



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE

Nikola Vojnović



Prirodna osnova i turizam



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE

Nikola Vojnović

Prirodna osnova i turizam

Pula, 2017.

Izdavač:

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI
Zagrebačka 30, 52100 Pula, Republika Hrvatska
Tel. 385 052 377 000, www.unipu.hr

Za izdavača:

Prof. dr. sc. Alfio Barbieri

Recenzenti

Prof. dr. sc. Željka Šiljković
Izv. prof. dr. sc. Kristina Afrić Rakitovac

Lektura

Izv. prof. dr. sc. Lina Pliško

Fotografija na naslovnici: Thunder Hole, Nacionalni park Acadia, Maine, SAD
(snimio: Nikola Vojnović)

Podatak o izdanju

1. internetsko izdanje (mrežna publikacija)

Lokacija na mreži

Službena mrežna stranica Sveučilišta Jurja Dobrile Pula (<http://www.unipu.hr>)

Datum postavljanja na mrežu: studeni 2017.

ISBN: 978-953-7320-66-9

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Elementi prirodne osnove u geografskom prostoru.....	2
1.2. Resursi turizma i prirodne turističke atraktivnosti	5
1.3. Zašto geografski smještaj i položaj nisu prirodne atraktivnosti?.....	7
2. KLIMA – KLJUČNI ČIMBENIK TURIZMA	10
2.1. Temeljni pojmovi.....	10
2.1.1. Atmosfera	10
2.1.2. Vrijeme	12
2.1.3. Klima	13
2.2. Klimatski elementi.....	13
2.2.1. Radijacija	13
2.2.2. Temperatura zraka	15
2.2.3. Tlak zraka	18
2.2.4. Vjetar	19
2.2.5. Vlaga zraka i evaporacija.....	20
2.2.6. Naoblaka i trajanje sijanja sunca	21
2.2.6. Padaline i snježni pokrivač	23
2.3. Klimatski modifikatori	25
2.4. Klasifikacija klima	28
2.4.1. Köppenova klasifikacija klime	29
2.4.2. Thornthwaitova klasifikacija klime	31
2.5. Klima i turizam	32
2.5.1. Klimatski elementi i pogodnosti za turizam	33
2.5.2. Utjecaji promjene klime na turizam	41

3. VODA KAO TURISTIČKI RESURS I ATRAKTIVNOST	46
3.1. Količina i posebna svojstva vode	46
3.1.1. Količina vode	46
3.1.2. Posebna svojstva vode	47
3.2. More.....	49
3.2.1. Suvremena geografska klasifikacija mora	50
3.2.2. Svojstva mora	52
3.2.3. Dinamika mora	55
3.2.4. More: turistički čimbenik i atraktivnost.....	58
3.3. Voda u podzemlju i površini kopna.....	60
3.3.1. Voda u podzemlju	60
3.3.2. Voda na površini kopna	62
3.3.3. Voda na kopnu i turizam.....	69
4. BIOGEOGRAFSKA OBILJEŽJA U FUNKCIJI TURIZMA	74
4.1. Ključni biogeografski pojmovi.....	74
4.2. Glavni biomi na Zemlji.....	75
4.3. Zoogeografske regije na kopnu	79
4.4. Turističko vrednovanje biogeografskih obilježja	80
5. ZNAČAJ GEOMORFOLOŠKIH OBILJEŽJA U TURIZMU	84
5.1. Uvod u reljefna obilježja geografskog prostora.....	84
5.2. Endogeni procesi – sile, pokreti i oblici	87
5.3. Egzogeni procesi, oblici i vrste reljefa	94
5.4. Turistička atraktivnost reljefa.....	119
6. ZAŠTIĆENA PRIRODA IZMEĐU OČUVANJA I TURIZMA	125
6.1. Što je zaštićeno prirodno područje?	125
6.2. Globalna zaštita prirodnih područja	127
6.3. Zaštita prirode u Hrvatskoj	131

7. ODRŽIVOST ODNOSA PRIRODNE OSNOVE I TURIZMA.....	144
LITERATURA I IZVORI	151
INTERNETSKI IZVORI	157
POPIS TABLICA.....	VI
POPIS SLIKA.....	VII

PREDGOVOR

Heterogeni sustav turizma sa svim svojim pripadajućim sastavnicama u današnje je doba postao jedan od najvažnijih i najutjecajnijih društveno-gospodarskih fenomena u sveobuhvatnim i nezaustavljivim procesima globalizacije. Noviji pravci i trendovi razvoja turizma koji se razvijaju u posljednjih nekoliko desetljeća sve su više usmjereni prema individualizaciji ponude, specifičnim tržišnim oblicima aktivnosti u receptivnim turističkim mjestima i regijama, diversifikaciji atrakcijske osnove te osmišljavanju i stvaranju novih usluga, mimo postojećih i ustaljenih turističkih resursa i atrakcija. No turizam je definitivno, unatoč smjernicama proisteklima iz strateških dokumenata i planova razvoja te prijedporima unutar dijela znanstvene i stručne javnosti, ostao masovna prostorna, društvena i gospodarska pojava koja se međusobno isprepliće i često nepovratno utječe na fizičko-geografski temelj i socijalno-geografsku nadgradnju geografskog prostora.

Fizičko-geografski temelj geografskog prostora ili prirodna osnova okosnica je i središnja tema ovog udžbenika, a za njegovo pisanje bih izdvojio nekoliko poticaja koji su me različitim intenzitetom motivirali kao nastavnika geografije tijekom višegodišnjeg rada u obrazovnom sustavu Republike Hrvatske, od nastavne prakse u osnovnoj i srednjoj školi do znanstveno istraživačkih i visokoškolskih izazova na sveučilištu. Proučavanjem i istraživanjem onih dijelova geografskog prostora u kojem je turizam potpuno, djelomično ili samo neznatno utjecao na transformaciju turističkog mjesta ili regije kao i onaj dio koji je zbog različitih društveno-gospodarskih faktora i procesa ostao netransformiran, nametnula se problematika prirodne osnove kao ključnog dijela atrakcijske osnove turizma. Naime, turizam se tijekom svog razvoja, od pojavnih oblika i pojava sličnih turističkim kretanjima do današnjih trendova obilježenih spletom raznorodnih i često suprotstavljenih ideja, projekata i njihovih realizacija, velikim dijelom temeljio na skupu elemenata prirodne osnove kao najvažnijem segmentu ponude receptivnih turističkih mjesta i regija.

Prirodna osnova je u hrvatskom obrazovnom sustavu tema više predmeta u osnovnoj školi poput prirode i društva u nižim razredima te biologije, kemije, fizike i geografije u višim razredima. Kontinuitet učenja i poučavanja prirodne osnove postoji u srednjim školama s najvećom zastupljenošću u gimnazijama, a nešto manjom u strukovnim i umjetničkim obrazovnim programima. Nastavna praksa na sveučilištima pokazala je da se, unatoč relativno velikoj satnici i gradivu spomenutih predmeta na obje niže razine obrazovanja te činjenici da se nalaze u izbornom dijelu državne mature, velik dio studenata teže snalazi u usvajanju

gradiva i polaganju ispita iz kolegija koji se temelje na znanjima i vještinama o prirodnoj osnovi geografskog prostora. Taj se praktični problem može objasniti brojnim organizacijskim, administrativnim, pedagoško-psihološkim i metodičko-didaktičkim faktorima, a ovaj bi udžbenik trebao otkloniti barem mali dio nedostataka i pomoći lakšem savladavanju ove složene teme.

Knjiga je podijeljena u sedam poglavlja. U prvom, uvodnom poglavlju razmatraju se i obrazlažu temeljni pojmovi iz fizičke geografije te mjesto i uloga prirodne osnove u resursnoj i atrakcijskoj osnovi turizma. Drugo poglavlje posvećeno je klimi kao najvažnijem atraktivnom faktoru turističke ponude i elementu turističko-geografske regionalizacije. U trećem se poglavlju razmatra pojava vode kao presudne tvari opstanka i održanja svekolikog života na Zemlji te utjecaju mora i vode na kopnu na oblikovanje atrakcijske osnove turističkih mjesta i regija. Četvrto poglavlje objašnjava biogeografska obilježja u funkciji turizma s naglaskom na prirodnu vegetaciju i divlje životinje. U petom se poglavlju daje osvrt na geomorfološka obilježja kao najvažnijem dijelu fizičko-geografske osnove geografskog prostora i kulturnog krajolika, dok šesto poglavlje pojašnjava ulogu i značaj zaštićene prirode na globalnoj i nacionalnoj razini. U završnom se poglavlju propituju perspektive i održivost međusobnog odnosa prirodne osnove i turizma.

Udžbenik je prije svega namijenjen studentima pulskog sveučilišta, ali i svim drugim studentima te znanstvenoj i stručnoj javnosti kojima je problematika fizičko-geografskog aspekta turizma dio širega profesionalnog ili privatnog interesa. Sa svrhom potpune i olakšane dostupnosti udžbenik se može bez ikakve naknade poštujući autorska prava u cijelosti preuzeti na mrežnim stranicama pulskog sveučilišta.

Pri izradi udžbenika presudnu sam podršku imao u svojoj obitelji i prijateljima. Suočen s brojnim izazovima koje pred autora stavlja kompleksnost fizičke geografije tražio sam i dobio neprocjenjivo vrijedne savjete mojih dragih kolega geografa sa zagrebačkog i zadarskog sveučilišta. Također veliku sam pomoć imao od kolega iz geografiji srodnih znanstvenih polja i grana koji sa mnom dijele sve radosti i tegobe rada na pulskom sveučilištu. Jednako tako, zahvalnost dugujem djelatnicima sveučilišnih stručnih službi koji su mi pomogli u onim, nama znanstvenicima, nepopularnim administrativnim poslovima i zadacima. Na kraju, ali ne manje važno, veliku zahvalu dugujem recenzenticama prof. dr. sc. Željki Šiljković sa Sveučilišta u Zadru i izv. prof. dr. sc. Kristini Afrić Rakitovac sa Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli kao i lektorici izv. prof. dr. sc. Lini Pliško s pulskog sveučilišta.

1. UVOD

Turizam je postao jedan od najvažnijih društvenih, gospodarskih, kulturnih, političkih i geografskih fenomena suvremenog razvoja svijeta čiji se utjecaj manifestira, isprepliće i konfrontira u geografskom prostoru, i to na svim razinama, od lokalne i regionalne preko nacionalne, sve do globalne. Važnost i uloga turizma proistječu iz neposrednoga i uzajamnog odnosa s prostornom, društvenom, političkom, gospodarskom i kulturnom stvarnošću, što znači da postanak i razvoj turističkih aktivnosti, pojava i procesa izravno ovise o elementima prirodne osnove geografskog prostora, demografskim obilježjima, političkom sustavu, gospodarskim prilikama i razvijenosti te kulturnim posebnostima i identitetu emitivnih, tranzitnih i receptivnih turističkih mjesta, regija i država.

Već su u pojavnim oblicima ili pretečama turizma koje se javljaju u antičkom razdoblju, pojedini elementi prirodne osnove predstavljali atrakciju te motiv putovanja i boravka izvan stalnog mjesta življenja i rada. Tako se u Rimskom Carstvu prepoznao i valorizirao značaj termalnih i mineralnih izvora, ponajprije za oporavak i liječenje vojnika, ali i bogatijih slojeva stanovništva. U Hrvatskoj su u to doba korišteni termalni izvori u Panonsko-peripanonskoj regiji poput Varaždinskih (*Aquae Iasae*) i Daruvarskih (*Aquae Balissae*) toplica. Jednako tako, bogatiji rimski stanovnici velik su dio svoga slobodnog vremena provodili izvan gradskih naselja, u rustičnim vilama (*villa rustica*) koje su, osim proizvodne, imale i rezidencijalnu funkciju.

U srednjovjekovnom razdoblju povijesnog razvoja važnu ulogu u dokoličarskom provođenju slobodnog vremena bogatijih slojeva stanovništva imao je lov koji je direktno ovisio o prirodnoj osnovi poput morfometrijskih obilježja reljefa, vegetaciji, gustoći riječne mreže, jezera i močvara te, dakako, količini i vrsti divljih životinja. Slično tomu brojni hodočasnici koji su pohodili sveta mjesta diljem Europe i Jugozapadne Azije, upoznavali su i savladali na svom putu reljef, vode, klimu i vegetaciju regija kroz koje su prolazili na svom putovanju. O tome svjedoči i danas turistički atraktivan i aktualan Put svetog Jakova (Camino de Santiago) u Španjolskoj koji započinje u Pamploni, a završava u svetištu Santiago de Composteli (Boniface i dr., 2012).

Novovjekovno razdoblje obilježeno isprva razvojem manufakture, a kasnije industrijalizacijom zasnovanoj na tehničko-tehnološkoj revoluciji s brojnim pronalascima i dostignućima koji su zamijenili i olakšali ljudski rad te razvojem novih prometnih sredstava (parna lokomotiva, željeznica i parobrod), naglim porastom broja stanovnika i njihovom sve većom koncentracijom u gradovima, povećalo je interes za boravkom i provođenjem

slobodnog vremena izvan brzo rastućih urbanih i industrijskih središta. Taj interes usmjeravao je tokove putovanja prema regijama s očuvanom prirodnom osnovom, ponajprije prema Sredozemlju i Alpama. Sredozemni prostor primarno je postao, nasuprot suvremenim tendencijama i kretanjima turista, privlačan u zimskom periodu, a Alpe u ljetnom, ponajprije zbog tada uvriježenog mišljenja da prirodna obilježja planinskih i primorskih prostora u ovim godišnjim dobima pomažu izlječenju bolesti dišnog sustava i sveopćem oporavku.

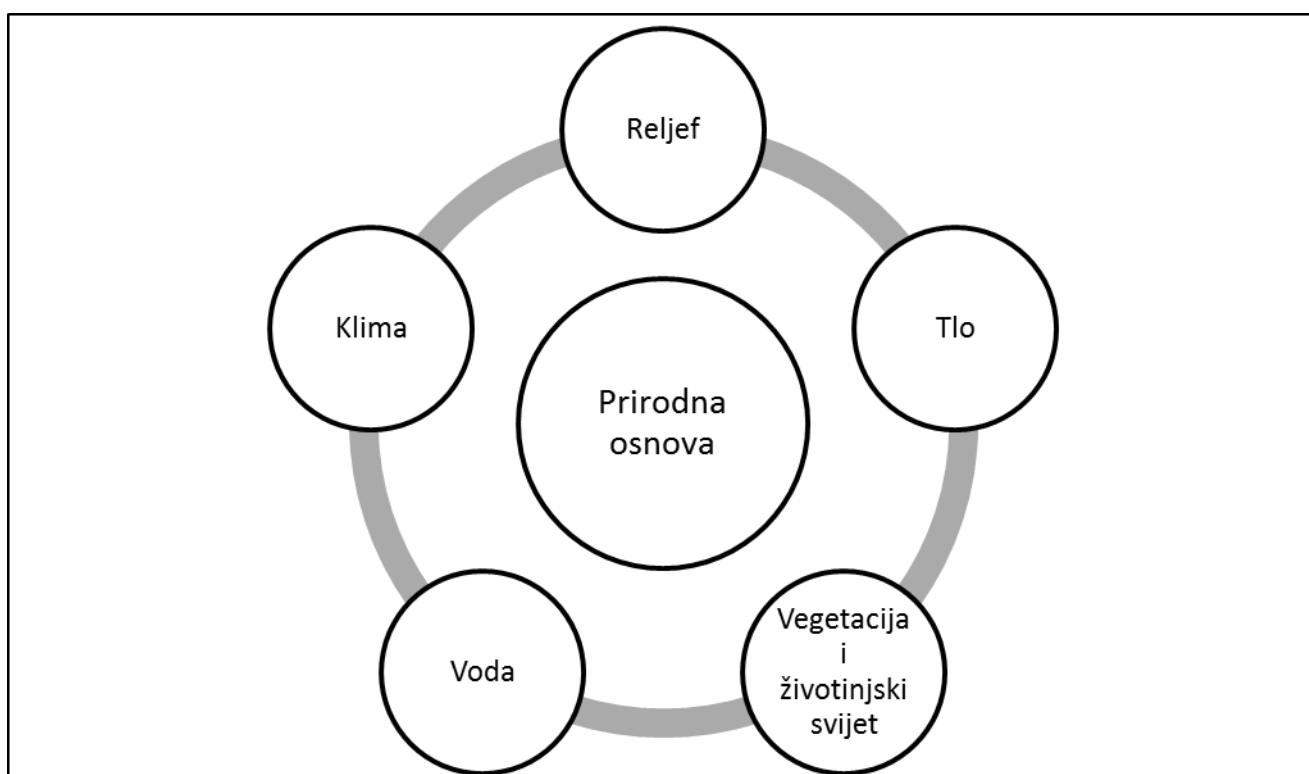
Današnji turizam, unatoč porastu interesa turista za neke oblike selektivnog turizma u kojima prirodna atrakcijska osnova nije motiv putovanja ili je od marginalnog interesa, i dalje svoj razvoj umnogome zasniva na valorizaciji prirodne osnove (Deng i dr., 2002). Na kraju, jedna od tri glavne sastavnice geografskog prostora s kojom je suvremeni turizam u neposrednoj interakciji, a prema koncepciji održivoga turističkog razvoja, je prirodna osnova ili okolišna sastavnica (Hall, 2008). U Hrvatskoj se, također, izradom i implementacijom strateških razvojnih dokumenata i planova, dio turističke ponude usmjerio prema onim oblicima turizma koji se ne pozicioniraju na valorizaciji prirodne osnove, a s ciljem afirmacije turistički nedovoljno razvijenih mjesta i regija te produljenjem turističke sezone izvan ljetnih mjeseci. No važnost i uloga prirodne osnove u oblikovanju turističke ponude Hrvatske i dalje, prema istraživanju Instituta za turizam (Marušić i dr., 2015), ostaje primarna. Tako je u primorskim županijama među 25 ponuđenih aktivnosti za vrijeme boravka u destinaciji 98,9 % turista odabralo plivanje i kupanje, dakle, aktivnostima koje neposredno ovise o ponudi i raspoloživosti prirodnih atrakcija poput fizičkih i kemijskih obilježja Jadranskog mora, marinskog i krškog reljefa, klimatskih obilježja, priobalne prirodne i kultivirane vegetacije.

1.1. Elementi prirodne osnove u geografskom prostoru

Geografski prostor vanjski je predmet interesa ili objekt istraživanja geografije, a čini ga geografska površina i prostor neposredno iznad nje (do pet metara visine). Unutrašnji predmet interesa ili objekt istraživanja geografije definira se kao razmatranje **sadržaja, procesa, veza, odnosa i modela** u geografskom prostoru. Geografsku površinu pri tome se ne smije zamijeniti Zemljinom površinom. Naime, Zemljinu površinu kao dvodimenzionalnu kategoriju predstavlja skup svih neravnina na Zemlji koji je pretežito fizičko-geografskog postanka, podrijetla, strukture i oblika. **Geografska površina** kao dvodimenzionalna kategorija skup je svih neravnina fizičko-geografskog, ali i socijalno-geografskog postanka i značenja na Zemlji. Nju čine svi materijalizirani oblici nastali kao društvena nadgradnja, neovisno o nadmorskoj visini. Ona je, prema tome, predmet geografskog interesa i osnova

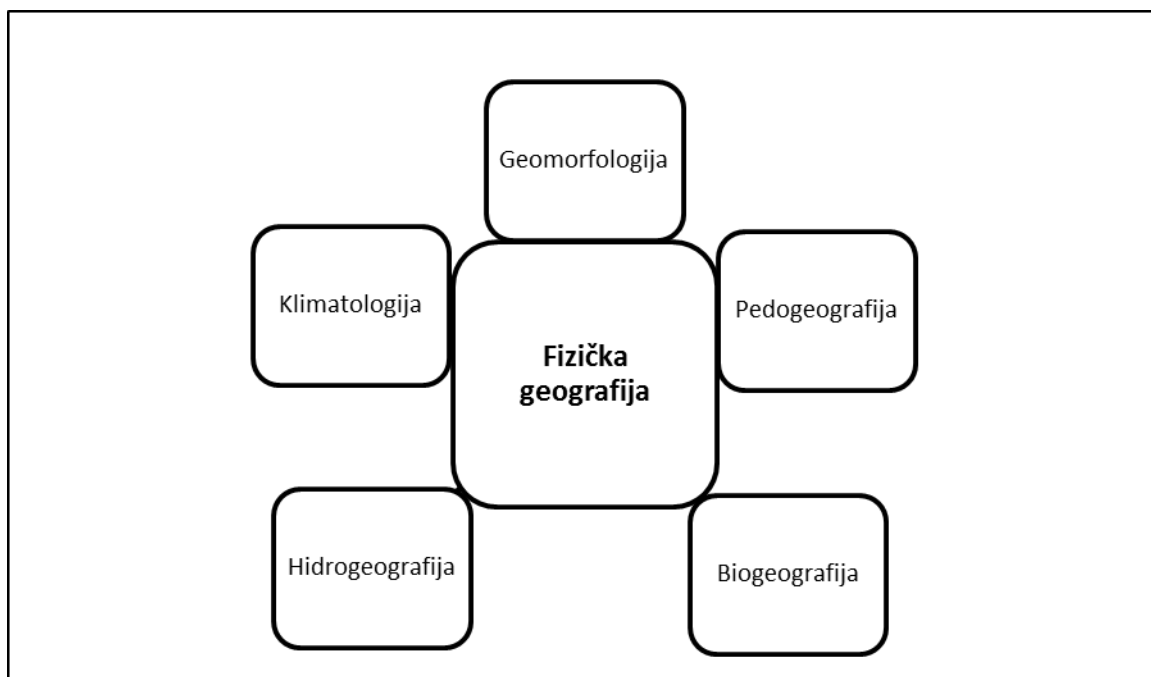
prostora kao trodimenzionalne kategorije u kojem se događaju temeljni odnos prirodna osnova — društvena nadgradnja (Šterc, 2015). Sukladno tomu, u geografskom prostoru kao vanjskom objektu istraživanja odvijaju se svi sadržaji, procesi, veze, odnosi i modeli na relaciji prirodna osnova — turizam. Pritom se fenomen turizma kao inherentno geografski predmet interesa razmatra kao heterogeni sustav u kojem se permanentno isprepliću, nadopunjavaju i konfrontiraju prostorne, društveno-ekonomske, političke, kulturne, psihološke, povijesne, administrativne, pravne, organizacijske i druge sastavnice kao dinamički elementi tog sustava.

Elementi prirodne osnove kao njezine temeljne sastavnice su: reljef, klima, vode, tlo, vegetacija i životinjski svijet (sl. 1). Ti su elementi ujedno turističke atrakcije kao temeljni turistički resurs (usp. 1.2), te se kao takvi razmatraju, proučavaju i vrednuju kroz sadržaje, procese, veze, odnose i modele s heterogenim sustavom turizma u geografskom prostoru.



Sl. 1. Povezanost i uvjetovanost elemenata prirodne osnove

U znanstvenom sustavu geografije elemente prirodne osnove proučava, tumači i objašnjava **fizička geografija**. Njezine su temeljne znanstvene discipline geomorfologija, hidrogeografija, klimatologija, pedogeografija i biogeografija (sl. 2).



Sl. 2. Znanstvene discipline fizičke geografije

Geomorfologija proučava i istražuje pojavu, procese i obilježja nastanka, razvoja, građe i oblika Zemljine površine (reljef). Objekt istraživanja **hidrogeografije** je voda i to more, voda u podzemlju i voda na površini kopna, a razmatraju se, proučavaju i istražuju s geografskog aspekta. **Klimatologija** za geografe daje geografsku interpretaciju klimatoloških istraživanja s naglaskom na tri kompleksa problema: pojašnjavanje razlike klime u raznim dijelovima geografskog prostora, utvrđivanje veličine tih razlika te utvrđivanje i pojašnjavanje utjecaja klime u dijelovima geografskog prostora. **Pedogeografija** proučava i utvrđuje zakonitosti prostornog rasporeda pojedinih tipova tala na Zemljinoj površini oslanjajući se na pedologiju, a posebno uzimajući u obzir ulogu tla u poljoprivredi i njegovim učincima na razne ljudske djelatnosti. **Biogeografija** proučava i istražuje raspored biljaka i životinja u geografskom prostoru u prošlosti i sadašnjosti te njihovu povezanost s drugim elementima prirodne osnove i društveno-geografskim faktorima. Dijeli se na **fitogeografiju** koja proučava prostornu rasprostranjenost biljaka i **zoogeografiju** koja proučava rasprostranjenost životinja (Bognar, 2000; Cvitanović, 2002; Riđanović, 1989; Šegota i Filipčič, 1996; Whittow, 1984). Osim ovih znanstvenih disciplina, odnos prirodne osnove i čovjekova životnog okoliša proučava i pojašnjava interdisciplinarna znanost **geoekologija** ili ekologija krajolika (Bognar i dr., 2002).

Spoznaje proistekle iz rezultata istraživanja navedenih fizičko-geografskih disciplina upotrebljavaju se kao jedno od polazišta u turističkoj geografiji (u širem smislu geografiji turizma i rekreacije), ponajprije u analizi atrakcijske osnove receptivnih i tranzitnih turističkih

regija i mjesta, izradi prostorno planskih i razvojnih dokumenata na različitim prostornim razinama, osmišljavanju modela razvoja turizma i slično.

1.2. Resursi turizma i prirodne turističke atraktivnosti

Resursi (franc. *ressource* = sredstvo) ili izvori opći su naziv za sva raspoloživa sredstva, vrijednosti, zalihe, izvore prihoda i prirodna bogatstva te ljudska znanja i sposobnosti što se mogu koristiti kao sredstva posredno u proizvodnji i neposredno u potrošnji neke regije ili države. Resursi mogu biti prirodni (sirovine, tlo) kod kojih se razlikuju organski i anorganski, obnovljivi (Sunčeva energija, voda, vjetar, biljke, životinje) i neobnovljivi (drvo, ugljen, nafta, prirodni plin, metalne i nemetalne rude), radni, financijski i slično. Slično tome, s gospodarskog aspekta resursi su opći naziv za prirodne i proizvodne stvari, kao i ljudsko znanje i sposobnosti kojima se može koristiti za zadovoljavanje potreba neposredno u potrošnji ili posredno u proizvodnji, odnosno to su sva sredstva koja se mogu privesti korisnoj svrsi (Kušen, 2001; Cvitanović, 2002).

Sukladno tome, **turistički resursi** mogu se definirati kao skupni naziv za turističke atrakcije, turističku suprastrukturu, turističke agencije, turističku organiziranost destinacije, turističke kadrove i slično (tab. 1). Turistička suprastruktura skup je građevina, uređaja i posebno uređenih dijelova zemljišta za potrebe turističkoga korištenja, a turističku infrastrukturu čine garaže i parkirališta s organiziranom naplatom, kongresni centri, dvorane, klizališta, skijališna podrška, igrališta, zabavni parkovi, kupališta, kupališna podrška, šetnice, staze, izletišta i sportsko-rekreacijski centri (Ministarstvo turizma RH, 2009; Kušen, 2010).

Prema tome, **turističke atrakcije (atraktivnosti)** spadaju u temeljne turističke resurse koji određuju i uvjetuju značaj, strukturu i kvalitetu turističke ponude u regijama i mjestima u kojima turizam utječe potpuno ili djelomično na sadržaje, procese, veze, odnose i modele u geografskom prostoru. Osim takvih turističkih regija i mjesta, atrakcijska se osnova analizira i u dijelovima geografskog prostora koje nisu potencijalno ili stvarno transformirane pod utjecajem turizma za izradu prostorno planske, razvojne i druge dokumentacije te izrade modela ukupnog razvoja ili modela razvoja turizma.

Tab. 1. Turistički resursi

TEMELJNI TURISTIČKI RESURSI
Turističke atrakcije (potencijalne i realne)
OSTALI IZRAVNI TURISTIČKI RESURSI
Turističko-ugostiteljske građevine i uređaji
Turističke zone, mjesta i regije
Turističke agencije, informacije i promidžbeni materijali
Turistički kadrovi
Turistička educiranost lokalnog stanovništva
Turistička organiziranost destinacije
Sustav turističkog informiranja
NEIZRAVNI TURISTIČKI RESURSI
Komunalna infrastruktura i sadržaji društvenog standarda
Geografski položaj i prometna povezanost
Dobra prostorna organizacija regije
Atraktivna morfološka obilježja destinacije i očuvan kulturni krajolik
Sigurnost i politička stabilnost
Ostali resursi

Izvor: Prema Kušen (2010) obradio i modificirao autor.

Osnovna klasifikacija turističkih atrakcija (atraktivnosti) izdvaja prirodne i antropogene atrakcije, a nešto složenija tipologija turističkih atrakcija podrazumijeva (Swarbrooke, 2003):

- 1. Prirodne atrakcije** u koje spadaju reljef, klimatska obilježja, vode (more, voda na kopnu i voda u podzemlju), vegetacija (prirodna i kultivirana) i životinje (divlje i domaće).
- 2. Antropogene atrakcije** koje nisu izvorno oblikovane i sagrađene u turističke svrhe. Ovu skupinu atrakcija čine: sakralni objekti, povijesne rezidencije, palače, povijesne prometnice, fortifikacije, arheološka nalazišta, industrijska baština, urbanističke i ruralne cjeline.
- 3. Antropogene atrakcije** koje čine ljudske građevine, strukture i mjesta, a oblikovana su u turističke svrhe poput zabavnih i tematskih parkova, termalnih i mineralnih lječilišta, muzeja, zbirki, galerija, ruralnih parkova, kockarnica, tradicijskih obrta, zabavnih centara, marina, tradicijske enogastronomije, industrijske baštine i slično.
- 4. Posebne manifestacije** (događaje) poput sportskih, kulturno-umjetničkih, zabavnih, folklornih, tradicijskih, vjerskih manifestacija te obljetnica i sajmov.

Prirodna osnova, prema navedenome, pripada skupu prirodnih atrakcija ili atraktivnosti. No nisu svi elementi prirodne osnove podjednako atraktivni. Naprotiv u detaljnijoj razdiobi pojedinih elemenata prirodne osnove vrlo se jasno može identificirati u kojoj je mjeri pojedini element turistički atraktivan ili prepoznat kao motiv turističkog

putovanja, odnosno kao dio turističke ponude receptivne regije ili države. To se najbolje može uočiti na primjeru pedoloških obilježja u određenom dijelu geografskog prostora. Kvaliteta i plodnost tla, premda vrlo važna ili presudna u agrarnoj valorizaciji, poglavito u uzgoju i proizvodnji biljaka za ljudsku prehranu i druge svrhe, nisu prepoznate kao turistička atrakcija. Izuzetak od ovoga mogu predstavljati pojedine karakteristične vrste tala poput laterita u tropskim regijama ili istarske crvenice koja su, pod uvjetom da nisu pokrivena prirodnom ili kultiviranom vegetacijom, dio prirodne sastavnice kulturnog krajolika receptivne turističke regije. Drugi, konkretniji primjer su geomorfološka obilježja Hrvatske kao element prirodne osnove nacionalnog prostora. Općenito uzevši i to na razini prepoznavanja, reljef Hrvatske se u cjelini shvaća kao turistički atraktivan dio prirodne osnove. Međutim samo neke vrste i oblici, bez obzira na dominirajući tip morfogeneze, u potpunosti su ili djelomično turistički valorizirani poput gromadnoga i dinarskoga tipa gorskog reljefa, planinskog reljefa iznad 1500 metara te fluviokrških, krških i marinskih oblika reljefa. Konačno, broj turističkih dolazaka i noćenja u hrvatskim obalnim destinacijama te istraživanje aktivnosti turista u njima, vrlo jasno ukazuju da su upravo marinski reljefni oblici tj. obala hrvatskog dijela Jadranskog mora, uz fizičko-kemijska svojstva morske vode i klimu, prepoznati kao dominantni motiv putovanja i boravka na našem priobalju kao turistički najposjećenijoj regiji u Hrvatskoj.

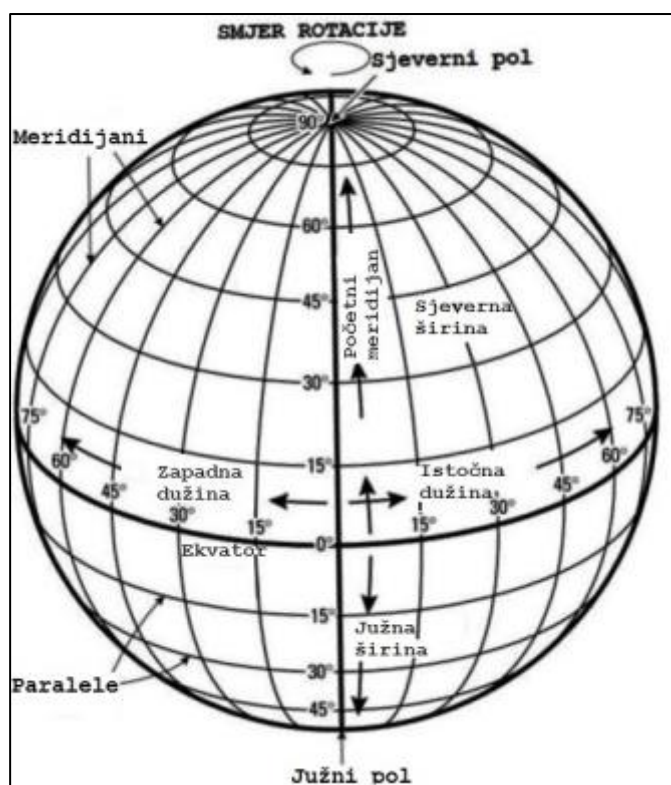
1.3. Zašto geografski smještaj i položaj nisu prirodne atraktivnosti?

Vrlo se često u stručnoj literaturi te popularnoj turističkoj publicistici namijenjenoj, prije svega, informiranju potencijalnih turista, zamjenjuju ili krivo tumače pojmovi geografski smještaj i geografski položaj. Štoviše, ti se pojmovi ističu kao dio atrakcijske osnove ili još uže gledano kao prirodna atrakcija receptivne turističke regije ili mjesta. Takva su tumačenja pogrešna što je vidljivo iz same definicije i pojašnjenja tih pojmova.

Geografski smještaj predstavlja matematičko određivanje položaja neke točke na Zemljinoj površini pomoću koordinata u geografskoj mreži, a obilježeno je geografskom dužinom i širinom. Geografska mreža (u nekim radovima i koordinatna mreža) unatoč nazivu, spada, uz mjerilo, kartografske projekcije, okvir karte i geodetske osnove, u matematičke elemente (elementi forme) geografske karte (Musa i Milićević, 2009). Geografska mreža je mreža paralela i meridijana (sl. 3). **Paralele ili usporednice** zamišljene su kružnice usporedne međusobno i s ekvatorom, a **meridijani ili podnevnici** zamišljene su polukružnice na površini Zemlje koji povezuju Zemljine polove te pod pravim kutom sijeku ekvator i sve

paralele. **Geografska širina (Φ)** kutna je udaljenost neke točke na Zemljinoj površini od ekvatora u odnosu na središte Zemlje prema sjeveru i jugu. **Geografska dužina (Λ)** kutna je udaljenost neke točke na Zemljinoj površini od početnog meridijana na istok i zapad.

Precizno utvrđivanje geografske širine i dužine nekog objekta, naselja ili regije, odnosno određivanje geografskog smještaja, važno je u pojedinim turističkim aktivnostima ili oblicima turizma. Prije svega, to su orijentacijsko trčanje i pješaćenje izvan naseljenih područja, rekreacijski letovi (zmajarenje), cikloturizam, pustolovni i nautički turizam i slično. Usprkos tome, geografski smještaj nije dio prirodne atrakcijske osnove.



Sl. 3. Geografska mreža

Geografski položaj međusobni je prostorni odnos nekog objekta, naselja, regije, države, dijela kontinenta i kontinenta prema drugim, bližim i daljim dijelovima geografskog prostora. To je vrlo složen i dinamičan skup brojnih sastavnica čije se značenje mijenja u vremenu. Najvažnije sastavnice pomoću kojih se određuje geografski položaj su prirodne (prirodne cjeline), društvene, kulturne i gospodarske. S obzirom na dominantan sadržaj može se razmatrati i definirati opći geografski, ekonomsko-geografski, prometno-geografski, turističko-geografski, geopolitički položaj i tako dalje. S aspekta veličine prostora geografski položaj može biti lokalni (neposredna okolica), regionalan, superregionalan, kontinentski i globalan (Cvitanović, 2002).

Već iz navedenih uvriježenih definicija i klasifikacija jasno je da geografski položaj ne može pripadati prirodnoj osnovi niti skupu prirodnih atraktivnosti receptivnih ili tranzitnih turističkih regija ili mjesta, jer je određen i društvenim, kulturnim te ekonomskim sastavnicama. Najbolji primjer za to je geografski položaj Republike Hrvatske koji se definira kao sredozemni i srednjoeuropski. Činjenica da je Hrvatska sredozemna država nije određena samo obalom Jadranskog mora kao velikog zaljeva Sredozemnog mora niti činjenicom da dalmatinska obala i otoci imaju sredozemni tip (Cs) umjereno tople kišne klime (C). Sredozemni položaj definiran je i pripadnošću Hrvatske zapadnoeuropsko-sredozemnom kulturnom svijetu koji obilježava pripadnost rimokatoličanstvu, utjecajem romanskih naroda, prije svega Talijana koji se opet zrcali u gospodarskim, kulturnim, umjetničkim i drugim utjecajima (Magaš, 2013). Slično je tomu geografsko određenje Portugala koji, premda se nalazi na krajnjem zapadu europskog kopna i na Atlantskom oceanu, ne pripada zapadnoeuropskom prostoru, nego sredozemnom, iako nema direktan izlaz na Sredozemno more.

Premda je u turističkoj valorizaciji geografskog prostora vrlo važan čimbenik, prometno-geografski i turističko-geografski položaj nije sam po sebi atrakcija. Naime sama činjenica da je neka regija ili mjesto blizu emitivnog turističkog tržišta nije dovoljna za uspješan razvoj bez kvalitetno razvijene i uspješno pozicionirane resursne, odnosno atrakcijske osnove turizma.

2. KLIMA – KLJUČNI ČIMBENIK TURIZMA

Klima se od pamtivijeka nalazi u središtu interesa ljudske zajednice jer direktno i neprekidno utječe na sve aspekte čovjekovog života i djelovanja u geografskom prostoru. Raspon vrijednosti klimatskih elemenata određivao je i određuje preživljavanje živih vrsta, svakodnevni život i gospodarstvo različitih društvenih zajednica, smjerove te tokove naseljavanja i migracija, lokaciju naselja i tomu slično. Klima je, također, od pojava oblika ili preteča turizma u antici do suvremenog razvoja u 21. stoljeću, predstavljala jedan od najvažnijih motiva za putovanje i boravak turista. Upravo su masovna turistička kretanja ljeti iz zemalja Srednje, Sjeverne i Zapadne Europe prema Sredozemlju najvećim dijelom motivirana klimatskim prednostima sredozemnih turističkih mjesta i regija.

2.1. Temeljni pojmovi

U razmatranju, razumijevanju i objašnjavanju klimatskih obilježja i njihovog utjecaja na turističku valorizaciju mjesta i regija nužno je definirati i pojasniti temeljne pojmove, a to su Zemljina atmosfera kao sastavni dio Zemlje, vrijeme i klima.

2.1.1. Atmosfera

Atmosfera se definira kao plinoviti omotač Zemlje. Atmosfera je smjesa, mehanička mješavina nekoliko plinova čiji udio u donjim dijelovima atmosfere, gdje se odvija najveći dio procesa vezanih uz promjenu vremena, ostaje konstantan (tab. 2).

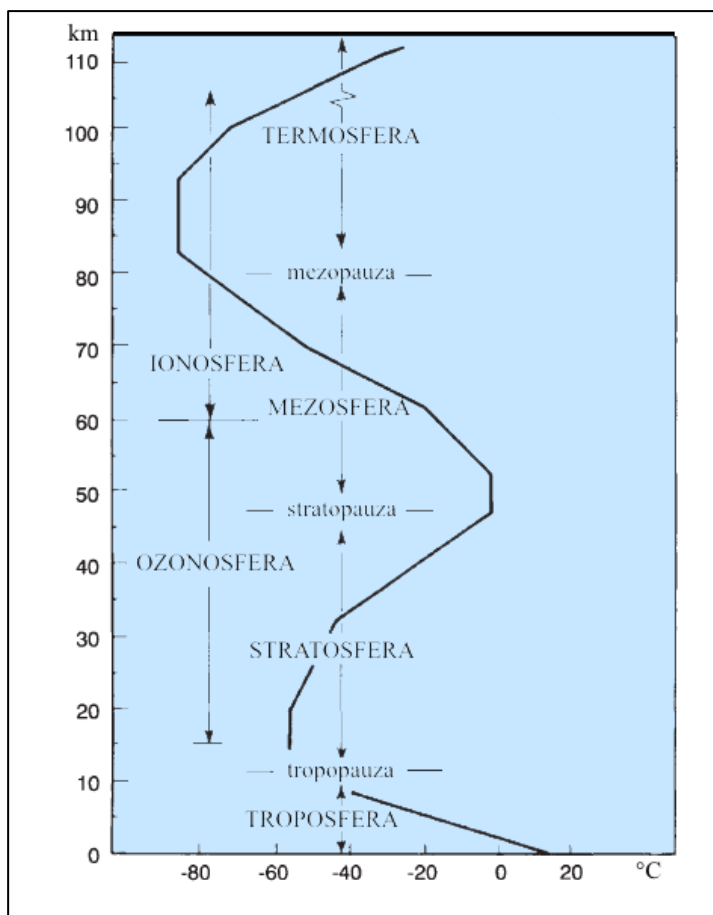
Tab. 2. Kemijski sastav atmosfere

Element	Volumni postoci	10^{-6}
Dušik	78,084±0,004	
Kisik	20,946±0,002	
Argon	0,934±0,001	
Ugljikov dioksid	0,033±0,001	
Neon		18,180±0,040
Helij		5,240±0,004
Kripton		1,140±0,010
Ksenon		0,087±0,001
Vodik		0,5
Metan		1,5
Dušikov suboksid		0,5

Izvor: Šegota i Filipčić, 1996.

U atmosferi postoje permanentni sastavni dijelovi i primjese. Permanentne sastavne dijelove atmosfere čine dušik i kisik čiji je udio u volumenu atmosferskih plinova 99 %. Ostali plinovi su ugljikov dioksid, plemeniti plinovi, vodik i drugi. Atmosfera koja se sastoji isključivo od permanentnih sastavnih dijelova (bez vodene pare, tekućih i krutih primjesa) naziva se suhi zrak. Najčešće primjese u atmosferi su vodena para, prašina, pepeo, čađa i druge. Količina primjesa varira u prostoru i vremenski što ovisi o njihovoj produkciji i udaljenosti od izvora nastanka. Relativni udio vodene pare vrlo je promjenjiv, a ovisi o temperaturi i udaljenosti od izvora vlage; najviše je ljeti, a najmanje zimi. Prašina se definira kao sitne čestice gline i drugih minerala koje s osušenog tla podižu vjetrovi. Pepeo može biti vulkanskog podrijetla ili se javlja kao nesagoriv ostatak ugljena, drveća i suhe trave kao posljedica šumskih ili stepskih požara. Čađa u atmosferi čisti je ugljik nastao izgaranjem organskih tvari bogatih ugljikom pri nedovoljnom pristupu zraka. Osim toga, u atmosferi se nalaze razni plinovi nastali izgaranjem goriva u kućnim ložištima, industriji, prometu, sitne čestice soli, kapljice slane vode, pelud, spore, bakterije i slično.

Vertikalna struktura atmosfere uobičajeno se dijeli na sfere, a temelj njihovog izdvajanja je temperatura (sl. 4). Vertikalnom promjenom temperature kao osnove za diferencijaciju, atmosfera se dijeli na troposferu, stratosferu, mezosferu i termosferu. Troposfera je sloj između Zemljine površine i tropopauze, čija visina varira do između 7 do 10 kilometara na polovima i 18 do 20 kilometara iznad ekvatora, dok je u umjerenim geografskim širinama između 11 i 14 kilometara. U troposferi temperatura konstantno opada te iznosi oko -45 °C nad polovima i -80 °C iznad ekvatora. Do stratopauze temperatura raste kao posljedica jake apsorpcije ultraljubičastih zraka koju vrši ozon. Stratosfera je sloj između tropopauze i stratopauze, a nalazi se na visini od 12 do 45 kilometara. Na istoj se visini nalazi sloj bogat ozonom pa se naziva ozonosfera. Iznad stratosfere i stratopauze je mezosfera koja se nalazi na visini od 45 do 80 kilometara. Od stratopauze temperatura opada do -90 °C i niže. Mezopauza predstavlja granicu između mezosfere i termosfere. Termosfera je sloj koji karakterizira stalni porast temperature sve do termopauze koja se nalazi na visini od 400 do 500 kilometara. Atmosfera iznad 80 kilometara zbog visokog stupnja ionizacije naziva se ionosfera (Filipčić, 1996; Šegota i Filipčić, 1996).



Sl. 4. Vertikalna struktura atmosfere prema temperaturi
(Izvor: Linacre i Geerts, 2003).

2.1.2. Vrijeme

Vrijeme je trenutno stanje atmosfere na određenim mjestom, a određujemo ga prema dominantnom elementu pa iz toga može proisteći krajnje subjektivna i relativna klasifikacija po kojoj se vrijeme dijeli na ružno i lijepo. Subjektivnost i relativnost ovakve podjele može se razmotriti na primjeru dvije skupine: turista i poljoprivrednika. Kišno vrijeme za prvu skupinu znači otežan boravak s manje aktivnosti, dok će drugoj skupini značiti prijeko potrebnu količinu vode za njihove usjeve i uštedu za umjetno navodnjavanje polja. Čak i unutar skupine turista vjetrovit će dan kupcima u obalnim mjestima smanjiti osjet ugone, a jedriličarima omogućiti aktivnost zbog koje borave u istome mjestu. Dominantan element ili onaj koji je najvažniji, npr. to može biti Sunce, iako na nebu ima djelomice i oblaka, određuje vrijeme kao sunčano. No ako u istoj situaciji puše i jak vjetar, onda je najvažnije istaknuti da je vrijeme vjetrovito. Jednako tako činjenica da je vrijeme trenutno stanje atmosfere znači da se tijekom dana može više puta promijeniti te da samo nekoliko kilometara dalje može biti posve drugačije.

Znanost koja se bavi proučavanjem vremena naziva se **meteorologija**, a dio meteorologije koji se bavi prognoziranjem vremena **sinoptička meteorologija** (Filipčić, 1996).

2.1.3. Klima

Klima je prosječno stanje Zemljine atmosfere nad određenim mjestom u određenom vremenskom razdoblju uzimajući u obzir prosječna i ekstremna odstupanja. Drugim riječima, klima je skup svih klimatskih elemenata. Određeno mjesto iz ove definicije može imati raspon od globalne (klima Zemlje, kontinenata) do lokalne (klima nekog grada) uključujući i mikrolokacije (klima neke padine, šume, doline i slično). Vremensko razdoblje koje se najčešće uzima kao raspon za dobivanje reprezentativnih podataka o klimatskim elementima period je od 25 do 35 godina motrenja. Kao standardni period uzima se period od trideset godina.

Znanost koja se bavi proučavanjem klime zove se **klimatologija**, a svrha joj je prikaz klima raznih dijelova svijeta, njihova klasifikacija i rasprostranjenost.

2.2. Klimatski elementi

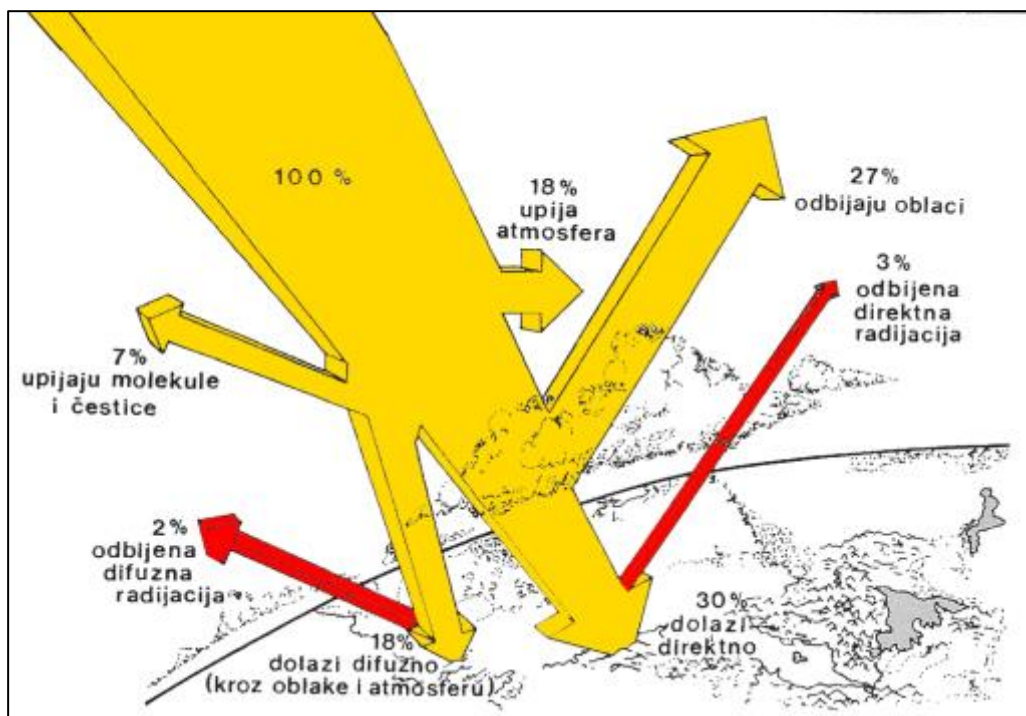
Klimatski elementi su promjenjive, meteorološke prirode, a u njih spadaju radijacija (kratkovalna i dugovalna), temperatura zraka i površine Zemlje, tlak zraka, smjer i brzina vjetra, vlaga zraka i evaporacija, naoblaka i trajanje sijanja Sunca, padaline i snježni pokrivač. Svi navedeni elementi u većoj ili manjoj mjeri utječu na život na Zemlji i svaki se od njih bitno odražava na turističku valorizaciju.

2.2.1. Radijacija

Vrijeme kao trenutno i klima kao prosječno stanje atmosfere posljedica je vrlo složenih atmosferskih procesa za čije je odvijanje potrebna velika količina energije. Izvor te energije je Sunce, a na Zemlju dopijeva u obliku elektromagnetskih valova i naziva se **Sunčeva radijacija ili zračenje**. Najveći dio Sunčeve radijacije otpada na ultraljubičasti dio, vidljivu radijaciju i infracrvene zrake.

Sunčeve zrake koje ulaze u atmosferu odbiju se od molekula plinova, oblaka i drugih čestica u atmosferi. Samo manji dio Sunčevih zraka dopiye netaknut do površine Zemlje (sl.

5). Dio zraka oblaci upijaju, a jedan dio propuštaju prema Zemlji difuzno. **Difuzna radijacija** je, prema tome, ona radijacija koja do Zemlje ne dolazi direktno. Zbog difuzne radijacije nebo koje je danju potpuno zastrto oblacima propušta dio svjetlosti pa na površini Zemlje nije potpuni mrak.



Sl. 5. Raspodjela Sunčeve radijacije u atmosferi (Izvor: Filipčić, 1996).

Sunčeve zrake koje se probiju, direktno ili difuznom do Zemljine površine, mogu biti odbijene ili upijene što ovisi o vrsti podloge. Broj (udio) koji pokazuje koliko tijelo koje samo ne svijetli reflektira Sunčevu radijaciju naziva se **albedo**. Primjerice, za asfaltnu podlogu tipična vrijednost albeda iznosi 7 % što znači da ostatak (93 %) upije. S druge strane svježi snijeg ima tipičnu vrijednost albeda 80 %. Razlikuje se vlažno tlo čiji je albedo 10 % od suhog tla s tipičnom vrijednošću 30 % (Hartmann, 2016). Te vrijednosti imaju veliko značenje u turističkoj valorizaciji dijela geografskog prostora. Visok albedo snježnog pokrivača može uzrokovati probleme s vidom turista pa je u polarnim krajevima i visokim planinama nužna uporaba zaštitnih naočala.

Raspodjela Sunčeve radijacije na Zemljinoj površini ovisi prije svega o sfernom obliku Zemlje. Sferni je oblik Zemlje razlog zbog čega Sunčeve zrake ne mogu na svaki dio Zemlje padati okomito što znači najveće zagrijavanje. Što je kut upada Sunčevih zraka manji, zagrijavanje je slabije. Tako primjerice, snop zraka s jediničnim presjekom koje padnu na ekvator na površinu 1, onda će na $55^{\circ} 30' N$ snop zraka s istim presjekom pasti na površinu

1,77. Osim direktne i difuzne Sunčeve radijacije, na zagrijavanje utječe dugovalna radijacija atmosfere i **Zemljina** ili **terestrička radijacija**. Za razliku od Sunčeve kratkovalne radijacije koja traje samo danju, Zemljina radijacija je dugovalna i danonoćna, a dio nje se gubi nepovratno u svemiru i doprinosi hlađenju Zemlje. Zbog plinova u atmosferi koji propuštaju Sunčevu kratkovalnu radijaciju, a zadržavaju i vraćaju dugovalnu Zemljinu radijaciju javlja se zadržavanje topline pod nazivom **efekt staklenika** (Šegota i Filipčić, 1996).

2.2.2. Temperatura zraka

Glavnina toplinske energije u atmosferskim procesima dolazi s površine Zemlje, a manji dio apsorpcijom kratkovalne radijacije u atmosferi. Dakle atmosfera se najvećim dijelom zagrijava od podloge što znači da termički uvjeti, brzina hlađenja i zagrijavanja podloge umnogome uvjetuju procese u atmosferi. Atmosfera i podloga zagrijavaju se i hlade na nekoliko načina. Prvi način je apsorpcija kratkovalne radijacije te apsorpcija i emisija dugovalne radijacije. Drugi je način kondukcija ili vođenje topline u kojem topline s toplijeg tijela prelazi na hladnije bez promjena u prostornom razmještanju čestica. Konvekcija je način prijenosa topline u kojem se zrak ili voda u kontaktu s toplijom podlogom ugrije pa tako postaju lakši te se djelovanjem uzgona izdižu, a s druge strane se kompenzacijski javlja spuštanje hladnog zraka pod utjecajem gravitacije. Turbulentnim prijenosom topline ili turbulentnom difuzijom izmjenjuju se vrlo mala količina zagrijanog zraka s malom količinom hladnijeg zraka pa nastaje burno miješanje zraka. Nadalje atmosfera se zagrijava i latentnom toplinom koja se javlja pri kondenzaciji vodene pare te advekcijom ili horizontalnim prijenosom topline (Šegota i Filipčić, 1996).

Stupanj topline zraka naziva se **temperatura zraka**. Ona je temeljni klimatski element u svakodnevnom životu ljudi, gospodarskim aktivnostima i turizmu. Vrlo često, premda toga nismo gotovo ni svjesni, određuje dio našeg ponašanja na otvorenom prostoru, bez obzira radi li se o radnom ili slobodnom vremenu. Mjerna jedinica uvriježena u većem dijelu svijeta je stupanj Celzijusa (°C), dok se u Americi koristi stupanj Fahrenheita (°F). **Dnevni hod temperature zraka** ili dnevna varijacija temperature zraka promjena je temperature tijekom 24 sata. Pritom treba voditi računa da temperatura nije najniža u trenutku izlaska Sunca niti je najviša kad je ono nad meridijanom promatrane meteorološke postaje. Najniža se temperatura tijekom dana javlja nešto poslije izlaza Sunca, a najviša nešto poslije njegovoga najvišeg položaja.

Mjerenje temperature zraka i izračunavanje prosječnih vrijednosti određeno je međunarodnim dogovorom zbog međusobne usporedbe raznih meteoroloških postaja na Zemlji. Osnova za izračunavanje prosječnih vrijednosti temperature je **srednja dnevna temperatura** T_d a izračunava se mjerenjem u 7, 14 i 21 sat prema sljedećoj jednadžbi:

$$\overline{T_d} = \frac{1}{4} (T_7 + T_{14} + 2T_{21})$$

U svakodnevnom životu, gospodarskim djelatnostima, turističko-rekreacijskim aktivnostima i meteorološkoj praksi važni su i sljedeći pojmovi:

Ledeni dan, dan s $T_{\min} < -10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Studeni dan, dan s $T_{\max} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Hladni dan, dan s $T_{\min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Dan s toplom noći, dan s $T_{\min} > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Topli dan, dan s $T_{\max} > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Vrući dan, dan s $T_{\max} > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura zraka mjeri se termometrom, a može se bilježiti termografom u termometrijskoj kućici (sl. 6) koja je prema međunarodnim standardima smještena na visini 2 metra iznad tla s vratima postavljenim prema sjeveru (Zaninović, 2008).



Sl. 6. Termometrijska kućica (Izvor: Zaninović, 2008).

Godišnji hod temperature zraka promjena je vrijednosti tog elementa tijekom godine. Osnovne veličine za izračun godišnjeg hoda temperature zraka su srednje dnevne temperature na temelju kojih se izračunavaju **srednje mjesečne temperature zraka** prema sljedećoj jednadžbi za mjesec koji traje trideset dana:

$$\bar{T}_m = \frac{1}{30} (\bar{T}_1 + \bar{T}_2 + \dots + \bar{T}_{29} + \bar{T}_{30})$$

gdje su $\bar{T}_1, \bar{T}_2, \dots, \bar{T}_{30}$ srednje dnevne temperature svih dana u tome mjesecu. Na isti način se iz niza srednjih mjesečnih temperatura izračunava **srednja godišnja temperatura zraka**:

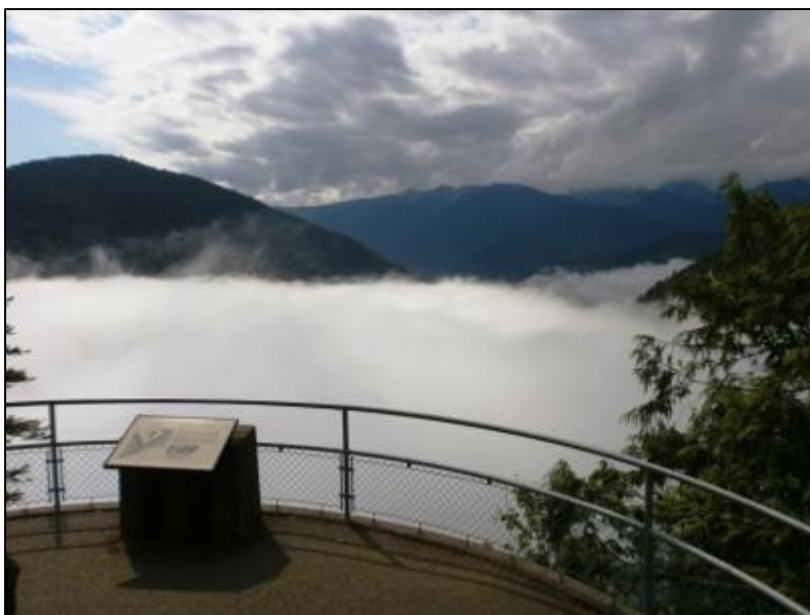
$$\bar{T}_g = \frac{1}{12} (\bar{T}_I + \bar{T}_{II} + \dots + \bar{T}_{XI} + \bar{T}_{XII})$$

S obzirom na to da temperatura zraka kao i drugi klimatski elementi pokazuju varijacije, srednje mjesečne i srednje godišnje temperature izračunavaju se iz višegodišnjih nizova koji se izračunavaju prema međunarodnim dogovorima iz, ako je to moguće, 30-godišnjeg razdoblja i to prema sljedećoj jednadžbi:

$$\bar{T}_{1961-1990} = \frac{1}{30} \sum_{g=1961}^{1990} \bar{T}_g$$

Prema tome, godišnji hod temperature zraka bio bi niz srednjih mjesečnih temperatura zraka izračunatih iz višegodišnjih nizova. Razlika između najviše i najniže srednje mjesečne temperature zraka naziva se **godišnja amplituda temperature**. U umjerenim geografskim širinama sjeverne polutke najhladniji mjesec je siječanj, a najtopliji srpanj. Godišnji hodovi koji su pod utjecajem mora zovu se maritimni tip, a oni pod utjecajem kopna kontinentski tip. Četiri su osnovna tipa godišnjeg hoda temperature: ekvatorski, tropski, umjerenih širina i polarni.

Temperatura zraka snižava se s porastom nadmorske visine i to u prosjeku 5 – 6 °C na svakih 1000 metara (0,56 °C na svakih 100 metara). Veličina koja pokazuje koliko iznosi pad temperature na svakih 100 metara naziva se **vertikalni gradijent temperature**. U atmosferi se može dogoditi i suprotna pojava gdje se topliji zrak nalazi iznad hladnijeg. Takva se pojava naziva **temperaturna inverzija** (sl. 7), a uzroci joj mogu biti različiti i najčešće se javljaju za vedra, mirna vremena bez vjetera (Šegota i Filipčić, 1996).



Sl. 7. Temperaturna inverzija, NP Olympic, SAD (Izvor: snimio autor).

2.2.3. Tlak zraka

Udaranje molekula zraka na Zemljinu površinu sila je koja se zove **tlak zraka** ili **atmosferski tlak**. Jedinica površine koja se najčešće koristi je 1 cm^2 . U svakodnevnom životu i radu te turističko-rekreacijskim aktivnostima taj klimatski element, u usporedbi s ostalim, nema veliko značenje. Razlozi za to su što ljudi, uz rijetke iznimke, tlak ne mogu doživjeti svojim osjetilima i što su im za svakodnevne aktivnosti puno važnije informacije o temperaturi zraka, smjeru i brzini vjetrova, vlažnosti zraka i padalinama.

U uvjetima standardne atmosfere¹ tlak zraka jednak je težini stupca žive s presjekom od 1 cm^2 visokom 760 milimetara, odnosno težini od 1033 grama. Visina živinog stupca sve je rjeđe u uporabi, već se za izražavanje tlaka zraka upotrebljavaju milibari (mb) ili hektopaskali (hPa). Granična vrijednost između niskoga i visokog tlaka zraka je 1013,25 hPa. Tlak zraka mjeri se živinim barometrom, ali je zbog svoje nepraktičnosti zamijenjen s metalnim barometrom ili aneroidom. Bilježenje tlaka vrši se barografom (Dukić, 1981; Filipčić, 1996). S porastom nadmorske visine smanjuje se stupac zraka pa se tlak snižava. Veličina koja pokazuje koliko tlaka zraka opada s nadmorskom visinom naziva se **barometrijska stopa**. U najnižem dijelu troposfere pri normalnim uvjetima barometrijska stopa iznosi 8,4 metara (na svakih 8,4 metara porasta nadmorske visine tlak padne 1 hPa). Na tlak zraka također djeluje i temperatura zraka pa će s porastom temperature tlak padati, a sa

¹ Standardna atmosfera podrazumijeva uvjete na morskoj razini, na 45° geografske širine, pri temperaturi zraka 15°C i silom teže od $9,806 \text{ m s}^{-2}$.

smanjenjem rasti (Hess, 2014). Klimatološki i sinoptički izdvajaju se područja visokog tlaka zraka koji se nazivaju barometarski maksimumi, odnosno polja niskog tlaka barometarski minimumi.

2.2.4. Vjetar

Na Zemlji postoje velike razlike u tlaku zraka kao posljedica različitog zagrijavanja njezinih pojedinih dijelova. Slične razlike tlaka zraka javljaju se i na manjim prostornim razinama. Promjena tlaka zraka s horizontalnom udaljenošću naziva se **barički gradijent**. Barički gradijent je pad tlaka zraka na jedinici horizontalne udaljenosti u smjeru najbržeg pada tlaka, a izražava se u hPa/km.

Horizontalno strujanje zraka zbog baričkog gradijenta naziva se **vjetar**. Vjetar puše iz polja višeg prema polju nižeg tlaka, a što je barički gradijent veći, vjetar je jači. Uzročnici nastanka vjetra su sila gradijenta tlaka, Coriolisova sila (devijacijska sila rotacije Zemlje) i trenje. Coriolisova sila ili devijacijska sila rotacije Zemlje nastaje zbog promjene brzine Zemljine rotacije i na različitim geografskim širinama; smanjuje se od ekvatora prema polovima. Zbog toga vjetrovi koji pušu prema ekvatoru na sjevernoj polutki nemaju smjer sjever-jug već zakreću udesno. Isto tako, na južnoj hemisferi vjetrovi koji pušu prema ekvatoru sreću ulijevo. Trenje između podloge (geografska površina) i zraka smanjuje brzinu vjetra. Opće je poznato da je vjetar jači na otvorenom prostoru, a da je slabiji u područjima s vegetacijom ili u gradovima (Šegota i Filipčić, 1996; Hess, 2014).



Sl. 8. Instrumenti za praćenje vjetra (Izvor: Christopherson, 2012).

Kod vjetra se utvrđuje smjer puhanja i mjeri brzina. Smjer puhanja određen je stranom svijeta odakle vjetar puše. Brzina vjetra se mjeri anemometrom i bilježi anemografom (sl. 8), a izražava u m/s ili čvorovima (čvor = 1 nautička milja na sat; 1 nautička milja = 1852 m). Nekada se jačina vjetra mjerila i izražavala u boforima (Bf) čija je skala sadržavala 12 stupnjeva od 0 što znači tišinu do 12 bofora što označava orkan. Grafički se učestalost i brzina vjetra prikazuje ružom vjetrova.

Iz područja suptropskih maksimuma prema ekvatoru pušu **pasati**. Na sjevernoj polutci pušu sa sjeveroistoka, a na južnoj s jugoistoka. Iz suptropskih maksimuma prema višim širinama pušu **zonalni zapadni vjetrovi**. Iz polarnih područja visokog tlaka prema subpolarnim minimumima pušu **polarni istočni vjetrovi**. U Hrvatskoj, posebice u Primorju, postoji tradicionalno nazivlje i klasifikacija vjetrova s obzirom na dominantan smjer puhanja pa se tako izdvajaju sjeverac ili tramontana, sjeveroistočnjak ili bura, istočnjak ili levant (levanat), jugoistočnjak ili jugo, južni vjetar ili oštro, jugozapadnjak ili lebić, zapadnjak ili pulenat i sjeverozapadnjak ili maestral. Ti vjetrovi stoljećima obilježavaju i utječu na svakodnevni život, gospodarstvo, posebno na cestovni i pomorski promet, ribarstvo i turizam (Vučetić i Vučetić, 2013).

2.2.5. Vлага zraka i evaporacija

Vodena para u atmosferi naziva se **vлага zraka**. Faktori koji utječu na maksimalnu količinu vodene pare u zraku su temperatura zraka i tlak vodene pare. Zrak koji sadržava maksimalnu količinu vodene pare naziva se zasićenim. U slučaju da količina vodene pare premaši maksimalnu, tada se dio vodene pare kondenzira u kapljice vode ili sublimira u kristale leda. Ona se u atmosferi nalazi u sva tri agregatna stanja: krutom, plinovitom i tekućem, a pri promjeni agregatnih stanja oslobađa se i troši toplina. Proces koji se javlja pri prelasku u različita agregatna stanja su: kopnjenje ili taljenje, isparavanje, kondenzacija, zaleđivanje i sublimacija. Kondenzacijom i sublimacijom stvaraju se oblaci, magla i padaline. Način na koji vodena para dospijeva u atmosferu je **evaporacija** ako se odvija s vodenih površina na Zemlji i **evapotranspiracija** ako je riječ o isparavanju iz biljaka (Šegota i Filipčić, 1996; Filipčić, 1996).

Količina vodene pare u atmosferi najčešće se brojčano određuje na dva načina. Prvi je apsolutna vlaga, a to je broj grama vodene pare u 1 m³ zraka. Maksimalna količina vodene pare u gramima koju može primiti 1 m³ ovisi o temperaturi na način da se s padom

temperature snižava maksimalna količina vlage, odnosno s porastom temperature raste vlaga (tab. 3).

Tab. 3. Odnos maksimalne količine vodene pare koju može primiti 1 m³ zraka i temperature

Temperatura u °C	-30	-20	-10	0	10	20	30
Vodena para u g m ⁻³	0,38	0,94	2,15	4,57	9,14	17,36	31,51

Izvor: Dukić, 1981.

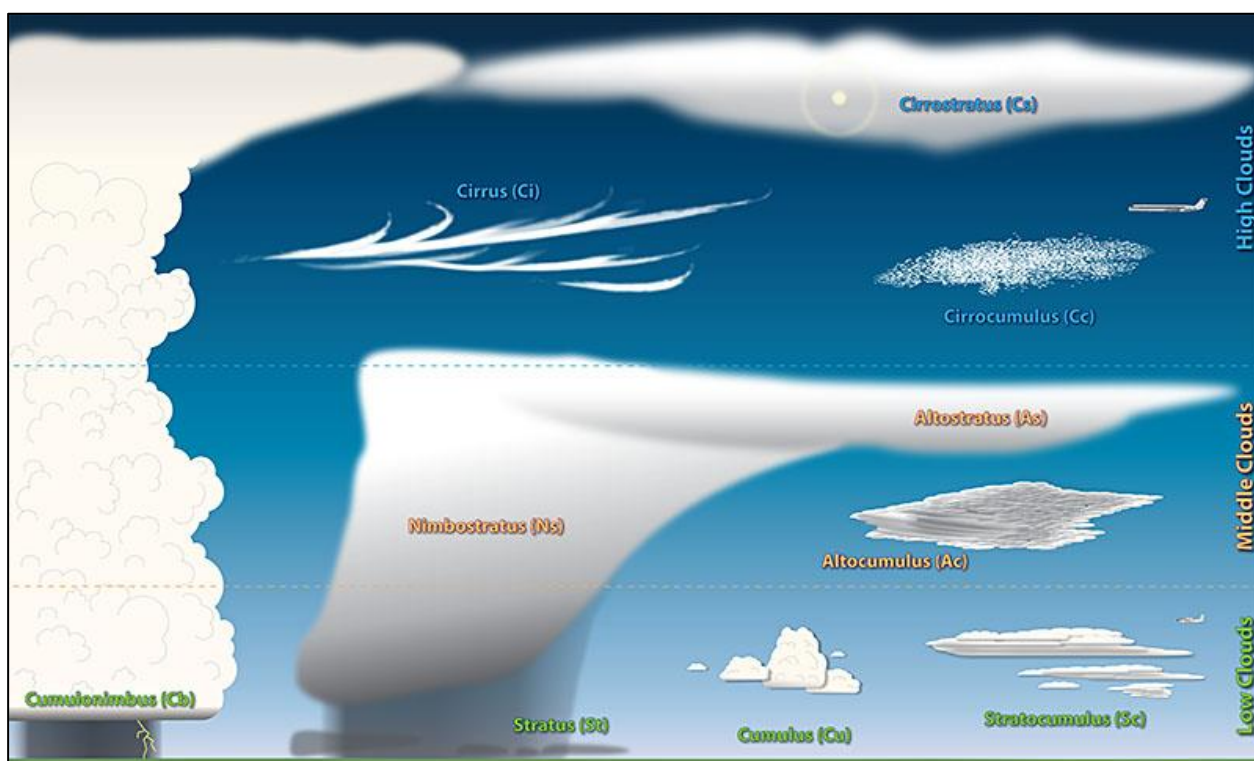
Drugi način određivanja količine vodene pare u atmosferi je relativna vlaga. To je broj izražen u postotcima koji pokazuje međusobni odnos između količine vodene pare koja stvarno postoji u zraku u određenom trenutku i maksimalne količine vodene pare koju bi zrak na toj temperaturi mogao primiti da bi bio zasićen. Primjerice pri temperaturi zraka od 30 °C 1 m³ može sadržavati najviše 31,51 grama vodene pare. Ako ima toliko grama vodene pare u zraku, zrak je zasićen, a njegova relativna vlaga je 100 %. Promjena relativne vlage događa se zbog promjene količine vodene pare i promjene temperature zraka.

Relativna vlaga zraka mjeri se higrometrom i psihometrom, a bilježi higrografom. Higrometar se zasniva na svojstvu vlasi ljudske kose da se u rasponu od 0 do 100 % relativne vlage produlji za 4 %. Psihrometar preciznije mjeri relativnu vlagu, a sastoji se od suhog termometra koji mjeri temperaturu okolnoga zraka i vlažnog termometra čiji je spremnik sa živom omotan vlažnom tkaninom (Filipčić, 1996; Christopherson, 2012).

2.2.6. Naoblaka i trajanje sijanja Sunca

Kondenzacijom i sublimacijom vodene pare u atmosferi nastaju oblaci, magla i padaline. **Oblaci** su vidljive nakupine sitnih kapljica vode i/ili kristala leda. Naime u istom volumenu zraka mogu se u gornjim slojevima oblaka naći ledeni kristali zraka, a u donjem kapljice vode. Prema međunarodnoj klasifikaciji izdvajaju se tri skupine oblaka prema obliku. Prva je ciriformna koju karakteriziraju tanki i krhki oblaci češće sastavljeni od kristala leda nego od kapljica vode. Stratiformni su oblaci oni kojima su horizontalne dimenzije veće od vertikalnih, a karakteristično je da zastiru većinu ili cijelo nebo. Kumuliformne oblake karakteriziraju veće vertikalne od horizontalnih dimenzija. Obilježava ih masivnost i zaobljenost. Međunarodna klasifikacija oblaka prema visini izdvaja deset skupina (rodova) oblaka (sl. 9). Skupini visokih oblaka pripadaju cirus (Ci), cirokumulus (Cc) i cirostratus (Cs). Skupinu oblaka na srednjoj visini čine altokumulus (Ac) i altostratus (As), a skupinu niskih oblaka nimbostratus (Ns), stratokumulus (Sc) i stratus (St). Konačno, vertikalnu

skupinu ili skupinu oblaka vertikalnog razvoja čine kumululus (Cu) i kumulonimbus (Cb) (Hess, 2014).



Sl. 9. Rodovi oblaka prema visini (Izvor: National Oceanic and Atmospheric Administration, 2017).

S globalne točke gledišta **magla** je zanemariv oblik kondenzacije. Međutim njezina je važnost za ljudske aktivnosti i djelatnosti neproporcionalno velika jer smanjuje vidljivost do te mjere da usporava ili zaustavlja sve vrste prometa. Najjednostavnije se može definirati kao oblak pri površini Zemlje. Magla se sastoji od vrlo sitnih kapljica vode promjera od 2 do 130 μm ili ledenih kristala koji lebde u zraku. Magla smanjuje vidljivost na manje od 1 kilometar, a ako je vidljivost od 1 do 2 kilometra tada se radi o sumaglici. Maglu treba razlikovati od suhe mutnoće u kojoj se smanjena vidljivost javlja zbog velike količine krutih, lebdećih čestica u zraku. U slučaju kad je temperatura niža od $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ tada se magla sastoji isključivo do ledenih kristala pa se naziva ledena magla. Postoje četiri osnovna tipa magle: radijacijska, adveksijska, orografska i evaporacijska (Hess, 2014; Šegota i Filipčić, 1996).

Naoblaka je ukupna količina oblaka koja se nalazi na nebeskom svodu. Dio neba koji je zastrt oblacima izražava se u desetinama neba ili stupnjevima naoblake. Na taj se način nebo bez oblaka označava s 0, nebo koje je napola pokriveno oblacima s 5, a potpuno prekriveno nebo oblacima označava se s 10 (Dukić, 1981).

Za poljoprivredu, turizam i neke druge ljudske djelatnosti važno je trajanje sijanja Sunca koje se naziva **insolacija**, a najčešće se izražava u satima. Na osnovi mjerenja izračunavaju se srednje mjesečne i godišnje sume sijanja Sunca. Insolacija se mjeri heliografom (sl. 10). U Hrvatskoj su prema godišnjoj sumi sijanja Sunca (razdoblje 1961. – 1990.) najsunčanije meteorološka postaje na Hvaru (2696,6 sati), Šibenik (2643,4) i Split (2590,4) (Šegota i Filipčić, 1996).



Sl. 10. Heliograf (Izvor: Zaninović, 2008).

2.2.6. Padaline i snježni pokrivač

Padaline² su kruti ili tekući oblici vode koji iz atmosfere dopiru do površine Zemlje u mjerljivim količinama. Padaline su kapljice vode, kristali leda, pahuljice snijega, zrna tuče, zrnat snijeg, solika, sleđena kiša i sl. U padaline spadaju, iako nastaju na površini Zemlje i predmetima pri površini, rosa, mraz i inje. Klimatski su najznačajnije padaline kiša i snijeg. Prema definiciji padaline se dijele na tekuće ili krute, odnosno na one koje padaju iz oblaka i one koje nastaju pri površini Zemlje. Uz temperaturu zraka padaline su za ljude najvažniji klimatski element. One određuju i uvjetuju velik dio ljudskih aktivnosti i djelatnosti poput energetike (hidroenergija), prometa, građevinarstva, vodoopskrbe, poljoprivrede, turizma i drugih.

Padaline se mjere kao vodeni ekvivalent u mm ili litrama na m² koje se koriste u agroklimatologiji (1 litra na m² jednaka je količini od 1 mm). Najmanja količina koja se mjeri je 0,1 mm. Debljina snježnog pokrivača mjeri se u centimetrima. Uređaj kojim se mjeri količina padalina naziva se ombrograf, a pluviograf je uređaj kojim se mjeri padalina u najkraćim razdobljima. Totalizatori se koriste za mjerenje u nepristupačnim krajevima gdje se

² Padalina je naziv koji u Hrvatskoj rabe geografi, dok se meteorolozi koriste izrazom oborina.

padaline nakupljaju u dužim razdobljima. Padaline se mjere svaki dan u 7 ujutro, a očitani podatak predstavlja dnevnu količinu padalina za prethodni dan. Zbroj svih dnevnih količina padalina tijekom jednog mjeseca daje mjesečnu količinu padalina, a zbroj 12 mjesečnih količina tijekom godine daje godišnju količinu padalina. S obzirom na vrlo veliku varijabilnost padalina srednje vrijednosti se računaju na temelju dugogodišnjih homogenih nizova (Šegota i Filipčić, 1996; Nejašmić, 1998).

Kiša je padalina u obliku kapi promjera od 0,5 do 3 mm, a nastaju na više načina. Za postanak kišne kapljice potrebna je temperatura u oblaku niža od 0 °C, no u toplijim krajevima kiša pada i iz oblaka čija je temperatura viša od 0 °C. Također kišne kapljice mogu nastati njihovim međusobnim spajanjem. **Sleđena kiša** nastaje kad se kišne kapi smrzavaju na površini Zemlje ili predmetima na tlu ili u zraku. **Rosulju** čine kapljice vode s promjerom oko 0,1 mm. Zbog svoje male mase čini se kao da lebde, a mogu se smrzavati na površini.

Snijeg nastaje sporom i postupnom sublimacijom vodene pare čija je temperatura ispod ledišta. Sastoji se od ledenih kristala koji su obično slijepljeni u pahuljice. Snijeg najčešće pada kad je temperatura nešto niža od 0 °C. Za ljudske aktivnosti važni su podaci o broju dana s padanjem snijega, a to je broj dan u kojem palo najmanje 0,1 mm vodenog ekvivalenta. Trajanje snježnog pokrivača je srednji broj dana u kojima se snijeg zadržao na tlu. Broj dana s neprekidnim snježnim pokrivačem je neprekidno trajanje snježnog pokrivača na površini Zemlje. **Zrnat snijeg** je padalina sićušnih bijelih i neprozirnih ledenih zrna spljoštena ili duguljasta oblika promjera manjeg od 1 mm. **Solika** je padalina bijelih i neprozirnih zrna leda okrugla i stožasta oblika promjera od 2 do 5 mm. **Ledena zrna** su prozirna ili poluprozirna zrna leda okrugla ili nepravilan oblika polumjera 5 mm ili manjeg.

Tuča je u obliku velikih čestica leda ili snježnih kuglica veličine od 5 do 50 mm. Nastaje uslijed naglih uzlaznih vrtložnih strujanja u kumulonimbusu gdje se pothlađene kapljice u dodiru sa zrnima leda zalede i pretvore u zrna tuče. **Ledene iglice** su ledeni kristali u obliku iglica, štapića ili pločica koji su tako tanki da izgledaju kao da lebde u zraku. Padaju iz vedra neba ili oblaka kod vrlo niskih temperatura.

Do pojave **rose**, sitnih kapljica vode dolazi kad se tanki prizemni sloj zraka i vodena para pri tlu kondenzira na predmetima (rosište iznad 0 °C). U istoj situaciji, ali kad je temperatura rosišta ispod 0 °C nastaje **mrzaz**, bijela kristalasta naslaga na tlu, predmetima i biljkama. **Inje** nastaje u uvjetima hladnih maglovitih dana kad se pothlađene vrlo sitne kapljice hvataju po predmetima pri čemu se odmah zaleđuju. **Poledica** je proziran sloj leda od nekoliko milimetara, a nastaje smrzavanjem pothlađenih kišnih kapi rosulje pri dodiru s hladnom površinom čija je temperatura 0 °C ili ispod (Nejašmić, 1998).

Postanak padalina što padaju iz oblaka dio je složenih procesa koje prethode nastanku oblaka. Prije svega treba razmotriti adijabatske procese u kojima se stlačivanjem zrak ugrije, a širenjem hladi jer se pri takvoj promjeni temperature određenoj količini zraka ne dovodi niti odvodi toplina. Pri adijabatskom izdizanju nezasićeni se zrak na svakih 100 metara visine ohladi za 1 °C, a takva se stopa zove **adijabatski gradijent temperature**. Tu stopu treba razlikovati od vertikalnoga gradijenta temperature (usp. 2.2.2.). Adijabatski procesi najvažniji su za hlađenje golemih količina zraka što omogućuje nastanak padalina na većim područjima. Tri su temeljna uzroka adijabatskog hlađenja zraka velikih dimenzija: 1) prisilno izdizanje zraka na reljefnim preprekama, 2) termička konvekcija i 3) polagano izdizanje zraka uz toplu frontu i brže izdizanje zraka na hladnoj fronti u ciklonama. Ponegdje se izdvaja i četvrti uzrok, a to je konvergentno izdizanje zraka najčešće u niskim geografskim širinama, u zoni intertropske konvergencije gdje se spaja zrak sa sjeverne i južne Zemljine polutke.

Prema navedenome, izdvajaju se tri, odnosno četiri tipa padalina: orografske, konvekcijske, frontalne i konvergentne. **Orografske** padaline nastaju kad određena masa zraka naiđe na reljefnu prepreku zbog čega se zrak uzdiže uz padinu, adijabatski hladi, nastaju oblaci i padaline. Padine koje su okrenute dominantnom smjeru vjetru (privjetrina) očekivano imaju više padalina od suprotne strane (zavjetrina). **Frontalne** padaline događaju se na toploj i hladnoj fronti u ciklonama i to tako što se topliji i vlažniji zrak vrlo sporo podiže iznad hladnog. Upravo zato su frontalne padaline manjeg intenziteta, ali duljeg trajanja i na većim područjima. **Konvekcijske** padaline nastaju termičkom konvekcijom nad jako ugrijanom podlogom. Takva podloga ugrije zrak iznad sebe koji postaje lakši, sila uzgona ga izdiže, a u višim slojevima vlažan zrak se kondenzira i pretvara u kišne oblake. Takve su padaline česte u toplijem dijelu godine, vrlo su intenzivne, ali i kratkotrajne. Znatno su rjeđe **konvergentne** padaline u kojima se dvije struje zraka najprije međusobno sudaraju, sabijaju i izdižu te se hlade na sličan način kao kod konvekcijskih padalina (Šegota i Filipčić, 1996; Filipčić, 1996; Nejašmić, 1998; Hess, 2014).

2.3. Klimatski modifikatori

Stanje atmosfere kao skup njezinih fizičkih obilježja je u neprekidnim mijenama iz čega proistječe da je vrijeme promjenjivo. Klimatski elementi iz prethodnih potpoglavlja su veličine u neprestanim promjenama, dok s druge strane postoje veličine koje se vrlo sporo ili nikako ne mijenjaju. Prema tome veličine koje se mijenjaju nazivaju se klimatski (meteorološki) elementi, a veličine koje pokazuju stalnost ili neznatnu promjenjivost obilježja

klimatski (meteorološki) faktori. Oni su geografske (terestričke) ili kozmičke prirode. S obzirom na to da klimatski faktori neprekidno mijenjaju ili modificiraju klimu na način da pojačavaju ili slabe veličinu, intenzitet i učestalost klimatskih elemenata nazivaju se **klimatski modifikatori**. Klimatski su modifikatori:

- a) Zemljina rotacija
- b) Zemljina revolucija
- c) geografska širina
- d) atmosfera
- e) nadmorska visina
- f) raspodjela kopna i mora
- g) morske struje
- h) udaljenost od mora
- i) jezera
- j) reljef
- k) tlo i vegetacija
- l) ljudske aktivnosti

Zemljina rotacija i revolucija te nagib Zemljine osi i sfernost Zemlje spadaju u astronomske modifikatore klime. Ti modifikatori određuju kut upada Sunčevih zraka, trajanje i jačinu zagrijavanja površine. Zemljina rotacija utječe na izmjenu dana i noći što je povezano s količinom energije Sunca koju primaju pojedini dijelovi Zemlje tijekom dana (jutro, podne, večer). Duljina dana ovisi o godišnjem dobu, a godišnja doba o nagnutosti Zemljine osi u odnosu na ravninu ekliptike ($66^{\circ} 33'$) i Zemljinoj revoluciji.

Zagrijavanje Zemlje je obrnuto proporcionalno geografskoj širini, jer se s povećanjem geografske širine smanjuje kut upada Sunčevih zraka. To utječe na insolaciju tako da sjeverni dijelovi Zemlje ljeti imaju dužu insolaciju što povećava urod nekih poljoprivrednih kultura (pšenica, riža i sl.).

Atmosfera propušta samo dio Sunčeve radijacije do površine Zemlje (usp. 2.2.1.), a ostalo apsorbira ili reflektira. Propusnost atmosfere ovisi o njezinoj debljini i dužini putanje Sunčevih zraka kroz atmosferu. Prosječno atmosfera propušta 45 % Sunčeva zračenja, a na polovima samo 18 %.

Utjecaj nadmorske visine očituje se u promjeni tlaka zraka, temperature zraka i padalina. Tlak zraka opada u najnižim dijelovima troposfere, u stabilnim uvjetima i to na

svakih 8,4 metara porasta visine za 1 hPa (usp. 2.2.3.). Temperatura zraka opada s porastom visine na svakih 100 metara za 0,56 °C i to u uvjetima stabilne atmosfere. Do određene visine raste i količina padalina, a s visinom se povećava udio zračenja koji propušta atmosfera.

Kopnene površine brže se zagrijavaju i hlade od mora. Tako je ljeti kopno toplije od susjednog mora, a zimi hladnije. Ljeti i danju prevladavaju vjetrovi s mora, a zimi i noću vjetrovi s kopna. S udaljenošću od mora rastu obilježja kontinentalnosti pa se smanjuje količina padalina. Jednako tako, približavanjem moru raste maritimnost te se povećava količina padalina. U pravilu primorske regije primaju više padalina od kopnenih. Sličan je utjecaj jezera, razmjerno njihovoj vodenoj površini.

Morske struje utječu na klimatske elemente i svakodnevni život u primorjima. Najpoznatiji je utjecaj Golfske struje koja povećava temperaturu mora i zraka u sjevernim polarnim područjima, dijelovima Sjeverne i Zapadne Europe. Nasuprot tome, hladna Humboldtova struja jedan je od razloga postanka pustinje Atacama na pacifičkom primorju Južne Amerike. Jednako tako, hladna Kalifornijska struja onemogućava kupališni turizam u sjevernom dijelu savezne države Kalifornije (SAD).

Utjecaj smjera pružanja i nadmorske visine reljefa najbolje se primjećuje na prisojnim i osojnim stranama uzvisina, prije svega gora i planina.³ Prisojne strane su toplije, a osojne hladnije. Strane uzvisine okrenute prema moru su vlažnije, dok su one okrenute kopnu suše. U pravilu su planinske regije hladnije, do određene granice s više padalina i vjetrovitije.

Tlo i vegetacija modificiraju klimatske elemente na više načina. Utječu na zagrijavanje, isparavanje i druge promjene. Šumski pokrov utječe na smanjenje brzine i promjenu smjera vjetra, smanjuje temperaturu zraka i povećava vlažnost. Također prostori s kamenom podlogom (kamene pustinje) brže se hlade i zagrijavaju od šumskih površina.

Ljudske aktivnosti i djelatnosti značajno utječu kao modifikator na brojne klimatske elemente. Već pojavom čovjeka, od prvog umjetno izazvanog paljenja vatre, započeo je proces utjecaja na kemijski sastav atmosfere. Ti se procesi nastavljaju pojavom i jačanjem industrije (naročito teška industrija), energetike (elektrane na ugljen i naftu) i suvremenih prometnih tehnologija (uporaba parnog stroja u željeznici i vodenom prometu, benzinski i dizel motori, avionski motori). Čovjek je već gradnjom prvih gradova u prapovijesno i antičko doba utjecao na kut upada Sunčevih zraka i zagrijavanje. Danas se u gradovima, osim same gustoće i veličine građevina, stvara posebna mikroklima zbog grijanja zgrada, gradskog

³ Prisoj je strana uzvisine okrenuta prema Suncu, a osoj okrenuta od Sunca.

prometa i industrije pa su središnji dijelovi gradova topliji zimi od periferije (Šegota, 1988; Šegota i Filipčić, 1996; Filipčić, 1996; Nejašmić, 1998; Feletar i dr., 2003).

2.4. Klasifikacija klima

Uvažavajući stalnu mijenu klimatskih elemenata i neprekidni utjecaj klimatskih modifikatora u geografskom prostoru logično se nameće činjenica da je klima na Zemlji različita. Kada bi se hipotetski htjelo izdvojiti klime na Zemlji do najsitnijih detalja proisteklih iz mjerenja i opažanja, onda bi i najmanji dio geografske površine imao svoj tip ili podtip klime što je za potrebe svakodnevnog života, ljudskih aktivnosti i gospodarskih djelatnosti krajnje nepraktično i nesvrshodno. Stoga se, zbog pojednostavljenog uvida u brojne podatke o klimatskim elementima iz raznih dijelova Zemlje, a sa svrhom njihove usporedbe provodi **klasifikacija klima**. Definira se kao svrstavanje mnogobrojnih klima u nekoliko velikih skupina izdvojenih na temelju odabranih klimatskih elemenata. U klasifikaciji klima ne uzimaju se u razmatranje svi klimatski elementi, jer bi to znatno povećalo broj klimatskih skupina i time umanjilo praktičnost i primjenjivost klasifikacije.

Krajnje pojednostavljena klasifikacija, ona zasnovana na toplinskim pojasevima, izdvojila bi samo tropske, umjerene i polarne klime. Nadalje u pojednostavljenim klasifikacijama klima u kojima se uzima samo jedan klimatski element, vrlo se često javlja podjela na kontinentske, maritimne (primorske), oceanske i planinske klime. Takva podjela, ako se uzima neselektivno i nekritički, može dovesti do zablude i krivog tumačenja. U hrvatskoj se školskoj literaturi, popularnoj publicistici i promotivnim turističkim materijalima primorska klima tumači kao klima u primorju Jadranskog mora pa se cijela regija označava kao regija sredozemne klime što je pogrešno. Slična je zablude s planinskom klimom gdje se zanemaruje da planina kao reljefna uzvisina ima podnožje, padine i vršne dijelove s posve različitim podacima klimatskih elemenata pa stoga i različitu klimu. Ovakve bi nazive zbog navedenih razloga trebalo izbjegavati.

U klimatologiji je do danas bilo brojnih pokušaja klimatskih klasifikacija. Među njima je najširu odgojno-obrazovnu, znanstvenu i praktičnu primjenu te prihvaćenost stekla Köppenova klasifikacija klime. Od ostalih valja izdvojiti Thornthwaitovu klasifikaciju koja se znatno manje primjenjuje.

2.4.1. Köppenova klasifikacija klime

Dosad najuspješniju klasifikaciju klime sastavio je 1918. godine⁴ Wladimir Köppen, njemački geograf i klimatolog ruskog porijekla koji je svoju metodu izdvajanja pojedinih klima zasnovao na statistički dobivenim, precizno utvrđenim vrijednostima godišnjih i mjesečnih temperatura i padalina. Također je razmatrao odnos klime i vegetacije uvažavajući osjetljivost biljaka kao pouzdan klimatski indikator.

Sve klime na Zemlji razvrstane su u pet klimatskih razreda s određenim obilježjima temperature i padalina (sl. 11):

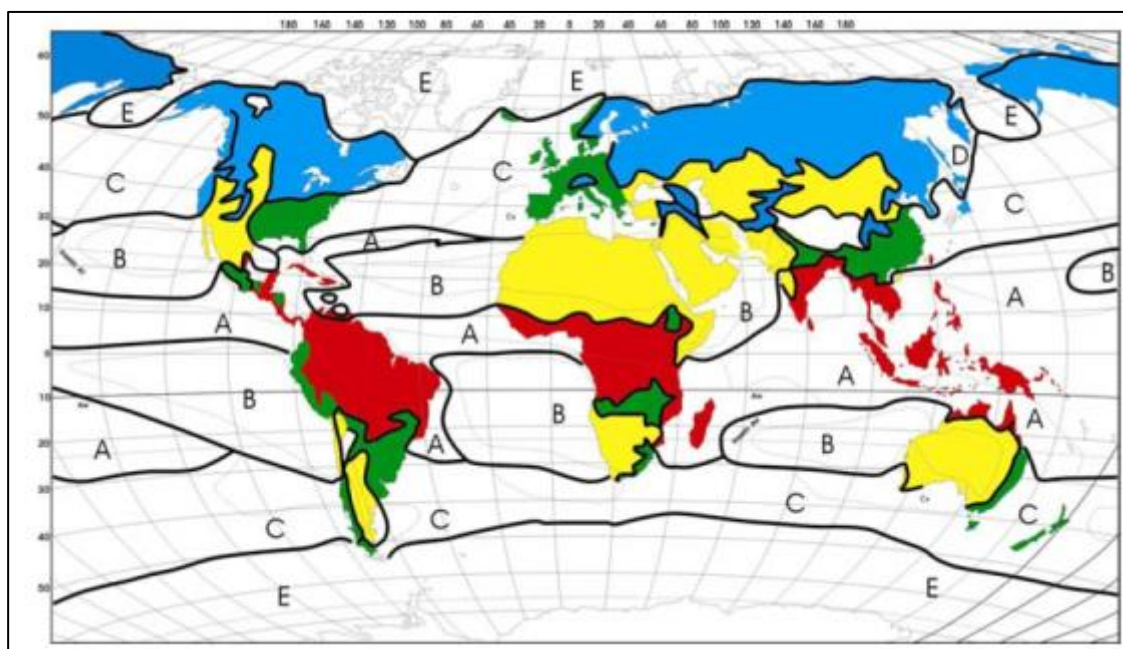
A = tropske kišne klime; srednja temperatura zraka najhladnijeg mjeseca iznosi $\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$

B = suhe klime; temperaturne granice nisu određene, nego se izračunavaju kombinacijom temperature zraka i količine padalina

C = umjereno tople kišne klime; srednja temperatura najhladnijeg mjeseca nije niža od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, a najmanje jedan mjesec ima srednju temperaturu višu od $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

D = snježno-šumske (borealne) klime; srednja temperatura najhladnijeg mjeseca niža je od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, a srednja temperatura najtoplijeg mjeseca viša je od $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

E = snježne klime, srednja temperatura najtoplijeg mjeseca niža je od $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Sl. 11. Geografska raspodjela klimatskih razreda po Köppenovoj podjeli klima: A –tropske kišne klime; B – suhe klime; C – umjereno tople kišne klime; D – snježno-šumske ili borealne klime; E – snježne klime (Izvor: Šegota i Filipčić, 2003).

⁴ Prvu je klasifikaciju W. Köppen osmislio 1900. godine, a kasnije je još četiri puta neznatno modificirao (posljednji put 1936.). Klasifikacija je neznatno preoblikovana 1954. i posljednji put 2015. godine.

Daljnja razdioba klimatskih razreda na niže kategorije (tipove) dobiva se dodavanjem malih slova koji označavaju sljedeće:

f = nema sušnog razdoblja, tj. svi su mjeseci vlažni

s = sušno je razdoblje ljeti

w = sušno je razdoblje zimi.

Uzimajući u obzir i neke druge veličine izdvojeno je 11 klimatskih tipova na Zemlji s osnovnim obilježjima temperature i padalina (tab. 4):

Tab. 4. Klimatski razredi i klimatski tipovi⁵

Klimatski razred	Temeljna obilježja	Klimatski tip	Temeljna obilježja
A Tropske kišne klime	Srednja temperatura svih 12 mjeseci iznad 18 °C; nema godišnjih doba	Af klima tropske kišne šume	Ne postoji suhi period
		Aw savanska klima	Izmjena suhog i vlažnog razdoblja
B Suhe klime	Stalni nedostatak padalina; evaporacija veća od padalina	BW pustinske klime	Hladni (BWk) i topli (BWh) varijetet
		BS stepske klime	Hladni (BSk) i topli (BSh) varijetet
C Umjereno tople kišne klime	Srednja temperatura najhladnijeg mjeseca nije niža od -3 °C, a barem jedan mjesec ima temperaturu višu od 10 °C	Cf umjereno tople vlažne klime	Padaline podjednako raspodijeljene tijekom cijele godine
		Cs sredozemne ili mediteranske klime	Suha i vruća ljeta, blage i kišovite zime
		Cw sinjske klime	Ljeta vruća i vlažna
D Borealne ili snježno-šumske klime	Srednja temperatura najhladnijeg mjeseca niža je od -3 °C, srednja temperatura najtoplijeg mjeseca je iznad 10 °C	Df vlažne borealne klime	Kontinentski dijelovi: hladne zime i topla ljeta Primorja: svježija ljeta i blaže zime
		Dw suhe borealne klime	Vrlo hladne i suhe zime, ljeta svježija i vlažna
E Snježne klime	Temperatura najtoplijeg mjeseca niža je od 10 °C	ET klime tundre	Suho i hladno
		EF klima vječnog mraza	Temperatura najtoplijeg mjeseca niža od 0 °C

Izvor: Prema Dukić, 1981; Šegota i Filipčić, 1996; Nejašmić, 1998; uredio i prilagodio autor.

⁵ Pojedini nazivi klimatskih tipova mogu biti dvojbni. Uzimajući u obzir da se prašume nalaze i izvan žarkog pojasa, u prostorima borealnih klima, prikladniji bi naziv umjesto prašumska bio klima tropske kišne šume (Af). Također, unutar klimatskog razreda A, u pojedinoj literaturi javlja se tip tropsko-monsunske klime koji se nipošto ne smije izjednačiti s čitavim prostorom puhanja i utjecaja monsuna.

Geografska raspodjela pojedinih klimatskih razreda ukazuje da je, promatrajući kopno i more zajedno, najzastupljeniji klimatski razred tropske kišne klime (A) koji obuhvaća gotovo trećinu (31 %) površine. Četvrtinu površine zauzima razred umjereno toplih kišnih klima (C), a razred suhih klima (B) pokriva 21 %. Na razred borealnih klima (D) otpada 13 %, a snježnih klima (E) 10 %. Na kopnu je raspodjela nešto drugačija. Najveći prostor zauzima klimatski razred suhih klima s 27 % udjela, zatim razred borealnih klima (21 %). Podjednaku zastupljenost imaju razredi umjereno toplih kišnih klima tropskih kišnih klima s 19 % svaki razred. Snježne klime obuhvaćaju 14 % površine kopna. U Hrvatskoj prevladava klimatski razred umjereno tople kišne klime (C) i to na dalmatinskoj obali i otocima tip mediteranske klime (Cs) te tip umjereno tople vlažne klime (Cf) u drugim regijama. Izuzetak su vršni dijelovi Risnjaka, Velike Kapele, Plješevice i Velebita koji imaju tip vlažne borealne klime (Df) (Šegota i Filipčić, 2003; Rohli i dr., 2015).

2.4.2. Thornthwaitova klasifikacija klime

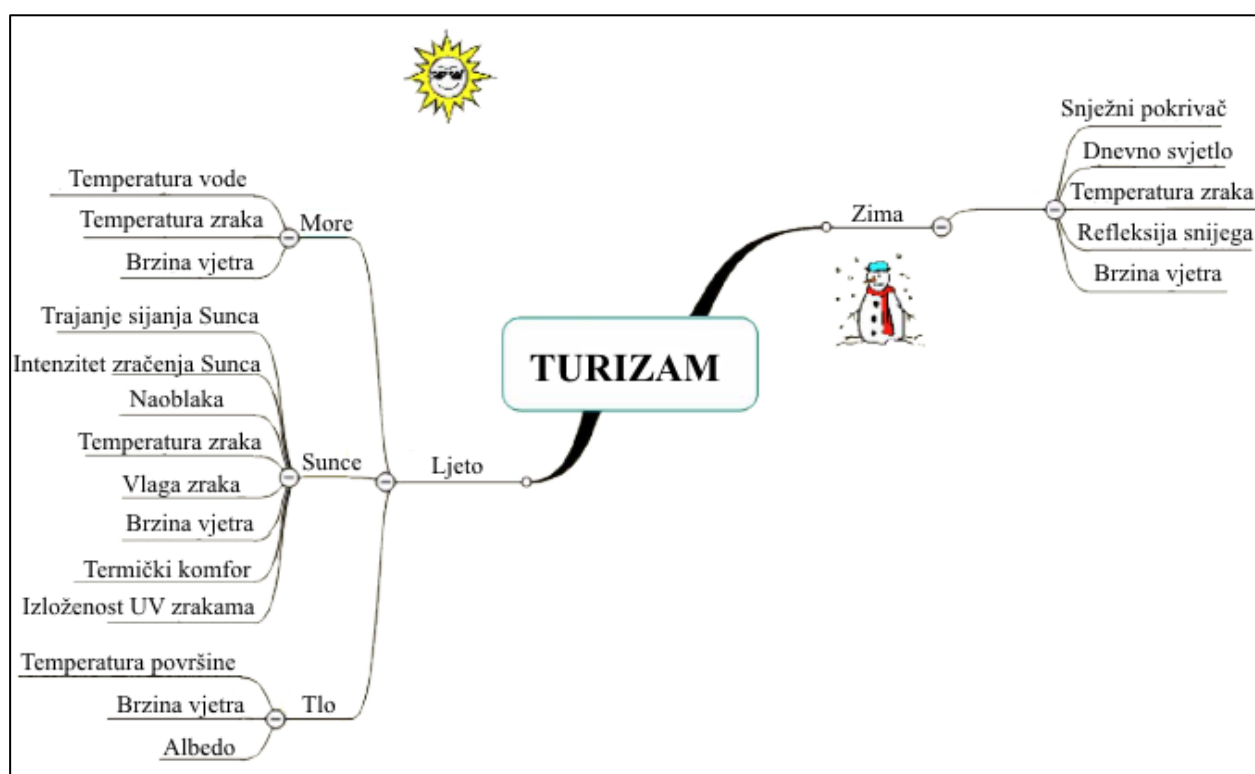
Ta se klasifikacija klime zasniva na odnosu potencijalne evapotranspiracije i padalina, a osmislio ju je i definirao američki geograf i klimatolog Charles Warren Thornthwaite. U prvoj verziji, 1931. godine, klimu je podijelio u klimatske grupe u skladu s vegetacijskim obilježjima svake grupe te odnosa mjesečne evaporacije i mjesečne količine padalina. Na taj je način dobio pet klimatskih grupa, i to: klimu tropskih kišnih šuma, ostalih šuma, travnjaka, stepa i pustinja. Klasifikaciju je modificirao 1948. godine na sličnoj osnovi s time da je dodao indeks ukupne (totalne) vlažnosti. Tako je izdvojio perhumidnu (izrazito vlažnu), humidnu (vlažnu), subhumidnu (poluvlažnu), semiaridnu (polusuhu) i aridnu (suhu) klimu (Thornthwaite, 1948; Marsh, 1987).

U Hrvatskoj se javljaju perhumidna, humidna i subhumidna klima. U najvećem dijelu Panonsko-peripanonske Hrvatske prevladava humidna klima, a samo u dijelovima Istočne Hrvatske subhumidna klima. U Gorskoj Hrvatskoj prevladava perhumidna klima. U Primorskoj Hrvatskoj pojavljuju se perhumidna, humidna i subhumidna klima. Na sjevernom i srednjem Jadranu prevladava humidna klima, pri čemu su unutrašnjost Istre, Kvarner i dalmatinsko zaleđe vlažniji nego istarska obala i srednji Jadran. U dijelovima srednjeg i na južnom Jadranu prevladavaju subhumidni uvjeti, ali u južnoj Dalmaciji zbog više padalina imaju humidnu klimu (Zaninović, 2008).

2.5. Klima i turizam

O važnosti klime za ljudske aktivnosti i djelatnosti već je bilo spomena u prethodnim potpoglavljima. Bez obzira na relativnost pojma, ljudi u svakodnevnom životu očekuju tzv. lijepo vrijeme. No kako se vrijeme neprekidno mijenja tijekom dana te da na malim udaljenostima u geografskom prostoru može biti različito, vrlo je teško očekivati idealiziranu i željenu vremensku situaciju. Vrijeme često ne ispunjava ljudska očekivanja i usklađenost s njihovim trenutnim potrebama i planiranim aktivnostima.

Prilikom pripreme i provedbe individualnih ili grupnih turističkih putovanja i svakodnevnih rekreacijskih aktivnosti uloga vremena i klime je odlučujuća za uspješan i ugodan boravak u receptivnim regijama i mjestima. Brojni su klimatski elementi (sl. 12) koji utječu na trajanje i kvalitetu provođenja slobodnog vremena u zimskom ili ljetnom periodu, bez obzira radi li se o rekreaciji u mjestu stalnog boravka ili odabranom mjestu godišnjeg odmora u turističkoj destinaciji.



Sl. 12. Odnos klime i turizma (Izvor: Matzarakis, 2006)

Stanje vremena u receptivnim turističkim regijama i mjestima nije samo važno za ugodan boravak i doživljaj turista, već se direktno odražava na gospodarsku uspješnost turizma i to na turističke agencije i promotore, hotelijere i ugostitelje, prihode jedinica lokalne

i regionalne samouprave, domicilno stanovništvo koje je na bilo koji način ovisno o turizmu i pratećim gospodarskim granama.

2.5.1. Klimatski elementi i pogodnosti za turizam

Promotre li se definicije i pojašnjenja pojmova klima, vrijeme i turizam, uočava se sva složenost i isprepletenost njihovih međusobnih interakcija. Uvažavajući te činjenice odnos klime i vremena s turizmom ima tri bitna obilježja (Matzarakis, 2006):

1) Klima i vrijeme limitirajući su faktori za razvoj turizma u određenim dijelovima svijeta. To se direktno odražava na financijske efekte turističke valorizacije, jer vrijeme i klima djelomice ili u potpunosti ograničavaju brojnije dolaske i trajanje boravka turista u destinacijama s ekstremnim temperaturnim vrijednostima, velikim brojem kišnih dana, velikom vlagom zraka i slično. Turističke agencije najčešće izbjegavaju organizaciju putovanja u takva mjesta, jer je financijski rizik prevelik.

2) Klima i vrijeme nisu samo značajan faktor turističke ponude, već i potražnje. Vrlo često tip i podtip klime te razvoj vremenske situacije postaju odlučujući za odabir destinacije u kojoj se namjerava provesti dio ili cijeli godišnji odmor te vrstu turističko-rekreacijskih aktivnosti za vrijeme boravka. Klima i vrijeme utječu na stav turista o destinaciji u sve tri faze putovanja, i to: u pripremanju, provedbi i razdoblju nakon putovanja. Štoviše, određuje i raspored dnevnih aktivnosti za vrijeme boravka.

3) Odnos klime, vremena i turizma odražava se na još jedan nezanemariv aspekt prilikom organizacije i provedbe putovanja i boravka, a to je ljudsko zdravlje, odnosno na zdravstvene rizike koji se mogu očekivati u turističkoj regiji ili mjestu. Putovanja u klimatski neugodna i rizična područja mogu uzrokovati zdravstvene probleme poput toplotnog udara, sunčаницe, opekline od Sunca, pothlađivanja, smrzavanja i slično. To se posebno odnosi na rizične skupine turista poput starijih, djece, slabije pokretnih ili zdravstveno osjetljivih ljudi.

Na globalnoj razini pogodnost klime za turističke i rekreacijske aktivnosti mogu se deskriptivno procijeniti pomoću modificirane klasifikacije prema Köppenu (tab. 5). Prema takvim procjenama optimalan klimatski tip je sredozemni koji imaju dijelovi Sredozemlja u Africi, Aziji i Europi, Pacifičko primorje SAD-a, središnji dio Čilea te dijelovi zapadne i južne Australije. U ovom klimatskom tipu, ovisno o podtipovima, moguće su sve turističke aktivnosti na otvorenom, uvažavajući odstupanja po godišnjim dobima. Slične uvjete za turizam omogućuje klimatski tip umjereno tople vlažne klime koji prevladava u najvećem dijelu Hrvatske (Istra, Kvarner, Gorska te Panonsko-peripanonska Hrvatska), Zapadne i

Srednje Europe, središnjih i istočnih dijelova SAD-a, Istočne Kine, Japana, južnog Čilea, Argentine, istočne Australije i primorja Republike Južne Afrike.

Tab. 5. Klimatski tipovi i pogodnosti za turizam

Tip	Obilježja	Pogodnosti za turizam	Primjeri destinacija
Klima tropske kišne šume (prašumska)	Visoka vlaga i temperatura, česte padaline, bez sušnog razdoblja; 23 – 30 °C	Nepogodan, pustolovni i ekoturizam	Amazonija, Zavalu Konga
Savanski	Izmjena kišne i sušne sezone, sjeverna polutka: lipanj – studeni južna polutka: prosinac – svibanj	Kupališni turizam, ekoturizam, kišna sezona sparna	Sjever Australije, Tajland Antili
Pustinjski	Velike dnevne amplitude temperature, suh zrak, nedostatak padalina	Pustolovni i ekoturizam, obala u zimskom razdoblju	Srednja i Zapadna Australija, Sjeverna Afrika, Arabijski poluotok
Stepski	Nešto veća količina padalina	Različite sportske aktivnosti	Argentina
Sredozemni	Svježe zime s umjerenom količinom padalina, sušno i vruće ljeto	Najpogodniji tip klime za turizam, kupališni turizam	Dalmatinska obala i otoci, Južna Kalifornija
Umjereno topla vlažna klima	Svježe do hladne zime, umjereno sušno i vruće do toplo ljeto	Izrazito pogodan tip za razne oblike turizma	London, Pariz Istra, Kvarner
Borealni vlažni	Hladne i snježne zime, vruća i kratka ljeta, izražene sezonske promjene	Zimski sportovi, vrlo kratka kupališna sezona	Chicago, Stockholm,
Borealni suhi	Manje padalina	Nepogodna; ekoturizam	Mongolija, dijelovi Kine
Klima tundre i vječnog mraza	Polarna noć, vrlo hladne zime; ljeto traje do 45 dana, a temperature najčešće ispod 10 °C	Krstarenja Arktikom i Antarktikom u ljetnim mjesecima, pustolovni i ekstremni turizam	Sjever Kanade i Ruske Federacije. Grenland, Antarktika
Planinski tip u tropskoj regiji	Stalan snijeg iznad 4500 – 5000 metara. Velike dnevne amplitude temperature, visinski klimatski katovi	Pogodna na visini od 1500 do 3000 metara, zdravstveni turizam, na većim visinama povećan rizik od visinske bolesti, planinarenje i alpinizam	Ande, Meksička Sierra
Planinski tip u umjerenj regiji	Velike sezonske razlike u temperaturi, snježne i hladne zime, stalni snijeg iznad 2500 – 3000 metara	Zimski sportovi, zdravstveni turizam, planinarenje i alpinizam	Zavižan, Denver, Alpe

Izvor: Prema Boniface i dr., 2012., prilagodio autor.

Nasuprot tomu, borealni i snježni tipovi klime zbog niskih temperatura onemogućuju širok spektar turističkih aktivnosti. Dijelovi svijeta s takvim klimatskim tipovima najpogodniji su za ekstremni, pustolovni i ekoturizam. Slično tomu, ali ponajviše zbog visokih temperatura i vlažnosti zraka koji u kombinaciji daju neugodan osjet sparine, su tipovi tropske kišne klime i savanski tip u Amazoniji, zavalu Konga i Jugoistočnoj Aziji. Planinski klimatski tipovi, unatoč rizicima visinske bolesti, omogućuju zdravstveni turizam, planinarenje, alpinizam i mogućnost bavljenja zimskim sportovima (Boniface i dr., 2012).

Veliku praktičnu vrijednost za turistička putovanja ima međusobni odnos temperaturnih zona prema geografskoj širini, klimatskih tipova i prigodne odjeće u kojoj se čovjek osjeća ugodno (tab. 6). Već je napomenuto da se s porastom geografske širine prema jugu ili sjeveru mijenja kut upada Sunčevih zraka što utječe na smanjenje zagrijavanja (usp. 2.3.). Osoba bez ikakve odjeće osjeća hladnoću čim temperatura padne ispod 30 °C. Također je važno istaknuti da loše odabrana ili nedostatna odjeća može u tropskim i suhim temperaturnim zonama prouzročiti dehidraciju i osjećaj neugode s teškim posljedicama po zdravlje turista (Burton, 1995).

Tab. 6. Odnos temperaturnih zona, klimatskih tipova i odjeće

Geografska širina	Temperaturna zona, klimatski tip	Vrsta odjeće
0° 90° N 90° S	Vruća; klima tropskih kišnih šuma, savanski, vrući pustinjski	Minimalna; lagana zaštitna odjeća
	Umjerena topla; sredozemni	Jednoslojna odjeća
	Svježja; umjereno topli vlažni	Dvoslojna odjeća
	Hladna; borealni	Troslojna odjeća
	Ledena; klima tundre i vječnog mraza	Maksimalna; potpuna zaštitna odjeća

Izvor: Prema Burton, 1995., prilagodio autor.

Ograničenja, minimalni i maksimalni uvjeti za implementaciju pojedinih turističkih aktivnosti mogu se promotriti prema tome radi li se o ljetnim aktivnostima na vodi ili kopnu (tab. 7) ili zimskim aktivnostima na snijegu (tab. 8). Vrijednosti u tablicama treba uzeti uvjetno, jer je i izvan postavljenih granica moguć nastavak određenih turističkih aktivnosti, ali uz povećan rizik za zdravlje turista i rekreativaca. Posebno se to odnosi na pojedine oblike selektivnog turizma. Prije svega, to su sportsko-rekreacijski, pustolovni, ekstremni i ekoturizam. U tim oblicima turizma dodatnu atraktivnost predstavljaju održivi pomaci od idealnih vremenskih i ostalih uvjeta, bez obzira radi li se o turističko-rekreacijskim aktivnostima zimi na snijegu ili ljeti na vodu ili kopnu. Najbolji primjer za to je pojava padalina koje u takvim oblicima turizma, premda nisu idealan vremenski uvjet za boravak na otvorenom, nisu prepreka u provođenju planiranih turističko-rekreacijskih aktivnosti.

Tab. 7. Idealni vremenski i ostali uvjeti za ljetne rekreacijske aktivnosti na vodi i kopnu

Aktivnosti na vodi	Plovidba	Skijanje na vodi	Jedrenje	Ribolov	Plivanje i kupanje
Temperatura zraka (°C)	15 – 35	18 – 35	10 – 35	15 – 30	15 – 30
Brzina vjetra (km/h)	< 50	< 15	15 – 50	< 15	< 15
Temperatura vode (°C)	2 – 20	10 – 20	10 – 18	< 18	15 – 20
Padaline	0	0	0	0	0
Vodena površina (ha)	80 – 400	100 – 800	100 – 800	20 – 400	20 – 800
Dubina vode (m)	1,5 – 2,5	> 2,0	1,5 – 2,0	0,5 – 1,0	0,5 – 2,0
Kapacitet nosivosti	1 ha/plovilo	5 ha/plovilo	10 ha/plovilo	-	-
Aktivnosti na kopnu	Kampiranje	Piknici	Golf		
Temperatura zraka (°C)	> 10	10 – 25	10 – 30		
Brzina vjetra (km/h)	< 10	< 20	< 20		
Padaline	Bez padalina	Bez padalina	Bez padalina		

Izvor: Prema Hall i Higham, 2005., prilagodio autor.

Tab. 8. Idealni vremenski i ostali uvjeti za zimske rekreacijske aktivnosti

Vremenski uvjeti	Nordijsko skijanje	Alpsko skijanje	Hodanje po snijegu	Motorne sanjke
Dubina snijega (cm)	20 – 60	20 – 60	20 – 60	30 – 60
Gustoća snijega (g/cm ³)	< 0,6	< 0,6	0,2 – 0,6	0,4 – 0,1
Temperatura zraka (°C)	-2 do -15	5 do -20	10 do -40	10 do -30
Pravljenje snijega (°C)	-3 do -15	-3 do -15	–	-3 do -15
Brzina vjetra (km/h)	< 20	< 15	< 45	< 45

Izvor: Prema Hall i Higham, 2005., prilagodio autor.

Za ugodan i siguran boravak u destinaciji, a s ciljem minimiziranja štetnih utjecaja koje klima može imati na zdravlje turista, nisu presudne samo vrijednosti klimatskih elemenata koje svakodnevno očitavaju i objavljuju nadležne meteorološke službe u receptivnim i tranzitnim turističkim regijama i mjestima. Za dobro osmišljeno planiranje turizma sa svrhom njegovoga uspješnog i nesmetanog razvoja u dužem razdoblju u određenoj turističkoj regiji potrebno je implementirati one pokazatelje koji određuju stvarni termički osjet čovjeka u nekom okruženju u određenom trenutku. Za procjenu tog ljudskog osjeta upotrebljavaju se **bioklimatski** ili **biometeorološki indeksi** (Pleško, 1983; Zaninović, 1983). Oni su važni za određivanje optimalnog razdoblja godine za boravak turista, izbor rekreacijskih aktivnosti uključujući korištenje raspoloživih resursa te vrstu turističkih kretanja u destinaciji. Među brojnim bioklimatskim indeksima za turističku valorizaciju najvažniji su efektivna temperatura, indeks neugode, indeks ohlađivanja i turistički klimatski indeks.

Efektivna temperatura (Eft_z) je mjera za odnos temperature zraka i relativne vlage. O tom odnosu ovisi osjet sparine ili ugone. Efektivna se temperatura definira kao ona temperatura zraka koja u ljudskom organizmu uzrokuje isti osjet topline pri različitim veličinama relativne vlage (Šegota, 1985). Izražava se u °C, a izračunava se prema jednadžbi:

$$EFT_z = T_z - 0,4(T_z - 10)\left(1 - \frac{RV}{100}\right)$$

gdje je T_z temperatura zraka, a RV relativna vlaga. Prema dobivenim rezultatima iz jednadžbe, klima se jednostavno može podijeliti na:

EfT_z oko 20 °C – klima je optimalna

$EfT_z > 24$ °C – osjeća se sparina

$EfT_z > 30$ °C – klima je nepodnošljiva.

Osjet sparine se javlja samo u ljetnim mjesecima u umjerenim širinama pa se pri izradi planova razvoja turizma u određenoj regiji ili mjestu posebno važno uvrstiti taj pokazatelj. To se naročito odnosi na primorske destinacije ljetnoga, odmorišnog turizma koji svoj razvoj, s obzirom na atraktivnost klime i mora, vremenski koncentriraju u lipnju, srpnju, kolovozu i rujnu.

Indeks neugode (DI) sličan je prethodnom indeksu. Računa se prema sljedećoj jednadžbi (Pleško, 1983):

$$DI = \frac{(T + T_m)}{2}$$

gdje je DI indeks neugode; T je temperatura suhog, a T_m mokrog termometra. Prema dobivenim vrijednostima mogu se izdvojiti dijelovi geografskog prostora s obzirom na osjet ugone ili neugode kod ljudi:

DI 20 °C – svi se ljudi osjećaju ugodno

DI 24 °C – polovica se ljudi osjeća neugodno

DI 28 °C – većina se ljudi osjeća neugodno.

Osjet topline ne ovisi samo o temperaturi zraka, nego i o brzini vjetra jer on odnosi topli zrak koji nastaje u sloju od nekoliko milimetara uz ljudsku kožu te utječe na isparavanje znoja. Povećanjem brzine vjetra ili padom temperature zraka raste gubitak topline s ljudske kože. Taj se proces kvantitativno izražava i određuje kao **indeks ohlađivanja (H)**. To je veličina koja se količina topline gubi s jednog kvadratnog centimetra ljudskog tijela u jednoj

sekundi pri temperaturi tijela od 36,5 °C (Pleško, 1983; Zaninović, 1983; Šegota, 1985). Indeks ohlađivanja pri brzini vjetra većoj od 1 m/s izračunava se pomoću sljedeće jednadžbe:

$$H = (0,13 + 0,47 \sqrt{V})(36,5 - T_z)$$

a ako je brzina vjetra manja od 1m/s:

$$H = (0,20 + 0,40 \sqrt{V})(36,5 - T_z)$$

Pri čemu je H indeks ohlađivanja, V brzina vjetra i T_z temperatura zraka. Prema Schmidtovoj skali osjeta ugođe prema indeksu ohlađivanja ($\text{mcal cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) izdvaja se sedam osjeta topline:

H > 55 izvanredno studeno

H 40 – 55 vrlo studeno

H 30 – 40 studeno

H 22 – 30 hladno

H 15 – 22 blago

H 10 – 15 toplo

H < 10 sparno.

Indeksi ohlađivanja mogu se upotrebljavati za biološku klasifikaciju klima. Prema Conradovoj klasifikaciji baziranoj na indeksu ohlađivanja ($\text{mcal cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) izdvojeno je pet klimatskih tipova (klima):

H > 40 prehladna

H 30 – 40 jako podražajna

H 20 – 30 blago podražajna

H 10 – 20 poštredna (relaksirajuća)

H < 10 pretopla.

Indeks ohlađivanja je, poput efektivne temperature i indeksa neugode, izrazito važan u brojnim turističkim aktivnostima, kao i ocjeni pogodnosti nekoga receptivnog turističkog mjesta ili regije. Nadasve je važan za sve one oblike turizma koji se najvećim dijelom odvijaju i provode izvan zatvorenih prostora. To se ponajprije odnosi na određene vrste sportsko-rekreacijskog turizma poput pješaćenja, planinarenja, alpinizma, cikloturizma, sportskih aktivnosti na vodi te za aktivnosti u ruralnom, pustolovnom i ekoturizmu.

Turistički klimatski indeks (TCI) složeni je pokazatelj pogodnosti i atraktivnosti klime za planiranje, implementaciju i razvoj turizma te ugone turista u određenoj turističkoj regiji ili mjestu (Mieczkowski, 1985; Matzarakis, 2006; Jahić i Mezetović, 2014). Turistički klimatski indeks prvi je put pojašnjen i primijenjen 1985. godine, a izračunava se na temelju sedam klimatskih parametara na mjesečnoj razini: 1. maksimalna dnevna temperatura zraka (°C), 2. srednja dnevna temperatura zraka (°C), 3. minimalna dnevna relativna vlaga zraka (%), 4. srednja dnevna relativna vlaga zraka (%), 5. količina padalina (mm), 6. srednje dnevno trajanje insolacije (h) i 7. brzina vjetra (m/s). Prve četiri varijable uzimaju se u obzir za izračunavanje termičkog komfora turista, prilikom čega se varijable 1. i 3. kombiniraju za izračunavanje dnevnog (tijekom trajanja sijanja Sunca), a varijable 2. i 4. za izračunavanje cjelodnevnog (24 sata) termičkog komfora turista. Turistički klimatski indeks izračunava se prema sljedećoj jednadžbi:

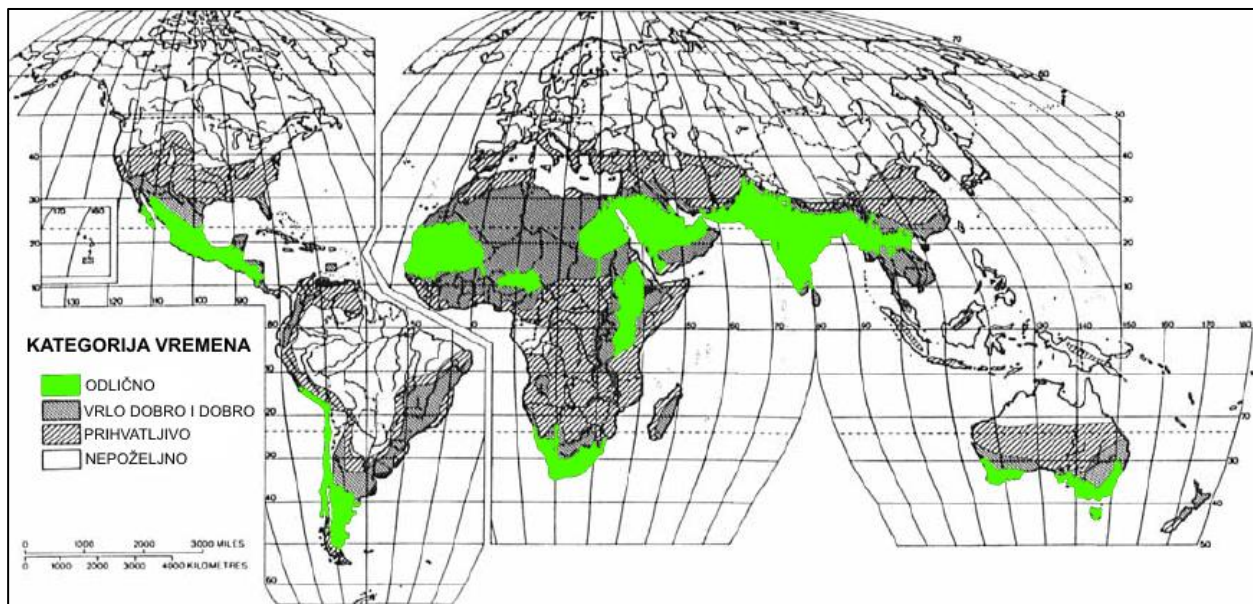
$$TCI = 2Tk + Tk_{24} + 2R + 2S + W$$

gdje je Tk dnevni indeks termičkog komfora, Tk_{24} cjelodnevni indeks termičkog komfora, R količina padalina, S trajanje insolacije i W brzina vjetra. Svaki od parametara ima maksimalnu moguću vrijednost u iznosu od pet bodova pa se navedena jednadžba množi s 2. Vrijednosti indeksa deskriptivno su ocijenjene na sljedeći način (Mieczkowski, 1985):

- 90 – 100 idealno vrijeme
- 80 – 89 odlično vrijeme
- 70 – 79 vrlo dobro vrijeme
- 60 – 69 dobro vrijeme
- 50 – 59 prihvatljivo vrijeme
- 40 – 49 granično prihvatljivo vrijeme
- 30 – 39 nepoželjno vrijeme
- 20 – 29 vrlo nepoželjno vrijeme
- 10 – 19 ekstremno nepoželjno vrijeme
- 30 – 9 nemoguće vrijeme.

Pojednostavljena verzija turističkoga klimatskog indeksa u svrhu prikaza na tematskim geografskim kartama izdvaja četiri kategorije: odlično, vrlo dobro i dobro, prihvatljivo te nepoželjno vrijeme. Prema navedenom, u siječnju odlično vrijeme za boravak i ugodu turista imaju dijelovi Meksika i Američke prevlake, pacifičko primorje Južne Amerike i južna

polovica Argentine, sjeverni dijelovi Zapadne Afrike, Egipat i sjeverni dijelovi Sudana, srednje porječje Nila, jug Republike Južne Afrike, Južna Azija, dijelovi Jugoistočne Azije, dijelovi Arabijskog poluotoka te južni dijelovi Australije (sl. 13).



Sl. 13. Kategorije vremena prema Turističkom klimatskom indeksu (Izvor: Mieczkowski, 1985).

Osim ovih bioklimatskih indeksa u turističkoj valorizaciji, naročito onih destinacija koji razvoj zasnivaju na ljetnom, odmorišnom turizmu, a čije se glavne atraktivnosti insolacija, temperatura zraka, obalni (marinski) reljef te fizičko-kemijska svojstva mora, rijeka ili jezera, nužno je promotriti utjecaj te procijeniti štetnost Sunčeve radijacije. Model razvoja turizma u sredozemnim državama, pa tako i u Hrvatskoj, posljednjih se sedamdeset godina zasnivao na ponudi „Sunca i mora“. Preplanula koža turista izazvana izloženošću Sunčevim zrakama tijekom godišnjeg odmora postala je tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća pitanje prestiža i dio modnog izričaja.

Već je spomenuto da najveći dio Sunčeve radijacije otpada na ultraljubičasti dio, vidljivu radijaciju i infracrvene zrake. Izloženost ultraljubičastim zrakama uzrokuje tamnjenje ljudske kože, ali pretjerivanje u izlaganju Sunčevim zrakama može zbog tog dijela spektra imati štetne posljedice po zdravlje (Filipčić, 1996). Sunčanje tako može izazvati crvenilo kože, pojavu plikova, opekline, povišenu temperaturu, glavobolju, gubitak apetita i slično. Zbog toga se turistima preporuča trajanje sunčanja u minutama tijekom prvog dana izlaganja u ljetnim mjesecima na 45° sjeverne geografske širine (tab. 9).

Tab. 9. Preporučeno trajanje sunčanja u minutama tijekom prvog dana boravka

Sat	7	8 – 9	9 – 10	10 – 11	11 – 12	13 – 14	14 – 15	15 – 16	16 – 17
Lipanj	15	12	10	8	6	8	10	12	14
Srpanj	18	14	12	10	10	8	10	10	12
Kolovoz	20	14	12	10	8	8	10	12	14
Rujan	–	18	15	11	9	9	11	15	20

Izvor: Prema Dukić, 1981; prilagodio autor.

Osim toga izlaganje Sunčevim zrakama ne preporuča se onima koji boluju od tuberkuloze pluća, težih neuroza i neurastenija, šećerne bolesti, čira na želucu, epilepsije, arterioskleroze, miokarditisa, stenokardije i zloćudnih tumora (Dukić, 1981).

2.5.2 Utjecaji promjene klime na turizam

U prethodnim potpoglavljima naglašena je uloga vremena i klime u turizmu i rekreaciji. Od pojave turizma klima je bila jedan od odlučujućih faktora pri odabiru mjesta ili regije u kojoj se namjerava provesti dio slobodnog vremena. S obzirom na to da se vrijeme kao trenutno stanje atmosfere ne može posve sigurno i detaljno predvidjeti u višednevnom nizu u kojem se realizira turistički posjet i boravak u nekom mjestu, potencijalni se turisti pri odabiru destinacije nužno oslanjaju na klimu kao prosječno stanje atmosfere. Isto se tako pri izradi i mjerama provedbe prostorno planskih i razvojnih dokumenata za receptivne turističke regije i mjesta naglasak stavlja na srednje vrijednosti klimatskih elemenata. Dakle, vrijeme, premda presudno za ugodan i nesmetan boravak turista u određenoj destinaciji, zbog svoje nestalnosti i neprekidne promjenjivosti ne može biti mjerilo turističke atraktivnosti. No može li se i klima mijenjati? Odgovor na ovo pitanje vrlo je slojevit i višeznačan zbog velike raznolikosti klimatskih obilježja na Zemlji, modifikatora te u konačnici isprepletenosti s nizom ostalih faktora od kojih je u sve većem interesu pretpostavljeni i stvarni utjecaj ljudskih aktivnosti i djelatnosti.

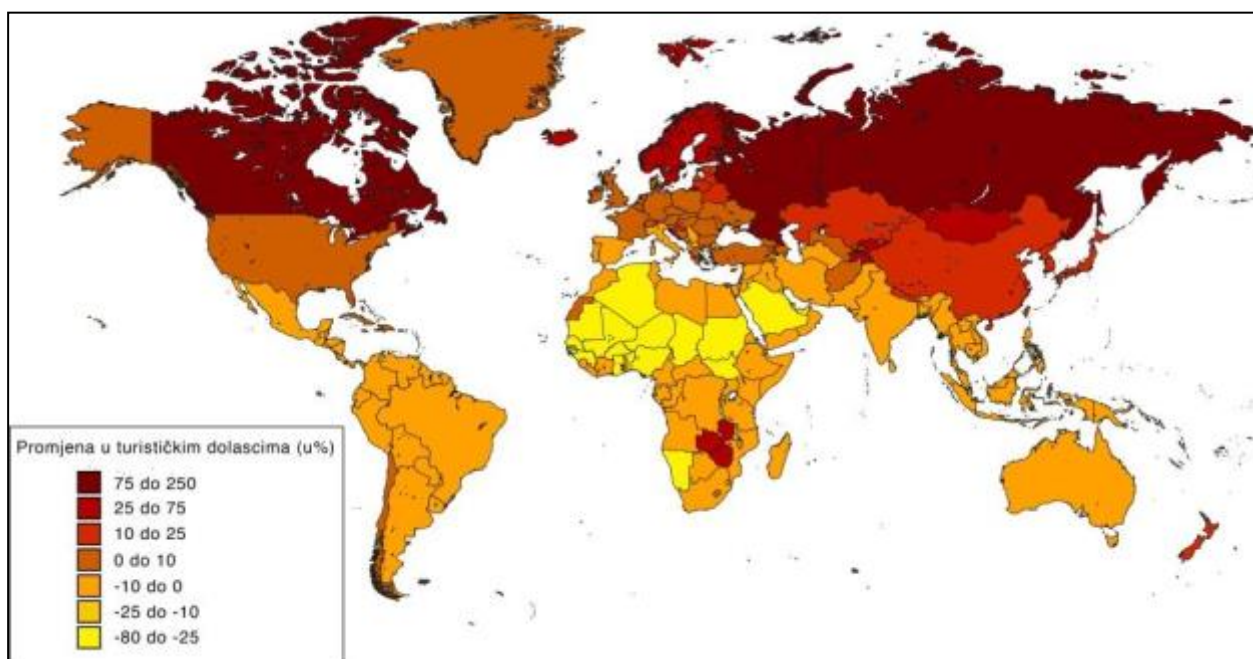
Teme vezane za problematiku promjene klime u suvremenom se ljudskom društvu nameću na svim razinama djelovanja i komunikacije, od privatnih razgovora, masovnih medija, ekonomskoga i prostornog planiranja, političkih skupova do znanstvene zajednice. Vrlo se često radi o neodmjerenom senzacionalizmu i potrebi za pridobivanjem, ponajprije, medijske pažnje. Tako se nekoliko uzastopnih dana s niskim temperaturama u siječnju, praćenih snijegom okarakterizira kao najava ledenog doba, a vrući dani tijekom ljeta kao početak ulaska u razdoblje dugotrajnih i katastrofalnih suša.

Promjene klime ili **klimatske promjene** uopćeni je naziv kojim su obuhvaćeni svi oblici nepostojanosti klime, a može biti različitog trajanja i raspona. U klimatologiji se koriste tridesetogodišnja razdoblja, a posljednje takvo razdoblje je prema Svjetskoj meteorološkoj organizaciji (WMO) bilo ono od 1961. do 1990. godine. Ako se promjene klimatskih elemenata promatraju unutar pojedinog tridesetogodišnjeg razdoblja, onda ne se ne radi o klimatskim promjenama, već o varijabilnostima pojedinoga klimatskog elementa. Pritom se ne smije smetnuti s uma da klima kao prosječan tijek vremena uključuje i odstupanja od prosjeka, a ako su ta odstupanja vrlo velika tada se govori o ekstremima. Jednako tako, ako se vrijednosti nekoga klimatskog elementa stalno povećavaju ili smanjuju, tada se to naziva razvoj klime (Filipčić, 1998; Maradin, 2014).

Znanstvena zajednica koja se bavi klimatskim promjenama i njihovim posljedicama u posljednjih je pedeset godina podijeljena glede pravca, intenziteta te uzročnika promjena. Najjednostavnija podjela budućeg pravca klimatskih promjena izdvaja tri vrste scenarija: neznatna promjena klime, zatopljenje i zahlađenje. Između tih scenarija postoje brojne varijante klimatskih promjena. Prema jednima, dolazi do globalnog zatopljenja koje je uzrokovao čovjek i njegove aktivnosti, a prema drugima zatopljenje u posljednja dva desetljeća je privremeno, a nakon njega slijedi postupno zahlađenje kao uvod u novo ledeno doba. Potonji svoje scenarije temelje na Milankovićevoj teoriji koji je matematički proračunao promjenu oblika Zemljine putanje oko Sunca. Krajnje pojednostavljeno, kad je Zemlja bliže Suncu događaju se zatopljenja, kad se udaljuje ulazimo u ledeno doba (Matthews i Herbert, 2008). Ta skupina znanstvenika umanjuje ulogu čovjeka u recentnim zatopljenjima te pojavama suša i poplava obrazlažući svoju tvrdnju da su se takve pojave već događale tijekom ljudske povijesti kad nije bilo utjecaja industrije i prometa.

Promjene klime se na turizam kao izrazito heterogen, fluidan i fragilan sustav u geografskom prostoru mogu promatrati dvojako. Prvo je koliko će scenarij zatopljenja utjecati na globalna turistička kretanja i na kretanja u pojedinim velikim svjetskim receptivnim turističkim regijama (porast ili pad broja turističkih dolazaka i noćenja). Drugi aspekt se odnosi na turizam kao fenomen koji je doprinio sadašnjim trendovima zatopljenja. Pod pretpostavkom da se navedeni scenarij zatopljenja u sljedećem tridesetogodišnjem razdoblju potvrdi te da se razvoj klime okarakterizira kao promjena klime (toplija klima na Zemlji u odnosu na prethodno tridesetogodišnje razdoblje) tada se pretpostavlja da će doći do promjena turističkih pokazatelja, drugačijeg razvoja destinacija u velikim receptivnim regijama, ovisno o veličini promjene pojedinih klimatskih elemenata.

Klimatske promjene i posljedice koje će imati na turizam i rekreaciju treba promotriti s tri aspekta. Prvi je odraz i posljedica zatopljenja s obzirom na tip destinacije (obalna, planinska, kupališna, urbana itd.). Drugi je regija u kojoj se destinacija nalazi (Sredozemlje, Antili, Zapadna Europa itd.), a treći je vremenska projekcija promjena i to prema kratkoročnoj projekciji do 2039. godine, srednjoročnoj do 2069. te dugoročnoj do kraja 21. stoljeća. Prema projekciji do 2025. godine i pretpostavkom zatopljenja od 1 °C doći će do znatnih promjena u velikim receptivnim turističkim regijama (sl. 14). Države u Sredozemlju, vodećoj primorskoj regiji svijeta koje znatan dio svoje atrakcijske osnove zasnivaju na klimi kao potencijalu za razvoj ljetnoga, odmorišnog turizma, zabilježit će pad od 10 do 80 %. Sličan scenarij očekuje i dijelove Subsaharske Afrike, Južnu i Jugozapadnu Aziju (osim Nepala i Butana), Australiju, Latinsku Ameriku (osim Čilea). Te negativne promjene zahvatit će i obalnu regiju Hrvatske.



Sl. 14. Promjena u turističkim dolascima do 2025. godine u uvjetima zatopljenja od 1°C (Izvor: Hamilton i dr., 2005a)

Nasuprot tomu do 2025. godine velik porast turističkih dolazaka, od 10 do 250 %, zabilježit će Kanada, Sjeverna Europa, Ruska Federacija i dijelovi Istočne Azije. Ostale regije imat će umjeren porast, stagnaciju ili neznatan pad. (Hamilton i dr., 2005a; 2005b).

Detaljniji opis posljedica globalnih klimatskih promjena prema scenariju zatopljenja na velike turističke regije (tab. 10) također otkriva potencijalne promjene koje će zahvatiti svjetsko turističko tržište u narednim desetljećima. Prema tomu sve velike turističke regije će do 2050. godine, a neke vjerojatno i ranije, doživjeti promjene različitih obilježja i intenziteta.

Srednje vrijednosti temperatura zraka i padalina kao turistički najvažniji klimatski elementi utjecat će na značajne promjene odnosa između današnjih emitivnih i receptivnih regija.

Tab. 10. Moguće posljedice klimatskih promjena (zatopljenje) na velike turističke regije

Regija	Temperatura zraka	Padaline	Posljedice
Sjeverna Europa	0,4 – 0,8 °C porast po desetljeću; Povećanje zimskih i ljetnih temperatura; Manji broj dana s mrazom	Povećana količina i intenziteta kiše zimi; Smanjenje kiše ljeti	Ljeta postaju atraktivnija i pouzdanija
Alpe i druge planinske regije	Povećanje zimskih temperatura; Snježna granica se povisuje za 100 metara po desetljeću	Povećanje snježnih padalina; Suša ljeta	Povećan rizik lavina; Kraća skijaška sezona; Veća potražnja za višim destinacijama; Produženje sezone bez skijanja
Sredozemlje	0,3 – 0,7 °C porast po desetljeću; Porast bioklimatskih indeksa; Porast broja dana s temperaturom iznad 40 °C	Smanjenje ljetnih kiša do 15 %; Povećana dezertifikacija; Povećane zimske kiše; Povećana erozija i spiranje	Povećan rizik šumskih požara i bujica; Povećana potražnja za izvorima vode; Primorja izložena porastu razine mora
Sjeverna Afrika i Jugozapadna Azija	0,3 – 0,7 °C porast po desetljeću; Porast broja vrlo vrućih dana; Suša ljeta u Sjevernoj Africi, vlažnija u Jugozapadnoj Aziji	Neznatno smanjenje godišnje količine kišnih padalina; Pljuskovi većeg intenziteta; Povećan rizik bujica i erozije;	Povećana potražnja za izvorima vode; Primorja izložena podizanju razine mora; Povećanje temperature mora; Jačanje zimske sezone
Subsaharska Afrika	0,3 – 0,7 °C porast po desetljeću;	Povećanje zimskih padalina (10 – 15 %); Vlažnija ljeta u Sahari	Vlažnije i toplije zime; Suša i vruća ljeta; Neznatan pad potražnje
Angloamerika	0,3 – 0,7 °C porast po desetljeću	Neznatan porast godišnje količine kiše; Pljuskovi većeg intenziteta	Povećanje padalina i uragana
Latinska Amerika	0,2 – 0,6 °C porast po desetljeću;	Porast padalina za 3 %; Pljuskovi većeg intenziteta	Povećanje padalina i uragana; Povećan interes za zimskim središtima u Andama
Istočna i Sjeverna Azija	0,4 – 0,8 °C porast po desetljeću; Povećanje zimskih i ljetnih temperatura; Manji broj dana s mrazom	Povećana količina i intenziteta kiše zimi; Smanjenje kiše ljeti	Ljeta postaju atraktivnija i pouzdanija
Južna Azija	0,1 – 0,5 °C porast po desetljeću;	Male promjene	Obalna područja podložnija podizanju razine mora
Australija i Oceanija	0,1 – 0,5 °C porast po desetljeću;	Male promjene	Manji otoci države izloženi podizanju razine mora
Svijet	0,2 – 0,6 °C porast po desetljeću; Smanjenje dnevnih amplituda temperature	Porast kišnih padalina 3 – 10 % do 2050. Povećanje suše u kontinentskim regijama	4 – 10 cm porast razine mora po desetljeću

Izvor: Prema Mather i dr., 2005., prilagodio autor

Posebno se to odnosi na primorske regije kojima prijeti podizanje razine mora što implicira potapanje kupališta, obalnih smještajnih kapaciteta i druge turističke infrastrukture.

Štoviše, projekcije za turističku regiju Europsko Sredozemlje ukazuju da se prema scenariju zatopljenja južni dio regije klimatski „seli“ prema sjeveru u razdoblju do 2020. ili 2030. godine. Dio današnjih destinacija kupališnog turizma poput Larnace na Cipru i Antalyje u Turskoj postaju nepogodne u ljetnim mjesecima, dok se za Nicu u Francuskoj i Milos u Grčkoj to očekuje tek sredinom ovog stoljeća. Destinacije urbanog turizma Atena i Istanbul već su danas tijekom ljetnih mjeseci klimatski neprihvatljivi, a Barcelona i Marseilles će to postati sredinom, odnosno krajem stoljeća (Rutty i Scott, 2010). Osim toga, regije ljetnoga, odmorišnog turizma u sredozemnoj i stepskoj klimi na Sredozemlju, Sjevernoj Africi i Jugozapadnoj Aziji suočit će se povećanom potražnjom za izvorima vode u turističkoj opskrbi zbog dugotrajnih suša. No s obzirom na to da na međunarodna turistička kretanja, osim klimatskih promjena, utječu i društvene promjene, politička situacija, rast gospodarstva, demografski trendovi te promjene u okolišu, Svjetska turistička organizacija (UNWTO) predviđa godišnji rast od 3 %. Ta se predikcija odnosi na kretanja između Sjeverne Europe i Sredozemlja te Angloamerike i Antila. Uvažavajući globalno zatopljenje, projekciju treba umanjiti pa bi godišnje stope rasta iznosile 2 – 2,5 % (Mather i dr., 2005).

Utjecaj turizma na klimatske promjene prema scenariju zatopljenja mogu se promotriti kroz emisiju CO₂ koja se odvija tijekom putovanja i boravka turista u destinaciji. Najveći udio u emisiji ima promet u turizmu koji čini 75 %. Smještajni kapaciteti proizvedu daljnjih 21 %, dok ostale turističke aktivnosti obuhvaćaju 4 % emisije. Od vrsta prometa, zračni promet ima udio u emisiji 40 %, cestovni 32 %, ostale vrste prometa 3 %. Prema vrstama smještajnih kapaciteta najveći udio imaju hoteli i apartmani, a najmanji kampovi i pansioni (UNWTO, 2008).

3. VODA KAO TURISTIČKI RESURS I ATRAKTIVNOST

Sunčeva radijacija, tlo, sastav atmosfere i voda presudni su uvjeti za cjelokupan život na Zemlji. Voda predstavlja jedinstvenu prirodnu tvar koja uvjetuje život i omogućava sve ljudske aktivnosti i gospodarske djelatnosti. Univerzalna je tvar jer se javlja u sva tri agregatna stanja, krutom, tekućem i plinovitom, a prisutna je gotovo svugdje. Vodeni omotač Zemlje ili hidrosfera nastao je prije 3,5 – 4 milijarde godina, a međusobno je povezan i isprepleten s litosferom, atmosferom i biosferom. Prostire se do 15 kilometara u visini i 1 kilometar u dubinu litosfere.

U turizmu i rekreaciji voda je ponajprije preduvjet svakog planiranja, implementacije i realizacije strategija, planova, projekata razvoja nevaloriziranih, potencijalnih i valoriziranih turističkih regija i mjesta. Ponajprije kao neizravni turistički resurs u sklopu vodoopskrbnog segmenta komunalne infrastrukture i društvenog standarda. No ono što je s turističko-geografskog aspekta daleko važnije, voda je temeljni turistički resurs u skupini prirodnih atrakcija, a u brojnim destinacijama najvažniji element ponude. To se ponajviše odnosi na destinacije u primorju, uz rijeke i jezera, termalne i mineralne izvore. Najbolji primjer za to je Hrvatska koja svoj uspješan turistički razvoj duguje, između ostalog, povoljnim fizičkim i kemijskim svojstvima Jadranskog mora.

3.1. Količina i posebna svojstva vode

3.1.1. Količina vode

Ukupna količina vode na Zemlji, bez one koja je fizički i kemijski vezana u litosferi i plaštu, iznosi 1 385 984 610 km³ od čega je 1 338 000 km³ ili 96,5 % svjetsko more (oceani), a sve ostale vode čine svega 47 971 710 km³ ili 3,5 % vode na Zemlji (tab. 11). Promotri li se kemijski sastav onda je 97,5 % vode na Zemlji slano ili s drugim mineralima, a samo 2,5 % je slatka voda. Također je važno istaknuti da se 68,7 % zaliha slatke vode nalazi u ledenim pokrovima polarnih regija i ledenjacima koja je teško dostupna za širu ljudsku uporabu. Daljnjih 30 % je voda u podzemlju pa preostaje nešto više od 1 % vode koja se može koristiti za sve potrebe, od pića i pranja u svakodnevnom životu do gospodarskih potreba (Shiklomanov i Sokolov, 1983).

Dio slatke vode dostupne ljudima upravo je zbog gospodarskih djelatnosti i neracionalnog korištenja dugoročno ugroženo za upotrebu. No ako se zahvati sva voda u

podzemlju do dubine od jedan kilometar i dostupan snijeg i led, tada je za ljudske potrebe dostupno 0,27 % od ukupne vode na Zemlji. Premda se ovaj iznos čini nedostatnim, to je ukupno 146 milijuna litara po osobi dnevno, ako se broj stanovnika na Zemlji procijeni na 7 milijardi (Davie, 2008).

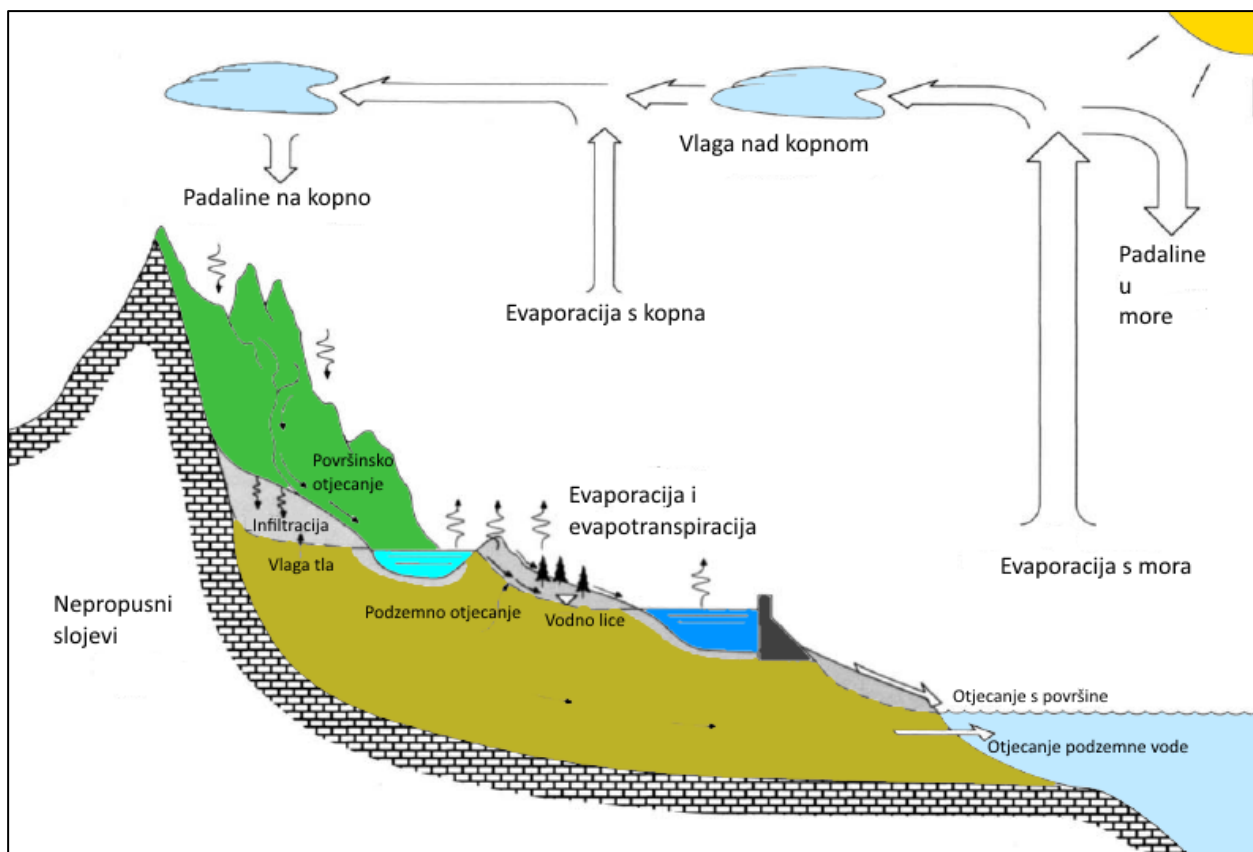
Tab. 11. Količina vode na Zemlji

Vrsta vode	Površina (km ²)	Obujam (km ³)	Udio u obujmu (%)
More (oceani)	361 300 000	1 338 000 000	96,54
Led, ledenjaci i snijeg	16 227 500	24 064 100	1,74
Voda u podzemlju	134 800 000	23 400 000	1,69
Permafrost	21 000 000	300 000	0,022
Jezera	2 058 000	176 400	0,013
Tlo	82 000 000	16 500	0,001
Atmosfera	510 000 000	12 900	0,001
Močvare	2 682 600	11 470	0,0008
Rijeke	148 800 000	2 120	0,0002
Voda u živim bićima	510 000 000	1 120	0,0001
Ukupno	510 000 000	1 385 984 610	100,00

Izvor: Prema Shiklomanov i Sokolov, 1983., obradio autor.

3.1.2. Posebna svojstva vode

S geografskoga i ekološkog aspekta proučavanja i istraživanja, najvažnija svojstva vode u fizičkoj geografiji, odnosno hidrogeografiji su: gibanje vode, obnova i samočišćenje (autopurifikacija). **Gibanje vode** na Zemlji je neprekidno, a odvija se pod Sunčeve energije. Najvažniju ulogu pri tome ima more, jer se s njega ispari enormna količina vode, pa je ono glavni izvor slatke vode na Zemlji. More stvara 90 % vlage u atmosferi otkuda potječu padaline i sva voda na kopnu. Računa se da svake minute s površine Zemlje ispari jedna milijarda tona vode, odnosno 525 000 km³ vode godišnje. Dakle, voda u hidrosferi kruži kroz gotovo neograničen broj putova tvoreći **hidrološki ciklus**. Isparena voda s oceana koja se opet padalinama vraća natrag u ocean tvori **mali hidrološki ciklus**. Za razliku od toga, **veliki hidrološki ciklus** čini veliki broj hidroloških, geoloških, geomorfoloških i klimatoloških pojava i procesa u kojem se voda premješta, preobražava i obnavlja na površini Zemlje, u njenoj unutrašnjosti i atmosferi (sl. 15). Padaline padaju na kopno, natapaju ga, jednim dijelom otječu niz padine stvarajući privremene i stalne tekućice i jezera. Djelomično se takva voda procjeđuje u tlo, nastaje podzemna voda, a drugi dio isparava kroz evaporaciju ili kroz transpiraciju biljaka. Dio vode iz podzemlja izvire te stvara i održava rijeke i jezera, dok se



Sl. 15. Hidrološki ciklus (Prema Chow i dr., 1988., prilagodio autor).

dio giba kroz podzemlje do mora. Voda koja je dospjela u atmosferu isparavanjem iz voda na kopnu, nastavlja stalno gibanje vode u prirodi. Zračnim strujanjima vlaga se prenosi na kopno gdje se pojavljuje kao padalina natapajući tlo, a ciklus završava otjecanjem vode tekućicama u more (Chow i dr., 1988; Riđanović, 1989).

Obnova ili samoobnova vode rezultat je stalnoga gibanja ili kruženja vode u kojem je najvažnija izmjena ona između kopna i oceana. U globalnom procesu gibanja vode ima nekoliko etapa, a za život i gospodarske djelatnosti na Zemlji najvažnija je izmjena između mora i atmosfere, a još uže između atmosfere i biosfere. Najbrže se voda obnavlja u živim organizmima (biljke) i to u procesima transpiracije. Voda u atmosferi nastaje isparavanjem s mora i kopna, a izmjeni se za osam dana. Riječna voda u koritima na razinu srednjeg vodostaja obnavi se za 16 dana. No ovisno o geološko-geografskim obilježjima terena obnavi se za 9 do 16 dana. U jezerima se voda u prosjeku obnavlja za 17 godina, premda se u manjim jezerima obnavi za godinu, dok je kod velikih jezera potrebno nekoliko stotina godina. Vrijeme obnove vode u podzemlju raste prema površini pa se tako najbrže obnavlja slatka voda do dubine od 200 metara. Najduže se obnavlja voda u ledenjacima, ledenim pokrovima u polarnim područjima i zaleđenoj vodi u podzemlju (merzlota) kojoj za izmjenu treba čak 10 000 godina (tab. 12) (Babkin, 2003).

Tab. 12. Vrijeme obnove vode

POJAVLJIVANJE VODE	VRIJEME
Voda u živim bićima (biološka voda)	Nekoliko sati
Voda u atmosferi	8 dana
Voda u tekućicama (rijekama)	16 dana
Vlaga u tlu	1 godina
Voda u močvarama	5 godina
Voda u jezerima	17 godina
Voda u podzemlju	1 400 godina
Voda u ledenjacima	1 600 godina
Voda u moru (oceanima)	2 500 godina
Voda u ledenim pokrovima	9 700 godina
Voda kao led u podzemlju	10 000 godina

Izvor: Babkin, 2003.

Samočišćenje ili **autopurifikacija vode** svojstvo je vode koje prirodnim procesima obnavlja poželjnu kakvoću do određene granice što omogućava njezinu primjenu za potrebe ljudskih aktivnosti i djelatnosti. To svojstvo je, ustvari, sposobnost vode da se sama pročisti i neutralizira opasnosti od otpadnih tvari koje su u nju dospjele. Postojanje živog svijeta uvjetuje autopurifikaciju. Naime u vodi žive autotrofni organizmi koji grade organsku tvar i heterotrofni organizmi koji razgrađuju organsku tvar. Ako se u vodi ostvari biološka ravnoteža između heterotrofnih i autotrofnih organizama, uz dovoljno svjetlosti, dovoljnu količinu kisika i prisutnost mnogobrojnih organizama, voda će imati svojstvo autopurifikacije. Intenzitet autopurifikacije ovisi o brzini otjecanja, temperaturi vode i strukturi korita, a najveći će biti u brzim vodama s mnogo kisika gdje postoje povoljniji uvjeti za prijelaz kisika iz zraka u tekuću vodu što je karakteristično za gorske tekućice (Riđanović, 1989).

3.2. More

Premda su ljudi svojim životom i biološkom predodređenošću primarno vezani za kopno, more je oduvijek, s različitih aspekata, pobuđivalo ljudski interes, radoznalost te želju za istraživanjem i upoznavanjem. More se od pamtivijeka nastoji preploviti, savladati, ograničiti, gospodarski iskoristiti te podrediti ljudskim potrebama i htijenjima. Ono je besplatan i još uvijek, unatoč razvijenoj informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji, opasan i nepredvidiv plovni put. S turističko-rekreacijskog aspekta, more, uz klimu, predstavlja temeljnu prirodnu atrakciju i osnovu razvoja u brojnim regijama i mjestima. Iz njega potječe život, a najvažniji je u obnovi i kruženju vode na Zemlji. **More** se može definirati kao najveći i jedinstveni obujam slane vode koja povezuje i objedinjuje izdignute dijelove kopna na

Zemlji. More je nastalo kad su se stvorili uvjeti da se plinoviti dijelovi atmosfere puno veće mase od današnjih slojeva, snižavanjem temperature pretvore u današnje oceane (Bonačić, 1987; Riđanović, 1989).

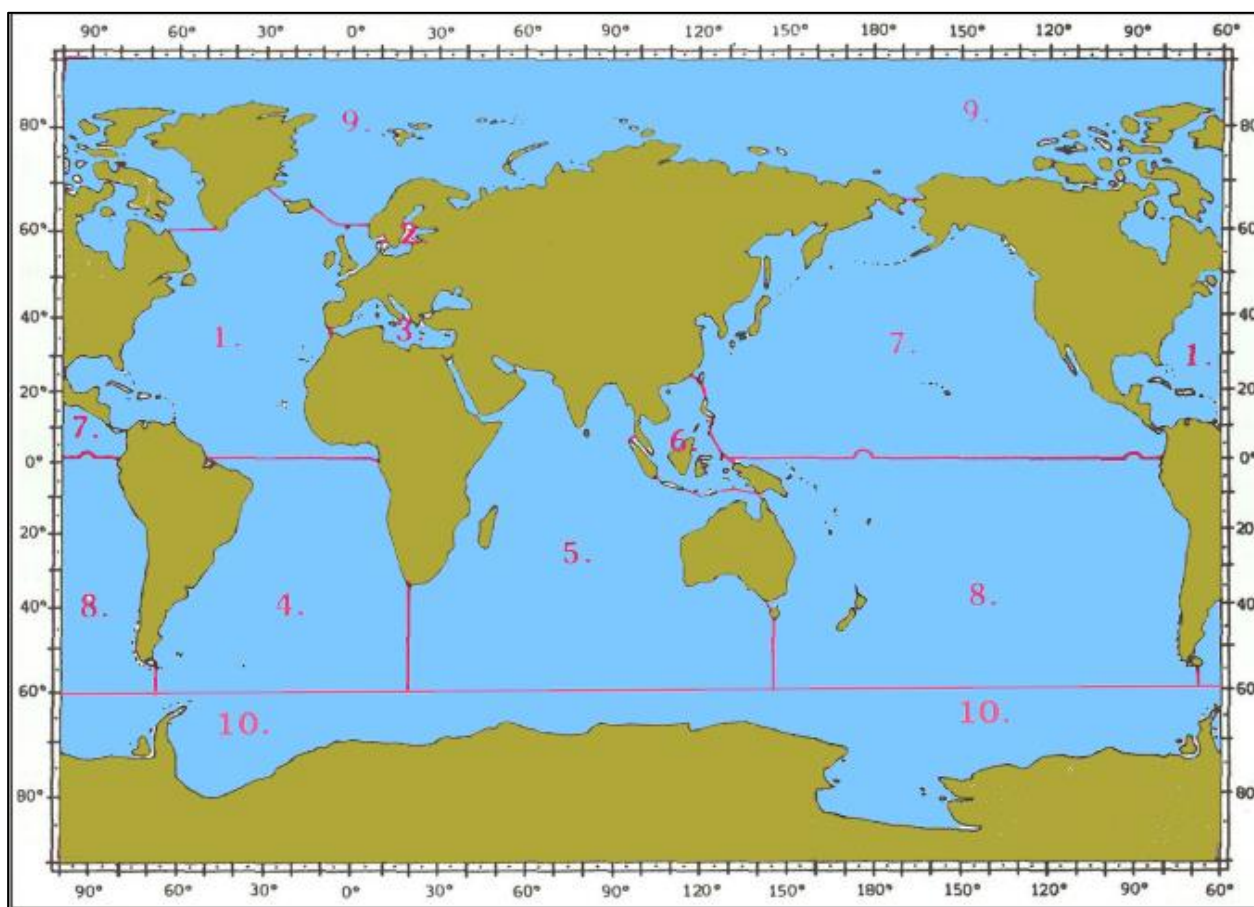
Geografska raspodjela kopna i mora mijenjala se tijekom Zemljine prošlosti sa znakovitim posljedicama na izgled i strukturu Zemlje. Današnje stanje odnosa mora i kopna rezultat je prevladavajućih procesa tijekom holocena. U posljednjih se 20 tisuća godina dogodio niz globalnih promjena u odnosu mora i kopna. Naime tada je razina mora bila niža oko 100 metara. Otapanjem ledenih masa krajem posljednjeg glacijala dolazi do podizanja morske razine i potapanja nižih dijelova kopna. Relativna postojanost razine mora javila se u posljednjih 7 do 8 tisuća godina. Međutim u posljednjih 100 godina opaža se stalno povišenje razine mora. Tako je u sedamdeset godina 20. stoljeća more izdiglo za 10 centimetara. Dva su razloga naglog izdizanja morske razine. Prvi je razlog promjena u obujmu mora, a drugi je razlog gibanja u Zemljinoj kori i plaštu. Povišenje temperature na cijeloj Zemlji od 1,2 °C imalo je za posljedicu topljenje dijela ledenih pokrova na Antarktici i Arktiku. Procjenjuje se da se godišnje otopi 250 km³ leda. Sve je to rezultiralo postupnim povećanjem udjela mora i smanjenjem udjela kopna pa prema novijim podacima more zauzima 72 %, a kopno 28 % površine Zemlje (Ross, 1980; Riđanović, 2004).

Detaljnije, na južnoj hemisferi more zauzima 81 %, a kopno 19 % površine. Na sjevernoj hemisferi more obuhvaća 61 % površine, a kopno 39 %. Nadalje podjelom Zemlje na onu hemisferu koja ima najveću moguću površinu mora dobiva se vodena hemisfera, a na njoj je omjer 91 : 9 % u korist mora. Središte te hemisfere nalazi se nedaleko otoka Antipodes, jugoistočno od Novog Zelanda. Jednako tome podjelom Zemlje na onu hemisferu koja ima najveći udio kopna dobiva se kopnena hemisfera, a na njoj je odnos 51 % mora i 49 % kopna. Središte te hemisfere je ušće rijeke Loire u zapadnoj Francuskoj. U raspodjeli mora i kopna prema pojasevima geografske širine uočena je zona između 55° S i 65° S koja je gotovo u cijelosti prekrivena morem. Raspodjela mora i kopna utječe na dinamiku mora (morske struje i mijene) i klimu što ima znakovite posljedice na ljudske aktivnosti i djelatnosti (Ross, 1980; Riđanović, 2004).

3.2.1. Suvremena geografska klasifikacija mora

Prema suvremenoj geografskoj klasifikaciji mora izdvajaju se oceani, mora u širem smislu (mora polarnih krajeva i Sredozemno more), mora u užem smislu (ostala mora), zaljevi (fjordovi, ferdovi, estuariji, rijasi, lagune, limani), prirodni morski prolazi (Gibraltarska vrata,

Bospor, Dardaneli) i umjetni morski prolazi (Sueski kanal, Panamski kanal). **Ocean** je najveći dio mora s određenim geografsko-geološkim značajkama, kemijsko-fizičkim svojstvima, biološkim uvjetima, povijesno-kulturnim osobitostima i specifičnim društveno-gospodarskim obilježjima (Ridanović, 2004). Tradicionalno se u hrvatskom školstvu podučavalo da postoje tri oceana i to Tihi (Veliki), Atlantski i Indijski ocean (Feletar i dr., 2003). No prema Međunarodnoj hidrografskoj organizaciji (IHO, 2002) izdvaja se pet oceana. Uz postojeća tri, postoje Južni i Arktički ocean (sl. 16).



Sl. 16. Oceani: Tihi ocean ili Pacifik (7. Sjeverni Pacifik, 8. Južni Pacifik, 6. Južnokinesko more); Atlantski ocean ili Atlantik (1. Sjeverni Atlantik, 4. Južni Atlantik, 2. Baltičko more, 3. Sredozemno more); Indijski ocean ili Indik (5.); Arktički ocean (9.) i Južni ocean (10.) (Izvor, IHO, 2002)

Najveći od njih, Tihi ocean, zauzima gotovo 47 % površine i 50 % obujma cjelokupnoga svjetskog mora. On je ujedno najdublji s prosječnom dubinom od 4050 metara, a u njemu je izmjerena najveća apsolutna dubina od 10 803 metra u Marijanskom jarku kod otoka Guam. Najmanji među oceanima je Arktički ocean s udjelom u površini od 4,3 % i sa samo 1,4 % obujma svjetskog mora. Taj je ocean najplići s prosječnom dubinom od 1205 metara (tab. 13).

Tab. 13. Površine, obujmi i dubine oceana

Ocean	Površina (km ²)	Površina (%)	Obujam (km ³)	Obujam (%)	Prosječna dubina (m)	Najveća dubina (m)
Arktički	15 558 000	4,3	18 750 000	1,4	1 205	5 567
Atlantski	85 133 000	23,5	310 410 090	23,3	3 646	8 486
Indijski	70 560 000	19,5	264 000 000	19,8	3 741	7 906
Tihi	168 723 000	46,6	660 000 000	50,1	4 050	10 803
Južni	21 960 000	6,1	71 800 000	5,4	3 270	7 075
Ukupno	361 900 000	100,0	1 335 000 000	100,0	3 688	10 803

Izvor: Eakins i Sharman, 2010.

Od mora u širem smislu, s društveno-gospodarskog, kulturno-civilizacijskog, ali i turističkog aspekta, najveću pažnju zaokuplja Sredozemno more.⁶ Ono je sastavni dio Atlantskog oceana, a zajedno s Crnim morem obuhvaća 2 967 000 km² i zaprema 4 390 000 km³. Najveća dubina izmjerena je jugozapadno od Peloponeza iznosi 5 139 metara (Eakins i Sharman, 2010). Regija Sredozemnog mora (Sredozemlje) prema broju međunarodnih turističkih dolazaka najjača je turistička regija na svijetu. To je ponajviše zbog atraktivne prirodne osnove u kojoj se ističu obilježja mora, klime, vegetacije i obalnog reljefa, ali i antropogenih atraktivnosti, ponajprije kulturno-povijesne baštine iz različitih razdoblja, od prapovijesti do modernog doba.

3.2.2. Svojstva mora

Najvažnija svojstva mora su slanoća (salinitet), prisutnost plinova, temperatura, pojava leda, tlak, gustoća, osvjetljenje, prozirnost i boja. Svaki od ovih svojstava se u određenoj mjeri odražavaju na ljudske aktivnosti i gospodarske djelatnosti. Pojava masovnog turizma u drugoj polovici 20. stoljeća jednim je dijelom potaknuta povoljnim i atraktivnim svojstvima morske vode.

Slanoća ili **salinitet** količina je otopljene soli u moru. Smatra se da je to prvo i najznačajnije svojstvo mora, a sol u moru najvjerojatnije potječe iz eruptivnih stijena. U moru se nalaze gotovi svi kemijski elementi pronađeni u Zemljinoj kori, a prevladavaju soli. Sedam kemijskih elemenata čini više od 99 % svih otopljenih elemenata u moru. To su klor, natrij, magnezij, sumpor, kalcij, kalij i brom. Od ostalih elemenata značajni su ugljik, stroncij i bor. Komercijalno se iz mora iskorištava natrijev klorid (kuhinjska sol), magnezij i brom. Među solima prevladavaju kloridi (88,7 %), sulfati (10,8 %) i karbonati (0,5 %). Prosječna slanoća

⁶ Osim Sredozemnog mora između Afrike, Azije i Europe, u literaturi se spominju Australazijsko (Indonezijsko) i Srednjoameričko sredozemno more.

mora iznosi 35 grama otopljenih soli u kilogramu mora ili 35 ‰. Najmanja slanoća zabilježena je u područjima s velikim pritjecanjem slatke vode tekućicama ili otapanjem ledenjaka te niskom evaporacijom. Takvo je područje Baltičko more i Botnički zaljev gdje je slanoća manja od 10 ‰. Najslanija su mora ona u područjima unutar većih kopnenih struktura, posebice u suptropskim regijama gdje je evaporacija veća od količine padalina i gdje je neznatan dotok tekućica. Takva mora su Crveno, Sredozemno i Arapsko-perzijski zaljev. U Crvenom moru, primjerice, izmjerena je slanoća od 42 ‰.

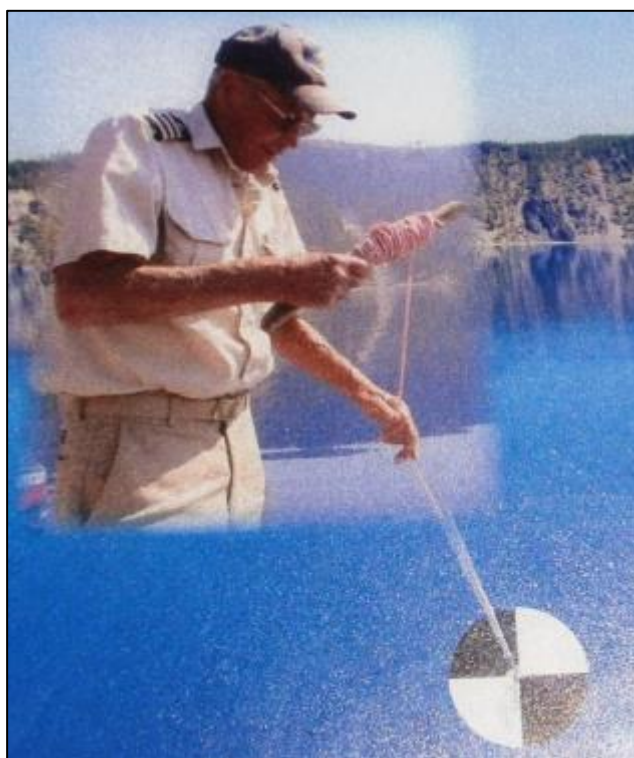
Otopljenih **plinova u moru** ima gotovo isti broj kao i u atmosferi, a u more ih donosi prelazak iz atmosfere, padaline, tekućice, biokemijski procesi te izravno oslobađanje prilikom podmorskih vulkanskih erupcija. Pri temperaturi mora od 10 °C i slanosti od 35 ‰ morska voda sadrži 62,6 % dušika, 34,2 % kisika i 3,2 % ostalih plinova. Znatno veća količina ugljikovog dioksida može povećati zakiseljenost oceana i odraziti se na usporavanje rasta nekih organizama u moru poput koraljnih polipa i foraminifera.

Temperatura je stupanj topline mora i predstavlja njegovo najvažnije fizičko svojstvo. Najveći dio topline more dobiva od Sunca, a ostali izvori koji neznatno utječu su zračenje radioaktivnih tvari otopljenih u moru, zračenje Zemljinog plašta, energija trenja izazvana morskim mijenama i vjetrom. Prosječna temperatura mora na površini je za 3 °C viša od prosječne temperature zraka i iznosi 14,7 °C. More na sjevernoj hemisferi prosječno je toplije s 19,2 °C od južne hemisfere čiji je prosjek 16 °C. Opće je pravilo da se s povećanjem geografske širine smanjuje temperatura površine mora pa se tako površina mora u tropskim krajevima može zagrijati do 26 °C (Arapsko-perzijski zaljev), a suprotno tome ohladiti na temperaturu od -2 °C u vodama Antarktike i Arktika.

Prisutnost **leda u moru** rezultat je dodira atmosfere i hidrosfere, a nastaje uzajamnim djelovanjem oba medija. Prema porijeklu razlikuje se morski led, riječni i ledenjački led. Morski led pokriva 7 % od ukupne površine mora. Točke ledišta u moru ovise o količini otopljene soli. Tako se morska voda s 35 ‰ soli (prosječna slanoća mora) zaledi na -1,9 °C, a ona u Baltičkom moru sa slanoćom manjom od 10 ‰ ima ledište na -0,5 °C.

Tlak i gustoća mora međusobno su povezana svojstva mora. Srednji atmosferski tlak na površini mora iznosi 1 bar (1 kg/cm²). Dubinski se tlak povećava na svakih 10 metara približno za 1 bar. S povećanjem tlaka more se zgušnjava, odnosno povećava se kompresibilitet (stišljivost). Kad bi se more oslobodilo razina bi se povisila za 32 m što bi imalo katastrofalne posljedice za život ljudi na Zemlji. **Gustoća** ovisi o tlaku, temperaturi i slanoći. Visoka temperatura znači nisku gustoću što znači da ona raste od ekvatorskih prema polarnim geografskim širinama gdje je najveća. Prosječna gustoća iznosi 1,027 g/cm³.

Osvjetljenje, prozirnost i boja optička su svojstva mora u sustavu fizičkih svojstava mora. **Osvjetljenje** ovisi o visini Sunca, količini reflektirane energije te o stanju površine mora. Što je kut upada Sunčevih zraka veći i more uzburkanije to je veći udio svjetlosne energije koja prodire u more. More upija zrake i to 73 % u prvom cm dubine, a do 300 m vlada potpuna tama. **Prozirnost** je dubina mora u metrima do koje je vidljiv Secchijev disk (sl. 17), a to je bijeli kolut promjera 20 do 30 centimetara. Prozirnost mora s estetskog je aspekta važna sastavnica njegove turističke atraktivnosti. Najveća prozirnost zabilježena je u



Sl. 17. Secchijev disk (Izvor: snimio autor)

Sargaškom moru, a iznosi 66,5 metara. Veliku prozirnost imaju Sredozemno more (60 m) i Jadransko more (56 m). Na prozirnost mora utječu stupanj onečišćenja i svojstvo autopurifikacije. **Boja mora** ovisi o intenzitetu upijanja i raspršivanja svjetlosnih zraka te o dubini i okolišu. Prema skali boja na temelju prozirnosti razlikuje se 21 razred boja od tamnoplave do žućkasto-mrke i mrke. Modra i ultramarinska boja koje imaju Sredozemno i Jadransko more smatraju se turistički privlačnim bojama. Međutim takva boja vrlo je često znak biološkog siromaštva mora, odnosno pomanjkanja života u moru (Ross, 1980; Bonačić, 1987; Riđanović, 1989, 2004; Holden, 2008; Christopherson, 2012; Hess, 2014)

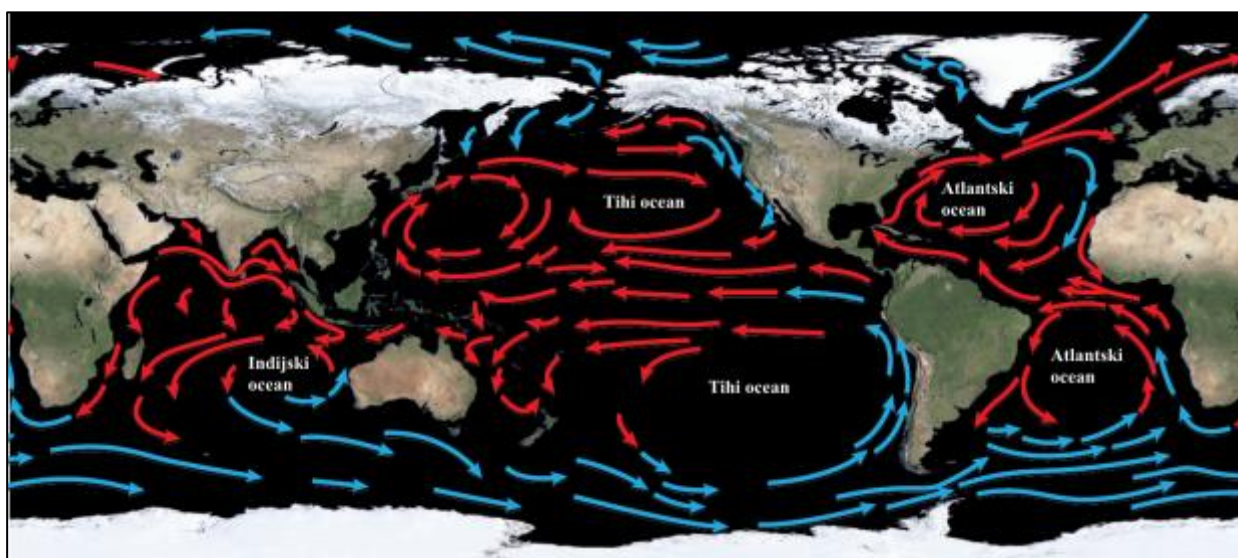
3.2.3. Dinamika mora

Dinamika mora su sva gibanja morske vode koja se manifestiraju u razini mora, strujanjima, mijenama (plima i oseka) i morskim valovima. Sva gibanja mora imaju višestruki utjecaj na ljudske aktivnosti i gospodarstvo. Neposredno utječu na promet, odnosno pomorsku plovidbu, ribarstvo, turizam i rekreaciju te svakodnevni život. Također, ne treba smetnuti s uma da su morske struje klimatski modifikator, a da gibanja morske vode oblikuju obalu kontinenata.

Razina mora izravni je dodir mora i zraka. Ona je posrednik u neprekidnoj izmjeni energije i tvari između atmosfere, litosfere i hidrosfere. Razina mora ovisi o silama gravitacije Sunca i Mjeseca (plima i oseka), raspodjeli Sunčeva zračenja na površini mora, atmosferskim procesima (tlak zraka, vjetar, isparavanje, raspodjela količine padalina), globalnoj tektonici ploča, potresima, vulkanskih pojavama (uzrokuju brze i kratkotrajne promjene razine mora), topljenju leda u polarnim regijama (dugotrajna i postupna kolebanja razine mora). Zbog navedenih sila i procesa, razina mora vremenski i prostorno se neprekidno mijenja. No unatoč stalnim promjenama, razina mora se uzima kao mjerilo za određivanje dubine mora i visine na kopnu. Srednja razina mora ili nulta dubina uvjetno je određena površina od koje se predočava reljef na Zemlji, a pritom je potrebno razlikovati geodetsku i hidrografsku nulu. Geodetska nula dobiva se kao prosječna razina mora u razdoblju od 20 godina, a služi kao podloga za izračunavanje nadmorske visine. Hidrografska nula izračunava se na bazi srednje razine niske vode morskih mijena ili prema razini najnižega izmjerenog vodostaja mora.

Strujanje mora. Morske struje najveća su miješanja mora, a najčešće obuhvaćaju vodoravna kretanja vode. To su neprekidna premještanja velike količine morske vode od ekvatora prema polarnim regijama. Osnovni elementi morskih struja su: smjer, brzina i stalnost. Smjer struje određuje se pravcem kamo teče struja. Brzina strujanja izražava se u čvorovima na sat (NM/h) ili nautičkim miljama na dan (NM/d), ali i metrima na sekundu (m/s) ili kilometrima na sat (km/h). Stalnost struje iskazuje se u postocima (%), a obuhvaća promjene smjera i brzine. Postoje primarni i sekundarni uzroci postanka morskih struja. Primarni uzroci mogu biti unutrašnji i vanjski. Među unutrašnje uzroke ubrajaju se tlak mora te razlika u temperaturi i slanoći mora, a u vanjske porivna sila vjetera, plimotvorna sila i promjena tlaka zraka. U sekundarne uzročnike spadaju trenje i devijacije koji se javljaju zbog rotacije Zemlje. To su uzroci koji mogu utjecati na smjer (Coriolisova sila) i brzinu (trenje), ali ne i na postanak struje. Morske se struje mogu razlikovati prema položaju, stalnosti, vrsti gibanja i fizičko-kemijskim obilježjima. Podjela prema fizičko-kemijskim obilježjima za

turizam, ali i druge djelatnosti je najznačajnija. Prema njoj se izdvajaju morske struje koje mogu biti tople, hladne (sl. 18), bočate, vrlo slane i neutralne. Tople struje imaju temperaturu višu od istih mjesnih vrijednosti mora, a hladne imaju nižu temperaturu od okolnog mora. Hladne morske struje, poput Kalifornijske, mogu u značajnoj mjeri utjecati na turističke kretanja, ponašanje i aktivnosti turista uz primorja kojima protječu.



Sl. 18. Tople i hladne morske struje (Izvor: Reynolds i dr., 2015)

Morske mijene okomite su promjene razine mora kao plima i oseka te vodoravna premještanja morske vode kao struja plime i oseke. Plima je razdoblje izdizanja razine mora između najniže i najviše razine mora. Obrnuto od toga, oseka je razdoblje spuštanja razine mora između najviše i najniže razine mora. Osnovni elementi morskih mijena su period i amplituda. Period je vrijeme između dva uzastopna najviša ili najniža stanja mora. Prema periodu mijene mogu biti poludnevne, dnevne i mješovite. Mijene su najčešće poludnevne (dvije plime i dvije oseke u 24 h i 50 m). Dnevne mijene imaju po jednu plimu i oseku, a mješovite mijene imaju po dvije plime i oseke, ali sa specifičnostima u trajanju i smjeni najviše i najniže razine mora. Uzročnici su plime i oseke privlačne sile Mjeseca i Sunca pri čemu Mjesec snažnije utječe na mijene. Osim toga, ali znatno manje, na mijene utječu i druga svemirska tijela. Najveća mijena je u doba uštapa (opozicija = Sunce i Mjesec na suprotnim stranama) i mlađaka (konjunkcija = Sunce i Mjesec na istoj strani). Najmanja kolebanja su kad je Sunce i Mjesec u kvadraturi (pod kutom 90°).

Amplituda je visinska razlika između najniže i najviše razine mora. Prema amplitudi mijene se dijele na mikro mijene < 2 m, srednje mijene $2 - 4$ m i makro mijene > 4 m. Mikro mijene imaju, primjerice, Sredozemno i Baltičko more, Arktički ocean, Meksički zaljev i

Karipsko more. Srednje mijene karakteristične su za Jugoistočnu Aziju (Indonezija), Pacifičko primorje SAD-a, Norveško more itd. Najveće amplitude su u dijelovima Sjevernog mora, Hudsonovog zaljeva, mora uz istočne dijelove Kanade. Najveća je visinska razlika između oseke i plime zabilježena u svjetskom moru u zaljevu Fundy, u istočnom dijelu Kanade (sl. 19), a iznosila je 21 metar.



Sl. 19. Oseka i plima u zaljevu Fundy, Hopewell Rocks (Izvor: snimio autor)

Valovi su najburnija vrsta gibanja morske vode jer predstavljaju najveći prijenos energije iz atmosfere u hidrosferu. Valovi su prividno gibanje površine mora bez premještanja pojedinih čestica. Svaka se čestica morske vode giba gotovo po kružnoj, odnosno orbitalnoj putanji te se vraća u prvobitni položaj. Pritom kohezijom prenosi svoje gibanje na susjednu česticu koja se giba po sličnoj orbiti, no nešto kasnije. Na morskoj se površini val vidi kao horizontalno prenošenje energije gibanja koju je zrak poredao moru. Glavni uzročnik valova je vjetar, a osim vjetera na postanak valova utječu potresi, vulkanske erupcije, blokovi leda, tlak zraka te morske mijene.

Temeljni elementi vala su brijeg ili izbočina, dol (udolina), visina i duljina. Brijeg je dio vala iznad srednje razine mora, a dol je dio ispod srednje razine mora. Visina vala je okomita udaljenost do dola do brijega vala. Duljina vala je vodoravna udaljenost između vrhova dva uzastopna brijega ili dva susjedna dola. Valovi olujnih vjetrova dosežu prosječnu visinu od 8, a duljinu od 150 metara. Takvi olujni valovi dosegli su najveću visinu u Južnom oceanu te sjevernom dijelu Tihog oceana i iznosili su do 25 metara. Takvi valovi su vrlo rijetki (svega 5 %), jer u svjetskom moru prevladavaju valovi s visinom do 2 metra (65 %). Najveća visina vala u Jadranskom moru izmjerena je za puhanja juga, a iznosila je 10,2 metara, dok je za vrijeme bura najveća visina iznosila 7,2 metara. Skala kojom se u

stupnjevima ocjenjuje stanja uzburkanosti mora izradila je Svjetska meteorološka organizacija. Prema toj skali postoji 9 stupnjeva stanja mora, od 1. stupnja koji označava 0 metara visinu vala od 9. stupnja koji označava valove čija visina premašuje 14 metara (Ross, 1980; Bonačić, 1987; Riđanović, 1989, 2004; Holden, 2008; Christopherson, 2012; Hess, 2014; Reynolds i dr., 2015).

3.2.4. More: turistički čimbenik i atraktivnost

U primorskim turističkim regijama i mjestima more je, uz klimatska obilježja i marinski reljef, najvažnija prirodna atraktivnost. More je kompleksna turistička atraktivnost, a obilježja kompleksnosti proistječu iz svojstava morske vode, dinamike te značenja mora za ljudske aktivnosti i gospodarstvo priobalnih regija. Navedeni elementi utječu na niz sadržaja, procesa i veza u dijelu geografskog prostora te se direktno i indirektno odražavaju na turističku valorizaciju potencijalnih, nevaloriziranih te turizmom djelomice ili u potpunosti preoblikovanih primorskih regija. Značenje mora može se razmotriti s dva aspekta. Prvi je more kao prirodna turistička atrakcija i dio kulturnog krajolika, a drugi je more kao turističko-rekreacijski plovni put.

Svojstva i dinamika mora povećavaju turističku atraktivnost svih sastavnica⁷ **kulturnog krajolika** primorja. Kulturni krajolik primorskih turističkih regija i mjesta obilježen je bojom i prozirnošću mora. Bez obzira što modra boja mora najčešće znači i biološko siromaštvo, ona istovremeno ima veliku atraktivnost o čemu najbolje svjedoče primjer Sredozemnog, odnosno Jadranskog mora. Isto vrijedi i za mora u tropskim turističkim regijama, a sličan se obrazac može primijeniti na svojstvo prozirnosti mora. Prozirnija mora najčešće su i turistički privlačnija od onih s manjom prozirnošću. Nadalje izmjena plime i oseke u pojedinim je primorjima prvorazredna turistička atrakcija poput Atlantske regije Francuske, Ujedinjenog Kraljevstva, istočne obale Kanade (Zaljev Fundy) i slično. Udari valova o morsku obalu za jakih ili olujnih vjetrova imaju, premda klimatski i sigurnosno nepogodni, određenu valoriziranu turističku atraktivnost.

Osim kao krajobrazna atrakcija, more predstavlja pogodnost za razvoj kupališnoga i zdravstvenog turizma čiji su preduvjeti privlačna boja i prozirnost te povoljne temperature

⁷ Sastavnice kulturnog krajolika prirodne su (reljef, geološka obilježja, tlo, voda, vegetacija, klima), antropogene (povijesna naselja i arhitektura, sustavi komunikacija, poljodjelstvo i korištenje prostora tijekom povijesnih razdoblja, arheološki slojevi), estetske ili fizionomijsko-morfološke (mjerilo, proporcije, linije razgraničenja, dominante u krajoliku, oblici, boje, vizure, uzorci krajolika) i osjetilne sastavnice (asocijativne, duhovne, identitet, simboli, običaji, literatura, glazba, osjećaj prostora) (Dumbović-Bilušić i Obad-Šćitaroci, 2007).

morske vode. Uzima se da se najniže temperature povoljne za kupanje u moru kreću u rasponu od 15 do 20 °C (Hall i Higham, 2005). Osim ta tri svojstva, na kvalitetu, ugodnost i sigurnost kupališnoga i zdravstvenog turizma u priobalju utječe i dinamika mora. Najvažniji su visina i duljina vala, smjer i brzina morskih struja, a u regijama s izraženim razlikama i period morskih mijena. Treba istaknuti i druge aktivnosti koje turisti prakticiraju, a koje ovise o svojstvima i dinamici mora. To su, prije svega, aktivnosti povezane sa sportsko-rekreacijskim turizmom gdje se more koristi za ronjenje, sportski ribolov, natjecateljsko ili rekreativno plivanje, jedrenje, veslanje, skijanje na vodi, daskanje i slično. Povezano s time je i ekoturističko promatranje te sudjelovanje u zaštiti biljaka i životinja u moru, bilo da se radi o ronjenju ili plovilima specijaliziranim za takve turističke aktivnosti.

Osnova zdravstvenog turizma na moru je **talasoterapija**. To je medicinska primjena svih ljekovitih čimbenika mora i primorja. Ti su čimbenici podijeljeni u tri skupine: 1) termijsko-higrični sklop, koji čine morska voda i zrak, vjetrovi, Sunčevo zračenje i primjena ugrijanoga pijeska (psamoterapija); 2) aktinički sklop, koji čini bioaktivno ozračivanje infracrvenim, ultraljubičastim i vidljivim zrakama Sunčeva spektra, djelovanje kojih je u priobalju jače zbog odraza s morske površine; 3) aerični sklop, koji obuhvaća posebnost sastava zraka, tj. odsutnost štetnih tvari, napose smoga, a prisutnost aerosola (natrijeva klorida, magnezija, joda i dr.), eteričnih ulja iz vegetacije itd. Morska voda služi za kupanje, plivanje i vježbanje (zbog veće gustoće pruža veći otpor i ima izrazitiji uzgon). Klima primorskih regija upotrebljava se za zračne kupke, sunčanje, inhalacije zraka, a gdje je poželjno (s obzirom na bolest), poduzimaju se šetnje i terenske kure hodanja. Talasoterapija se primjenjuje u okviru liječenja i rehabilitacije, osobito kod nekih alergijskih, kožnih i reumatskih bolesti, za brži oporavak u rekonvalescenciji, ali se preporučuje i zdravima za rekreaciju, osobito u obliku zdravstvenog turizma (Ravlić, 2017).

Drugi aspekt značenja mora u turizmu ogleda se u činjenici da je more turističko-rekreacijski plovni put. Najvažniji oblik turističke valorizacije mora kao plovnog puta predstavlja **nautički turizam**. Nautički turizam je multifunkcionalna turistička djelatnost, s veoma izraženom pomorskom komponentom; to je spoj pomorstva i turizma, a definira se kao ukupnost aktivnosti i odnosa koji su uzrokovani boravkom turista nautičara u lukama nautičkog turizma ili izvan njih, te korištenjem plovnih objekata i drugih objekata vezanih za nautičku turističku djelatnost, radi rekreacije, sporta, razonode i drugih potreba. Osnovne vrste djelatnosti nautičkog turizma su luke nautičkog turizma, *charter* i *cruising* (krstarenje). Luke nautičkog turizma dijele se na sidrišta, privezišta, suhe marine i marine. S obzirom na veličinu plovila nautički se turizam može podijeliti na brodski (putnički, putničko-turistički

brodovi, putničko-teretni brodovi, trajekti, *ferry boat* i hidrokrilni brodovi, brodovi – ploveće kuće ili ploveći hoteli i sl.), *jahting* (jahte raznih tipova i veličina za krstarenje i izlete) i moto-nautički (jedrilice, čamci s motorom i bez njega, gliseri različitih vrsta, raznovrsna plovila za sport i rekreaciju, specijalna plovila za podvodnu aktivnost itd.).

Krstarenja su kružna turistička putovanja, najčešće u tropskim ili zatvorenim morima, gdje se turistima tijekom putovanja nude mogućnosti različite mogućnosti razonode i atrakcija na brodu. Dva glavna elementa krstarenja su luke za prihvat te plovila za krstarenje (Luković, 2007; Perić i Oršulić, 2011). Najvažnija mora i regije za takav oblik nautičkog turizma su Meksički zaljev i Karipsko more, Sredozemlje te Baltičko i Sjeverno more, a u novije doba sve više arktička i antarktička područja. Prema Međunarodnoj udruzi za krstarenja (CLIA) broj turista koji sudjeluju u krstarenjima povećao se sa 17,8 milijuna 2009. godine na 24,2 milijuna u 2016. s daljnjom projekcijom rasta u budućnosti. Povezano s time predviđa se povećanje broja novosagrađenih brodova za krstarenje (CLIA, 2017). Međutim krstarenja imaju i svoju negativnu stranu. Štetne posljedice tog brzorastućeg oblika turizma mogu biti nelojalna konkurencija hotelijerstvu, malo zapošljavanja u destinacijama prijhvata, niska potrošnja turista, nemogućnost prijhvata velikog broja putnika u nekim lukama, brod kao primarna atrakcija (Antili), golema produkcija otpada u disproporciji s kapacitetom destinacije (Boniface i dr., 2012). Iz toga djelomice proistječu i onečišćenja mora prouzrokovana turizmom, a to su prije svega prekomjerno gomilanje krutog otpada, zagađenje naftom i drugim gorivima, kemijski onečišćivači te otpadne vode iz komercijalnih i nekomercijalnih iz smještajnih objekata.

3.3. Voda u podzemlju i na površini kopna

3.3.1. Voda u podzemlju

Voda u podzemlju obuhvaća svu vodu ispod površine kopna do donjih slojeva litosfere, a javlja se u sva tri agregatna stanja: plinovitom (vodena para), tekućem i krutom (led). Voda se trajno giba u podzemlju, a tijekom tog procesa izložena je stalnoj obnovi i autopurifikaciji. Podzemna voda time značajno utječe na pojavu i važnost vode na površini kopna, zato je sastavni dio trajnog gibanja vode na Zemlji. Prema gibanju voda u podzemlju može biti slobodna ili gravitacijska te vezana ili opnena (pelikularna).

Slobodna ili **gravitacijska voda** kreće se pod utjecajem Zemljine sile teže kroz šupljine i pukotine u stijenama ispunjavajući prostor između njih. Slobodna voda ima veliko

gospodarsko značenje jer omogućuje život biljkama te služi u vodoopskrbi stanovništva. Također može predstavljati izvor nekih kemijskih elemenata poput joda, broma i slično. **Vezana voda** je podzemna voda koja je čvrsto povezana s česticama stijena, a povezuju ih sile adhezije i osmoze. Ta voda ne podliježe sili gravitacije, a može se osloboditi samo isparavanjem.

Prema hidrodinamičkim obilježjima razlikuje se voda prozračne zone, voda temeljnica i uklještena voda (voda koja je pod tlakom). Najveći dio tekuće vode u podzemlju potječe od padalina. Padaline mogu donijeti više vode nego što ih podloga (stijene) mogu primiti ili zadržati, odnosno više nego što može ispariti. Tada će dio otjecati površinom kopna, a dio će ponirati pod utjecajem Zemljine sile teže u donje dijelove Zemljine kore. Ta voda koja se giba od površine kopna do razine vode temeljnice procjeđuje se kroz tlo i stijene, naziva se **voda prozračne zone**. Naziv potječe iz činjenice da su praznine u tom dijelu samo djelomice ispunjene vodom, a u preostalima je zrak. Na sustav gibanja vode u tom prostoru najviše utječu sila teže i sustav kapilara. U prozračnoj zoni postoji gravitacijska, kapilarna, higroskopska (adsorpcijska) i adhezijska voda.

Dio vode koji se slobodno giba kroz tlo i stijene zbog djelovanja Zemljine sile teže do vode temeljnica naziva se **gravitacijska voda**. Ona predstavlja najvažniji dio vode u podzemlju. Voda iznad temeljnica koja se kapilarama penje ovisno o tlaku zraka u pukotinama stijenske podloge naziva se **kapilarna voda**. Na njezino gibanje najviše utječu sile adhezije, kohezije i gravitacije, a takva je voda značajna za rast vegetacije. Dio vode u podzemlju u obliku vodene pare koje molekularne sile drže uz stijenu naziva se **higroskopska** ili **adsorpcijska voda**. Količina te vode direktno ovisi o veličini i raspodjeli zrna, odnosno površine stijene te relativne vlage zraka i u pravilu nije pod utjecajem Zemljine sile teže. S povećanjem unutrašnje površine stijena raste **higroskopsnost** kao obilježje stijena da upije vodenu paru iz zraka. Tako kilogram pijeska ima unutrašnju površinu između 4 i 6 tisuća metara kvadratnih, a kilogram gline između 400 i 600 tisuća metara kvadratnih. Voda koja u tankom sloju nadsvođuje higroskopsnu vodu naziva se **adhezijska (opnena ili pelikularna) voda**. Nastaje u podzemlju gdje je uspostavljena ravnoteža između sile teže i strukture kapilara nasuprot vodi koja ponire.

Voda temeljnica, izdan ili freatska voda je ona koja ispunjava povezano i cjelovito sve praznine u podzemlju gdje je teren zasićen vodom. Voda temeljnica najvećim dijelom potječe od padalina, a nakon poniranja u prozračnoj zoni se miješa s vodom tekućica i jezera te se nastavlja slobodno gibati ovisno geografsko-geološkim uvjetima. Stijene kroz koje teče voda temeljnica zove se vodonosni sloj ili akvifer. Vodonosni slojevi najzastupljeniji su u

propusnim klastičnim sedimentima poput pijeska i šljunka. Osim njih, dobri akviferi su vapnenac i pješčenjak. Slobodna površina vode temeljnice naziva se vodno lice, a prema prozračnoj zoni obilježeno je kapilarnim obrubom. Na donjoj granici vode temeljnice nalaze se vododržive, nepropusne stijene. Promjene vodnog lica ovise o brojnim prirodnim i socioekonomskim faktorima. Za vlažna i kišna vremena vodno lice je bliže površini, a udaljenije za sušna vremena. U doba visokih vodostaja rijeka prihranjuje vodu temeljnicu, a za niskih vodostaja rijeka uzima vodu iz temeljnice. Utjecaj ljudskih aktivnosti i djelatnosti najbolje se ogleda kroz isušivanje močvara radi povećanja obradivih površina. Takvi zahvati imaju za posljedicu opadanje razine vode temeljnice. Također, zahvati vode za potrebe domaćinstava i industrije snižavaju vodno lice temeljnice.

Uklještена вода (voda pod tlakom) nastaje pod određenim geotektonskim uvjetima u kojima je voda stisnuta ili zatvorena između određenih slojeva stijena različite propusnosti. Površina vode je u tim stijena pod tlakom. Voda se iz takvih struktura stijena izdiže ili spušta prirodnim pukotinama ili kroz umjetno otvoreni zdenac. Izbija li takva voda pod jakim tlakom na površinu Zemlje poput vodoskoka naziva se arteškom vodom. Nazvan je po mjestu Artois u sjevernoj Francuskoj gdje je takav bunar iskopan 1126. godine. Ako voda iz bušotine ne izbije na površinu zbog preslabog tlaka, nego se vadi iz dubine, tada je riječ o subarteškoj vodi.

Voda u podzemlju ima ogromno značenje za ljudske aktivnosti i djelatnosti uključujući i rekreacijske i turističke aktivnosti. Voda u podzemlju važna je za vodoopskrbu brzorastućeg stanovništva svijeta, ponajprije za poboljšanje higijenskoga i zdravstvenog standarda te dostupne količine vode za svakodnevne životne potrebe ljudi. Osim toga značenje vode u podzemlju ogleda se u rastućim potrebama industrije i poljoprivrede koje usavršavanjem tehnoloških procesa zahtijevaju sve veće količine. Stalan rast broja domaćih i međunarodnih turističkih dolazaka i noćenja također traži veća zahvaćanja u podzemne vode zbog održavanja postojeće ili podizanja kvalitete usluga u turizmu i rekreaciji (Dukić, 1984; Ridanović, 1988; Craghan, 2003; Holden, 2008; Arbogast, 2011; Christopherson, 2012; Hess, 2014; Reynolds i dr., 2015).

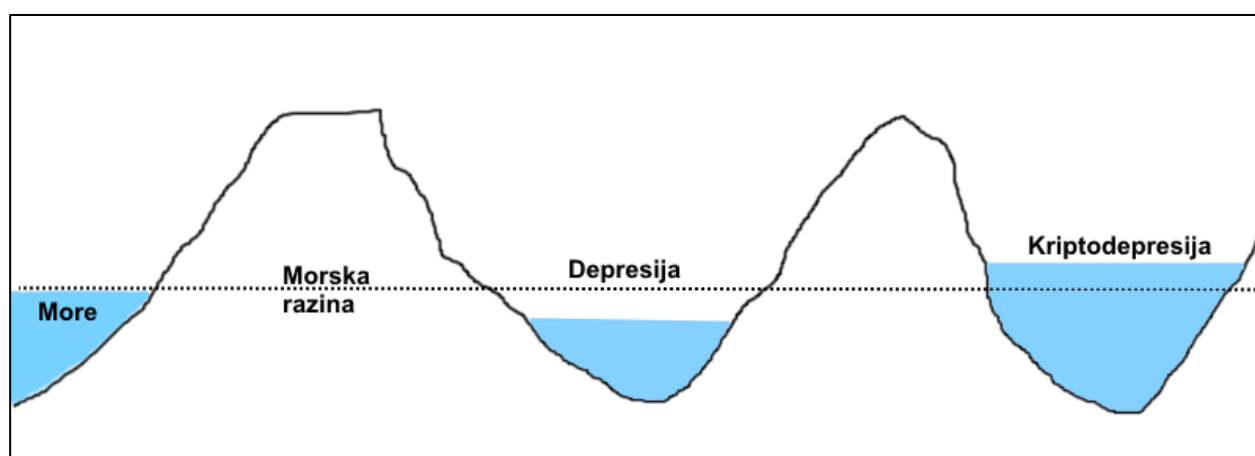
3.3.2. Voda na površini kopna

Vodu na površini kopna čini led na kopnu, jezera, mlake (močvare ili bare) i tekućice. Prema volumenu je najzastupljeniji led. Znanost koja se bavi proučavanjem svih fizičko-geografskih pojava i procesa u regijama s vječnim snijegom i ledom zove se glaciologija.

Glacijalni (ledenjački) led nastaje u tri etape, i to pretvorbom snijega preko firna u led. Firn je snježno-ledena masa gustoće od 0,35 do 0,8 g/cm³. Tijekom treće etape stvaranja, firn zrnate strukture pretvara se u kompaktni led. Led na zemlji pokriva oko 11 % površine kopna. Najviše leda na kopnu ima u južnim polarnim krajevima (12 588 000 km² ili 84,2 %), a nakon njih najviše leda imaju sjeverni polarni krajevi s 2 137 274 km² ili 14,2 %). Među kontinentima, osim Antarktike, najviše leda ima Azija i to na površini od 116 854 km², odnosno 0,8 % ukupne površine leda na kopnu. Najmanje leda ima Afrika, samo 12 km² (Holden, 2008).

Jezero je svako udubljenje na površini kopna ispunjeno vodom, a nema izravne veze s morem bez obzira na veličinu te fizička i kemijska obilježja vode. Ona udubljena u kopnu koja su stalno ispunjena vodom nazivaju se perenirenda jezera. Udubljenja koja su periodički, ali redovito ispunjena vodom nazivaju se intermitirenda jezera, a udubljenja koje je samo povremeno ispunjeno vodom su epizodična jezera. Limnologiju kao samostalnu znanstvenu disciplinu geografije utemeljio je i razvio švicarski geograf F. A. Forel (1841. – 1912.) 1885. godine s dopunama 1892. i 1901. (Dukić, 1984; Riđanović, 1989; Vincent i Bertola, 2012).

Prema razini mora jezero može biti depresija ili kriptodepresija (sl. 20). **Depresija** je jezero kojemu je površina vode u potpunosti ispod razine svjetskog mora. Najdublja depresija na Zemlji je Mrtvo more (-397 m) u Jugozapadnoj Aziji na prostoru Izraela i Jordana. Depresija je i najveće australsko jezero Eyre u državi Južna Australija čija je površina 15 metara ispod morske razine. **Kriptodepresija** je jezero kojem je površina iznad, a dno ispod razine svjetskog mora. Najveća kriptodepresija na Zemlji je Bajkalsko jezero u Ruskoj Federaciji čija je površina 455 m iznad razine mora, a dno 1286 m ispod razine svjetskog mora.



Sl. 20. Jezera prema morskoj razini

U Hrvatskoj je kriptodepresija Vransko jezero na otoku Cresu čija je površina 13 m iznad morske razine, a dno udubljenja jezera na 61,5 m ispod površine mora. U kriptodepresiju spada i najveće jezero u Americi, Gornje (Superior) jezero koje dijele Kanada i SAD te Tanganjika, najdublje te najbogatije jezero sa slatkom vodom u Africi.

Prema postanku jezera se najjednostavnije dijele na prirodna i umjetna.⁸ **Prirodna jezera** su ona koja su nastala djelovanjem prirodnih sila i procesa bez sudjelovanja ljudskih aktivnosti. **Umjetna jezera** nastala su djelovanjem čovjeka za potrebe gospodarskih djelatnosti i ljudskih aktivnosti. Prirodna se jezera mogu dijeliti i prema termičkim svojstvima vode pa se izdvajaju: tropska, suptropska, jezera umjerenog pojasa, subpolarna i polarna jezera. Nadalje se izdvajaju prirodna jezera prema primarnoj proizvodnji hranjivih tvari, i to: eutrofna, oligotrofna i distrofna jezera. Prema dominantnom načinu postanka uvriježena je podjela prirodnih jezera na: tektonska, vulkanska, glacijalna, riječna, krška i zoogena.

Jezera koja se oblikuju zbog pokreta Zemljine kore poput rasjedanja nazivaju se **tektonska jezera**. Takva jezera nastaju u tektonskim potolinama (tektonskim jarcima ili grabama) uzduž rasjeda. U tektonska jezera spadaju Tanganjika, Bajkalsko jezero, Ohridsko jezero u Makedoniji itd. Poseban su podtip tektonskih jezera, reliktna jezera koja su nastala kao ostatci nekadašnjih mora poput Kaspijskoga i Aralskog jezera. Jezera koja nastaju u kraterima ugaslih vulkana i kalderama te kad lava zapriječi put tekućicama nazivaju se **vulkanska jezera**. Takva se jezera nalaze u Kaskadskom gorju u SAD-u (sl. 21), u gorju Eiffel u Njemačkoj, u Japanu, Italiji, Novom Zelandu, Indoneziji, u Srednjoj Africi (jezero Kivu).



Sl. 21. Crater lake, Oregon, SAD (Izvor: snimio autor)

⁸ Daleko složenija podjela prema dominantnim faktorima koji utječu na oblikovanje udubljenja izdvaja 11 grupa tipova jezera; u svakoj se grupi izdvajaju podgrupe, tipovi i podtipovi jezera što čini ukupno 76 tipova jezera. Znatno jednostavnija podjela izdvaja tektonska, erozivna, akumulacijska i umjetna jezera (Dukić, 1984).

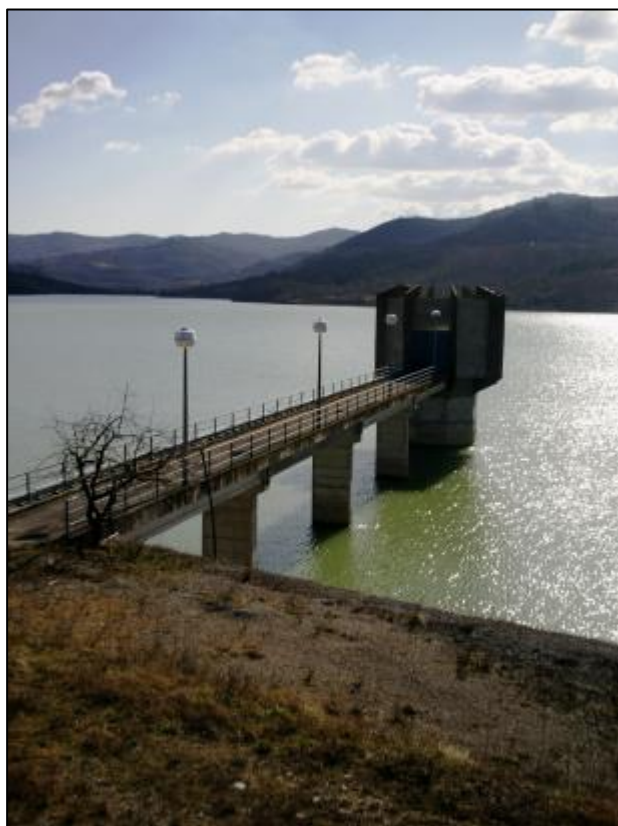
Glacijalna jezera nalaze se u cirkovima, odnosno udubljenjima iz kojih su skretali planinski ledenjaci. Također glacijalno jezero može se oblikovati u glacijalnoj dolini (valov) koju je ledenjak stvorio tijekom svog kretanja. Takva se jezera nalaze u Alpama, Pirenejima, Kavkazu, Himalaji, Pamiru, Andama, Dinaridima. Osim toga glacijalna jezera nastaju nakon povlačenja ledenog pokrova na kraju posljednje pleistocenske glacijacije. Tako su stvorena jezera u sjevernoj Poljskoj, Finskoj, Švedskoj, Ruskoj Federaciji, Kanadi, SAD-u. **Riječna** ili **fluvijalna** jezera nastaju radom tekućica na nekoliko načina. Ako rijeka erodira i stvara veća proširenja u koritu, nastaju protočna jezera. Potkovasta jezera nastaju kao posljedica erozijom odsječenog meandra. Takva su jezera tipična za srednje i donje dijelove riječnog toka, za rijeke s malim padom i za aluvijalne ravni. U Hrvatskoj se nalaze uz korito Save, Drave i Dunava. Travertinska ili sedrena jezera (sl. 22) su jedan od tipova riječnih jezera koji nastaju taloženjem kalcij karbonata te stvaranjem sedre na brzacima u koritima tekućica, na mjestima gdje je najveće prozračivanje vode. Takva su, primjerice, Plitvička jezera na izvorišnom dijelu toka rijeke Korane u Hrvatskoj te jezera na rijeci Plivi, nedaleko Jajca, u Bosni i Hercegovini.



Sl. 22. Plitvička jezera (Izvor: snimio autor).

Krška jezera nastaju u topivim stijenama poput vapnenca, a najčešće se oblikuju u krškim udubljenjima, ponikvama, uvalama i poljima ili urušavanjem podzemnih krških oblika. U Hrvatskoj su takva jezera Crveno, Modro i Galipovac na području Imotskog. U krškim se regijama javljaju i periodička jezera koja su posljedica plavljenja polja u kršu poput Cerčniškog jezera u Sloveniji. Ona koja nastaju radom životinja nazivaju se **zoogena jezera**. Takva jezera stvaraju koralji unutar atola u Tihom i Indijskom oceanu. Pregrade koje odvajaju more od jezera u unutrašnjosti atola stvorene su radom koralja. Dabrovi također stvaraju jezera gradeći brane na rijekama od drva.

Umjetna jezera su spremnici vode nastali izgradnjom nasipa ili upotrebom postojećeg udubljenja koje može zadržavati vodu. Prema mjestu izgradnje razlikuju se umjetna jezera u riječnoj dolini i jezera u slobodnom prostoru. Prema namjeni mogu se razlikovati umjetna jezera za vodoopskrbu stanovništva i industrije, za navodnjavanje, za proizvodnju električne energije, za zaštitu od poplava, regulaciju plovidbe te za turizam i rekreaciju. Neka od njih imaju višestruku namjenu. Primjerice, jezero Butoniga u Istri (sl. 23) nastalo je pregrađivanjem istoimenog lijevog pritoka rijeke Mirne. Jezero se nalazi na sredini trokuta čiji su vrhovi Pazin, Buzet i Motovun. Glavni pritoci jezera čija je površina 2,45 km², a volumen 20 milijuna m³ su Dragučki, Račićki i potok Butoniga. To višenamjensko jezero ima funkciju vodoopskrbe, sprečavanja poplava i navodnjavanja. Umjetno jezero nastalo isključivo zbog sportskih i rekreacijskih potreba obližnjeg stanovništva je jezero Jarun na rubu grada Zagreba. U Hrvatskoj postoje umjetna jezera čija je svrha proizvodnja električne energije iz hidroelektrana. Najveće među njima je Peruća, površine 13 km² na prostoru unutrašnjeg dijela Srednje Dalmacije, u općinama Hrvace i Vrlika (Dukić, 1984; Riđanović, 1988; Wetzel, 2001; Tundisi i Matsumura-Tundisi, 2011; Hess, 2014; Vojnović, 2016a).



Sl. 23. Jezero Butoniga u Istri (Izvor: snimio autor).

U **tekućice** se ubrajaju rijeke i potoci. Rijeka je voda koja teče pod utjecajem sile teže i usijeca korito na površini kopna. Obično se smatra da je potok manja tekućica koja se od rijeke razlikuje u količini vode (veličini otjecanja), površini porječja i duljini toka. Potocci imaju protok do $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Ta je granica relativna jer, primjerice, najduža istarska rijeka Mirna ima manji protok od navedene granice. Mala rijeka ima protok $20 - 200 \text{ m}^3/\text{s}$, rijeka $200 - 2000 \text{ m}^3/\text{s}$, a velika rijeka $> 2000 \text{ m}^3/\text{s}$. Nadalje prema površini porječja potoci su oni koji imaju porječje manje od $10\,000 \text{ km}^2$, male rijeke od $10\,000$ do $100\,000 \text{ km}^2$, rijeke od $100\,000$ do milijun km^2 , a velikim rijekama porječje je veće od milijun km^2 .

Tekućice se javljaju u uvjetima kad su padaline veće od evaporacije i poniranja te kad postoji hidrogeološki pogodan teren na kojem bi zbog utjecaja sile teže tekla voda i usijecala korito u podlogu održavajući se na površini kopna. Prema količini vode tijekom godine u koritu izdvajaju se stalne rijeke (perenirende) u kojima vode ima uvijek, sezonske rijeke (intermitirende) koje imaju vode periodički tijekom godine i povremene (epizodne) rijeke koje su najčešće bez vode. U regijama s krškom cirkulacijom vode javljaju se ponornice, rijeke koje poniru kroz pukotine u topivim stijenama poput vapnenca ili dolomita.

Najvažniji elementi tekućica su izvor, korito, ušće, pad (apsolutni i relativni), duljina, najkraća udaljenost tekućice (izvor-ušće), obale, poprečni presjek tekućice, mokri profil, brzina otjecanja, protok, vodostaj, režim tekućice. **Izvor** je mjesto gdje voda temeljnica izbija na površinu. Ako se izvor javlja u krškim stijenama tada je riječ o **vrelu** koje je vodom bogatije, ali je periodično ili epizodno. Rijeka ili potok može još nastati iz jezera, močvare ili ledenjaka. **Korito** je udubljenje na površini Zemlje kojim teče voda. **Pad** je nagutost ili nagib Zemljine površine, odnosno reljefa. Razlikuje se apsolutni pad koji je visinska razlika između izvora i ušća te relativni pad koji predstavlja prosječan pad tekućice u metrima na kilometar uzdužnog profila. **Duljina tekućice** udaljenost je između izvora i ušća, a mjeri se u kilometrima od ušća do izvora. Riječni kilometar udaljenost je nekog mjesta tekućicom od ušća. **Najkraća udaljenost tekućice** je zračna udaljenost između izvora i ušća. Na tekućicama se razlikuju **lijeva** i **desna obala**, a određuju se od izvora prema ušću. Istovjetno se određuju lijeve i desne pritoke tekućice. **Poprečni presjek tekućice** je transverzalni profil korita od lijeve na desnu obalu tekućice. **Mokri profil** dio je poprečnog presjeka tekućice koji je ispunjen vodom. **Brzina otjecanja** put je što ga voda u rijeci ili potoku prođe u jedinici vremena. Umnožak srednje brzine otjecanja vode u koritu (m/s) i površine mokrog profila (m^2) daje **protok vode** koji se definira kao količina vode koja protječe u jedinici vremena, a izražava se u m^3/s ili l/s . **Vodostaj tekućice** visina je vode iznad nulte točke u potoku, rijeci, jezeru, močvari ili moru. Raspodjela vodostaja i protok su važni za određivanje **režima**

tekućice koji pokazuje način na koji se rijeka opskrbljuje vodom tijekom kalendarske ili hidrološke godine. Prema prevladavajućim načinima razlikuju se: jednostavni, pluvijalni, nivalni, glacijalni i kombinirani pluvijalno-nivalni, nivalno-glacijalni.

Osim tih elemenata za potpunije razumijevanje značenja iskorištavanja tekućica u ljudske svrhe važni su pojmovi: porječje, slijev, razvodnica i gustoća riječne mreže. **Porječje** je dio geografskog prostora što ga odvodnjava tekućica sa svojim pritocima na površini kopna ili u podzemlju krških stijena. Stoga se razlikuje površinsko i podzemno porječje. **Slijev** je dio geografskog prostora odakle voda pritječe jezeru, moru ili oceanu. **Razvodnica** je granica između dva porječja ili dva slijeva. Odnos duljine svih tekućica nekog porječja i ukupne površine porječja je **gustoća riječne mreže** ili **gustoća mreže tekućica** (Dukić, 1984; Ridanović, 1988; Christopherson, 2012; Hess, 2014).

Često se postavljaju pitanja o najvećim svjetskim rijekama. Pri tome treba razlikovati ukupnu duljinu riječnog toka od izvora do ušća u kilometrima, protok u kubičnim metrima u sekundi i površinu porječja u kvadratnim kilometrima (tab. 14). Kroz 24 najveće svjetske rijeke protekne polovica ukupnog protoka svih rijeka svijeta.

Tab. 14. Najveće rijeke svijeta prema protoku, duljini i površini porječja

Rijeka	Rang prema protoku	Rang prema duljini	Protok (m ³ /s)	Duljina (km)	Površina porječja (km ²)	Kontinent
Amazona	1	2	210 000	6 400	5 800 000	Latinska Amerika
Kongo	2	9	40 000	4 700	4 000 000	Afrika
Ganges-Brahmaputra	3	23	39 000	2 900	1 730 000	Azija
Yangtze	4	3	21 000	6 300	1 900 000	Azija
Paraná-La Plata	5	8	19 000	4 900	2 220 000	Latinska Amerika
Jenisej	6	5	17 000	5 550	2 600 000	Azija
Mississippi-Missouri	7	4	17 000	6 000	3 200 000	Angloamerika
Orinoco	8	27	17 000	2 700	880 000	Latinska Amerika
Nil	25	1	5 000	6 650	2 870 000	Afrika

Izvor: Hess, 2014.

Dakle prema protoku s 210 000 m³ i površinom porječja (5 800 000 km²) najveća rijeka svijeta je Amazona u Latinskoj Americi od čega je najprostraniji dio u Brazilu. Amazona daje gotovo jednu petinu protoka svih svjetskih rijeka i gotovo pet puta više od drugorangirane rijeke – Konga. Prema duljini toka najveća rijeka svijeta je Nil u Africi koja protječe od izvorišnog dijela u Istočnoj Africi, a završava svoj tok u prostranoj delti istočno od Aleksandrije, na sjeveru Egipta (Hess, 2014).

3.3.3. Voda na kopnu i turizam

Led na kopnu, jezera, tekućice, termalni i mineralni izvori kao i podzemne vode imaju ogromno značenje za život na Zemlji, prije svega kao izvor pitke vode potreban za biološki opstanak biljaka, životinja i ljudi. Za čovjeka je voda na kopnu važna i kao gospodarski resurs u poljoprivredi, ribarstvu, građevinarstvu, energetici, rudarstvu, obrtu, industriji, prometu i drugim gospodarskim djelatnostima. Voda na kopnu važan je turistički resurs, i to kao potencijalna i realna prirodna turistička atraktivnost te kroz vodoopskrbni sustav potreban za normalno funkcioniranje turističkih mjesta i regija unutar komunalne infrastrukture kao dijela kompleksa neizravnih turističkih resursa. U sljedećem odlomku daje se osvrt na turističku atraktivnost voda na kopnu i na problematiku vodoopskrbe turističkih destinacija s aspekta održivog turizma.

Jezera i tekućice prvorazredne su turističke atrakcije, a njihova se atraktivnost i značaj u turizmu može promotriti na više razina. Prvo, voda na kopnu u bilo kojem pojavnom obliku predstavlja dio prirodne sastavnice kulturnog krajolika neke turističke regije. Sama pojava vode dio je kulturnoga, regionalnog i nacionalnog identiteta i jedno je od osnovnih prirodnih i društvenih obilježja geografskog prostora. Pojedini dijelovi tekućica, poput slapova i vodopada⁹ spadaju u najatraktivnije točke u turističkoj ponudi. Najizrazitiji primjeri su slapovi Niagare, vodopad Angel u Venezueli, Dettifoss (sl. 24), Gullfoss i Godafoss na Islandu, Iguaçu u Brazilu i Argentini, slapovi Krimml u Austriji itd. Najpoznatiji slapovi u Hrvatskoj su oni unutar Nacionalnog parka Plitvička jezera i Nacionalnog parka Krka (Roški slap i Skradinski buk). Jezera, osobito ona u planinskim turističkim regijama, predstavljaju posebnu hidrogeografsku i krajobraznu atrakciju. Najatraktivnija planinska jezera nalaze se u Alpama, Pirenejima, Karpatima, Dinaridima, Stjenjaku, Kaskadskom gorju, Himalaji, Kavkazu i drugdje.

Voda na kopnu atraktivna je i zbog svojih obilježja pogodnih za različite sportske aktivnosti (usp. tab. 7). Najvažnija obilježja su temperatura, prozirnost, boja, a zbog sigurnosti posjetitelja i brzina riječnog toka, a kod većih jezera visina valova. Zbog toga su brojne tekućice i jezera također regije kupališnog turizma, slične onima u primorju. Takve se regije uz Kaspijsko jezero, Mrtvo more, Velika jezera u SAD-u, Predalpska jezera na sjeveru Italije, jezera u Bavarskoj, Austriji i Švicarskoj, Blatno jezero u Mađarskoj, jezersko područje u

⁹ Slap ili kaskada mjesto je u riječnom koritu gdje postoji prepreka te je protok vode pretežno stepeničast zbog iznenadnog loma korita ili prijelaza iz tvrdih na mekše stijene. Vodopad je vrlo strm preгиb u koritu preko kojega se voda vrlo naglo urušava ili pada iz višeg u niže korito (Cvitanović, 2002).

Švedskoj (jezera Hjälmaren, Mälaren, Vänern i Vättern), fínsko jezersko područje, jezera na sjeveru Poljske itd. Osim kao regije kupališnog turizma, a slično moru, rijeke i jezera se koriste za sportove na vodi poput raznih vrsta veslanja, jedrenja, skijanja na vodi, splavarenja sportskog ribolova i drugih.



Sl. 24. Vodopad Dettifoss na Islandu (Izvor: snimio autor).

Rijeke i jezera su, slično moru, atraktivan plovni put za redovitu linijsku putničku plovidbu te za krstarenja turističkim brodovima. Na takvim se putovanjima isprepliću i nadopunjavaju prirodne atrakcije rijeka i jezera (reljef, voda, biogeografska obilježja) s onim antropogenim atrakcijama smještenima uz obale, najčešće u naseljima i lukama ticanja. Krstarenja rijekama i jezerima organiziraju se na svim kontinentima, a najveći tržišni udio ima Europa s više od polovice postelja na brodovima za krstarenje, slijedi Afrika s jednom četvrtinom te Azija. Najmanji udjele imaju Južna Amerika i Australija. Na europskim rijekama i kanalima gotovo polovica brodova i pripadajućih postelja nalazi se na Dunavu i Rajni, a oko trećina na rijekama Istočne Europe, ponajprije Ruske Federacije i Ukrajine

(Volga i Dnjepr). Oko 10 % udjela imaju francuske rijeke, poput Rone i Sene (Vojvodić, 2006; 2008).

Poseban značaj za razvoj turizma imaju termalni i mineralni izvori čiji utjecaj na oblikovanje turističke ponude seže od razdoblja pojavnih oblika ili preteča turizma u antičko doba. Rimljani su na području Europe vrednovali blagotvoran i ljekovit učinak termalnih voda za više slojeve društva i ostalog stanovništva kao i za oporavak vojnika nakon dugih i iscrpljujućih ratova koje su vodili. U srednjovjekovnom razdoblju povijesnog razvoja uloga termalnih i mineralnih izvora nešto je manje izražena. Pojava modernog turizma jednim je dijelom vezana za termalne i mineralne izvore koji su već u 18. stoljeću nudili dvostruku dobrobit. Prvo, oni su bili mjesto liječenja i oporavka od brojnih bolesti i tegoba, a drugo predstavljali su mjesto bijeg od rudarstvom i industrijom onečišćenih gradova Srednje i Zapadne Europe. S vremenom termalni i mineralni izvori postaju mondana turistička mjesta u kojem se grade luksuzni hoteli, šetnice, kockarnice, organiziraju se operne, baletne i kazališne predstave, koncerti, prijemi i tome slično (Nelson, 2013).

Najpoznatiji primjeri europskih termalnih i mineralnih izvora koji su predstavljali začetke modernog turizma su Bath i Tunbridge Wells u Ujedinjenom Kraljevstvu, Spa u Belgiji, Evian, Luchon, Vichy, Bagnères-de-Bigorre (sl. 25) u Francuskoj, Karlovy Vary i Františkovy Lázně u Češkoj, Trenčinske toplice, Sliač i Smokovec u Slovačkoj, Budimpešta, Eger i Harkany u Mađarskoj, Rogaška Slatina, Radenci i Čatež u Sloveniji, Bad Ischl u Austriji, Baden Baden u Njemačkoj, Montecatini u Italiji, Ilidža u Bosni i Hercegovini itd. U Hrvatskoj postoji 18 lječilišnih mjesta, a najpoznatija su Krapinske, Stubičke, Varaždinske, Daruvarske, Bizovačke i Istarske toplice, Lipik, Jamnica, Topusko i druge.



Sl. 25. Toplice Bagnères-de-Bigorre (Izvor: snimio autor).

Mineralni izvor je izvor čija voda sadrži više od 1 grama otopljenih tvari, a **termalni izvor** je onaj izvor čija temperatura vode tijekom cijele godine veća od srednje godišnje temperature zraka područja na kojem se nalazi izvor. Termalni izvori se s obzirom na temperaturu klasificiraju u četiri kategorije:

- subtermalne vode (13 – 20 °C)
- hipotermalne vode (20 – 34 °C)
- homeotermalne vode (34 – 38 °C)
- hipertermalne vode (više od 38 °C).

Termalni i mineralni izvori dio su ponude **zdravstvenog turizma** koji se zasniva na sprečavanju, liječenju, oporavku i rehabilitaciji različitih bolesti i bolesnih stanja prirodnim ljekovitim činiteljima. Prema glavnim obilježjima prirodni ljekoviti činitelji dijele se na: klimatske (klimatoterapija), morske (talasoterapija) i balneološke, što podrazumijeva terapiju mineralnom i termalnom vodom, peloidom i naftalanom¹⁰ (Dukić, 1984; Blažević i Knežević, 2006; Lončar, 2006).

U turističkoj ponudi posebna se pažnja pridaje vodi kao neizravnom turističkom resursu u sklopu komunalne infrastrukture pri čemu je najvažniji segment vodoopskrba receptivnih regija i mjesta. Potrošnja vode za turističku namjenu, bez obzira na to razvija li se turizam u priobalju ili regijama u unutrašnjosti, ima određene specifičnosti u odnosu na druge potrošače. Najvažnija je specifičnost to što se pojačana potrošnja vode u turizmu javlja u ljetnim mjesecima (sezona godišnjih odmora, školskih i studentskih praznika) kada je u većini slučajeva najmanja količina padalina i hidrološki minimum. Povezano s tim, u ljetnim se mjesecima javlja maksimum potrošnje koji traje oko 100 dana (Gulić, 2000). Dio te potrošnje nije povezan isključivo s turizmom, nego s navodnjavanjem poljoprivrednih površina i drugim gospodarskim aktivnostima što može direktno ugroziti normalnu vodoopskrbu. Povećano zahvaćanje vode u turističkoj sezoni povezano s raznorodnim djelatnostima, ali i potrebama lokalnog stanovništva, postavilo je pitanje održivosti turizma u pojedinim regijama Grčke, Španjolske, Italije, Afričkog Sredozemlja itd. Turistička potrošnja vode razlikuje se i po kategoriji smještaja, što uključuje kampove, sobe, apartmane, kuće za odmor, stambeno-turistička naselja i hotele, a u pravilu je takva potrošnja prosječno dvostruko veća od potrošnje domaćeg stanovništva (Gereš, 2002). Konačno, u turizmu postoji skrivena potrošnja vode kroz proizvodnju suvenira, sportske opreme, odjeće, obuće, hrane te alkoholnih i bezalkoholnih pića namijenjenih receptivnim turističkim regijama (Müller, 2004). Prateće

¹⁰ Peloid je ljekovito blato, a naftalan je teška nafta koja ima ljekovita svojstva. U Hrvatskoj se takav izvor i lječilište nalazi u Ivanić Gradu.

industrije kao i druge gospodarske djelatnosti snažno doprinose povećanoj potrošnji vode, i to upravo u mjesecima s najvećim brojem dolazaka i noćenja (tab. 15).

Tab. 15. Primjeri potrošnje vode u pratećim turističkim djelatnostima

Djelatnost	Količina vode
Intenzivni uzgoj povrća	1 l na m ²
Proizvodnja šećera	30 l/kg
Pivovara	15 l/l
Mljekara	4 l/l
Konzerviranje voća i povrća	20 l/kg
Proizvodnja plastike	500 l/kg
Umjetna vlakna	700 l/kg

Izvor: Mutschmann i Stimmelmayer, 1988.

Direktna turistička potrošnja odnosi se na potrošnju prema vrstama smještajnih objekata (tab. 16). Uvažavajući koncepciju održivog turizma prema kojoj okolišne, socioekonomske i sociokulturne sastavnice moraju biti u ravnoteži ne ugrožavajući se međusobno, naglasak je na maksimalnoj mogućoj potrošnji vode za svaku vrstu smještajnog objekta. Problematika potrošnje vode u turističkim regijama posebno je izražena u krškim i pustinjским područjima u uvjetima sredozemne, stepske i pustinjske klime. Upravo su to regije masovnog, ljetnog odmorišnog turizma s velikim pritiskom na okoliš i normalnu vodoopskrbu.

Tab. 16. Potrošnja vode prema vrstama smještajnih, ugostiteljskih i rekreacijskih objekata

Vrsta objekta	Potrošnja vode (litra po turistu dnevno)
Luksuzni hoteli	do 1 200
Ruralne vile	1 000 – 1 200
Kampovi	400 – 1 000
Apartmani	500 – 1 200
Restorani	50 l
Golf tereni (18 rupa)	Ekvivalent grada s 12 000 stanovnika (godišnja razina)

Izvor: Prema Mutschmann i Stimmelmayer, 1988; Gulić, 2000; obradio i prilagodio autor.

4. BIOGEOGRAFSKA OBILJEŽJA U FUNKCIJI TURIZMA

Kako je navedeno u uvodnom poglavlju, biogeografija proučava i istražuje raspored biljaka i životinja u geografskom prostoru u prošlosti i sadašnjosti te njihovu povezanost s drugim elementima prirodne osnove i društveno-geografskim faktorima. Dijeli se na fitogeografiju koja proučava prostornu rasprostranjenost biljaka i zoogeografiju koja proučava rasprostranjenost životinja. Osim ovih disciplina, u sklopu geografije razvija se i geoekologija koja jednim dijelom proučava i vrednuje biljke i životinje kao dio krajolika i okoliša.

Pojava, rasprostranjenost i geografski raspored divljih i kultiviranih biljaka i životinja za razvoj ljudskog roda imali su presudnu važnost, prije svega kao izvor hrane potrebne za održavanje života, ali i drugih sirovina. Biljke i životinje upotrebljavaju se kao sirovina za prehrambenu, tekstilnu, obućarsku, kožnu, drvnu, kemijsku, farmaceutsku i druge vrste industrije. Također drvo je tijekom ljudske povijesti bilo jedna od osnovnih sirovina u energetici i građevinarstvu. U turizmu i rekreaciji biogeografska obilježja imaju važnu ulogu još od pojava oblika ili preteča turizma u antičkom i srednjovjekovnom razdoblju koja se manifestirala kroz lovne aktivnosti u svrhu zabave i razonode. U današnje doba biogeografska obilježja kao dio prirodnih atraktivnosti imaju odlučujuću ulogu u stvaranju i profiliranju ponude pojedinih turističkih regija. Primjeri za to su Istočna i Južna Afrika, Australija, dijelovi Južne i Jugoistočne Azije, Amazonija, Patagonija i druge.

4.1. Ključni biogeografski pojmovi

U ključne biogeografske pojmove spadaju flora, fauna, biocenoza, fitocenoza, zoocenoza, ekosustav, biom i zoogeografska regija. **Flora** je sav biljni svijet određenog dijela geografskog prostora (regija, država kontinent, Zemlja) ili određenog razdoblja u geološkoj prošlosti Zemlje ili nekog prirodnog okoliša. Flora se može s obzirom na vrijeme nastanka podijeliti na prvobitnu ili primarnu što znači da je ostala neizmijenjena u više geoloških razdoblja i reliktnu koja se sačuvala samo na malom prostoru svojega prvobitnog postojanja ili u malom broju prvobitnih vrsta. Flora prema broju vrsta može biti bogata ili siromašna, odnosno jednolična. Procjenjuje se da na Zemlji danas ima 500 000 vrsta biljaka. **Fauna** je sav životinjski svijet određenoga dijela geografskog prostora (regija, država kontinent, Zemlja) ili nekog razdoblja u geološkoj prošlosti Zemlje. Fauna može biti kopnena, morska, slatkovodna ili fauna šume, livade, močvare i slično. Faunu na kopnu čini više od 1,5 milijun životinja. Životna zajednica raznovrsnih biljnih i životinjskih organizama koji žive na

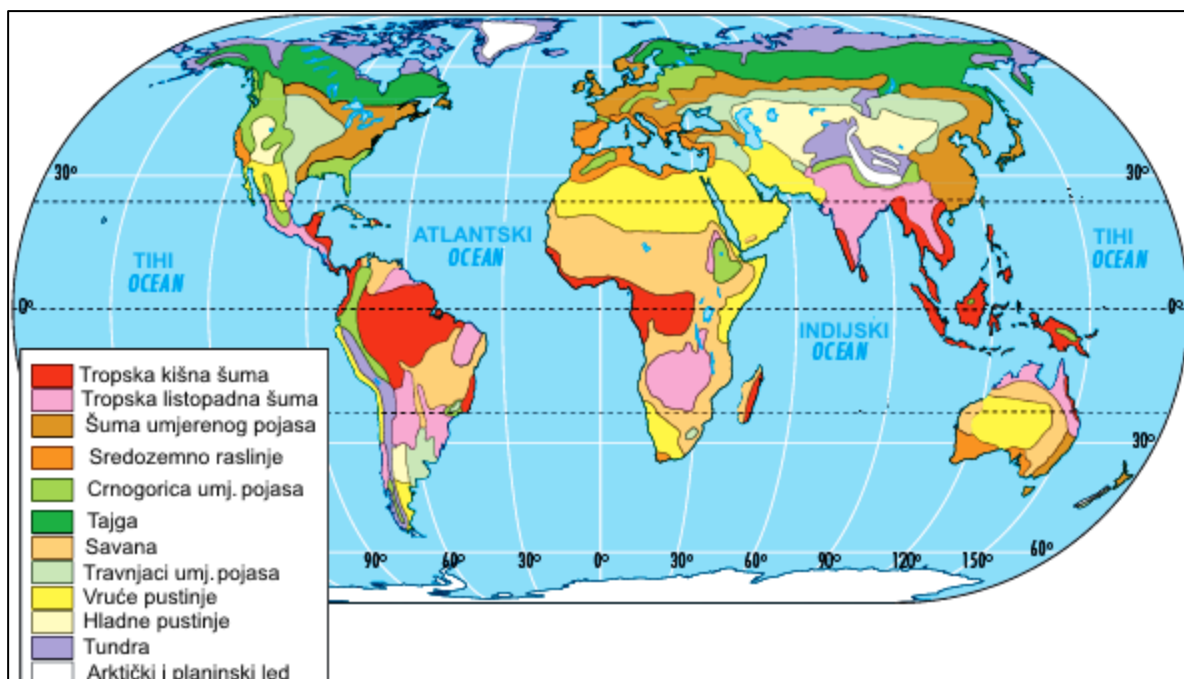
određenom staništu (biotopu) i uzajamno su povezani višestrukim odnosima naziva se **biocenoza**. Biocenoza se dijeli na biljne (**fitocenoze**) i životinjske zajednice (**zoocenoze**). Neki od čimbenika koji određuju opću strukturu biocenoze su: broj vrsta u zajednici (raznovidnost), brojnost pojedine vrste u zajednici, interakcija među vrstama, sposobnost oporavka nakon većeg poremećaja poput požara ili poplava te stabilnost. **Ekosustav** je životna zajednica živih bića zajedno sa staništem. Ekosustav čine međusobno povezane organske i anorganske sastavnice, a čine ga živi organizmi uključujući čovjeka te pripadajući abiotički okoliš u koji spadaju klima, voda te geokemijski čimbenici (Cvitanović, 2002; Feletar i dr., 2003; Ravlić, 2017).

Biom je najšira geografski definirana regija s karakterističnim zajednicama biljaka i životinja sa sličnim životnim oblicima i uvjetima okoliša, a naziva se, klasificira i kartografski predočava po dominantnom tipu vegetacije. Promjena i fragmentacija glavnih bioma (npr. sredozemna zimzelena šuma) uzrokovana neodrživim načinima iskorištavanja bila je osnovna značajka ljudskog utjecaja na okoliš i to tisućama godina. Geografska raspodjela životinja na Zemlji znatno je kompleksnija i nepravilnija od raspodjele biljaka, prije svega zbog mobilnosti životinja što utječe na njihovu bržu disperziju. **Zoogeografske regije** određuju se ponajprije po dominantnim vrstama kralježnjaka, dok se ostale životinje manje razmatraju. Najvažnije su odrednice zoogeografskih regija, uz životinje, klima, reljef i vegetacija (Holden, 2008; Arbogast, 2011; Hess, 2014).

4.2. Glavni biomi na Zemlji

Kao što je navedeno u prethodnom potpoglavlju, glavni biomi na Zemlji nazvani su prema njihovoj dominantnoj biljnoj zajednici koja uključuju faunu i međusobnu povezanost s tlom, klimom i reljefom. Osnovna podjela biljnih zajednica izdvaja šume, trave, tundre i pustinje. Glavnih bioma na Zemlji ima 12 (sl. 26),¹¹ a to su: tropske kišne šume, tropske listopadne (svijetle) šume, savane (vlažne, suhe, grmolike savane), vruće i hladne pustinje, sredozemno raslinje (šume), travnjaci umjerenog pojasa, listopadna šuma umjerenog pojasa, crnogorična šuma umjerenog pojasa, tajge (borealna šuma), tundra te arktički i planinski led (Arbogast, 2011).

¹¹ Različiti autori u sveučilišnim udžbenicima fizičke geografije izdvajaju drugačije podatke o ukupnom broju glavnih bioma na Zemlji. Ovisno o tome hoće li se dva slična bioma uvrstiti u regionalizaciju kao jedan ili kao dva zasebna. Ukupan broj glavnih bioma kreće se od osam do dvanaest.



Sl. 26. Glavni biomi na Zemlji (Izvor: prema Arbogast, 2011, obradio autor).

Tropske kišne šume nalaze se na prostoru koji ima Af tip klime, a obuhvaća regiju Amazonije (u Brazilu ih zovu selva), porječja rijeke Kongo te dijelove Indonezije, Indokine i Papue Nove Gvineje. Biom karakteriziraju srednje godišnje temperature zraka koje se kreću od 20 do 30 °C sa srednjom godišnjom količinom padalina od 1800 do 4000 mm te velikom relativnom vlagom zraka. Ovaj biom je među najkompleksnijim i ima najveću bioraznolikost. Visoka stabla širokih krošnji i velikih listova glavna su vegetacija tropske kišne šume koja je strukturirana po katovima.

Tropske listopadne (svijetle) šume su prijelazni biom prema pojasu savana koji ima Am i Aw tip klime, a prostire se na području Brazila, sjevernog dijela Južne Amerike, dijelova Meksika i Američke prevlake, Južne Afrike, Indije, Jugoistočne Azije i sjeverne Australije. Klimatski je to prostor u kojem se izmjenjuje kišna i sušna sezona. Srednje godišnje temperature zraka su iznad 18 °C, a padaline se kreću od 1300 do 2000 mm.

Savane su prema temperaturama zraka slične tropskim kišnim šumama, ali sa sušnim sezonama koja određuju period bujanja vegetacije. Regiju savana karakterizira količina padalina između 90 i 1500 mm. Dominantne biljne vrste su trave s pokojim stablom. Nalaze se na prijelazu iz tropskih šuma i vrućih pustinja, a tip klime je Aw. Obuhvaćaju regiju unutar žarkog pojasa u Africi (13 mil. km²), Južnoj Americi (u Venezueli ih zovu llanos, u Brazilu campos), Indiji i Australiji.

Vruće pustinje nalaze se u pojasu čiji je središnji dio na 30° geografske širine, a koji pojednostavljeno obuhvaća područja s visokim temperaturama i velikom sušom tijekom cijele godine. To je klimatski tip BWh. Najpoznatije pustinje ovoga tipa su Sahara u Sjevernoj Africi, Kalahari u Južnoj Africi, meksičke pustinje, australske pustinje itd. Vegetacija je kserofitna što znači da su biljke prilagođene životu na suhim staništima. Biom **hladnih pustinja** povezan je s klimatskim tipom BWk, a prostiru se u Srednjoj i dijelu Istočne Azije te zapadnoj regiji Sjeverne Amerike (države Utah i Nevada). Biom karakteriziraju hladne zime i vruća ljeta.

Sredozemno raslinje (šume) biom je koji se podudara sa sredozemnim tipom klime (Cs) i podtipovima (Csa i Csb) koje karakterizira srednja godišnja količina padalina između 250 i 650 mm, premda se može javljati i u uvjetima veće količine padalina. Biom karakteriziraju vruća i sušna ljeta s izrazitim nedostatkom padalina te svježije i vlažne zime. Sredozemno raslinje čine šume i grmlje (makija i garig)¹² koje je nastalo kao posljedica tisućljetne sječe bez mogućnosti regeneracije izvorne šume. Pojas sredozemnog raslinja obuhvaća Sredozemlje, južnu Kaliforniju, krajnji jug Južne Afrike, te dijelove južne i zapadne Australije. Najčešća stabla u sredozemnoj šumi su hrast crnika, hrast plutnjak i primorski bor.

Travnjaci umjerenog pojasa je biom koji se prostire u područjima s toplim ili vrućim ljetima te svježim ili hladnim zimama sa srednjom godišnjom količinom padalina između 250 i 750 mm. Osnovna biljna zajednica su trave. Biom se podudara s borealnim klimatskim razredom i to podtipovima Dfa, Dwa, Dfb i Dwb, odnosno tipom hladne stepske klime (BSk). Ta se regija prostire u područja zapadnog dijela Središnje američke nizine i ravnjak u Kanadi i SAD-u gdje se naziva prerija, dijelove Istočne Europe i Srednje Azije te prostore umjerenog klimatskog pojasa u Južnoj Americi (pampas).

Listopadne šume umjerenog pojasa je biom koji se razvija u uvjetima klimatskih tipova umjereno tople kišne klime (Cfa, Cwa) i borealne klime (Dfa, Dwa, Dwb) sa srednjom godišnjom količinom padalina od 750 do 1500 mm. Karakteriziraju ga listopadne šume koje ujesen odbacuju lišće i to su šume brijesta, bukve, hrasta i dr. Prostire se u istočnom i dijelu središnje Angloamerike, dijelovima Zapadne, Srednje i Istočne Europe, dijelovima Istočne Azije te Jugoistočnoj Australiji.

Crnogorične šuma umjerenog pojasa pružaju se na prostoru zapada i jugoistoka Angloamerike te istočnih dijelova Europe. Najzastupljenija stabla u ovom biomu su jela, bor i

¹² Makija je grmolika vazdazelena zajednica kserofitnih biljaka u Sredozemlju. Garig je zajednica rijetka, niska i zakržljala grmlja tipična za južne dijelove Francuske, ali i drugim dijelovima Sredozemlja, a nastaje paljenjem, sječom i ispašom makije.

smreka. Klimatski se ove šume poklapaju s borealnim podtipom klime Dfb i podtipovima umjereno tople kišne klime Cfb i Cfc. Količina padalina se kreće od 1500 do 5000 mm godišnje. U pacifičkim državama SAD-a karakteristične su šume divovskih stabala (redwood) koji se zbog velike količine vlage i padalina nazivaju kišne šume umjerenog pojasa.

Tajge (borealne šume) se prostiru isključivo na sjevernoj Zemljinoj hemisferi u regijama istočne, središnje i dijela sjeverne Kanade, Aljaske i sjeverozapada SAD-a. Također tajga obuhvaća dijelove Sjeverne Europe i Ruske Federacije. Ovaj je biom povezan sa, za život čovjeka, najsirovijim klimatskim podtipovima borealne klime i to Dfc, Dwc i Dfd s vrlo hladnim i dugim zimama te svježim i kratkim ljetima u kojima se srednja godišnja količina padalina kreće od 300 do 1000 mm. Najzastupljenije su šume smreke, jele i bora, ali je to regija s najmanjom različitosti biljnih vrsta.

Tundra je biom snježne klime i to tipa ET (klima tundre) sa smrznutim tlom u većem dijelu godine. Tundra se nalazi u klimatskoj regiji u kojoj srednje mjesečne temperature zraka ne prelaze 10 °C, a padaline se kreću od 150 do 1800 mm. Dominantne biljne zajednice su šaš, lišajevi i mahovine s rijetkim i zakržljanim grmljem. Obuhvaća dijelove sjeverne Kanade, Aljaske, rubne i obalne dijelove Grenlanda, Islanda, najsjevernije dijelove Sjeverne Europe i Ruske Federacije te arktičke otoke. Tundra se, također, zbog nadmorske visine javlja i na prostoru Anda u Južnoj Americi.

Arktički i planinski led praktički nemaju vegetacije, osim sporadične i zanemarive pojave alga. Biom zauzima najveći dio Grenlanda, Antarktiku i najviše dijelove Himalaja i drugih visoko planinskih sustava. U tom je dijelu geografskog prostora klimatski tip EF (klima vječnog mraza) u kojem je temperatura zraka najtoplijeg mjeseca niža od 0 °C, a padaline ne premašuju 100 mm.

U rasporedu bioma valja povesti računa i o vertikalnoj raspodjeli koja je direktno povezana s nadmorskom visinom, nagibom, energijom reljefa te ekspozicijom padina gora i planina. Primjerice u Alpama se u najnižim dijelovima, do 1000 metara nadmorske visine prostire listopadna šuma. Do 2000 metara, gdje se otprilike nalazi granica rasta stabala, pruža se crnogorična šuma, a iznad nje, do 3000 metara su alpske livade s izoliranim grmljem. Iznad toga vegetacijskog pojasa prostor je alpske tundre koju obilježavaju mahovine i lišajevi. Na najvišim dijelovima Alpa nalaze se kamenjar, snježni i ledeni pokrov (Cvitanović, 2002; Holden, 2008; Arbogast, 2011; Hess, 2014).

4.3. Zoogeografske regije na kopnu

Prvu zoogeografsku regionalizaciju proveo je 1876. godine Alfred Russel Wallace (1823. – 1913.) prema istraživanju Philipa Lutleya Sclatera (1829. – 1913.). Wallace je objavio prvu kartu globalnih kopnenih zoogeografskih regija koja je kasnije postala kamen temeljac moderne biogeografije. Upotrebom postojećeg znanja iz tog doba, uglavnom o raspodjelama i taksonomskim odnosima široko definiranih obitelji kralježnjaka, Wallace je podijelio svijet u šest kopnenih zoogeografskih regija, i to na: Neoarktičku, Paleoarktičku, Neotropsku, Etiopijsku, Orijentalnu i Australску. Unatoč oslanjanju na ograničene informacije i nedostatak statističke osnove, Wallaceova je izvorna karta još uvijek je u upotrebi.

Danas je upotrebom složenijih pristupa i metoda te integriranim podacima o globalnoj distribuciji vodozemaca, ptica i kopnenih sisavaca izdvojeno jedanaest zoogeografskih areala i regija (sl. 27). To su: Paleoarktička, Neoarktička, Saharsko-arabijska, Afričko-tropska regija, Madagaskarska regija, Neotropska regija, Panamska regija, Orijentalna regija, Kinesko-japanska regija, Australna regija i Oceanijska regija (Holt i dr., 2013).



Sl. 27. Zoogeografski areali i regije (Izvor: Prema Holt i dr., 2013; obradio autor).

U Palearktičkoj i Kinesko-japanskoj regiji, koja obuhvaća Europu i veći dio Azije, karakteristične su životinje vuk, medvjed, ris, divlja mačka, lisica, jazavac, puh, divlja svinja, kuna zlatica, lasica, jelen, orao, tetrijeb, ričovka, poskok, bjelouška, samur, bajkalski tuljan, los, sob itd. Saharsko-arabijska i Afričko-tropska regija obuhvaća Afriku, Jugozapadnu Aziju (osim Turske) i dio Srednje Azije. Ondje se nastanjuju afrički slon, nosorog, vodenkonj, bivol, žirafa, zebra, lav, leopard, gepard, hijena, gorila, čimpanza, krokodil, antilopa, hijenski

pas, kraljevski piton i drugi. U Neoarktičkoj regiji, koju čine SAD, Kanada i Meksiko, obitavaju kojot, bizon, crni medvjed, divlji puran, dikobraz, američka ušara, puma, američki tvor, čegrtuša, svizac, aligator, rakun itd. Neotropska i panamska regija obuhvaća ostatak Latinske Amerike, a najpoznatije životinje su jaguar, vodeno prase, pasanac, ljenivac, tapir, papiga, kajman, ljama, alpaka, vikunja, iguana, kondor i drugi. Orijentalna regija se nalazi u Južnoj i Jugoistočnoj Aziji, a za nju su karakteristični bengalski, sumatranski i javanski tigar, indijski slon, orangutan, sijamski krokodil, gavijal, usnati medvjed, mungos, kobra, cibetka, pjegavi jelen itd. Australaska, Oceanijska i Madagaskarska regija karakteristična je po endemičnim vrstama poput lemura, makija, tasmanijskog vraga, klokana, koale, valabija, čudnovatog kljunaša i drugih (Beazley, 1990; Hess, 2014).

4.4. Turističko vrednovanje biogeografskih obilježja

Biogeografska obilježja jedan su od osnovnih motiva turističkih putovanja od pojava oblika ili praturističkih kretanja u antičkom i srednjovjekovnom razdoblju do današnjih dana. Biljke i životinje u divljini nekoć su bile izvor egzistencije, ali i sadržaj i prostor rekreacije te lovni resurs. U suvremenom turizmu, posebice tropske kišne šume Brazila, Konga i Indonezije, ali i druge vrste šumskog pokrova postale su osnovni motiv i atrakcija ekoturističkih i njemu srodnih oblika turizma poput pustolovnoga i ekstremnog turizma. Turističkim se dionicima u takvim vrstama ponude i potražnje daje uloga aktivnih sudionika te nositelja očuvanja i zaštite složenih i ugroženih ekosustava. Svojim ponašanjem i djelovanjem u skladu s koncepcijom održivog turizma doprinose očuvanju najvrjednijih kopnenih i morskih staništa.

Biogeografska obilježja dio su prirodne sastavnice kulturnog krajolika receptivnih turističkih regija i mjesta čime doprinose ukupnoj resursnoj (atrakcijskoj) osnovi turizma, a pojedine ugrožene i rijetke biljne i životinjske vrste dodatan su motiv posjeta tim destinacijama. Brojni su primjeri turističkih boravaka u područjima atraktivnih biogeografskih obilježja. Među takvim područjima treba izdvojiti regije u kojoj obitavaju bengalski tigar u Indiji, panda u Kini, orangutan u Indoneziji, jaguar u Brazilu, bijele morske psine u akvatoriju Južne Afrike i Australije, golema stabla na zapadu SAD-a, endemi krških područja Dinarida, endemi Australije i Madagaskara itd.

Prirodni ili kultivirani biljni pokrov predstavlja izravni turistički resurs, i to kao dekoracija smještajnih objekata receptivnih regija i mjesta. To su uređeni i njegovani nasadi biljaka uz i oko hotela i apartmanskih naselja te sađene ili prirodne šume u kampovima koje

služe kao zaštita od Sunčevih zraka. Šumska vegetacija u kampovima neophodna je u regijama s velikom insolacijom ljeti poput Sredozemlja, Australije, južnih država SAD-a i slično. No biogeografska obilježja mogu biti i prepreka u razvoju turizma. Naime u pojedinim regijama očekuje se prirodna vegetacija koja je često ljudskom aktivnošću nestala ili je znatno prorijeđena. Otočne destinacije u tropskom pojasu ne zadovoljavaju u potpunosti očekivanu sliku zapadnih turista kao raja sa šumama palma. Primjer za to su Nizozemski Antili (otoci Aruba, Bonaire i Curaçao) koji nemaju očekivanu vegetaciju palminih šuma, već su pokriveni pustinjским grmljem i kaktusima. Slična su pogrešna očekivanja u dijelovima Srednje Amerike gdje su brojne tropske šume prorijeđene ili su nestale u korist plantaža s komercijalnom vegetacijom poput kave, tropskog voća i šećerne trske. Često se takvi prividni nedostaci biljnog pokrova nadoknađuju, s aspekta biogeografije, nestručnim intervencijama u turističkim destinacijama stvarajući nerealnu i umjetnu atrakcijsku osnovu.

Biljni pokrov, posebice šume, značajan su turističko-rekreacijski prostor u blizini velikih gradova za potrebe lokalnog stanovništva i turista. Osim estetskog značenja, neosporna je njihova uloga kao dijela turističke atrakcijske osnove. U svijetu su brojni primjeri šuma i parkova koji su postali rekreacijski prostor i atrakcija poput Bulonjske šume nadomak Pariza, Hyde park u Londonu, Central park u New Yorku, Meiji Jingu Gaien park kao glavna rekreacijska zona Tokya, Vondel park u Amsterdamu itd. U Hrvatskoj su najznačajniji takvi rekreacijski prostori park Maksimir i šume Medvednice u Zagrebu, šuma Marjan u Splitu, šume Šijana i Busoler u Puli, kultivirani parkovi i botanički vrt u Opatiji, Zlatni rt u Rovinju, šuma Kontija nedaleko Vrsara, Motovunska šuma na sjeveru Istre i sl.

Također biljne i životinjske vrste imaju veliku ulogu u odgoju i obrazovanju učenika osnovnih i srednjih škola te studenata kroz različite prakse edukacijskog turizma. Terenska nastava, ekskurzije, izleti i škola u prirodi iz predmeta biologije, kemije, astronomije, ekologije, geografije i fizike imaju primarnu funkciju u odgojno-obrazovnom radu s mlađim naraštajem s ciljem podizanja ekološke svijesti o potrebi očuvanja i zaštite okoliša i učenja o biogeografskim obilježjima na različitim prostornim razinama, od lokalne do globalne. Urbanoj populaciji učenika i studenta počesto je to jedini stručno oblikovani i s aspekta metodike i didaktike planski osmišljen doticaj s obilježjima prirodne osnove.

Turistička valorizacija biogeografskih atrakcija u brojnim se turističkim regijama svijeta pokazala pogubnom za staništa biljaka i životinja remeteći njihov normalan razvoj i ugrožavajući daljnji opstanak. Negativan utjecaj turizma ponajprije se manifestira kroz neograničen i nekontroliran broj posjetitelja. Velik broj turista u kratkom vremenskom razdoblju utječe na promjenu ekosustava, remećenje mira te način hranjenja i razmnožavanja

životinja. Turisti koriste uobičajene i relativno sigurne rute kroz raslinje gazeći travu, cvijeće i drugo bilje. Time se postupno mijenjaju dijelovi ekosustava i ugrožavaju brojne vrste. Velik broj turista povećava vjerojatnost šumskih i travnjačkih požara, što je osobito izraženo u regijama sa suhim i vrućim ljetima poput Sredozemlja, Australije, zapadnih država SAD-a i drugih. Daljnja nepoželjna aktivnost turista je hranjenje životinja čime se brojne vrste navikavaju na čovjekovu prisutnost i pomoć, a kad to izostane dolazi do ugibanja i nestanka pojedinih jedinki. Hranjenje životinja može dovesti do ugroze turista, jer se neke vrste, poput medvjeda, naviknu na takvo ponašanje približavaju naseljima i postaju agresivni prema ljudima. Iz navedenih se razloga turistima i drugim posjetiteljima strogo zabranjuje hranjenje životinja (sl. 28).



Sl. 28. Upozorenje o zabrani hranjenja životinja u NP Redwood, SAD (Izvor : snimio autor).

Jedna od velikih zabluda u turističkoj valorizaciji je ona o područjima divljine.¹³ Najveći dio takvih područja, oko dvije petine otpada na teško dostupne i klimatski izrazito nepogodne tundre (usp. 2.4.), oko četvrtina na hladne i vruće pustinje, nešto manje od jedne petine su crnogorične šume, uključujući i tajge. Na tropske šume otpada desetina područja

¹³ Područja divljine (engl. *wilderness areas*) često se iz marketinških razloga nazivaju netaknuta priroda. S obzirom na tisućljetni i posvemašnji utjecaj čovjeka, a naročito od kraja 18. stoljeća te intenzivne industrijalizacije i urbanizacije, potpuno je promašeno isticati pojam netaknute prirode, čak i u regijama poput Antarktike, Grenlanda ili Himalaja.

divljine, a sredozemne šume i travnjaci umjerenog pojasa zauzimaju samo 1 % divljih područja.

Najpogubniji utjecaj turista je onaj u lovnom turizmu gdje se životinje hvata, lovi ili ubija zbog zabave. Ta štetna i kontroverzna navika koja je u početku za ljudski rod bila jedan od načina preživljavanja i pribavljanja hrane, postala je u doba kolonijalizma, u 19. stoljeću dokoličarsko izživljavanje europskih zemljoposjednika u Africi, Aziji i Južnoj Americi. To je za posljedicu imalo istrebljenje ili drastično smanjivanje brojnih vrsta poput pojedinih vrsta čovjekolikih majmuna (gorila u Srednjoj Africi i orangutan u Indoneziji i Maleziji), divljih mačaka (kaspiski, bengalski, javanski i sumatranski tigar te leopard u Aziji, gepard u Africi, jaguar u Južnoj Americi), morskih pasa (bijela psina i tigrasti morski pas), gmazova (udavi, aligatori, kajmani i krokodili) i drugih. U Istočnoj i Južnoj Africi posebno su na udaru bili Velikih Pet (eng. *Big Five*) čiju skupinu čine lav, leopard, nosorog, bivol i slon. Premda je danas lov u tim receptivnim turističkim regijama zamijenjen foto-safarijskim i ekoturizmom i dalje ostaje problem krivolova te prekomjernog lova, kao i omasovljenih turističkih posjeta (Burton, 1995; Nelson, 2013; Newsome i dr., 2013).

5. ZNAČAJ GEOMORFOLOŠKIH OBILJEŽJA U TURIZMU

Geomorfološka ili reljefna obilježja najvažniji su fizičko geografski element geografskog prostora i ključna sastavnica kulturnog krajolika, jer osim na prirodna utječu i na oblikovanje antropogenih, fizionomijskih i osjetilnih obilježja. Premda u svakodnevnom životu ljudi ne obraćaju pažnju na reljef kao, primjerice, na vrijeme i klimu, on podjednako utječe na gotovo sve ljudske aktivnosti i djelatnosti. U turizmu se reljef može razmatrati kao temeljni resurs, odnosno prirodna atraktivnost te kao neizravni turistički resurs. Brojne turističke aktivnosti i oblici turizma direktno su povezane s reljefnim obilježjima koji su najvažniji element ponude.

5.1. Uvod u reljefna obilježja geografskog prostora

Najjednostavnija definicija određuje **reljef** kao sve oblike Zemljine površine ili skup ravnina i neravnina na Zemlji. Reljef nastaje djelovanjem endogenih (unutrašnjih) i egzogenih (vanjskih) procesa. Disciplina fizičke geografije koja proučava i istražuje pojavu, procese i obilježja nastanka, razvoja, građe i oblika Zemljine površine (reljefa) zove se **geomorfologija**, a osnovna podjela izdvaja endogeomorfologiju koja proučava endogeni reljef i egzogeomorfologiju koja proučava egzogeni reljef.

Reljef se prema veličini geomorfoloških oblika i morfometriji može podijeliti na megamakrogeomorfološke, makrogeomorfološke, mezogeomorfološke, subgeomorfološke i mikrogeomorfološke regije. Primjeri za megamakrogeomorfološke regije su Panonski bazen i Dinarski gorski sustav, a za makrogeomorfološku regiju Istočna hrvatska ravnica s Gornjom Podravinom i Istarski poluotok s kvarnerskim primorjem i otocima. U mezogeomorfološke regije spadaju nizina Drave s nizinom Dunava i Južnoistarska zaravan s Istarskim pobrđem. Subgeomorfološke regije su, primjerice, Vukovarska lesna zaravan i Pobrđe Bukovice.

Uvažavajući morfografske i morfometrijske elemente reljefa, ponajprije nadmorsku visinu (hipsometrija) i nagib mogu se izdvojiti tri osnovne vrste reljefa: ravnice, uzvisine i udubine. **Ravnice** se dijele na: nizine, potoline i depresije te visoravni. **Nizine** su zaravnjene površine (0 – 2° nagiba) do 200 metara nadmorske visine (sl. 29). Nizine se nalaze u području Panonskog, Vlaškog, Padskog bazena i drugdje. **Potolina** ili **depresija** je dio reljefa kopna ispod razine mora. Primjeri za depresije su Dolina smrti u SAD-u, Jezero Eyre u Australiji, Mrtvo more u Izraelu i Jordanu itd. **Visoravni** su zaravnjene površine iznad 200 metara nadmorske visine poput Tibetske, Švicarske i Meksičke visoravni.



Sl. 29. Nizina u NP Hortobagy, istočna Mađarska (Izvor: snimio autor).

Uzvisine čine brežuljci, brda, gore i planine. **Brežuljak** ili **hum** najmanje je uzvišenje iznad ravnica s nadmorskom visinom do 200 metara. Više brežuljaka u nizu čini **brežuljkasto zemljište** ili **humlje**. **Brdo** je uzvisina od 200 do 500 metara nadmorske visine, a skupina brda čini **pobrđe** poput Bilogore i Istarskog pobrđa (sl. 30). **Gora** je uzvisina čiji je vršni dio obrastao šumom nadmorske visine iznad 500 metara. **Planina** je prostrana, kompleksna i najviša uzvisina čiji je vršni dio iznad gornje granice šume. Više gora ili planina čini gorje, a prema visini se dijeli na nisko (500 – 1000 m), srednje ili sredogorje (1000 – 2000 m) i visoko (iznad 2000 m). Često to nazivlje nije usklađeno sa svakodnevnim govorom, jer se manje uzvisine nazivaju gorama ili planinama. Kod svake uzvisine treba razlikovati podnožje, padine i vrh. Velike i složene uzvisine bez određenog smjera pružanja i podijeljene u brojne male cjeline zovu se **masivi**. One uzvisine koje imaju smjer pružanja nazivaju se **planinski lanci**. Vršni dio uzvisine naziva se **hrbat** ili **greda**, a dio koji određuje smjer **bilo**. Hrptovi većih ili manjih ogranaka kod većih uzvisina nazivaju se **gorske kose**. Nepravilna crta koja predstavlja prividnu granicu između nebeskog svoda i najviših točaka hrbata zove se **sljeme**. Uleknuti, najniži dijelovi između dva planinska ili gorska vrha su **prijevoji**. Oni imaju veliko prometno značenje, a u Hrvatskoj, na prostoru Gorske regije, omogućuju i olakšavaju povezivanje Panonsko-peripanonske regije s Jadranskom. Najvažniji prijevoji su Delnička vrata (742 m), Dedin (860, m), Vratnik (692 m), Prezid (766 m), Oštarijska vrata (928 m), Mali Alan (1044 m), Kapela (887 m) i dr. Duboko usječeni prijevoji nazivaju se **klanci**.



Sl. 30. Pobrđe u Istri (Izvor: snimio autor).

Udubine čine zavale, kotline, udoline i doline. **Zavala** je prostrano ravničarsko područje najvećih dimenzija ovalnoga ili nepravilnog oblika okruženo uzvisinama (planinama ili gorama) blažih nagiba padina. Najveće zavale nazivaju se bazenima. Primjeri su Pariška zavala ili bazen, Panonska zavala itd. **Kotlina** je ovalna ili nepravilna udubina ravničarskog dna, široka do nekoliko desetaka kilometara, površinom manja od zavale i okružena planinskim ili gorskim uzvisinama. **Udolina** je izdužena udubina vodenog toka, a **dolina** je izdužena udubina s vodenim tokom i počesto otvorena u smjeru otjecanja. Primjeri su u Hrvatskoj doline rijeka Kupe, Save, Mirne (sl. 31) i dr.



Sl. 31. Dolina Mirne (Izvor: snimio autor).

Prema nadmorskoj visini ili **hipsometrijskim obilježjima** izdvajaju se:

- nizine (0 – 200 m)
- pobrđa i niža gorja (200 – 500 m)
- sredogorja (500 – 1500 m)
- visokogorja ili planine (iznad 1500 m).

Dno Svjetskog mora prema **batimetrijskim obilježjima** dijeli se na neritsku (0 – 200 m), batijalnu (200 – 3000 m), abisalnu (3000 – 6000 m) i hadalnu (dublje od 6000 m) zonu.

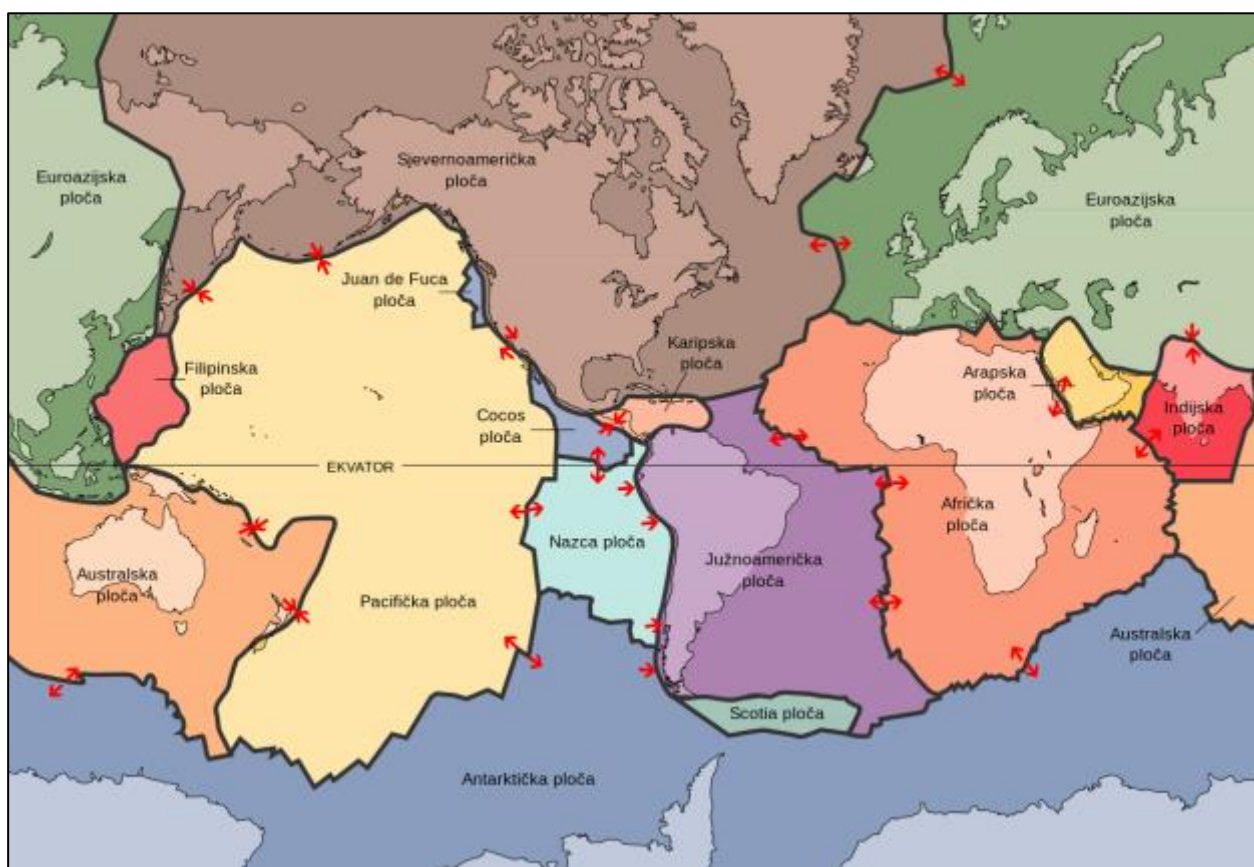
Prema **vertikalnoj raščlanjenosti** ili **energiji reljefa** koja predstavlja relativnu visinsku razliku unutar 1 km² izdvajaju se: zaravnen reljef (0 – 5 m/km²), slabo raščlanjene ravnice (5 – 30 m/km²), slabo raščlanjen reljef (30 – 100 m/km²), umjereno raščlanjen reljef (100 – 300 m/km²), izrazito raščlanjen reljef (300 – 500 m/km²) i vrlo izrazito raščlanjen reljef (više od 500 m/km²). Prema **nagibu padine** koja predstavlja odnos vertikalnog kuta što ga čini površina padine s horizontalnom ravninom izdvajaju se: ravnice (0 – 2°), blago nagnute padine (2 – 5°), nagnute padine (5 – 12°), jako nagnute padine (12 – 32°), vrlo strmi tereni (32 – 55°) i strmci, litice i eskarpmani (iznad 55°). Morfometrijska i morfografska obilježja važna su prirodna atraktivnost, ali i kao resurs poglavito s aspekta gradnje turističkih smještajnih kapaciteta, sportsko-rekreacijskih objekata (staza, borilišta i sl.), kulturnih ruta i drugih objekata infrastrukture (Lozić, 1995, 1996; Nejašmić, 1998; Bognar, 2001; Feletar i dr., 2003).

5.2. Endogeni procesi – sile, pokreti i oblici

Endogeni procesi odraz su i posljedica slojevite Zemljine građe. Zemljina unutrašnjost građena je od tri sloja: jezgre, plašta i kore. Na dubini od 2900 kilometara do središta nalazi se jezgra koja je prema geofizičarima podijeljena na unutrašnji dio na dubini od 5080 kilometara i vanjski na dubini od 2900 kilometara. Jezgru od plašta odvaja Gutenbergova ploha diskontinuiteta. Plašt obuhvaća unutrašnjost Zemlje od 2900 do 40 kilometara dubine. Plašt se dijeli na donji, srednji i gornji. Gornji plašt i kora čine zajedno litosferu koja je za endogene procese najvažniji sloj Zemljine građe. Astenosfera koja se nalazi ispod litosfere je građena od žitke mase, magme čiji sile i pokreti utječu na endogene procese i promjene reljefa na površini Zemlje. Zemljina kora je od gornjeg plašta odvojena Mohorovičićevim diskontinuitetom. U građi kore razlikuje se gornji sloj koji je građen pretežito od granita i donji sloj građen od bazalta. Zbog razlike u sastavu Zemljine kore, ona se dijeli na kontinentsku, oceansku i prijelaznu koru. Oceanska kora zauzima 59,5 % površine Zemlje, a

debljina joj se kreće od 4 do 20 kilometara. Kontinentska ploča zauzima 34,5 % površine, a debljina joj seže do 70 kilometara. Na mjestima dodira kontinentske i oceanske kore javlja se prijelazna kora koja zauzima 6 % površine Zemlje.

Endogene sile i pokreti nastaju u litosferi, a uzrokuju ih procesi u plaštu, i to: gravitacijsko izdvajanje, radioaktivno raspadanje, sila teža i rotacija Zemlje. Reljefni oblici nastali takvim pokretima i procesima nazivaju se **tektonski oblici**, a pokreti koji ih stvarju **tektonski pokreti**. Teorijski okvir, pristup i model koji objašnjava postanak najvažnijih dijelova reljefa Zemlje zove se **globalna tektonika ploča**. Prema toj općeprihvaćenoj teoriji površinski dijelovi Zemlje razlomljeni su na ploče koje se pomiču na rastaljenoj astenosferi zbog uzgona koji nastaje kao rezultat temperaturnih razlika i velikog tlaka. Istraživanjem u posljednjih pedesetak godina ustanovljeno je da se litosfera sastoji od 20 većih i manjih litosfernih ploča koje predstavljaju osnovne sastavne dijelove površine Zemlje (sl. 32). Gotovo sve veće litosferne ploče građene su od deblje kontinentske i tanje oceanske kore, osim Pacifičke ploče koja je građena isključivo od oceanske kore.



Sl. 32. Tektonske ploče (Izvor: U.S. Geological Survey, 2017).

Teoriji o globalnoj tektonici ploča prethodilo je istraživanje i model koji je 1915. godine postavio geofizičar i meteorolog Alfred Wegener (1880. – 1930.) o pomicanju kontinenata. Prema njegovoj teoriji svi su kontinenti prije 250 do 280 milijuna godina bili jedna cjelina nazvana Pangea koja se prije 200 milijuna godina počela cijepati i odvajati najprije na dva kontinenta Lauraziju i Gondvanu, a kasnije na današnje kontinente. Teoriju je pojašnjavao i dokazivao podudarnošću oblika Južne Amerike i Zapadne Afrike i petrološkim dokazima o istovjetnim slojevima ugljena s obje strane Atlantskog oceana. Dodatno, model je potvrđivao paleontološkim dokazima o istim vrstama golemih gmazova čiji su ostatci pronađeni u Južnoj Americi i Africi te klimatološkim dokazima o glacijaciji. Njegova teorija, premda ispočetka neprihvaćena, svoju je potvrdu dobila istraživanjima u drugoj polovici 20. stoljeća kada je promovirana i prihvaćena globalna tektonika ploča.

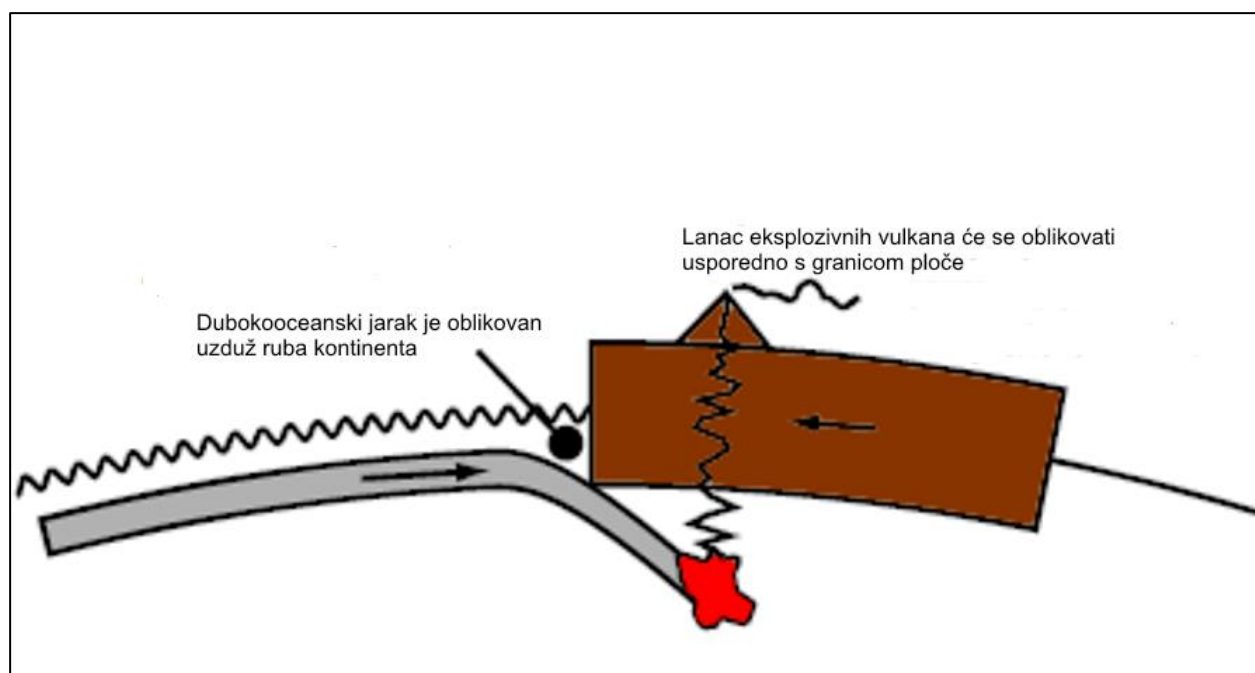
Najintenzivniji endogeni procesi nastaju na granicama tektonskih ploča. Tri su tipa granica litosfernih ploča: **konstruktivne**, **destruktivne** i **konzervativne**. Na konstruktivnim granicama događaju se procesi **razmicanja** ili **spreadinga** (sl. 33) litosfernih ploča kojima nastaju srednjeoceanski grebeni ili hrptovi poput atlantskog. Razmicanjem ploča brzinom od 2 do 10 centimetara godišnje na površinu izbija magma koja stvara novo morsko dno.



Sl. 33. Razmicanje euroazijske i sjevernoameričke litosferne ploče, Island (Izvor: snimio autor).

Dugotrajnim procesima razmicanja i udaljavanja litosfernih ploča nastali su srednjeoceanski hrptovi široki do 2000 kilometara s ukupnom dužinom od 60 000 kilometara, a obuhvaćaju 8 % Zemljine površine. Mjestimice hrptovi izbijaju na površinu stvarajući vulkanske otoke poput Islanda. Razmicanjem ploča nastaju duboki lomovi poput Istočnoafričkog tektonskog jarka u kojem je najprije nastalo današnje Crveno more s tendencijom daljnjeg razmicanja i pretvaranja mora u ocean.

Na destruktivnim granicama odvija se proces **podvlačenja** ili **subdukcije** jedne ploče pod drugu (sl. 34). S obzirom na vrstu litosfernih ploča (oceanska ili kontinentska) postoje tri tipa subdukcije. Prvi je onaj gdje se sudaraju oceanska ploča s kontinentskom kao što je primjer podvlačenja Nazca ploče pod Južnoameričku litosfernu ploču. Drugi je tip podvlačenja jedne oceanske ploče pod drugu što se događa na dodiru Filipinske i Pacifičke litosferne ploče uslijed čega nastaje niz vulkanskih otoka. Duž takvih kontakata nastaju **dubokomorski** ili **dubokooceanski jarci** koji su do 100 kilometara široki, a dubina doseže od 6000 do 11 000 kilometara pa predstavljaju najdublje dijelove Svjetskog mora. Treći tip je dodir dviju kontinentskih ploča, što je slučaj Euroazijske i Australsko-indijske litosferne ploče čija je posljedica nabiranje i stvaranje Himalajskoga gorskog sustava što je proces koji je otpočeo prije 35 milijuna godina. Taj proces natiskivanja, rasjedanja i izdizanja na dodiru dviju ploča naziva se **orogeneza**.



Sl. 34. Subdukcija na dodiru oceanske i kontinentske litosferne ploče (Izvor: Craghan, 2003).

Konzervativne granice su u usporedbi s konstruktivnim i destruktivnim relativno mirnije. Ovdje se litosferne ploče pomiču jedna uz drugu, a takvo pomicanje prouzrokuje česte i razorne potrese. Na tim granicama nema stvaranja vulkanskih otoka, ulančanih gorja i dubokomorskih jaraka. Najpoznatiji primjer je 1000 kilometra dug rasjed San Andreas na granici Pacifičke i Sjevernoameričke litosferne ploče na krajnjem zapadu SAD-a.

Za razumijevanje tektonskih oblika koji su posljedica složenih pokreta u litosferi potrebno je pojasniti pojam slojeva. **Sloj** je osnovna pojava jedinica litosfere omeđena dvjema plohama. Svaki sloj ima gornju i donju slojnu plohu. Donja slojna ploha nastaje početkom taloženja, a gornja na kraju. Debljina sloja varira od nekoliko milimetara do 100 metara. Svi slojevi koji se nalaze iznad promatranog sloja njegova su topografska krovina, a oni ispod topografska podina. Stariji slojevi od promatranog sloja njegova su stratigrafska podina, a mlađi stratigrafska krovina.

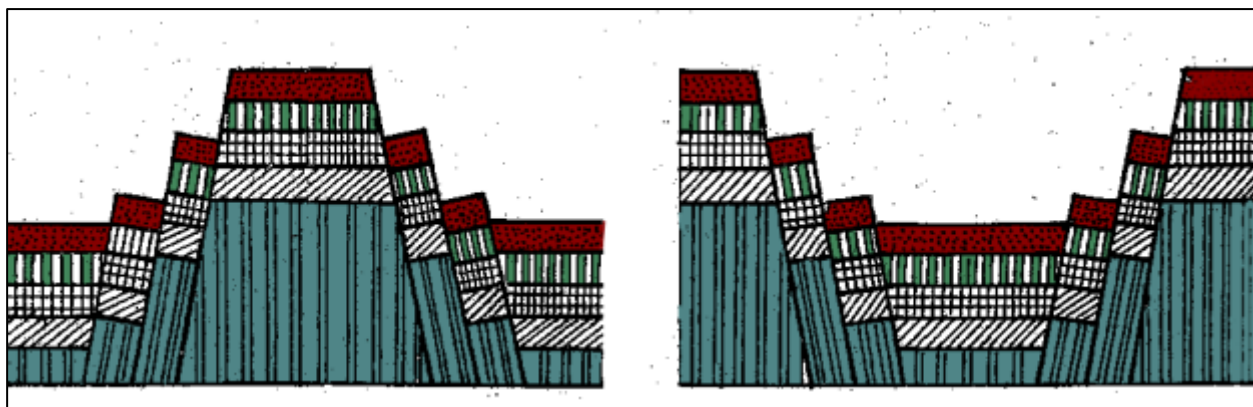
Tektonski pokreti, prije svega pomicanje litosfernih ploča, ali i drugi endogeni procesi uzrokuju pokrete nabiranja, rasjedanja i navlačenja koji mijenjaju izgled i strukturu Zemljine površine. Tim pokretima nastaju složeni strukturni oblici kao osnovne tektonske jedinice litosfere. Među tim složenim oblicima prevladavaju bore, rasjedi i navlake.

Bora je osnovna tektonska jedinica litosfere nastala kao rezultat valovitog savijanja slojeva pod utjecajem bočnih pritisaka. Svaka se bora sastoji od konkavnog dijela koji se naziva sinklinala i konveksnog dijela antiklinale. Oba osnovna dijela bore imaju krila koje dijeli osna ploha. Najviši dio antiklinale je tjeme, a najniži dio sinklinale je dno. S obzirom na položaj osne plohe prema vodoravnoj ravnini razlikuju se: uspravne, kose, prebačene, polegle i utonule bore (sl. 35).



Sl. 35. Tipovi bora u odnosu prema osnoj plohi: uspravne (A), kose (B), prebačene (C), polegle (D) i utonule bore (E) (Izvor: Brazda i dr., 1992).

Rasjed je strukturna jedinica litosfere koja nastaje izdizanjem, spuštanjem ili uzdužnim pomicanjem dijelova zemljine kore duž pukotine (paraklaze). Dijelovi rasjeda su krila, paraklaza, a u slučajevima kad je paraklaza kosa tada rasjed ima skok i hod. Krilo označava dio terena s jedne strane paraklaze. Ako je paraklaza kosa tada postoji donje ili podinsko krilo te gornje ili krovinsko krilo. Tri su osnovna tipa rasjeda: pravilni (normalni), reversni i horizontalni ili transkurentni. Pravilan rasjed nastaje spuštanjem krovinskog krila u odnosu prema podinskom krilu. Kod reversnog rasjeda krovinsko se krilo izdiglo. Transkurentni rasjedi su oni kod kojih se pomicanje odvija samo horizontalno bez vertikalnog pomaka. Rasjedi se najčešće javljaju u grupama ili nizovima. Takvi su rasjedi tektonske grabe ili jarci i horstovi ili timori (sl. 36). **Tektonska graba** nastaje kad dođe do spuštanja središnjih krila. Takva je struktura dolina Rajne u Njemačkoj i Save u Hrvatskoj. **Horstovi** nastaju kao uzvišenja omeđena s dva ili više rasjeda. Tako su nastala gromadna gorja u Panonsko-peripanonskoj Hrvatskoj, Schwarzwald, Vogezi i dr.



Sl. 36. Timor (horst) i tektonska graba (jarak) (Izvor: Brazda i dr., 1992).

Navlake su strukturne jedinice litosfere u kojima se krovinske naslage slojeva uslijed djelovanja endogenih sila prebacuju i leže preko podinskih naslaga. Navlake grade velike gorske sustave poput Alpa. Osim navlačenja, rasjedanja i boranja za oblikovanje endogenog reljefa važni su **epirogeni pokreti**. Oni nastaju u litosferi i manifestiraju se kao postupna i spora izdizanja ili spuštanja dijelova litosfere pri čemu ne dolazi do rasjedanja, boranja ili navlačenja. Pri spuštanju dolazi do stvaranja oceana i mora, a pri izdizanju kopna. Napredovanje vode na kopno zove se **transgresija**, a povlačenje mora **regresija**.

Kao posljedica djelovanja endogenih sila javljaju se vulkanizam i seizmizam. **Vulkanizam** obuhvaća sve pojave i procese vezane za izbijanje magme na površinu Zemlje. Mjesto na kojima se odvija ta pojava naziva se **vulkan**. Najjednostavnija podjela izdvaja

eksplozivne i izljevne vulkane. Primjer za eksplozivne vulkane su Krakatau između Jave i Sumatre, a za izljevne Mauna Loa na Havajskim otocima. Prateće pojave vulkana su: fumarole, solfatare, mofete, gejziri, termalni i mineralni izvori. **Fumarole** su mjesta na kojima izbija vodena para s primjesom i drugih plinova. **Solfatare** (sl. 37) su poseban tip fumarola iz kojih izbija sumporovodik (H_2S), a **mofete** su pukotine iz kojih izbija ugljični dioksid (CO_2). **Gejziri** (sl. 37) su snažni izvori vrele vode koja pod tlakom vodene pare u određenim intervalima izbacuju vodu. Tipični su za Island (otkuda im i potječe naziv), Novi Zeland i zapadne dijelove SAD-a (NP Yellowstone).



Sl. 37. Solfatara i gejzir Strokkur, Island (Izvor: snimio autor).

Vulkani su za opstanak i život čovjeka opasne pojave, i to iz više razloga. Ponajprije, pri erupcijama izbijaju vulkanski plinovi poput CO_2 , SO_2 , H_2S i drugi koji su opasni po ljudsko zdravlje i život. Primjerice, naglo oslobađanje ugljičnog dioksida iz magmatskog ognjišta ispod jezera Nyos u Kamerunu ubilo je 1986. godine 1700 ljudi. Nadalje, lava je rijedak uzrok smrtnosti ljudi, brzina joj varira, a ovisi o nagibu padine i sastavu te može doseći do 25 km/h. Tom brzinom prije hlađenja može prijeći i do 120 kilometara. Uglavnom uzrokuje materijalnu štetu na građevinama te poljoprivrednim i šumskim površinama. Vulkanski stupovi i oblaci mogu doseći visinu do 16 kilometara i uzrokovati pojavu pepela,

prašine i vulkanskih bombi koje uništavaju poljoprivredne površine.¹⁴ Piroklastični tokovi predstavljaju lavinu vrućih plinova, pepela i dijelova stijena brzine do 160 km/h. Takav tok iz vulkana Mont Pelée na Martiniku je 1902. godine odnio 28 000 ljudskih života. Konačno, opasnost predstavlja tok vulkanskog blata (u Indoneziji zvan lahar) koji teče brzinom do 50 km/h. Takav se tok 1985. godine spustio iz vulkana Nevado del Ruiz u Kolumbiji koji je poplavio grad Armero 50 kilometara od mjesta erupcije te prouzročio smrt više od 20 000 stanovnika

Seizmizam čine sve pojave povezane s endogenim procesima, a predstavljaju iznenadna, kratkotrajna podrhtavanja površinskih dijelova Zemlje. Najčešći je naziv za tu pojavu potres ili zemljotres. Prema glavnom uzroku razlikuju se: urušni, vulkanski i tektonski potresi. Urušni potresi su rijetki (3 % svih potresa), a nastaju u plićim dijelovima Zemljine kore urušavanjem podzemnih pukotina ili spiranjem naslaga sadre i soli. Vulkanski potresi prate erupcije vulkana. Najčešći i najjači potresi (90 % svih potresa) su tektonski koji nastaju zbog gibanja litosfernih ploča. Kod potresa razlikujemo **hipocentar**, odnosno mjesto gdje potres nastaje u unutrašnjosti Zemlje i **epicentar** kao mjesto na površini najbliže hipocentru (Summerfield, 1991; Nejašmić, 1998; Feletar i dr., 2003; Craghan, 2003; Huggett, 2011; Hess, 2014).

5.3. Egzogeni procesi, oblici i vrste reljefa

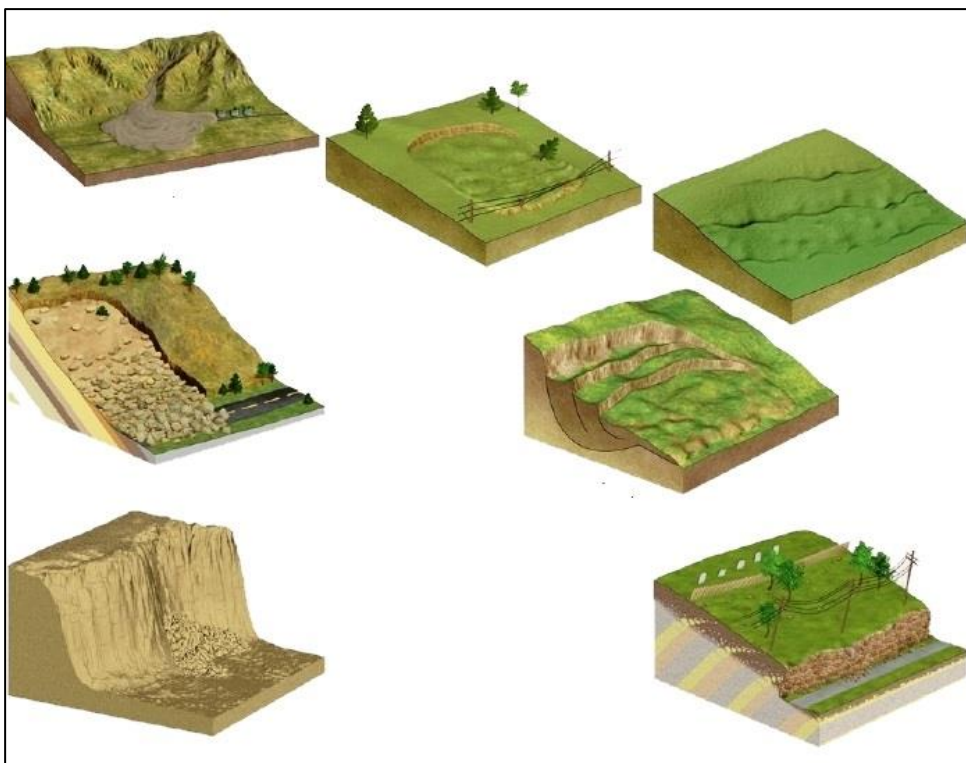
Najvažniji, najveći, odnosno osnovni oblici reljefa na Zemlji nastali su djelovanjem endogenih sila i procesa u dugotrajnom vremenskom razdoblju. No na današnji izgled reljefa na Zemlji istovremeno i postojano su utjecale **egzogene** ili **vanjske sile** i **proces**i. Glavna sila koja pokreće egzogene procese je Sunčeva energija, jer uvjetuje kompleksne klimatske prilike, kruženje vode na Zemlji te omogućuje život. Sunčeva energija ponajprije utječe na pojavu vode, vjetera, leda i organizama, a djeluje radijacijom i temperaturom. Osim Sunčeve energije, na egzogene procese utječu gravitacija Zemlje, Sunca i Mjeseca što je najviše izraženo u područjima s velikim nagibima i energijom reljefa. Permanentnim djelovanjem egzogenih procesa može u konačnici dovesti do **aplanacije**, odnosno do zaravnavanja i snižavanja reljefnih oblika. Egzogeni procesi uključuju raspadanje i trošenje stijena, padinske, fluvijalne, marinske, limničke, krške, eolske, glacijalne, biogene i antropogene procese koji stvaraju istoimene oblike i vrste egzogenog reljefa.

¹⁴ Erupcija vulkana Eyjafjallajökull na jugu Islanda u travnju 2010. uzrokovala je šestodnevnu obustavu zračnog prometa između Europe i Angloamerike što je rezultiralo ogromnim financijskim gubicima.

Raspadanje i trošenje stijena usko je povezano s procesima na padinama i denudacijom, a može biti mehaničko, kemijsko i biogeno (organogeno). Stijena kao nakupina minerala u različitim omjerima može se mehanički trošiti i raspadati, a da se pritom ne mijenja njezin mineraloški sastav. **Mehaničko trošenje stijena** najčešće se javlja u sušnim regijama poput vrućih i hladnih pustinja gdje se javlja velika dnevna amplituda temperature. Do pucanja stijena i njihovog pretvaranja u kršje, šljunak, pijesak i prašinu dolazi zbog širenja i povećanja volumena stijena danju te hlađenja i smanjivanja volumena noću. Drugi način mehaničkog trošenja stijena je u regijama s velikom količinom leda koji prodire u stijenske pukotine i pri širenju volumena ih lomi. **Kemijskim raspadanjem i trošenjem stijena** mijenja se oblik i kemijski sastav stijena, a najzastupljeniji proces je korozija pri čemu u vodi otopljeni CO₂ ponajviše utječe na promjene u karbonatnim stijenama poput vapnenca. Magmatske stijene se raspadaju, ali drugačijim procesima, ponajprije hidratacijom u kojoj voda ulazi u sastav pojedinih minerala. Kemijski procesi raspadanja stijena najviše ovise o klimi. Najjače djelovanje javlja se u uvjetima tropske klime, a nešto je slabije u umjerenim te gotovo neznatno u hladnoj klimi. **Organogeno ili biogeno raspadanje stijena** najčešće je kombinacija djelovanja mehaničkoga i kemijskog trošenja u kojem biljke svojim ukorjenjivanjem drobe i mrve stijene, a istodobno se iz korijenja ispuštaju humusne kiseline koje kemijski djeluju na rastvaranje stijena. Mikroorganizmi stvaraju različite organske kiseline koje također razgrađuju stijensku podlogu kemijskim putem.

Padinski ili derazijski procesi se javljaju na padinama, a to su nagnuti dijelovi Zemljine površine čiji je nagib veći od 2°. Prema obliku padine mogu biti konveksne ili ispupčene, konkavne ili udubljene, normalne i strmci (nagib veći od 55°). Padine su najzastupljeniji i najnestabilniji dio reljefa koje su neprekidno izložene promjenama pa su prema tome i najvažniji dio reljefa Zemlje. Snaga djelovanja egzogenih procesa na padinama ovisi o nagibu, tvrdoći i vodopropusnosti stijena, nagibu, klimi i vegetaciji. Na padine djeluju gravitacija, vjetar, voda u tekućem stanju, led i ostali egzogeni faktori. Svi takvi procesi koji destruktivno djeluju te utječu na ogoljivanje padina nazivaju se **denudacija**. Najvažniji procesi oblikovanja padina su kliženje, spiranje, odronjavanje, urušavanje, jaruženje, lavine i osipavanje (sl. 38). Denudacija se na padinama može manifestirati kao erozija ili mehaničko razaranje i trošenje Zemljine površine djelovanjem vode (tekućice, bujice i sl.).¹⁵ Derazijski procesi u užem smislu odnose se na gravitacijsko djelovanje na padinama koje čine soliflukcija (tečenje) i kliženje. Na padine isto tako djeluju korozivni procesi.

¹⁵ Erozija u užem smislu je djelovanje vode, ponajprije tekućica. U širem smislu može obuhvatiti led i vjetar.



Sl. 38. Padinski procesi (Izvor: Hess, 2014).

Spiranje ovisi o sastavu stijena, nagibu padina, količini vode i intenzitetu padalina i vegetaciji. Velika količina padalina stvara bujice koje oblikuju vododerine i jaruge. Kliženje je proces spuštavanja rastresitog materijala ili kompaktnih naslaga niz padine pod utjecajem gravitacije. To je često nagli i iznenadni proces koji se odvija u uvjetima u kojima se ispod površinskoga propusnog sloja nalazi vodonepropusni sloj gline. Kliženje se događa kad glina upije znatne količine vode uslijed čega joj se volumen poveća pa se rastresiti sloj iznad počinje naglo i brzo kretati prema dnu padine što može imati katastrofalne posljedice za ljude i građevine. Odronjavanje i urušavanje nastaje kad se čvrsto uslojene stijene nađu na mekšoj podlozi pa se spiranjem i drugim procesima stijene ruše prema nižim dijelovima padine (Summerfield, 1991; Nejašmić, 1998; Feletar i dr., 2003; Huggett, 2011; Hess, 2014).

Fluvijalni procesi i oblici nastaju djelovanjem potoka i rijeka koji se zato naziva riječni ili fluvijalni reljef. Radom mreže tekućica i padinskim procesima, ponajviše spiranjem, nastaju doline koje su najčešće otvorene prema smjeru otjecanja, pa se tako stvara dolinski reljef. Tekućice na svom toku od izvora do ušća vrše tri egzogena procesa: eroziju, transport i akumulaciju. **Erozija** obuhvaća usijecanje udubljivanje toka tekućice u stijensku podlogu. Ona razara stijene i na taj način stvara erozijske fluvijalne oblike kao što su korita i doline. Razlikuju se tri tipa erozije: dubinska, bočna (vodoravna) i regresivna erozija (sl. 39). **Dubinska erozija** se javlja u gornjim tokovima rijeka gdje veći nagib znači i veće usijecanje

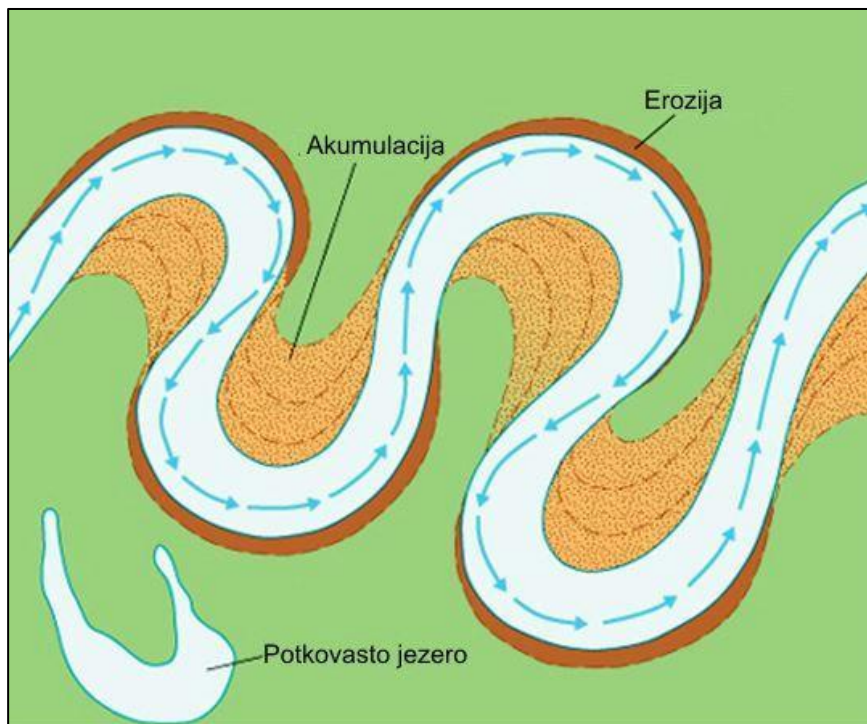
kojim se stvara „V“ dolina ili korito. **Bočna erozija** utječe na proširenje korita, a na njezinu snagu utječu količina i vrsta stijenskih čestica, brzina toka i korozivno djelovanje vode. Ta se dva tipa erozije nadopunjuju, jer slabljenje jednoga jača drugi. Najsnažnija erozija je na vodopadima i slapovima gdje snaga vode i stijenskog materijala koje pada u podnožje potkopava prag vodopada i pomiče korito unazad. Tako nastaje **regresivna erozija**. Regresivnom erozijom može se probiti razvodnica pa se rijeka tako proširi na susjedno porječje. Takva pojava naziva se piraterija.



Sl. 39. Dubinska erozija, Farski otoci i regresivna erozija, rijeka Skógá, Island (Izvor: snimio autor).

Tamo gdje je brzina tekućice zbog manjeg nagiba slabija, slabiji je i transport stijenskog materijala (šljunak, pijesak, mulj) pa se stvaraju akumulacijski fluvijalni oblici reljefa. Na tom dijelu toka dubinska erozija sve je manje izražena, a bočna erozija ima daleko veći značaj. Tekućice uglavnom u ravnicama akumuliraju i odlažu stijenski materijal i tako stvaraju **naplavne** ili **holocenske ravni**. Nastaju za vrijeme visokih vodostaja rijeka kada se voda izljeva iz korita i poplavljuje najniže dijelove dolina. Poplavljene dijelove pokriva nataloženi mulj ili pijesak. Najizrazitije naplavne ravni su uz rijeke Savu, Dunav, Mississippi, Ganges, Ind, Po itd. Smanjenje nagiba i brzine riječnog toka pojačava bočnu eroziju što za posljedicu ima stvaranje proširenog korita koje karakteriziraju riječni zavoji ili **meandri**. Proces stvaranja takvih riječnih zavoja zove se **meandriranje**. Daljnjim razvojem meandara i jačanjem vijuganja riječnog toka zavoji se spajaju, a dijelovi korita koji ostaju odvojeni od glavnog toka tvore **potkovasta jezera** ili **mrtvaje** (sl. 40). Nanosi koje rijeke nose do mora ili jezera stvaraju vrlo razgranata ušća ili **delt**e. Najveće delte na svijetu su one Inda u Pakistanu (163 000 km²), Nila u Egiptu (160 000 km²) i Huang Ho u Kini (127 000 km²). Osim tih oblika akumulacijskog fluvijalnog reljefa rijeke stvaraju otoke ili ade i riječne terase. **Riječne**

terase se stvaraju ako se izmjenom klimatskih, napose padalinskih uvjeta (povećano topljenje snijega i leda u dužem razdoblju) pojača dubinska erozija pa će se riječni tok usijecati u naplavnu ravan.



Sl. 40. Stvaranje meandara (Izvor: McKnight, Hess, 2008).

Riječne doline mogu biti jednostavne koje se ravnomjerno proširuju i spuštaju od izvora do ušća rijeke ili kompozitne u kojima se izmjenjuju proširenja i suženja (klisure). U odnosu na smjer pružanja reljefnih uzvisina doline mogu biti transverzalne i longitudinalne. **Transverzalne doline** su one koje pod određenim kutom sijeku glavni pravac pružanja reljefa, a značajne su za prometno povezivanje, jer se uz njih lakše savladavaju reljefne prepreke. **Longitudinalne doline** su paralelne s okolnim reljefnim uzvisinama, pogodne za gradnju naselja i poljoprivredu.

Marinski i limnički procesi i oblici nastaju djelovanjem mora i jezera na obalu. Obale su za cjelokupni razvoj čovječanstva jedan od najvažnijih dijelova Zemlje, jer su dio geografskog prostora u kojem dolazi do izrazite koncentracije stanovništva i djelatnosti. U turizmu obale imaju višestruku ulogu, od prometnog povezivanja i spajanja emitivnih, tranzitnih i receptivnih regija i mjesta do jednog od najvažnijih motiva turističkih kretanja kao prvorazredna prirodna atraktivnost. **Obala** je granični pojas kopna i vode (mora, jezera i rijeke), a oblikuju se djelovanjem tektonskih, epirogenih i postglacijalnih procesa te

dinamikom vode, u ovom slučaju ponajprije morske, jer su kod velikih jezera po osnovnim obilježjima djelovanja vrlo slična. Nešto širi pojas od obale je **obalna zona** koja predstavlja uski pojas kopna određen blizinom mora. Najširi pojas je **obalno područje** kao dio geografskog prostora koji se pruža u unutrašnjost do najbližeg gorskog sustava, a koji uključuje sve prijelazne i kopnene biljne i životinjske vrste. U turističkoj valorizaciji važno je razmotriti pojam plaže ili žala. **Plaža** ili **žal** je pojas nekonsolidiranog materijala koji se proteže prema kopnu od niske vodene linije do mjesta gdje je se mijenja građa ili do linije trajne vegetacije što je obično učinkovita granica od olujnih valova (sl. 41). Prema pučini granica je, osim ako nije drugačije određeno, srednja vrijednost niske vodene linije.¹⁶



Sl. 41. Žal u Tallinnu (Estonija) i Olivi (Španjolska) (Izvor: snimio autor).

Sile mora koje utječu na oblikovanje i izgled obale su: valovi, struje i morske mijene te korozivno djelovanje morske vode. Na oblikovanje obale djeluju i morski organizmi, no o tome više u poglavlju o biogenim oblicima reljefa. More, slično rijekama, djeluje razarajuće na obalu, transportira dijelove stijenskog materijala te ih akumulira na drugome mjestu. Razorno djelovanje morskih valova na obalu naziva se **abrazija**. Pritom valja imati na umu da mlat mora valovima na otvorenu obalu (bez otoka ispred obale) može doseći snagu udara od 30 000 kg/m². Osim valova, razarajuću ulogu, no znatno manju, imaju morske mijene i struje. Abrazijom se stvaraju abrazijski oblici obale kao rezultat razornog djelovanja valova koji potkopavaju i ruše obalu. Mlat valova, posebno na strmim obalama, snagom i otkinutim kamenjem prave pukotine i polukružna udubljenja – **potkapine**. Na snagu abrazije dodatno

¹⁶ U hrvatskoj se stručnoj literaturi, razvojnim i prostorno planskim dokumentima te promidžbenim turističkim publikacijama, plažom nazivaju svi oblici obale pogodni za turističku valorizaciju, ponajprije za kupališni turizam i drugu priobalnu rekreaciju, bez obzira na građu i rastresitost stijenskog materijala. Tako plaže, prema tome mogu biti rastresite građe, ali i od čvrsto uslojenih blokova stijena, najčešće vapnenca.

utječu korozivni procesi, ali i otpornost stijena na trošenje i položaj naslaga. S vremenom slojevi stijena iznad potkapine gube uporište te se urušavaju. Na taj način nastaju **klifovi** (sl. 42).¹⁷ Ponavljanjem procesa klif se povlači, a paralelno s tim procesom urušena se stijenska građa usitnjava i taloži uz obalu te stvara **abrazijsku ravan** ili **terasu**. Povlačenjem klifa na abrazijskoj ravni ostaju otporniji dijelovi stijena, grebeni koji se nazivaju **ostjenjaci**.

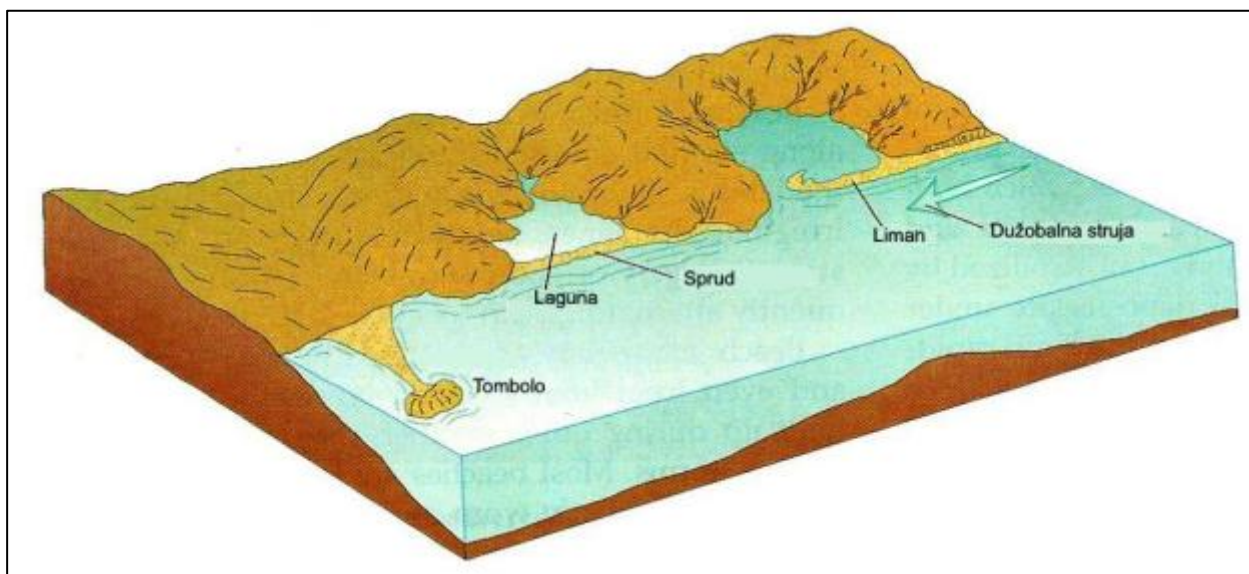


Sl. 42. Klif, južna obala Islanda (Izvor: snimio autor).

Akumulacijski marinski oblici nastaju na mjestima gdje slabi transportna uloga mora, vjetra i rijeka koje se spuštaju i teku do morskih obala. Valovi, struje, mijene i vjetar prenose ogromne količine usitnjene stijenske građe i stvaraju brojne oblike marinskog reljefa. Tako nastaju sprudovi (lida), limani, lagune, tombola (primošteni) i žala (sl. 43). **Sprud** ili **lido** nastaje stalnim djelovanjem dužobalnih morskih struja i vjetra koji uz obalu stvaraju nanose pijeska. Tamo gdje su struje posebno jake, pješčani se nanosi spajaju s istaknutim rtovima te dio obale pretvaraju u zaljeve ili **limane**. Takvi zaljevi tipični su za sjeverozapadnu obalu Crnog mora. Potpuno zatvoren zaljev ili **laguna** nastaje kad se završni dijelovi spruda spoje s obalom i stvore priobalna slana jezera. **Tombolo** ili **primošten** nastaju spajanjem otoka i kopna akumulacijskim radom mora. U Hrvatskoj je za to primjer grad Primošten u Dalmaciji.

¹⁷ Premda se u literaturi često izjednačavaju, klif i strmac nisu posve istovjetni pojmovi. Klifovi nastaju isključivo djelovanjem valova na obalu. Zbog toga se u podnožju klifa (u morskoj razini) nalazi blaga kosina (abrazijska terasa ili ravan). Toga kod tektonskih strmaca nema; strmac se kontinuirano nastavlja i ispod morske razine. Najbolji primjer za to su strmci na Dugom otoku i Kornatima (Džaja, 2003).

Djelovanjem morskih struja, valova i vjetrova nastaju obalne dine. Karakteristične su za atlantsku obalu Francuske, obale Belgije, Nizozemske, zapadnu Dansku itd.



Sl. 43. Akumulacijski oblici obale (Izvor: McKnight, Hess, 2008).

U ostale oblike obalnog reljefa spadaju estuariji, rijasi, fjordovi i fjerdovi. **Estuarij** je potopljeno i prošireno riječno ušće ljevkastog oblika u koje je prodrlo more. Tipično je za obale Zapadne Europe na kojima su nastale velike pomorske luke poput Londona na Temzi, Hamburga na Labi, Bremena na Weseru, Rotterdama na Rajni itd. Sličan estuariju je **rijas**, ali s tom razlikom što se radi o morem potopljenom donjem dijelu riječne doline. Karakteristični su za Galiciju u Španjolskoj, Irsku, a u Hrvatskoj su to zaljevi u donjoj dolini Raše i Krke. **Fjord** nastaje potapanjem glacijalnih dolina pa se tako oblikuju uski, izduženi i duboki zaljevi strmih obala. Fjordovi su tipični za Norvešku, južni Čile, Novi Zeland i Kanadu. Za razliku od fjorda, **fjerd** (*fjärd*) je zaljev koji nastaje potapanjem riječne doline oblikovane glacijalnim egzogenim procesima u tvrdim stijenama. Dno takvih zaljeva je plitko, a obalne padine blažih nagiba. Često su podijeljeni na manje zaljeve s velikim brojem sitnih otoka. Karakteristični su za Švedsku i Finsku.

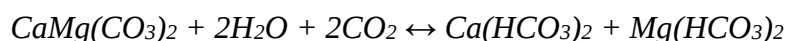
Tipovi obala mogu se izdvojiti prema postanku, izgledu te reljefu i građi kopna. Prema postanku obale su: ingresijske, abrazijske, organogene i kombinirane. **Ingresijske obale** nastaju potapanjem kopna, a mogu biti tektonske i erozijske. Glavno je obilježje ingresijske obale da potopljeni reljefni oblici nisu promijenjeni radom abrazije. Primjer takve obale je **dalmatinski tip obale** gdje su sinklinale pretvorene u zaljeve i kanale, a antiklinale u otoke i poluotoke. Ingresijske erozijske obale nastaju potapanjem erodiranog reljefa, a izdvajaju se

fluvijalne, krške, eolske i glacijalne. **Abrazijske obale** su one na kojima je abrazija preoblikovala prvobitni reljef do neprepoznatljivosti. U **organogene obale** spadaju koraljne i mangrove obale o čemu će biti više riječi u odlomku o biogenom reljefu. Konačno, **kombinirane obale** su one koje su nastale djelovanjem više raznorodnih faktora. Prema izgledu obalnih padina mogu se izdvojiti strme i niske obale. Prema reljefu i građi kopna izdvajaju se: longitudinalne, transverzalne i indiferentne obale. **Longitudinalne obale** pružaju se paralelno s kopnenim reljefom poput jadranske obale u Hrvatskoj ili zapadne obale Amerike. **Transverzalne obale** pružaju se pod različitim kutovima u odnosu na glavi pravac pružanja kopnenog reljefa kao što je zapadna obala Turske. Kod **indiferentnih obala** nema izrazitih smjerova reljefa kao na sjevernoj obali Kanade (Summerfield, 1991; Nejašmić, 1998; Cvitanović, 2002; Feletar i dr., 2003; Huggett, 2011; Hess, 2014).

Krški procesi i oblici javljaju se u reljefu u kojem prevladavaju topive stijene poput vapnenca, dolomita, soli i gipsa. Među navedenim stijenama krški procesi i oblici najistaknutiji su u sedimentnoj stijeni vapnencu.¹⁸ Proces koji se neprekidno odvija u kršu posljedica su ponajprije protjecanja i poniranja vode koja u sebi sadrži ugljični dioksid (CO₂) te tako rastvara čvrsti vapnenac – kalcijev karbonat (CaCO₃) stvarajući topivi kalcijev hidrokarbonat Ca(HCO₃)₂. Proces je dvosmjernan i odvija se prema formuli za vapnenac:



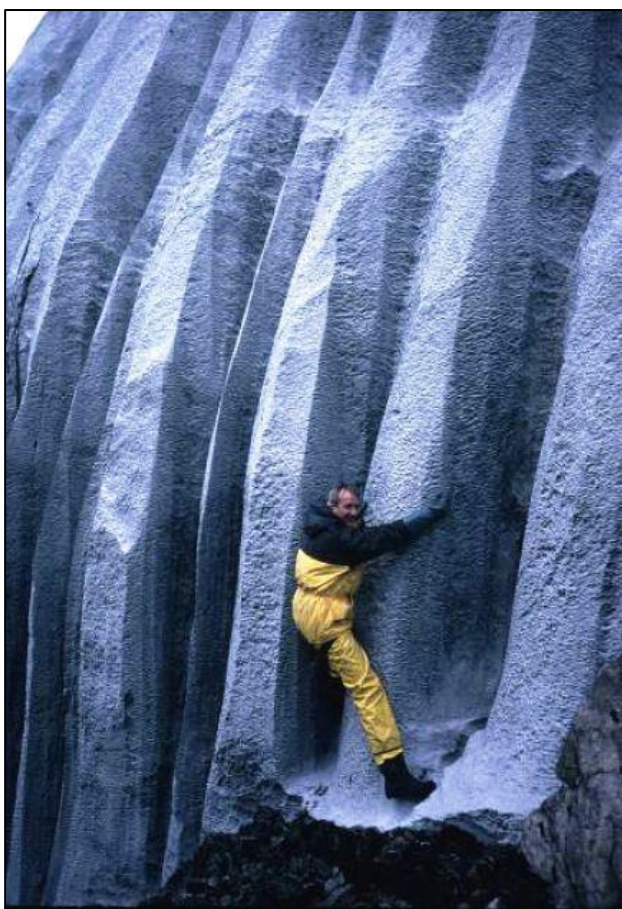
a za dolomit:



Proces otapanja kao dio kemijskog raspadanja i trošenja stijena naziva se **korozija**. Snaga procesa korozije ovisi o količini ugljičnog dioksida u vodi. Korozija i daljnje oblikovanje krških oblika ovise o klimatskim, pedološkim i vegetacijskim obilježjima dijela geografskog prostora. Najizrazitiji krški procesi odvijaju se u vlažnim područjima umjerene i tople klime s razvijenom vegetacijom koja stvara velike količine CO₂. Voda pri svom tečenju kroz karbonatne stijene stvara pukotine (dijastrome i dijaklaze) i prolazi kroz podzemlje te se zbog tih procesa izdvajaju površinski i podzemni krški reljefni oblici.

¹⁸ Krški oblici mogu se stvarati i u silikatnim stijenama poput pješčenjaka, kvarcita, bazalta i granita. Primjeri za to su u Venezueli, Tajlandu i Zimbabveu (Hugget, 2011).

Površinski krški oblici su: kamenice, žljebovi, škrape, ponikve, uvale, polja i zaravni. **Kamenice** su kao najmanji oblici krškog reljefa plitka konkavna udubljenja nastala korozijom kompaktnih blokova vapnenca. Veličina im najčešće ne prelazi jedan metar, a dubina 20 centimetara. Otjecanjem preko kompaktnih nagnutih površina nastaju **žljebovi** s vrlo oštrim rubovima, a njihovim produbljivanjem djelovanjem pukotinske korozije stvaraju se **škrape** (sl. 44) kao najbrojniji površinski krški oblici. Postupnim spajanjem škrapa nastaje **škrapar** ili **ljuti krš** koji karakterizira teška prohodnost. Nasuprot tomu, na područjima gdje se tlo održalo razvio se **pokriveni krš**.



Sl. 44. Škrape u Patagoniji, Čile (Izvor: Williams, 2008).

Ponikve (vrtače ili doci) su okrugla ili eliptična ljevkasta udubljenja promjera od desetak do nekoliko stotina metara čija su dna najčešće pokrivena crvenicom ili nekim drugim tlom (sl. 45), a nastala su korozijskim djelovanjem vode koja ponire u podzemlje. Prema izgledu njihovoga poprečnog profila izdvajaju se tavaste, ljevkaste, kotlaste i bunaraste. Krška područja u kojem je izrazito velika gustoća ponikava naziva se **boginjavi krš**.

Spajanjem više ponikava u uvjetima raspadanja i trošenja stijena koje se brže troše od vapnenca (laporoviti vapnenci i dolomiti) nastaju duguljaste udubine koje se nazivaju **uvale**. One su duge od nekoliko stotina metara do nekoliko kilometara. Uvale su oblikovane u tektonski razlomljenom terenu korozijskim i mehaničkim djelovanjem vode. Dno uvala pokriveno je crvenicom ili glinom pa se koristi kao dragocjen poljoprivredni prostor u krškim regijama.



Sl. 45. Ponikva nedaleko sela Muntrilj u Srednjoj Istri (Izvor: snimio autor).

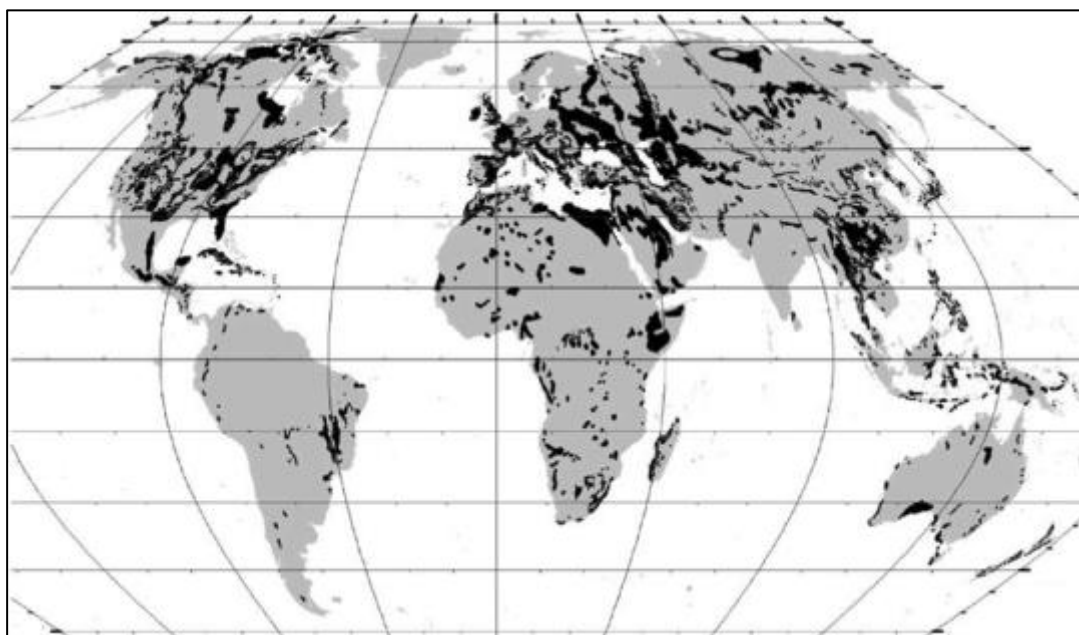
Polja u kršu najveći su krški oblici nastali tektonskim pokretima i krškim procesima. To su prostrana udubljenja koja morfometrijski ne spadaju u ravničarski reljef zbog nadmorske visine iznad 200 metara. U početnoj fazi razvoja ključnu su ulogu imali tektonski lomovi i rasjedanja, a u kasnijim fazama voda je mehanički i korozijski oblikovala današnji izgled. U dinarskom kršu polja imaju najčešće smjer pružanja sjeverozapad-jugoistok što je posljedica dominantnih tektonskih pokreta. U nekim poljima karakteristična je pojava zaostalih i na koroziju otpornijih vapnenačkih humova. Polja u kršu imaju i presudan gospodarski značaj, jer predstavljaju najvažnija poljoprivredna područja u inače tlom siromašnim regijama.

Zaravni u kršu karakteristične su za toplije, tropske klime s bujnom vegetacijom za koju je karakteristična velika količina ugljičnog dioksida biljnog porijekla koji pogoduje bočnoj eroziji. Zaravni su, prema tome, posljedica vrlo kompleksnih procesa erozije i korozije karbonatnih stijena, najčešće vapnenca, a karakterizira ih pojava humova. U Hrvatskoj takvi

se krški oblici reljefa nalaze na području Sjeverne Dalmacije (dolina Krke i Čikole) i u Istri (Južnoistarska zaravan u kršu), a smatra se da su nastale u geološkoj prošlosti kad su u tim dijelovima vladali uvjeti tropske klime.

Podzemni krški oblici nastaju tijekom poniranja vode u podzemlje pri čemu se javlja mehaničko i korozijsko djelovanje. Najznačajniji podzemni oblici su: jame, spilje¹⁹ i kaverne. Za te se krške podzemne oblike koristi i naziv speleološki objekti. **Jame** su podzemna udubljenja u kršu čiji je kanal nagnut više od 45° i dublji od pet metara. **Spilje** su podzemni kanali čiji je nagib manji od 45° i duži od pet metara. Osnovna razlika između jame i spilje te kaverne je u tome što je **kaverna** zatvorena šupljina u podzemlju krša. Najvažniji spiljski ukrasi su: stalaktiti, stalagmiti i stalagnati. Stalaktiti vise sa stropa spilje, stalagmiti se uspinju s poda, a stalagnati nastaju spajanjem stalaktita i stalagmita. Najdulji spiljski sustav na svijetu je Mammoth Cave u Kentuckyju (SAD), ukupne duljine 651,8 kilometara. Najdublja jama je Krubera (Voronja) u Abhaziji (Gruzija), na prostoru zapadnog dijela Kavkaza. Njezino dno je na dubini od 2197 metara. U Hrvatskoj je najdulja spilja Kita Gaćešina – Draženova Puhaljka na južnom Velebitu, duljine 32,3 kilometra, a najdublja jama je Lukina jama – Trojama čije je dno na dubini od 1431 metar i petnaesta je jama po dubini na svijetu.

Karbonatne stijene pokrivaju 17 655 024 km² ili 13,2 % ukupne površine. Najveći udio u površini karbonatne stijene imaju na prostoru Jugozapadne i Srednje Azije s 23 %, a najmanji u Južnoj Americi s 2,1 % (sl. 46).



Sl. 46. Raspodjela karbonatnih stijena u svijetu (Izvor: Ford i Williams, 2007).

¹⁹ U hrvatskoj se literaturi ravnopravno koristi naziv špilja i spilja.

U Hrvatskoj krški reljef zauzima ukupne površine svih primorskih županija (Istarska, Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Zadarska, Šibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska) te dijelove Sisačko-moslavačke, Zagrebačke i Karlovačke županije. Prema procjenama proisteklih iz različitih istraživanja uzima se da u Hrvatskoj krški oblici reljefa pokrivaju 29 356 km² ili 52 % njezine kopnene površine. Postoje i izolirani dijelovi krša ili osamljeni krš koji se nalazi u karbonatnim stijenama izoliranim u nepropusnoj stijeni. Takvi se oblici nalaze na Kalniku (643 m) čiju okosnicu sastavljaju mezozojski vapnenci i dolomiti, u gorskom nizu Ivanščice (1061 m) gdje prevladavaju vapnenci i dolomiti. Sličan sastav imaju Ravna gora (680 m) i na južnom rubu položena Zrinska gora (615 m), a od vapnenaca je sastavljen i jugozapadni dio Medvednice (Nejašmić, 1998; Feletar i dr., 2003; Matas, 2006; Ford i Williams, 2007; University of Auckland, 2010; Huggett, 2011; Hess, 2014).

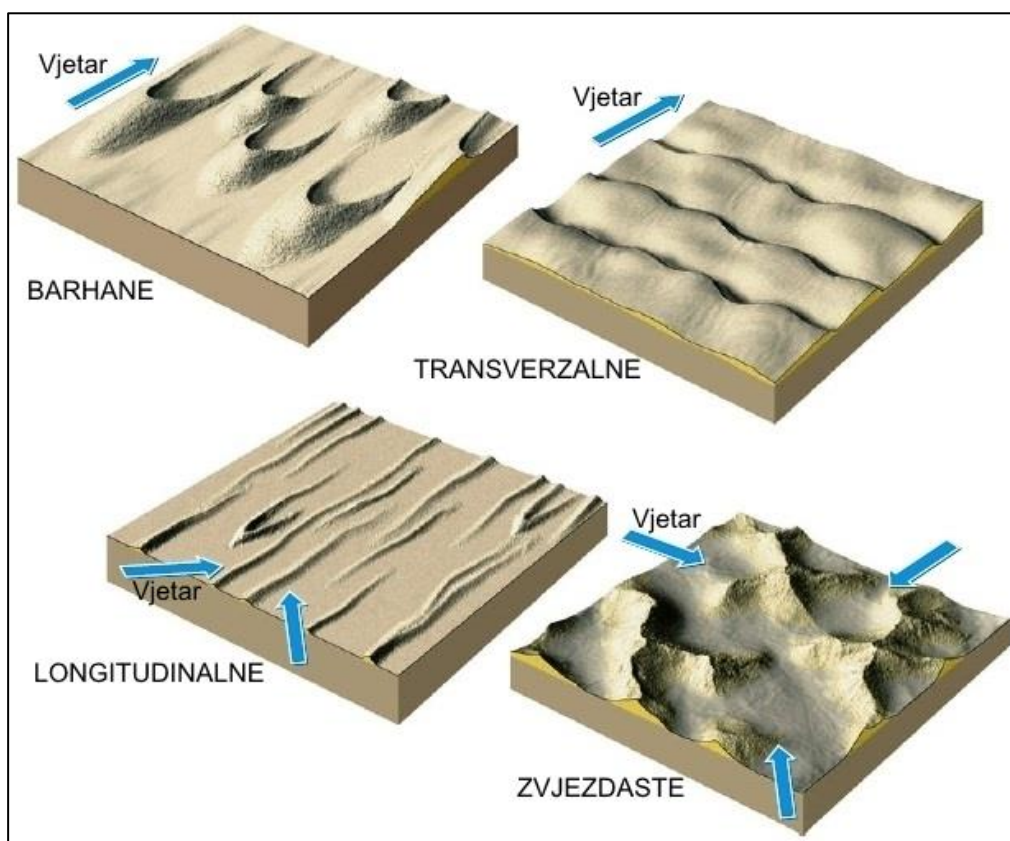
Eolski procesi i oblici nastaju djelovanjem vjetra. Takav se reljef naziva eolski, a s obzirom na to da se vrlo često javlja u pustinjama naziva se i pustinjski reljef. Vjetar poput vode djeluje destruktivno na reljef, transportira čestice i na drugome ih mjestu akumulira stvarajući nove, transformirane reljefne oblike. **Pustinja** se mogu definirati kao dijelovi geografske površine koje karakterizira mala količina padalina, odnosno aridnost što u znatnoj mjeri ograničava pojavu i održavanje života. Na oblikovanje reljefa u takvom okruženju, osim vjetra utječu način trošenja i raspadanja stijena, sastav i građa tla, propusnost podloge, prisutnost i količina pijeska, količina i raspodjela padalina, pojava i egzogeni procesi tekućica i njihovog porječja, vegetacija i drugi.

Pustinja nastaju na četiri načina koji se najčešće kombiniraju pa se uglavnom radi o dva ili tri načina postanka. Dio pustinja nastaje na graničnoj zoni tropskoga i suptropskog pojasa s visokim tlakom zraka gdje vjetrovi, poput pasata, pušu od obratnica prema umjerenom pojasu ili ekvatoru, što znači da odnose vlagu i padaline. To je glavni razlog pustinja u Sjevernoj Africi, Jugozapadnoj Aziji i Australiji. Drugi način postanka je kontinentska izoliranost, odnosno prevelika udaljenost od mora. Tako su se oblikovale pustinja Gobi, Takla Makan, Kizil-kum, Kara-kum. Planinska izoliranost i položaj u kišnoj sjeni i zavjetrini najviše su odredili postanak pustinja Kalahari, Patagonija i Mojave. Konačno, na postanak pustinja može utjecati položaj uz obalu s hladnom morskom strujom, takav su primjer Atacama i Namib.

Vjetar na geografskoj površini pustinja prenosi raspadnute stijenske čestice poput pijeska i prašine s jednog mjesta na drugo te tako preoblikuje reljef. Taj se egzogeni proces naziva **deflacija**. Vjetar brzine 10,8 km/h može pomaknuti čestice promjera 0,05 milimetara,

a za čestice promjera većeg od 1 milimetra potrebna je brzina od 36 km/h. Vjetrovi na taj način mogu ogoliti dijelove pustinja te stvoriti kamene pustinje ili **hamade** ili šljunčane pustinje koje se nazivaju **reg**. Očuvan pješčani krajobraz u Sahari se naziva **erg**, a u Aziji **kum**. Vjetrom pokrenute čestice razmravljenoga stijenskog materijala udaraju u čvrsto uslojene stijene i druge površine te ih nagrízaju ili ruše. Taj se eolski proces naziva **korazija**. Visoki i na trošenje otporniji dijelovi stijena ostaju radom korazije suženi u podnožju formirajući **gur**, oblik sličan gljivi.

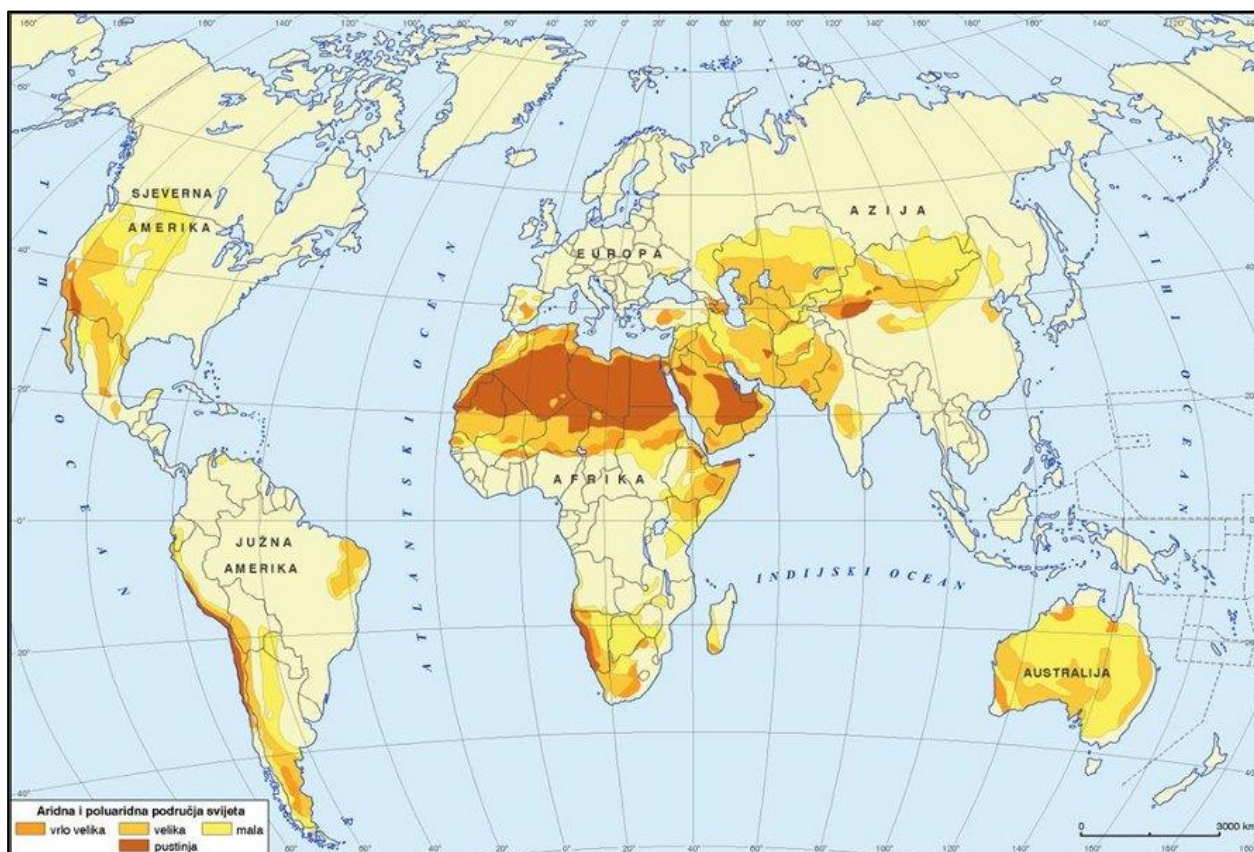
U pješčanim pustinjama najvažniji oblik nastao eolskom akumulacijom i transportom je dina ili sipina. **Dina** ili **sipina** je valovito, duguljasto pješčano uzvišenje.²⁰ Dine mogu biti pokretne i učvršćene (neaktivne). Razlikuju se četiri osnovna tipa dina: barhane, longitudinalne, transverzalne i zvjezdaste dine (sl. 47). Barhane ili srpaste dine i transverzalne nastaju u uvjetima stalnog puhanja vjetra iz istog smjera. Longitudinalne dine nastaju u uvjetima gdje vjetar u jednom dijelu godine puše iz jednog smjera, a drugom u ostatku godine. Zvjezdaste dine nastaju tamo gdje smjer vjetra varira tijekom cijele godine.



Sl. 47. Tipovi dina (Izvor: Hess, 2014).

²⁰ Dine se mogu javiti i na morskim obalama, ali se tada radi o kombinaciji djelovanja vjetra, mora i tekućica.

Izrazito aridna područja zauzimaju 7,5 % površine kopna Zemlje, aridna 12,1 %, a poluaridna 17,7 %, što znači da je više od jedne trećine kopna (37,3 %) stvarno i potencijalno izloženo procesima **dezertifikacije** koji označavaju širenje pustinja na obradive površine (sl. 48). Dijelom se taj proces odvija zbog klimatskih promjena, a dijelom nepromišljenim gospodarenjem koje uzrokuje čovjek (Summerfield, 1991; Nejašmić, 1998; Feletar i dr., 2003; Huggett, 2011; Hess, 2014).



Sl. 48. Aridna područja u svijetu (Izvor: Ravlić, 2017).

Glacijalni i periglacijalni procesi i oblici nastaju u višim geografskim širinama i na visokim planinama iznad snježne granice gdje prevladava snijeg kao padalina, a temperatura zraka je niža od 0 °C. U takvim uvjetima, led kao voda u krutom stanju ima prevladavajući utjecaj na egzogene reljefne procese. Takav se reljef naziva još i glacijalni reljef, dok se u rubnim područjima djelovanja glacijalnih procesa javlja periglacijalni reljef. Led danas pokriva oko 14 898 320 km² ili 10 % površine kopna od čega najveći dio u antarktičkoj regiji. U nedavnoj Zemljinoj prošlosti, za vrijeme glacijala, led je pokrивao gotovo trećinu kopna, a razina mora bila je 100 metara niža. Led na kopnu, poput tekućica i vjetra, obavlja dio denudacije reljefa, transportira dijelove stijena i razmravljen stijenski materijal te stvara

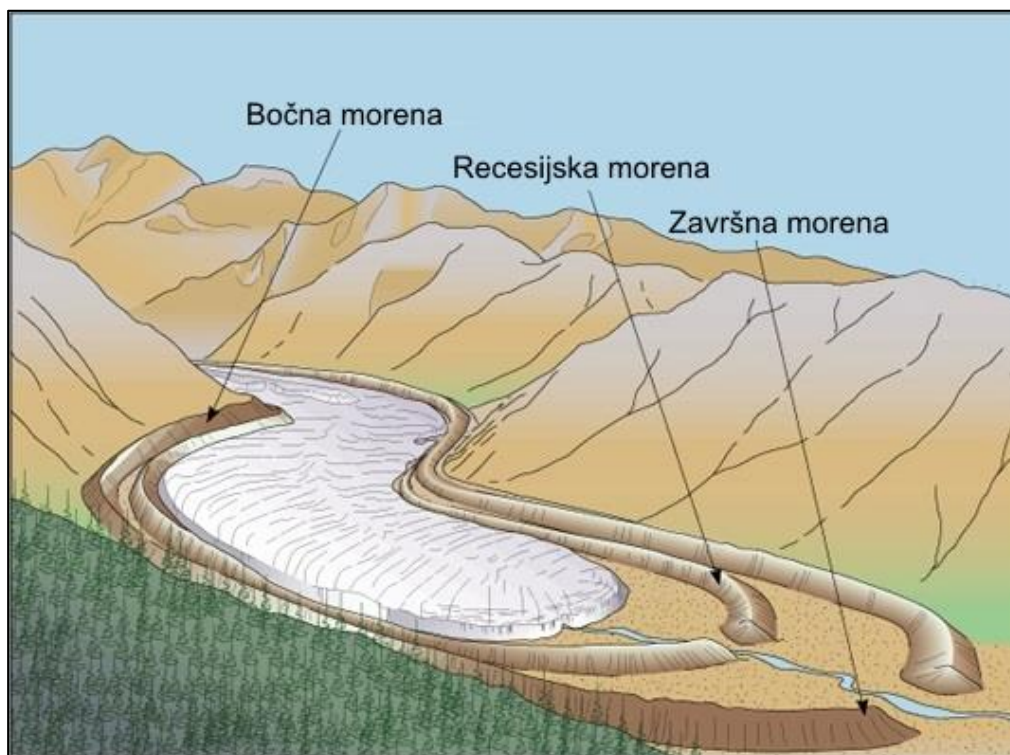
akumulacijske oblike reljefa. Smatra se da danas oko 7 % cjelokupne erozije i transporta reljefnog materijala vrši led što je u usporedbi s fluvijalnim procesima neznatno, ali ako se ima u vidu relativno mala površina leda na kopnu, tada taj udio nije zanemariv.

Led se stvara iznad snježne granice gdje se snijeg postupno, zbog razlika tlaka i temperature, pretvara u zrnati snijeg ili **firn**, a daljnjim procesima u **ledenjački led**. Tako akumulirani led javlja se u dva oblika: ledenjački pokrovi i ledenjaci. **Ledenjački pokrovi** su goleme ledene mase koje pokrivaju ogromne prostore (Grenland, Antarktika) i s vrlo malo kretanja. **Ledenjaci** su manji, kompaktni dijelovi leda koji se zbog nagiba i sile teže kreću prema dnu padine.²¹ Brzina kretanja ledenjaka nije ista jer ovisi o nizu faktora, poput: mase ledenjaka, oblika i nagiba padine, tipu i podtipu klime i slično. Kretanjem ledenjak vrši glacijalnu eroziju stijenske podloge koja se naziva **egzaracija**. Egzaraciju povećavaju zdrobljene stijene koje je led zarobio. Egzaracijom u izvorišnom dijelu ledenjaka nastaju cirkovi. **Cirk** nastaje u početnom dijelu riječne doline gdje firn i led svojom masom vrtložno dubi amfiteatralno korito koji kasnije postaje izvorišni dio ledenjaka. Daljnjim procesima egzaracije cirk se proširuje i produbljuje stvarajući strme padine i oštre vrhove uzvisina. Spuštanjem ledenjaka prema podnožju stvara se **glacijalna dolina** ili **valov**. Na svom putu niz padinu ledenjak sa zarobljenim dijelovima stijena tare podlogu i na njima ostaju tragovi brazdanja ili **strije**. Postupno i gotovo neprimjetno kretanje ledenog pokrova također u podlozi stvara strije. Dio otpornijih stijena ledenjak ne može savladati pa one zaostaju u obliku zaobljenih uzvišenja ili **komčića**. Promatrani iz daljine podsjećaju na ovčja leđa pa se još nazivaju **mutonirane stijene**.

Najzanimljiviji su oblik akumulacijskoga glacijalnog reljefa nastao radom ledenjaka morene. To je razdrobljeni kameni materijal što ga ledenjaci skupljaju, nanose i talože u niz padinu. Po položaju morenskoga materijala razlikuju se: temeljne (podinske), bočne, čelne i središnje i recesijske morene. Morenske naslage nemaju slojevitosti ni pravilnosti u rasporedu stijenskog materijala. Plohe pojedinih komada kamenja izglačane su i izbrazdane zbog struganja po čvrstoj podlozi (sl. 49). Taloženjem materijala nastalim od podinskih morena stvaraju se **drumlini**, eliptična uzvišenja izdužena do nekoliko stotina metara koji se pojavljuju nakon povlačenja ledenjaka. Akumulacijski reljefni oblik koji nastaje taloženjem sitnog materijala u obliku izduženih uzvišenja naziva se **ozar** ili **esker**. Završne morene nastaju u podnožju gdje se otapa led stvarajući nasipe koji oblikuju terminalni bazen.

²¹ U literaturi se javljaju sljedeći nazivi: dolinski ledenjaci, alpski ledenjaci, glečeri i sl.

Ledenjaci svojim djelovanjem sudjeluju u stvaranju fjordova i glacijalnih jezera, i to u cirkovima, glacijalnim dolinama i iza terminalnih bazena (jezera u Alpama).



Sl. 49. Morene (Izvor: McKnight, Hess, 2008).

Periglacialni su procesi i oblici nastali na rubovima utjecaja ledenog pokrova i ledenjaka u uvjetima temperature zraka niže od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ gdje se stvara trajno smrznuto tlo ili **permafrost** ili **mrzlota**. To tlo obuhvaća velik dio Sibira, sjeverne Kanade i Aljaske, a dubina mu može dosezati do nekoliko stotina metara. U kratkom ljetnom razdoblju u površinskom dijelu permafrosta dolazi do otapanja leda u sloju od nekoliko centimetara do jednog metra. Promjenom klime i zagrijavanjem Zemljine atmosfere ta pojava može imati dalekosežne posljedice po život ljudi i gospodarstvo u polarnim i subpolarnim regijama. Naime tlo koje je jako natopljeno vodom postaje nestabilno što izaziva deformacije ili urušavanje gospodarskih i stambenih objekata. Voda uvjetuje lagano otjecanje stijenskog materijala niz padinu, a ta se pojava naziva **soliflukcija**. U periglacialnim regijama nastaju brežuljci nastali zbog leda u tlu koji se nazivaju **pingo** (sl. 50). Veličina pinga povećava se ljeti kad voda s površine ponire te se u podzemlju zaleđuje, a zbog povećanja njezina volumena nastaju uzvisine visine do 70 metara i promjera do 600 metara. Osim pinga, u ravničarskim područjima karakteristična su poligonalna tla, a u područjima s većim nagibom kamene struje. U višim planinskim područjima umjerenih geografskih širina, na padinama je značajna pojava sipara koji su

posljedica trošenja i raspadanja uslijed smrzavanja vode u pukotinama stijena i njihovog pucanja (Summerfield, 1991; Nejašmić, 1998; Feletar i dr., 2003; Huggett, 2011; Hess, 2014).

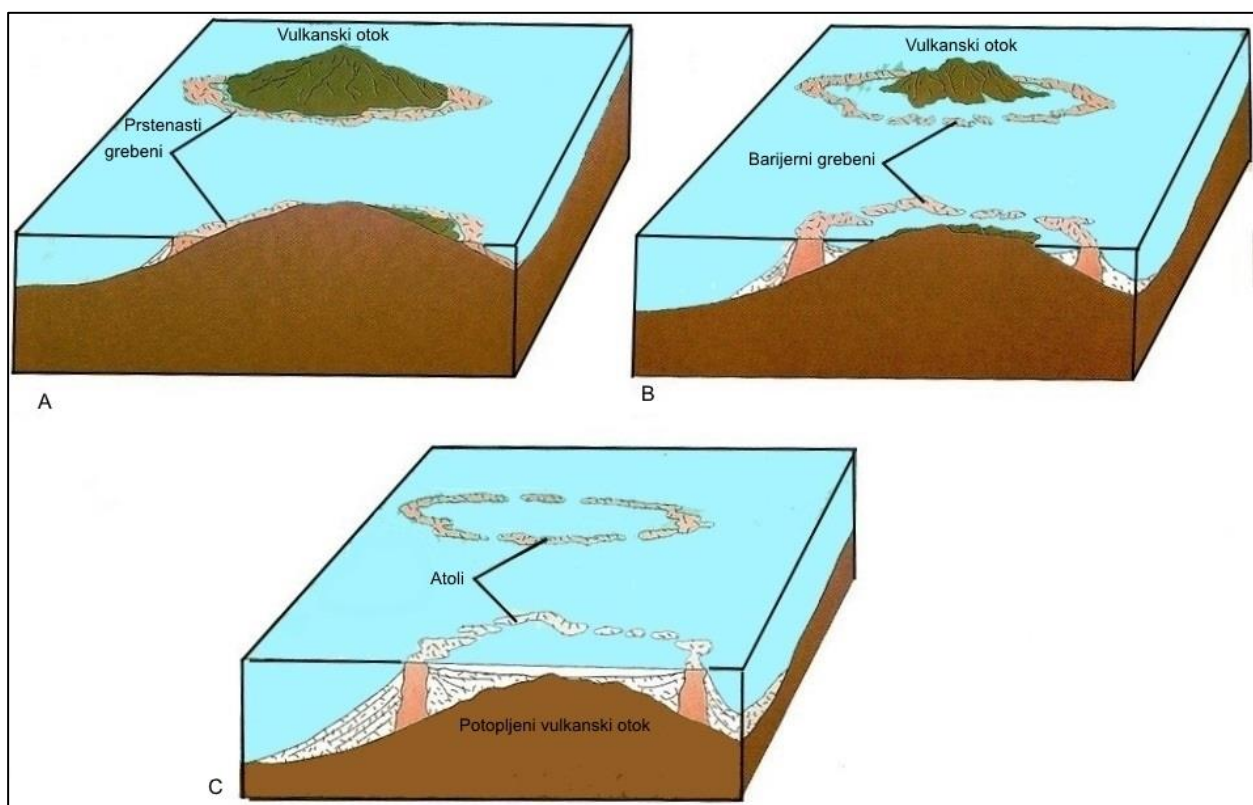


Sl. 50. Pingo, Tuktoyaktuk, Kanada (Izvor: French i Harbor, 2013).

Biogeni (organogeni) oblici reljefa karakteristični su za kombinirano djelovanje marinskih i fluvijalnih procesa te utjecaja biljaka i životinja. Tim organogenim djelovanjem nastaju mangrovski i koraljni tipovi obale te sedra. Mangrovski tip obale nastaje u ekvatorijalnoj regiji. Drveća mangrove izrastaju iz bočate vode uz morsku obalu. Šume mangrove imaju vrlo gusto i isprepleteno korijenje koje obalu čine potpuno nepristupačnom i neprohodnom. No upravo isprepletenost zaustavlja kretanje nanosâ koji se zbog toga talože. Procjenjuje se da su od razdoblja prije pojave poljoprivrede do današnjih dana šume mangrove smanjene u Kamerunu i Indoneziji za 40 %, a u Bangladešu i Filipinima za 80 %. Namjerno uklanjanje bila je uobičajena praksa mnogih kolonijalnih uprava u ranim danima europskog osvajanja i naseljavanja zbog pogrešno utemeljenog straha od bolesti u tim močvarnim područjima.

Koraljni tip obale, odnosno **koraljni grebeni** i **otoci (atoli)** nastaju u tropskim dijelovima oceana na gotovo svim kontinentima i otocima složenim djelovanjem koji uključuju životinjske organizme, alge te različite fizičke i kemijske procese. Takav tip obala nastaje u plitkim morima do 50 metara dubine. Ključni element u stvaranju koraljnih grebena i atola su koralji (*Anthozoa*), razred morskih životinja iz koljena žarnjaka (*Cnidaria*) čija veličina često ne prelazi nekoliko milimetara. Koralji žive u kolonijama koje uključuju

bezbroj međusobno povezanih jedinki sa živim tkivom i vanjskim neživim skeletom, a razmnožavaju se pupanjem prirasli uz podlogu. Korajni grebeni nalaze se u području Srednje Amerike (Belize, Bahami i dr.), Jugoistočne Azije (Indonezija i Filipini), a najpoznatiji među njima je onaj uz sjeveroistočnu obalu Australije, dug 1750 kilometara. Osim uz obalu, korajni se grebeni oblikuju oko vulkanskih otoka (sl. 51.) stvarajući prstenasti greben koji oblikuje lagunu, a daljnjim procesima nastaju korajni otoci ili atoli, karakteristični ponajviše za Tihi ocean.



Sl. 51. Etape nastanka atola (Izvor: McKnight, Hess, 2008).

Taloženje sedre i oblici stvoreni na taj način kao posljedica fluvijalnih i krških procesa također spadaju u biogeni tip reljefa. **Sedra** (bigar, travertin) šupljikavi je kamen vapnenac koji je građen od kristala kalcita. Stvara se na podnožju riječnih slapova tako da kalcijev bikarbonat, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, otopljen u vodi, zbog mehaničkog udara slapa gubi ugljikov dioksid (CO_2) i prelazi u teže topljiv kalcijev karbonat (CaCO_3) u obliku minerala kalcita, koji se taloži. Izvorska voda, osobito topla, sadrži veće količine otopljena kalcijeva bikarbonata, koji se dolaskom vode na površinu taloži u blizini izvora. Sedra krških slapova nastaje i biogenim procesom u kojem biljke sedrotvorci (alge i mahovine) uzimaju CO_2 iz otopljena kalcijeva bikarbonata pa se tada sedra taloži te stvara pregrade i druge oblike. Brzina tekućice ne smije

premašivati 3,5m/s jer je tada jača fluvijalna erozija niti manja od 0,5 m/s zbog prozračivanja. Taložine sedre tipične su za sve krške tekućice, a u Hrvatskoj su najpoznatije u području Plitvičkih jezera te na rijekama Krki i Uni (Feletar i dr., 2003; McKnight i Hess, 2008; Christopherson, 2012; Hess, 2014; Ravlić, 2017).

Antropogeni reljefni oblici nastali su radom i utjecajem čovjeka zbog razvoja različitih gospodarskih djelatnosti, ali i drugih ljudskih aktivnosti poput obrane, sigurnosti, urbanizacije, rekreacije i dr. Ljudi svojim djelovanjem u geografskom prostoru direktno ili indirektno utječu na morfometrijska i morfogenetska obilježja reljefa. Takve aktivnosti traju od najranije povijesti do današnjih dana, a zbog sve većih potreba brzorastućega svjetskog stanovništva, nagle urbanizacije i globaliziranog gospodarstva, utjecaj ljudskih aktivnosti na prvobitni oblik reljefa poprima sve nepovoljnija obilježja.

Najstariji i najduži utjecaj na oblike i strukturu reljefa imaju primarne djelatnosti i to ponajprije različite **poljoprivredne aktivnosti** poput uzgoja žitarica i krmnog bilja, cvjećarstva, povrtlarstva, voćarstva, uzgoja stoke na pašnjacima. Oranje, primjerice, utječe na promjene u strukturi, vlazi, prozračivanju i poroznosti tla, a to je osobito izraženo na poljoprivrednim površinama s većim nagibom na kojima se povećava erozija. Oranje na terenima s neznatnim nagibom dodatno utječe na poravnavanje tih površina. Povećanjem obradivih površina povezan je proces deforestacije, odnosno siječe i smanjivanja površina pod šumama što pojačava sve vrste padinskih procesa, eroziju tla i deflaciju. Primjer za takav antropogeni utjecaj na reljef u Hrvatskoj je područje Istarskog pobrđa²² kao dio širokih i sveobuhvatnih procesa koji su zahvatili Sredozemlje prije 2000 – 3000 godina. Danas su procesi deforestacije najočitiji u prostorima tropskih kišnih šuma gdje su poprimali katastrofalne razmjere za ekosustave, reljefne oblike i vodne resurse. Najizrazitiji utjecaj poljoprivrednih aktivnosti su na terasastim zemljištima i većim padinama na kojima ta djelatnost, osim reljefa, modificira biogeografska, klimatska i pedološka obilježja. Pašnjačko gospodarstvo u usporedbi s industrijom, rudarstvom i gradnjom prometnica ima neznatan utjecaj, osobito ako se uskladi vegetacijski ciklus i uzgoj stoke. Tamo gdje se ta ravnoteža poremeti, dolazi do pojava dezertifikacije kao što je slučaj u regiji Sahel.

S primarnim djelatnostima, prometom i urbanizacijom povezani su projekti **uređenja voda** na kopnu, morske obale i plitkog mora koji su značajno utjecali na promjenu izgleda prirodnog reljefa, a čiji je cilj bio nadzor i sprječavanje poplava, navodnjavanje ili

²² Subgeomorfološka regija Istarsko pobrđe dijeli se na Zavalu Čepičkog i Boljanskog polja, Grobničko-gradinjsko pobrđe, Dragučko pobrđe, Plato Savudrija – Buzet i Momjansko pobrđe. Denudacija je u toj regiji izravno pospješena sječom prirodne vegetacije, širenjem obradivih površina i gradnjom prometnica (Mihljević, 1996).

odvodnjavanje poljoprivrednih površina, zaštita urbaniziranih područja, vodoopskrba i drugi. Melioracijskim projektima i zahvatima znatno se mijenjala krajobrazna slika reljefa za što postoje brojni primjeri. U Zapadnoj se Europi, najviše u Nizozemskoj, a znatno manje u Njemačkoj i Belgiji, sustavom brana te nadogradnjom i nasipavanjem obalnih dina odvajao akvatorij plitkog mora koji je isušivanjem postao prostor za naseljavanje, poljoprivredu i gradnju prometnica. Na taj su način nastali polderi, danas najznačajniji i gospodarski najaktivniji dio Nizozemske. Ukupna duljina brana u Nizozemskoj je preko 3300 kilometara, a, primjerice, samo uz obale Mississippija je podignuto preko 4000 kilometara nasipa radi zaštite od poplava. Melioracijom je u Hrvatskoj znatno izmijenjen reljef i krajolik donjeg toka Neretve u južnoj Dalmaciji i Čepićkog polja (jezera) u istočnom dijelu Istre (sl. 52) te drugih područja. Čepićko jezero nestalo je probijanjem Čepićkog tunela kojim je voda otekla u Plominsku dragu. Građevinski radovi na tom zahvatu trajali su od 1928. do 1932. godine, a temeljna im je svrha bila proširivanje poljoprivrednih površina. U uređenje voda spada i gradnja kanala čija je svrha odvodnjavanje i navodnjavanje, plovidba, sprječavanje poplava i slično. Utjecaj na reljef takvih oblika je ogroman čemu svjedoči primjer kanala Moskva-Volga građenog u doba gospodarske i političke ekspanzije Sovjetskog saveza. Tada je trajno prebačeno preko 202 milijuna m³ različitog reljefnog materijala.



Sl. 52. Čepićko polje (Izvor: snimio autor).

Nadalje, s uređenjem voda povezani su i radovi na **gradnji energetskih objekata**, ponajprije hidroelektrana. Takva gradnja iziskuje brojne i kompleksne zahvate u prirodnu

sastavnicu krajolika čiji je reljef osnovni dio. Najznačajnija je izgradnja transverzalnih i longitudinalnih nasipa. Na taj se način radi izgradnje brana i drugih pratećih objekata hidroelektrane, mijenja nagib i energija reljefa, utječe na promjenu nadmorske visine, a kasnije se, stvaranjem umjetnih jezera, oblikuju nove, antropogene obale. Pri gradnji brana, prije svega transverzalnih nasipa, pomiču se i premještaju ogromne mase reljefnog materijala. Tako je za gradnju Grand Coulee brane na rijeci Kolumbiji u SAD-u pomaknuto 400 milijuna tona stijena, šljunka i pijeska. U razdoblju od 1950. do 2000. godine broj brana viših od 15 metara je porastao sa 5750 na preko 41 000 od čega se 45 % nalazi u Kini, najviše na velikim rijekama.

Rudarstvo, bez obzira radi li se o otvorenim kopovima ili rudnicima s podzemnim kanalima, trajno i nepovratno mijenja reljef i krajobraz Zemlje i to makro, mezo i mikro reljefne forme. Najizrazitiji primjeri utjecaja su otvoreni kopovi ugljena, metalnih ruda te građevnog kamena, šljunka i pijeska. Kamenolomi se u Republici Hrvatskoj nalaze u svim njezinim regijama, a imaju ogromno značenje za građevinarstvo,²³ industriju (vapno, cement i sl.) i obrt. U kamenolomima (sl. 53) se vadi kamen kao sirovina, a dijeli se u tri skupine:



Sl. 53. Kamenolom Most Raša u Istri (Izvor: snimio autor).

²³ Udio kamenu u betonu je 70-80 %, a u niskogradnji više od 90 % (Tušar, 2002).

- arhitektonsko-građevni kamen koji se upotrebljava za zidanje ili kao dekorativni kamen za obloge pročelja ili unutrašnjih dijelova objekata;
- tehnički se kamen najčešće upotrebljava kao tučenac, različitih frakcija za izradu betona, ali i dobro zbijen kao podloga svim građevinskim objektima, posebno cestama i željezničkim prugama;
- kamena sitnež ili agregat upotrebljava se za izradu gornjih i donjih nosivih slojeva bituminiziranog materijala za autoceste i ceste svih razreda prometnog opterećenja.

Eksploatacijom kamena iz kamenoloma stvaraju se brojni novi, antropogeni oblici (akumulacijski i denudacijski) poput stupova, podnožja, katova i zidova kamenoloma, utora za kišnicu, nasute jalovine i drugih. Na sličan način oblikuju se otvoreni kopovi ugljena i metalnih ruda.

Gradnja prometnica za cestovni i željeznički promet, lučkih postrojenja u pomorskom i riječno-kanalskom prometu te cjevovoda i zračnih luka iziskuju tehničke intervencije u prirodni reljef radi olakšavanja prometovanja vozila, plovila i zrakoplova. No takve intervencije, uvažavajući tehnička ograničenja prometnog puta, moraju prilagođavati i mijenjati nagib i energiju reljefa te nadmorsku visinu. Zbog toga se na cestovnim i željezničkim pravcima grade i probijaju tuneli i usjeci (sl. 54) kako bi se olakšao i ubrzao promet. Na sličan se način intervenira u prirodni reljef prilikom gradnje zračnih luka koje su



Sl. 54. Cestovni usjek u padinu, Albanija (Izvor: snimio autor).

tehnički vrlo zahtjevne. Tako je prilikom izgradnje međunarodne zračne luke na otoku Chek Lap Kok u Hong Kongu izvršeno jedno od najvećih premještanja reljefnog materijala u povijesti u ukupnom iznosu od 307 milijuna m³. U pomorskom se prometu, prilikom gradnje novih i proširenja postojećih lučkih kapaciteta drastično mijenja izgled i struktura obale.

Gradnja naselja je od najranijih dana ljudske povijesti utjecala na reljefna obilježja i to ponajprije na morfometriju. Utjecaj urbanizacijskih procesa manifestira se kroz izmijenjen sustav otjecanja voda što modificira ili zaustavlja prethodne prirodne egzogeomorfološke procese. Nadalje gradnja i razvoj gradova stvaraju nove površine poput terasa, umjetnih padina, sustava za odvodnju, umjetnih jezera i sl. Također se stvaraju akumulacijski oblici nastali na odlagalištima otpadnoga građevinskog materijala. Većina prirodnih reljefnih mikrooblika se uništava pri opsežnim građevinskim zahvatima što znatno mijenja geomorfološke odnose u dijelu urbaniziranoga geografskog prostora. U središtima gradova i industrijsko-poduzetničkim urbanim zonama najveći dio reljefa postaje izgrađen prostor sa zatvorenim ili izmijenjenim protokom padalinskih voda. Nekomolirano ili mimo prostornih planova širenje gradova najčešće za posljedicu ima stvaranje nepoželjnih, umjetno izazvanih geomorfoloških procesa poput padinskih procesa (klizišta) i erozije što može imati katastrofalne posljedice po zdravlje i život stanovnika te izazvati ogromnu gospodarsku štetu. Konačno, u gradovima nastaju umjetne podzemne dvorane, pukotine i kanali koji su stvoreni u vrijeme građevinskih radova s različitim namjenama (skloništa, vinski i pivski podrumi i dr.).

Prve promjene oblika Zemljine površine zbog **vojnih razloga** sežu u razdoblje najstarijih ratova u ljudskoj povijesti. Od antike do današnjih suvremenih ratova, sustav obrane se velikim dijelom zasnivao na elementima prirodne osnove. Morfometrijska i morfogenetska obilježja reljefa korištena su u svim etapama ratovanja, bilo kao prednost ili nedostatak u ofenzivnim ili defanzivnim vojnim pothvatima. Najznačajniji primjeri promjena izgleda prirodne (reljefne) sastavnice kulturnog krajolika u razdobljima prije Industrijske revolucije su Veliki kineski zid čija je glavna sekcija duljine 2400 kilometara, zemljani nasipi i bedemi građeni na granicama Rimskog Carstva, najvidljiviji u području gorja Taunus u srednjoj Njemačkoj te srednjovjekovni bedemi, prokopi i utvrde u Europi i Jugozapadnoj Aziji. U moderno doba, najznačajnije vojne građevine koje su promijenile izgled reljefa nastale su tijekom Prvog i Drugog svjetskog rata. Obilježja pozicijskog ratovanja obilježila su operacije u Prvom svjetskom ratu na svim bojišnicama i uvjetovala gradnju mreža rovova, promatračnica, utvrda i drugih građevina. Tragovi potpuno ili djelomice izmijenjenog reljefa

vidljivi su u regijama sjeveroistočne Francuske i Belgije, na Istočnoj i Balkanskoj bojišnici te na Soškoj bojišnici u današnjoj Sloveniji i Italiji (sl. 55). U Drugom svjetskom ratu brojni su



Sl. 55. Antropogeni reljef u ratne svrhe, Soča, Slovenija (Izvor: snimio autor).

vojni objekti podignuti radi obrane, a njihova je izgradnja utjecala na promjene u reljefnim obilježjima. Najpoznatiji primjeri su obrambene građevine na otocima u Oceaniji koje je gradila japanska vojska i Atlantski bedem koji je podigla njemačka vojska od Biskajskog zaljeva na jugozapadu Francuske do krajnjeg sjevera Norveške. U razdoblju od kraja Drugog svjetskog rata do danas, stvarne i potencijalne bojišnice su postale daleko mobilnije i dinamičnije nego u prošlosti, ali se nastavila gradnja vojnih objekata koji utječu na reljef. U Hrvatskoj je za potrebe tadašnje jugoslavenske vojske sagrađeno niz obrambenih postrojenja unutar gorja ili na obali s brojnom mrežom prokopa, kanala, hodnika i dvorana. Najpoznatiji su na Velebitu, Lastovu, Visu, Plješivici (kompleks aerodroma kraj sela Željave), široj okolini grada Pule i dr.

Premda se reljef poima i shvaća kao temeljni resurs u **turizmu**, odnosno prirodna atraktivnost te kao neizravni turistički resurs, njegovom se turistifikacijom utječe na promjene prirodne sastavnice kulturnog krajolika, ponajprije izgradnjom turističke infrastrukture i mnogostrukim zahvatima na poboljšanju atrakcijske osnove. Intervencije koje turističko-rekreacijske aktivnosti i sadržaji odražavaju na prirodnu osnovu, odnosno reljef znatno su manje od onih koje ostvaruju industrija, promet, poljoprivreda ili rudarstvo. Međutim utjecaj

turizma i rekreacije na reljefna obilježja nije beznačajan i s obzirom na složenost i heterogenost fenomena vrlo raznovrstan, a posebice je ekološki dvojben, jer se odvija u regijama zaštićene prirodne osnove ili divljine. Mali je broj turističko-rekreacijskih aktivnosti koje ne zahtijevaju znatnije promjene prirodne osnove i reljefa kao njezina osnovnog dijela. Na reljef najznačajnije utječu zimski, vođeni i auto-moto sportovi, gradnja igrališta za golf i stvaranje zelenih površina o čemu će više riječi biti u sljedećem potpoglavlju (Blažević, 1984; Tušar, 2002; Feletar i dr., 2003; Szabó i dr., 2010; Arbogast, 2011).

5.4. Turistička atraktivnost i značaj reljefa

Kao što je već istaknuto, reljef se može razmatrati kao temeljni resurs, odnosno prirodna atraktivnost te kao neizravni turistički resurs. U prvom dijelu ovog potpoglavlja pojašnjava se uloga reljefa kao dijela prirodne atrakcijske osnove, a u drugom značaj reljefa pri osmišljavanju, gradnji i održavanju turističke infrastrukture. S tim su često povezane negativne tendencije i intervencije kojim sustav turizma i rekreacije utječe na reljefna obilježja.

Turistička atraktivnost reljefa proistječe iz morfometrijskih i morfogenetskih obilježja receptivnih turističkih regija. Za pojedine turističke aktivnosti presudan značaj imaju nadmorska visina, nagib padina i energija reljefa. To se prije svega odnosi na planinarenje, alpinizam, sportsko penjanje, brdski i cestovni biciklizam, kupališni turizam, ali i pojedine aktivnosti i sadržaje u kulturnom turizmu (planiranje i izrada kulturnih ruta i itinerera). Kao dio obilježja kulturnog krajolika, i to svih njegovih sastavnica, značajna je građa i sastav reljefa jer utječu na korištenje prostora tijekom povijesnih razdoblja, arheološke slojeve te na oblike, boje, vizure i uzorke krajolika.²⁴ Atraktivnost reljefa razmatra se na primjerima marinskog i krškog reljefa, premda i druge vrste egzogenoga i endogenog reljefa imaju veliku ulogu u atrakcijskoj osnovi i ponudi receptivnih regija. To se, prije svega, odnosi na oblike eolskog reljefa (pustinje, obalne dine), vulkanske pojave i oblike, fluvijalni reljef i dr.

Marinski reljef je, podsjetimo, onaj koji nastaje djelovanjem mora na obalu. Obale su od pojava oblika turizma imale značajnu atrakcijsku ulogu u stvaranju i održavanju kvalitete turističke ponude. Marinski je reljef tako postao jedna od glavnih prirodnih atrakcija i elemenata ponude u receptivnim turističkim regijama Sredozemlja, Jugoistočne i Južne Azije, Istočne i Južne Afrike, Latinske Amerike, SAD-a, Australije, Oceanije i dr. Obala se u

²⁴ Najbolji primjer za to su klifovi u jugoistočnoj Engleskoj, Veliki kanjon rijeke Colorado, dalmatinska obala u Hrvatskoj, norveška obala i dr.

turizmu koristi kao krajobrazna vrijednost (dio prirodne, fizionomijske i osjetilne sastavnice kulturnog krajolika), prostor kupališnog turizma (voda, obalna zona, klima te prirodna i kultivirana vegetacija), prostor aktivnog odmora (različite sportske aktivnosti), ekoturistički prostor (obala kao dio zaštićene prirode), prostor nautičkog turizma i kontakta različitih vrsta prometa u funkciji turizma te kao prostor turističke gradnje (turistička infrastruktura). Razvoj obalnog turizma u potpunosti je preobrazio dijelove geografskog prostora turističkih regija i mjesta, a može se pratiti u šest razvojnih razdoblja. Inicijalno je razdoblje dolaska prvih turista, odnosno ostvarivanja prvih kontakata s receptivnom regijom. U drugom se razdoblju ostvaruju značajniji dolasci, a nakon toga javljaju se začetci komercijalizacije obalnih mjesta. Slijedi razdoblje ubrzanog razvoja turizma te razdoblje konsolidacije. Nekontroliran i neodmjeren razvoj kao posljedica izrazite komercijalizacije atrakcijske osnove pri čemu se ne poštuju načela održivog razvoja obilježje je šestog razdoblja razvoja obalnih kupališnih mjesta, a to je etapa stagnacije i opadanja turizma. Naime pod pritiskom razvoja masovnog, ljetnoga odmorišnog turizma prema 3S modelu (*Sea, Sand, Sun*) znatno se mijenjao i prilagođavao izgled obale primorskih turističkih mjesta ne vodeći pritom računa o ekološkoj (prirodno-geografskoj), sociokulturnoj i socioekonomskoj održivosti takvih zahvata u dijelu geografskog prostora.²⁵

Jedno je od mogućih rješenja radi kvalitetnije valorizacije obale uvođenje i monitoring **kapaciteta turističke nosivosti**²⁶ obalnih zona u turističkim mjestima i regijama. Kapacitet turističke nosivosti definira se kao maksimalan broj osoba koje bi mogle posjetiti lokaciju unutar određenog razdoblja tako da okoliš te fizička, gospodarska i sociokulturna obilježja nisu ugrožena i to bez smanjenja zadovoljstva turista. Postoji pet tipova ili aspekata kapaciteta turističke nosivosti: fizički, psihološki, biološki, sociološki i ekonomski. Fizički tip ili aspekt je količina raspoloživog zemljišta za gradnju, odnosno razinu korištenja pojedine prirodne ili društvene atrakcije u turističke svrhe. Psihološki aspekt kapaciteta turističke nosivosti je premašen kada je doživljaj turista umanjen zbog saturacije turističke destinacije ili regije. Biološki aspekt odnosi se na onečišćenje okoliša i potencijalnu ugroženost postojećih ekosustava, a sociološki se odnosi na razinu prihvatanja i participaciju lokalnog stanovništva u

²⁵ Ovo je znakovita pojava na hrvatskom dijelu obale Jadranskog mora. Naime u želji za što većom zaradom političko-upravna birokracija i turističke zajednice primorskih županija, općina i gradova nastoje što više povećati broj turističkih dolazaka i noćenja ne vodeći računa o provedbi koncepcije održivog turizma što će neminovno, bez obzira na vanjske faktore, dovesti do suprotnih efekata, odnosno stagnacije i propadanja turističkih mjesta. Problem hrvatskih obalnih mjesta je taj što je koncentracija dolazaka isključivo u ljetnim mjesecima i što se unatoč proklamiranih smjernica za jačanjem selektivnih oblika i dalje razvija potrošen model kupališnog turizma (3S model).

²⁶ U domaćoj se literaturi *Tourism carrying capacity* (TCC) prevodi kao prihvatni potencijal, prihvatni kapacitet, kapacitet prihvata, kapacitet nosivosti i opteretni kapacitet.

planiranju razvoja turizma. Ekonomski aspekt kapaciteta turističke nosivosti je odnos i međusobni utjecaj turizma i ostalih djelatnosti u destinaciji ili regiji. Za razvoj kupališnog turizma u primorskim turističkim mjestima i regijama primarno je utvrditi fizički tip ili aspekt kapaciteta nosivosti prirodnih ili izgrađenih kupališta uvažavajući koeficijent istovremenosti²⁷ koji se kreće od 0,4 do 0,8. Pritom se računaju minimalne površine kupališta po jednom korisniku (kupaču). Minimalne površine po jednom kupaču rezultat su različitih istraživanja i procjena koje se za masovni ili slobodni turizam kreću od 1,7 do 3 m², za intenzivni od 10 do 15 m², a za održivi od 12 do 25 m² po jednom kupaču. Razvoj alternativnog turizma predviđa površine od 30 do 50 m², a takvi su standardi primjenjivi na prostranim i izoliranim pješčanim kupalištima u tropskim turističkim regijama (Burton, 1995; Marinović-Uzelac, 2001; Blažević, 2005; Smolčić-Jurdana, 2005; Zahadi, 2008; Szabó i dr., 2010).

Krški reljef spada u ekološki vrlo osjetljive vrste reljefa s obzirom na specifičnosti površinske i podzemne cirkulacije vode u topivim stijenama poput vapnenca, dolomita, soli i gipsa. Krški reljef je ekološki osjetljiv prostor upravo zbog podzemne cirkulacije vode koja je dragocjenost u sušnim regijama, jer se njezini ograničeni resursi koriste za vodoopskrbu stanovništva i gospodarskih djelatnosti. Nadalje ekološka osjetljivost očituje se i u činjenici da se podzemni kanali krške cirkulacije međusobno povezani sustavi pa bilo koji poremećaj remeti prirodnu ravnotežu. Također u krškim regijama obitavaju brojne rijetke i zaštićene biljne i životinjske vrste. To je prostor tradicionalnoga gospodarstva u kojem se na mukotrpan način obrađuje tlo u ponikvama, dolinama i poljima u kršu. Tradicionalne grane gospodarstva su proizvodnja povrća, maslina, vinove loze i stočarstvo u kojem dominira stoka otporna na sušu, oskudicu vegetacije i teško prohodan teren. Jednako tako, krš je prostor tradicionalnog načina života lokalnog stanovništva u kojem je, usprkos modernizacije gospodarstva te razvoja prometa, zadržan autohton i specifičan odnos prema vrednovanju prirodne osnove i potrebama za njezinim očuvanjem. Turistički najatraktivniji krški oblici su oni podzemni, dakle spilje i jame, a upravo su ti oblici i ekološki najosjetljiviji. U Hrvatskoj su brojne spilje i jame otvorene za posjetitelje. Najpoznatije su u Gorskoj Hrvatskoj Baraćeve spilje kraj Rakovice, Cerovačke spilje kraj Gračaca, spilja Lokvarka nedaleko Lokava, Samograd kraj Perušića, spilja Vrelo blizu Fužina. U Primorskoj Hrvatskoj turistički su važne spilje i jame Baredine nedaleko Nove Vasi, Mramornica kraj Brtonigle, Feštinsko kraljevstvo blizu Žminja (sl. 56), spilja Biserujka na otoku Krku, Grapčeva spilja na Hvaru, Manita peć u Nacionalnom parku Paklenica, Modra spilja na otoku Biševo te spilja Vranjača kraj Dugopolja u

²⁷ Koeficijent istovremenosti pokazuje koliko je od ukupnog broja korisnika u turističkom mjestu nazočno na plaži.

Dalmatinskoj zagori (sl. 56). U Panonsko-peripanonskoj Hrvatskoj najznačajnije su spilje u Žumberku i Samoborskom gorju te Veternica kraj Zagreba.



Sl. 56. Spilje Feštinsko kraljevstvo (Istra) i Vranjača (Dalmacija) (Izvor: snimio autor).

Ekološki pritisak na spilje i jame povećava nekontroliran i prekobrojan posjet i neracionalno korištenje tih atrakcija. Svi navedeni nedostaci nameću mjere održive turističke valorizacije u što spadaju nadzor sustavom okolišnih, socioekonomskih i sociokulturnih indikatora održivog turizma, odgovorno posjećivanje, utvrđivanje turističkog kapaciteta nosivosti po satu, danu i mjesecu te permanentna edukacija svih dionika turizma u krškim regijama.

Reljef je neizravan turistički resurs jer predstavlja temelj i prirodnu podlogu te preduvjet izgradnje i održavanja cjelokupne turističke infrastrukture. Prilikom gradnje turističko-rekreacijskih objekata nezaobilazno je uvažiti sastav i građu reljefa. O tomu, primjerice, ovisi udobnost pri korištenju obale za kupališni turizam, a stabilnost struktura obalnog reljefa jamči dugotrajnije ulaganje u gradnju objekata. Nadalje kod obalnog reljefa njegov oblik i pravac pružanja u odnosu na valove i morske struje osigurava sigurnost boravka i provođenja različitih turističko-rekreacijskih aktivnosti. Osim toga, korisnicima je, bez obzira radi li se o lokalnom stanovništvu ili turistima, važan element u valorizaciji pristupačnost obale.

Pristupačnost, dostupnost, prohodnost i stabilnost reljefa osnovi su preduvjeti pri planiranju i gradnji turističko-rekreacijskih objekata. Morfometrijska obilježja i izloženost reljefa svim vrstama padinskih procesa, prije svega inventarizacija postojećih i potencijalnih klizišta, ključni su pri odabiru potencijalne lokacije za izgradnju. Nagibi padina mogu se s obzirom na građevinsku iskoristivost u turističkoj gradnji podijeliti u pet kategorija (tab 17). Najpovoljnije su padine s nagibom do 2°. Međutim u praksi se često događa da se bez jasnih

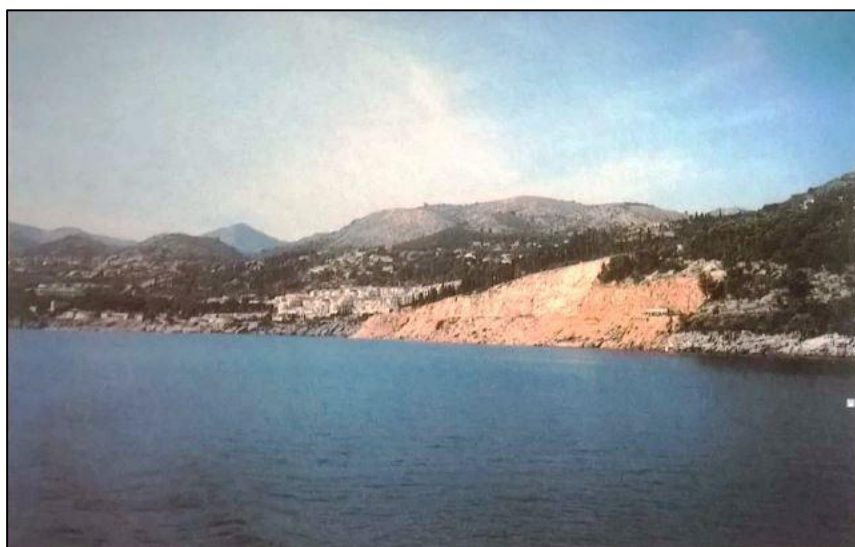
kriterija građevine s turističko-rekreacijskom funkcijom grade i na nagibu većem od 32°. Najčešće se takvi objekti grade u priobalnim zonama i planinskim regijama. To za posljedicu može imati povećanu opasnost i rizik od oštećivanja i rušenja objekta, ugrozu ljudskih života i

Tab. 17. Nagibi padine i građevinska iskoristivost u turističkoj gradnja

Nagibi (°)	Građevinska iskoristivost
0 – 2	Padine veoma povoljne za gradnju
2 – 5	Padine povoljne za gradnju
5 – 12	Padine povoljne za gradnju s odgovarajućim uređenjem
12 – 32	Nepovoljne padine, pogodne za gradnju samo uz značajne zahvate
> 32	Padine nepovoljne za gradnju

Izvor: Bognar, 1992.

zdravlja te materijalnu štetu. Druga negativna posljedica takve gradnje je vizualno onečišćenje i obezvredjivanje krajobraznih vrijednosti što sroza atrakcijsku osnovu, ugled i konkurentnost receptivnih turističkih mjesta i regija. U Hrvatskoj postoje brojni primjeri takvoga nestručnog smještaja i gradnje turističkih objekata, osobito na jadranskoj obali. Primjeri za to su na zapadnoj obali Istre gdje je terenskim istraživanjem utvrđeno da se na dijelu obale od rta Kamenjaka na jugu do rta Lako na sjeveru, od trideset promatranih smještajnih objekata, njih trinaest svojim oblikom i smještajem se ne uklapa u kulturni krajolik istarskog priobalja. Drastičan primjer uništavanja obalnog reljefa se nalazi u turističkom naselju u Zatonu nedaleko Dubrovnika (sl. 57), a takvih poduhvata ima diljem hrvatske obale. U znatno manjoj mjeri, ponajprije zbog manjeg intenziteta turistifikacije, pojave izmjene reljefa turističkom gradnjom nalaze se i u unutrašnjim dijelovima primorskih županija i kontinentskim dijelovima Hrvatske.



Sl. 57. Zaton kod Dubrovnika (Izvor: Marinović-Uzelac, 2001).

Druga geomorfološka značajka o kojoj treba povesti računa prilikom odabira smještaja i gradnje turističkih objekata je lokacija potencijalnih i stvarnih klizišta. U Hrvatskoj se prema oblikovanju klizne plohe i njenim prostornim geometrijskim tipovima javljaju sljedeća vrsta klizišta: tepih ili slojna klizišta, turbulentna, stepeničasta, blok klizišta, složena „stijenska“ te klizišta-potoci. Karakteristična područja na prostoru Hrvatske koja su ugrožena klizištima, pa samim time nepogodna za izgradnju turističko-rekreacijskih objekata, jesu: lesni strmci hrvatskog Podunavlja, predgorske stepenice i pobrđa peripanonskog dijela Hrvatske, međugorske zavale i riječne doline Unutrašnjih Dinarida, flišna pobrđa Vanjskih Dinarida i jadranski otoci.

Premda se selektivni oblici turizma često prihvaćaju, objašnjavaju i promoviraju kao odgovor na negativne pojavnosti što ih donosi masovni turizam, posebice negativnim utjecajima na prirodnu osnovu i reljef, oni također doprinose obezvređivanju i promjenama u kulturnom krajoliku receptivnih turističkih mjesta i regija. To se najbolje očituje u aktivnostima poput skijanja, pješaćenja, brdskog biciklizma i jahanja. Kretanje turista i rekreativaca koji prakticiraju navedene aktivnosti doprinosi stvrđnjavanju i utabanosti tla te jačanju osipavanja i drugih padinskih procesa. Skijanje vrši pritisak na podlogu od 28 g/cm², pješaćenje 297 g/cm², brdski biciklizam 2008 g/cm², a jahanje 2800 g/cm². Radi zaštite krajobraznih vrijednosti u kojima je reljef integralni dio potrebno je uvoditi mjere monitoringa, procjene utjecaja na okoliš, utvrditi turistički kapacitet nosivosti i slično (Iskra, 1991; Burton, 1995; Lozić, 1995, 1996; Bognar, 1992, 1996; Mihljević, 1996; Marinović-Uzelac, 2001; Szabó i dr., 2010; Vojnović, 2016b).

6. ZAŠTIĆENA PRIRODA IZMEĐU OČUVANJA I TURIZMA

Zaštićena priroda bez obzira na vrstu, način i kategoriju zaštite spada u najdragocjenije i najvrjednije dijelove geografskog prostora. Svaka država ili teritorij posvećuje veliku pažnju i skrb za zaštićene dijelove prirodne osnove zbog brojnih međusobno povezanih i isprepletenih motiva i razloga. Među njima se prvenstveno nameće zaštita bioloških, geomorfoloških, geoloških, geografskih i kulturnih obilježja dijela prirodne osnove. Osim toga takva prirodna područja uživaju zakonsku zaštitu zbog stručnih i znanstvenih motiva, a ne smije se zanemariti činjenica da su ti dijelovi geografskog prostora pitanje nacionalnog prestiža i ponosa, sastavni segment političkoga, domoljubnog i državotvornog identiteta. Zaštićena prirodna osnova ima ogromnu odgojnu i obrazovnu ulogu, jer je poligon i laboratorij na otvorenom za mnoge nastavne sadržaje iz velikog broja školskih predmeta i sveučilišnih kolegija. Najvažnija odgojna vrijednost posjeta, boravka i učenja o zaštićenoj prirodi za školsku i studentsku populaciju je podizanje ekološke svijesti o značaju zaštite prirodnih područja te rijetkih i ugroženih biljnih i životinjskih vrsta. Na kraju, svrha proglašavanja, čuvanja i razvoja zaštićenih prirodnih područja je turističko-rekreativna što bi prema idealiziranom i teško provedivim scenarijima i modelima značilo pružiti svim zainteresiranima mogućnost posjeta i odmora u tim prostorima.

6.1. Što je zaštićeno prirodno područje?

Zaštićeno prirodno područje primarno je geografski pojam, jer je sastavni dio geografskog prostora, odnosno geografske površine sa svim neravninama fizičko-geografskog i socijalno-geografskog postanka i značenja. Prema Međunarodnoj uniji za očuvanje prirode (IUCN – International Union for Conservation of Nature) **zaštićeno prirodno područje** je jasno definirano geografsko područje koje je priznato sa svrhom i kojim se upravlja s ciljem trajnog očuvanja cjelokupne prirode, usluga ekosustava koje ono osigurava te pripadajućih kulturnih vrijednosti, na zakonski ili drugi učinkoviti način. Tako formulirana definicija ušla je i u hrvatski zakon o zaštiti prirode. U nastavku se zbog boljeg razumijevanja i prihvaćanja definicije pojedinačno pojašnjavaju izrazi.

Jasno definirano geografsko područje znači da uključuje kopno, vode na kopnu, more i obalno područje ili njihove kombinacije. Podrazumijeva sve tri dimenzije geografskog prostora, definirane unutar jasnih i dogovorenih granica. Granice u nekim slučajevima mogu

biti određene elementima koji su promjenjivi u vremenu, primjerice obalom rijeke, kao i određenim već postojećim upravljačkim mjerama, primjerice zonama ograničenog korištenja.

Izraz *priznato* iz definicije podrazumijeva da je područje proglasila država, različite organizacije ili skupina ljudi, no kao takvo mora biti na neki način priznato, primjerice navedeno u Svjetskoj bazi zaštićenih područja (World Database on Protected Areas – WDPA), ili u slučaju zaštićenih područja u Hrvatskoj, u Upisniku zaštićenih prirodnih vrijednosti Ministarstva zaštite okoliša i prirode.

Sintagma *sa svrhom* iz definicije ukazuju na dugoročnu posvećenost očuvanju, koja može biti utemeljena zakonskim aktom, međunarodnom konvencijom, sporazumom, ugovorom i sl., a formulacija *kojim se upravlja s ciljem* znači provođenje konkretnih postupaka čiji je cilj očuvanje prirodnih (i drugih) vrijednosti zbog kojih je područje zaštićeno, uključujući izostanak bilo kakvog djelovanja ukoliko je to najbolja strategija za postizanje ovog cilja. Postavljanje točno određenog cilja nužno je kako bi omogućilo i procjenu efikasnosti upravljanja zaštićenim područjem.

Riječ *trajno* ističe da upravljanje zaštićenim područjem nije kratkoročna, privremena strategija već kontinuirani proces, dok izraz *očuvanje* označava *in-situ* održavanje ekosustava, prirodnih i poluprirodnih staništa te očuvanje stabilnih populacija divljih vrsta u njihovom prirodnom okruženju, odnosno domaćih ili kultiviranih vrsta u okruženju u kojem su one razvile svoje specifične karakteristike.

Izraz *cjelokupna priroda* obuhvaća sveukupnu biološku raznolikost, na genetskoj razini, razini vrsta i ekosustava, kao i geološku te krajobraznu raznolikost. *Usluge ekosustava* su one koje priroda pruža čovjeku, a čije korištenje nije u sukobu s ciljevima zaštite. Usluge ekosustava obuhvaćaju usluge na slobodnom raspolaganju, primjerice vodu, drvenu masu i genetičke resurse; usluge regulacije, poput ublaživanja ekstremnih prirodnih pojava, primjerice suše, poplave, erozije tla i bolesti; usluge podržavanja prirodnih procesa poput kruženja tvari i nastajanja tla te kulturološke usluge poput rekreacijskih, duhovnih, vjerskih i drugih nematerijalnih koristi.

Kulturne vrijednosti iz definicije su sve kulturne vrijednosti koje nisu u sukobu s ciljevima očuvanja, uključujući osobito one koje im pridonose i one koje su same ugrožene. Konačno, formulacija *zakonski, ili drugi učinkoviti način* podrazumijeva da se upravljanje zaštićenim područjem može odvijati u skladu sa zakonskim aktima, međunarodnim konvencijama ili sporazumima, ili prema tradicionalnim običajima, ili načelima nevladinih udruga (Dudley, 2008, Martinić, 2010).

6.2. Globalna zaštita prirodnih područja

U uvodnom dijelu ovog poglavlja naglašeno je da zaštićena prirodna područja imaju neprocjenjiv nacionalni značaj za svaku državu. No jačanjem procesa međunarodnog povezivanja država i naroda te osnivanja nadnacionalnih organizacija i integracija u drugoj polovici 20. stoljeća, stvaraju se preduvjeti za bolje i učinkovitije mjere očuvanja, nadzora i zaštite prirodnih područja. To u suštini znači da se jednim dijelom briga i pažnja o ovim prostorima prenosi s nacionalnih na internacionalne organizacije i tijela. Međunarodna organizacija koja je nakon Drugog svjetskog rata prepoznala važnost međudržavnog i međuregionalnog povezivanja s ciljem objedinjenih postupaka i mjera inventarizacije, praćenja i nadziranja bili su Ujedinjeni narodi (UN), odnosno specijalizirana agencija UNEP (UN program za okoliš - United Nations Environment Programme). Ta je agencija osnovana 1972., a sjedište joj se nalazi u Nairobiju, u Keniji. U sklopu UNEP-a se nalazi Svjetski centar za monitoring očuvanja prirode (UNEP-WCMC) sa središtem u Cambridgeu, u Ujedinjenom Kraljevstvu, a glavna mu je uloga procjena biološke raznolikosti i potpora razvojnim politikama i implementacijama.

Najznačajnija međunarodna organizacija koja uz inventarizaciju zaštićenih prirodnih područja vodi brigu i o njihovoj kategorizaciji je IUCN, osnovana 1948. godine, a sjedište joj se nalazi u švicarskom gradu Glandu. S vremenom se razvila u najširu i najraznolikiju svjetsku mrežu koja skrbi za okoliš s preko 1300 vladinih i nevladinih organizacija s više od 16 000 stručnjaka. Ta organizacija zajedno sa svojom Svjetskom komisijom za zaštićena područja (WCPA – World Commission on Protected Areas) i u suradnji s UNEP-om periodički provodi popisivanje svih zaštićenih prirodnih područja na svijetu. Od 1997. godine popisivanje se tih područja provodi prema IUCN-ovoj kategorizaciji (tab. 18). Prvo izdanje UN-ove liste pod imenom *UN lista nacionalnih parkova i rezervata* donesena je na Prvoj svjetskoj konferenciji o nacionalnim parkovima održanoj 1962. u američkom gradu Seattleu.

Posljednje izdanje UN Liste zaštićenih područja je iz 2014., a priredio ga je UNEP-WCMC u suradnji s IUCN i WCPA. Bazira se na podacima prikupljenim u *Svjetskoj bazi zaštićenih područja* (World Database on Protected Areas – WDPA) i uključuje sve lokalitete koji zadovoljavaju IUCN-ovu definiciju zaštićenih područja, bez obzira imaju li određenu i IUCN kategoriju. Prema toj listi, u svijetu je ukupno zaštićeno 209 429 prirodnih područja koja zauzimaju 32 868 673 km² ili površinu veću od Afrike (tab. 19, sl. 58). Ukupno je 3,41 % svjetskog mora pokriveno zaštitom i 14 % svjetskog kopna. Izuzme li se nenaseljena Antarktika, onda je ukupno 15,4 % svjetskog kopna pod zaštitom.

Tab. 18. IUCN kategorije zaštićenih područja

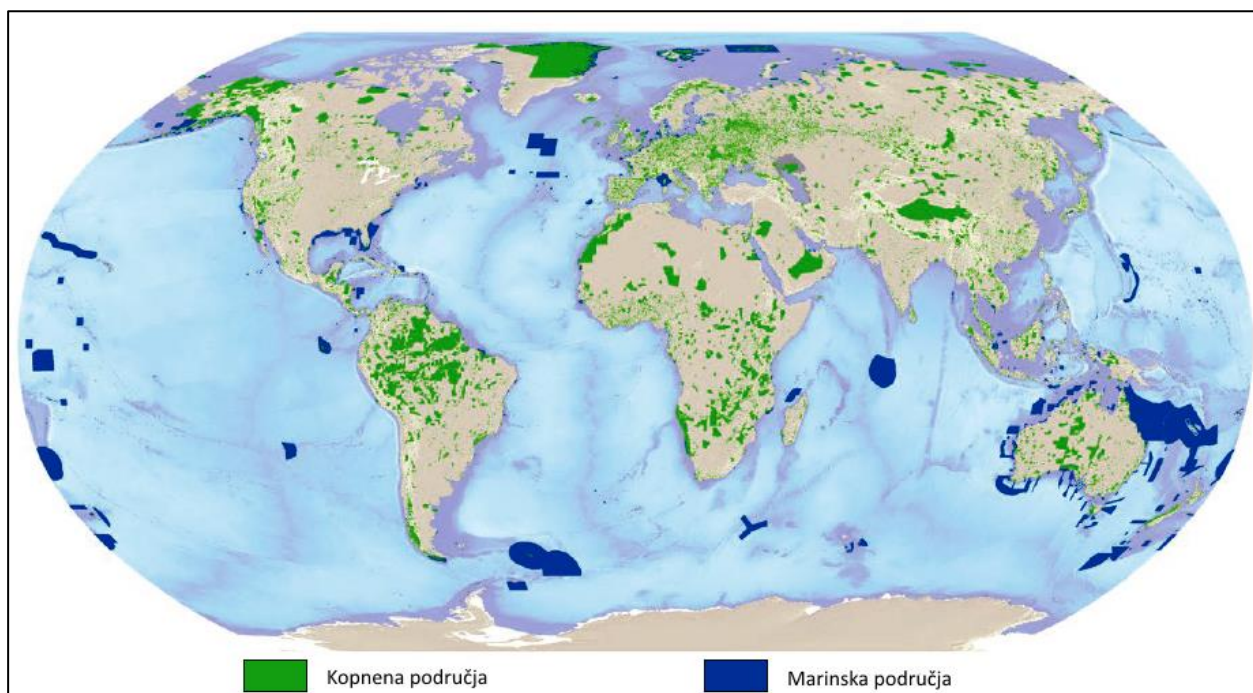
IUCN KATEGORIJA	NAZIV KATEGORIJE (eng)	NAZIV KATEGORIJE (hrv)	DEFINICIJA
Ia	Strict nature reserve	Strogi rezervat prirode	Obuhvaća strogo zaštićena područja izdvojena zbog zaštite biološke raznolikosti i/ili geoloških i geomorfoloških vrijednosti, gdje su posjećivanje, korištenje prostora i drugi utjecaji na prostor strogo kontrolirani i ograničeni. Ta područja mogu služiti kao nezamjenjiva referentna područja za znanstvena istraživanja i monitoring.
Ib	Wilderness area	Područje divljine	Obuhvaća velika neizmijenjena ili vrlo malo izmijenjena područja očuvane prirode, bez značajnijih i stalnih ljudskih naselja, koja su zaštićena i kojima se upravlja na način da se u potpunosti očuva njihovo izvorno stanje.
II	National park	Nacionalni park	Predstavlja velika prirodna, ili gotovo prirodna područja, izdvojena radi zaštite cjelokupnih ekosustava, procesa koji se u njima odvijaju i vrsta koje oni podupiru, na način da ona istovremeno pružaju osnovu za okolišno i kulturalno prihvatljive duhovne, znanstvene, edukacijske, rekreativne i aktivnosti posjetitelja.
III	Natural monument or feature	Prirodni spomenik ili obilježje	Zaštićena područja koja štite određenu prirodnu vrijednost, koja može biti reljefni oblik, morska hrid ili špilja, geološka osobitost poput speleološkog objekta ili živa pojava poput primjerice stabla visoke starosti. Ta su područja površinom najčešće mala, no mogu imati velik značaj za posjećivanje.
IV	Habitat/ species management area	Područje upravljanja staništem ili vrstom	Zaštićena područja namijenjena zaštititi točno određene vrste ili staništa, i upravljanje njime je usmjereno prema tom cilju. Ta područja često, iako ne nužno, zahtijevaju provođenje redovitih aktivnih upravljačkih aktivnosti usmjerenih očuvanju vrste ili održavanju staništa.
V	Protected landscape/ seascape	Zaštićeni kopneni/ morski krajobraz	Obuhvaća ona područja gdje je dugotrajna interakcija čovjeka i prirode proizvela osebujne ekološke, biološke, kulturne i estetske vrijednosti, i gdje je održavanje tog odnosa nužno da bi se te vrijednosti sačuvala.
VI	Protected area with sustainable use of natural resources	Zaštićeno područje s održivim korištenjem prirodnih resursa	Zaštićena područja namijenjena su očuvanju ekosustava i staništa, a usporedno s tim i pratećih kulturnih vrijednosti i tradicionalnih načina upravljanja prirodnim resursima. Ta su područja površinom uglavnom velika, njihov veći dio nalazi se u prirodnom stanju, dok se dio koristi na održiv način. Ekstenzivno i neindustrijalizirano korištenje prirodnih resursa odvija se u skladu s prioritetom zaštite prirode tog područja.

Izvor: Dudley, 2008.

Tab. 19. Porast broja zaštićenih područja 1962. – 2014.

Godina	Broj	Površina (km ²)
1962.	9 214	2 400 000
1972.	16 394	4 100 000
1982.	27 794	8 800 000
1992.	48 388	12 300 000
2003.	102 102	18 800 000
2014.	209 429	32 868 673

Izvor: Deguignet i dr., 2014.



Sl. 58. Zaštićena prirodna područja u svijetu (Izvor: IUCN, UNEP-WCMC, 2014).

Promatrano po regijama, najveći udio u ukupnoj površini kopna imaju kopnena zaštićena područja u Srednjoj Americi gdje je zaštićeno 28,2 % površine i Južnoj Americi s 25 %. Što se tiče udjela u ukupnoj površini mora koja zauzimaju marinska zaštićena područja, tada je najveći udio u Oceaniji s 15,6 % zaštićene morske površine. Od ukupnog broja zaštićenog područja čak 65,6 % ih se nalazi u Europi, a najmanje 0,4 %, u Srednjoj Americi. Najveći udio u površini imaju zaštićena područja Oceanije s 24,2 % površine svih zaštićenih područja na svijetu te Južne Amerike s 15,1 %. Najveće marinsko zaštićeno područje na svijetu je park prirode Koraljno more u francuskom dijelu Oceanije s površinom od 1 292 967 km². Najveće kopneno zaštićeno područje je nacionalni park Sjeveroistočni Grenland čija površina iznosi 972 000 km² (Newsome i dr., 2013; Deguignet i dr., 2014).

Kategorizacija zaštićenih prirodnih područja koju je osmislila, definirala i implementirala IUCN može dovesti do zabune, ako je glede nazivlja i klasifikacija usporedimo s nacionalnim zakonodavstvima. To se najviše očituje kod najpopularnije kategorije nacionalnih parkova. Prema IUCN kategorizaciji II. kategorija nosi naziv nacionalni park i na toj se listi nalazi 1998 nacionalnih parkova diljem svijeta. U toj su kategoriji svih osam nacionalnih parkova u Republici Hrvatskoj. Međutim nacionalni parkovi koji su proglašeni i imenovani tako prema legislativi pojedinih država mogu biti razvrstani i u druge IUCN kategorije ovisno o glavnim ciljevima i svrhom upravljanja tim područjima. To se može promotriti na sljedećim primjerima. U Ia. kategoriji koja nosi naziv *strogi rezervat prirode* IUCN je uvrstio 24 nacionalna parka poput švedskog Nora Kvill i madagaskarskog Tsingy de Bemaraha, a ostali nacionalni parkovi u kategoriji Ia. najvećim su dijelom u Australiji. Kategorija Ib. ili *područja divljine* obuhvaćaju i 37 nacionalnih parkova od kojih je većina u Australiji, ali i Finskoj (Lemmenjoen kansallispuisto), Botsvani (Chobe), SAD-u (Congaree) i drugdje. U III. kategoriji, *prirodnih spomenika ili obilježja*, nalazi se 16 nacionalnih parkova poput Viktorijinih slapova u Zimbabveu, Yarkona u Izraelu i Stenshuvuda u Švedskoj. U IV. kategoriji, *područja upravljanja staništem ili vrstom*, uvršteno je 37 nacionalnih parkova među kojima je Ramsagar u Bangladešu, Schinia Marathona u Grčkoj i Banhine u Mozambiku. V. kategorija, *zaštićeni kopneni ili morski krajobraz*, obuhvaća i 125 nacionalnih parkova. Primjeri su Krkonošský národní park (Češka), Ojcowski Park Narodowy (Poljska) te američki Redwood (Kalifornija), Acadia (Maine) i Olympic (Washington). Na listi VI. kategorije, *zaštićeno područje s održivim korištenjem prirodnih resursa*, nalazi se 35 nacionalnih parkova poput Kiang West iz Gambije i Pindou iz Grčke (Dudley, 2008; UNEP, 2017).

Od ostalih načina zaštite prirodnih područja na međunarodnoj razini najznačajniji su UNESCO-va lista svjetske baštine, Ramsarska konvencija o močvarnim područjima i Program Čovjek i biosfera (MAB – The Man and the Biosphere). Lista svjetske baštine promovirana je u Konvenciji o svjetskoj baštini koju je UNESCO objavio 1972. godine na svojoj redovitoj općoj konferenciji, a stupila je na snagu 1975. godine. Konvenciju je dosad ratificirala 191 država članica. Lista obuhvaća kulturnu, prirodnu i mješovitu baštinu. Na Listi su ukupno 1073 zaštićena područja od čega su 832 kulturna područja, 206 prirodnih i 35 mješovitih. Najviše prirodnih područja na ovoj listi imaju Kina, SAD, i Australija – svi po 12. Jedino prirodno područje u Hrvatskoj koje se nalazi na Listi je Nacionalni park Plitvička jezera. Konvencija o močvarnim područjima ili staništima potpisana je 1971. godine u iranskom gradu Ramsaru po kojemu je onda i dobila ime. To je međunarodni sporazum koji

osigurava očuvanje i održivo korištenje močvarnih staništa. Ukupno je 169 država članica koje su potpisale tu konvenciju, a na Listi je 2280 močvarnih i vlažnih staništa čija ukupna površina iznosi 2 204 538,45 km². U Hrvatskoj je na Listi pet vlažnih područja međunarodne važnosti (ramsarska područja), i to parkovi prirode Kopački rit, Lonjsko polje i Vransko jezero te posebni ornitološko-ihitiološki rezervat Delta Neretve i posebni ornitološki rezervat Crna mlaka. MAB program inicirao je UNESCO 1968. godine, a zaživio je 1971. kao međudržavni znanstveni program koji za cilj ima uspostavu znanstvene osnove za poboljšanje odnosa između čovjeka i njegova okoliša, i to na način da se uskladi gospodarski razvoj i očuvanje prirode. Svaki rezervat biosfere koji je uvršten na tu listu mora ispuniti tri komplementarne i međusobno podupiruće funkcije: očuvanje, razvoja i logistika. U sklopu MAB programa proglašena su 593 rezervata biosfere. Najviše ih je u Sjedinjenim Američkim Državama, ukupno 43, u Meksiku – 41 te Ruskoj Federaciji i Španjolskoj po 40. U Hrvatskoj je samo Park prirode Velebit uvršten na listu kao rezervat biosfere (Newsome i dr., 2013; UNESCO, 2017).

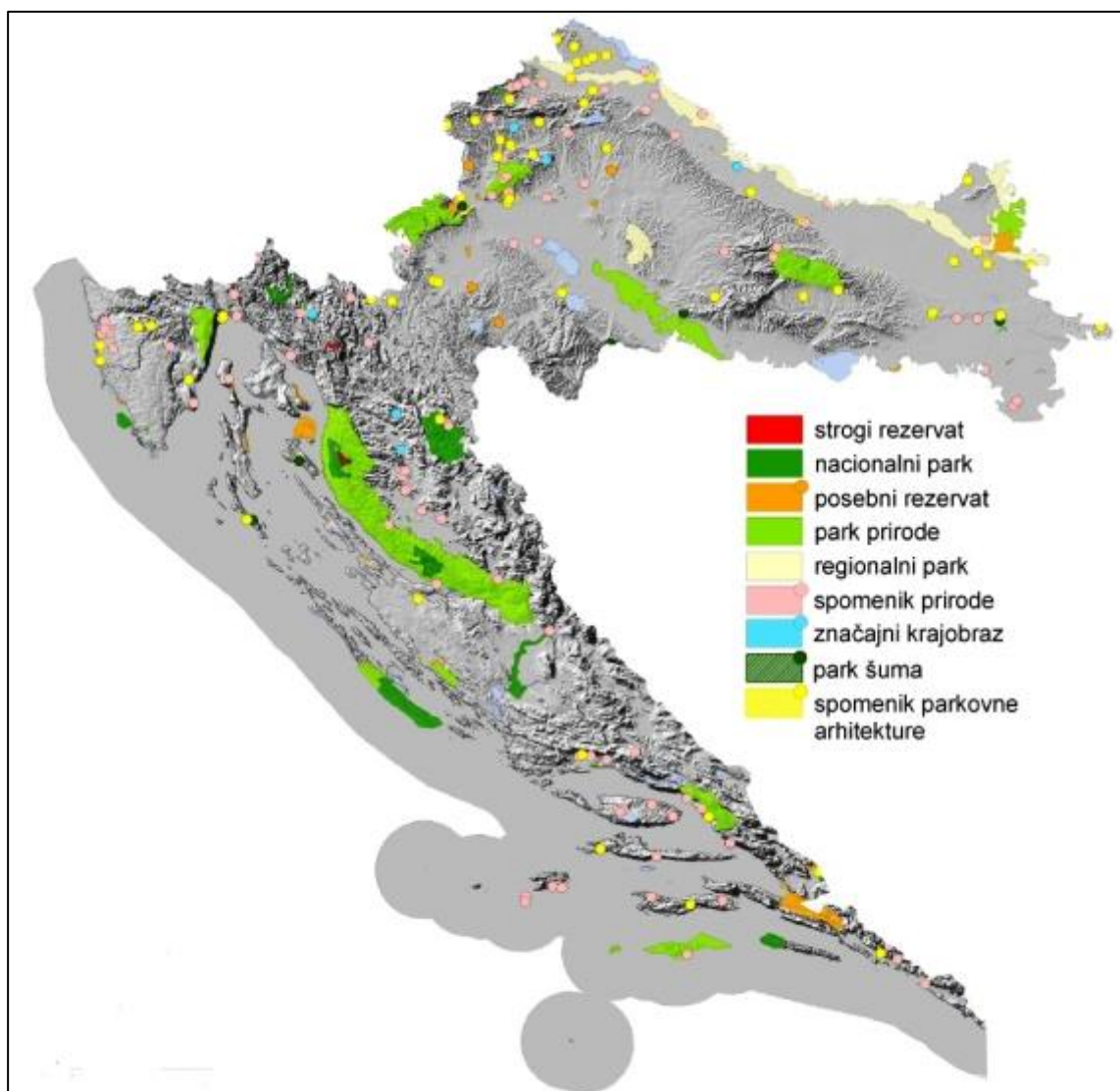
6.3. Zaštita prirode u Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj zaštićena su prirodna područja pravno regulirana i definirana Zakonom o zaštiti prirode (NN (80/2013)). Taj je zakonski akt izglasao i donio Hrvatski sabor, a njime je određen sustav zaštite i cjelovitog očuvanja prirode i njezinih dijelova, definirana priroda kao sveukupna bioraznolikost, krajobrazna raznolikost i georaznolikost te su utvrđeni ciljevi i zadaće zaštite prirode. U ciljeve i zadaće zaštite prirode spadaju očuvanje i/ili obnova bioraznolikosti, krajobrazne raznolikosti i georaznolikosti u stanju prirodne ravnoteže i usklađenih odnosa s ljudskim djelovanjem, utvrđivanje i praćenje stanja prirode, osiguranje sustava zaštite prirode radi njezina trajnog očuvanja, osiguranje održivog korištenja prirodnih dobara bez bitnog oštećivanja dijelova prirode i uz što manje narušavanja ravnoteže njezinih sastavnica, doprinos očuvanju prirodnosti tla, očuvanju kakvoće, količine i dostupnosti voda na kopnu i mora, očuvanju atmosfere i proizvodnji kisika te očuvanju klime, sprječavanje ili ublažavanje štetnih zahvata ljudi i poremećaja u prirodi kao posljedice tehnološkog razvoja i obavljanja djelatnosti.

Jedan od načina provođenja zaštite prirode prema Zakonu o zaštiti prirode je kategorizacija i proglašavanje zaštićenih dijelova prirode, uspostava sustava upravljanja prirodom i zaštićenim dijelovima prirode te povezivanje i usklađivanje državnog sustava s međunarodnim sustavom zaštite prirode. Prema tom Zakonu u zaštićene dijelove prirode

spadaju zaštićena područja, zaštićene vrste te zaštićeni minerali i fosili. U Hrvatskoj se tako utvrđuje devet kategorija zaštićenih područja (sl. 59):

- strogi rezervat
- nacionalni park
- posebni rezervat
- park prirode
- regionalni park
- spomenik prirode
- značajni krajobraz
- park-šuma
- spomenik parkovne arhitekture.

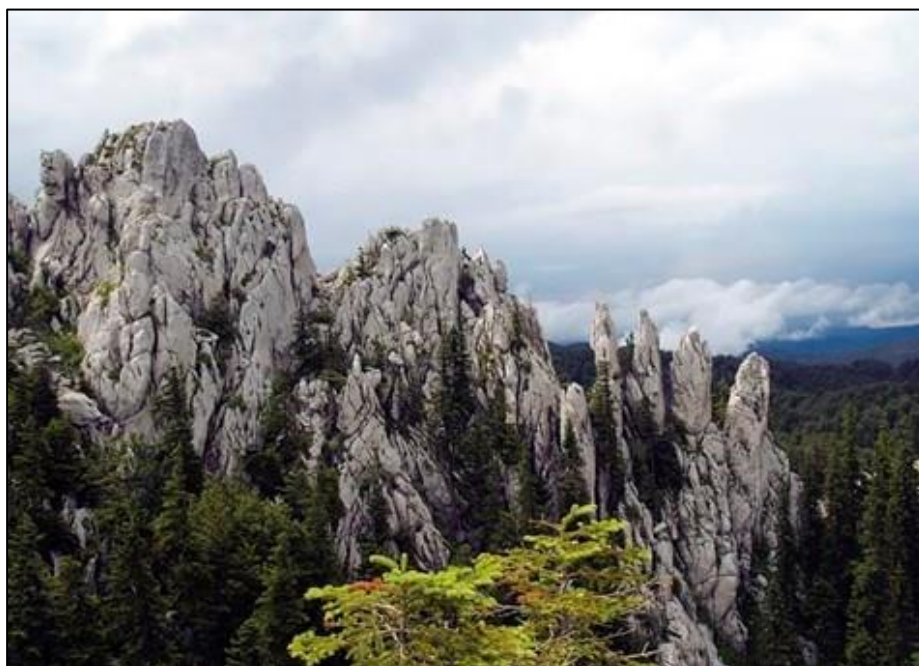


Sl. 59. Zaštićena prirodna područja u Hrvatskoj (Izvor: Državni zavod za zaštitu prirode, 2017).

Zaštićena područja mogu biti državnog i lokalnog značenja. Zaštićena područja od državnog (nacionalnog) značenja su: strogi rezervat, nacionalni park, posebni rezervat i park prirode. Zaštićena područja od lokalnog značenja su: regionalni park, spomenik prirode, značajni krajobraz, park-šuma i spomenik parkovne arhitekture. Nacionalne kategorije u najvećoj mjeri odgovaraju jednoj od međunarodno priznatih IUCN-ovih kategorija zaštićenih područja. U Hrvatskoj prema Upisniku zaštićenih područja Uprave za zaštitu prirode Ministarstva zaštite okoliša i prirode postoji 409 zaštićenih prirodnih područja. Ona zauzimaju 7547,18 km² što je 8,56 % površine Republike Hrvatske.

Strogi rezervat je područje kopna i/ili mora s neizmijenjenom ili neznatno izmijenjenom sveukupnom prirodom, a namijenjen je isključivo očuvanju izvorne prirode. U strogom rezervatu zabranjene su gospodarske i druge djelatnosti. U strogom rezervatu može se dopustiti posjećivanje, obavljanje istraživanja i praćenja stanja prirode. U Hrvatskoj postoje dva stroga rezervata: Hajdučki i Rožanski kukovi na području sjevernog dijela Velebita, proglašen 1969. godine te Bijeke i Samarske stijene na Velikoj Kapeli (sl. 60), proglašen 1985. godine. Ukupna površina strogih rezervata iznosi 24,25 km², a udio u površini Republike Hrvatske je samo 0,03 %.

Nacionalni park je prostrano, pretežno neizmijenjeno područje kopna i/ili mora iznimnih i višestrukih prirodnih vrijednosti koje obuhvaća jedan ili više sačuvanih ili neznatno izmijenjenih ekosustava, a prvenstveno je namijenjen očuvanju izvornih prirodnih i krajobraznih vrijednosti. Nacionalni park ima i znanstvenu, kulturnu, odgojno-obrazovnu te



Sl. 60. Bijeke i Samarske stijene (Izvor: Hrvatski planinarski savez, 2017).

rekreativnu namjenu, a u njemu mogu biti dopušteni zahvati i djelatnosti kojima se ne ugrožava izvornost prirode, ali je zabranjena gospodarska uporaba prirodnih dobara. Iznimno se može dopustiti obavljanje ugostiteljsko-turističkih i rekreacijskih djelatnosti i aktivnosti koje su u ulozi posjećivanja te obavljanje drugih djelatnosti.

U Hrvatskoj je od 1949. godine proglašeno osam nacionalnih parkova. Ukupno nacionalni parkovi obuhvaćaju 966,65 km² što je 1,1 % površine Republike Hrvatske. Najstariji i najposjećeniji nacionalni park su Plitvička jezera koji se nalazi na području Ličko-senjske (općine Plitvička jezera i Vrhovine) i Karlovačke županije (općine Saborsko i Rakovica). Taj je nacionalni park površine 296,31 km² proglašen u travnju 1949. godine, iako je bio pod zaštitom i prije Drugog svjetskog rata. Temeljno su obilježje Parka 16 jezera koja vodu dobivaju od brojnih tekućica, a međusobno su spojena kaskadama i slapovima te odvojena sedrenim barijerama. Od 1979. godine uvršten je na Listu prirodne baštine UNESCO-a.

Nacionalni park Paklenica proglašen je u listopadu 1949., a obuhvaća kanjon Velike i Male Paklenice. Upravo je dolina i kanjon Velike Paklenice najznačajniji i najatraktivniji dio parka s 400 metara visokim okomitim stijenama. Osim toga Park ima nekoliko spilja i veliko bogatstvo šumskog fonda s nekoliko tipova bukovih šuma i prirodne šume crnog bora. Površina Parka iznosi 95,08 km², a nalazi se na području Zadarske (općina Starigrad) i Ličko-senjske županije (grad Gospić i općina Lovinac).

Nacionalni park Risnjak cijelom se površinom od 63,45 km² nalazi u Primorsko-goranskoj županiji, na području gradova Čabra, Delnice i Bakra te općina Čavle, Lokve i Jelenje. Proglašen je u rujnu 1953. godine, a temeljna mu je vrijednost brojni geološki, vegetacijski, pedološki i mikroklimatski fenomeni poput Spomenika prirode Izvor Kupe. U Parku se nalazi više od 30 biljnih zajednica, od toga 15 šumskih zajednica s karakterističnim zonalnim rasporedom. Uz bogatstvo vegetacijskog pokrova, usko je povezana raznolikost životinjskog svijeta. U njemu obitavaju tri velike zvijeri Europe: ris (po kojem je Risnjak i dobio ime), vuk i smeđi medvjed. Uz čitav niz ostalih sisavaca, vodozemaca i drugih brojnih predstavnika faune, svakako je potrebno izdvojiti područje doline rijeke Kupe s više od 130 vrsta leptira od kojih je nekoliko endemskih podvrsta.

Nacionalni park Mljet zauzima zapadni dio Mljeta, otoka u skupini južnodalmatinskih otoka. Proglašen je u studenom 1960. godine i bio je prvi hrvatski nacionalni park u cijelosti na priobalju, a danas se nalazi na prostoru Dubrovačko-neretvanske županije i općine Mljet. Površina mu je 52,88 km², od čega morska površina iznosi 24,38 km². Obuhvaća zaljeve Veliko i Malo jezero i uvalu Soline te morski pojas širine 500 m od najizbočenijih rtova otoka

Mljeta i pripadajućih otočića. Jezera su u cijelosti okružena šumom alepskog bora, a unutar Parka nalaze se i dva značajna spomenika kulturne baštine: ostaci kasnoantičke palače u naselju Polače i kompleks nekadašnjega benediktinskog samostana iz 12. stoljeća na otočiću u Velikom jezeru.

Nacionalni park Kornati, proglašen u kolovozu 1980. godine, prvi je marinski nacionalni park u Hrvatskoj, jer mu od ukupne površine koja iznosi 215,71 km² čak 165,66 km² otpada na morsku površinu. Najveći dio Kornata nalazi se prostoru općine Murter-Kornati u Šibensko-kninskoj županiji, a neznatan dio u općini Sali koja pripada Zadarskoj županiji. Kornati su najrazvedenija otočna skupina Europskog Sredozemlja s ukupno 140 otoka. Najvrjednije obilježje Parka je biljni i životinjski svijet podmorja za koji se smatra da je najbogatiji u Hrvatskoj.

Nacionalni park Brijuni, prvi je i zasad, jedini nacionalni park na Sjevernom hrvatskom primorju, proglašen u studenom 1983. godine. Nalazi se uz jugozapadnu obalu Istre, u cijelosti na teritoriju grada Pule. I to je marinski nacionalni park, jer mu je od 34,01 km² površine, 26,48 km² morska površina. Ukupno je 14 otoka površine 7,35 km² od kojih je najveći Veliki Brijun s površinom od 5,56 km². Podmorje Brijuna najvažniji je fenomen Parka jer su u njemu u sadržani i očuvani gotovo svi izvorni elementi morskih ekosustava Jadranskog mora, osobito civilizacijskim utjecajima ugroženih ekosustava sjevernog Jadrana.

Nacionalni park Krka obuhvaća tok i dolinu istoimene sjevernodalmatinske rijeke koji se u potpunosti nalazi na području Šibensko-kninske županije i to gradova Šibenik, Knin, Drniš i Skradin te općina Kistanje, Ervenik i Promina. Površina Nacionalnog parka iznosi 110,64 km², a proglašen je u veljači 1985. godine. Njegova temeljna obilježja su korito i dolina rijeke Krke koju karakteriziraju kanjonska suženja i ujezerena proširenja. Razina korita su različita, a sastoji se od dijelova blagog pada i vrlo blagog pada, te stepeničastih dijelova na kojima se formiraju brzaci i slapovi (bukovi) visinske razlike i do 50 metara. Sličnost s Plitvičkim jezerima očituje se u pojavi sedrotvornih alga koje pogoduju stvaranju sedrenih pregrada i slapova. Najpoznatiji slapovi su Krčić, Bilušića buk, Roški slap i Skradinski buk. Specifičnost živog svijeta rijeke Krke je u tome što se u njoj nalaze dvije endemične vrste pastrve.

Nacionalni park Sjeverni Velebit cijelom se svojom površinom od 111,57 km² nalazi na prostoru grada Senja u Ličko-senjskoj županiji. Najmlađi je hrvatski nacionalni park, proglašen u lipnju 1999. godine. Raznolikost krških reljefnih oblika, živoga svijeta i krajobraza koji je dijelom stvoren i oblikovan ljudskim aktivnostima bio je jedan od glavnih razloga proglašenja Nacionalnog parka Sjeverni Velebit. Taj park obuhvaća nekoliko otprije

zaštićenih područja. Tu se nalazi Strogi rezervat Hajdučki i Rožanski kukovi, Posebni botanički rezervat Visibaba – nalazište endemične biljke hrvatske sibireje, te Posebni botanički rezervat Zavižan-Balinovac-Velika kosa, unutar kojega se nalazi Velebitski botanički vrt koji je proglašen spomenikom parkovne arhitekture.

U Republici Hrvatskoj nalazi se ukupno 77 posebnih rezervata. Oni zauzimaju ukupno 398,30 km² što je 0,45 % površine Republike Hrvatske. **Posebni rezervat** je zaštićeno prirodno područje kopna i/ili mora od osobitog značenja zbog jedinstvenih, rijetkih ili reprezentativnih prirodnih vrijednosti, ili je ugroženo stanište ili stanište ugrožene divlje vrste, a prvenstveno je namijenjen očuvanju tih vrijednosti. U posebnom rezervatu nisu dopušteni zahvati i djelatnosti koje mogu narušiti svojstva zbog kojih je proglašen rezervatom. Dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se održavaju ili poboljšavaju uvjeti važni za očuvanje svojstava zbog kojih je proglašen rezervatom. Mogu biti dopušteni uzgoj riba i/ili drugih vodenih organizama u posebnim rezervatima u kojima je u trenutku proglašenja zatečena djelatnost uzgoja, u opsegu i na način koji ne ugrožava svojstva zbog kojih je proglašen rezervat. Posebni rezervati mogu biti botaničko-zoološki poput Prvića i Grgurova kanala na Kvarneru ili botanički kao što su Mali Kalnik u Koprivničko-križevačkoj županiji i Lun – Divlje masline na otoku Pagu. Primjer za geografsko-botanički rezervat su Đurđevački pijesci kraj grada Đurđevca u Koprivničko-križevačkoj županiji. U ihtiološke rezervate spadaju gornji tok rijeke Jadro kraj Splita i izvor rijeke Vrljike u Dalmatinskoj zagori, a u ihtiološko-ornitološke Pantana kraj Trogira i jugoistočni dio delte Neretve. Posebnih ornitoloških rezervata je 21, a među njima su Crna mlaka nedaleko Karlovca i Palud kraj Rovinja (sl. 61). Na prostoru Hrvatske samo je jedan paleontološki rezervat, a to je Datule – Barbariga na područja grada Vodnjana i općine Bale u Istri. Najviše, nešto manje od pola broja svih posebnih rezervata, su oni šumske vegetacije. U Hrvatskoj ih je 36, a nalaze se u svim regijama. Primjerice, u Istri je to šuma Kontija na području općine Vrsar i Motovunska šuma na području grada Buzeta i općine Oprtalj. U Dalmaciji je Lokrum, na istoimenom otoku kraj Dubrovnika, a u Gorskoj Hrvatskoj šuma Čorkova uvala. U Panonsko-peripanonskoj Hrvatskoj primjeri za šumske rezervate su Lože i Radiševo u Vukovarsko-srijemskoj županiji. Samo su dva posebna rezervata u mora, a to su Malostonski zaljev na jugu Dalmacije i Limski zaljev u zapadnoj Istri. Zoološki rezervati u Hrvatskoj su Varoški lug u Zagrebačkoj županiji i uže područje unutar parka prirode Kopački rit.



Sl. 61. Posebni ornitološki rezervat Palud (Izvor: snimio autor).

Park prirode je prostrano prirodno ili dijelom kultivirano područje kopna i/ili mora velike bioraznolikosti i/ili georaznolikosti, s vrijednim ekološkim obilježjima, naglašenim krajobraznim i kulturno-povijesnim vrijednostima, a ima znanstvenu, kulturnu, odgojno-obrazovnu te rekreativnu namjenu. U njemu su dopuštene gospodarske i druge djelatnosti i zahvati kojima se ne ugrožavaju njegova bitna obilježja i uloga. Hrvatska ima 11 parkova prirode koji su proglašavani od 1977. do 2006. godine. Parkovi prirode zauzimaju 4020,90 km² što je 4,56 % površine Republike Hrvatske.

Kopački rit, prvi park prirode u Hrvatskoj, bio je proglašen 1977. godine na površini od 231,27 km². Nalazi se na prostoru grada Osijeka te općina Kneževi Vinogradi, Bilje i Čeminac u Osječko-baranjskoj županiji. Taj Park prirode je jedinstveno područje u Hrvatskoj po bioraznolikosti. Površina mu ovisi o vodostaju Dunava i varira od 45 do 110 km², a Kopačkog jezera od 1,7 do 2,3 km². Zahvaljujući osobito povoljnoj temperaturi vode, kao i bogatstvu organskih tvari, poplavno područje je jedno od najvećih prirodnih mrjestilišta u Hrvatskoj. Zbog obilja riba velik je broj ptičjih vrsta (oko 30 000 ptica, koje su zastupane s 267 vrsta, od kojih se na tome području gnijezdi oko 95 vrsta). Osobito su značajne i rijetke crna roda i velika bijela čaplja. S obzirom na brojnost i raznolikost ptičjih vrsta Kopački rit predstavlja najinteresantniji ornitološki lokalitet u Evropi. Na povišenim mjestima sjeverno od Kopačkog jezera razvijene su stare ritske šume vrbe i topole te hrasta, jasena i brijesta. U

tim šumama borave jeleni, srne, veprovi, divlje mačke, kune, lisice, vidre i druge životinjske vrste.

Nakon Kopačkog rita 1981., proglašena su još tri parka prirode: Biokovo, Medvednica i Velebit. Park prirode Biokovo sa svojih se 193,31 km² prostire na području gradova Makarska i Vrgorac te općina Zadvarje, Šestanovac, Baška Voda, Podgora, Zagvozd, Tučepi i Brela u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Planina Biokovo, izdužena 36 kilometara i široka do 10 kilometara, dio je primorskog niza Dinarida, a predstavlja primjer intenzivnog procesa okršavanja. Biljni svijet Biokova obiluje endemima, a šumski je pokrov, osim u priobalnom dijelu, oskudan. Obilježavaju ga hrast crnike, crni jasen, hrast medunac i sadene šume alepskog bora, a u višim dijelovima bijeli grab i ostatci bukove šume. Od životinjskih vrsta najmarkantnije su divokoza, muflon, poskok, crvenkrpica, orlovi, bjeloglavi sup i drugi.

Park prirode Medvednica zauzima 179,36 km² a nalazi se na području Grada Zagreba, Zagrebačke i Krapinsko-zagorske županije. Osim Zagreba, Park se prostire na dijelu gradova Zaprešić i Donja Stubica te općina Gornja Stubica, Bistra, Stubičke Toplice, Marija Bistrica i Jakovlje. Gora Medvednica zaštićena je zbog dobro očuvanih šuma i šumskih zajednica u osam šumskih rezervata. U Parku se nalaze četiri spomenika prirode, dva spomenika parkovne arhitekture i jedan značajni krajobraz. Medvednica je poznata kao rekreacijsko područje Zagreba s brojnim pješačkim stazama i drugim turističkim sadržajima.

Velebit je s površinom od 2035,51 km² najveći park prirode u Hrvatskoj. Prostire se u Ličko-senjskoj, Šibensko-kninskoj i Zadarskoj županiji, na teritoriju gradova Gospić, Obrovac, Senj i Otočac te općina Starigrad, Ervenik, Perušić, Gračac, Karlobag, Lovinac i Jasenice. Park obuhvaća planinu Velebit izduženu 145 kilometara i dolinu rijeke Zrmanje. Značajan je po bogatstvu oblika i fenomena krša, koji obilježavaju reljefnu i krajobraznu raznolikost. Prostor Velebita najznačajnije je endemsko čvorište flore i kopnene faune u Hrvatskoj. Među najpoznatije endemske i rijetke vrste spadaju: velebitska degenija, hrvatsko zvonice i hrvatska sibireja. Tu obitavaju rijetke i ugrožene životinje poput dugonogog šišmiša, tetrijeba gluhana te velike zvijeri smeđi medvjed, vuk i ris. Na području parka nalazi se jedan strogi rezervat, dva nacionalna parka, tri posebna rezervata, jedan značajni krajobraz, tri spomenika prirode i jedan spomenik parkovne arhitekture.

Godine 1988. iz Nacionalnog parka Kornati izdvojeno je područje Telašćice na Dugom otoku i proglašeno parkom prirode. Park prirode Telašćica zauzima 69,99 km² od čega je 44,68 km² morska površina. Nalazi se većim dijelom u Zadarskoj, a manjim u Šibensko-kninskoj županiji na prostoru općina Sali i Murter-Kornati. Glavna je vrijednost tog dijela hrvatske obale velika razvedenost. Najizrazitiji dio je uvala Telašćica, jedna je od

najdublje uvučenih uvala na hrvatskoj obali s preko 7 kilometara. Vanjska, pučinska strana tog dijela Dugog otoka odlikuje se obalnim liticama. U Parku se nalazi hidrografski fenomen Jezero koje je podzemnim kanalima povezano s obližnjim otvorenim morem.

Park prirode Lonjsko polje, površine 511,73 km² proglašen je 1990. godine na području Brodsko-posavske, Zagrebačke i Sisačko-moslavačke županije. Obuhvaća dijelove teritorija gradova Novska, Sisak, Popovača, Ivanić-Grad te općina Stara Gradiška, Lipovljani, Okučani, Sunja, Hrvatska Dubica, Jasenovac, Velika Ludina, Križ i Martinska Ves. Krajobrazna vrijednost parka su prostrane šume hrasta lužnjaka i pripadnih vrsta, pašnjaci sa starim stočarskim nastambama i velik broj vodenih površina. Osim toga vrijednost Parka je izuzetno bogatstvo i raznovrsnost biljnoga i životinjskog svijeta, posebno ptica. Bogata je populacija crne rode, orla štekavca, orla kliktaša i drugih ptičjih vrsta.

Četiri parka prirode i to Žumberak – Samoborsko gorje, Učka, Vransko jezero i Papuk osnovana su 1999. godine. Park prirode Žumberak – Samoborsko gorje zauzima 342,36 km², a nalazi se na području Karlovačke i Zagrebačke županije i to na dijelu teritorija gradova Samobor, Ozalj, Jastrebarsko te općina Klinča Sela, Krašić, Žumberak i Kamanje. Osnovna karakteristika krajobraza Žumberka i Samoborskog gorja očituje se u izuzetnoj i nadasve vrijednoj kombinaciji šuma i prostranih livada, nastalih ljudskim djelovanjem još u davno doba. Najveći dio u šumskom pokrovu Žumberka i Samoborskog gorja zauzimaju bukove sastojine. Na toplijim stranama i na zaštićenim zaravnima prostiru se šume hrasta kitnjaka, s fragmentima šume hrasta medunca. U šumama i po livadama Žumberka i Samoborskog gorja nalazi se znatan broj rijetkoga i zaštićenog bilja. Od krupne divljači najbrojnije su srne, zatim divlje svinje, jeleni i dr. Na tim se prostorima primjećuje i nazočnost medvjeda. Povremeno se uočavaju ris i vuk, a uobičajene su divlja mačka, lisica i jazavac, kuna bjelica i zlatica, puh, vjeverica, zec i dr. Na području Žumberka – Samoborskog gorja dosad su zaštićeni: Posebni rezervati Japetić, Značajni krajobraz Slapnica i Park-šuma Okić-grad.

Park prirode Učka zauzima 160,51 km², a nalazi se na prostoru Istarske i Primorsko-goranske županije, na području grada Opatije i općina Kršan, Lupoglav, Lanišće, Lovran i Matulji. Najvažnija pejzažna vrijednost gore Učka je raznolikost njezine vegetacije što se posebno ističe na istočnoj strani, jer su ovdje šume bolje očuvane, a i vegetacijski profil ima veći visinski raspon. Na visinama do 200 metara nalaze se grabove šume, a znatan udjel lovora jedna je od vrijednosti i posebnosti prve visinske zone. Slijedi pojas hrasta medunca i pitomog kestena, koji je također jedan od simbola tih šuma ('lovranski maroni'). Iznad 700 m pa sve do vrha počinje prevlast bukovih šuma. Vrh je iznad šumske granice, koja je zbog ekološko-klimatskih razloga razmjerno nisko, a karakterizira ga niska planinska flora.

Zapadne padine nemaju tako očuvan šumski pokrov, ali su geomorfološki atraktivni kontakti vapnenca i fliša.

Park prirode Vransko jezero dijele Šibensko-kninska i Zadarska županija, a nalazi se prostoru grada Benkovca i općina Pakoštane, Tisno, Stankovci i Pirovac. Površina mu iznosi 57,49 km². Krajobrazne vrijednosti, kao i biljni i životinjski svijet, imaju osobito značenje u ovom Parku. Dio Vranskog jezera, i to u sjeverozapadnom dijelu, površine 3 km², proglašen je 1983. posebnim ornitološkim rezervatom. Na Vranskom jezeru zabilježeno je 111 vrsta ptica, što je po broju vrsta najveći od svih istraživanih područja prirodnih močvara jadranskog područja Hrvatske. U rezervatu još uvijek postoji mala kolonija čaplji danguba kojoj je ovo posljednje gnjezdilište u mediteranskom dijelu Hrvatske.

Park prirode Papuk površine 343,07 km² zauzima dijelove Osječko-baranjske, Požeško-slavonske i Virovitičko podravske županije te gradova Kutjevo i Orahovica i općina Čačinci, Brestovac, Velika, Voćin, Kaptol i Feričanci. Gora Papuk obiluje geološko-geomorfološkom raznolikošću s eruptivnim i metamorfnim stijenama, ali i vapnencima s nekim elementima krških pojava. Zbog toga je 2007. godine uvršten u međunarodnu mrežu geoparkova. Autohtoni šumski pokrov razmjerno je dobro očuvan. Osim dominantnih hrastovih i bukovih šuma, osobito je vrijedna panonska šuma bukve i jele u vršnoj zoni. Zahvaljujući nepropusnim stijenama u podlozi, cijela planina obiluje tekućicama.

Najmlađi Park prirode Lastovski otoci osnovan je 2006. godine na području općine Lastovo u Dubrovačko-neretvanskoj županiji. Poput Telašćice to je marinski park prirode jer od 195,72 km² ukupne površine kopnu pripada samo 51,39 km². Lastovsku otočnu skupinu čini najveći otok Lastovo, na istoku skupine otočića Lastovnjaci i Vrhovnjaci te na zapadu otok Sušac. Tu otočnu skupinu čini 44 otoka i hridi, i najudaljenija je od hrvatske jadranske obale. Osnovna vrijedna obilježja toga prostora su: razvedenost otočne skupine, floristička i faunistička obilježja kopna, bogatstvo i raznolikost živog svijeta mora te slikovitost cijelog područja.

Regionalni park je prostrano prirodno ili dijelom kultivirano područje kopna i/ili mora velike bioraznolikosti i/ili georaznolikosti, s vrijednim ekološkim obilježjima i krajobraznim vrijednostima karakterističnim za područje na kojem se nalazi. U regionalnom parku dopuštene su gospodarske i druge djelatnosti i zahvati kojima se ne ugrožavaju njegova bitna obilježja i uloga. U Hrvatskoj su 2006. godine proglašena dva regionalna parka: Moslavačka gora i Mura – Drava koji zauzimaju ukupno 1,16 % površine Republike Hrvatske. Regionalni park Moslavačka gora (površine 151,08 km²) nalazi se u Središnjoj Hrvatskoj, na prostoru Bjelovarsko-bilogorske i Sisačko-moslavačke županija. Regionalni

park Mura – Drava (874,49 km²) nalazi se u Središnjoj i Istočnoj Hrvatskoj na prostoru Međimurske, Varaždinske, Koprivničko-križevačke, Virovitičko-podravске i Osječko-baranjske županije.

Spomenik prirode je pojedinačni neizmijenjeni dio prirode koji ima ekološku, znanstvenu, estetsku ili odgojno-obrazovnu vrijednost. Na spomeniku prirode dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se ne ugrožavaju njegova obilježja i vrijednosti. U Hrvatskoj ih je 81 s ukupnom površinom od 1,18 km². S obzirom na potkategoriju zaštite mogu biti skupina ili pojedinačno rijetko drveće (Spomenik prirode Hrast u Županji), geološki spomenik prirode (Stara straža kod Knina), geomorfološki (Baredine), geološko-geografski (Vrela Gacke), geološko-paleontološki (Velnačka glavica), paleontološki (Hušnjakovo), botanički (Topole u Dravskoj šumi), zoološki (Pincinova jama) i hidrološki (izvor Kupe).

U Hrvatskoj su ukupno 83 **značajna krajobraza** koji zauzimaju 1077,77 km² što je 1,22 % površine Republike Hrvatske. Značajni krajobraz je prirodni ili kultivirani predio velike krajobrazne vrijednosti i bioraznolikosti i/ili georaznolikosti ili krajobraz očuvanih jedinstvenih obilježja karakterističnih za pojedino područje. U značajnom krajobrazu dopušteni su zahvati i djelatnosti koje ne narušavaju obilježja zbog kojih je proglašen. Neki od značajnih krajobraza izloženi su intenzivnoj i nekontroliranoj turistifikaciji, ne vodeći pritom računa o svim aspektima kapaciteta turističke nosivosti i održivosti takvih oblika turizma. Među takvima su Značajni krajobraz Zrće kraj Novalje na otoku Pagu, Limski zaljev između Vrsara i Rovinja, Gornji Kamenjak (sl. 62), Donji Kamenjak i Medulinski arhipelag (oba u općini Medulin), Zlatni rat na otoku Braču i dr.



Sl. 62. Značajni krajobraz Gornji Kamenjak, Općina Medulin, Istra (Izvor: snimio autor).

Park-šuma je prirodna ili sađena šuma, veće bioraznolikosti i/ili krajobrazne vrijednosti koja je namijenjena i odmoru i rekreaciji. U park-šumi dopušteni su zahvati i djelatnosti koje ne narušavaju obilježja zbog kojih je proglašena. Ukupno je 26 park-šuma koje pokrivaju 30,23 km² što je tek 0,03 % hrvatskog teritorija. Neke park-šume su rekreacijsko i turističko područje gradova u njihovoj blizini. Takve su park-šume Marjan u Splitu, Šijana i Busoler u Puli (sl. 63), Zlatni rt – Škaraba kraj Rovinja, Brdo Djed kraj Hrvatske Kostajnice, Dravska šuma kraj Varaždina i dr.



Sl. 63. Park-šuma Busoler, Pula (Izvor: snimio autor).

Spomenik parkovne arhitekture umjetno je oblikovani prostor (perivoj, botanički vrt, arboretum, gradski park) koji ima estetsku, stilsku, umjetničku, kulturno-povijesnu i odgojno-obrazovnu vrijednost. Na spomeniku parkovne arhitekture dopušteni su zahvati i djelatnosti kojima se ne narušavaju vrijednosti zbog kojih je zaštićen. U Hrvatskoj je zaštićeno 119 takvih područja koji pokrivaju 7,78 km² što je 0,01 površine Republike. Mnogi se od njih nalaze u gradskim područjima i turističkim zonama.

Prema hrvatskom Zakonu o zaštiti prirode **zaštićene vrste** su jedino strogo zaštićene divlje vrste, a definirane su kao ugrožene zavičajne divlje vrste, vrste koje su usko rasprostranjeni endemi ili one divlje vrste koje na taj način moraju biti zaštićene prema propisima Europske unije ili na temelju međunarodnih ugovora kojih je Republika Hrvatska

potpisnica. Na prijedlog Državnog zavoda za zaštitu prirode, Ministarstvo nadležno za zaštitu prirode proglašava strogo zaštićene vrste. **Strogo zaštićene biljke, gljive, lišajevi i alge** iz prirode, u njihovom prirodnom području rasprostranjenosti zabranjeno je brati, rezati, iskopavati, sakupljati ili uništavati. **Strogo zaštićene životinje** zabranjeno je namjerno hvatati ili ubijati, namjerno uznemiravati, posebno u vrijeme razmnožavanja, podizanja mladih, hibernacije i migracije, namjerno uništiti ili uzimati jaja, namjerno uništiti, oštetiti ili uklanjati njihove razvojne oblike, gnijezda ili legla te oštetiti ili uništiti područja njihova razmnožavanja ili odmaranja.

O potrebi stroge zaštite divljih vrsta vodi se evidencija koja se naziva **Crveni popis**. On se sastoji od popisa ugroženih vrsta u Republici Hrvatskoj kojima su pridružene odgovarajuće kategorije ugroženosti prema kriterijima IUCN-a. U Republici Hrvatskoj su izrađeni crveni popisi za 17 skupina te Crveni popis špiljske faune koji obrađuje više skupina vezanih uz taj specifični tip staništa i to većinom beskralješnjaka, dok od kralješnjaka samo jednu vrstu vodozemca – čovječju ribicu. **Crvene knjige** predstavljaju publikacije koje objedinjuju podatke o ugroženim vrstama. Prilikom izrade crvene knjige, postojeći crveni popis ugroženih vrsta iste taksonomske skupine, odnosno kategorije ugroženosti pojedinih vrsta se revidiraju prema najnovijim podacima te se za svaku vrstu sastavlja tekst koji sadrži podatke kao što su opis i biologije vrste, njena rasprostranjenosti, neke ekološke značajke vrste, postojeća zakonske zaštite te, što je najvažnije, popis uzroka njene ugroženosti te predloženih mjera očuvanja, uz fotografiju ili crtež vrste te kartu njene rasprostranjenosti u Hrvatskoj. Do danas je objavljeno deset crvenih knjiga: ptica, sisavaca, gmazova i vodozemaca, slatkovodnih riba, morskih riba, vretenaca, danjih leptira, špiljske faune, gljiva i vaskularne flore. Na crvenom popisu vodozemaca i gmazova nalaze se sve zmije koje obitavaju u Hrvatskoj uključujući i otrovnice: poskok, ričovka i planinski žutokrug. Među sisavcima na crvenom su se popisu našli ris, sredozemna medvjedica, vuk, divokoza, mrki medvjed, dobri dupin. Crna i bijela roda, roda žličarka, siva čaplja, crni labud, jastreb, škanjac, kobac, suri orao neke su od ptičjih vrsta koje se nalaze na crvenom popisu ugroženih ptica u Hrvatskoj. Brojne su vrste dodatno ugrožene brzorastućim potrebama gospodarstva i ljudskih aktivnosti uključujući i one rekreacijsko-turističke (Martinić, 2010; Državni zavod za zaštitu prirode, 2017).

7. ODRŽIVOST ODNOSA PRIRODNE OSNOVE I TURIZMA

Turbulentne i dugoročno nepredvidive društveno-gospodarske pojave i procesi koji se neprekidno stvaraju, potiču i razvijaju s osnovnom svrhom poboljšanja i unaprjeđenja života ljudske zajednice na lokalnoj, nacionalnoj i globalnoj razini, permanentno i neposredno utječu na heterogeni sustav turizma u svim njegovim oblicima i pojavnostima. Istovremeno, upravo je fenomen turizma prostorno-vremenski izrazito nepredvidiv i fragilan i to zbog svoje čvrste i trajne povezanosti te međusobne isprepletenosti s fizičko-geografskim elementima geografskog prostora, političko-pravnim sustavima na nacionalnim i međunarodnim razinama, demografskim obilježjima, glavnim trendovima i pravcima gospodarskog razvoja te kulturnim i tradicijskim vrijednostima lokalnog stanovništva u turističkim mjestima i regijama.

U skladu s navedenim, vrlo je teško i nezahvalno dati jednoznačan odgovor na ključno pitanje i znanstveno-istraživački izazov o daljnjim perspektivama održivosti postojećega međusobnog odnosa prirodne osnove i njezinih elemenata te potreba razvoja suvremenog turizma. Uvažavajući povijesni aspekt i suvremene tendencije turističkih kretanja zasnovanih na posjetu i boravku u onim turističkim regijama koje djelomice ili u potpunosti svoju ponudu atrakcijske osnove temelje na prirodnoj osnovi potrebno je razmotriti određene oblike turizma. Oblik turizma koji bi u svom najširem teorijskom i značenjskom aspektu te s brojnim ostvarenim pojavnostima u makro i mikroturističkim prostornim cjelinama mogao zadovoljiti idealan scenarij održivosti je ekoturizam. **Ekoturizam** se definira kao održiv oblik na prirodnoj osnovi zasnovanom turizmu koji se primarno fokusira na doživljaj i učenje o prirodi te koji je etički upravljan da ima nisku razinu utjecaja i da je antikonzumeristički i lokalno orijentiran (Fennel, 2000). Prema tome ekoturizam je oblik turizma u kojem je prirodna osnova primarni cilj posjeta, premda s njima mogu biti povezane i kulturne atrakcije s kompatibilnim aktivnostima turista. Nadalje, u ekoturizmu se potiču odgojni i obrazovni ishodi, a njegovom se implementacijom i razvojem upravlja na način da će se ciljevi ekološke i sociokulturne održivosti vjerojatno ostvariti. No ekoturizam, također, mora biti ekonomski i financijski održiv. Drugim riječima, on mora biti utemeljen na jednom ili više elemenata prirodne osnove, utjecaj menadžmenta mora biti minimalan, mora uključivati odgoj o okolišu te pridonositi očuvanju prirode i svekolikom razvoju stanovništva lokalne zajednice. Ekoturistička kretanja zajedno sa svojim bliskim i srodnim oblicima, poput pustolovnog i geoturizma, u posljednjih su se nekoliko godina izmijenila do te mjere da su s jedne strane zadržali usko pozicionirani status unutar sustava selektivnog turizma ili turizma niša, dok su s

druge strane uklopljeni u ponudu i sadržaje masovnog turizma. To svakako u daljnjem razvoju ekoturizma može predstavljati opasnost i prijetnju, jer se pod ekološki pogodnim i održivim oblikom turizma marketinškim rješenjima nude i realiziraju one forme turističkih kretanja koje su u djelomičnom ili potpunom nesuglasju s očuvanjem prirodne osnove. Ekoturizam u svojoj suštini ima idealiziran odnos turista prema prirodnoj osnovi pa se može u svojoj rigidnoj implementaciji negativno odraziti na turističke prihode lokalne zajednice, punjenje općinskih, gradskih, regionalnih i državnih proračuna i sl. Provoditi pojedine mjere koje bi jednom mjestu osigurali ekoturistički status može u praksi značiti manji broj turista što se negativno odražava na ukupni financijski aspekt turizma.

Među svim elementima prirodne osnove odnos klime i turizma je svakako u središtu pozornosti javnosti, odnosno potencijalnih turista. Prije svega, ta je pozornost održavana zbog ogromne i često pretjerane želje za jeftinim senzacionalizmom i brzom zaradom suvremenih medija čije su objave u znatnoj disproporciji s rezultatima znanstvenih istraživanja. Utjecaj turizma na promjene klime u usporedbi s drugim gospodarskim djelatnostima i ljudskim aktivnostima je relativno nizak. Najveći udio turizma u tim promjenama ima segment prometa u turističke svrhe. Povezano s time, daljnja ekspanzija prometa na globalnoj razini koji i dalje, unatoč trendovima k ekološkim gorivima, troši znatne količine fosilnih goriva, nosit će neminovno povećanje apsolutnog doprinosa koji će ostvarivati turizam. Stvaranje novih turističkih regija u dosad nerazvijenim dijelovima svijeta te jačanje postojećih dodatno će opteretiti turizam u pogledu utjecaja na emisiju štetnih plinova u atmosferu. Očekivani daljnji rast velikih svjetskih gospodarstava poput onog Europske unije, Kine, Ruske Federacije, SAD-a i drugih otvorit će mogućnosti nove turističke ekspanzije i potrošnje koju je teško predvidjeti i držati pod ekološki prihvatljivom kontrolom. U vezi s time je predviđanje Svjetske turističke organizacije (UNWTO) da će se do 2030. godine broj međunarodnih turističkih dolazaka u svijetu povećati s današnjih 1235 na 1809 milijardi. Tim brojevima treba svakako dodati i turiste koji se kreću i borave unutar granica vlastite države, a čije je ukupne iznose vrlo teško predvidjeti. Očekivano, ne smanji li se potrošnja fosilnih goriva utjecaj turizma na emisiju štetnih plinova i time utjecaj na klimatske promjene ostat će isti ili će se čak povećati. Konačno, globalno zatopljenje koje se odvija u posljednjih trideset godina može imati za posljedicu produljenje turističke sezone u brojnim regijama. Neke projekcije prema tome predviđaju za Sjeverno hrvatsko primorje, gdje se nalazi većina vodećih turističkih mjesta u Republici Hrvatskoj, trajanje kupališne sezone do šest mjeseci. Znači li to i veći broj turista te veći pritisak na sve elemente prirodne osnove teško je predvidjeti, jer to ovisi o brojnim faktorima poput ukupnog standarda i platežne moći stanovništva emitivnih

regija, trajanju godišnjeg odmora i broja slobodnih dana tijekom godine, strukturnim demografskim obilježjima stanovništva receptivnih regija, općem stanju sigurnosti i drugim faktorima. Promjene klime mogu rezultirati i negativnim posljedicama poput katastrofalnih poplava izazvanih dugotrajnim i iznadprosječnim padalinama, većeg broja dana sa snježnim pokrivačem, sušom i drugim za razvoj turizma nepovoljnim scenarijima.

Voda na Zemlji, bilo da se radi o moru ili vodi na kopnu, u svim svojim pojavnim oblicima utjecat će u narednim razdobljima na turizam i to na dva načina. Prvo, voda će zbog svoje biološke važnosti za održavanje života ostati neizravni turistički resurs kao dio vodoopskrbe unutar komunalne infrastrukture receptivnih turističkih mjesta i regija, a drugo pojava vode na površini Zemlje i u njenom podzemlju i dalje će biti jedna od najvažnijih prirodnih turističkih atrakтивности. Povećan broj međunarodnih i domaćih turističkih dolazaka i noćenja spomenut u prethodnom odlomku zasigurno će povećati pritisak na vodne resurse koji se danas koriste za potrebe opskrbe lokalnog stanovništva i gospodarstva te turista. Sve prisutnija tendencija gradnje novih ili prenamjene postojećih smještajnih objekata radi jačanja kvalitete ponude i podizanja kategorizacije utjecat će na veću potrošnju vode po gostu dnevno te povećati opterećenost mora i voda na kopnu otpadnim komunalnim vodama. Ta kontroverzna tendencija stvaranja turističkih mjesta s četiri ili pet zvjezdica može biti kontradiktorna i sa sociokulturnog aspekta razvoja turizma. Nadalje, očekivani rast broja turističkih posjeta i boravaka uz vodene atrakcije ili u njihovoj neposrednoj blizini osnažit će pritisak na ekosustave mora, rijeka, jezera i podzemnih voda s nesagledivim posljedicama za bioraznolikost i očuvanje rijetkih i ugroženih vodenih organizama. Jednako tako, širenje turističke ponude pojedinih receptivnih mjesta i regija s različitim rekreacijskim sadržajima i aktivnostima sigurno će utjecati na povećanu potrošnju vode. Primjeri takvoga drastičnog povećanja potrošnje vode proširenjem turističke ponude su vodeni parkovi i tereni za golf u sušnim regijama kao što su priobalje Sredozemnog mora, zapadne obale Meksika i SAD-a, Australije i dr. Dosadašnji primjeri u španjolskom sredozemnom primorju pokazali su ogromno nesuglasje između turizma zasnovanom na prekomjernoj potrošnji i iscrpljivanju vodnih resursa i lokalne poljoprivredne proizvodnje gdje obje djelatnosti imaju veliku potražnju za vodom u sušnim ljetnim mjesecima. Predviđen porast broja turista koji će sudjelovati u krstarenjima morima, rijekama i jezerima temeljem porasta potražnje u razdoblju 2005. – 2015 za 62 %, povećat će postojeća nesuglasja, posebno u priobalnom moru. Sukladno sadašnjim udjelima ta nesuglasja najviše će pogoditi obale i mora Srednje Amerike čiji je udio u svjetskoj floti kruzera oko 50 % i Sredozemlje s udjelom od 22 %. Sličan scenarij potencijalnog nesuglasja može se očekivati u segmentu ponude i potražnje za

krstarenjem rijekama i jezerima gdje se također predviđa znatan porast broja kruzera i potencijalnih turista.

Međusobni odnos biogeografskih obilježja geografskog prostora te ponude i potražnje u turizmu može sukladno projekcijama koje predviđaju rast međunarodnih i domaćih turističkih dolazaka i noćenja u narednim desetljećima postati konfliktan s jasnom tendencijom ugrožavanja biološke raznolikosti i stvaranja ekološke neodrživosti u receptivnim regijama i mjestima. Unatoč jačanju svijesti o potrebi i nužnosti uvođenja i razvoja održivih oblika turizma, rastuća turistička potražnja na lokalnoj, nacionalnoj i globalnoj razini otvara mogućnosti nekontroliranih scenarija čijom se realizacijom ugrožavaju postojeća krhka biološka ravnoteža i odnosi u ekosustavima. Ti se neželjeni razvojni pravci i trendovi mogu uočiti u onim dijelovima geografskog prostora u kojem je turizam potpuno, djelomično ili samo neznatno utjecao na transformaciju turističkih mjesta i regija, kao i onaj dio koji je zbog različitih društveno-gospodarskih faktora i procesa ostao netransformiran. Posebnu bi pažnju znanstvene i stručne javnosti te specijaliziranih državnih i nevladinih organizacija i ustanova pri planiranju i izradi modela turističkog razvoja trebali zaokupiti turizmom netransformirani dijelovi geografskog prostora. Naime te se potencijalne turističke regije najčešće nalaze u gospodarski nerazvijenim državama pa se po modelu tržišno dobro pozicioniranih i afirmiranih područja nastoje implementirati sadržaji turizma koji bi u kratko vrijeme ostvarili znatne financijske efekte i time značajno doprinijeli ukupnom društveno-gospodarskom razvoju. Povećanom interesu i potražnji za posjetom takvim regijama u velikoj mjeri doprinosi intenzivna medijska popularizacija područja divljine i staništa rijetkih i ugroženih biljnih i životinjskih vrsta putem specijaliziranih časopisa, mrežnih stranica i televizijskih postaja. Svojevrсноj estradizaciji biogeografskih obilježja dijela geografskog prostora znatno doprinosi masovna produkcija i dostupnost brojnih dokumentarnih i igranih filmova s tematikom divljih biljnih i životinjskih vrsta. Unatoč dobrim namjerama takvih edicija u smjeru jačanja ekološke svijesti, ostaje otvorena mogućnost neželjenog kontraefekta popularizacije biljnoga i životinjskog svijeta. Među brojnim primjerima najistaknutiji su oni u gospodarski nerazvijenim regijama i državama Afrike, Azije i Latinske Amerike. Tako se primjerice azijske slonove da bi bili atraktivni turistima podvrgavaju surovoj i potpuno neprimjerenoj dresuri, a slično je s nekim drugim divljim životinjama. U razvijenim državama drastičan je primjer Islanda u kojem se shodno uvriježenoj, višestoljetnoj prehrambenoj tradiciji turistima nudi i poslužuje kitovo meso, dok se istovremeno organiziraju ekoturističke ekspedicije čija je svrha promatranje tih morskih sisavaca u njihovom prirodnom staništu. U suvremenom turizmu i dalje je prisutna praksa da se kao dekoracija u okolini smještajnih

turističkih objekata i drugih rekreacijskih sadržaja unose i sade biljne vrste koje prirodno ne pripadaju toj turističkoj regiji pa se time, osim trajne i štetne intervencije u postojeća staništa, obmanjuju i turisti kojima se predočava idealizirana i nestvarna slika destinacije.

Geomorfološka obilježja su najvažniji dio fizičko-geografske osnove geografskog prostora, a u kulturnom krajoliku djelomično ili u potpunosti utječu na njegovu prirodnu, fizionomijsku i osjetilnu sastavnicu. S obzirom na očekivani rast broja međunarodnih i domaćih turističkih dolazaka i noćenja do 2030. može se predvidjeti daljnje povećanje smještajnih kapaciteta te proširenje postojećih i gradnja novih rekreacijskih sadržaja kao i ostale turističke infrastrukture. S tim u svezi pritisak na morfometrijska i duga obilježja reljefa, kao i dosad, najviše će se manifestirati u obalnim zonama razvijenih regija kupališnog turizma Sredozemlja, Srednje Amerike i SAD-a, Jugoistočne Azije i Australije. Posebno se to odnosi na neiskorištene dijelove obale gdje se predviđa gradnja i uređenja kupališta, nautičkih središta, luka i marina. Može se očekivati da će se neke dosad slabije valorizirane regije Europskog Sredozemlja ubrzano razvijati u pravcu povećanja udjela antropogene obale. Primjeri za takve intervencije u obalni reljef su u Albaniji, Grčkoj, Bugarskoj, Rumunjskoj i Hrvatskoj. Na sličan način povećan broj turista, i shodno tome intenzivnija izgradnja turističke infrastrukture, nepovoljno će se odraziti na reljefna obilježja u gorskim regijama. Potreba za prilagodbom sadašnjih i uređenje novih staza za alpsko, nordijsko i druge vrste skijanja te ostale sportsko-rekreacijske aktivnosti utjecat će na promjene u nagibu padina i energiji reljefa u Alpama, Karpatima, Pirenejima u Europi, Stjenjaku i Kaskadskom gorju u Angloamerici i drugim planinskim regijama svijeta. Osim zona za skijanje i druge sportove na snijegu i ostala turistička izgradnja poput žičara, uspinjača, apartmanskih naselja i hotela, šetnica, pješačkih staza te druge turističke infrastrukture trajno će mijenjati izgled krajolika planinskih regija. Ekoturističko vrednovanje reljefa može se ostvarivati kroz različite oblike geoturizma. **Geoturizam** se isprva definirao kao geološki turizam, a suvremeno poimanje određuje ga kao oblik turizma fokusiran na geologiju i krajolik, odnosno na očuvanje geoloških, geomorfoloških i geoekoloških obilježja prirodne sastavnice kulturnog krajolika (Newsome i dr., 2013).

Jedan od mogućih odgovora na pitanje kako održati ravnotežu između potrebe da sve elemente prirodne osnove ostavimo nadolazećim generacijama u istom ili barem približno sličnom stanju kakve su naše generacije naslijedile od svojih predaka te potrebe za stalnim rastom turističkog prometa u receptivnim mjestima i regijama, jesu različite mjere monitoringa održivosti turizma. Monitoring je sustavno prikupljanje i analiza raznorodnih vrsta podataka u određenom vremenskom periodu. To je ključno sredstvo permanentnog

praćenja i ocjenjivanja utjecaja turizma, od stvaranja inicijalnih planova do zrelijih etapa razvoja turističkog mjesta ili regije. Monitoring se provodi implementacijom kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja s ciljem definiranja zona namjene te procjenu svih tipova opterećenosti pojedinih dijelova regije, njezinih turističkih mjesta ili pojedinačnih prirodnih ili antropogenih atrakcija. Svrha monitoringa je predviđanje i sprečavanje negativnih procesa u turizmu koji mogu prouzročiti štetno djelovanje na prirodnu osnovu, stanovništvo i gospodarstvo. Monitoring ima aplikativnu vrijednost jer je sredstvo pri donošenju ključnih odluka u razvojnoj politici s primjenom u izradi prostorne planske i druge razvojne dokumentacije. Najčešći alati monitoringa u turizmu i rekreaciji su:

- indikatori održivog razvoja
- indikatori održivog turizma
- kapacitet turističke nosivosti
- ekološki otisak
- limiti prihvatljive promjene
- procjena utjecaja na okoliš
- procjena kumulativnih efekata
- upravljanje utjecajem posjetitelja
- iskustvo posjetitelja i zaštita resursa.

Među navedenim alatima za vrednovanje međusobnog odnosa prirodne osnove i turizma valja izdvojiti ekološke (abiotičko-ekološki, indikatori prirodne osnove) indikatore održivog turizma, ekološki otisak i kapacitet turističke nosivosti.

Monitoring dijela prirodne osnove uključujući i zaštićenu prirodu trebao bi obuhvatiti:

- broj posjeta ili broj posjetitelja – ukupan broj posjeta turističkom mjestu ili regiji
- strukturna demografska obilježja posjetitelja (dob, spol, školska sprema, zanimanje, država ili regija porijekla i sl.) i psihosocijalna obilježja (razlozi posjeta, stavovi, motivacije, očekivanja i sklonosti)
- obilježja posjeta poput veličine grupe, trajanja boravka, učestalosti posjeta, provedenih aktivnosti prilikom boravka i sl.
- rezultati ili ishodi posjeta u što spadaju kvantitativne i kvalitativne informacije o zadovoljstvu, iskustvima i sl.

Održivo upravljanje prirodnom atrakcijskom osnovom u receptivnim turističkim mjestima i regijama u narednim će razdobljima postati imperativ razvoja turizma u svim dijelovima svijeta, bez obzira radi li se o gospodarski razvijenim područjima ili područjima gdje se turizam tek počeo razvijati. Pravilan i održiv odnos prema elementima prirodne

osnove kao fizičko-geografskom temelju geografskog prostora i jednoj od sastavnica kulturnog krajolika, ostat će i dalje u središtu pozornosti svih sudionika turističkog razvoja, bez obzira na pojedine oblike turizma koji se prividno ili privremeno ne oslanjaju na ovaj segment atrakcijske osnove. Razvoj turizma zasnovanom jednim dijelom ili u cijelosti na prirodnoj osnovi morat će se u budućnosti temeljiti na razumijevanju i znanju fizičke geografije i srodnih znanstvenih grana kao i na primjeni očuvanja prirodnih resursa i atrakcija. Takav stručni pristup i razvojni koncept može u nepredvidivim razvojnim ciklusima jamčiti ispravan odnos turizma s ciljem društveno-gospodarske održivosti i istinskog očuvanja prirodne osnove na svim prostornim razinama.

LITERATURA I IZVORI

- Arbogast, A. F., 2011: *Discovering physical geography*, John Wiley and Sons, Hoboken.
- Babkin, V.I., 2003: The Earth and its physical features, u: *World water resources at the beginning of the twenty-first century*, (ur. Shiklomanov, I.A., Rodda, J.), Cambridge university press, Cambridge, 1-18.
- Beazley, M., 1990: *Veliki atlas životinja*, Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Blažević, B., 2005: Izračun prihvatnog potencijala turističke destinacije, u: *Održivi razvoj turizma - Zbornik radova* (ur. Blažević, B.), Sveučilište u Rijeci, Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Opatija, 153-167.
- Blažević, I., Knežević, R., 2006: *Turistička geografija Hrvatske*, Fakultet za turistički i hotelijerski menadžment, Opatija.
- Blažević, M., 1984: Istarske rijeke, *Priroda* 52 (8), 228-231.
- Bognar, A. 1992: Inženjerskogeomorfološko kartiranje, *Acta Geographica Croatica* 27 (1), 173-184.
- Bognar, A., 1996: Tipovi klizišta u Republici Hrvatskoj i Republici Bosni i Hercegovini - geomorfološki i geokološki aspekti, *Acta Geographica Croatica* 31, 27-39.
- Bognar, A., 2000: Geomorfologija i njezin razvoj u Hrvatskoj, u: *Zbornik radova 2. Hrvatskog geografskog kongresa* (ur. Pejnović, D.), Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb, 43-52.
- Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 34 (1999), 7-29.
- Bognar, A., Lozić, S., Saletto, M., 2002: *Geoekologija (Interna skripta)*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno- matematički fakultet, Zagreb.
- Bonačić, D., 1987: *Osnove oceanografije*, Školska knjiga, Zagreb.
- Boniface B., Cooper C., Cooper, R., 2012: *Worldwide destinations- The geography of travel and tourism*, Routledge, London- New York.
- Brazda, M, Derado, K., Kalodera, A., Stražičić, N., Šašek, M., Vujnović, V., 1992: *Prirodna osnova geoprostora*, Školska knjiga, Zagreb.
- Burton, R., 1995: *Travel geography*, Longman, Harlow.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L. W., 1988: *Applied hydrology*, McGraw-Hill, New York.
- Christopherson, R.W., 2012: *Geosystems - An introduction to physical geography*, Prentice Hall, Upper Saddle River.

- CLIA, 2017: *State of cruise industry outlook 2017*, Cruise lines international organizations, Washington.
- Craghan, M., 2003: *Physical geography: A self-teaching guide*, John Wiley and Sons, Hoboken.
- Cvitanović, A., 2002: *Geografski rječnik*, Hrvatsko geografsko društvo, Zadar.
- Davie, T., 2008: *Fundamentals of hydrology*, Routledge, London.
- Deguignet, M., Juffe-Bignoli, D., Harrison, J., MacSharry, B., Burgess, N., Kingston, N., 2014: *2014 United Nations List of Protected Areas*, UNEP-WCMC, Cambridge.
- Deng, J., King, B., Bauer, T., 2002: Evaluating natural attractions for tourism, *Annals of tourism research* 29 (2), 422-438.
- Dudley, N (ur.), 2008: *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*, IUCN, Gland.
- Dukić, D., 1981: *Klimatologija*, Naučna knjiga, Beograd.
- Dukić, D., 1984: *Hidrologija kopna*, Naučna knjiga, Beograd.
- Dumbović-Bilušić, B., Obad-Šćitaroci, M., 2007: Kulturni krajolici u Hrvatskoj – identifikacija i stanje zaštite, *Prostor* 15 (2/34), 260-271.
- Džaja, K., 2003: Geomorfološke značajke Dugog otoka, *Geoadria* 8 (2), 5-44.
- Feletar, D., Perica, D., Vuk, R., *Geografija 1*, Meridijani, Samobor.
- Fennel, D., 2000: *Ecotourism: An introduction*, Routledge, London i New York.
- Filipčić, A., 1996: *Klimatologija u nastavi geografije*, Hrvatski zemljopis i Dr. Feletar, Zagreb i Koprivnica.
- Filipčić, A., 1998: Klimatske promjene, *Geografski horizont* 1/1998, 7-17.
- Ford, D., Williams, P., 2007: *Karst Hydrogeology and Geomorphology*, Wiley and sons, Chichester.
- French, H., Harbor, J., 2013. The development and history of glacial and periglacial geomorphology, u: *Treatise on Geomorphology* vol. 8 (ur. Giardino, R., Harbor, J.), Academic Press, San Diego, 1–18.
- Gereš, D., 2002: Održivo iskorištavanje vode u Hrvatskoj i Europi, *Građevinar* 54 (6), 345-353.
- Gulić, I., 2000: *Opskrba vodom*, HSGI, Zagreb.
- Hall, C. M., Higham, J., 2005: Introduction: Tourism , Recreation and Climate Change, u: *Tourism, Recreation and Climate Change*, (ur. Hall, C. M., Higham, J.), Channel view publications, Clevedon, 3-28.

- Hall, C. M., 2008: *Tourism planning- Policies, processes and relationships*, Pearson Prentice Hall, Harlow.
- Hamilton, J., Maddison, D., Tol, R., 2005a: Effects of climate change on international tourism, *Climate research* 29 (3), 245-254.
- Hamilton, J., Maddison, D., Tol, R., 2005b: Climate change and international tourism: A simulation study, *Global Environmental Change* 15 (3), 253–266.
- Hartmann, D., 2016: *Global physical climatology*, Elsevier, Amsterdam.
- Hess, D., 2014: *McKnight's physical geography: a landscape appreciation*, Pearson Education, Upper Saddle River.
- Holden, J., 2008: *An introduction to physical geography and the environment*, Pearson Education, Harlow.
- Holt, B., Lessard, J.P., Borregaard, M., Fritz, S., Araújo, M., Dimitrov, D., Fabre, P.H., Graham, C., Graves, G., Jönsson, K., Nogués-Bravo, D., Wang, Z., Whittaker, R., Fjeldså, J., Rahbek, C., 2013: An Update of Wallace's Zoogeographic Regions of the World, *Science* 339 (6115), 74-78.
- Huggett, R. J., 2011: *Fundamentals of Geomorphology*, Routledge, London i New York.
- International hydrographic organization, 2002: *Names and limits of oceans and seas*, *Special Publication No. 23*, International hydrographic bureau, Monaco.
- Iskra, B., 1991: Tipološka analiza i klasifikacija izgrađenih turističkih objekata zapadne obale Istre u kontekstu njihovih silueta i uklapanja u specifičan pejzaž, *Gospodarstvo Istre* 4, 74-89.
- IUCN, UNEP-WCMC, 2014: *The World Database on Protected Areas (WDPA)*, UNEP-WCMC, Cambridge.
- Jahić, H., Mezetović, A., 2014: Kvalitativna valorizacija klimatskog turističkog potencijala primjenom Turističkog klimatskog indeksa–TCI na primjeru Hercegovačko-neretvanskog kantona/županije, *Acta geographica Bosniae et Herzegovinae* 2014, 2, 91-106.
- Kušen, E., 2001: Turizam i prostor: Klasifikacija turističkih atrakcija, *Prostor* 9 (1/21), 1-12.
- Kušen, E., 2010: A system of tourism attractions, *Turizam* 58 (4), 443-458.
- Linacre, E., Geerts, B., 2003: *Climates and weather explained*, Routledge, NewYork i London
- Lozić, S., 1995: Vertikalna raščlanjenost reljefa kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 30, 17-28.
- Lozić, S., 1996: Nagibi padina kopnenog dijela Republike Hrvatske, *Acta Geographica Croatica* 31, 41-50.
- Luković, T., 2007: Nautički turizam – definicije i dileme, *Naše more*, 54 (1-2), 22-31.

- Magaš, D., 2013: *Geografija Hrvatske*, Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju i Izdavačka kuća Meridijani, Zadar.
- Maradin, M., 2014: Promjene klime, *Geografski horizont* 2/2014, 7-18.
- Marinović-Uzelac, A., 2001: *Prostorno planiranje*, Dom i svijet, Zagreb.
- Marsh, W., 1987: *Earthscape: A physical geography*, Willey and sons, New York.
- Martinić, I., 2010: *Upravljanje zaštićenim područjima prirode: Planiranje, razvoj i održivost*, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Marušić, Z., Čorak, S., Sever, I., 2015: *TOMAS Ljeto 2014 Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj*, Institut za turizam, Zagreb.
- Mather, S., Viner, D., Todd, G., 2005: Climate and Policy Changes: Their Implications for International Tourism Flows, u: *Tourism, Recreation and Climate Change*, (ur. Hall, C. M., Higham, J.), Channel view publications, Clevedon, 63-85.
- Matthews, J.A., Herbert, D. T., 2008: *Geography: A Very short introduction*, Oxford university press, Oxford.
- Matzarakis, A., 2006: Weather and climate-related information for tourism, *Tourism and Hospitality Planning and Development* 3 (2), 99-115.
- McKnight, T., Hess, D., 2008: *Physical geography: a landscape appreciation*, Pearson Education, Upper Saddle River.
- Mieczkowski, Z., 1985: The Tourism climatic index: A Method of evaluating world climates for tourism, *Canadian geographer* 29 (3), 220-233.
- Mihljević, D., 1996: Procesi prekomjerne denudacije i njihove posljedice u Istarskom pobrđu, u: *I. Hrvatski geografski kongres: Geografija u funkciji razvoja Hrvatske: zbornik radova* (ur. Pepeonik, Z.), Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb, 188-203.
- Ministarstvo turizma, 2009: *Pravilnik o javnoj turističkoj infrastrukturi*, Ministarstvo turizma, Zagreb.
- Mother, S., Viner, D., Todd, G., 2005: Climate and polici changes: Their implications for international tourism flows, u: *Tourism, Recreation and Climate Change*, (ur. Hall, C. M., Higham, J.), Channel view publications, Clevedon, 63-85.
- Müller, H., 2004: *Turizam i ekologija*, Masmedia, Zagreb.
- Musa, S., Milićević, M., 2009: *Osnovi kartografije za geografe: matematički elementi*, Geografsko društvo Hercegovine, Mostar.
- Mutschmann, J., Stimmelmayer, F., 1988: *Snabdevanje vodom*, Građevinska knjiga, Beograd.
- Narodne Novine, 2013: *Zakon o zaštiti prirode*, Narodne novine d.d., Zagreb, 80 (2013).
- Nejašmić, I., 1998: *Osnove opće geografije*, Educa, Zagreb.

- Nelson, V., 2013: *An introduction to the geography of tourism*, Rowman and Littlefield, Lanham.
- Newsome, D., Moore, S. A., Dowling, R. K., 2013: *Natural area tourism: Ecology, Impacts and Mangement*, Channel view publications, Bristol.
- Perić, T., Oršulić, M., 2011: Cruising-turizam u Republici Hrvatskoj u funkciji održivoga razvoja, *Naše more* 58 (5-6), 219-228.
- Pleško, N., 1983: Biometeorološki indeksi u ocjeni termičkog komfora Zagreba za vrijeme različitih sinoptičkih situacija, *Hrvatski meteorološki časopis* 18, 3-16.
- Reynolds, S., Rohli, R., Johnson, J., Waylen, P., Francek, M., 2015: *Exploring physical geography*, McGraw-Hill, New York.
- Ridanović, J., 1989: *Hidrogeografija*, Školska knjiga, Zagreb.
- Ridanović, J., 2004: *Geografija mora*, Meridijani, Samobor.
- Rohli, R., Joyner, A., Reynolds, S., Shaw, C., Vázquez, J., 2015: Globally Extended Köppen–Geiger climate classification and temporal shifts in terrestrial climatic types, *Physical Geography* 36 (2), 142-157.
- Ross, D., 1980: *Opportunities and Uses of the Ocean*, Springer-Verlag, New York.
- Rutty, M., Scott, D., 2010: Will the Mediterranean become „too hot“ for tourism? A Reassessment, *Tourism Planning and Development* 7 (3), 267-281.
- Shiklomanov, I.A., Sokolov, A.A., 1983: Methodological basis of world water balance investigation and computation. u: *New approaches in water balance computations*, (ur. Van der Beken, A., Herrman, A.), IAHS publication number 148., Wallingford, 77-92.
- Smolčić-Jurdana, D., 2005: Utvrđivanje prihvatnog potencijala turističke destinacije – aspekti i problemi, u: *Održivi razvoj turizma-Zbornik radova* (ur. Blažević, B.), Sveučilište u Rijeci, Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Opatija, 119-140.
- Strahler, A., 2008: *Visualizing physical geography*, Willey, Hoboken.
- Summerfield, M.A., 1991: *Global geomorphology: An introduction to the study of landforms*, Longman, London.
- Swarbrooke, J., 2003: *The Development and Management of Visitor Attractions*, Butterworth-Heinemann, Burlington.
- Szabó, J., Dávid, L., Lóczy, D., 2010: *Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms*, Springer, Dordrecht.
- Šegota, T., 1985: *Neke grafičke i klimatološke metode istraživanja za studente postdiplomskog studija geografije*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno- matematički fakultet, Zagreb.

- Šegota, T., 1988: Minimalne temperature zraka u Zagrebu, *Hrvatski geografski glasnik* 50 (1), 7-20.3
- Šegota, T., Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb.
- Šegota, T., Filipčić, A., 2003: Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje, *Geoadria* 8 (1), 17-37.
- Šterc, S., 2015: *Geografski i demografski identitet*, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Thornthwaite, C.W., 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geography Review* 38, 55-94.
- Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T., 2011: *Limnology*, CRC Press, Boca Raton.
- Tušar, B., 2002: Kamenolomi i okoliš, *Grđevinar* 54 (6), 355-363.
- University of Auckland, 2010: *World carbonate outcrop areas*, University of Auckland, School of Environment, Auckland.
- UNWTO, 2008: *Climate Change and Tourism - Responding to Global Challenges*, UNWTO – UNEP, Madrid.
- Vincent, W., Bertola, C., 2012: François Alphonse Forel and the oceanography of lakes, *Archives des Sciences* 56 (1-2), 51-64.
- Vojnović, N., 2016a: *Održivi turizam unutrašnje Istre*, Sveučilište Jurja Dobrile, Pula.
- Vojnović, N., 2016b: Utjecaj turistifikacije na fizionomijska obilježja krajobraza unutrašnje Istre, *Ekonomika i ekohistorija* 12, 44-57.
- Vojvodić, K., 2006: Krstarenja europskim rijekama, *Naše more* 53 (1-2), 49-53.
- Vojvodić, K., 2008: Razvoj tržišta riječnih krstarenja, *Naše more* 55 (1-2), 29-34.
- Vučetić, M., Vučetić, V., 2013: *Vrijeme na Jadranu – Meteorologija za nautičare*, Fabra press, Zagreb.
- Wetzel, R., 2001: *Limnology: Lake and River Ecosystems*, Academic Press, San Diego.
- Whittow, J., 1988: *The Penguin Dictionary of Physical Geography*, Penguin books, London.
- Williams, P., 2008: *World Heritage Caves and Karst: A Thematic Study*, IUCN, Gland
- Zahedi, S., 2008: Tourism impact on coastal environment, u: *Environmental Problems in Coastal Regions VII*, (ur. Brebbia, C.A.), Wessex Institute of Technology, Southampton, 45-57.
- Zaninović, K., 1983: Bioklimatske karakteristike Zagreba, *Hrvatski meteorološki časopis* 18, 17-27.
- Zaninović, K. (ur.), 2008: *Klimatski atlas Hrvatske*, DHMZ, Zagreb.

INTERNETSKI IZVORI

Državni zavod za zaštitu prirode, 2017: *Zaštićena područja u Hrvatskoj - nacionalne kategorije*, DZZP, Zagreb.

<http://www.dzzp.hr/zasticena-podrucja/zasticena-podrucja-u-hrvatskoj/zasticena-podrucja-u-hrvatskoj-nacionalne-kategorije-1137.html> (12.9.2017.)

Eakins, B.W., Sharman, G.F., 2010: *Volumes of the World's Oceans from ETOPO1*, NOAA National Geophysical Data Center, Boulder.

http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/etopo1_ocean_volumes.html (25.4. 2017.)

Hrvatski planinarski savez, 2017: *Bijele i Samarske stijene*, HPS, Zagreb

<http://www.hps.hr/info/hrvatski-vrhovi/bijele-stijene-vrh/> (12. 10. 2017.)

Lončar, J., 2006: Iskorištavanje geotermalne i mineralne vode u Hrvatskoj

<http://www.geografija.hr teme/klima-i-vode/iskoristavanje-geotermalne-i-mineralne-vode-u-hrvatskoj/> (26.6. 2017.).

Matas, M., 2006: Raširenost krša u Hrvatskoj

<http://www.geografija.hr/hrvatska/rasirenost-krsa-u-hrvatskoj/> (25.7.2017.)

National Oceanic and Atmospheric Administration, 2017: *All About Clouds*, NOAA, Washington

<http://www.srh.noaa.gov/jetstream/clouds/cloudwise/learn.html#> (23. 3. 2017.).

Ravlić, S. (ur.), 2017: *Hrvatska enciklopedija, Mrežno izdanje*, Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb.

<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=60263> (15.5.2017.)

<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=7723> (29.6.2017.)

<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=51157> (26.7.2017.)

<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=55152> (31.8.2017.)

UNEP, 2017: *World Database on Protected Areas*, UNEP-WCMC, Cambridge

<https://protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas> (11.9.2017.)

UNESCO, 2017: *World Heritage List*, UNESCO, Pariz.

<http://whc.unesco.org/en/list/> (11.9.2017.)

U.S. Geological Survey, 2017: *Tectonic plates*, United States Geological Survey, Reston

<https://pubs.usgs.gov/publications/text/slabs.html> (11.7.2017.)

POPIS TABLICA

Red. broj	Naslov	Stranica
1	Turistički resursi	6
2	Kemijski sastav atmosfere	10
3	Odnos maksimalne količine vodene pare koju može primiti 1 m ³ zraka i temperature	21
4	Klimatski razredi i klimatski tipovi	30
5	Klimatski tipovi i pogodnosti za turizam	34
6	Odnos temperaturnih zona, klimatskih tipova i odjeće	35
7	Idealni vremenski i ostali uvjeti za ljetne rekreacijske aktivnosti na vodi i kopnu	36
8	Idealni vremenski i ostali uvjeti za zimske rekreacijske aktivnosti	36
9	Preporučeno trajanje sunčanja u minutama tijekom prvog dana boravka	41
10	Moguće posljedice klimatskih promjena (zatopljenje) na velike turističke regije	44
11	Količina vode na Zemlji	47
12	Vrijeme obnove vode	49
13	Površine, obujmi i dubine oceana	52
14	Najveće rijeke svijeta prema protoku, duljini i površini porječja	68
15	Primjeri potrošnje vode u pratećim turističkim djelatnostima	73
16	Potrošnja vode prema vrstama smještajnih, ugostiteljskih i rekreacijskih objekata	73
17	Nagibi padine i građevinska iskoristivost u turističkoj gradnja	123
18	IUCN kategorije zaštićenih područja	128
19	Porast broja zaštićenih područja 1962. – 2014.	129

POPIS SLIKA

Red. broj	Naslov	Stranica
1	Povezanost i uvjetovanost elemenata prirodne osnove	3
2	Znanstvene discipline fizičke geografije	4
3	Geografska mreža	8
4	Vertikalna struktura atmosfere prema temperaturi	12
5	Raspodjela Sunčeve radijacije u atmosferi	14
6	Termometrijska kućica	16
7	Temperaturna inverzija, NP Olympic, SAD	18
8	Instrumenti za praćenje vjetra	19
9	Rodovi oblaka prema visini	22
10	Heliograf	23
11	Geografska raspodjela klimatskih razreda po Köppenovoj podjeli klima: A, tropske kišne klime; B, suhe klime; C, umjereno tople kišne klime; D, snježno-šumske ili borealne klime; E, snježne klime	29
12	Odnos klime i turizma	32
13	Kategorije vremena prema Turističkom klimatskom indeksu	40
14	Promjena u turističkim dolascima do 2025. godine u uvjetima zatopljenja od 1°C	43
15	Hidrološki ciklus	48
16	Oceani: Tihi ocean ili Pacifik (7. Sjeverni Pacifik, 8. Južni Pacifik, 6. Južnokinesko more); Atlantski ocean ili Atlantik (1. Sjeverni Atlantik, 4. Južni Atlantik, 2. Baltičko more, 3. Sredozemno more); Indijski ocean ili Indik (5.); Arktički ocean (9.) i Južni ocean (10.)	51
17	Secchijev disk	54
18	Tople i hladne morske struje	56
19	Oseka i plima u zaljevu Fundy, Hopewell Rocks	57
20	Jezera prema morskoj razini	63
21	Crater lake, Oregon, SAD	64
22	Plitvička jezera	65
23	Jezero Butoniga u Istri	66
24	Vodopad Dettifoss na Islandu	70
25	Toplice Bagnères-de-Bigorre	71
26	Glavni biomi na Zemlji	76
27	Zoogeografski areali i regije	79
28	Upozorenje o zabrani hranjenja životinja u NP Redwood, SAD	82
29	Nizina u NP Hortobagy, Istočna Mađarska	85
30	Pobrđe u Istri	86
31	Dolina Mirne	86
32	Tektonske ploče	88
33	Razmicanje euroazijske i sjevernoameričke litosferne ploče, Island	89
34	Subdukcija na dodiru oceanske i kontinentske litosferne ploče	90
35	Tipovi bora u odnosu prema osnoj plohi: uspravne (A), kose (B), prebačene (C), polegle (D) i utonule bore (E)	91
36	Timor (horst) i tektonska graba (jarak)	92
37	Solfatara i gejzir Strokkur, Island	93
38	Padinski procesi	96
39	Dubinska erozija, Farski otoci i regresivna erozija, rijeka Skógá, Island	97
40	Stvaranje meandara	98
41	Žal u Tallinnu (Estonija) i Olivi (Španjolska)	99
42	Klif, južna obala Islanda	100
43	Akumulacijski oblici obale	101
44	Škrape u Patagoniji, Čile	103
45	Ponikva nedaleko sela Muntrilj u Srednjoj Istri	104
46	Raspodjela karbonatnih stijena u svijetu	105
47	Tipovi dina	107
48	Aridna područja u svijetu	108

49	Morene	110
50	Pingo, Tuktoyaktuk, Kanada	111
51	Etape nastanka atola	112
52	Čepičko polje	114
53	Kamenolom Most Raša u Istri	115
54	Cestovni usjek u padinu, Albanija	116
55	Antropogeni reljef u ratne svrhe, Soča, Slovenija	118
56	Spilje Feštinsko kraljevstvo (Istra) i Vranjača (Dalmacija)	122
57	Zaton kod Dubrovnika	123
58	Zaštićena prirodna područja u svijetu	129
59	Zaštićena prirodna područja u Hrvatskoj	132
60	Bijele i Samarske stijene	133
61	Posebni ornitološki rezervat Palud	137
62	Značajni krajobraz Gornji Kamenjak, Općina Medulin, Istra	141
63	Park-šuma Busoler, Pula	142