

**PLAN RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE
HRVATSKE DO 2030. GODINE**

Zagreb, listopad 2022. godine

SADRŽAJ

1.1	STRATEŠKI I ZAKONODAVNI OKVIR ISTRAŽIVANJA I EKSPLOATACIJE GEOTERMALNIH VODA ZA ENERGETSKE SVRHE	3
1.2	GEOTERMALNI POTENCIJAL REPUBLIKE HRVATSKE	7
1.3	TREKUTNO STANJE ISTRAŽIVANJA I EKSPLOATACIJE GEOTERMALNE VODE U ENERGETSKE SVRHE	11
1.4	GEOLOŠKE ZNAČAJKE HRVATSKOG DIJELA PANONSKOG BAZENA	14
1.4.1	Geološke značajke Murske depresije	16
1.4.2	Geološke značajke Dravske depresije.....	16
1.4.3	Geološke značajke Savske depresije.....	17
1.4.4	Geološke značajke Slavonsko-srijemske depresije.....	18
2	MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA PRILIKOM PROVOĐENJA PLANA RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030.....	20
3	ISTRAŽIVANJE GEOTERMALNE VODE U ENERGETSKE SVRHE	21
3.1	GEOFIZIČKA SNIMANJA	23
3.2	IZRADA ISTRAŽNIH BUŠOTINA.....	24
3.3	MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA	24
4	EKSPLOATACIJA GEOTERMALNE VODE U ENERGETSKE SVRHE	31
4.1	AKTIVNOSTI U FAZI EKSPLOATCIJE KOD UPOTREBE GEOTERMALNE VODE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE I/ILI TOPLINSKE ENERGIJE	32
4.1.1	Upotreba geotermalne vode za proizvodnju električne energije	32
4.1.2	Upotreba geotermalne vode za proizvodnju toplinske energije.....	33
4.2	AKTIVNOSTI U FAZI EKSPLOATCIJE KOD UPOTREBE GEOTERMALNE VODE ZA POLJOPRIVREDNE VRHE	34
4.3	MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA	34
5	ZAKLJUČAK.....	39

1.1 STRATEŠKI I ZAKONODAVNI OKVIR ISTRAŽIVANJA I EKSPLOATACIJE GEOTERMALNIH VODA ZA ENERGETSKE SVRHE

Plan razvoja geotermalnog potencijala Republike Hrvatske do 2030. godine (dalje u tekstu: Plan) izrađuje se sukladno članku 5. stavka 5. Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika (Narodne novine, 52/18, 52/19 i 30/21). Ovaj Plan je usklađen sa Strategijom energetskega razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu (Narodne novine, 25/20) (dalje u tekstu: Strategija).

Razlozi donošenja Plana su potreba da se osigura dalji razvoj i korištene geotermalne energije kao domaćeg obnovljivog potencijala koji se treba šire koristiti u energetske transformacijama za proizvodnju električne energije odnosno za grijanje i hlađenje.

Planom se određuje prostor na kojem će se istraživati, razvijati i eksploatirati geotermalni potencijal, metode pridobivanja geotermalne vode u energetske svrhe, tehniku i tehnologiju pridobivanja, način upotrebe od strane krajnjeg korisnika te usmjeravanje energetskega razvoja Republike Hrvatske u smjeru zelene energije.

Planom se razmatra prostor panonskog bazena Republike Hrvatske, te obuhvaća sljedeće županije: Karlovačka županija, Grad Zagreb, Zagrebačka županija, Međimurska županija, Krapinsko - zagorska županija, Varaždinska županija, Koprivničko – križevačka županija, Sisačko – moslavačka županija, Bjelovarsko – bilogorska županija, Virovitičko – podravska županija, Brodsko – posavska županija, Osječko – baranjska županija, Požeško – slavonska županija i Vukovarsko – srijemska županija.

Geotermalne vode jedan su od obnovljivih izvora energije čiji je doprinos ugrađen u ostvarenja ciljeva *Strategije* i tranzicije na niskougljično gospodarstvo. Geotermalna energija sadrži sve ključne elemente oblikovanja nacionalne zelene politike sadržane u pet dimenzija energetske unije, a to su: dekarbonizacija, energetska učinkovitost, energetska sigurnost, unutarnje energetske tržište te istraživanje, inovacije i konkurentnost.

Korištenjem energije iz obnovljivih izvora energije ostvaruju se interesi Republike Hrvatske u području energetike u smislu ostvarenja nacionalnog cilja od najmanje 36,6% obnovljivih izvora energije u konačnoj potrošnji energije do 2030. godine u Republici Hrvatskoj.

Sukladno Strategiji potrebno je poticati upotrebu geotermalne energije kroz nove istražne aktivnosti te eksploataciju, a kako bi se povećao udio obnovljivih izvora energije za potrebe proizvodnje električne energije te posebice za grijanje i hlađenje, odnosno razvoj toplinarstva.

Plan gospodarenja geotermalnim vodama za energetske svrhe u skladu je i s ciljevima *Integriranog nacionalnog energetskega i klimatskega plana za razdoblje od 2021. do 2030. godine*. U Integriranom energetskega i klimatskega planu posebna pozornost posvećena je

ciljevima do 2030. godine, a koji uključuju smanjenje emisija stakleničkih plinova, upotrebu energije iz obnovljivih izvora te energetske učinkovitost i elektroenergetskoj međusobnoj povezanost. Prema Direktivi o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora 2018/2001 od 11. prosinca 2018., sve države članice se obvezuju povećati udio OIE za grijanje i hlađenje za 1,3 postotna boda godišnje, odnosno 1,1 postotna boda godišnje ako se ne koristi otpadna toplina, kao godišnji prosjek za razdoblje od 2021. do 2025. godine i razdoblje od 2026. do 2030. godine, u odnosu na ovaj udio u 2020. godini.

Geotermalna energija predstavlja obnovljiv izvor energije baznog tipa što znači da je proizvodnja energije moguća 24/7 kroz cijelu godinu što pridonosi visokoj učinkovitosti geotermalnih energetske postrojenja. Također, kod geotermalne vode visoke entalpije moguće je kaskadno korištenje energije te je uz proizvodnju električne energije moguće kaskadnog korištenja preostale toplinske energije geotermalne vode u različite svrhe (toplinarstvo, grijanje prostora, sušare, akvakultura i dr.). Ovakvi sustavi povećavaju učinkovitost geotermalnih postrojenja, a time i ekonomičnost cjelokupnog geotermalnog projekta. Korištenjem geotermalne energije smanjuje se potrošnja konvencionalnih energenata (pr. fosilnih goriva) što rezultira pozitivnim utjecajem na okoliš. Na taj način geotermalne vode za energetske svrhe pridonose ciljevima Integriranog nacionalnog energetske i klimatskog plana kroz mjeru povećanja učinkovitosti sustava toplinarstva.

Nastavno na te smjernice, Strategijom i Integriranim nacionalnim energetske i klimatskim planom, potiče se istraživanje i eksploatacija geotermalnih voda, a u skladu s geotermalnim potencijalom svakog pojedinog područja.

Aktivnosti koje se izvode za potrebe istraživanja i eksploatacije geotermalnih voda u energetske svrhe provode se temeljem *Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika*.

Zakonom se potiču ulaganja u geotermalne izvore koji trenutno predstavljaju jedan od najneiskoristivijih energetske potencijala u Republici Hrvatskoj. Uspostavljena je jedinstvena baza geoloških i geofizičkih podataka kao i podataka o bušotinama s ugljikovodičnim, geološkim i po prvi puta geotermalnim potencijalima. Na taj način su na jednom mjestu objedinjeni energetske resursi Hrvatske, što povećava učinkovitost administracije u upoznavanju potencijalnih investitora s mogućnostima ulaganja.

Promjena gospodarskog okruženja u razdoblju energetske tranzicije i sve veći interes investitora kojima je, u svrhu ulaganja u istraživanje i eksploataciju geotermalnih voda, bilo potrebno omogućiti viši stupanj pravne sigurnosti i fleksibilnosti u realizaciji projekata, ukazali su na potrebu reguliranja postupaka istraživanja i eksploatacije geotermalnih voda na način koji je definiran i prihvaćen u svjetskoj praksi. Također, novim izmjenama i dopunama Zakona olakšane su administrativne barijere koje se prije svega odnose na postupke prostornog planiranja (uvršćavanje područja s geotermalnim potencijalom u prostorne planove) kao i na mogućnost utvrđivanja geotermalnog potencijala prije provođenja nadmetanja.

Sukladno odredbama *Zakona o energetskej učinkovitosti* (Narodne novine, 127/14, 116/18, 25/20, 32/21, 41/21), Plan razvoja geotermalnog potencijala RH implementira i načela propisana zakonom, a kako bi se geotermalna energija koristila za postizanje zadanih ciljeva. Zakonom o energetskej učinkovitosti u hrvatsko zakonodavstvo prenesene su odrednice Direktive 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o energetskej učinkovitosti. Zakon između ostaloga, ima za cilj uspostavu mehanizama kojima će se ostvariti energetske uštede u neposrednoj potrošnji energije na način na koji je to propisano Direktivom 2012/27/EU. Sama Direktiva 2012/27/EU je donesena kako bi se otklonili nedostaci na tržištu energije i kako bi se uspostavili jasni mehanizmi za ostvarenje energetske i okolišne ciljeva poput smanjivanja ovisnosti o uvozu energije, poboljšanja kvalitete zraka i javnog zdravlja i smanjivanje emisije stakleničkih plinova. Načelo energetske učinkovitosti zahtijeva da se sve gospodarske aktivnosti i budući projekti promatraju kroz doprinos mjerama za poboljšanje energetske učinkovitosti, te ima za cilj potporu okviru za olakšavanje održivih ulaganja u sektorima energetike, prometa, graditeljstva, industrije i ostalo, a u smislu učinkovitije uporabe energije u svim fazama energetskeg lanca, od proizvodnje do krajnje potrošnje

Plan razvoja geotermalnog potencijala RH također je usklađen sa *Zakonom o obnovljivim izvorima energije i učinkovitoj kogeneraciji* (Narodne novine, 100/15, 123/16, 131/17, 111/18) kroz koji se postojeći visoki udio obnovljivih izvora u grijanju i hlađenju, sukladno Direktivi (EU) 2018/2001, treba u narednom desetljeću povećavati, na način da svaka država članica nastoji povisiti udio obnovljive energije u tom sektoru okvirno za 1,1% za Republiku Hrvatsku kao godišnji prosjek izračunat za razdoblja od 2021. do 2025. i od 2026. do 2030., polazeći od udjela obnovljive energije u sektoru grijanja i hlađenja u 2020. godini.

Temeljni dokument donesen na razini Europske unije kojim je definiran način učinkovitog korištenja prirodnih resursa jer *Europski zeleni plan (COM/2019/640)*. Kao preduvjet za ostvarenje navedenog plana postavljeno je ponovno razmatranje politike za opskrbu čistom energijom u gospodarstvu, industriji, proizvodnji i potrošnji, velikoj infrastrukturi, prometu, poljoprivredi i prehrambenom sektoru, građevinarstvu, poreznom sektoru i sektoru socijalne skrbi. Osnovni cilj je postizanje klimatske neutralnosti Europske unije do 2050. godine. Obnovljivi izvori energije, među kojima je i geotermalna energija, imat će središnju ulogu u tranziciji na čistu energiju i na takav će se način moći postići cilj smanjenja emisije stakleničkih plinova 2030. godine za više od 50 % u odnosu na 1990. godinu. Podrškom snažnijem uvođenju obnovljivih izvora energije u sve sektore društva i gospodarstva potaknula bi se dekarbonizacija energetskeg sektora. Pritom je važno iskoristiti smanjenje cijena energije dobivene iz obnovljivih izvora te razviti politike podrške kako bi taj oblik energije bio pristupačan za privatne korisnike.

U *Direktivi 2018/2001 Europskog parlamenta i Europskog vijeća od 11. prosinca 2018. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora* definira se pojam geotermalne energije i

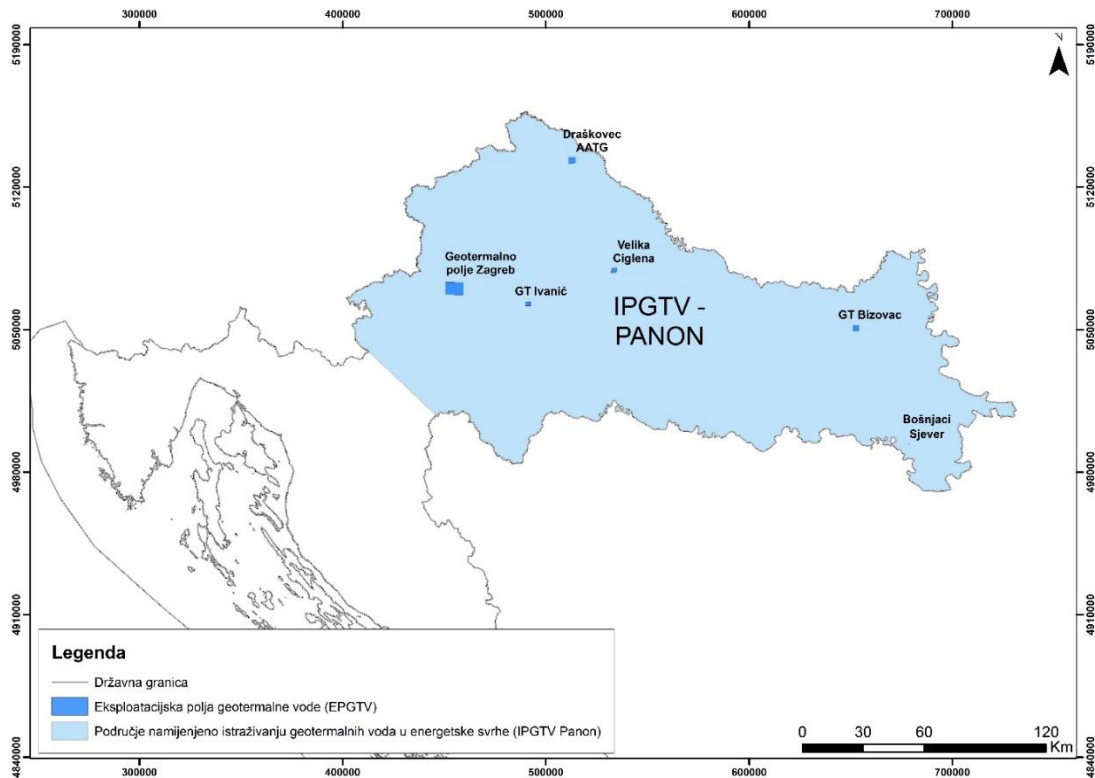
osnovni uvjeti njezina korištenja. Prema navedenoj direktivi geotermalna energija je važan lokalni obnovljivi izvor energije koji ima znatno manje emisije od fosilnih goriva, a određene elektrane temeljene na geotermalnoj energiji stvaraju gotovo nultu emisiju štetnih plinova. Ipak, napominje se da, ovisno o geološkim obilježjima područja, neki oblici proizvodnje geotermalne energije nisu prihvatljivi, jer može doći do ispuštanja stakleničkih plinova i ostalih tvari iz podzemnih tekućina i drugih geoloških formacija koje imaju štetan utjecaj na prirodu i okoliš. Europska komisija ne podupire korištenje takvih oblika geotermalne energije, nego potiče korištenje isključivo onih oblika koji imaju nizak utjecaj na okoliš i stvaraju niže emisije stakleničkih plinova u odnosu na neobnovljive izvore energije. U toj su direktivi također utvrđeni načini i mogućnosti izgradnje toplinskih crpki koje bi koristile geotermalnu energiju, kao i uvjeti za certificiranje osoba koje implementiraju sustave za uporabu geotermalne energije na izgrađene objekte. Plan razvoja geotermalnog potencijala RH implementira zadane odrednice te se potiče korištenje geotermalne vode u energetske svrhe bez štetnih emisija stakleničkih plinova kroz geološku prospekciju i tehnološka rješenja.

Direktiva 2018/2002 od 11. prosinca 2018., a kojom je izmijenjena Direktiva 2012/27/EU o energetske učinkovitosti uspostavlja se zajednički pravni okvir za promicanje energetske učinkovitosti unutar Europske unije, kako bi se osiguralo postizanje glavnih ciljeva energetske učinkovitosti Europske unije od 20 % smanjenja potrošnje energije u odnosu na projiciranu potrošnju u 2020. godini i najmanje 32,5 % smanjenja potrošnje energije u 2030. godini, a također se i određuje smjer za daljnja poboljšanja u području energetske učinkovitosti nakon 2030. godine. Napredak postignut u ostvarivanju ciljeva Europske unije za 2030., redovno će se ocjenjivati sukladno Uredbi (EU) 2018/1999 Europskog parlamenta i Vijeća. Važno je naglasiti obveze koje iz ove direktive prolaze na jedinice područne i lokalne uprave i samouprave, u cilju rješavanja učinkovitijeg grijanja i hlađenja na svojem području. U tom smislu je Agenciji dana ovlast da prije objave nadmetanja za geotermalne vode za energetske svrhe može obavljati radove za procjenu geotermalnog potencijala, a za potrebe Republike Hrvatske. Na taj način, Agencija je svojim stručnim znanjima i dostupnim podacima aktivno uključena u poticanje razvoja geotermalnog potencijala te se očekuje da se u takvoj sinergiji uz pomoć EU fondova do 2026. istraže projekti, a za vrijeme trajanja Programskog razdoblja 2021-2027 neki od najperspektivnijih projekata i završe. Bitno je imati u vidu da planiranje obnove javnih zgrada na razini lokalne odnosno područne samouprave treba sadržavati i komponentu povećanja OIE u grijanju i hlađenju te da se nove zgrade moraju graditi po nZEB standardu. Na područjima gdje je geotermalna energija dostupna ona bi trebala biti prioritetni izbor za budući razvoj toplinskih sustava za potrebe ustanova, gospodarstva i kućanstva.

Osim navedenih direktiva, Europska unija u okviru svojih inicijativa za istraživanje i razvoj financira projekte istraživanja geotermalnih tehnologija te financira projekte koji se bave istraživanjem modela izravnog korištenja topline dobivene iz geotermalnih izvora, kao i neizravnog korištenja geotermalne energije pri čemu se toplina dobivena iz geotermalnog izvora koristi za dobivanje električne energije. Ciljevi navedenih projekata su istraživanje

utjecaja korištenja geotermalne energije na okoliš i društvo te stvaranje preduvjeta za širenje i financijsku efikasnost sustava korištenja geotermalne energije. U sklopu navedenih programa potiče se i smanjenje troškova u istraživanju i bušenju tla prilikom ekstrakcije geotermalne energije budući kako je trošak izgradnje infrastrukture za geotermalnu energiju vrlo visok.

Područje namijenjeno istraživanju geotermalnih voda s postojećim eksploatacijskim poljima geotermalne vode prikazano je na Slici 1.



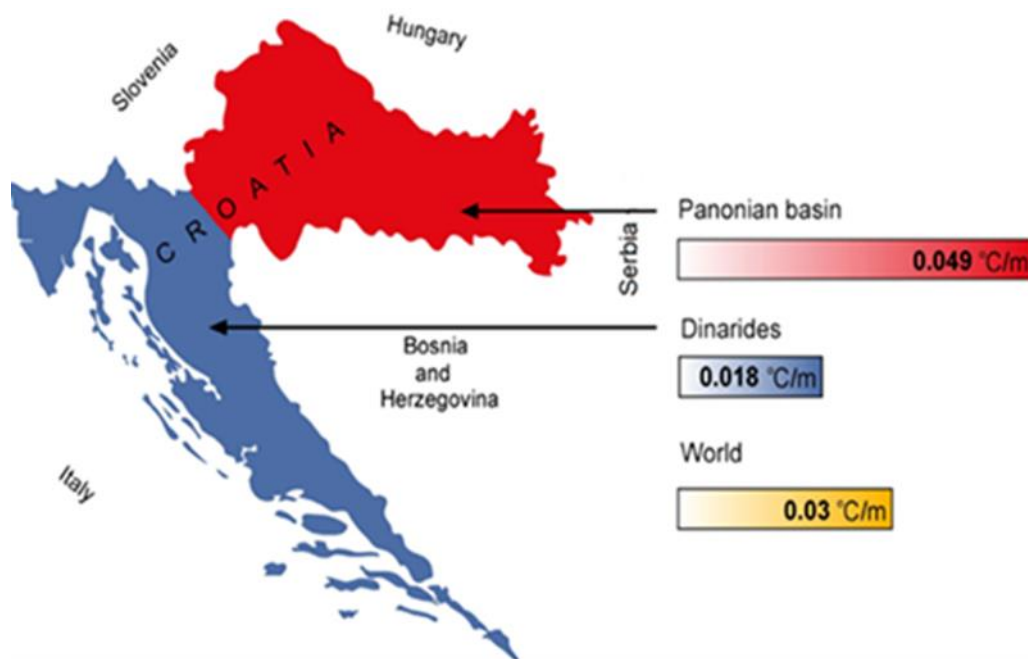
Slika 1. Područje namijenjeno istraživanju geotermalnih voda u energetske svrhe s postojećim eksploatacijskim poljima geotermalne vode

1.2 GEOTERMALNI POTENCIJAL REPUBLIKE HRVATSKE

Hrvatski dio Panonskog bazena možemo promatrati kao geotermalnu regiju budući da prosječna vrijednost geotermalnog gradijenta iznosi $0,049^{\circ}$ C/km te je isti čak za 60% viši geotermalni gradijent od europskog prosjeka (Slika 2).

Geotermalni potencijal Republike Hrvatske identificiran je u mnogobrojnim bušotinama izrađenim u drugoj polovici dvadesetog stoljeća za potrebe istraživanja i eksploatacije nafte i plina. Podaci prikupljeni iz izrađenih bušotina koriste se kao osnova za projektiranje i planiranje geotermalnih projekata na području Republike Hrvatske. Petrofizikalne karakteristike ležišnih stijena (poroznost, propusnost, zasićenje vodom) procijenjene su iz laboratorijskih analiza jezgara i interpretacija karotažnih mjerenja, dok su fizikalne

karakteristike ležišta procijenjene iz analiza rezultata testiranja ležišta. Iz navedenih testiranja prikupljeni su podatci o geotermalnom fluidu u ležištu - salinitetu i sastavu (kemijska analiza vode), početnom ležišnom tlaku i ležišnoj temperaturi te proizvodnim karakteristikama ležišta (kapacitetu i proizvodnim uvjetima).



Slika 2. Geotermalni gradijent Republike Hrvatske

Najveći geotermalni potencijal utvrđen je u karbonatima (dolomiti, vapnenci i njihovi varijeteti mezozojske starosti (u podlozi neogena)) te u vapnenačko-dolomitnim brečama/brečokonglomeratima neogenske starosti i mezozojske starosti (u podlozi neogena). Karbonatna ležišta odlikuju se, osim visokim geotermalnim gradijentom i visokom propusnošću te je iz njih moguće ostvariti velike dotoke geotermalne vode. Uz temperaturu, za procjenu geotermalnog potencijala potrebno je bilo procijeniti i dotok geotermalne vode, koji nam govori koja se količina vode može pridobiti u sekundi i pretvoriti u toplinsku ili električnu energiju. Karbonatna ležišta pojavljuju se u Panonskom dijelu kao velika vodna tijela, tj. ležišta masivnog tipa. Manji geotermalni potencijal utvrđen je u pješčenjacima i litotamnijevim vapnencima neogenske starosti budući da za ta ležišta nije karakteristična visoka propusnost pa je i dotok geotermalne vode nešto manji - što ih u većini slučajevima čini pogodnim za korištenje u poljoprivredne svrhe.

Potencijal visoko-temperaturnih geotermalnih ležišta ($T > 100\text{ °C}$) promatra se kroz procjenu instalirane snage za proizvodnju električne energije, a nisko-temperaturna geotermalna

ležišta ($T < 100 \text{ }^\circ\text{C}$) promatraju se kroz potencijal izravnog korištenja topline s instaliranim kapacitetima.

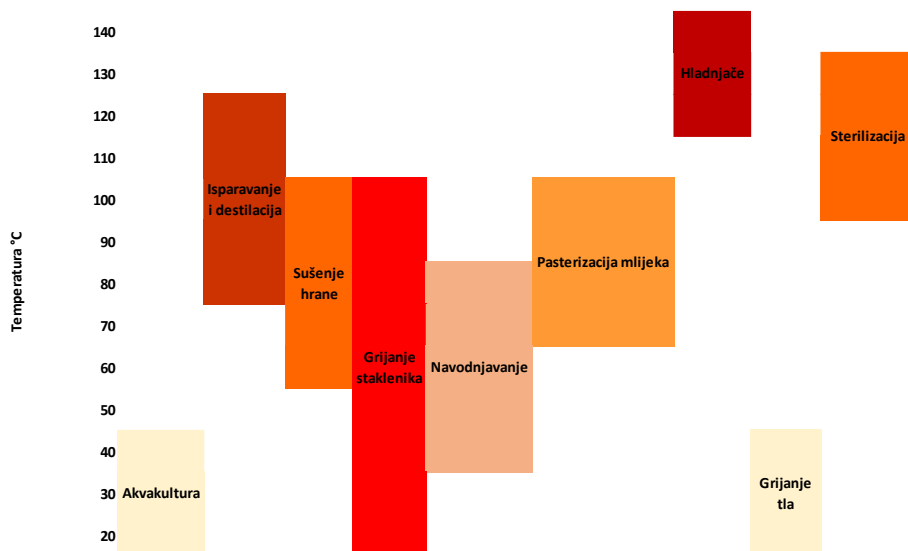
Geotermalne elektrane mogu raditi s faktorom kapaciteta i do 95%, i to kontinuirano 24 sata, a da pritom ne ovise o vremenskim uvjetima. Također, mogu nadomjestiti proizvodnju energije u nedostatku ostalih obnovljivih izvora energije pa se iz tog razloga za geotermalnu energiju se veže pojam bazne obnovljive energije. Ekološki je čista, koristi toplinu iz podzemlja i smanjuje emisiju stakleničkih plinova (CO_2).

Uz proizvodnju električne energije, geotermalna energija ima veliki potencijal i u toplinarstvu – od grijanja stambenih zgrada, poslovnih prostora i bazena do poljoprivrede u kojoj geotermalna voda služi za grijanje plastenika, sušenje voća i povrća, ribogojilišta itd. Geotermalni sustavi imaju značajne prednosti u odnosu na ostale obnovljive sustave energije i jedan su od rijetkih izvora koji pruža hlađenje i grijanje iz iste instalacije.

Geotermalna energija u poljoprivredno-prehrambenom sektoru može se koristiti za grijanje staklenika i sterilizaciju tla, stvarajući rastuće okruženje pogodno za proizvodnju hrane na mjestima gdje prirodni uvjeti to ne bi dopuštali. Dodatno, zaštita od bolesti i ekstremnih vremenskih uvjeta povećavaju produktivnost i dostupnost poljoprivrednih proizvoda izvan sezone. Geotermalna energija može poslužiti i za sušenje, što pomaže sačuvati širok raspon hrane.

Primjena geotermalne vode u poljoprivredi ima širok raspon te zahvaća cijeli lanac poljoprivredno-prehrambene industrije - od uzgoja do obrade i skladištenja.

Kod upotrebe geotermalne vode za poljoprivredne svrhe potrebno je napomenuti kako se geotermalna voda može koristiti na dva načina: direktnom upotrebom vode koja dolazi iz bušotine ili preko dubokih toplinskih izmjenjivača koji se instaliraju u bušotinu. Pri upotrebi dubinskih izmjenjivača topline voda cirkulira kroz proizvodnu kolonu bušotine te se utiskuje kroz prstenasti prostor. Na taj način potrebna je samo jedna bušotina za dobivanje topline. Kada se geotermalna voda koristi direktno iz bušotine, ovisno o njenom sastavu, potrebno ju je ponovno utisnuti u ležište, za što je potrebna dodatna bušotina. Na ovaj način mogu se dobiti veće količine energije.



Slika 3. Upotreba geotermalne vode u poljoprivredi (Lindalov dijagram, Lindal, 1973)

Akvakultura (20°C-40°C)

Geotermalna voda može se koristiti za zagrijavanje slatke vode u izmjenjivačima topline ili pomiješana sa slatkom vodom kako bi se dobila prikladna temperatura za uzgoj ribe. Ovaj način primjene geotermalne vode prisutan je u 21 zemlji širom svijeta i uglavnom se koristi za ribnjake.

Zagrijavanje tla (20°C-40°C)

Konstantna temperatura tla povećava prinose i može produžiti vegetacijsku sezonu. Zagrijavanje tla koristi se, na primjer, za uzgoj mrkve i kupusa.

Grijanje staklenika (25°C-100°C)

Ovo je jedna od najčešće primjene geotermalne energije te se koristi u 31 državi širom svijeta. Koristi se uglavnom za grijanje staklenika u kojima se uzgaja povrće i voće te cvijeće, sobne biljke i sadnice drveća.

Navodnjavanje (40°C-75°C)

U ovom rasponu temperature, geotermalna voda se može koristiti za zagrijavanje usjeva na otvorenim poljima i u staklenicima.

Sušenje hrane / usjeva (oko 60 ° C do 100 ° C)

Niske do srednje temperature geotermalne vode mogu smanjiti potrošnju energije u procesu sušenja, na način da se količina vlage smanjuje na ispod 20%. Kod sušenja povrća, voća i ribe potrebne su temperature od 70°C - 95°C.

Pasterizacija mlijeka (oko 70°C do 100°C)

Geotermalna voda može se koristiti za pasterizaciju mlijeka, dok se geotermalna para može koristiti za sušenje mlijeka i ultra-toplinsku obradu.

Isparavanje i destilacija (oko 80°C do 120°C)

Ovo se obično koristi za odvajanje smjese i/ili za povećanje koncentracije neke komponente proizvoda. Primjeri uključuju isparavanje mlijeka, preradu šećera i likera.

Sterilizacija (> 105°C)

Kako se za sterilizaciju hrane u industriji mesa i ribe koristi temperatura od 121°C, visokotemperaturne geotermalne vode mogu se koristiti za te svrhe. Na nešto nižim temperaturama (>105°C) geotermalna voda se može koristiti za sterilizaciju opreme za preradu hrane.

Rashlađivanje (> 120 ° C)

Geotermalna energija može se koristiti i za hlađenje i to apsorpcijskom tehnologijom, koristeći ciklus amonijak / voda za primjene ispod 0 ° C.

Važno je napomenuti kako se geotermalna voda može koristiti kaskadno, tj. kod visokih se temperatura, tzv. viškovi energije mogu upotrijebiti u procesima za koje je potrebna niža temperatura.

Geotermalna energija kao stalni i sigurni izvor obnovljive električne i toplinske energije može pružiti konkretan doprinos u postizanju niskougličnih ciljeva. Rekonstrukcijom i proširenjem mreže toplinskih sustava velikih gradova omogućit će se priključenje novih kupaca, integracija toplinskih pumpi velikih snaga i geotermalnih izvora uz smanjenje tehničkih gubitaka, stvaranje preduvjeta za niskotemperaturni pogon toplinskih sustava te širu primjenu daljinskih sustava za potrebe grijanja i hlađenja. Također, geotermalne elektrane se u okviru Strategije smatraju izrazito konkurentnim.

Prema procjenama postojećih geotermalnih izvora, potencijal Republike Hrvatske je preko 1GW iz geotermalne energije.

1.3 TRENUTNO STANJE ISTRAŽIVANJA I EKSPLOATACIJE GEOTERMALNE VODE U ENERGETSKE SVRHE

U Republici Hrvatskoj trenutno je 7 aktivnih prostora na kojima se obavlja eksploatacija geotermalne vode u energetske svrhe (Tablica 1.) čija je namjena proizvodnja električne i toplinske energije. Također, trenutno je dodijeljeno 14 dozvola za istraživanje na 14 istražnih prostora (**Pogreška! Izvor reference nije pronađen.., Slika 4.**).

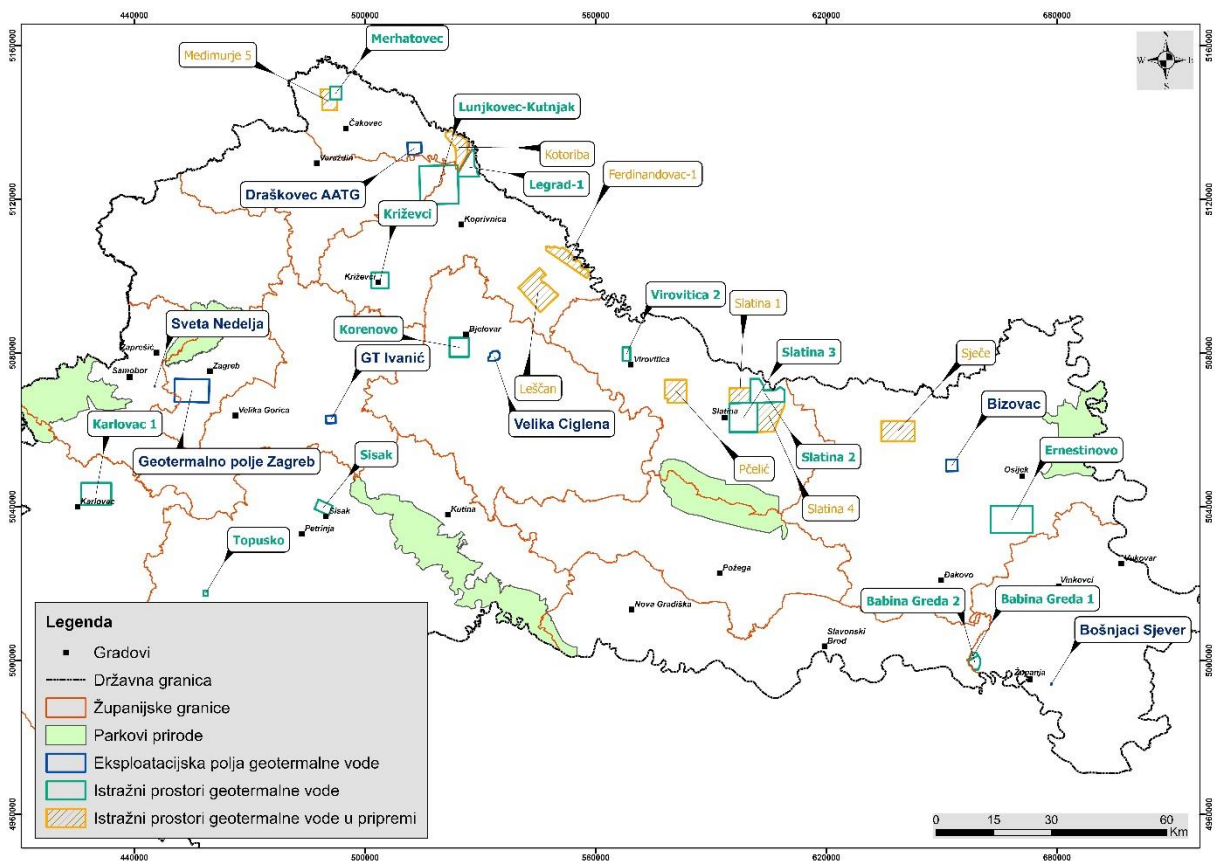
Tablica 1. Trenutno aktivni prostori na kojima se obavlja gospodarska djelatnost eksploatacije geotermalne vode u energetske svrhe u Republici Hrvatskoj

REDNI BR.	NAZIV EKSPLOATACIJSKOG POLJA (EPGTV)	POVRŠINA km ²	OVLAŠTENIK EKSPLOATACIJSKOG POLJA
1	Bošnjaci Sjever	0,05	RURIS d.o.o. Županja
2	Draškovec AATG	11,18	AAT GEOTHERMAE d.o.o.
3	Geotermalno polje Zagreb	54,00	GPC Instrumentation Process d.o.o.
4	GT Bizovac	9,00	INA INDUSTRIJA NAFTE d.d.
5	GT Ivanić	5,00	INA INDUSTRIJA NAFTE d.d.
6	Velika Ciglena	5,94	GEOEN d.o.o.
7	Sveta Nedjelja	0,01	Eko plodovi d.o.o.

Tablica 2. Trenutni prostori na kojima se obavljaju istražne aktivnosti s ciljem eksploatacije geotermalne vode u energetske svrhe u Republici Hrvatskoj

REDNI BR.	NAZIV PROSTORA (IPGTV)	POVRŠINA km ²	OVLAŠTENIK PROSTORA	ISTRAŽNOG PROSTORA
1	Babina Greda 1	2,64	GEJZIR d.d.o.	
2	Babina Greda 2	7,70	GEOTERMALNI IZVORI d.o.o.	
3	Ernestinovo	76,66	Ensolx d.o.o.	
4	Karlovac 1	44,98	GeotermiKA d.o.o.	
5	Korenovo	25,00	Terme Bjelovar d.o.o.	
6	Križevci	18,45	KOMUNALNO PODUZEĆE d.o.o.	
7	Legrad-1	20,89	Terra Energy Generation Company d.o.o.	
8	Lunjkovec-Kutnjak	99,97	Bukotermal d.o.o.	
9	Merhatovec	9,59	Ensolx d.o.o.	

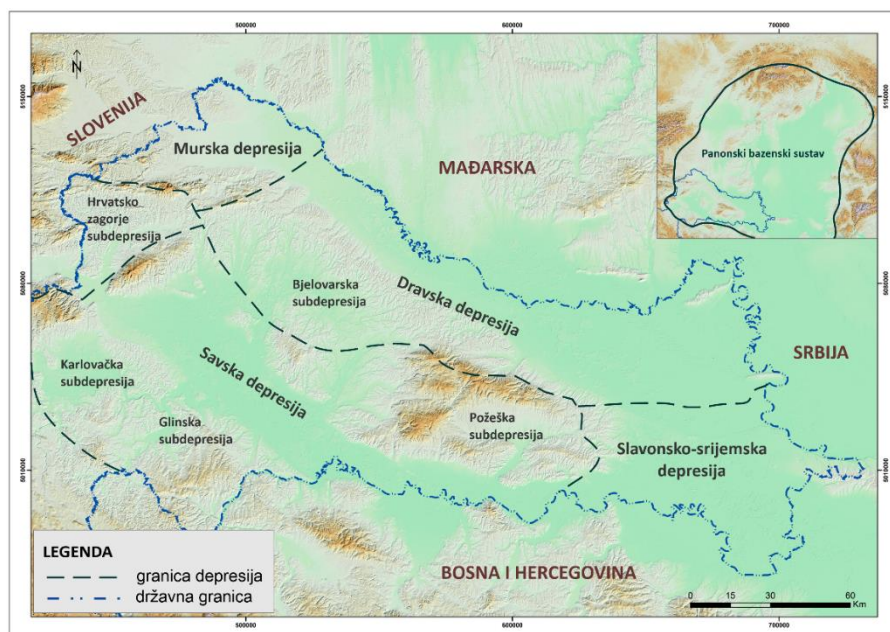
10	Slatina 2	38,77	Geo Power Zagocha d.o.o
11	Slatina 3	55,26	Dravacel d.o.o.
12	Virovitica 2	7,00	POSLOVNI PARK VIROVITICA d.o.o.
13	Sisak	10,78	KOMUNALAC SISAK d.o.o.
14	Topusko	1,42	TOP-TERME d.o.o.



Slika 4. Trenutno aktivni prostori na kojima se obavlja gospodarska djelatnost eksploatacije i istraživanja geotermalne vode u energetske svrhe u Republici Hrvatskoj

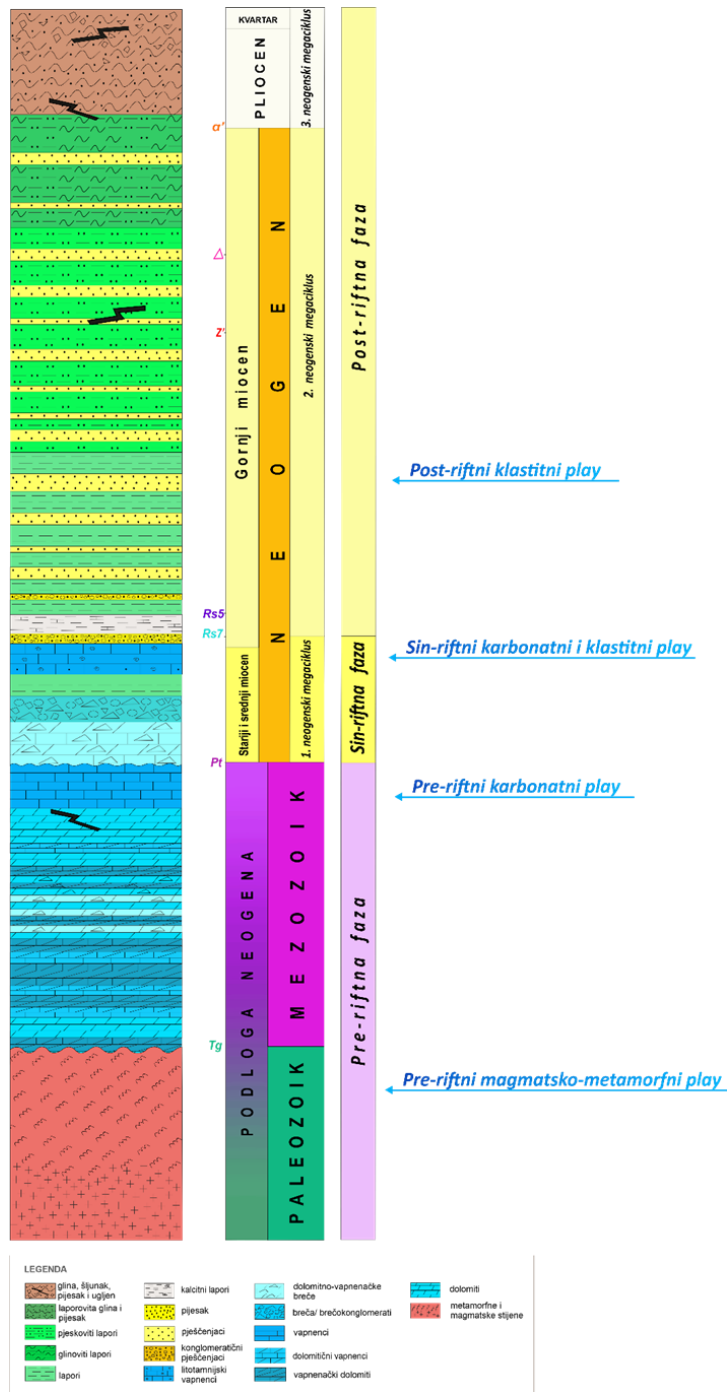
1.4 GEOLOŠKE ZNAČAJKE HRVATSKOG DIJELA PANONSKOG BAZENA

Hrvatski dio Panonskog bazena nalazi se na jugozapadu velike tektonske jedinice -Panonskog bazenskog sustava (PBS) te se rasprostire površinom od oko 26.000 km² unutar kojega su smještene 4 glavne depresije: Murska, Dravska, Savska i Slavonsko-srijemska s pripadajućim subdepresijama (Slika 5Slika 5).



Slika 5. Depresije hrvatskog dijela Panonskog bazena

Depresije unutar hrvatskog Panonskog bazena izgrađene su od dvaju kompleksa stijena. Podlogu neogena čini magmatsko–metamorfni kompleks paleozojske starosti (tzv. Temeljno gorje) te sedimenti mezozojske i paleogenske starosti, dok sedimentnu ispunu bazena karakteriziraju naslage neogena i kvartara. Karbonatno-klastični kompleks mezozojske starosti u podlozi neogena (tzv. Podloga tercijara) karakterizira heterogeni litološki sastav: vapnenci, dolomiti, breče, konglomerati te njihovi varijeteti. Podloga tercijara u podini je omeđena eletrokarotažnim (EK) markerom *Tg*, a u krovini EK-markerom *Pt* (Slika 6Slika 6).



Slika 6. Generalni litostratigrafski stup

Sedimentnu ispunu bazena čine klastiti i lapori s različitim varijetetima neogenske i kvartarne starosti. Također, u podinskom dijelu sedimentne ispune bazena mogu se pojaviti i litotamijski vapnenici (litavci) srednjeg miocena (pretežito baden) čija je krovina definirana EK-markerom Rs7. Sedimenti bazenske ispune razlučeni su litostratigrafske jedinice odnosno formacije čija se nomenklatura razlikuje za svaku pojedinu depresiju.

Na slici 6 prikazan je generalni slijed naslaga unutar depresija s prikazanim vrstama play-eva značajnim za područja istraživanja geotermalnih potencijala.

Također, potrebno je naglasiti kako je podjela na četiri geotermalna play-a načinjena prema različitoj vrsti stijena i različitim fazama razvoja Panonskog bazena. Podjela geotermalnog potencijala na ovakav način, potvrđena je činjenicom kako se geotermalne vode u energetske svrhe već pridobivaju iz sva četiri geotermalna play-a na postojećim eksploatacijskim poljima geotermalne vode.

1.4.1 Geološke značajke Murske depresije

Sedimenti bazenske ispune neogensko-kvartarne starosti unutar Murske depresije razlučeni su u tri litostratigrafske jedinice odnosno formacije.

Prva i najstarija Mursko-sobotska formacija ograničena je tektonsko-erozijskom diskordancijom *Pt/Tg* u podini i EK-markerom *Rs5* u krovini. Odlikuje se heterogenim litološkim sastavom, a kronostratigrafski gledano obuhvaća stariji, srednji miocen te najstariji dio mlađeg miocena (dio donjeg panona). Formacija se litološki sastoji od: konglomerata, breča, laporovitih pješčenjaka, kalcitčnih pješčenjaka, litotamnijskih vapnenaca (litavci), kalcitčnih lapora, glinovitih lapora te njihovih varijeteta.

Lendavska formacija omeđena je EK-markerima *Rs5* i *b* te predstavlja približni ekvivalent naslagama panonske i najdonjeg dijela gornjopontske starosti. Formaciju karakteriziraju pjeskoviti i glinoviti lapori te pješčenjaci.

Posljednja i najmlađa formacija Mura obuhvaća naslage najgornjeg dijela miocena (gornjeg ponta), pliocena i kvartara. Naslage karakterizira heterogeni sastav te tako dominiraju pješčenjaci i pijesci, pjeskoviti i glinoviti lapori, šljunci te gline s mjestimičnim pojavama proslojaka ugljena. Podinu formacije određuje EK-marker *b*, dok krovinu formacije definira površina terena.

1.4.2 Geološke značajke Dravske depresije

Sedimenti bazenske ispune neogensko-kvartarne starosti unutar Dravske depresije razlučeni su u pet formacija.

Prva i najstarija Moslavačka gora formacija ograničena je tektonsko – erozijskom diskordancijom *Pt/Tg* u podini i EK-markerom *Rs5* u krovini. Odlikuje se heterogenim litološkim sastavom, a kronostratigrafski gledano obuhvaća stariji i srednji miocen te i najstariji dio mlađeg miocena (dio donjeg panona). Formacija se litološki sastoji od: konglomerata, breča, laporovitih pješčenjaka, kalcitčnih pješčenjaka, litotamnijskih vapnenaca (litavci), kalcitčnih lapora, glinovitih lapora te njihovih varijeteta.

Ivanić-Grad formacija omeđena je EK-markerima $Rs5$ i Z' te predstavlja približni ekvivalent naslagama panonske i gornjopontske starosti. Formaciju karakteriziraju pjeskoviti, glinoviti i siltozni lapori te pješčenjaci. Pojava kalcitičnih lapora često se javlja u podinskom dijelu formacije.

Kloštar Ivanić formacija ograničena je EK-markerima Z' i Δ , a litološki se odlikuje pjeskovitim i glinovitim laporima te pješčenjacima donjopontske starosti.

Bilogora formacija obuhvaća slijed naslaga gornjopontske starosti koji je omeđen EK-markerima Δ i α' . Formaciju litološki definira pojava pijesaka do slabovezanih pješčenjaka, laporovitih glina, glinovitih li pjeskovitih lapora s ponekim proslojkom ugljena.

Posljednja i najmlađa Lonja formacija obuhvaća naslage pliocena i kvartara. Naslage karakterizira heterogeni sastav te tako dominiraju pijesci, šljunci te pjeskovite i laporovite gline s mjestimičnim pojavama proslojaka ugljena. Podinu formacije određuje EK-marker α' , dok krovinu formacije definira površina terena.

1.4.3 Geološke značajke Savske depresije

Sedimenti bazenske ispune neogensko-kvartarne starosti unutar Savske depresije razlučeni su u šest formacija.

Prva i najstarija Prečec formacija ograničena je tektonsko – erozijskom diskordancijom Pt/Tg u podini i EK-markerom $Rs7$ u krovini. Odlikuje se heterogenim litološkim sastavom, a kronostratigrafski gledano obuhvaća stariji i srednji miocen. Najzastupljene stijene su: konglomerati, breče, laporoviti pješčenjaci, pjeskoviti pješčenjaci, kalcitični pješčenjaci, vapnenci te litotamnijski vapnenci.

Prkos formacija obuhvaća naslage donjopanonske starosti, a iste se odnose na tzv. „bijeले lapore“. Njihov litološki sastav se postupno mijenja od vapnenih lapora do pješčenjaka arkozno i subarkoznog tipa. Formacija je omeđena EK-markerima $Rs7$ i $Rs5$.

Formacija Ivanić-Grad omeđena je EK-markerima $Rs5$ i Z' te predstavlja približni ekvivalent naslaga gornjopanonske starosti. Formaciju karakteriziraju pjeskoviti i glinoviti lapori, koji u dubljim dijelovima sadrže tanke proslojke pješčenjaka i silta.

Kloštar-Ivanić formacija ograničena je EK-markerima Z' i $R\varphi$, a litološki se odlikuje laporima s brojnim varijetetima i pijescima/pješčenjacima donjopontske starosti.

Široko Polje formacija obuhvaća slijed naslaga najgornjeg dijela donjeg pontaa i gornjeg pontaa. Konkordantno naliježu na starije naslage, a sastoje se od pješčenjaka i pijesaka te pjeskovitih i glinovitih lapora sa slojevima ugljena. Podinu formacije određuje EK-marker $R\varphi$, dok krovinu definira EK-marker α' .

Formacija Lonja predstavlja posljednju i najmlađu formaciju te obuhvaća naslage pliocena i kvartara. Naslage karakterizira heterogeni sastav te tako dominiraju pijesci, šljunci te pjeskovite i laporovite gline s mjestimičnim pojavama proslojaka ugljena. Podinu formacije određuje EK-marker α' , a krovinu formacije određuje površina terena.

1.4.4 Geološke značajke Slavonsko-srijemske depresije

Sedimenti bazenske ispune neogensko-kvartarne starosti unutar Slavonsko-srijemske depresije razlučeni su u pet litostratigrafskih jedinica odnosno formacija.

Prva i najstarija Vukovarska formacija ograničena je tektonsko – erozijskom diskordancijom *Pt/Tg* u podini i EK-markerom *H* u krovini. Odlikuje se heterogenim litološkim sastavom, a kronostratigrafski gledano obuhvaća stariji i veći dio srednjeg miocena. Najzastupljene stijene su: konglomerati, breče, laporoviti pješčenjaci, pjeskoviti pješčenjaci, kalcitični pješčenjaci, vapnenci te litotamnijski vapnenci.

Valpovačka formacija obuhvaća slijed naslaga sarmatske i panonske starosti između EK-markera *H* u podini i EK-markera *G* u krovini. Litološki sastav je dosta homogen, a pretežito se odnosi se na kalcitične lapore uz manje zastupljene biokalkarenitne kvarcne pješčenjake i siltozne lapore.

Vinkovačka formacija ograničena je EK-markerom *G* (ili *H*) u podini i EK-markerom *B* u krovini. Formaciju izgrađuje debeli slijed naslaga lapora s ponegdje prisutnim pješčenjacima gornjeg dijela panona i donjeg pontaa.

Vera formaciju karakterizira izmjena pješčanih i laporovitih slojeva gornjojopontske starosti. Formacija je omeđena EK-markerima *B* i *A*.

Vuka formacija posljednja je i najplića formacija u depresiji koja obuhvaća slijed naslaga pliocenske i kvartarne starosti. Formaciju karakterizira heterogeni sastav naslaga te su tako zastupljeni pijesci, šljunci, pjeskovite i laporovite gline s mjestimičnim proslojcima ugljena. Podinu formacije određuje EK-marker *A*, dok je krovina formacije definirana površinom terena.

Tablica 3. Potencijalna eksploatacijska polja geotermalne vode u energetske svrhe formirana na eksploatacijskim poljima ugljikovodika nakon prestanka eksploatacije ugljikovodika

REDNI BR.	Potencijalna eksploatacijska polja geotermalne vode u energetske svrhe formirana na eksploatacijskim poljima ugljikovodika nakon prestanka eksploatacije ugljikovodika	POVRŠINA km²
1	Bačkovica	3.10
2	Beničanci	38.26
3	Bilogora	65.48
4	Bizovac	11.96
5	Bokšić - Klokočevci	91.67
6	Bunjani	13.62
7	Cabuna	4.50
8	Crnac	38.15
9	Cvetkovec	4.23
10	Čepelovac - Hampovica	20.20
11	Dugo Selo	2.69
12	Đeletovci	33.06
13	Ferdinandovac	18.67
14	Gakovo	8.71
15	Galovac Pavljani	4.82
16	Gola	40.95
17	Ilača	4.47
18	Ivanić	19.15
19	Jagnjedovac	8.45
20	Jamarica	42.23
21	Janja Lipa	4.90
22	Ježevo	3.21
23	Kalinovac	92.77
24	Kloštar	30.51
25	Kozarica	22.52
26	Kučanci - Kapelna	61.64

27	Kutnjak - Đelekovec	41.53
28	Legrad	17.89
29	Lepavina	1.44
30	Letičani	14.23
31	Lipovljani	14.07
32	Lupoglav	21.42
33	Mihovljan	12.66
34	Molve	72.56
35	Mosti	42.02

2 MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA PRILIKOM PROVOĐENJA PLANA RAZVOJA GEOTERMALNOG POTENCIJALA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030.

Planiranje i izvođenje radova istraživanja i eksploatacije geotermalnih voda u energetske svrhe mora biti u skladu s mjerama zaštite okoliša na područjima koja će biti obuhvaćena provedbom Plana razvoja geotermalnog potencijala Republike Hrvatske, a koje su proizašle iz Strateške procjene utjecaja na okoliš Plana razvoja geotermalnog potencijala Republike Hrvatske do 2030. (dalje u tekstu: Strateška procjena).

Ograničenja i mjere zaštite okolišnih ciljeva prepoznati su u Strateškoj studiji o utjecaju na okoliš Plana razvoja geotermalnog potencijala Republike Hrvatske do 2030. (dalje u tekstu: Studija), kao čimbenici na koje aktivnosti tijekom provedbe Plana mogu imati utjecaj.

Mjere zaštite okoliša se odnose na moguće utjecaje na sastavnice i čimbenike u okolišu, a obuhvaćaju mjere sprječavanja i smanjenja utjecaja provedbe Plana na sastavnice okoliša i čimbenike u okolišu, koje se propisuju za umanjivanje potencijalnih negativnih utjecaja na okoliš pri realizaciji aktivnosti iz mjera Plana. Propisane mjere, za sve sastavnice i čimbenike u okolišu, dijele se u dvije grupe: mjere u fazi istraživanja i mjere u fazi eksploatacije te su u Planu tako i prikazane.

Kroz procijenjene utjecaje nije utvrđena potreba za uspostavom praćenja stanja okoliša na području obuhvata Plana kao rezultat postupka strateške procjene utjecaja na okoliš.

Sukladno Zakonu o zaštiti prirode (80/13, 15/18, 14/19, 127/19) i Uredbi o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže (NN 80/19) Glavna ocjena prihvatljivosti Plana za ekološku mrežu provedena je u okviru postupka Strateške procjene te implementirana u Studiji, zaključno sa propisanim Mjerama ublažavanja negativnih utjecaja planiranih aktivnosti na ciljeve očuvanja i cjelovitosti ekološke mreže.

3 ISTRAŽIVANJE GEOTERMALNE VODE U ENERGETSKE SVRHE

Zakonom je određeno da se dozvola za istraživanje geotermalnih voda izdaje na rok potreban za provođenje istražnih radova, a na najviše pet godina. Na zahtjev investitora, dozvola se može zbog opravdanih razloga produljiti najviše dva puta tijekom trajanja istražnog razdoblja i to na način da svako produljenje može trajati maksimalno šest mjeseci. U slučaju kada je, provedenim istražnim naftno-rudarskim radovima, dokazana komercijalna količina i kakvoća rezervi investitor podložno ishodu dozvole za pridobivanje nastavlja s aktivnostima eksploatacije geotermalne vode.

Istraživanje geotermalne vode počinje dodjelom dozvole za istraživanje od strane Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja odnosno Ministarstva nadležnog za energetiku (dalje u tekstu: Ministarstvo). Postupak provedbe nadmetanja za odabir najpovoljnijeg ponuditelja za izdavanje dozvole za istraživanje geotermalnih voda započinje donošenjem odluke Ministarstva o provođenju nadmetanja za odabir i to na dva načina:

- **na inicijativu Ministarstva**

Ako Ministarstvo ocijeni da postoji potreba za utvrđivanjem pojedinačnih rezervi geotermalnih voda na nekom prostoru i utvrđivanjem njihove gospodarske iskoristivosti.

- **prijedlogom investitora.**

Ako investitor podnosi prijedlog za raspisivanje nadmetanja, u prijedlogu obvezno mora naznačiti, odnosno priložiti:

1. zemljovidni položaj, granice i površinu predloženog istražnog prostora koje mora biti ograničeno koordinatama vršnih točaka izraženih u službenom referentnom koordinatnom sustavu Republike Hrvatske (HTRS) i naziv predloženog istražnog prostora;
2. program ukupnih istražnih radova po vrsti i opsegu s troškovnikom te detaljni plan naftno-rudarskih radova, koji će biti izvedeni u svakoj pojedinoj godini istraživanja;
3. ukupni iznos potrebnih novčanih sredstava za izvođenje planiranih istražnih radova i način njihovog osiguranja;
4. izvod iz sudskog registra iz kojeg je vidljivo da je podnositelj prijedloga registriran za istraživanje i eksploataciju geotermalnih voda;
5. geološku ili drugu dokumentaciju o mogućnosti postojanja geotermalnih voda u predloženom istražnom prostoru, ukoliko takva postoji
6. dokaz da ne postoje zapreke u dokumentima prostornog uređenja za obavljanje istraživanja.

Istraživanje i eksploatacija geotermalne vode zahtjeva multidisciplinarni pristup budući da se uz poznavanje ležišnih karakteristika mora omogućiti pretvorba topline geotermalne energije u toplinu na površini tj. u energiju pogodnu za potrošače.

Razrada ležišta geotermalne vode ključna je za optimizaciju eksploatacije i životnog vijeka cjelokupnog projekta. Cilj upravljanja ležištem je upravljanje operacijama temeljenim na činjenicama, informacijama i znanju, kako bi se na siguran i održiv način iz ležišta postigao što veći ekonomski prinos.

Temeljem Zakona, istraživanje geotermalne vode obuhvaća sve istražne radove koji su predloženi u ponudi za nadmetanje, a kojima je svrha utvrditi postojanje, položaj i oblik ležišta geotermalne vode, količinu i kakvoću rezervi te uvjete eksploatacije, uključujući, ali ne isključivo:

- Geofizička snimanja - gravimetrijska, magnetometrijska, seizmička, magnetotelurska i druga geofizička snimanja, interpretaciju tako prikupljenih podataka i njihovu studijsku obradu,
- Izrada istražnih bušotina - izradu, produbljivanje, skretanje, opremanje, ispitivanje, privremeno napuštanje ili likvidaciju istražnih geotermalnih bušotina,

Istraživanje geotermalnih voda dozvoljeno je isključivo unutar prostora određenog dozvolom za istraživanje geotermalnih voda, pri čemu je istražni prostor geotermalne vode, spojnicama koordinata vršnih točaka omeđen i dubinski ograničen, dio prostora na kopnu.

3.1 GEOFIZIČKA SNIMANJA

Planirani istražni radovi geofizičkog snimanja bit će usmjereni na prikupljanje dodatnih podataka o geotermalnom potencijalu reobradom postojećih ili snimanjem 2D i 3D seizmike. Paralelno s aktivnostima seizmičkih mjerenja obavljaju se i druga geofizička, geološka i geokemijska mjerenja koja bi dovela do što sveobuhvatnijeg saznanja o mogućim ležištima geotermalne vode.

Seizmičke metode spadaju u najčešće i trenutno najsofisticiranije geofizičke metode u geološko-inženjerskoj praksi. Zajednička osnova akvizicije tj., snimanja 2D i 3D seizmičkih mjerenja odnosi se na iniciranje vala na izvoru u točki paljenja, opažanje kretanja i odbijanje/refleksija seizmičkog vala od reflektora - geoloških elemenata u podzemlju te njegova registracija na prijamniku - geofonu. Elementi u podzemlju od kojih se valovi mogu odbijati/reflektirati su: slojne granice (konkordantne granice između stijena različitoga litološkog sastava), rasjedi, diskordancije, kaverne ili granice između fluida u podzemlju, npr. između plina i vode.

Snimljeni podaci prikazani su u vremenskom mjerilu odnosno u dvostrukom vremenu (u milisekundama), a kako bi se napravila konverzija u dubinsko mjerilo, potrebno je dobivene podatke obraditi prigušenjem smetnji/šuma u odnosu na signal vala primjenom statičkih i dinamičkih korekcija, a potom vremenskom i dubinskom migracijom.

2D seizmička mjerenja snimaju se po pojedinim trasama uzdužnih i poprečnih profila duž kojega su smještene točke paljenja i geofoni koji registriraju nailaske seizmičkog vala. 3D seizmička mjerenja predstavljaju sofisticiraniju vrstu mjerenja koja se odnosi na kreiranje i snimanje 3D mreže linija poprečnih i uzdužnih profila, a izvor vala induciran je iz svake točke paljenja ili vibriranja, kada se kao izvor energije vala koristi se vibrator. Metodom se dobiva višestruko prekrivanje te jasnija 3D slika visoke rezolucije odnosno volumen geološkog podzemlja.

Također, jedna od dodatnih geofizičkih metoda koja se koristi u fazi istraživanja je magnetotelurika. Princip snimanja ove pasivne metode, koja koristi elektromagnetsko polje Sunca kao prirodni izvor energije, odnosi se na iniciranje telurske (električne) struje na Zemlji. Koristeći na ovaj način formirano električno i magnetno polje Zemlje, ova neinvazivna metoda analizira prostornu distribuciju električne vodljivosti/otpornosti stijenskog kompleksa ne zadirući u prirodni okoliš.

Snimanje prirodnih struja električnog i magnetnog polja Zemlje provodi se pomoću stanica na točkama mjerenja. Jedna stanica sadrži od 3 do 7 prijemnika za očitavanje prirodnih struja, te stanicu za prikupljanje mjerenja na površini. Ovisno u trajanju mjerenja (do 24 h) magnetotelurska mjerenja mogu imati zahvat do 10 km dubine.

Neke od mnogobrojnih prednosti ove metode su: ne iniciranje umjetne energije, laka prenosivost opreme, instaliranje opreme i izvođenje mjerenja na nepristupačnim terenima te neinvazivnost metode odnosno prihvatljivost iste za okoliš.

Nakon obavljenih dodatnih seizmičkih snimanja, reobrade i interpretacije postojećih, i/ili obrade i interpretacije novih podataka te interpretacije drugih vrsta geofizičkih mjerenja i geoloških podataka, očekuje se izrada bušotina.

3.2 IZRADA ISTRAŽNIH BUŠOTINA

Na području Republike Hrvatske postoji određeni broj već izrađenih istražnih bušotina koje se nalaze izvan postojećih eksploatacijskih polja. Te postojeće bušotine izrađene su sa svrhom definiranja geološke građe podzemlja te potencijalnog otkrića ugljikovodika. Kako nisu u potpunosti ispunile svoj zadatak, odnosno utvrđena je geološka građa kao i geofizička svojstva podzemlja, ali nisu otkrivena ležišta ugljikovodika, istovremeno su utvrđeni određeni značajni geotermalni potencijali. Na tim postojećim bušotinama moguće je izvoditi dodatna mjerenja, a u svrhu utvrđivanja potencijala dubokih vodonosnika. Mjerenja u postojećim bušotinama ne dovode do dodatnog zadiranja u prostor od onog zatečenog na svakoj pojedinoj bušotini te su sami naftno-rudarski radovi kratkotrajni tj. radovi traju do 30 dana.

Ako geološko-geofizičke studije ukažu na postojanje dubokih vodonosnika pristupa se lociranju i izradi novih istražnih bušotina.

Sukladno Zakonu, radovi izrade bušotine na lokaciji izvode se na temelju provjerenog projekta istražne bušotine.

Većina geotermalnih bušotina ima dvije do pet kolona zaštitnih cijevi, s pravilom da dublje bušotine imaju više nizova kolona zaštitnih cijevi.

Radovi izrade bušotina previđaju se u trajanju do 60 dana po jednom kanalu bušotine, ovisno o dubinama ciljanih ležišta geotermalne vode i opsegu tehnoloških ispitivanja tijekom izrade bušotina.

Ako se tijekom ispitivanja utvrdi da je bušotina negativna neće se pristupiti njenom opremanju podzemnom i nadzemnom opremom već će se bušotina napustiti (likvidirati), sukladno zakonskoj regulativi. Po završetku svih radova trajnog napuštanja, obaviti će se agroekološka analiza tla i izraditi studija stanja s prijedlogom za rekultivaciju tla.

3.3 MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA

Propisane mjere zaštite okoliša se odnose na moguće utjecaje na sastavnice i čimbenike u okolišu, a obuhvaćaju mjere sprječavanja i smanjenja utjecaja provedbe Plana na sastavnice

okoliša i čimbenike u okolišu, koje se propisuju za umanjivanje potencijalnih negativnih utjecaja na okoliš u fazi istraživanja geotermalnih voda u energetske svrhe.

Zrak

Tijekom građevinskih radova i tijekom bušenja zabranjeno je spaljivanje bilo kakvih vrsta otpada.

Izvori emisije moraju biti izgrađeni, opremljeni, rabljeni i održavani tako da ne ispuštaju u zrak onečišćujuće tvari iznad graničnih vrijednosti emisija (NO_x, SO₂, CO), odnosno da ne ispuštaju/unose u zrak onečišćujuće tvari u količinama koje mogu ugroziti zdravlje ljudi, kvalitetu življenja i okoliš.

Kontinuirano voditi dokumentaciju o emisijama u zrak i pratiti količinu emitiranih spojeva u zrak na svim stacionarnim izvorima emisija, na bušotinama i bakljama za spaljivanje.

Klimatske promjene

Predviđenu infrastrukturu planirati u skladu sa zabilježenim i predviđenim klimatskim promjenama te primijeniti odgovarajuće mjere prilagodbe ukoliko je potrebno.

Geološke značajke i georaznolikost

Odrediti zaštitnu zonu na 250 m udaljenosti od vrijednih elemenata georaznolikosti. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu *Krajobrazne karakteristike*.

Ukoliko se pri fazi istraživanja naiđe na speleološki objekt, osoba koja izvodi radove dužna je prekinuti radove na lokaciji otkrića i o otkriću bez odgađanja obavijestiti Ministarstvo pisanim putem.

Tlo i poljoprivredno zemljište

Ne koristiti tešku mehanizaciju na vlažnom tlu, a posebice ne na tlu prekomjerne vlažnosti. Prilikom planiranja trase za radove 2D i 3D seizmike uvažavati bonitetnu vrijednost tla (maksimalno izbjegavati gaženje površina P1 i P2 prostorne kategorije korištenja), mehanički sastav i trenutni sadržaj vode u tlu.

Koristiti mehanizaciju koja najmanje degradira tlo u vrijeme kada je tlo prosušeno do veće dubine.

Izbjegavati gaženje tla pod poljoprivrednim kulturama.

Prilikom izvođenja zemljanih radova humusni sloj adekvatno odložiti na za to predviđeno mjesto te ga sukladno mogućnostima i u skladu s propisima, po završetku radova vratiti natrag kao površinski sloj kod sanacije terena.

Aktivnosti planirati na način da se u što većoj mjeri koristi postojeća infrastruktura. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu *Krajobrazne karakteristike*.

Ukoliko se zahvat planira na području umjerenog i visokog rizika od erozije, koristiti agrotehničke mjere ublažavanja, sukladno važećim zakonskim aktima. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu *Geološke značajke i georazolikost*.

Prilikom lociranja bušačkog postrojenja i pripadajuće infrastrukture (pristupnih prometnica) izbjegavati P1 i P2 poljoprivredna zemljišta, te prednost u prenamjeni dati kategorijama korištenja: P3- ostalo obradivo zemljište i PŠ- ostalo poljoprivredno zemljište. Na površini bušačkog postrojenja utvrditi prirodno stanje u kontekstu tipa tla, fizikalnih i kemijskih značajki tla prije početka istražnih radova, temeljem pedološke karte u mjerilu 1:5 000. Prirodno stanje tla prikazati na temelju reprezentativnog broja uzoraka tla, te sve navedeno objediniti u Elaboratu o početnom stanju tla na izabranoj lokaciji bušačkog postrojenja.

U slučaju negativnog nalaza istražne bušotine, izraditi elaborat o stanju tla nakon završetka postupka sanacije koji ima svrhu provjeriti kvalitetu radova temeljem važećih zakonskih akata, na temelju reprezentativnog broja uzoraka tla.

Vode

Tijekom istražnih radova oborinske i tehnološke vode sakupljati na vodonepropusnoj podlozi i propisno zbrinjavati.

Oborinske otpadne vode s manipulativnih površina bušotinskog radnog prostora prije ispuštanja pročititi na separatoru ulja i masti.

Sve opasne i štetne tvari te opasne otpadne tvari, koje se skladište na lokaciji, skladištiti na izoliranim vodonepropusnim površinama (po mogućnosti natkrivenim) sa zasebnim sustavom odvodnje i pročišćavanja onečišćenih oborinskih voda. Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Stanovništvo i zdravlje ljudi*.

Bušotine moraju biti obložene zaštitnim cijevima i cementirane, odnosno vodonepropusne.

Radni strojevi (agregati, kompresori i drugi) za testiranje bušotina moraju biti smješteni na vodonepropusnoj podlozi.

Pri određivanju lokacija bušotina i smještaja geotermalnih elektrana, uzeti u obzir nužnu udaljenost od 250 m od vodnih tijela.

Aktivnosti istraživanja i eksploatacije geotermalne energije ne planirati na području velike vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje približno 25 godina) poplava, osim iznimno uz suglasnost nadležnih tijela i uz poštivanje adekvatnih mjera ublažavanja negativnih utjecaja poplava na projektnoj razini.

Aktivnosti istraživanja i eksploatacije geotermalne energije ne planirati u I. zoni sanitarne zaštite izvorišta, te izbjegavati planiranje na područjima podzemnih vodnih tijela lošeg kemijskog i količinskog stanja.

Na projektnoj razini donijeti Operativni plan za zaštitu voda u kojem će se definirati mjere koje je potrebno poduzeti u slučaju akcidentnih situacija, s ciljem sprječavanja širenja i uklanjanja nastalog onečišćenja.

Bioraznolikost

Definirati zaštitnu zonu utjecaja od 250 m od vodotoka u kojoj se neće provoditi snimanje 2D i 3D seizmike te istražno bušenje i korištenje vode iz prirodnih vodotoka i jezera, s ciljem zaštite strogo zaštićenih i/ili ugroženih biljnih i životinjskih vrsta te rijetkih i ugroženih stanišnih tipova vezanih za vodena i vlažna staništa.

Snimanje 2D i 3D seizmike te istražno bušenje udaljiti 500 m od stanišnog tipa H. Podzemlje. Zaštitna zona od 500 m ne odnosi se samo na ulaznu poziciju stanišnog tipa (otvor špilje ili jame), već i na njegovo podzemno rasprostiranje. Prije izvođenja radova utvrditi položaj i smjer špiljskih kanala.

Izbjegavati rijetke i ugrožene stanišne tipove te staništa pogodna za ugrožene i/ili strogo zaštićene vrste tijekom snimanja 2D i 3D seizmike te istražnog bušenja, odnosno maksimalno koristiti postojeće infrastrukturne koridore i staništa manjih prirodnih vrijednosti (npr. ruderalna staništa, staništa obrasla invazivnim vrstama, antropogena staništa i sl.).

Postaviti prikladne zaštitne elemente za sprječavanje ulaska faune (manja fauna npr. vodozemci) u sabirnu jamu za potrebe prikupljanja otpadnih voda, jamu za prihvat geotermalne vode tijekom proizvodnog testiranja bušotine, „sand-trap“ i u isplačnu jamu.

Sukladno dobroj praksi, koristiti tehnike i opremu za prigušivanje buke iz geotermalnih objekata (npr. privremeni štitnici od buke oko dijela bušaće opreme te oko standardne opreme i alata, mobilne i fiksne akustične barijere i sl.). Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Divljač i lovstvo* te *Stanovništvo i zdravlje ljudi*.

Kontrolirati razinu buke neposredno na njezinom izvoru te po potrebi propisati dodatne mjere ublažavanja buke. Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Divljač i lovstvo* te *Stanovništvo i zdravlje ljudi*.

Zaštićena područja prirode

Za posebne rezervate, park šume, spomenike parkovne arhitekture i spomenike prirode ograničiti provedbu Plana na način da se unutar ovih područja ne provodi istražno

bušenje i snimanje 2D i 3D seizmike. Unutar kategorija regionalni park i značajni krajobraz istražno bušenje i snimanje 2D i 3D seizmike maksimalno ograničiti izvan rijetkih i ugroženih stanišnih tipova. Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Geološke značajke i georaznolikost*.

Prilikom planiranja aktivnosti Plana, odnosno na razini zahvata, na području parka prirode istražne bušotine izuzeti iz područja na kojima se nalaze ugroženi i rijetki stanišni tipovi i staništa ugroženih i rijetkih te strogo zaštićenih vrsta te, ovisno o zonaciji parka prirode, izuzeti područja koja se nalaze u zonama stroge zaštite i zonama aktivne zaštite i sve, ili većinu aktivnosti, usmjeriti u zone korištenja. Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Geološke značajke i georaznolikost*.

Šume i šumarstvo

U postupku konačnog određivanja površina u svrhu razvoja geotermalnog potencijala, valorizirati površine šuma i šumskog zemljišta u svrhu očuvanja stabilnosti i bioraznolikosti šumskog ekosustava na način da se ne usitnjavaju šumski ekosustavi, odnosno da se ne narušava cjelovitost šumskog kompleksa. U tom smislu, odabir i formiranje bušotinskog prostora nastojati planirati izvan šumskih područja (posebno izvan šuma visokog uzgojnog oblika), ili, u suprotnom, maksimalno koristiti postojeće infrastrukturne koridore, rubne dijelove šumskih područja ili neobraslo šumsko zemljište.

U najvećoj mjeri izbjegavati istražno bušenje i snimanje 2D i 3D seizmike na području zaštitnih šuma, u suprotnom, u zaštitnoj šumi provesti kategorizaciju padina s obzirom na stabilnost te za sve padine koje su karakterizirane kao uvjetno stabilne, uvjetno nestabilne i nestabilne ne provoditi istražno bušenje i snimanje 2D i 3D seizmike.

Istražno bušenje i snimanje 2D i 3D seizmike u najvećoj mjeri izbjegavati u šumama posebne namjene u kategoriji šumski sjemenski objekt te u suprotnom utvrditi razloge da se iz tehničkih ili ekonomskih uvjeta ne može planirati gradnja građevine izvan šumskog sjemenskog objekta te u najvećoj mjeri izbjegavati istražno bušenje i snimanje 2D i 3D seizmike na području ostalih kategorija šuma posebne namjene, u suprotnom, maksimalno koristiti postojeće infrastrukturne koridore, rubne dijelove šumskih područja ili neobraslo šumsko zemljište

Definirati zaštitnu zonu utjecaja od 250 m od vodotoka u kojoj se neće provoditi istražno bušenje i snimanje 2D i 3D seizmike, s ciljem zaštite poplavnih šuma.

Na projektnoj razini osigurati povoljan vodni režim površinskih i podzemnih voda u poplavnim područjima kroz usklađivanje istražnog bušenja i snimanja 2D i 3D seizmike s uvjetima očuvanja šumskih staništa, uz konzultacije s nadležnim šumarskim službama.

Za sanaciju bušotinskog radnog prostora na šumskim površinama koristiti autohtone vrste drveća i grmlja navedenih u programu ili osnovi gospodarenja za predmetni odsjek. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu Zaštićena područja prirode

S nadležnom šumarskom službom utvrditi sječu stabala i uskladiti je s dinamikom građenja, te ih obavijestiri o početku radova na izgradnji zahvata

Uspostaviti stalnu suradnju s nadležnim šumarskim službama zbog definiranja prilaznih puteva istražnim bušotinama i korištenja postojeće i planirane šumske infrastrukture, s ciljem racionalnog korištenja prostora te osiguravanja neometanog gospodarenja šumama.

Ukoliko se aktivnosti Plana provode na šumama i šumskom zemljištu nužno je uspostaviti stalnu suradnju s nadležnim šumarskim službama s ciljem zaštite šuma od požara te šumskih štetnika i bolesti.

Korištene šumske ceste vratiti u stanje blisko prvobitnom.

Tijekom uređenja postojećih ili izgradnje novih pristupnih putova, uređenja bušotinskog radnog prostora te odvodnje površinskih (oborinskih) voda na manipulativnim površinama osigurati tehnička rješenja za prevenciju erozije na šumama i šumskom zemljištu.

Šumsko zemljište i šume izvan obuhvata zahvata nije dozvoljeno koristiti za privremeno odlaganje građevinskog materijala kao ni za odlaganje viška materijala i otpada.

Na bušotinskom radnom prostoru provoditi suzbijanje biljnih invazivnih vrsta. Navedena mjera odnosi se i na sastavnice Bioraznolikost i Zaštićena područja prirode.

Prije započinjanja faze istraživanja ishoditi potvrdu nadležne službe o isključenju razminiranog područja šuma i šumskog zemljišta iz minski sumnjivog područja

Divljač i lovstvo

Uz konzultacije s lovoovlaštenicima lovišta na kojima će se odvijati aktivnosti Plana u fazi istraživanja dogovoriti vrijeme provođenja aktivnosti predviđenih Planom koje bi mogle narušavati mir u vrijeme parenja/gniježđenja divljači na područjima značajnim za reprodukciju pojedinih vrsta.

U postupku konačnog određivanja površina u svrhu razvoja geotermalnog potencijala, valorizirati lovnoproduktivne površine na način da se ne umanjuju boniteti staništa divljači, odnosno da se očuvaju cjelovita šumska područja i područja šuma i ritova uz rijeke, izvori koji služe za napajanje divljači te povoljan vodni režim u slučaju regulacija vodotoka.

Površine šuma i šumskog zemljišta u svrhu očuvanja stabilnosti i bioraznolikosti šumskog ekosustava na način da se ne usitnjavaju šumski ekosustavi, odnosno da se ne narušava cjelovitost šumskog kompleksa. U tom smislu, odabir i formiranje bušotinskog

prostora nastojati planirati izvan šumskih područja (posebno izvan šuma visokog uzgojnog oblika), ili, u suprotnom, maksimalno koristiti postojeće infrastrukturne koridore, rubne dijelove šumskih područja, ili neobraslo šumsko zemljište.

Krajobrazne karakteristike

U najvećoj mogućoj mjeri sačuvati postojeću vegetaciju, posebno autohtone vrste drveća i grmlja, osobito na lokalitetima koje obilježavaju postojeći problemi nedostatka vegetacijskog površinskog pokrova. Ova mjera odnosi se i na sastavnice Bioraznolikost te Šume i šumarstvo.

Prilikom definiranja pozicije prostornog obuhvata zahvata nužnih za ostvarenje ciljeva plana, te tehnologije i kuta formiranja istražnih bušotina, iste prilagoditi reljefnim karakteristikama područja kako bi se promjene morfologije terena svele na najmanju moguću mjeru.

Prilikom implementacije novih prostornih intervencija koje uključuju istražne radove maksimalno moguće koristiti postojeće prometne poveznice s lokalitetima kako bi se izbjeglo dodatno zadiranje u cjelovitost krajobraza.

Buduće istražne bušotinske radne prostore po mogućnosti smještati na postojeće lokalitete prethodno degradiranih i/ili niskih vrijednosti po pitanju estetske i prirodne kvalitete krajobraza.

Prilikom definiranja budućih istražnih i eksploatacijskih lokaliteta izbjegavati područja krajobraznih cjelina utemeljenih prirodnih, estetskih i kulturnih vrijednosti kao i pojedinačne elemente/čimbenike koji čine određeni krajobraz prepoznatljivim. Navedeno se prvenstveno odnosi na prostore vrijedne autohtone vegetacije, šumskog ruba te vrijednih lokaliteta poput močvarnih krajobraza.

Kulturno-povijesna baština

Provesti prethodno arheološko rekognosciranje područja unutar kojih će se planirati prateći zahvati predmetnog Plana a koji uključuju snimanja i istražne te eksploatacijske bušotine, kao i buduća postrojenja, prometne koridore i cjevovode.

U sklopu hijerarhijski niže rangiranih/detaljnijih dokumenata zaštite okoliša za buduće definirane lokalitete prostornih intervencija provesti analizu prostornog, strukturalnog i vizualnog integriteta prostorno relevantnih kulturnih dobara.

Za sve oblike aktivnosti koje uključuju potencijalne radove u neposrednoj i posrednoj blizini ili na samim kulturnim dobrima konzultirati i ishoditi mišljenje nadležnog Konzervatorskog odjela.

Ukoliko se pri izvođenju građevinskih ili bilo kojih drugih radova koji se obavljaju na površini ili ispod površine tla naiđe na arheološko nalazište, obustaviti radove i o tome bez odgađanja obavijestiti središnje državno tijelo nadležno za poslove zaštite kulturne baštine odnosno nadležni Konzervatorski odjel.

Stanovništvo i zdravlje ljudi

Izmaknuti zahvate na što veću udaljenost od granica građevinskih područja odnosno stambenih zona, s izuzetkom korištenja geotermalne energije za grijanje stambenih i gospodarskih objekata

Zaštititi lokalno stanovništvo od štetnog djelovanja buke redovnim provođenjem mjerenja razine buke

Informirati javnost o dobrobitima geotermalne energije i sigurnosti tijekom eksploatacije u usporedbi s konvencionalnim energentima.

4 EKSPLOATACIJA GEOTERMALNE VODE U ENERGETSKE SVRHE

Sukladno Zakonu, razdoblje eksploatacije slijedi nakon istražnog razdoblja. Eksploatacija se obavlja temeljem dozvole za pridobivanje geotermalnih voda i ugovora o eksploataciji geotermalnih voda. Sukladno Zakonu, eksploatacijsko razdoblje može trajati najviše 25 godina uz mogućnost produljenja.

Naftno-rudarski radovi u razdoblju eksploatacije sastoje se od razrade ležišta i eksploatacije rezervi geotermalnih voda. Glavne aktivnosti u eksploatacijskom razdoblju ovisit će o načinu korištenja utvrđenog geotermalnog potencijala i procjeni energije akumulirane u ležištima geotermalnih voda.

Nakon izrade istražne bušotine investitor provodi opsežna hidrodinamička mjerenja kako bi odredio karakteristike ležišnih fluida, definirao ležišne uvjete, utvrdio proizvodne mogućnosti ležišta i eventualne granice ležišta.

Ovisno o namjeni korištenja energije sadržane u geotermalnom fluidu (količini protoka geotermalne vode i temperaturi), glavne aktivnosti u eksploatacijskom razdoblju obuhvaćaju izradu geotermalnih bušotina (eksploatacijskih od kojih je jedna eksploatacijsko/utisna), izgradnju nadzemnih energetske objekata i postrojenja te izradu potrebne površinske infrastrukture.

Energija sadržana u geotermalnom fluidu može se iskoristiti u svrhu proizvodnje električne energije i/ili toplinske energije (grijanje, hlađenje). Geotermalna energija u poljoprivredno-prehrambenom sektoru može se koristiti za grijanje staklenika, sterilizaciju tla ili za sušenje.

Tijekom eksploatacije geotermalnih voda ohlađena („otpadna“) voda ne ispušta se u okoliš već se utiskuje natrag u ležište, u utisne bušotine. Na taj način se osigurava toplinska

obnovljivost geotermalne vode, održava ležišni tlak, a geotermalna voda se dovodi u mehaničku i toplinsku ravnotežu s okolinom.

Ispuštanje ohlađene geotermalne vode u okoliš predviđa se samo u slučajevima izravne uporabe geotermalne energije akumulirane u plitkim ležištima geotermalnih voda, koja se napajaju slatkom površinskom vodom putem prirodno raspucanih pukotinskih sustava. Kvaliteta takvih voda zadovoljava uvjete propisane Zakonom o vodama (NN 66/19).

Kaskadno korištenje geotermalne vode nameće se kao najracionalniji način upotrebe geotermalne vode. Koncept kaskadnog iskorištavanja može se opisati kao iskorištavanje geotermalne energije različitih toplina u serijskom procesu. Postoji nekoliko načina takvog iskorištavanja geotermalne energije koji se mogu podijeliti u dvije glavne skupine: kaskadni sustav s proizvodnjom električne energije i iskorištavanjem topline i kaskadni proces isključivo iskorištavanja topline. Glavne prednosti ovog sustava su povećana profitabilnost i maksimalno iskorištavanje geotermalnog izvora.

4.1 AKTIVNOSTI U FAZI EKSPLOATCIJE KOD UPOTREBE GEOTERMALNE VODE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE I/ILI TOPLINSKE ENERGIJE

4.1.1 Upotreba geotermalne vode za proizvodnju električne energije

Najvažniji način iskorištavanja visokotemperaturnih geotermalnih izvora je proizvodnja električne energije. Ovisno o termodinamičkim svojstvima geotermalnih fluida, moguće je primijeniti nekoliko tehnoloških procesa za pretvorbu toplinske u električnu energiju. Odabir procesa ovisi o količini fluida, tlaku i temperaturi te omjeru vruće vode i pare. Poznati procesi su: direktni proces (proizvodnja pregrijane pare), flash proces i binarne elektrane.

Energetska postrojenja/elektrane koje koriste geotermalnu vodu za proizvodnju električne energije koriste toplinsku energiju sadržanu u vodi iz geotermalnih bušotina za rad turbina, pretvarajući toplinsku i kinetičku energiju u električnu.

Obzirom na temperature geotermalnih ležišta u hrvatskom dijelu Panonskog bazena (≤ 250 °C), za proizvodnju električne energije koristit će se binarni tip geotermalnih elektrana.

Binarne elektrane koriste sekundarne radne fluide te za proizvodnju geotermalne energije koriste tzv. organski Rankineov ciklus. Toplinska energija sadržana u geotermalnoj vodi pridobivenoj iz geotermalnih bušotina prenosi se na sekundarni radni fluid pomoću izmjenjivača topline. Kao radni fluidi često se koriste organski spojevi s nižim vrelištima od vode (poput izopentana čija je točka vrelišta pri atmosferskom tlaku na oko 28° C). Toplinska energija sadržana u geotermalnoj vodi zagrijava radni fluid do vrenja mijenjajući je iz tekućeg stanja u organsku paru pod tlakom, koja se zatim širi u turbini te na taj način pokreće

generator. Radni fluid se potom hladi, kondenzira natrag u tekućinu, pod tlakom nakon čega se vraća (reciklira) u izmjenjivač topline.

Proizvodno opremanje bušotine, bez obzira da li se radi o eruptivnom ili nekom drugom načinu proizvodnje, određuje se na temelju stabilnost proizvodnih intervala. Ako je stijena kompaktna i može osigurati stabilne radne uvjete proizvodnje (vapnenci i dolomiti) bušotina se može projektirati kao nezacijevljena. U slučaju da je proizvodni sloj nestabilan (pijesci, nevezani pijesci i dr.) obavezno je zacijevljene.

Trajanje izrade nove bušotine te njeno opremanje za eksploataciju previđa se u trajanju do 60 dana po jednom kanalu bušotine, ovisno o dubinama ciljanih ležišta geotermalne vode i opsegu tehnoloških ispitivanja tijekom izrade bušotina.

4.1.2 Upotreba geotermalne vode za proizvodnju toplinske energije

Geotermalna energija s fluidima niže temperature koristi se za grijanje stambenih objekata (izravnim načinom), plastenika s proizvodnjom voća i povrća, grijanje bazena te se primjenjuje u balneološke svrhe.

Grijanje objekata pomoću geotermalne energije primjenjuje sustav koji distribuira toplinu iz centralne toplane krajnjim korisnicima (stambenim zgradama, poslovnim zgradama, industrijskim prostorima ili rekreacijskim ustanovama) preko mrežnog sustava i podstanice. Ovakav način grijanja zamjenjuje konvencionalni način centralnog grijanja bojlerom. Jasno je kako ovakav tip grijanja omogućava veću energetske i ekonomske efikasnost i prihvatljiviji je od konvencionalnih toplana iz ekološke perspektive.

Daljinsko grijanje uključuje distribuciju topline (geotermalne vode) od središnjeg mjesta mrežom cijevi do pojedinačnih objekata ili blokova zgrada. Sustav daljinskog grijanja, uključuje opskrbu više objekata iz više geotermalnih bušotina. Toplina se koristi za grijanje i hlađenje prostora, grijanje vode za domaćinstvo i industrijsku procesnu toplinu. Geotermalne bušotine primarni su izvori topline. Geotermalni sustav sastoji se od geotermalnih bušotina (eksploatacijskih i utisnih) te izmjenjivača topline koji toplinu iz geotermalnog fluida prenosi na radni fluid koji onda služi za grijanje objekata.

Trajanje izrade nove bušotine te njeno opremanje za eksploataciju previđa se u trajanju do 60 dana po jednom kanalu bušotine, ovisno o dubinama ciljanih ležišta geotermalne vode i opsegu tehnoloških ispitivanja tijekom izrade bušotina.

4.2 AKTIVNOSTI U FAZI EKSPLOATCIJE KOD UPOTREBE GEOTERMALNE VODE ZA POLJOPRIVREDNE VRHE

Kod upotrebe geotermalne vode za poljoprivredne svrhe geotermalna voda se može koristiti na dva načina: direktnom upotrebom vode iz bušotine ili preko dubokih toplinskih izmjenjivača koji se instaliraju u kanalu bušotine („single well“ model).

Pri upotrebi dubinskih izmjenjivača topline voda cirkulira kroz proizvodnu kolonu bušotine te se utiskuje kroz prstenasti prostor. Ovakav način korištenja toplinske energije zahtjeva istražnu bušotinu adekvatno opremljenu za eksploataciju.

Ako poljoprivredni kompleks zahtjeva veću količinu toplinske energije, potrebno je omogućiti veći protok geotermalne vode iz eksploatacijske bušotine, u kojem slučaju će biti potrebna i utisna bušotina u koju će se ohlađena voda utiskivati natrag u ležište. Udaljenost utisne bušotine od eksploatacijske bušotine zavisi od ležišnih uvjeta tj. lokacija je određena na način da hladna voda koja se utiskuje u utisnu bušotinu ne interferira s intervalom u proizvodnji na eksploatacijskoj bušotini. Utisna bušotina oprema se utisnom opremom na samom ušću bušotine i spaja utisnim cjevovodom s energetske objektom.

Glavne aktivnosti u eksploatacijskom razdoblju će biti izrada geotermalnih bušotina, njihovo opremanje te izrada površinske infrastrukture potrebne za spajanje s energetske objektom. Izrada nove utisne bušotine predviđa se u trajanju do 60 dana. Kod upotrebe geotermalne vode za poljoprivredne svrhe s jednom bušotinom, u tijeku izrade kanala bušotine, bušotina se oprema s dubinskim izmjenjivačima topline u samoj bušotini što smanjuje opseg zahvata.

4.3 MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA

Propisane mjere zaštite okoliša se odnose na moguće utjecaje na sastavnice i čimbenike u okolišu, a obuhvaćaju mjere sprječavanja i smanjenja utjecaja provedbe Plana na sastavnice okoliša i čimbenike u okolišu, koje se propisuju za umanjivanje potencijalnih negativnih utjecaja na okoliš u fazi eksploatacije geotermalnih voda u energetske svrhe.

Zrak

Izvori emisije moraju biti izgrađeni, opremljeni, rabljeni i održavani na način da ne ispuštaju u zrak onečišćujuće tvari iznad graničnih vrijednosti emisija (NO_x, SO₂, CO), odnosno da ne ispuštaju/unose u zrak onečišćujuće tvari u količinama koje mogu ugroziti zdravlje ljudi, kvalitetu življenja i okoliš.

Klimatske promjene

Na razini pojedinačnih zahvata (kroz PUO ili OPUO) provesti analizu ranjivosti prema Tehničkim smjernicama za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021.–

2027. kako bi se primijenila fizička i nefizička rješenja prilikom izgradnje kojima se znatno smanjuju najvažniji fizički klimatski rizici.

Predviđenu infrastrukturu planirati u skladu sa zabilježenim i predviđenim klimatskim promjenama te primijeniti odgovarajuće mjere prilagodbe, ukoliko je potrebno.

Geološke značajke i georazolikost

Na razini pojedinačnih zahvata utvrditi i definirati indikatorske parametre inducirane seizmičnosti (npr. magnitude induciranih potresa, intenziteti potresa, akceleracije i/ili brzine trešnje tla uzrokovane induciranim potresima) te njihove granične vrijednosti te smanjiti i/ili obustaviti proizvodnju u slučaju da odabrani indikatorski parametri prijeđu zadane pragove. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu Stanovništvo i zdravlje ljudi

Izbjegavati EGS (engl. *enhanced or engineered geothermal system*) tehnologije utiskivanja velikih količina vode u vruće suhe stijene.

Tlo i poljoprivredno zemljište

Postavljanje infrastrukture planirati na način da se, osim u iznimnim situacijama, obavezno izbjegava zauzimanje i fragmentacija P1 i P2 poljoprivrednih zemljišta.

Nakon prestanka rada eksploatacijske bušotine, izraditi elaborat o stanju tla nakon završetka postupka sanacije koji ima svrhu provjeriti kvalitetu radova na temelju reprezentativnog broja uzoraka tla.

Vode

Za prihvrat geotermalnih voda tijekom remonta i zastoja u radu geotermalne elektrane izvesti vodonepropusne bazene.

Vodonepropusnost svih sustava odvodnje otpadnih voda utvrditi ispitivanjem prije tehničkog pregleda postrojenja te periodično provjeravati ispitivanjem vodonepropusnosti svakih 8 godina.

Kad god je to moguće iskoristenu geotermalnu vodu utisnuti natrag u geotermalno ležište. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu *Biorazolikost* i sastavnicu *Zaštićena područja prirode*.

U slučaju ispuštanja geotermalnih voda u prirodni prijemnik, po potrebi kemijskom predobradom osigurati kakvoću vode ispod dopuštenih graničnih vrijednosti emisija otpadnih voda. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu *Biorazolikost* i sastavnicu *Zaštićena područja prirode*.

U slučaju ispuštanja geotermalnih voda u prirodni prijemnik, redovito provoditi analize kemijskog stanja vodnog tijela. Navedena mjera odnosi se i na sastavnicu *Bioraznolikost* i sastavnicu *Zaštićena područja prirode*.

Bioraznolikost

Definirati zaštitnu zonu utjecaja od 250 m od vodotoka u kojoj se neće provoditi eksploatacija geotermalne vode i korištenje vode iz prirodnih vodotoka i jezera, s ciljem zaštite strogo zaštićenih i/ili ugroženih biljnih i životinjskih vrsta te rijetkih i ugroženih stanišnih tipova vezanih za vodena i vlažna staništa.

Eksploataciju geotermalne vode udaljiti 500 m od stanišnog tipa H. Podzemlje. Zaštitna zona od 500 m ne odnosi se samo na ulaznu poziciju stanišnog tipa (otvor špilje ili jame), već i na njegovo podzemno rasprostiranje. Prije izvođenja radova utvrditi položaj i smjer špiljskih kanala.

Izbjegavati rijetke i ugrožene stanišne tipove te staništa pogodna za ugrožene i/ili strogo zaštićene vrste tijekom eksploatacije geotermalne vode, odnosno maksimalno koristiti postojeće infrastrukturne koridore i staništa manjih prirodnih vrijednosti (npr. ruderalna staništa, staništa obrasla invazivnim vrstama, antropogena staništa i sl.).

Postaviti prikladne zaštitne elemente za sprječavanje ulaska faune (manja fauna npr. vodozemci) u sabirnu jamu za potrebe prikupljanja otpadnih voda, jamu za prihvata geotermalne vode tijekom proizvodnog testiranja bušotine, „sand-trap“ i u isplačnu jamu.

U daljnjim fazama razvoja Plana osigurati zaštitu od stradavanja ptica na zračnim kondenzatorima (npr., postaviti fizičku prepreku na vrh zračnih kondenzatora kako bi se spriječilo slijetanje ptica na njih). Planirane elektroenergetske sustave vezane uz provedbu Plana izvesti na način da se ptice i šišmiši zaštite od kolizije i elektrokcije u skladu s najnovijim znanstvenim i stručnim smjernicama, preporukama i posebnim uvjetima zaštite okoliša i prirode.

Za osvjetljavanje tijekom rada geotermalne elektrane koristiti ekološki prihvatljive svjetiljke, sa snopom svjetlosti usmjerenim prema tlu i minimalnim rasipanjem u ostalim smjerovima.

Sukladno dobroj praksi, koristiti tehnike i opremu za prigušivanje buke iz geotermalnih objekata (npr. privremeni štitnici od buke oko dijela bušaće opreme te oko standardne opreme i alata, mobilne i fiksne akustične barijere, geotermalne elektrane s unutarnjim zidovima koji apsorbiraju buku i sl.). Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Divljač i lovstvo* te *Stanovništvo i zdravlje ljudi*.

Kontrolirati razinu buke neposredno na njezinom izvoru te po potrebi propisati dodatne mjere ublažavanja buke. Ova mjera odnosi se i na sastavnice *Divljač i lovstvo* te *Stanovništvo i zdravlje ljudi*.

Zaštićena područja prirode

Za posebne rezervate, park šume, spomenike parkovne arhitekture i spomenike prirode ograničiti provedbu Plana na način da se unutar ovih područja ne provodi eksploatacija geotermalne vode. Unutar kategorija regionalni park i značajni krajobraz eksploataciju geotermalne vode maksimalno ograničiti izvan rijetkih i ugroženih stanišnih tipova. Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Geološke značajke i georaznolikost*.

Prilikom planiranja aktivnosti Plana, odnosno na razini zahvata, na području parka prirode eksploatacijske bušotine izuzeti iz područja na kojima se nalaze ugroženi i rijetki stanišni tipovi i staništa ugroženih i rijetkih te strogo zaštićenih vrsta te, ovisno o zonaciji parka prirode, izuzeti područja koja se nalaze u zonama stroge zaštite i zonama aktivne zaštite i sve, ili većinu aktivnosti, usmjeriti u zone korištenja. Ova mjera odnosi se i na sastavnicu *Geološke značajke i georaznolikost*.

Šume i šumarstvo

U postupku konačnog određivanja površina u svrhu razvoja geotermalnog potencijala, valorizirati površine šuma i šumskog zemljišta u svrhu očuvanja stabilnosti i bioraznolikosti šumskog ekosustava na način da se ne usitnjavaju šumski ekosustavi, odnosno da se ne narušava cjelovitost šumskog kompleksa. U tom smislu, odabir i formiranje bušotinskog prostora nastojati planirati izvan šumskih područja (posebno izvan šuma visokog uzgojnog oblika), ili, u suprotnom, maksimalno koristiti postojeće infrastrukturne koridore, rubne dijelove šumskih područja, ili neobraslo šumsko zemljište.

U najvećoj mjeri izbjegavati eksploataciju geotermalne vode na području zaštitnih šuma, u suprotnom, u zaštitnoj šumi provesti kategorizaciju padina s obzirom na stabilnost te za sve padine koje su karakterizirane kao uvjetno stabilne, uvjetno nestabilne i nestabilne ne provoditi eksploataciju geotermalne vode.

Eksploataciju geotermalne vode u najvećoj mjeri izbjegavati u šumama posebne namjene u kategoriji šumski sjemenski objekt, te u suprotnom utvrditi razloge da se iz tehničkih ili ekonomskih uvjeta ne može planirati gradnja građevine izvan šumskog sjemenskog objekta te u najvećoj mjeri izbjegavati eksploataciju geotermalne vode na području ostalih kategorija šuma posebne namjene, u suprotnom, maksimalno koristiti postojeće infrastrukturne koridore, rubne dijelove šumskih područja ili neobraslo šumsko zemljište.

Definirati zaštitnu zonu utjecaja od 250 m od vodotoka u kojoj se neće provoditi eksploatacija geotermalne vode, s ciljem zaštite poplavnih šuma.

Na projektnoj razini osigurati povoljan vodni režim površinskih i podzemnih voda u poplavnim područjima kroz usklađivanje eksploatacije geotermalne vode s uvjetima očuvanja šumskih staništa, uz konzultacije s nadležnim šumarskim službama.

Za sanaciju bušotinskog radnog prostora na šumskim površinama koristiti autohtone vrste drveća i grmlja navedenih u programu ili osnovi gospodarenja za predmetni odsjek.

S nadležnom šumarskom službom utvrditi sječicu stabala i uskladiti je s dinamikom građenja, te ih obavijestiti o početku radova na izgradnji zahvata.

Uspostaviti stalnu suradnju s nadležnim šumarskim službama zbog definiranja prilaznih puteva eksploatacijskim bušotinama i korištenja postojeće i planirane šumske infrastrukture, s ciljem racionalnog korištenja prostora te osiguravanja neometanog gospodarenja šumama.

Ukoliko se aktivnosti Plana provode na šumama i šumskom zemljištu, uspostaviti stalnu suradnju s nadležnim šumarskim službama s ciljem zaštite šuma od požara te šumskih štetnika i bolesti.

Korištene šumske ceste vratiti u stanje blisko prvobitnom.

Tijekom izrade geotermalnih bušotina, nadzemnih energetske objekata i postrojenja te izrade ostale površinske infrastrukture osigurati tehnička rješenja za prevenciju erozije na šumama i šumskom zemljištu.

Šumsko zemljište i šume izvan obuhvata zahvata nije dozvoljeno koristiti za privremeno odlaganje građevinskog materijala kao ni za odlaganje viška materijala i otpada.

Provoditi suzbijanje biljnih invazivnih vrsta. Navedena mjera odnosi se i na sastavnice Bioraznolikost i Zaštićena područja prirode.

Prije započinjanja faze eksploatacije ishoditi potvrdu nadležne službe o isključenju razminiranog područja šuma i šumskog zemljišta iz minski sumnjivog područja.

Divljač i lovstvo

Uz konzultacije s lovoovlaštenicima lovišta na kojima će se odvijati aktivnosti Plana u fazi eksploatacije dogovoriti vrijeme provođenja aktivnosti predviđenih Planom koje bi mogle narušavati mir u vrijeme parenja/gniježđenja divljači na područjima značajnim za reprodukciju pojedinih vrsta.

U postupku konačnog određivanja površina u svrhu razvoja geotermalnog potencijala, valorizirati lovnoproduktivne površine na način da se ne umanjuju boniteti staništa divljači,

odnosno da se očuvaju cjelovita šumska područja i područja šuma i ritova uz rijeke, izvori koji služe za napajanje divljači te povoljan vodni režim u slučaju regulacija vodotoka.

Krajobrazne karakteristike

Buduće geotermalne pogone i infrastrukturu vezanu za eksploatacijska polja vizualno uklapati u kontekst krajobraza kroz implementaciju projekata krajobraznog uređenja i sanacije.

Buduće pogone geotermalnih elektrana po mogućnosti smještati na postojeće lokalitete prethodno degradiranih i/ili niskih vrijednosti po pitanju estetske i prirodne kvalitete krajobraza.

Kulturno-povijesna baština

Eksploatacijske/bušotinske radne prostore, prateću infrastrukturu i prostore pogona geotermalnih elektrana kao i ostale objekte vezane za korištenje geotermalne vode planski smještati na najveću moguću udaljenost od evidentiranih kulturnih dobara.

Stanovništvo i zdravlje ljudi

Zaštititi lokalno stanovništvo od štetnog djelovanja buke redovnim provođenjem mjerenja razine buke.

U postupku konačnog određivanja površina u svrhu razvoja geotermalnog potencijala, valorizirati geotermalne potencijale u smislu korisnika i namjene (drvena industrija, zdravstvo, turizam i sl.) te doprinosa prijelazu na čistu energiju. Osigurati uključenost svih dionika u postupak kroz istraživanje i prikupljanje podataka na predmetnom području te razvijanje zajedničke baze podataka (poljoprivreda, turizam, zdravstvo, drvena industrija i drugih) s naglaskom na različite ciljne skupine, energetske učinkovitost i inicijative za geotermalnu energiju.

5 MJERE UBLAŽAVANJA ZNAČAJNIH NEGATIVNIH UTJECAJA PLANA NA CILJEVE OČUVANJA I CJELOVITOST PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE

Glavnom ocjenom propisane su mjere ublažavanja te se njihovom implementacijom u Plan moguće isključiti značajno negativne utjecaje na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže.

- Za područja ekološke mreže manja od 5000 ha ograničiti provedbu Plana na način da se unutar ovih područja ne provodi istražno bušenje i eksploatacija geotermalne vode, a snimanje 2D i 3D seizmike na područjima ekološke mreže provoditi samo na postojećim putovima. Ova mjera ublažavanja se ne odnosi na POVS HR2001346 Međimurje¹.
- Prilikom planiranja aktivnosti Plana, odnosno na razini zahvata, prikupiti podatke o rasprostranjenosti ciljnih vrsta i stanišnih tipova područja ekološke mreže na području i u blizini zahvata te u skladu s podacima istražno bušenje i eksploataciju geotermalne vode te snimanje 2D i 3D seizmike planirati izvan područja rasprostranjenosti ciljnih stanišnih tipova i staništa pogodnih za ciljne vrste
- Istražno bušenje i eksploataciju geotermalne vode te snimanje 2D i 3D seizmike udaljiti 500 m od stanišnog tipa 8310 Špilje i jame zatvorene za javnost. Zaštitna zona od 500 m ne odnosi se samo na ulaznu poziciju stanišnog tipa (otvor špilje ili jame), već i na njegovo podzemno rasprostiranje. Prije izvođenja radova utvrditi položaj i smjer špiljskih kanala.
- Za područja ekološke mreže koja su izdvojena radi očuvanja ciljnih stanišnih tipova i vrsta vezanih uz vodene ekosustave istražno bušenje, eksploataciju geotermalne vode, korištenje vode iz prirodnih vodotoka i jezera te snimanje 2D i 3D seizmike nije dozvoljeno izvoditi u vodotoku i u neposrednoj blizini vodotoka (unutar zaštitne zone od 250 m od ciljnog stanišnog tipa i staništa pogodnog za ciljne vrste), kao i na područjima rasprostranjenosti ciljnih stanišnih tipova i vrsta vezanih uz vodene ekosustave.
- Pridržavati se uobičajenih praksi rada geotermalne energije ponovnim utiskivanjem vode, odnosno gdje god je moguće vraćati pridobivene geotermalne vode utisnom bušotinom natrag u ležište, kako bi se izbjegle promjene vodnog režima.
- Snimanje 2D i 3D seizmike te radove uklanjanja vegetacije izvoditi izvan reproduktivnog razdoblja ciljnih vrsta ptica i šišmiša.
- U daljnjim fazama razvoja Plana osigurati zaštitu od stradavanja ptica na zračnim kondenzatorima (npr. postaviti fizičku prepreku na vrh zračnih kondenzatora kako bi se spriječilo slijetanje ptica na njih). Također, planirane elektroenergetske sustave vezane uz provedbu Plana izvesti na način da se ptice i šišmiši zaštite od kolizije i elektrokucije u skladu

¹ HR2001346 Međimurje je POVS područje manje od 5000 ha, ali nije u cijelosti izuzeto jer na tom području već postoje dva istražna polja s potencijalom za eksploataciju geotermalne energije, stoga za ovo područje vrijedi sljedeća mjera ublažavanja: Prilikom planiranja aktivnosti Plana odnosno na razini zahvata na području POVS HR2001346 Međimurje prikupiti podatke o rasprostranjenosti ciljnih vrsta i stanišnih tipova područja ekološke mreže na području i u blizini zahvata (prema Uredbi o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže (NN 80/19) te u skladu s podacima istražno bušenje i eksploataciju geotermalne vode te snimanje 2D i 3D seizmike planirati izvan područja rasprostranjenosti ciljnih stanišnih tipova i staništa pogodnih za ciljne vrste (Tablica 11.2).

s najnovijim znanstvenim i stručnim smjernicama, preporukama i posebnim uvjetima zaštite okoliša i prirode.

- Postaviti prikladne zaštitne elemente za sprječavanje ulaska faune (manja fauna, npr. vodozemci) u sabirnu jamu za potrebe prikupljanja otpadnih voda, jamu za prihvatanje geotermalne vode tijekom proizvodnog testiranja bušotine, „sand-trap“ i u isplachnu jamu.
- Za osvjetljavanje tijekom rada geotermalne elektrane koristiti ekološki prihvatljive svjetiljke, sa snopom svjetlosti usmjerenim prema tlu i minimalnim rasipanjem u ostalim smjerovima.
- Pravilnom organizacijom radnog prostora i pridržavanjem propisa i uvjeta gradnje spriječiti akcidentne situacije (poput slučajnog ispuštanja ili odlaganja viška opasnog građevinskog materijala i kemikalija u kopnene vode, havarije građevinskih strojeva i alata te istjecanja velike količine geotermalne vode uslijed oštećenja ventila) i također spriječiti propuste u organizaciji radnog prostora poput nepostojanja sustava odvodnje površinskih voda, nepostojanja primjerenog rješenja za sanitarne otpadne vode s radnog prostora, neispravnog rukovanja i skladištenja naftnih derivata, ulja i maziva te povećane količine građevinskog, komunalnog i opasnog otpada koje se mogu ispirati u podzemne vode.
- Sukladno dobroj praksi, koristiti tehnike i opremu za prigušivanje buke iz geotermalnih objekata (npr. privremeni štitnici od buke oko dijela bušaće opreme te oko standardne opreme i alata, mobilne i fiksne akustične barijere, geotermalne elektrane s unutarnjim zidovima koji apsorbiraju buku i sl.).
- Kontrolirati razinu buke neposredno na njezinom izvoru te poduzeti dodatne mjere ublažavanja buke ako se utvrdi da postoje prekoračenja i/ili negativni utjecaji na faunu.
- U slučaju kada se ne primjenjuje tehnologija s dvije bušotine (eksploatacijska i utisna) geotermalnu vodu koja se ispušta u recipijent obraditi na način da svojim fizikalno-kemijskim svojstvima ne mijenja fizikalno - kemijska svojstva recipijenta (temperatura, kemijski sastav i dr.).

6 ZAKLJUČAK

Sukladno odredbama postojećeg Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika i donesenoj Strategiji energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu prepoznata je izuzetna važnost i ključna uloga geotermalne energije kao jednog od vodećih svjetskih trendova u daljnjem jačanju domaćeg i konkurentnijeg gospodarstva, razvoju tehnologije te dekarbonizaciji energetskog sektora.

Prosječno visoka vrijednost geotermalnog gradijenta i izrađene procjene identificiranih geotermalnih potencijala u ležištima hrvatskog dijela Panonskog bazena predstavljaju osnovnu podlogu za definiranje naftno-rudarskih radova i aktivnosti koje će investitor moći provesti u razdoblju istraživanja i eksploatacije. Potrebno je naglasiti kako je zakonodavnim

okvirom predviđena pragmatična provedba istraživanja i eksploatacije geotermalnih voda u energetske svrhe uklanjanjem određenih administrativnih barijera čime bi se posljedično direktno potaknulo aktivnije ulaganje investitora u geotermalni potencijal.

Geotermalna energija predstavlja samoodrživu i jedinu baznu obnovljivu energiju s najvećim koeficijentom energetske učinkovitosti u odnosu na ostale obnovljive energente. Realizacijom geotermalnih projekata široke primjene (proizvodnja električne energije i/ili toplinarstvo i staklenička proizvodnja) doprinijet će se jačanju neovisnosti i energetske samostalnosti jedinica lokalnih i regionalnih samouprava te će omogućiti održivi razvoj društva i prijelaz na niskouglično djelovanje.

Nedovoljno iskorišteni geotermalni potencijal predstavlja energetske prekretnicu u ostvarivanju brže transformacije u zeleno i održivo gospodarstvo, smanjenju emisija stakleničkih plinova i postizanju većeg udjela energije dobivene iz obnovljivih izvora energije sukladno ciljevima iz nacionalnog zakonodavstva i pravne stečevine Europske Unije.

U Planu je detaljnije prikazan i objašnjen geotermalni potencijal obzirom na geološku građu glavnih depresija te naftno-rudarski radovi i aktivnosti koje je potrebno realizirati u cilju pridobivanja geotermalnih voda za proizvodnju električne energije i/ili toplinske energije ili stakleničku proizvodnju (grijanje staklenika). Također, ukratko je opisan postupak nadmetanja, dodjele dozvola za istraživanje i eksploataciju geotermalnih voda u energetske svrhe te sklapanja ugovora za eksploataciju.

Planom se potiče daljnji razvoj upotrebe geotermalne vode u energetske svrhe te će svi podaci prikupljeni tijekom provedbe Plana, biti implementirani u nove ili postojeće baze podataka te javno dostupni svim zainteresiranim investitorima i široj akademskoj zajednici. Navedeni podaci bit će temelj za kvantitativnu procjenu utvrđene geotermalne energije, a u svrhu poticanja i razvoja geotermalnih istražnih aktivnosti i implementacije geotermalnih projekata na području Republike Hrvatske.