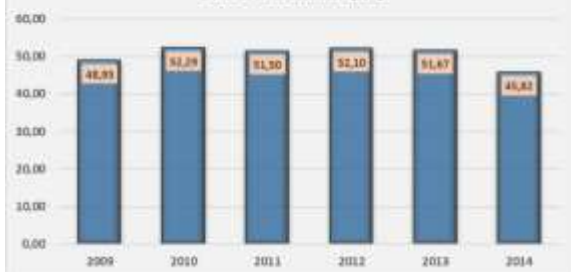
Toplinska energija [PJ]



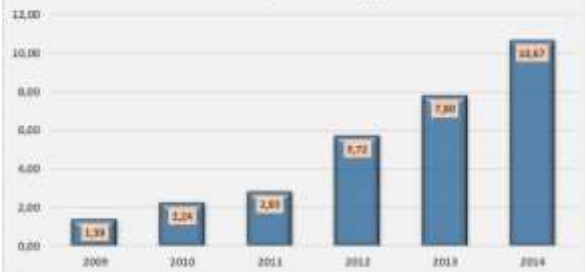
Prirodni plin [PJ]



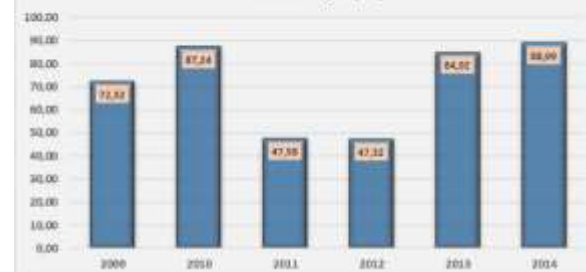
Drvo i biomasa [PJ]



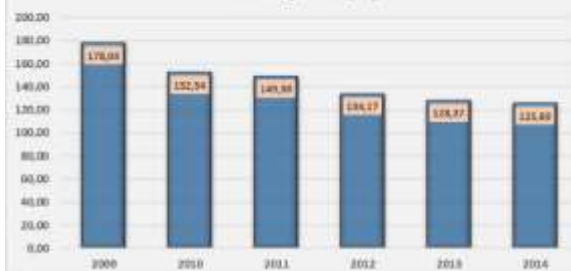
Obnovljivi izvori [PJ]



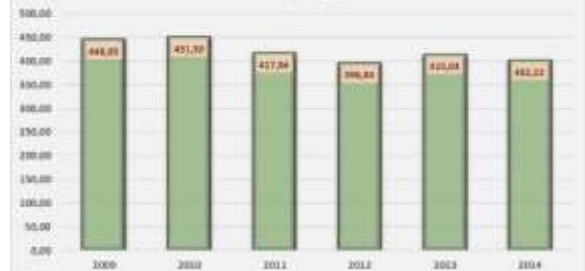
Vodne snage [PJ]



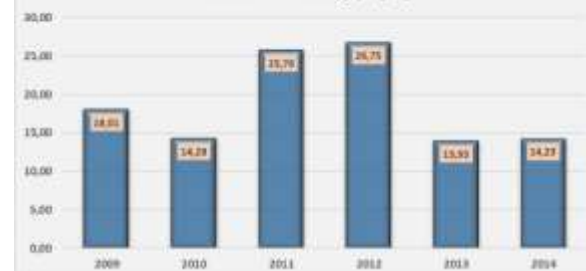
Tekuća goriva [PJ]



Ukupno [PJ]



Električna energija [PJ]



NEPOSREDNA **POTROŠNJA** ENERGIJE

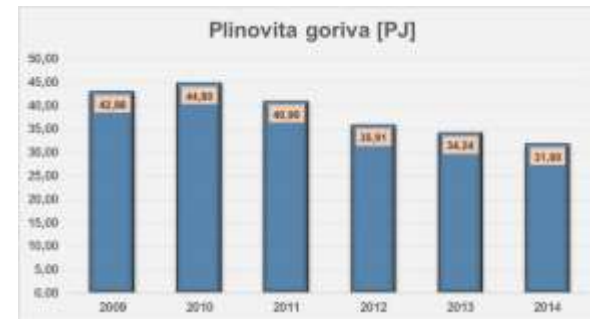
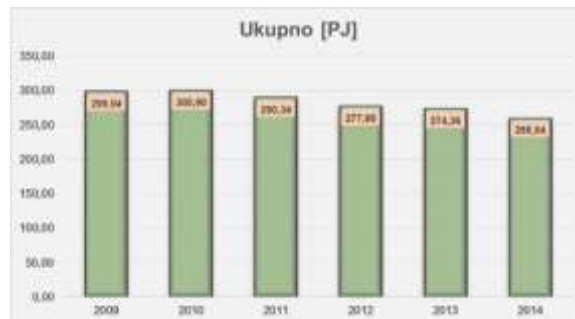
Godina	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
	PJ					
Ugljen i koks	9,18	9,54	8,42	7,84	8,92	8,66
Ogrjevno drvo i biomasa	47,49	50,80	49,42	51,27	50,56	44,74
Ostali obnovljivi izvori	0,32	0,50	0,54	0,59	0,63	0,83
Tekuća goriva	122,59	116,86	113,88	107,56	107,28	104,35
Plinovita goriva	42,98	44,80	40,90	35,91	34,24	31,80
Električna energija	55,76	57,04	56,58	55,19	54,18	53,34
Toplinska energija	20,72	21,35	20,61	19,30	18,57	16,84
UKUPNO	299,04	300,90	290,34	277,66	274,36	260,54

2014.

Električna energija
20,47%Plinovita goriva
12,20%Toplinska energija
6,46%Ugljen i koks
3,32%Ogrjevno drvo i
biomasa
17,17%Ostali obnovljivi izvori
0,32%Tekuća goriva
40,05%



NEPOSREDNA **POTROŠNJA** ENERGIJE





ELEKTRIČNA ENERGIJA

PROIZVODNI KAPACITETI ZA POTREBE REPUBLIKE HRVATSKE U SASTAVU HEP GRUPE

KAPACITETI ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE	RASPOLOŽIVA SNAGA	UDIO	PROIZVEDENA ELEKTRIČNA ENERGIJA U 2014.
	MW	%	GWh
HIDROELEKTRANE (HE)	2.188,5	52,0	9.067,9
TERMoeLEKTRANE (TE)	1.479,0	35,2	1.449,7
TE PLOMIN d.o.o. (B)	192,0	4,6	1.440,8
UKUPNO U REPUBLICI HRVATSKOJ	3.859,5	91,7	11.958,4
MUKLEARNA ELEKTRANA KRŠKO (NE KRŠKO) - 50%	348,0	8,3	3.030,2
UKUPNO	4.207,5	100,0	14.988,6

ELEKTRANE NA OBNOVLJIVE IZVORE U REPUBLICI HRVATSKOJ (NISU U SASTAVU HEP GRUPE)

ELEKTRANE	INSTALIRANA SNAGA	PROIZVEDENA ELEKTRIČNA ENERGIJA U 2014.
	MW	GWh
ELEKTRANE NA BIOMASU	7,7	50,2
ELEKTRANE NA BIOPLIN	16,7	114,5
MALE HIDROELEKTRANE*	4,5	18,2
SUNČANE ELEKTRANE	33,5	35,2
VJETROELEKTRANE (VE)	339,3	730,0
UKUPNO	401,7	948,1

* Ne uključuje male HE (<10 MW) u sastavu HEP grupe



ELEKTRIČNA ENERGIJA - HIDROELEKTRANE

HIDROELEKTRANE U SASTAVU HEP GRUPE



HE VARAŽDIN / Sračinec (1975. god)

- Drava: Ormož – Varaždin
- snaga: 94 MW
- godišnja proizvodnja (2014.): 636 GWh

HE ČAKOVEC / Orehovica (1982. god)

- Drava: Varaždin - Hrženica
- snaga: 76 MW
- godišnja proizvodnja (2014.): 511 GWh

HE DUBRAVA / Sveta Marija (1989-91. god)

- Drava: Hrženica – Donja Dubrava
- snaga: 76 MW
- godišnja proizvodnja (2014.): 511 GWh



OSTALE KOGENEACIJSKE ELEKTRANE U REPUBLICI HRVATSKOJ

ELEKTRANE	INSTALIRANA SNAGA	PROIZVODNJA U 2014.	GORIVO
	MW	GWh	
TERMOELEKTRANE (plin, tekuća goriva, ugljen, drvo)			
Belišće d.d., Belišće	31,0	18,9	prirodni plin/drveni otpad
Viro d.o.o., Virovitica	8,0	19,8	prirodni plin
INA Rafinerija nafte, Rijeka	40,5	109,0	prirodni plin/loživo ulje
Tvornica šećera Osijek d.o.o.	18,5	19,7	ugljen
INA d.d. Naftaplin CPS Molve, Đurđevac	11,1	53,7	prirodni plin
INA d.d. Pogon Etan, Ivanić Grad	8,0	8,8	prirodni plin
Petrokemija d.d., Kutina	35,0	80,2	prirodni plin/loživo ulje
Sladorana d.d. Županja	10,0	15,2	prirodni plin
Termoplin d.d., Varaždin	0,03	0,04	prirodni plin
Energo d.o.o., Rijeka	0,5	1,2	prirodni plin
Kogeneracija Tomašci Osatina Grupa d.o.o.	1,8	2,9	prirodni plin
"Staklenik" Osatina Grupa d.o.o.	0,7	4,2	prirodni plin
UKUPNO	165,1	333,6	



ELEKTRIČNA ENERGIJA – KAPACITETI MREŽE

KAPACITETI PRIJENOSNE MREŽE HOPS-a

NAPONSKA RAZINA	400 kV	220 kV	110 kV	Srednji napon	Ukupno
Duljina vodova [km]*	1.247	1.213	5.188	11	7.659
Broj TS	6	14	136		156

* Ukupne duljine vodova odnose se na pogonski napon u nadležnosti HOPS-a, kao i broj TS te broj i snaga transformatora

KAPACITETI DISTRIBUCIJSKE MREŽE HEP – ODS-a

NAPONSKA RAZINA	110 kV	35 (30) kV	20 kV	10 kV	0,4 kV	Kućni priključci	Ukupno
Duljina vodova [km]*	10	4.668,3	7.025,1	28.906,3	62.191,1	32.982,6	135.783,7
Broj TS		321	4.822	20.388			25.531

*duljina vodova obuhvaća zbroj duljine nadzemnih vodova, kabela i podmorskih kabela iste naponske razine



PRIRODNI PLIN

BILANČNE REZERVE I PROIZVODNJA PRIRODNOG PLINA

PRIRODNI PLIN	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
	[10 ⁶ m ³]						
REZERVE	29.204,5	30.358,6	31.587,1	23.959,9	24.214,3	21.386,6	17.933,0
PROIZVODNJA	1.658,5	2.283,4	2.727,2	2.471,5	2.013,1	1.856,1	1.747,0

PROIZVODNI KAPACITETI CENTRALNIH PLINSKIH STANICA

PRIRODNI PLIN	INSTALIRANI KAPACITETI
	[10 ⁶ m ³ /dan]
Molve I	1
Molve III	5
UKUPNO	6

PROMJERI I DULJINE TRANSPORTNIH PLINOVODA U REPUBLICI HRVATSKOJ

DN [mm]	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	150	<150	UKUPNO
Duljina [km]	81	53	175	862	95	126	62	525	76	197	337	105	2694

KATEGORIZACIJA TRANSPORTNIH PLINOVA U REPUBLICI HRVATSKOJ

TRANSPORTNI PLINOVODI	MEĐUNARODNI	MAGISTRALNI	REGIONALNI	SPOJNI	UKUPNO
Duljina [km]	42	1.607	679	366	2.694

KATEGORIZACIJA TRANSPORTNIH PLINOVA U REPUBLICI HRVATSKOJ

DISTRIBUCIJSKI PLINOVODI	1995.	2000.	2005.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
Duljina [km]	6.690	13.526	15.045	16.594	16.813	17.043	17.242	17.616



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

OČEKIVANE KLIMATSKE PROMJENE





NAJVEĆA MIRNODOPSKA ŠTETA U HRVATSKOJ

Ledena kiša u Gorskom kotaru napravila štetu od čak 84,4 milijuna kuna

AUTOR: Hina DELIBALJANO 11.04.2014. u 14:55



Ledena kiša u veljači nanijela gotovo 100 milijuna kuna štete

AAA

Stradala je cijela 35 kV mreža, 80% 20 kV mreže i 50% 0,4 kV mreže u Gorskom kotaru.



© 2008 2014 = 1278

9. Zagreb

 Tadpole

HEP HOPS SINGO

Vežani sadržaj

- Nisi anjeg slobno dalekovod do čitra koji je jučer pušten u prostor.

• U Gorenjem kotaru najviše su

Stete na elektroenergetskim objektima uslijed ledene kiše čije posljedice su se najviše osjecale krajem siječnja i početkom veljače procijenjene su na gotovo sto milijuna kuna, stoji u detaljnom izvješću o štetama na elektroenergetskoj mreži koje je na portal dobio od MINGO-a, a koje su podnijeli HEP i HOPS. Prekidom opskrbe strujom bilo je ukupno pogođeno 28 120 stanovnika u općinama Čabar, Delnice, Vrbovsko, Brod Moravice, Fužine, Lokvi, Miklopolje, Ravna Gora i Skrad. Glavni uzrok oštećenja elektroenergetskih objekata bila je pojava značajnog većeg dodatnog tereta u odnosu na dodatni teret za koji su postrojenja projektirana i izgrađena. Preveliki dodatni teret rezultirao je prekidom voda, lomom vjetrove opreme, savijanjem i lomom stupova. Drugi uzrok oštećenja bio je veliki broj stabala koja su pod teretom leda padala na nadzemne vodove.

[illegible]





POPLAVE Jesu li svemu uzrok klimatske promjene ili...?

AUTOR: Hina OSMAVLJENO: 19.05.2014. u 19:34



ZAGREB - Katastrofalne poplave koje su u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini i Srbiji poplavile brojna naselja, te do sada odnijele više desetaka ljudskih života, mogu opet iznenaditi Hrvatsku jer nema uvjeta za hidrološku prognozu, proizlazi iz izjava

obzirom na to da je prognoza za ovakav događaj vrlo teška i da se ne može predviđati kada će se dogoditi. Međutim, stručnjaci upozoravaju da ako se ne poduzme odgovarajuća mjera, poplave će se ponoviti i u budućnosti.



METEOROLOGIJA

CRVENA UZBUNA U HRVATSKOJ Slijedi najopasniji udar ekstremne vrućine, a zatim nevrijeme

AUTOR: Jutarnji.hr OSMAVLJENO: 11.07.2016. u 23:27



Nakon izuzetno vrućeg ponedjeljka, tijekom kojega su temperature u većem dijelu države premašile 30 Celzijevih stupnjeva, meteorolozi najavljaju još pakelniji udarac.

Bit će sunčano i vruće, a ponajprije je u središnjim područjima moguć pokoj lokalni

grižnja. Ujutro će biti oblačno, a zatim će se razvedri. Uveče će biti oblačno i kišovito.



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

ISTRAŽIVANJA U PODRUČJU PRILAGODBE ENERGETSKOG SEKTORA KLIMATSKIM PROMJENAMA U REPUBLICI HRVATSKOJ



TRENUTNO STANJE

U RH se vrlo rijetko provode istraživanja i istraživački projekti u području **PRILAGODBE** energetskog sektora klimatskim promjenama.



Znatno više istraživačkih i znanstvenih projekata moguće je naći u području **UBLAŽAVANJA** klimatskih promjena, posebice na temu EnU i smanjenja emisije stakleničkih plinova.



Važeća (dosadašnja) zakonska regulativa prati problematiku **UBLAŽAVANJA**, ali ne i problematiku **PRILAGODBE** klimatskim promjenama.



Dosadašnja istraživanja odnose se uglavnom na utjecaj klimatskih promjena na proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora.





Sigurna opskrba energijom, kao i osiguravanje dostatne proizvodnje i isporuke energije potrebne za život, rad i poslovanje smatra se ključnim elementom javne sigurnosti, te je od interesa za Republiku Hrvatsku.

Od izuzetne je važnosti započeti sa intenzivnim i sustavnim istraživanjima utjecaja i rizika od klimatskih promjena u sektoru energetike, kao i mogućih mjera prilagodbe.

rizika od klimatskih promjena u sektoru energetike, kao i mogućih mjera prilagodbe.
Od izuzetne je važnosti započeti sa intenzivnim i sustavnim istraživanjima utjecaja i



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

PRIMJERI RANJIVOSTI ENERGETSKOG SEKTORA NA KLIMATSKE PROMJENE





UTJECAJ SMANJENJA KOLIČINE OBORINA U LJETNOM PERIODU

- manji doprinos HE uz istovremeno povećanje potrebe za električnom energijom u ljetnim mjesecima (veća potrošnja radi globalnog porasta temperature)
- problem sa sustavom protočnog hlađenja termoelektrana



POVEĆANJE KOLIČINA OBORINA U ZIMSKOM I PRIJELAZNIM PERIODIMA

- mogućnost poplava (štete u proizvodnji, prijenosu i distribuciji energije, prekidi distribucije)



UTJECAJ POJAČANOG INTENZITETA VJETROVA NA VJETROELEKTANE I DISTRIBUCIJSKU MREŽU

- povećanje srednje brzine vjetra pozitivno utječe na proizvodnju električne energije ali do određenih vrijednosti brzine vjetra
- očekuje se negativan utjecaj zbog povećanog broja oštećenja nadzemnih vodova
- problemi u priobalnom pojasu radi posolice



EKSTREMNI KLIMATSKI DOGAĐAJI – UTJECAJ NA PROIZVODNJU ENERGIJE

- fizička oštećenja zbog oluja ili poplava, promjenu dostupnosti materijala potrebnog za proces proizvodnje uključivo vode i dizelskog goriva



EKSTREMNI KLIMATSKI DOGAĐAJI - UTJECAJ NA PRIJENOS I DISTRIBUCIJU

- od fizičkog utjecaja visokih temperature na kablove do smanjenja transmisivne efikasnosti vodiča,
- oštećenja i prekidi radi ledoloma, oluja, vjetroloma, šumskih požara i ostalih ekstremnih događaja....



UTJECAJ NA DRUŠTVO I GOSPODARSTVO

- prekid dostave energije i/ili nestabilnost sustava
- znatni porast cijena energije



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

PRIMJERI MJERA PRILAGODBE ENERGETSKOG SEKTORA KLIMATSKIM PROMJENAMA





ADMINISTRATIVE I ORGANIZACIJSKE MJERE

KONTINUIRANO OJAČAVANJE MEĐUSEKTORSKE SURADNJE

DOKUMENTIRANJE I ANALIZA PRETHODNIH ISKUSTVA

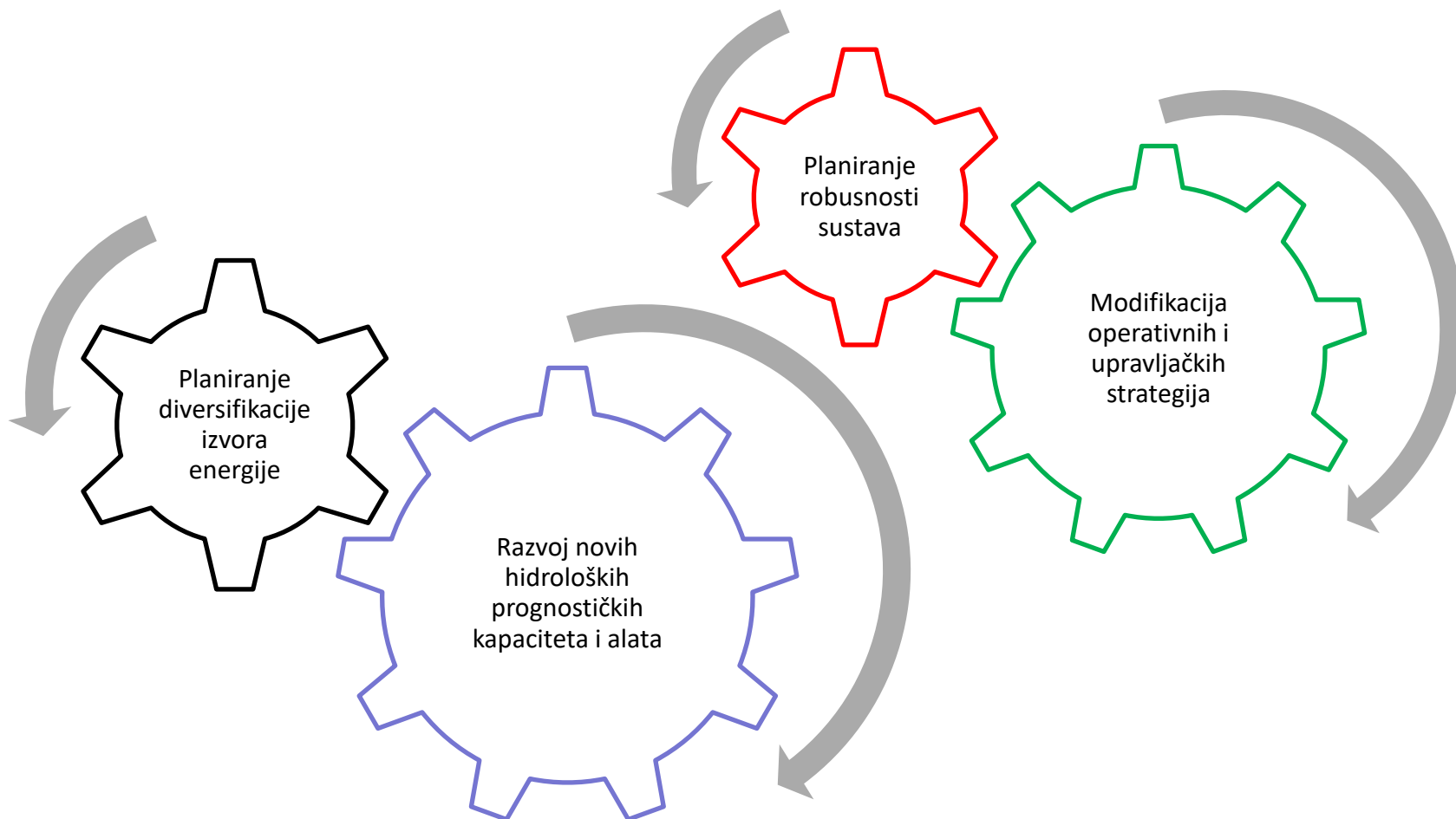
USPOSTAVA SINERGIJE IZMEĐU NISKOUGLJIČNE STRATEGIJE I STRATEGIJE PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA

KONTINUIRANO JAČANJE STRUČNOG KAPACITETA

- Jačanje kapaciteta stručnjaka za upravljanje podacima, planiranje, modeliranje i predviđanja klimatskih promjena
- Obuka timova za hitne intervencije je neophodno za brzu i pravilnu reakciju u slučaju direktnih katastrofa, a također i za brzi popravak i restauraciju djela sustava na kojemu je šteta nastala
- Potrebno je pokrenuti integriranje klimatskih predviđanja u planiranje energetskeg sustava



PRIMJERI RAZNIH NE - STRUKTURNIH MJERA PRILAGODBE





PRIMJERI STRUKTURNIH MJERA PRILAGODBI

Globalnim rastom temperature direktno se povećava potreba za električnom energijom u ljetnim razdobljima, a ujedno je smanjena količina vode potrebna za proizvodnju električne energije u hidroelektranama te za vodeno hlađenje u termoelektranama.

Prijedlozi mogućih strukturnih rješenja:

- (1) Korištenje recirkulirajućih sustava hlađenja termoelektrana - manje su ranjivi na utjecaj promjene u dostupnosti vode nego termoelektrane sa direktnim hlađenjem
- (2) Korištenje podzemnih spremnika vode pokazali su se učinkovitim u slučajevima niskih razina vode (kao npr. U Saudijskoj Arabiji)
- (3) Dio hidroelektrana se može rekonstruirati na način da, u slučaju potrebe, rade kao reverzibilne elektrane tamo gdje je tehnički moguće i gdje se očekuju znatnija razdoblja sa smanjenom količinom oborina
- (4) Jačanje otpornosti hidrocentrala može se povećati i kroz implementaciju niza mjera kao što su na primjer: izgradnja rezervoara, izmjene preljevnih kapaciteta, ugradnja upravljivosti preljeva, izmjene u broju i/ili vrsti turbina, izmjene kanala i/ili tunela, korištenje visokoučinkovitih materijala i tehnologija otpornih na razne vremenske uvijete.



PRIMJERI STRUKTURNIH MJERA PRILAGODBI

Očekuje se povećanje učestalosti i intenziteta ekstremnih klimatskih događaja koji imaju znatni utjecaj na proizvodnju, transformaciju, prijenos i distribuciju u energetsom sektoru.

Prijedlozi mogućih strukturnih rješenja na ranjivim područjima:

- (1) Djelomično ili potpuno podzemno vođenje prijenosne i distribucijske mreže
- (2) Decentralizirana proizvodnja i spremnici energije
- (3) Pametne mreže („*smart grid*“)
- (4) Jačanje otpornosti prijenosne i distribucijske mreže



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

PRIMJERI STRUKTURNIH MJERA PRILAGODBI – DECENTRALIZIRANA PROIZVODNJA

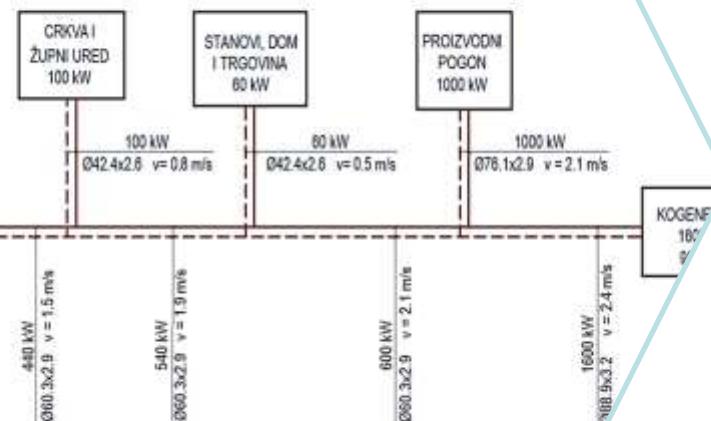
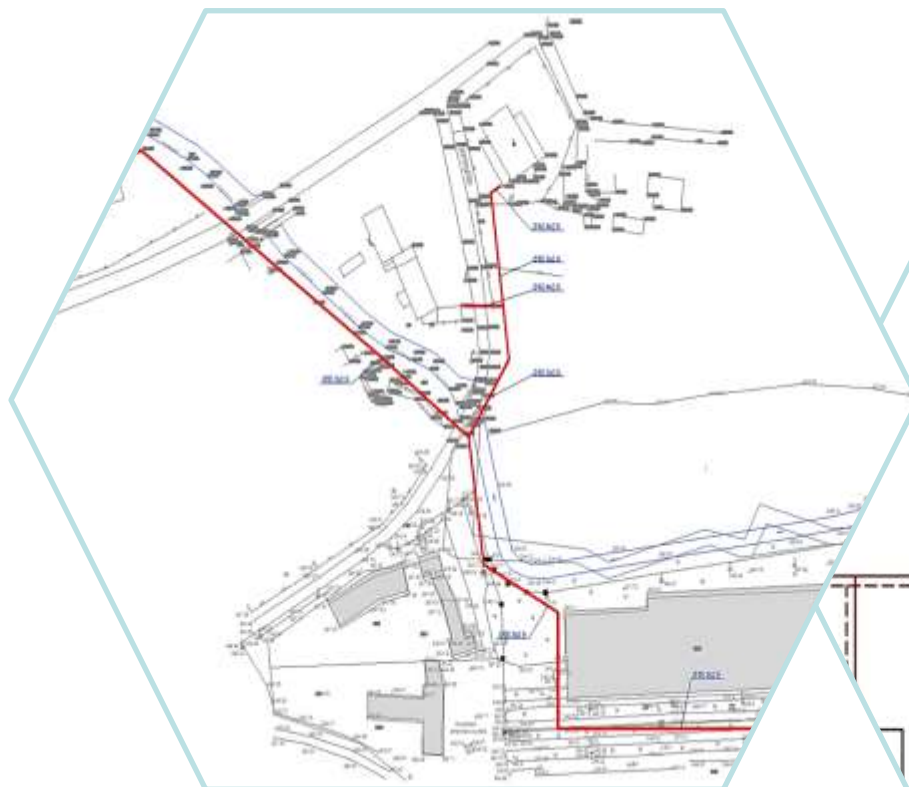
300 kW - Varaždin

30 kW – Mursko Središće



PRIMJERI STRUKTURNIH MJERA PRILAGODBI – DECENTRALIZIRANA PROIZVODNJA

KOGENERACIJA na DRVENU BIOMASU
300 kW_e i 1400 kW_{th} - Đulovac





ZAKLJUČAK

SUSTAV MORA BITI
ROBUSTAN, ČVRST I
OTPORAN NA UTJECAJE
KLIMATSKIH PROMJENA

LJUDI MORAJU BITI
EDUCIRANI I OBUČENI
ZA SVAKI MOGUĆI
SCENARIJ UTJECAJA
KLIMATSKIH PROMJENA

**LJEČENJE RANJENOG
SUSTAVA** MORA BITI
BRZO I UČINKOVITO

Kako bi postigli ovakvu stabilnost sustava trebamo klimatske modele, procjene ranjivosti za svaki i najmanji dio sustava, planiranje različitih scenarija, podršku države (regulatorno i fiskalno), stalnu edukaciju i usavršavanje (jačanje kapaciteta), znanstvena istraživanja, nove tehnologije i inovativni pristup, osvještavanje, ...



KLJUČNE PORUKE

Energetski sektor mora identificirati i procijeniti koliko posljedice klimatskih promjena mogu utjecati na sigurnu opskrbu energentima, koliko mogu utjecati na povećanje potražnje za pojedinih vrstama energenata kao i vodom, te koliko štete mogu napraviti na postojećoj energetskej infrastrukturi.

Sustavi opskrbe energentima moraju postati otporniji na sve učestalije ekstremne vremenske uvjete kao i sve veći utjecaj na vodne resurse.

Državne tvrtke i institucije kao ključni dionik trebaju bit predvodnik aktivnosti koje će ojačati otpornost sustava na klimatske promjene. Prvenstveno trebaju biti predvodnik na način da upravljaju vlastitom energetskej infrastrukturuom uvažavajući očekivane klimatske promjene.