

# Inovativni modeli smanjenja klimatskih promjena u gradovima

---

**Abramović, Mateja**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:615620>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-01**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GEOTEHNIČKI FAKULTET

**MATEJA ABRAMOVIĆ**

**INOVATIVNI MODELI ZA SMANJENJE KLIMATSKIH  
PROMJENA U GRADOVIMA**

DIPLOMSKI RAD

VARAŽDIN, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GEOTEHNIČKI FAKULTET

**INOVATIVNI MODELI ZA SMANJENJE KLIMATSKIH  
PROMJENA U GRADOVIMA**

DIPLOMSKI RAD

KANDIDAT:

**MATEJA ABRAMOVIĆ**

MENTOR:

**DOC. DR. SC. ROBERT PAŠIČKO**

VARAŽDIN, 2019.



Sveučilište u Zagrebu  
Geotehnički fakultet



## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnica: MATEJA ABRAMOVIĆ  
Matični broj: 202 - 2017./2018.  
Smjer: UPRAVLJANJE OKOLIŠEM

### NASLOV DIPLOMSKOG RADA:

INOVATIVNI MODELI SMANJENJA KLIMATSKIH  
PROMJENA U GRADOVIMA

Rad treba sadržati: 1. Uvod  
2. Klimatske promjene i odgovor na njih  
3. Važnost gradova u borbi protiv klimatskih promjena  
4. Suočavanje europskih gradova s klimatskom promjenama  
5. Primjena mjera na području Kutine  
6. Literatura

Pristupnica je dužna predati mentoru jedan uvezen primjerak diplomskog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade diplomskog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 01.04.2019.

Rok predaje: 04.07.2019.

Mentor:

  
Doc.dr.sc. Robert Pašičko

Predsjednik Odbora za nastavu:

  
Izv.prof.dr.sc. Igor Petrović



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad pod naslovom  
**INOVATIVNI MODELI ZA SMANJENJE KLIMATSKIH PROMJENA  
U GRADOVIMA**

---


(naslov diplomskog rada)

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **Doc.dr.sc. Roberta Pašička**.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 01.07.2019.

Mateja Abramović  
(Ime i prezime)

  
(Vlastoručni potpis)

## SAŽETAK

**Ime i prezime:** Mateja Abramović

**Naslov rada:** Inovativni modeli za smanjenje klimatskih promjena u gradovima

Klimatske promjene najveći su problem današnjice. Razvojem industrije, čovjek je razvio i negativne utjecaje na okoliš. Kako se mijenja okolina oko njega, tako postaje svjesniji opasnosti koja mu prijeti. Iako ih ne može zaobići, čovjek može nadvladati klimatske promjene mitigacijom i adaptacijom. U borbi protiv klimatskih promjena ključnu ulogu imaju gradovi. Sa gotovo polovicom ukupne populacije, gradovi su istovremeno najranjivija područja, ali i najveći izrodi inovativnih modela za smanjenje klimatskih promjena. Udruživanjem u Sporazum gradonačelnika te provođenjem inovativnih projekata programa Obzor 2020, gradovi postaju sposobni nositi se s posljedicama klimatskih promjena, ublažiti ih i prilagoditi se na njih.

Cilj diplomskog rada je izvidjeti koje su inovativne mjere za mitigaciju i adaptaciju provedene u gradovima, a koje bi se mogle provesti na području grada Kutine. O mogućnosti i preprekama njihovih provođenja, porazgovaralo se s nadležnima u gradu, na osnovu čega je nastala tablica kao sažetak razgovora.

Provodeći inovativne mjere za smanjenje klimatskih promjena, grad Kutina bi mogao iskoristiti svoj potencijal da nadvlada klimatske promjene.

**Ključne riječi:** *Klimatske promjene, mitigacija, adaptacija, grad, građani, Sporazum gradonačelnika, Obzor 2020*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>2</b>
<b>2. KLIMATSKE PROMJENE I ODGOVOR NA NJIH</b> .....	<b>3</b>
2.1. PRVO RAZDOBLJE BUDUĆE KLIME .....	4
2.2. DRUGO RAZDOBLJE BUDUĆE KLIME .....	5
2.3. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA.....	6
2.3.1. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA NA PODRUČJU HRVATSKE .....	6
2.4. ODGOVOR NA KLIMATSKE PROMJENE .....	7
<b>3. VAŽNOST GRADOVA U BORBI PROTIV KLIMATSKIH PROMJENA</b> .....	<b>8</b>
3.1. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA GRAD I STANOVNIKE .....	9
3.2. SPORAZUM GRADONAČELNIKA .....	11
<b>4. SUOČAVANJE EUROPSKIH GRADOVA S KLIMATSKIM PROMJENAMA</b> .....	<b>12</b>
4.1. MODELI SMANJENJA KLIMATSKIH PROMJENA U GRADOVIMA.....	14
4.2. MJERE U GRADOVIMA ZA UBLAŽAVANJE KLIMATSKIH PROMJENA.....	26
4.3. MJERE U GRADOVIMA ZA ADAPTACIJU NA KLIMATSKE PROMJENE .....	32
<b>5. PRIMJENA MJERA NA PODRUČJU KUTINE</b> .....	<b>40</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>47</b>
<b>POPIS LITERATURE</b> .....	<b>49</b>
<b>POPIS SLIKA</b> .....	<b>56</b>
<b>POPIS TABLICA</b> .....	<b>57</b>

## 1. UVOD

Prvu polovicu 2019. godine obilježile su dvije akcije za pobuđivanje svijesti, a to su prosvjed za klimu i zabrana jednokratne plastike. Objema akcijama se želi postići jedno, a to je borba za bolju budućnost. Ono što stoji na putu za postizanje bolje budućnosti su klimatske promjene. Iako klimatske promjene djeluju već desetljećima, činjenica da stanovništvo tek zadnjih nekoliko godina uočava njihovu prijetnju, znači samo jedno, da je stanovništvo počelo direktno ili indirektno proživljavati posljedice klimatskih promjena.

Klimatske promjene su odlučujuće pitanja našeg vremena. Njihov utjecaj je globalan, od promjenjivih vremenskih prilika koje će se negativno odraziti na proizvodnju hrane, do porasta razine mora koja će prouzročiti katastrofalne poplave. Ključnu ulogu u pružanju otpora klimatskim promjenama ima čovjek, poduzimajući drastične akcije već danas, jer u suprotnom će ublažavanje klimatskih promjena biti nemoguće, a prilagodba na njih teža i skuplja. Samo stoljeće i pol industrijalizacije, poljoprivrede velikih razmjera te krčenje šuma, rezultiralo je porastom stakleničkih plinova u atmosferi do razine većoj od ukupnih emisija u prethodnih 3 milijuna godina.

Jasnoću o ulozi ljudskih aktivnosti u klimatskim promjenama objavio je Međuvladin panel o klimatskim promjenama (eng. Intergovernmental Panel on Climate Change, kratica: IPCC) u svom Petom izvješću o procjeni, čiji je zaključak: Klimatske promjene su stvarne i ljudske aktivnosti su glavni uzrok [1].



## 2. KLIMATSKE PROMJENE I ODGOVOR NA NJIH

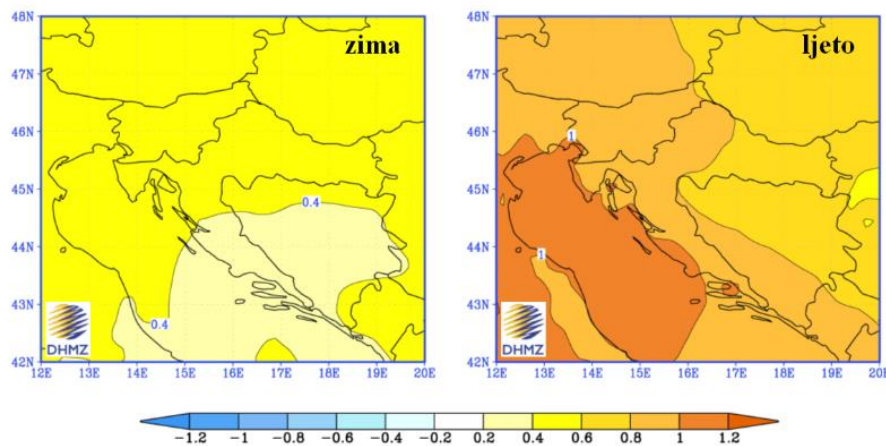
Mijenjanje klime na Zemlji nije novitet, ona se oduvijek mijenjala prvenstveno zbog prirodnih procesa. Napretkom čovjeka i razvojem industrije, razvio se i termin klimatske promjene, a iza njega stoje posljedice koje se već osjećaju diljem svijeta. O jakosti čovjeka da nadvlada prirodne procese svjedoči činjenica da je trenutna temperatura na Zemlji za  $0,8^{\circ}\text{C}$  viša nego prije industrijske revolucije. Glavni uzrok tomu je masovna uporaba fosilnih goriva čime dolazi do gomilanja ugljikovog dioksida ( $\text{CO}_2$ ) u atmosferi, čak i do 700 tona svake sekunde. Također, promjenom tipova podloge koja nastaje, kao što je urbanizacija, sječa šume i razvoj poljoprivrede, čovjek mijenja klimu [2].

Klimatske promjene karakterizira postupno napredovanje jer su to promjene statističkih svojstava klimatskih sustava, kao što su prosjek, varijabilnost i ekstremi, za koje je uobičajeno da traju dulje od trideset godina [3]. Kada je riječ o klimatskih ekstremima, Nacionalna procjena klime (eng. National Climate Assessment), organizacija za proučavanje klimatskih promjena na području Sjedinjenih Američkih Država, pokazuje da se broj toplinskih valova, jakih pljuskova i uragana povećao do te mjere da jedan takav hazard prouzrokuje štetu od milijarde dolara. Od 2000. godine, najveće ekološke katastrofe na području obale SAD-a usmratile su 2616 ljudi, a financijska šteta je procijenjena na 370 bilijuna dolara [4].

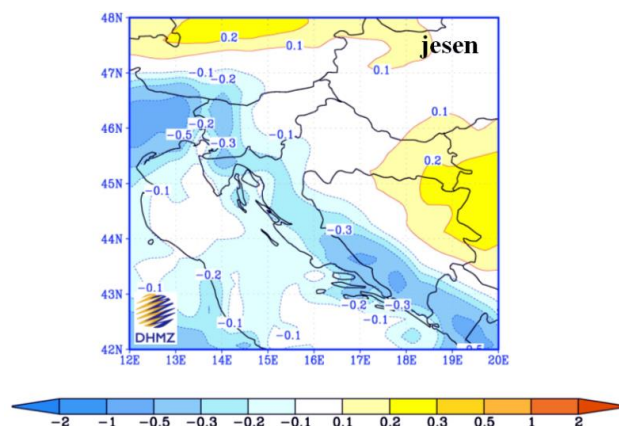
Još jedno istraživanje proveo je IPCC. On je predvidio moguće scenarije klimatskih promjena, a globalni klimatski model ECHAM5/MPI podijelio na promjenu klime koju je već moguće osjetiti, prvo razdoblje buduće klime, i ono s kojim će se čovječanstvo tek suočiti, drugo razdoblje buduće klime. Unatoč raznovrsnim zaključcima znanstvenika, oko jednog se svi slažu. Klimatske promjene je nemoguće spriječiti, ali ublažavanjem (mitigacijom) i prilagodbom (adaptacijom), moguće ih je kontrolirati [5].

## 2.1. PRVO RAZDOBLJE BUDUĆE KLIME

Državni hidrometeorološki zavod (kratica: DHMZ) integrirao je globalni klimatski model nad područje Europe, prema scenariju A2, koji je jedan od najnepovoljnijih scenarija za okoliš. Rezultati modela prema scenariju A2 započinju s prvim razdobljem buduće klime, za razdoblje 2011. - 2040, u odnosu na razdoblje 1961. - 1990. Neizbježno je povećanje temperature za oba razdoblja i u svim sezonama, ali je ono izraženije u drugom razdoblju. U periodu 2011. - 2040. zime će na području Hrvatske biti za 0,6 °C toplije, a ljeta do 1°C (slika 1). Promjena količina oborina za navedeno razdoblje je mala, osim na Jadranu gdje se očekuju jesensko smanjenje oborina od 45 - 50 mm (slika 2) [4].



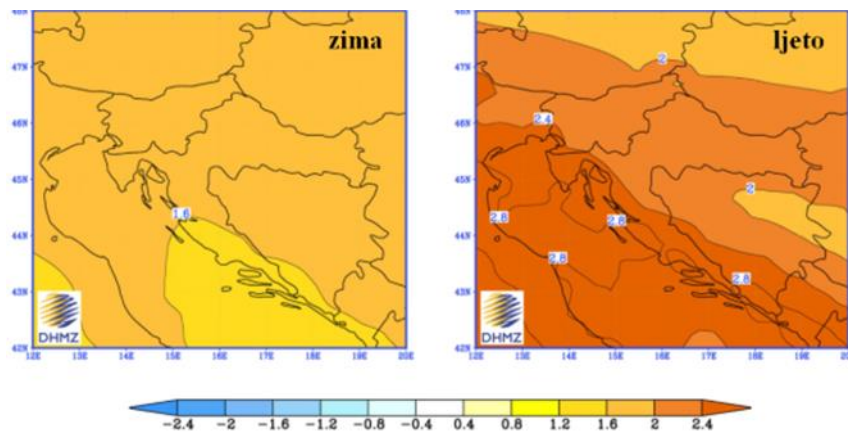
Slika 1. Promjena temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj za razdoblje 2011. - 2040. [5]



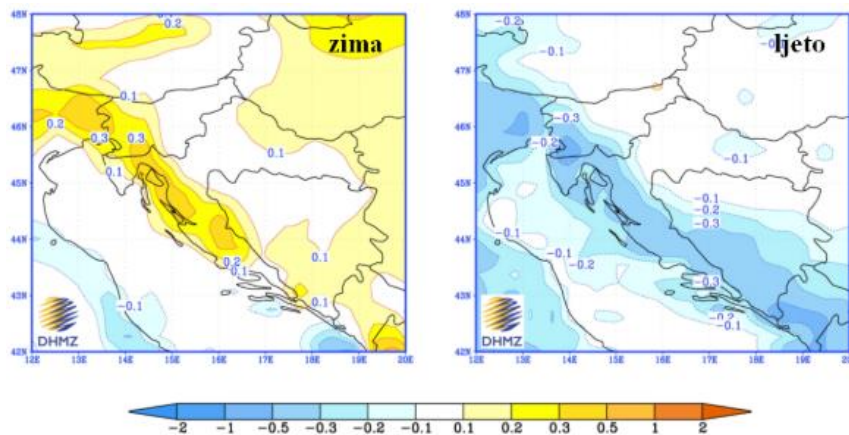
Slika 2. Primjena oborina (u mm/dan) u Hrvatskoj za razdoblje 2011. - 2040. [5]

## 2.2. DRUGO RAZDOBLJE BUDUĆE KLIME

Drugo razdoblje buduće klime tek će ostaviti svoj trag u periodu 2041. - 2070. s porastom temperature zimi do 2°C u kontinentalnom dijelu te do 1,6°C na jugu. Ljeti će temperature rasti do 2,4°C u kontinentalnom dijelu te do 3°C u priobalnom pojasu (slika 3). Daljnja budućnost donosi i smanjenje oborina od 45 - 50 mm u obalnom području i gorskoj Hrvatskoj. Zimi će se količina oborina neznatno povećati (slika 4) [5].



Slika 3. Promjena temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj za razdoblje 2041. - 2070. [5]



Slika 4. Primjena oborina (u mm/dan) u Hrvatskoj za razdoblje 2041. - 2070. [5]

Iako jedan stupanj zvučni neznatno, u nastavku diplomskog rada biti će objašnjeno koje posljedice stoje iza samo jednog stupnja.

## **2.3. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA**

Osim već spomenutih posljedica klimatskih promjena na području SAD-a, ni jedna regija, a ni sastavnica okoliša, neće biti pošteđena njihovih utjecaja. Ekološka katastrofa koju može uzrokovati globalno zatopljenje od svega 1,5 °C, biti će razlog za izumiranje 20 - 30% vrsti. Za samo 0,5°C više, većina ekosustava će morati naći način kako preživjeti. Za ugrožene vrste kao što je npr. tigar, to će biti gotovo nemoguće jer neće imati dovoljno vrijeme da se prilagode nastaloj klimi.

Iako je izolirana od čovjeka, čovjek je svojim djelovanjem utjecao i na Antarktiku. Sve je jasnije da kroz sljedećih nekoliko desetljeća neće biti gotovo nikakvog ljetnog ledenog pokrova. Upravo taj ledeni pokrov čini oko 90% vode na površini Zemlje na 14 milijuna četvornih kilometara. Zapadni Antarktički poluotok spada u najbrže zagrijavajuća mjesta na zemlji, a njegovo i najmanje otapanje značajno utječe na globalni porast razine mora.

Povećanje koncentracije CO<sub>2</sub> i temperature od 1,5°C dodatno će zakiseliti oceane i smanjiti broj koraljnih grebena za 70 - 90%, a pretpostavlja se da će za 0,5°C više biti pogubljeni svi koraljni grebeni. Pošteđena neće ostati ni pitka voda rijeka i jezera, neophodan resurs za poljoprivredu i industriju. Klimatskim promjenama povećat će se pritisak odvodnje, onečišćenja, ekstrakcije, invazivnih vrsta i nasipavanja na slatkovodna okruženja.

Drukčiju sudbinu neće dočekati ni Hrvatska, koja već bilježi brojne klimatske ekstreme i posljedice [6].

### **2.3.1. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA NA PODRUČJU HRVATSKE**

Prema prethodno spomenutom globalnom klimatskom modelu, do 2070. snježni pokrivač će se smanjiti za 50%, a samim time će se povećati razina mora do 65 cm. Porast razine mora ugroziti će veliki broj gradova na hrvatskoj obali i devastirati mnoge gospodarske, povijesno i kulturno važne građevine [7].

Najveće posljedice klimatskih promjena očekuju se u poljoprivreda gdje, pri maksimalnim dnevnim temperaturama višim od 30°C u trajanju od 10 dana, poljoprivredne kulture ulaze u stanje toplinskog stresa i prestaju s rastom. Rezultat tomu će biti smanjeni prinosi u ovom sektoru i povećanje cijene proizvodnje hrane. Uz sušu, posljednjih godina najzaduženije za štetu uzrokovanu klimatskim promjenama, sa čak 42% , su poplave [8].

Jedan od hazarda koji će rezultirati sušnim razdobljima je požar koji će, osim jadranske obale, sve češće obuhvatiti i Hrvatsko zagorje te ostatak kontinentalnog dijela Hrvatske. Porast temperature mora otjerat će izvorne jadranske ribe u dublja i sjevernija mora, dok će Jadransko more obogatiti nepoželjne invazivne vrste. Osim manjka jadranskih riba, turiste će odbiti i neugodne ljetne vrućine sa nepredvidivim vremenskim neprilikama.

U konačnici, ekstremni vremenski uvjeti će utjecati na stanovništvo porastom kroničnih nezaraznih bolesti kao što su kardiovaskularne i respiratorne, što će povećati smrtnost [7].

Obrana od češćih tuča, jakih vjetrova, poplava, suša, čak i tornarda, predstavlja važan zadatak za Hrvatsku.

## **2.4. ODGOVOR NA KLIMATSKE PROMJENE**

Klimatske promjene, kao jedno od najsloženijih pitanja današnjice, globalni su problem koji će biti prisutan u narednim desetljećima i stoljećima. Čak i ako se danas prestanu emitirati svi staklenički plinovi, čovječanstvo je i dalje „predano“ određenoj razini klimatskih promjena zbog čega će ispaštati i buduće generacije. Iako se na klimatske promjene ne može utjecati do te mjere da se spriječi njihovo djelovanje, reagiranje na njih provodi se kroz dva različita pristupa: Mitigacija i adaptacija.

Mitigacija (eng. mitigation) uključuje mjere ublažavanja klimatskih promjena na način da se smanji emisija stakleničkih plinova i stabilizira na razini prihvatljivoj za okoliš. Nakon smanjenja stakleničkih plinova do određene razine, slijedi prilagodba na klimatske promjene tj. adaptacija. Adaptacija (eng. adaptation) je ključna za klimatske promjene koje su već u tijeku.

Mitigacija se postiže smanjivanjem izvora stakleničkih plinova, kao što je prelazak na obnovljive izvore energije ili povećanjem površina za akumulaciju i skladištenja tih plinova, npr. pošumljavanjem. Stabilizacija stakleničkih plinova je nužna kako bi se ekosustavi prirodno prilagodili klimatskim promjenama na način da se ne ugrozi proizvodnja hrane, a da se istodobno omogući nastavak gospodarskog razvoja na održiv način.

Prilikom adaptacije, glavna rješenja ovog globalnog problema donose se na lokalnoj razini. Zbog nedostatka nacionalnog ili međunarodnog odgovora na klimatske promjene, gradovi i općine su usredotočeni na rješavanje vlastitih klimatskih problema te njihovo uključivanje u razvojne planove kako bi dobili odgovorili na pitanja: Kako zaštititi obale od povećane razine mora, kako najprihvatljivije upravljati zemljom i šumom, kako se nositi sa smanjenom dostupnošću vode, kako razviti otporne sorte usjeva, kako zaštititi energiju [9]?

### **3. VAŽNOST GRADOVA U BORBI PROTIV KLIMATSKIH PROMJENA**

Gradovi su postali glavni lideri u borbi protiv klimatskih promjena. Njihova važnost proizlazi iz činjenice da zauzimaju manje od 2% zemljine površine sa čak 50% svjetske populacije. Očekuje se da će do 2030. godine broj stanovništva u urbanim područjima porasti za 60%. Usporedno sa porastom stanovništva, povećavaju se i izazovi u gradovima. Mnogi izazovi proizlaze iz urbanih aktivnosti kojima se oslobađaju staklenički plinovi direktnim putem, kao što je izgaranjem fosilnih goriva, ili indirektnim, kao što su korištenje i potrošnja energije te industrijska i poljoprivredna proizvodnja. Odgovorni za 80% globalne emisije stakleničkih plinova, gradovi su najveći krivci za klimatske promjene, ali istodobno prikazuju i najveću ranjivost na njihove posljedice. Posljedice će bit najizraženije za urbana područja uz obale, koja čine 90% ukupnih urbanih područja, a prijeti im opasnost porasta razine mora.

Unatoč nepovoljnom scenariju, gradovi imaju veliku mogućnost da smanje onečišćenja i učinke globalnog zagrijavanja preusmjeravanjem urbanih energetske sustava, transporta i izgrađenog okoliša [10]. Mnogi od njih već su krenuli s tranzicijom na obnovljive izvore energije, čišću proizvodnju ili poticanjem za ograničavanje emisija u

industrijskim postrojenjima. Osim smanjenja onečišćenja, u borbi protiv klimatskih promjena na lokalnoj razini, profitirati će i stanovnici koji će, uz poboljšanu kvalitetu zraka, pozitivnu promjenu osjetiti i kroz zdravlje.

Potencijal da se gradovi obrane od klimatskih promjena prepoznat je i Programom ujedinjenih naroda za okoliš (kratica: UNEP). Putem organizacija radionica i treninga, razvojem alata za evaluaciju i uključivanjem gradova u međunarodne sastanke o klimatskim promjenama, podiže nacionalnu i lokalnu svijest. Jedan od glavnih rezultata UNEP-a je on-line centar znanja čija je uloga pružanje informacija o gradovima i klimatskim promjenama. Među informacijama nalaze se i utjecaji klimatskih promjena na gradove i stanovnike, ukoliko se oni ne uključe u borbu protiv klimatskih promjena [11].

### **3.1. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA GRAD I STANOVNIKE**

Kada je riječ o klimatskim promjenama u gradovima, njihova vrsta utjecaja i veličina razlikuju se ovisno o prostornom položaju grada. Ključni utjecaji koje gradovi neće moći izbjeći su:

1. Porast razine mora koji će uzrokovati brojne poplave. Samim time se povećava stopa obalne erozije na plažama, a postoji opasnost i od prodiranje slane vode u slatkovodne sustave [10].

Prema izvješću IPCC-a pod nazivom „Klima za promjene“, Hrvatska će se suočiti sa značajnom ranjivošću gradova na porast razine more, posebno u dijelovima Delte Neretve, rijeke Krke, Vranskog jezera kod Biograda, otoka Krpanja i drugih mjesta koji se neće moći obraniti ukoliko se razine mora dignu više od 50 cm. Ukoliko se ne primjene metode za mitigaciju i adaptaciju, s porastom razine od 50 cm, biti će potopljeno i preko 100 četvornih kilometara zemljišta. Porast razine more od 88 cm potopiti će i preko 112 milijuna četvornih metara [12].

2. Dostupnost vode u urbanim područjima smanjit će se u obliku kvalitetne vode za piće, vode za ljudsku potrošnju te vode za industrijska i poljoprivredna postrojenja [10].

Iako hrvatski gradovi nemaju problema s dostupnošću vode, velike količine vode se gube zbog curenja u cijevima, što dovodi do financijske štete od 286 milijuna eura te povećanje emisije koja proizlazi iz uporabe električne energije za pumpanje [12].

3. Pojava gradskih toplinskih otoka uzrokovana je skladištenjem sunčeve energije u urbanom tkivu, koja se oslobađa u atmosferu tijekom noći. Toplinski otoci su česta pojava u gradu zbog toga što su zelene površine zamijenjene umjetnim materijalima kao što je asfalt, čime se povećava apsorpcija sunčeve svjetlosti.
4. Onečišćenje zraka koje će se reflektirati u obliku fotokemijskog smoga.
5. Šteta na infrastrukturi nastala zbog klimatskih ekstrema, olujnih udara, poplava, klizišta, poplava, suša. Povećane temperature također će opteretiti infrastrukturu, što dovodi do poremećaja između poslovanja i stanovnika.
6. Na učinke klimatskih promjena neće ostati imuni ni građani jer se očekuje porast smrtnosti povezane s promjenom topline i hladnoće, porast bolesti prenosivih hranom i vodom, bolesti/smrtnosti koja proizlazi iz ekstremnih događaja te povećanje učestalosti raka kože zbog veće izloženosti ultraljubičastom zračenju [10].  
Hrvatska se već suočila s smrtnim događajima uzrokovanim promjenom klime u obliku toplinskih valova. Primjer tomu je toplinski val iz 2003. godine kojim je izgubljeno 185 ljudskih života [12].
7. Biološka raznolikost i urbana ekologija već je pod utjecajem klimatskih promjena koje su povod naseljavanju egzotičnih vrsta, uključujući i neželjene patogene vrste, u nova područja. Mnoge vrste će postati ugrožene zbog porasta razine mora, odnosno zbog gubitka staništa [10].
8. Utjecaj klimatskih promjena biti će prisutan i u urbanoj ekonomiji, u obliku štete na infrastrukturi zbog vremenskih neprilika ili gubitka trgovina i ometanja poslovanja. Gubitak trgovina je posljedica troškova sirovina, ulazne vrijednosti za ekonomsku proizvodnju, naknade troškova poduzeća i konkurentnosti.



Funkcioniranje gradova biti će narušeno, a njihovo oporavljanje zahtjeva dug period [10].

Kada je riječ o utjecaju klimatskih promjena na grad i stanovnike, važno je uzeti u obzir da one ne podrazumijevaju značajne utjecaje, već jačina njihovog djelovanja ovisi o funkciji društvenih, ekonomskih i političkih procesa. Kolika je ranjivost grada na klimatske promjene, ovisi o demografskoj strukturi stanovništva, institucionalnoj stabilnosti (npr. korupcija), razvijenoj javnoj infrastrukturi (npr. transport, komunikacijska infrastruktura), globalnoj povezanosti (npr. turizam, trgovinska bilanca) te ovisi o prirodnim resursima i sposobnosti obnavljanja ekosustava. Kako urbana područja nisu izolirana, u snažnoj su interakciji s okolnim regijama, što se proširuje na ostatak svijeta. Interakcija između urbanog područja i ostatka svijeta provodi se putem složenih energetske tokova, informacija, transporta, resursa, hrane, otpada i vode. Upravo zbog toga, gradovi koji neće doživjeti prethodno navedene utjecaje u velikoj mjeri, mogu pokazati izrazitu ranjivost na nedostatak resursa. Sve češće se, prilikom pronalaženja odgovora na ublažavanje i prilagodbu, radi poveznica između održivog razvoja i politike, a težnja prema održivom razvoj u svakom gradu je jedinstvena [10].

Važnost gradova u borbi protiv klimatskih promjena prepoznata je na Pariškoj konferenciji UN-a o klimatskim promjenama 2015. godine. Rezultat konferencije bio je Sporazum o klimatskim promjenama kojim se obvezuje na ograničeno povećanje globalnih prosječnih temperatura na ispod 2°C do 2050. Također, nakon održanog sastanka na temu globalizacije, izložena je ideja pokretanja Sporazuma gradonačelnika [13].

### **3.2. SPORAZUM GRADONAČELNIKA**

Sporazum gradonačelnika (eng. Covenant of Mayors) pokrenut je 2008. godine u Europi s ciljem da potakne lokalne vlasti da se posvete ostvarivanju klimatskih i energetske ciljeva Europske unije [14].

Jedan od tih ciljeva je dugoročno smanjenje svjetskih emisija čime bi se spriječile opasne klimatske promjene. Sukladno tome, potpisnici podržavaju viziju kojom bi do 2050. godine vlastite emisije smanjili za 80 - 95%, u odnosu na razinu iz 1990. [15]

Osim smanjenja emisija stakleničkih plinova, potpisnici sporazuma kao predstavnici lokalnih vlasti, osigurati će svojoj sredini ubrzanje dekarbonizacije, osnaživanje kapaciteta za prilagodbu na klimatske promjene te omogućiti pristup sigurnoj, održivoj i povoljnoj energiji. Uz dugoročni cilj do 2050. godine, gradovi potpisnici prvenstveno teže kratkoročnom smanjenju stakleničkih plinova za 40% do 2030. godine.

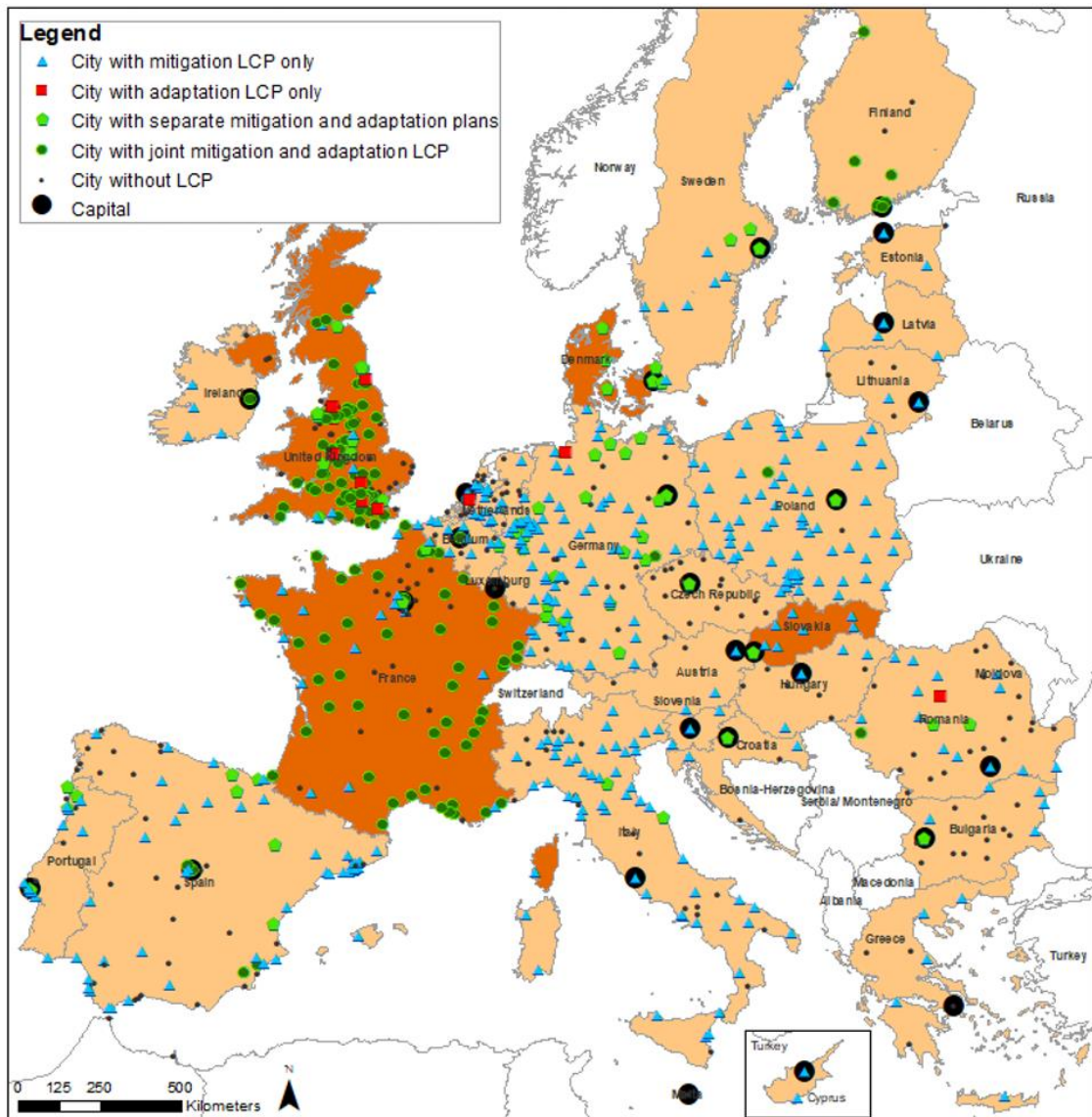
Ono što Sporazum gradonačelnika čini jedinstvenim je provođenje niza aktivnosti za klimu i energiju prema načelu „odozdo prema gore“. Njime se uključuju sve raspoložive snage u lokalnim zajednicama, od građana do gradonačelnika, u cilju pronalaženja raznovrsnih, kvalitetnih ideja i mogućih rješenja. Da je lokalna vlast prepoznala mogućnosti ove europske inicijative, svjedoči činjenica da Sporazum gradonačelnika danas okuplja više od 7 000 tijela lokalne i regionalne vlasti u 57 zemalja, a ujedno je i temelj Globalnom Sporazumu gradonačelnika koji će se razvijati prema modelu upravljanja „odozdo prema gore“, tekstualnom okviru djelovanja i modelu suradnje na više razina [14].

Jedna od aktivnosti koje potpisnici moraju provesti je dostavljanje Akcijskog plana energetske i klimatske održivosti (kratica: SECAP) u roku od dvije godine od odluke lokalnog vijeća. SECAP sadrži mjere koje će lokalna vlast provesti kako bi ostvarila prethodno navedene ciljeve. Osim mjera sadrži i Referentni inventar ispuštanja u svrhu praćenja aktivnosti prilagodbe te procjenu rizika klimatskih promjena i ranjivosti [14].

#### **4. SUOČAVANJE EUROPSKIH GRADOVA S KLIMATSKIM PROMJENAMA**

Prvi korak gradova pri suočavanju s klimatskim promjenama je izrada plana kojim će se opisati niz mjera i aktivnosti kako bi se postigli prethodno navedeni ciljevi Pariškog sporazuma. Planiranjem na lokalnoj razini će se, osim ispunjavanja ciljeva Pariškog sporazuma, postići i smanjenje lokalnog onečišćenja i povećanje energetske učinkovitosti, što će se pozitivno odraziti na tvrtke i stanovnike. Ukoliko se i poduzmu sve mjere kojima bi se u cijelosti smanjile emisije, neophodan je plan prilagodbe gradova na klimatske promjene.

Prema provedenom istraživanju u 885 europskih gradova, uključujući 28 članica Europske unije, dobivena je pregledna slika gradova koji imaju planove ublažavanja ili prilagodbe na klimatske promjene. Rezultat istraživanja je prikazan *slikom 5* [16].



*Slika 5. Karta gradova s lokalnim klimatskim planovima [16]*

Prema podacima, 66% gradova Europske unije imaju plan ublažavanja ili plan prilagodbe na klimatske promjene. Vodeće zemlje su: Poljska (97% gradova ima planove ublažavanja), Njemačka (81%), Irska (80%), Finska (78%) i Švedska (77%).

S druge strane, veliki nedostatak je što 33% gradova (288 grada) Europske unije nema samostalne klimatske planove, a neki od njih su Atena (Grčka), Salzburg (Austrija) i Palma de Mallorca (Španjolska). Uz navedene gradove, ni jedan grad u Bugarskoj i Mađarskoj nema samostalni klimatski plan, a samo 16% ukupnih gradova ima

zajedničke planove ublažavanja i prilagodbe. Vodeći u tome su Francuska i Velika Britanija.

Za mnoge gradove, provođenje plana ublažavanja klimatskih promjena je jednostavnije od same prilagodbe na njih. Razlog tomu je što svi gradovi na isti način, šablonski, teže provođenju propisanih mjera za ublažavanje klimatskih promjena. Najčešće te mjere podrazumijevaju povećanje energetske učinkovitosti, prijelaz na čistu energiju, zamjenu energenta za grijanje i postavljanje odgovarajuće izolacije, mjere energetske učinkovitosti u transportu. Svaka mjera ublažavanja predstavlja financijske uštede ili zdravstvenu korist za stanovnike.

Za planova prilagodbe na klimatske promjene, ključan je pristup individualnog planiranja gdje će se svako gradsko područje prilagoditi na različite načine. Primjerice, prilagodba u vidu obrane od poplave zahtijeva veliko financijsko ulaganje za izgradnju, ali učinkovitost je promjenjiva od područja do područja.

Veliki poticaj gradovima da provedu svoje klimatske planove, dolazi od različitih međunarodnih klimatskih mreža i konferencija, kao što je bila i Pariška na osnovu koje su 333 grada Europske unije potpisnici Sporazuma gradonačelnika. Navedena brojka govori da gradovi ozbiljno shvaćaju prijetnje klimatskih promjena te da će, uz pravne i regulatorne okvire nacionalnih vlada, na najučinkovitiji način biti pripremljeni za odgovor klimatskim promjenama [16].

#### **4.1. MODELI SMANJENJA KLIMATSKIH PROMJENA U GRADOVIMA**

Mjere za smanjenje klimatskih promjena sadržane su u projektima Obzora 2020 (eng. Horizon 2020), najvećem istraživačkom programu Europske unije koji donosi niz inovacija u periodu 2014. - 2020., financiranih iz gotovo 80 milijardi eura europskih dostupnih sredstava. Više od 35% sredstava rezervirano je za pronalaženja rješenja klimatskog djelovanja kroz: modeliranje klime i znanosti za klimatske usluge, razvoj boljih alata i metoda za pomoć u procjeni utjecaja klimatskih promjena i odgovora na prilagodbu, bolje razumijevanje povezanosti klimatskih promjena s održivim razvojem, razvijanje strategija za poboljšanje kvalitete zraka i smanjenje CO<sub>2</sub> u europskim gradovima te stvaranjem mreža klimatskih promjena. Za sve navedeno, Obzor 2020 predlaže niz projekata kojima se europski gradovi suprotstavljaju klimatskim promjenama.





Projekti se provede kako bi države članice Europske unije razvijale resursno učinkovitije, zelenije i konkurentnije gospodarstvo čime bi usporedno rasla razina zaposlenosti, produktivnosti i društvena kohezija. Aktivnosti koje se provode projektima teže zaštiti i održivom upravljanju prirodnim resursima i ekosustavima, osiguravanju održive opskrbe i korištenju sirovina te „zelenom“ društvu i gospodarstvu kako bi se zadovoljile potrebe rastućeg globalnog stanovništva. Zbog porasta globalnog stanovništva, projektima će se posebno trebati obuhvatiti izazov gospodarenja sirovinama i otpadom [17].





Iako se otpadu pripisuje da je uzročnik emisije stakleničkih plinova u rasponu od 1 - 8%, on u mnogo većoj mjeri utječe na klimatske promjene. Utjecaj prvenstveno proizlazi od plina metana (CH<sub>4</sub>) koji, iako se naziva kratkoročnim onečišćivačem klime, ostavlja trajan dojam. U usporedbi s CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> je 21 put više staklenički potentan, odnosno, svaka tona CH<sub>4</sub> u atmosferi zadržava toplinu kao 21 tona CO<sub>2</sub>. Očekuje se da će, u narednih 20 godina, tona CH<sub>4</sub> zadržavati toplinu kao 84 tona CO<sub>2</sub>. Gospodarenje otpadom može trenutno doprinijeti borbi protiv klimatskih promjena jer samim smanjenjem emisije CH<sub>4</sub> za 40%, gradovi će si, uz ovaj tempo djelovanja klimatskih promjena, kupiti 15 godina „prostora za disanje“ [18].

Uz mjere energetske učinkovitosti, projektima se podupire prijelaz prema kružnom gospodarstvu kako bi se riješilo pitanje otpada. Kružno gospodarstvo podrazumijeva da otpad nastao u jednoj industriji postane sirovina drugoj industriji, što će ostaviti pozitivan učinak na okoliš, smanjiti će ovisnost Europe o uvozu sirovina te će se smanjiti stopa nezaposlenosti [17].

Projekti Obzora 2020, koji su analizirani za potrebe diplomskog rada u borbi protiv klimatskih promjena, su: Replicate project, Smarter together, Grow smarter, My smart life, Sharing cities, Espresso project, Remo urban, Triangulum project, Ruggedised, Iris i Pocacito (*Tablica 1.*) [17].

Tablica 1. Projekti programa Obzor 2020, njihovi ciljevi i pripadajući logo

NAZIV PROJEKTA	ZNAČAJKE PROJEKTA	LOGO PROJEKTA
<b>Replicate project</b>	<p>Replicate projektom demonstrira se korištenje lokalno proizvedene obnovljive energije, korištenje inteligentne rasvjete koja automatski prilagođava količinu potrebne svjetlosti, opremanje inteligentnih zgrada koje mogu smanjiti potrošnju energije te korištenje električnog transporta, uključujući i rješenja za isporuke.</p> <p>[19].</p>	
<b>Smarter together</b>	<p>Projektom Smarter together provode se inovativnost u obliku eko obnova postojećih zgrada, stvaranju pametne gradske toplinske mreže, proizvodnje solarne energije te razvoja sustava za upravljanje podacima [20].</p>	
<b>Grow smarter</b>	<p>Projektom Grow smarter smanjenje klimatskih promjena se postiže niskoenergetskim četvrtima (pametna ulična rasvjeta, daljinsko grijanje, pametnije gospodarenje otpadom) te dobivanjem biogoriva iz otpada iz kućanstva (smanjenje emisije za 60%)</p> <p>[21].</p>	
<b>My smart life</b>	<p>Usredotočiti aktivnosti na inkluzivne gradove, pametne ljude i pametnu ekonomiju te predlaganje strukturiranog gradskog poslovnog modela u kojem su građani aktivno uključeni u donošenje odluka [22].</p>	

<p><b>Sharing cities</b></p>	<p>Uključivanjem društva u transformaciju svojih zajednica, doći će do stvaranja živahnijeg, ekonomski aktivnijeg i resursno učinkovitijeg grada [23].</p>	
<p><b>Espresso project</b></p>	<p>Espresso projekt pruža inovativna rješenja u prirodnom smanjenju rizika i prilagodbi klimatskih promjena. Primjer inovativnog rješenja je mjerenje razine podzemnih voda kako bi se drveni stupovi, na kojima su izgrađene kuće, održali mokri i na taj način spriječili truljenje [24].</p>	
<p><b>Remo urban</b></p>	<p>Provođenje intervencije i intenzivne inicijative za širenje informacije kako bi se pokazao potencijal modela urbane regeneracije u energetske, mobilnom te informacijsko-komunikacijskom sektoru. Primjer inovativnog rješenja je izgradnja malih lokalnih konsolidacijskih centara za dostavu zadnje milje pomoću malih električnih vozila za isporuku u središtu grada [25].</p>	
<p><b>Triangulum</b></p>	<p>Demonstrirati, širiti i ponavljati rješenja i okvire za buduće pametne europske gradove koji se fokusiraju na održivu mobilnost, energiju, informacijsku i komunikacijsku tehnologiju te poslove mogućnosti. Primjer inovativnog rješenja ovog projekta je „the backbone“, sustav hardvera i softvera koji nadzire i kontrolira uličnu rasvjetu, promet, kuće, urede te nudi aplikaciju za pametno upravljanje parkiranjem [26].</p>	

<p><b>Ruggedised</b></p>	<p>Testiranje, implementacija i ubrzanje modela pametnog grada, radeći u partnerstvu s tvrtkama i istraživačkim centrima kako bi se kombinirali e-mobilnost, informacijska i komunikacijska tehnologija te energetska rješenja za stvaranje otpornijih gradova. Jedna od inovativnih mjera ovog projekta je energetski učinkovito korištenje zemljišta kroz fleksibilni zeleni parking [27].</p>	
<p><b>Iris</b></p>	<p>Omogućiti svakom gradu da iskoristi mješavinu sveučilišnih i istraživačkih organizacija, lokalnih vlasti, agencija za inovacije i privatnih stručnjaka kako bi ubrzali ambiciozne energetske, mobilne te informacijske i komunikacijske tehnologije. Jedna od najinovativnijih mjera provedenih projektom Iris je Decoat recikliranje obloženog i obojenog tekstila i plastičnih materijala. Glavni cilj recikliranja je omogućiti kružnu uporabu tekstila i plastičnih dijelova s višeslojnim premazima (funkcionalni i izvedbeni premazi i boje, kao i adhezijski slojevi) [28].</p>	
<p><b>Pocacito</b></p>	<p>Olakšati tranziciju gradova Europske unije prema održivom ili „post-ugljičnom“ ekonomskom modelu. Jedna od inovativnih mjera je osnivanje tržišta razmjene koje se održava jednom mjesečno, a omogućuje građanima da razmjenjuju čisti i odvojeni čvrsti otpad iz domaćinstva za domaću poljoprivrednu</p>	



	hranu [29].	
--	-------------	--

U nastavku diplomskog rada detaljnije će biti obrađeni „Ponoviti projekt“, projekt „Pametniji zajedno“, „Rastimo pametnije“ projekt te provedene aktivnosti „Moj pametan život“ projekta na području grada Rijeke.

### 1. **Replicite project** (*hrv. Ponoviti projekt*)

Cilj projekta: Ubrzanje implementacije inovativnih tehnologija, organizacijskih i ekonomskih rješenja kojima bi se značajno povećali resursi i energetska učinkovitost, poboljšanje održivosti gradskog prometa te drastično smanjenje emisije stakleničkih plinova. Ostvarivanjem navedenih ciljeva, unaprijedit će se proces tranzicije do pametnog grada u području energetske učinkovitosti, održive mobilnosti te informacijsko-komunikacijske infrastrukture.

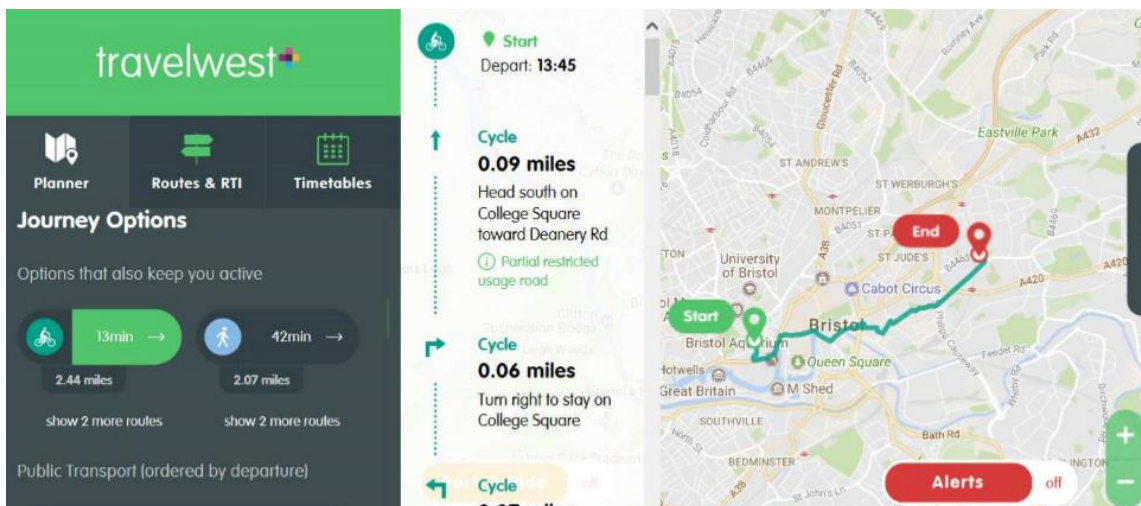
Provedene aktivnosti:

- sustav daljinskog grijanja,
- platforma mreže i potražnje,
- nabava 31 električnih automobila, 26 e-motora, 4 e-autobusa, 112 e-taksija, 12 e-bicikala,
- napredna infrastruktura za punjenje uključujući 151 punjač,
- pružanje usluge upravljanja prometom za građane,
- pametna gradska platforma koja integrira lokalni sustav,
- usluge otvorenih podataka i sudjelovanja građana,
- raspoređivanje usluga i senzora za razvoj brze bežične mobilne mreže,
- pametna javna rasvjeta.

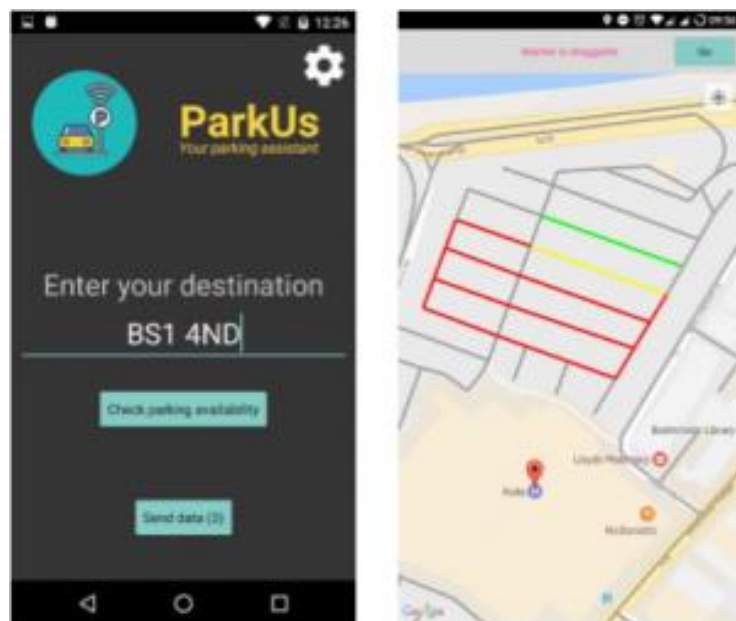
Ostvareni rezultati:

- ušteda energije do 56% u sektoru zgradarstva,
- ušteda energije do 35% u grijanju,
- energetska izolacija 696 stana i 34 poslovna prostora [19].

Ponoviti projekt je svoju inovativnost prikazao putem dvije aplikacije. Prva aplikacija je „Travelwest“, razvoj planera putovanja, kojom se potiče ljude da istraže raspon mogućnosti alternativnih i zelenijih mogućnosti putovanja (slika 6). Druga aplikacija naziva se „ParkUS“, a uz njeno korištenje prikazuje se raspoloživost parkirnim mjestima te na taj način se smanjuje potraga za parkirnim mjestima (slika 7) [19].



Slika 6. Razvoj planera putovanja, inovativnost Replicite projekta [19]



Slika 7. Aplikacija „ParkUs“ kao jedna od inovativnosti Replicite projekta [19]

## 2. Smarter together (hrv. Pametniji zajedno)

Projekt „Smarter together“ nadilazi tehnologiju i potiče partnerstvo s građanima i lokalnim dionicima. Svaki grad razvija „živi“ laboratorij i primjenjuje niz suradničkih procesa koji uključuju poslovne subjekte, IT pružatelje, nositelje znanja i građane koji grade platformu za informiranje i komunikaciju s javnošću.

Provedene aktivnosti:

- instalacija 17,2 MW obnovljivih toplinskih i energetske kapaciteta,
- energetska obnova postojećih zgrada te sustava zaliha energije,
- maksimalno korištenje lokalnih energetske resursa,
- instaliranje fotonaponskih sustava i sustava daljinskog grijanja,
- sustav dijeljenja električnih automobila i bicikala,
- razvoj inovativne pametne gradske usluge orijentirane na krajnje korisnike, građane.

Ostvareni rezultati:

- smanjenje potrošnje energije iz sektora zgradarstva za 60 %,
- smanjena emisija CO<sub>2</sub> za 95,5 tona godišnje,
- smanjena razina buke u gradovima,
- 1500 novih poslova,
- 143 067 m<sup>2</sup> obnovljenog stambenog naselja s 50% potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> [20].

Jedna od inovativnih mjera projekta „Smarter together“ su vozila za čišćenje ulica na električni pogon (*slika 8.*) Vozila su osmišljena za upotrebu u gradskoj sredini te se koriste za ispuštanje posuda za otpatke u pješačkoj zoni u središtu grada. Prilagođena su gradskoj sredini na način da su duga 3,3 metra, a široka 1,1 metar. Osim toga, vozila su vrlo tiha, a kako bi se osigurala sigurnost pješaka, prilikom vozila u pokretu javlja se zvučni signal. U usporedbi s prijašnjim vozilima, ušteda po vozilu je 1 tona emisije CO<sub>2</sub> godišnje [20].



*Slika 8. Vozila za čišćenje ulica prilagođena gradskoj sredini [20]*

### **3. Grow smarter** (hrv. *Rastimo pametnije*)

Cilj projekta „Grow smarter“ je potaknuti prihvaćanje „pametnih rješenja“ od napredne informacijske i komunikacijske tehnologije, bolje povezane urbane mobilnosti do uključivanja obnovljivih izvora energije izvori izravno u gradsku opskrbnu mrežu.

Provedene aktivnosti:

- energetska obnova 200 stambenih zgrada (obnova vanjske izolacije, proizvodnja solarne topline, povećana udobnost, smanjena buka i vlažnost),
- izgradnja energetski učinkovitih bazena (izolacija krova bazena koja će dovesti do smanjenog gubljenja topline kroz površinu te zamjena struje visokoučinkovitom jedinicom koja omogućuje povrat topline iz ispušnog zraka),
- postavljane pametne vanjske rasvjete (samostalni sustav s automatskim prigušivanjem, sustav detekcije prisutnosti uz povećanje razine osvjetljenja),
- upravljanje energijom u kućanstvu („Smart Home“ aplikacija pruža jasne podatke o potrošnji energije, dopuštajući stanarima nižu potrošnje energije i povećanu upotrebu obnovljivih izvora energije),

- daljinsko grijanje na otpadnu toplinu (ušteda energije i smanjenje emisije CO<sub>2</sub> povezivanjem različitih zgrada s distribuiranim proizvodnim objektima na temelju obnovljivih izvora energije i otpada),
- automatsko sakupljanje otpada (obrada više odvojenih tokova otpada u jednom ulazu, identificiranje svakog korisnika i količina otpada, povećana stopa recikliranja, pretvorba otpadne hrane u bioplin pri čemu će se obrađen otpad u obliku bioplina koristiti u javnom prijevozu),
- zeleni parkirni indeks (smanjenje broja parkirnih mjesta pružanjem alternativnih načina prijevoza, manje otvoreno parkiralište osigurava prostor za druge aktivnosti i može povećati lokalnu kvalitetu života).

Navedene aktivnosti su samo od nekih kojima je projekt „Grow smarter“, u 3 europska grada, postigao sljedeće rezultate:

- bolje opcije za gradski prijevoz, bolja isporuka robe te bolje gospodarenje otpadom,
- energetska obnova 100 000 m<sup>2</sup>,
- niži troškovi energije,
- 1500 novih radnih mjesta,
- smanjena potreba za energijom za 60%,
- smanjena emisija stakleničkih plinova za 60%,
- smanjene emisije transporta za 60% [21].

Projekt „Grow smarter“ pokazao se inovativnim provodeći mjere i aktivnosti u sektoru održive mobilnosti. Jedna od mjera su mjesta za brzo punjenje „Fasto“ (*slika 9*), čime se omogućuje naplaćivanje punjenja gotovo svim vrstama električnih automobila. Osim takvih punjača, instalirani su i V2G (eng. vehicle to grid) dvosmjerni punjači. Pomoću V2G sustava, prilikom niske potrošnje energije ili ako je vozilo već puno, dio električne struje se vraća u mrežu te se koristi kao ispomoć u mreži. Također, ne samo da omogućuju punjenje električnih automobila, već i omogućuje korisnicima da koriste energiju pohranjenu u vozilu za upotrebu u domovima ili tvrtkama. [21].



Slika 9. Brzo punjenje nastalo kao rezultat projekta „Grow smarter“ [21]

#### 4. My smart life (hrv. Moj pametan život)

Kada je riječ o implementaciji navedenih projekata na hrvatske gradove, potrebno je spomenuti grad Rijeku koji provodi mnoge aktivnosti kako bi postao pametniji grad. Osim što je grad „sljedbenik“ provođenju projekta „Grow smarter“, dio je i projekta „My smart life“ prilikom čega je razrađena strategija razvoja grada, akcijskog plan za održivu energiju te akcijskog plana pametnog grada. Grad Rijeka je već vrlo aktivan u području obnovljivih izvora energije, energetske obnove zgrada te području pametne rasvjete.

Neke od aktivnosti koje je grad Rijeka proveo projektom „My smart life“ su:

- instalacija pametnih brojila za mjerenje plina, struje i vode u javnim zgradama,
- mreža daljinskog grijanja,
- zamjena voznog parka dizelskih autobusa vozilima na, ekološki prihvatljivi, stlačeni prirodni plin,
- sustavi upravljanja prometom i parkiranjem,

- poticanje sudjelovanje građana putem portala otvorenih podataka za razvoj grada [22].

Već provođenjem mjere zamjene voznog parka vozilima na stlačeni prirodni plin, grad Rijeka je ispunio ciljeve Sporazuma gradonačelnika za smanjenje emisije stakleničkih plinova za 20% do 2020. 40 autobusa na pogon stlačenim prirodnim plinom smanjuju emisije CO<sub>2</sub> za 1400 tona. Jedan takav autobus prikazan je *slikom 10* [30].



*Slika 10. Riječki autobus na stlačeni prirodni plin [30]*

Provođenjem inovacija u prometnom sektoru, grad Rijeka je jedini hrvatski grad koji posjeduje sustav automatskog upravljanja prometom (*slika 11*). Njime se omogućuje upravljanje prometom signalizacijom u ovisnosti o stvarnim, trenutnim opterećenjima na prometnoj mreži. S aspekta prometa, prednosti ovakvog sustava su: bolja protočnost glavnih prometnih koridora, izravni 24-satni nadzor nad odvijanjem prometa, automatsko daljinsko upravljanje semaforskim sustavom, centralno programiranje semafora, trenutna dijagnostika kvarova, automatsko prikupljanje podataka o prometnim opterećenjima.

S aspekta očuvanja okoliša i smanjenja klimatskih promjena, glavne prednosti sustava su:

- ušteda u potrošnji električne energije za 51%,
- rast uštede potrošnje goriva po prosječnoj stopi od 4% godišnje [31].



*Slika 11. Sustav automatskog upravljanja prometom grada Rijeke [31]*

#### **4.2. MJERE U GRADOVIMA ZA UBLAŽAVANJE KLIMATSKIH PROMJENA**

Ublažavanja klimatskih promjena podrazumijeva smanjenje emisija stakleničkih plinova koji zagrijavaju Zemlju, na način da se provode mjere koje će potrošačima omogućiti čistu energiju. Prelazak na takav oblik energije je nužan jer se do 2035. godine očekuje porast potražnje za energijom za 50%. Uzevši u obzir da se oko 1,4 milijarde ljudi oslanja na tradicionalna goriva poput nafte i ugljena, mjere ublažavanja moraju podupirati prirodna rješenja. Mjere ublažavanja klimatskih promjena implementirat će se u sektore snage (energije), prometa, šume, poljoprivrede, proizvodnje te otpada.

##### **1. Djelatnosti poljoprivrede, šumarstva i druge upotreba zemljišta**

Osim što su izvori stakleničkih plinova, one istovremeno mogu provoditi značajne mjere ublažavanja klimatskih promjena. Krčenje i propadanje šuma čini čak 12% ukupnih globalnih emisija, baš kao i poljoprivredne djelatnosti. Kako bi se smanjio postotak u ukupnim emisijama, potrebno je provesti održivo gospodarenje šumama i



zemljištima kako bi se tim ekosustavima omogućilo zadržavanje i pohrana značajne količine ugljika.

Ublažavanje klimatskih promjena može se postići mjerama koje uključuju pretvaranje ne-šumskog zemljišta u šume, sadnju drveća ili dopuštanje šumama da se obnove na prirodan način, obnavljanjem tresetišta te pretvaranjem usjeva u trajni pašnjak. Njihovim provođenjem ugljik će se zadržati u zemljištu i ublažiti klimatske promjene putem „izbjegnutih“ emisija.

Jedan od primjera inovativnosti u ostvarivanju sinergije između otpornosti i koristi u poljoprivredi je pilot projekt za poticanje održivosti i otpornosti na sigurnost hrane u podsaharskoj Africi. Projekt je proveden kako bi se, u suradnji s malim poljoprivrednicima 12 afričkih zemalja, zaštitile i unaprijedile sve blagodati koje pružaju zemlja, voda i šuma. Programom „Sigurnost hrane“ povećat će se održivost i otpornost na više od 10 milijuna hektara proizvodnih krajobraza, poboljšat će se genetska raznolikost za 15%, smanjiti emisija CO<sub>2</sub> za 10 - 20 milijuna tona.

Kada je riječ o šumama, ublažavanje se postiže miješanjem stabala s usjevima ili stočnom hranom, upotrebom trajnica, dobrim upravljanjem gnojidbom i hranom te tehnikama plodnosti tla [32].

Od velike važnosti za ublažavanje klimatskih promjena u gradovima je i sadnja stabala koja, osim što smanjuju potrošnju energije, istovremeno osiguravaju sjenu kojom se snižava temperaturu okolnog zraka. Prema nekim procjenama, sadnjom stabala u gradskom području, izbjeglo bi se do 13 milijuna tona emisije CO<sub>2</sub>. Osim ekološkog značaja, drveće podupire zdravlje i otpornost gradova [32].

## 2. Zgradarstvo

Zelene zgrade inovativna su mjere ublažavanja klimatskih promjena. Zelene zgrade s nultom potrošnjom energije imaju potencijal smanjiti emisije za 90% u odnosu na postojeće građevinske standarde. Način na koji to postižu je izgradnja zgrada energetski učinkovitim građevinskim materijalom te visokotehnološkim metodama gradnje, usvajanjem LED rasvjete, uporabom klima uređaja, hladnjaka, kućanskih aparata i uređaja s niskom potrošnjom energije.

Poznato je da su glavnim potrošači energije u zgradarstvu sustavi grijanja i hlađenja, zelene zgrade poboljšavaju toplinsku cjelovitost zgrade poboljšanim brtvljenjem i

odgovarajućom izolacijom, ugradnjom energetski učinkovitim prozorima te pravilnom orijentacijom zgrade kako bi se maksimalno iskoristio potencijal prirodne svjetlosti i omogućilo najučinkovitije postavljanje solarnih panela.

Smanjenju potrošnje energije značajno doprinose i mjere kao što su kontrola grijanja pomoću sobnih termostata u termostatskih ventila [33].

Novitet koji doprinosi energetskej učinkovitosti zgrada su zeleni krovovi (*slika 12*). Osim bolje izolacije zgrade te paralelne uštede energije, zeleni krovovi ublažavaju klimatske promjene na način da poboljšavaju uvjete okoliša smanjenjem onečišćenja i temperatura pružajući istovremeno i vizualni ugođaj. Također, u urbanoj sredini gdje je prisutan manjak zelenih i obradivih površina, zeleni krovovi služe i za proizvodnju hrane [34].



*Slika 12. Zeleni krov kao mjera ublažavanja klimatskih promjena [35]*

### 3. Otpad

Kako bi se izbjeglo emitiranje metana iz odloženog otpada, potiče se kompostiranje. Osim izbjegavanja emisija, kompostiranjem otpada se dobije vrijedno gnojivo bogato ugljikom. Kompost nastao iz gradskih otpadaka hrane prodaje se lokalnim poljoprivrednicima, što omogućuje građanima da se prilagode promjenjivom prehrambenom sustavu [32].

Istraživanja su pokazala da bi, upotreba komposta bila ekvivalentno oduzimanju 6 milijuna automobila s ceste svake godine [36].

Osim kompostiranja, mjera ublažavanja klimatskih promjena je prelazak na nulti otpad (eng. zero waste), kojem zahtjeva odgovorno upravljanje materijalima i energijom potrebnom za njihovo stvaranje. Nulti otpad obuhvaća cjelokupni proces koji se sastoji od: maksimalnog recikliranja, minimalnog nastanka otpada, smanjenje potrošnje i mogućnosti da se proizvodi mogu ponovno upotrijebiti, popraviti ili reciklirati natrag u okoliš. Gradske zajednice ulažu u nulti otpad kao prioritetnu mjeru ublažavanja klimatskih promjena koja prvenstvo proizlazi iz recikliranja. Korištenjem recikliranih materijala za izradu novih proizvoda smanjuje se potrošnja energije za razliku od izrade novih proizvoda iz drveća, fosilnih goriva ili metalnih ruda [36].

#### 4. Transport

Kako bi se omogućilo da gradovi postanu bolje mjesto život i rad, potrebno je riješiti problem prometnog zagušenja. Mjere koje se poduzimaju kako bi se smanjila upotreba privatnih vozila i poticao razvoj sektora prometa, uz istodobno ublažavanje klimatskih promjena su:

1. Program promjene ponašanja,
  2. Pravila o parkiranju,
  3. Drugi poticaji i destimulacija cijena,
  4. Ograničavanje područja u kojem je dopušten prijevoz privatnim vozilima, udruživanje (eng. car-pooling), sheme dijeljenja automobila,
  5. Električna vozila .
- 
1. Mjera „program promjene ponašanja“ nastoji informirati ljude o alternativnim vrstama prijevoza poput biciklizma, hodanja te javnog prijevoza. Cilj je ljude obavijestiti o osobnim (financijskim i zdravstvenim) i ekološkim prednostima alternativnih vrsta prijevoza. Osim informiranja, potiče se isprobavanje alternativni poput putovanja autobusom na posao ili pješaćenja do škole koja se nalazi u blizini. Primjer uspješnosti ove mjere je program „Travel Smart“ (hrv. pametno putovati), koji je smanjio putovanje privatnim automobilima za više od 10%. Navedeni program obuhvaća „hodanje školskim autobusom“ (*slika 13*) koje se provodi na

način da jedan ili više odraslih nadzire djecu prilikom dolaska ili dolaska iz škole. Djecu se može, kao što čini i školski autobus, „pokupiti“ ili „ispustiti“ duž rute. Osim hodanja, postoji mogućnosti i „vlaka za bicikle“.

Kao mjera programa promjene ponašanja, hodanjem ili biciklizmom nastoji se učiti djecu o njihovom susjedstvu i okolišu, o sigurnosti na cestama te o samostalnoj mobilnosti [37].



*Slika 13. Hodanje školskim autobusom kao mjera programa promjene ponašanja [37]*

2. Smanjena upotreba privatnih vozila može se postići smanjenjem ponude parkiranja ili povećanjem cijena parkinga. Široki plan koji gradovi tek moraju usvojiti je centar bez prometa, okružen parkingom na ulici samo za skupine prometa kao što su javni prijevoz, vozila za hitne slučajeve, parking za invalide, taxi, dostavna vozila i parkirališta za kratki boravak. Osim što će vozači privatnih automobila ,zbog nedostatka parkirnih mjesta, morati razmotriti opciju pronalaska alternativnog prijevoza, ovakav oblik parkinga ostavlja mogućnost pretvaranja u posebne trake za autobuse ili bicikle.
3. Kako bi se dodatno ublažile klimatske promjene, mogu se povećati cijene troškova kao što su cijene autoceste, glavne ceste i mostova te naknade za registraciju vozila.

Mnogi gradovi, poput Londona, uveli su poreze na zagušenje i poreze na gorivo (slika 14).



Slika 14. Zona naplate naknade za zagušenje u Londonu [37]

4. Osim navedenog, smanjenoj potrebi za privatnim automobilima doprinose ograničenje područja u kojima je dopušteno voziti se privatnim automobilima (slika 15) te sheme dijeljenja automobila. Istraživanjem je dokazano da se, osim smanjenju klimatskih promjena, provođenjem ovih mjera transporta smanjuje broj prometnih nesreći te se potiče građane na život bez vlastitih automobila.



Slika 15. Primjer tranzicije prometne ulice u multifunkcionalan životni prostor [37]

5. Kada je riječ o ublažavanju klimatskih promjena u sektoru transporta, ključan je prijelaz na električna vozila-električni bicikli, električni motori i skuteri, električni automobili, električni kamioni, električni autobusi, električni tramvaji i vlakovi, čak i električni čamci i zrakoplovi. Glavne prednosti ovakve vrste vozila su:

- punjenje električnom energijom proizvedenom iz lokalnih izvora,
- vrlo niski operativni troškovi u pogledu korištenja i održavanja energije,
- ne proizvode se izravne emisije iz ispušnih cijevi,
- pružanje ugljično neutralnog transportnog rješenja [37].

#### **4.3. MJERE U GRADOVIMA ZA ADAPTACIJU NA KLIMATSKE PROMJENE**

Klimatski znanstvenici desetljećima govore o potrebi smanjenja emisije stakleničkih plinova kako bi se izbjegla toplija i manje podnošljiva budućnost. Svjesni da smanjenje klimatskih promjena ne znači istovremeno i njihovo isključivanje, nužno je početi prilagođavati urbanu sredinu na njih.

##### **1. Mjere prilagodbe na porast razine mora**

- Izgradnja morskih zidova za zaštitu od djelovanja valova (*slika 16*).



*Slika 16. Morski zid kao zaštita od djelovanja valova [38]*

- Podizanje infrastrukture je vrlo česti primjer adaptacije na klimatske promjene. Primjerice, podizanjem razina cesta smanjit će se mogućnost da budu poplavljene.
- Postavljanje obloga, stijena i gabiona čiji je vremenski vijek trajanja ograničen, a istovremeno smanjuju estetsku vrijednost plaža (*slika 17*).



*Slika 17. Umjetni greben u obliku kamenih blokova uz obalu Australije [38]*

- Postavljanje struktura u more kao što su gume, potopljeni brodovi i stijene koje imaju potencijal da smanje količinu energije kojom valovi razaraju obalu. Osim zaštitnog faktora, većina umjetnih struktura se koristi kako bi poboljšala uvjete surfanja. Uz pozitivne učinke, prepoznato je njihovo negativno djelovanje na pomorski promet i obalnu vegetaciju.
- Postavljanje vodenih pumpa koje pumpaju vodu iz sustava odvodnje za vrijeme poplava [38].

Nad navedenim fizičkim mjerama za adaptaciju na podizanje razine mora, prednost imaju biološke mjere koje se smatraju prirodnijim i samim time manje štetnim za vodene ekosustave, ali i ekonomski prihvatljivijim. Biološke mjere adaptacije:

- Rehabilitacija ušća i močvarnih staništa. Obnovom gradskih ušća i močvara, prirodna vegetacija vraćena u te ekosustava spriječila bi brojne olujne udare.

Osim uloge obrane od poplave, rehabilitacijom bi ušća i močvarna staništa postale utočišta vrstama koje bi bile izložene negativnom utjecaju porasta razine mora.

- Prostiranje algi. Kelp (*slika 18*) je smeđa alga koja je specifična po tome što ima sposobnost rasta s poratom razine mora. Iako je učestala praksa da se ukloni s plaža, kako bi bile vizualno prihvatljive za turiste i posjetitelje, morska trava smanjuje energiju valova na način da veže pojedine čestice pijeska i tako pridonosi strukturi plaže [38].



*Slika 18. „Šuma“ kelp – biološka mjera za adaptaciju na podizanje razine mora [38]*

Mjere adaptacije na porast razine mora su neizbježne u zgradarstvu, a neke od njih su:

- Podizanje zgrada iznad zemlje.
- Upotreba materijala koji podnose poplave (uključujući zaštitne pragove i drvene okvire, suhozid od staklenih vlakana te pločice ili elastičnih podova).
- Podignuti električnu i mehaničku opremu iznad razumno očekivane razine poplave.
- Ugradnja nepovratnih ventila u kanalizacione vodove.
- Izgradnja plutajućih zgrada i susjedstva (*slika 19*) [38] .





*Slika 19. Plutajuće zgrade [39]*

## **2. Mjere prilagodbe na povećanje temperature**

Posljedice klimatskih promjena u obliku duljih, toplijih i češćih toplinskih valova, koji su uzročnici sve većem broju smrtnih slučajeva i ozljeda povezanih s toplinom, zahtijevaju posebne mjere adaptacije u sektoru zgradarstva:

- Mjere za izbjegavanje opterećenja u zgradama. Primjenom geometrije zgrada može se ograničiti solarni dobitak na istočnoj i zapadnoj strani fasade zgrade te ograničiti područje ostakljenja prema istoku i zapadu. Za manji prodor sunčeve topline, preporučuje se ugradnja vanjskih uređaja za zasjenjivanje iznad stakla, uključivanje visoke razine izolacije te primjena reflektivnih krovova koji pružaju optimiziranu dnevnu svjetlost, uz smanjenu upotrebu električne rasvjete (*slika 20*).



*Slika 20. Prikaz kuće koja ujedinjuje mjere zaštite od poplava i mjere za izbjegavanje opterećenja [40]*

- Dizajniranje prirodne ventilacije u zgradama. Prilikom projektiranja zgrada potrebno je uzeti u obzir položaj prozora i balkonskih vrata pomoću kojih bi zrak cirkulirao iz hladnijih prostorija prema toplijim i omogućio prirodnu ventilaciju. Također, prirodna ventilacija može poslužiti.
- Ograničenje unutarnje dobitaka navodeći visokoučinkovitu rasvjetu i opremu. Što je veća učinkovitost rasvjete ili opreme, to se manje otpadne topline generira.
- Uređenja okoliša kako bi se smanjila potreba za hlađenjem. Pažljivo uređen okoliš uključujući drveće, vinovu lozu, jednogodišnje biljke i zelene krovove, može pomoći u kontroli toplinskog dobitka te poboljšanju prirodne ventilacije.
- Smanjenje utjecaja gradskih toplinskih otoka. Osim što gradski toplinski otoci održavaju temperaturu od 3° C do 4 °C iznad razine temperature okolnog zemljišta, oni istovremeno proizvode lokalni smog. Kako bi se njihov utjecaj

smanjio, nužna je sadnja stabala, ugradnja zelenih krovova, kovova s reflektirajućim premazima (slika 21) te površina za hodanje [40].



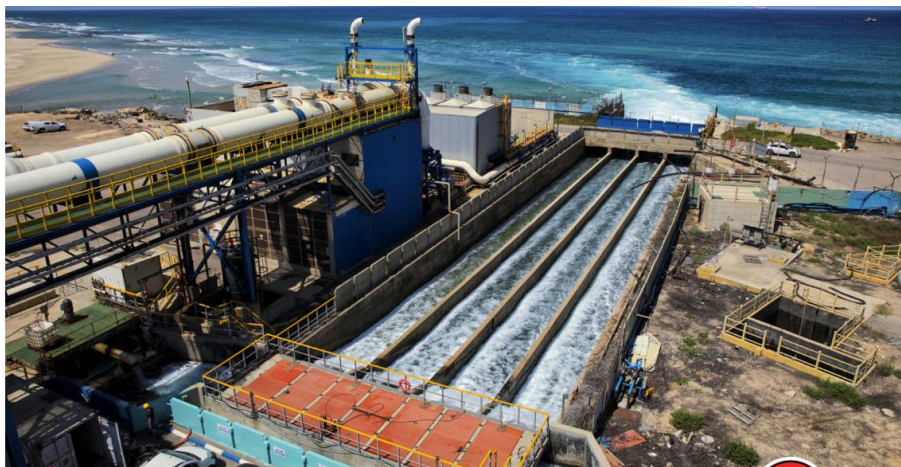
*Slika 21. Prikaz bijelog krova (smanjenje učinka gradskog toplinskog otoka), fotonaponskog zida i vjetroturbine (smanjenje ovisnosti o lokalnoj električnoj mreži) [40]*

### **3. Mjere prilagodbe na nestašicu pitke vode**

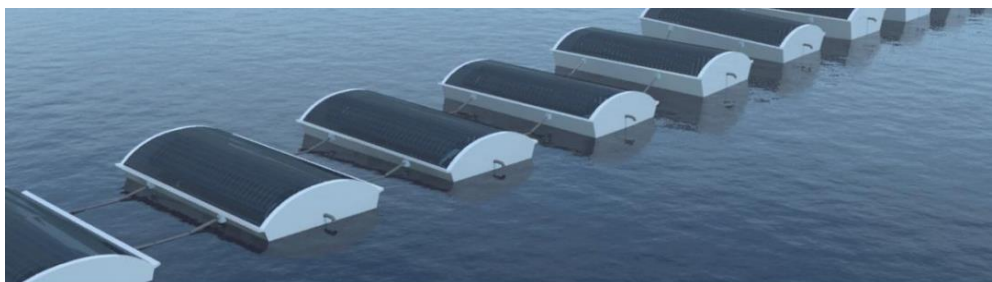
- Očigledan odgovor na nedostatak vode i suše je izbjegavanje razvoja u najsušim regijama. Primjer tomu je Kalifornija koja zahtjeva od projektanata da prilikom projektiranja prikažu da će na određenoj lokaciji biti dovoljno vode u narednih 20 godina.
- Zamijeniti postojeće uređaje vodonepropusnim. Prilikom svake izgradnje ili renovacije zgrade poželjno je instalirati vrhunske proizvode za očuvanje vode.
- Sakupljanje kišnice. Kišnica se može koristiti za navodnjavanje, ispiranje, ali uz pravilnu filtraciju, može se koristiti i za piće. Sakupljanje kišnice je još uvijek nezakonito u nekim državama Zapada, ali postepenim manjkom vode, i to se mijenja [38]
- Pобољшanje kanalizacionih sustava.

- Provođenje sustava desalinizacije. Desalinizacija je postupak uklanjanja soli iz morske ili bočate vode, a upravo postupkom desalinizacije Španjolska dnevno omogućuje pitku vodu za oko 8 milijuna ljudi (*slika 22*).

Najveći nedostatak sustava desalinizacije je potrošnja električne energije, stoga je ponuđeno rješenje u obliku solarne desalinizacije (*slika 23*). [41].



*Slika 22. Sustav desalinizacije [41]*



*Slika 23. Solarna desalinizacija [41]*

#### **4. Mjere prilagodbe ekosustava na klimatske promjene**

- Prihvatiti da će se priroda promijeniti na način da se novim vrstama dopusti njihov napredak, kako bi postale otporne na nove uvjete.
- Zaštititi pričuve i čuvati prirodu na privatnom zemljištu u obliku sadnje vrta ili stvaranja staništa na svom posjedu, odabirom vrsta koje će najvjerojatnije preživjeti.
- Ukloniti prijetnje poput korova i divljih životinja.
- Koristiti prirodne procese kako bi se promicala raznolikost.
- Povezati krajolike, npr. posaditi stabla kako bi se povezala područja autohtone vegetacije ili stvorila sjena uz potoke i rijeke.
- Promicati prirodne vrijednosti u gradovima. Osim što je oku ugodno, istraživanja su pokazala da zeleni pogled iz ureda povećava produktivnost.
- Bilježiti promjene u vlastitom lokalnom području jer, što se više zna, više se može predvidjeti i na vrijeme reagirati [42].

## 5. PRIMJENA MJERA NA PODRUČJU KUTINE

Grad Kutina je smješten na obroncima Moslavačke gore, a naseljen s 15 000 stanovnika. Naziva se i „zelenim gradom“ zahvaljujući brojim parkovima, drveću, zelenim površinama, uređenim grmovima i okućnicama (slika 24). Za taj nadimak zaslužan je veći dio stanovnika koji živi u vlastitim kućama izvan centra grada, što im omogućuje bavljenje poljoprivredom, održavanje zelenih površina, kućno kompostiranje, korištenje prirodnih izvora vode, korištenje alternativnih načina prijevoza poput biciklizma, korištenje biomase kao energenta za grijanje.



Slika 24. Centar grada Kutine [43]

Ono što grad čini manje zelenim je industrija. Najveći pojedinačni izvor emisija i onečišćujućih čestica je Petrokemija d.d. Kutina, tvornica gnojiva, u kojoj radi 40% zaposlenog stanovništva Kutine. Iako grad Kutina nije potpisnik Sporazuma gradonačelnika, u svrhu smanjenja emisije iz sektora industrije, on provodi Akcijski plan smanjenja emisije  $\text{NH}_3$  te Akcijski plan za smanjenje emisija  $\text{PM}_{10}$ . Cilj navedenih akcijskih planova je primjena najboljih raspoloživih tehnika, poticanje čišćih tehnologija i obnovljivih izvora energije [44].

Uz industriju, najveći stupanj onečišćenja se nalazi u samom središtu grada, u sektoru zgradarstva. U cilju smanjenje klimatskih promjena, grad Kutina provodi mjere energetske učinkovitosti u javnim ustanovama. Osim ublažavanja klimatskih promjena u obliku smanjenja emisije CO<sub>2</sub> i smanjenje potrošnje energije, provedene mjere energetske učinkovitosti istovremeno predstavljaju i prilagodbu na klimatske promjene koje neće zaobići ni Kutinu. U nastavku istraživačkog djela diplomskog rada analizirani su provedeni projekti energetske učinkovitosti za dječji vrtić Neven te Osnovnu školu Banova Jaruga.

## 1. DJEČJI VRTIĆ NEVEN

*Tablica 2. Potrošnja energija prije i nakon obnove vrtića Neven*

<b>PRIMARNA POTROŠNJA ENERGIJE (Eprim)</b>	
Primarna potrošnja energije prije obnove Eprim (kWh/ godina):	486.178,00
Primarna potrošnja energije nakon obnove Eprim (kWh/godina):	115.071,00
<b>Smanjenje primarne potrošnje energije (kWh):</b>	<b>371.107,00</b>

*Tablica 3. Količina emisija CO<sub>2</sub> prije i nakon obnove vrtića Neven*

<b>SMANJENJE EMISIJE CO<sub>2</sub></b>	
Količina CO <sub>2</sub> prije obnove (t)	98,18
Količina CO <sub>2</sub> nakon obnove (t)	22,51
<b>SMANJENJE (t):</b>	<b>75,67</b>
<b>SMANJENJE (%):</b>	<b>77,07%</b>

Vrijednost projekta energetske obnove dječjeg vrtića Neven iznosi 2.067.548.45 kn, od čega je 1.136.814.84 kn sufinancirano fondovima EU. Povećanjem toplinske zaštite krova iznad grijanog prostora, povećanje toplinske zaštite vanjskog zida, zamjena vanjske stolarije, ugradnja visokoučinkovitog sustava grijanja, zamjena postojećeg sustava pripreme potrošne tople vode sustavom koji koristi OIE, zamjena postojeće rasvjete učinkovitijom. Navedenim mjerama potrošnja energije se smanjila za 75% (*tablica 2*), a emisija CO<sub>2</sub> za 77,07% (*tablica 3*).

Predstavnik obnovljivih izvora energije u provedenim projektima energetske učinkovitosti u gradu Kutini je sunčeva energija. No, njezina upotreba je minimalna, točnije, ona je onolika koliko je potrebno da se zadovolje uvjeti natječaja. Tako se postavljeni solarni paneli koriste isključivo za pripremu potrošne tople vode. Objašnjenje za to je da se u ovakvoj ustanovi kao što je dječji vrtić, čije je radno

vrijeme od 7-17 sati, ne bi iskoristio sav potencijal solarnih panela, odnosno, nakon 17 sati se ne bi koristila energija koja bi bila proizvedena. Kako bi se to izbjeglo, potrebna je instalacija cjelokupnog fotonaponskog sustava, koji zahtjeva dodatna financijska ulaganja.

## 2. OSNOVNA ŠKOLA BANOVA JARUGA

Tablica 4. Potrošnja energije prije i nakon obnove osnovne škole

<b>PRIMARNA POTROŠNJA ENERGIJE (Eprim)</b>	
Primarna potrošnja energije prije obnove Eprim (GWh/ godina):	0,371576884
Primarna potrošnja energije nakon obnove Eprim (GWh/godina):	0,07799028
<b>Smanjenje primarne potrošnje energije (GWh):</b>	<b>0,293586604</b>

\*napomena: 1 Gwh = 1.000.000 Kwh

Tablica 5. Količina emisija CO<sub>2</sub> prije i nakon obnove osnovne škole

<b>SMANJENJE EMISIJE CO<sub>2</sub></b>	
Količina CO <sub>2</sub> prije obnove (t)	74,72258432
Količina CO <sub>2</sub> nakon obnove (t)	15,6835248
<b>SMANJENJE (t):</b>	<b>59,04</b>
<b>SMANJENJE (%):</b>	<b>79,01%</b>

Vrijednost projekta energetske obnove Osnovne škole Banove Jaruge je 2.067.272,05 kn, od kojih 1.144.133.79 kn sufinancira EU. Provođenjem mjera energetske učinkovitosti: Povećanje toplinske zaštite krova iznad grijanog prostora, povećanje toplinske zaštite vanjskog zida, povećanje toplinske zaštite poda prema negrijanom prostoru, zamjena vanjske izolacije, zamjena postojećeg sustava pripreme potrošne tople vode sustavom koji koristi obnovljiv izvor energije, potrošnja energije se smanjila za 0,293586604 Gwh (*tablica 4*), a emisija CO<sub>2</sub> za 79,01% (*tablica 5*). Osim navedenih primjera, mjere energetske učinkovitosti provodile su se i u ostalim vrtićima i školama grada Kutine.

Unatoč smanjenoj potrošnji energije i smanjenoj emisiji CO<sub>2</sub>, provedeni projekti su tek prvi korak u borbi protiv klimatskih promjena. Ono što nedostaje je uključivanje građana, mogućnost da realiziraju vlastite ideje, kao što nudi Sporazuma gradonačelnika. Uz samo provođenje mjera, potrebna je i edukacija stanovništva kako bi promjene mogle početi u vlastitim domovima.



Osim pregleda navedenih projekata na području grada Kutine, cilj istraživačkog djela diplomskog rada je i postavljanje ideja kojima su predložene inovativne mjere za smanjenje klimatskih promjena u gradu. Kako bi se dobio uvid u njihovu primjenjivost, proveden je razgovor s nadležnim ljudima iz grada.

Iz razgovora s nadležnima, financije i nepoznanica kod građana, najveće su prepreke u provođenju inovativnih mjera za smanjenje klimatskih promjena. Prijedlog inovativnih mjera za smanjenje klimatskih promjena, smanjenje emisije CO<sub>2</sub> i potrošnje energije te stvaranje ugodnije okoline, njihove prednosti, ali i prepreke koje sprječavaju provođenje istih u gradu Kutini, prikazane su *tablicom 6*.

*Tablica 6. Prijedlog inovativnih mjera na području grada Kutine*

<i>Mjere</i>	<i>Prednosti</i>	<i>Prepreke</i>
<b>Modernizacija tehnologije tvornice Petrokemije</b>	U svrhu smanjenje onečišćenja, već su provedena ulaganja u modernizaciju te su se zatvarala pojedina postrojenja.	Petrokemija d.d. nije u vlasništvu grada Kutine te grad ne može utjecati na mjerama modernizacije.
<b>Niskouglični javni prijevoz</b>	Niskouglični javni prijevoz bi se prvenstveno koristio u svrhu prijevoza u/iz škole ili drugih aktivnosti. Trenutno se prijevoz školaraca vrši autobusima, na udaljenosti minimalno 5 km od škola. Ovom mjerom bi se smanjila upotreba vlastitih automobila u krugu unutar 5 km te bi se omogućio prijevoz školarcima koji žive na manjim udaljenostima od škola.	Javni prijevoz nije u vlasništvu grada te bi uvođenje javnog gradskog prometa zahtijevalo veliko financijsko ulaganje. Kako bi se izbjeglo zahtjevno financijsko ulaganje, grad ima mogućnost objaviti natječaj za subvenciju privatnog sektora koji bi osigurao prijelaz na niskouglični javni prijevoz, kao što je autobus na prirodni plin.
<b>Energetska obnova javnih objekata i</b>	Uz javne objekte, Kutina sadrži veliki broj društvenih domova građenih prije 50-60 godina.	

<p><b>društvenih domova</b></p>	<p>Energetskom obnovom, osim uštede energije, omogućilo bi se i češće organiziranje događaja u domovima.</p>	
<p><b>Promocija i intenzivna komunikacija s građanima</b></p>	<p>Glavni problem u gradu je neinformiranost građana. Projektima zabavno-edukativnog karaktera poput „Dan planete Zemlje na biciklu u Moslavini“, omogućuje se da građani preuzmu inicijativu u borbi za okoliš. Različitim skupovima, igrama, gledanjem filmova, potrebno je osvijestiti građane o problematici klimatskih promjena.</p>	
<p><b>Unaprjeđenje biciklističkog prijevoza na području Grada</b></p>	<p>Biciklističkim stazama centar grada bi se povezo s predgrađima te bi se unaprijedio biciklistički prijevoz. Osim staza, unaprjeđenje biciklističkog prijevoza uključuje i garaže za bicikle. Uz garaže i biciklističke staze, odgovarajući biciklistički prijelazi, omogućili bi provođenje mjere „vlak za bicikle“.</p>	
<p><b>Instalacija malih fotonaponskih sustava na krovovima zgrada u vlasništvu Grada</b></p>	<p>Ovom mjerom bi se, osim smanjenja potrošnje energije, istovremeno i obnovili postojeći krovovi.</p>	<p>Najveća zapreka provođenju ove mjere su nepoznavanje mogućnosti i neinformiranost. Jedna od mogućnosti financiranja fotonaponskih sustava je grupno financiranje od strane građana. Svaki građanin može davati</p>

		zajam na određeno vrijeme, unutar kojeg će mu se ulog vratiti s kamatama.
<b>Mjere u gospodarenju otpadom (katalitička depolimerizacija, rjeđe sakupljanje otpada)</b>	Ideja koja se trebala provesti na području grada bila je obrada otpada katalitičkom depolimerizacijom, kojom se iz polimernih lanaca dobiva sintetičko dizel gorivo. Provedena mjera je rjeđe sakupljanje otpada (prije se sakupljalo 2 puta tjedno, a sada se sakuplja jednom tjedno.	Ovakav način obrade otpada nije isplativ za grad Kutinu jer se godišnje prikupi približno 8 000 t otpada, od čega najveći udio čine korisne frakcije otpada kao što su papir i plastika.
<b>Vozila za čišćenje ulica na električni pogon</b>	Osim smanjene emisije i potrošnje energije, vozila su prilagođena gradskoj sredini.	Ova mjera se trenutno smatra „prevelikim zalogajem“, jer grad mora početi od prvog koraka, odnosno od informiranja i educiranja građana te će se postepeno doći i do ovakvih mjera.
<b>Mjere potpore građanima</b>	Poticanje građana da se jave na natječaje Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, omogućit će im da, uz financijsku pomoć, postignu energetske uštede i u svom domu.	
<b>Energetski učinkovita javna rasvjeta za grad Kutinu</b>	Zamjena postojećih rasvjetnih tijela sa natrijevim visokotlačnim žaruljama. Osim tople bijele boje, visokog svjetlosnog toka, otpornosti na udarce i vibracije, uz manje snage, svjetiljke će davati iste/bolje	

	rezultate.	
--	------------	--

## 6. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene – prošlost, sadašnjost i budućnost. Iako je riječ o različitim vremenima, jedno je zajedničko: Klimatske promjene su stvarne i ljudske aktivnosti su glavni uzrok. Njihove posljedice nemoguće je izbjeći, ali im se može suprotstaviti mitigacijom (ublažavanjem) i adaptacijom (prilagodбом).

Prilikom pružanja toga otpora, ključnu ulogu imaju gradovi. Gradovi, koji zauzimaju 2% zemljine površine sa gotovo 50% rastuće populacije, osjetit će najizraženije posljedice klimatskih promjena. Očekivane posljedice poput porasti temperature, porasti razine mora, nestašice vode, gradskih toplinskih otoka, onečišćenja zraka, čestih toplinskih i olujnih udara, porasti bolesti i smrtnosti te utjecaja na bioraznolikost, udružile su gradove u Sporazum gradonačelnika, što ih obvezuje na smanjenje emisije stakleničkih plinova te donošenje SECAP-a. Prilikom provođenja mjera za smanjenja stakleničkih plinova, provodi se načelo „odozdo prema gore“, uključujući svo stanovništvo, od građana do gradonačelnika.

Ideja diplomskog rada bila je izvidjeti kako se gradovi bore protiv klimatskih promjena te koje se inovativne aktivnosti za mitigaciju i adaptaciju provode u gradovima. Analizirani su projekti programa Obzor 2020., na osnovu kojih je postavljena ideja za provođenje inovativnih mjera na području grada Kutine. O predloženim mjerama porazgovaralo se s nadležnim ljudima iz grada, koji su objasnili što ih sprječava u provođenju ili koje su mogućnosti njihovog provođenja. Ono što sprječava provođenje pojedinih inovativnih mjera su neinformiranost i financijska ulaganja, stoga bi se u gradu Kutini prvo trebale provesti mjere promocije i intenzivnog komuniciranja s građanima te mjere potpore građanima.

Grad Kutina bi mogao smanjiti klimatske promjene niskougličnim javnim prijevozom, energetsom obnovom javnim objekata i društvenih domova, unapređenjem biciklističkog prijevoza, instalacijom fotonaponskih sustava, mjerama u gospodarenju otpadom, vozilima za čišćenje ulica na električni pogon te energetske učinkovitijom javnom rasvjetom.

Osim smanjene potrošnje energije, smanjene emisije CO<sub>2</sub>, građani će moći uživati u ugodnijoj okolini, ali sudjelovanjem u provođenju projekata poput instaliranja malih fotonaponskih sustava, moći će ostvariti i zaradu.

Provođenjem navedenih mjera, grad bi mogao postati lider u borbi protiv klimatskih promjena, a udruživanjem građana dobila bi se snažna zajednica iz koje mogu proizaći inovativne ideje kojima se neće dopustiti da klimatske promjene nadvladaju sadašnjost, ali i budućnost.

## POPIS LITERATURE

[1] United Nations. Global Issues: Climate Change.

Dostupno na: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/>

Datum pristupa: 27.05.2019.

[2] WWF, Planet Zemlja: Klimatske promjene.

Dostupno na: [http://www.wwfadria.org/naa\\_zemlja/klimatske\\_promjene/](http://www.wwfadria.org/naa_zemlja/klimatske_promjene/)

Datum pristupa: 01.03.2019.

[3] Australian academy of science, What is climate change?

Dostupno na: <https://www.science.org.au/learning/general-audience/science-booklets-0/science-climate-change/1-what-climate-change>

Datum pristupa: 01.03.2019.

[4] Center for climate and energy solutions, Extreme Weather and Climate Changes

Dostupno na: <https://www.c2es.org/content/extreme-weather-and-climate-change/>

Datum pristupa: 02.03.2019.

[5] Patarčić M. Državni hidrometeorološki zavod, Klima i klimatske promjene: Klima i klimatski sustav.

Dostupno na:

[http://meteo.hr/klima.php?section=klima\\_modeli&param=klima\\_promjene#sec](http://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli&param=klima_promjene#sec)

Datum pristupa: 02.03.2019.

[6] WWF-UK, The effects of climate changes

Dostupno na: <https://www.wwf.org.uk/effectsofclimatechange>

Datum pristupa: 05.03.2019.

[7] Pavlic V. Total croatia news: Climate Change Bringing Dramatic Changes to Croatia.

Dostupno na: <https://www.total-croatia-news.com/politics/20033-climate-change-bringing-dramatic-changes-to-croatia>

Datum pristupa: 05.03.2019.

**[8]** Gajšak M., Šubić M. Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu. *Gospodarski list*. 2018. pp. 39-51.

Dostupno na: <http://www.gospodarski.hr/Publication/2018/2/prilog-broja-utjecaj-klimatskih-promjena-na-poljoprivredu/8762#.XI4D3TQi00>

Datum pristupa: 10.03.2019.

**[9]** Global climate change: Responding to Climate Change

Dostupno na: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>

Datum pristupa: 10.03.2019.

**[10]** Walsh L, Dawson J, Hall W, Barr S, Batty M, Bristow L, Carney S, Dagoumas S, Ford C, Harpham C, Tight R, Watters H, Zanni M. Assessment of climate change mitigation and adaptation in cities. *Ice publishing*. 2011. pp. 75-84.

Dostupno na: <http://dcitynetwork.net/wp-content/uploads/2014/08/batty-udap-2011.pdf>

Datum pristupa: 11.03.2019.

**[11]** UN environment: Cities and climate change

Dostupno na: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/cities-and-climate-change>

Datum pristupa: 11.03.2019.

**[12]** United Nations Development Programme, Climate change in Croatia: New Human Development Report launched, 2009.

Dostupno na:

<https://www.undp.org/content/undp/en/home/presscenter/pressreleases/2009/02/16/climate-change-in-croatia-new-human-development-report-launched.html>



Datum pristupa: 11.03.2019.

**[13]** Boric M. Sporazum gradonačelnika za klimu i energiju, 2016.

Dostupno na:

*[https://eko.zagreb.hr/UserDocsImages/arhiva/Slike/Zagrebački%20energetski%20tjedan%202016/prezentacije/CRO%20CoM/1\\_Grad%20Zagreb\\_Melita%20Boric.pdf](https://eko.zagreb.hr/UserDocsImages/arhiva/Slike/Zagrebački%20energetski%20tjedan%202016/prezentacije/CRO%20CoM/1_Grad%20Zagreb_Melita%20Boric.pdf)*

Datum pristupa: 19.03.2019.

**[14]** Sporazum gradonačelnika za Klimu i Energiju: Inicijativna Sporazuma.

Dostupno na: *<https://www.sporazumgradonacelnika.eu/about-hr/cov-initiative-hr/cov-figures-hr.html>*

Datum pristupa: 19.03.2019.

**[15]** Europska Unija, okoliš: Ususret zelenijoj i održivijoj Europi.

Dostupno na: *[https://europa.eu/european-union/topics/climate-action\\_hr](https://europa.eu/european-union/topics/climate-action_hr)*

Datum pristupa: 19.03.2019.

**[16]** Heidrich O, Reckien D. We examined 885 European cities' plans to tackle climate change- here's what we found, 2018.

Dostupno na: *<http://theconversation.com/we-examined-885-european-cities-plans-to-tackle-climate-change-heres-what-we-found-95733>*

Datum pristupa: 22.03.2019.

**[17]** European Commission, Horizon 2020: Fighting and adapting to climate change.

Dostupno na: *<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fighting-and-adapting-climate-change-1>*

Datum pristupa: 22.03.2019.

**[18]** Bailey K. Waste 360: How the Waste Industry Can Lead on Climate Change, 2017.

Dostupno na: *<https://www.waste360.com/emissions/how-waste-industry-can-lead-climate-change>*

Datum pristupa: 22.03.2019.

**[19]** Replicite: Main actions.

Dostupno na: <https://replicate-project.eu/actions/main-actions/>

Datum pristupa: 23.03.2019.

**[20]** Smarter together: We are smarter together.

Dostupno na: <https://www.smarter-together.eu>

Datum pristupa: 23.03.2019.

**[21]** Grow smarter: Our vision.

Dostupno na: <http://www.grow-smarter.eu/home/>

Datum pristupa: 23.03.2019.

**[22]** My smart life: Interventions.

Dostupno na: <https://www.mysmartlife.eu/interventions/>

Datum pristupa: 23.03.2019.

**[23]** Sharing cities.

Dostupno na: [http://www.sharingcities.eu/sharingcities/home\\_sharingcities](http://www.sharingcities.eu/sharingcities/home_sharingcities)

Datum pristupa: 25.03.2019.

**[24]** Fabisch. Citizen Focus Ambassador Cities Initiative Relaunch, 2017.

Dostupno na: <http://espresso-project.eu>

Datum pristupa: 25.03.2019.

**[25]** RemoUrban: REgeneration MOdel for accelerating the smart URBAN transformation.

Dostupno na: <http://www.remourban.eu>

Datum pristupa: 25.03.2019.

**[26]** Triangulum.

Dostupno na: <https://www.triangulum-project.eu>

Datum pristupa: 25.03.2019.

**[27]** Ruggedised.

Dostupno na: <http://www.ruggedised.eu>

Datum pristupa: 25.03.2019.

**[28]** Iris smart cities.

Dostupno na: <https://www.irissmartcities.eu/>

Datum pristupa: 25.03.2019.

**[29]** Pocacito- european post-carbon cities of tomorrow

Dostupno na: <https://pocacito.eu>

Datum pristupa: 25.03.2019.

**[30]** Grad Rijeka: Plinski autobusi.

Dostupno na: <https://www.rijeka.hr/gradska-uprava/gradski-projekti/realizirani-projekti/plinski-autobusi/>

Datum pristupa: 05.04.2019.

**[31]** Rijeka promet: Automatsko upravljanje prometom.

Dostupno na: [http://www.rijekapromet.hr/hr/automatsko\\_upravljanje\\_prometom/5/16](http://www.rijekapromet.hr/hr/automatsko_upravljanje_prometom/5/16)

Datum pristupa: 05.04.2019.

**[32]** Global environment facility: Climate change mitigation.

Dostupno na: <https://www.thegef.org/topics/climate-change-mitigation>

Datum pristupa: 05.04.2019.

[33] Dande T. *Climate Change Mitigation Through Green Buildings: Energy efficiency in EU Climate Change Law*. Master of International and Comparative Law. University of Eastern Finland. 2018.

[34] University of Seville. Green roofs to reduce the effects of climate change. *Science daily*. 2017.

Dostupno na: <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/11/171110113938.htm>

Datum pristupa: 07.04.2019.

[35] Dongfang Z. Germany's green roofs offer lesson on climate change adaptation. *Chinadialogue*. 2017.

Dostupno na: <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/9979-Germany-s-green-roofs-offer-lesson-on-climate-change-adaptation>

Datum pristupa: 07.04.2019.

[36] Eco cycle solutions: Zero waste is a local solution to climate change.

Dostupno na: <https://www.ecocyclesolutionshub.org/about-zero-waste/climate-change/>

Datum pristupa: 20.04.2019.

[37] Salter R, Dhar S, Newman P. Technologies for Climate Change Mitigation - Transport Sector. *DTU library*. 2011.

Dostupno na:

[http://orbit.dtu.dk/files/5556250/Technologies%20for%20climate%20change%20mitigation\\_transport%20sectort.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/5556250/Technologies%20for%20climate%20change%20mitigation_transport%20sectort.pdf)

Datum pristupa: 20.04.2019.

[38] Cartwright A, Brundrit G, Fairhurst L. Global Climate Change and Adaptation -A Sea-Level Rise Risk Assessment. 2008.

Datum pristupa: 23.04.2019.

[39] Baggaley K. How floating architecture could help save cities from rising seas.

Dostupno na: <https://www.nbcnews.com/mach/science/how-floating-architecture-could-help-save-cities-rising-seas-ncna863976>

Datum pristupa: 13.05.2019.

[40] Ward A, Wilson A. Building Green, Design for Adaptation: Living in a Climate-Changing World.

Dostupno na: <https://www.buildinggreen.com/feature/design-adaptation-living-climate-changing-world>

Datum pristupa: 13.05.2019.

[41] Guerrero A. Photo solar: Desalación solar por Ósmosis Directa.

Dostupno na: <http://photosolar.es/2017/07/31/desalacion-solar-osmosis-directa/>

Datum pristupa: 15.05.2019.

[42] Lawler S. How we can help nature adapt to climate change.

Dostupno na: <https://theconversation.com/how-we-can-help-nature-adapt-to-climate-change-54241>

Datum pristupa: 15.05.2019.

[43] Kacan Boris, Kutina.

Dostupno na: <http://www.boriskacan.com/tags.php?type=search&tag=Kutina>

Datum pristupa: 06.06.2019.

[44] Iri Sisak, Akcijski plan smanjenja emisija NH<sub>3</sub> u gradu Kutini.

Dostupno na: <http://iszz.azo.hr/iskzl/datoteka?id=46178>

Datum pristupa: 06.06.2019.

## POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Promjena temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj za razdoblje 2011. - 2040.....</i>	<i>4</i>
<i>Slika 2. Primjena oborina (u mm/dan) u Hrvatskoj za razdoblje 2011. - 2040.....</i>	<i>4</i>
<i>Slika 3. Promjena temperature zraka (u °C) u Hrvatskoj za razdoblje 2041. - 2070.....</i>	<i>5</i>
<i>Slika 4. Primjena oborina (u mm/dan) u Hrvatskoj za razdoblje 2041. - 2070.....</i>	<i>5</i>
<i>Slika 5. Karta gradova s lokalnim klimatskim planovima.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 6. Razvoj planera putovanja, inovativnost Replicite projekta.....</i>	<i>20</i>
<i>Slika 7. Aplikacija „ParkUs“ kao jedna od inovativnosti Replicite projekta.....</i>	<i>20</i>
<i>Slika 8. Vozila za čišćenje ulica prilagođena gradskoj sredini.....</i>	<i>22</i>
<i>Slika 9. Brzo punjenje nastalo kao rezultat projekta „Grow smarter“ .....</i>	<i>24</i>
<i>Slika 10. Riječki autobus na stlačeni prirodni plin.....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 11. Sustav automatskog upravljanja prometom grada Rijeke.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 12. Zeleni krov kao mjera ublažavanja klimatskih promjena.....</i>	<i>28</i>
<i>Slika 13. Hodanje školskim autobusom kao mjera programa promjene ponašanja.....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 14. Zona naplate naknade za zagušenje u Londonu.....</i>	<i>31</i>
<i>Slika 15. Primjer tranzicije prometne ulice u multifunkcionalan životni prostor.....</i>	<i>31</i>
<i>Slika 16. Morski zid kao zaštita od djelovanja valova.....</i>	<i>32</i>
<i>Slika 17. Umjetni greben u obliku kamenih blokova uz obalu Australije.....</i>	<i>33</i>
<i>Slika 18. „Šuma“ kelp – biološka mjera za adaptaciju na podizanje razine mora.....</i>	<i>34</i>
<i>Slika 19. Plutajuće zgrade.....</i>	<i>35</i>
<i>Slika 20. Prikaz kuće koja ujedinjuje mjere zaštite od poplava i mjere za izbjegavanje opterećenja.....</i>	<i>36</i>
<i>Slika 21. Prikaz bijelog krova (smanjenje učinka gradskog toplinskog otoka), fotonaponskog zida i vjetroturbine (smanjenje ovisnosti o lokalnoj električnoj mreži) .....</i>	<i>37</i>
<i>Slika 22. Sustav desalinizacije.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 23. Solarna desalinizacija.....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 24. Centar grada Kutine.....</i>	<i>40</i>

## POPIS TABLICA

<i>Tablica 1. Projekti programa Obzor 2020, njihovi ciljevi i pripadajući logo.....</i>	<i>16</i>
<i>Tablica 2. Potrošnja energija prije i nakon obnove vrtića Neven.....</i>	<i>41</i>
<i>Tablica 3. Količina emisija CO2 prije i nakon obnove vrtića Neven.....</i>	<i>41</i>
<i>Tablica 4. Potrošnja energije prije i nakon obnove osnovne škole.....</i>	<i>42</i>
<i>Tablica 5. Količina emisija CO2 prije i nakon obnove osnovne škole.....</i>	<i>42</i>
<i>Tablica 6. Primjena mjera na području grada Kutine.....</i>	<i>43</i>