

# Snijeg kao čimbenik održivog razvoja

---

Pap, Tajana

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:231:438949>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-08**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka University Studies, Centers and Services - RICENT Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
Studij politehnike

Izvanredni diplomski sveučilišni studij Politehnika i informatika

Tajana Pap  
Snijeg kao čimbenik održivog razvoja  
Diplomski rad

Mentorica: Prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

**Studij politehnike**

Izvanredni diplomski sveučilišni studij Politehnika i informatika

**Tajana Pap**

Matični broj: 0117136099 (206)

**Snijeg kao čimbenik održivog razvoja**

Diplomski rad

Mentorica: Prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
Studij politehnike  
Rijeka, 5.3.2021.

## Zadatak za diplomski rad

Pristupnik: Tajana Pap

Naziv diplomskog rada: Snijeg kao čimbenik održivog razvoja

Naziv diplomskog rada na eng. jeziku: Snow as the factor of sustainable development

Sadržaj zadatka: Primjenom modela sistemskog promišljanja analizirati snijeg kao prirodnu pojavu, utjecaj čovjeka na nju, te utjecaj postojanja snijega na prirodu i društvene aktivnosti, posebice gospodarstvo. Predložiti načine očuvanja klime i ravnoteže ekosustava.

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger



(potpis mentora)

Komentor: (ime i prezime)

---

Voditelj za diplomske radove



Zadatak preuzet:

(potpis pristupnika)

## **Sažetak**

Snijeg ima iznimno visoki albedo, čak do 95%, a to znači da ogromna količina sunčeve svjetlosti koja padne na snijeg odbija se natrag u svemir umjesto da zagrijava planet. Bez snježnog pokrivača, tlo apsorbira oko četiri do šest puta više sunčeve energije. Snježni pokrivač pomaže regulirati temperaturu Zemljine površine, a nakon što se snijeg otopi, voda pomaže u punjenju rijeka i akumulacija u mnogim regijama svijeta. Sveukupno, planinska otopljena voda i otjecanje čine više od 50 posto svjetskog fonda slatke vode. Otopljeni snijeg čini 70-80% ukupne vode koja se koristi u velikim alpskim elektranama. Snijeg je koristan za poljoprivredu jer djeluje kao izolacijski sloj, štiti floru i faunu, utječe na biogeokemijske procese, ekosustave i klimu. Također, zarada od rekreacijskih zimskih aktivnosti je iznimno značajna. Održivi razvoj u kontekstu snijega znači odnos prema ovom resursu na način koji osigurava njegovu dostupnost za sadašnje i buduće generacije, uz istovremeno uzimanje u obzir ekoloških, ekonomskih i društvenih aspekata.

***Ključne riječi:*** snijeg, snježni pokrivač, održivi razvoj, priroda

## **Snow as the factor of sustainable development**

### **Summary**

Snow has an extremely high albedo, up to 95%, which means that a huge amount of sunlight falling on the snow is reflected back into space instead of warming the planet. Without snow cover, the ground absorbs about four to six times more solar energy. Snow cover helps regulate the Earth's surface temperature, and once the snow melts, the water helps fill rivers and reservoirs in many regions of the world. Altogether, mountain meltwater and runoff account for more than 50 percent of the world's fresh water supply. Melted snow accounts for 70-80% of the total water used in large alpine power plants. Snow is useful for agriculture because it acts as an insulating layer, protects flora and fauna, affects biogeochemical processes, ecosystems and climate. Also, earnings from recreational winter activities are extremely significant. Sustainable development in the context of snow means treating this resource in a way that ensures its availability for current and future generations, while simultaneously taking into account ecological, economic and social aspects.

***Key words:*** *snow, snow cover, sustainable development, nature*

# Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. PAHULJICA .....	2
2.1. Povijesni pregled .....	3
2.2. Prirodni kristali snijega.....	5
2.3. Oblici kristala snijega .....	6
3. SNIJEG .....	7
3.1. Vrste snijega.....	8
3.2. Boja snijega .....	9
3.3. Snijeg kao izvor vode .....	10
3.3.1. Ekvivalent snježnoj vodi – SWE .....	11
3.3.2. Otapanje snijega i poplave .....	11
4. UTJECAJ POSTOJANJA SNIJEGA NA PRIRODU .....	12
5. REKREACIJSKE ZIMSKE AKTIVNOSTI I GOSPODARSTVO .....	14
6. LJUDSKI UTJECAJ NA SNIJEG.....	16
6.1. Klimatske promjene.....	17
6.2. Arktik .....	19
6.3. Antarktik .....	21
7. RAVNOITEŽA EKOSUSTAVA I KAKO SAČUVATI KLIMU.....	23
8. ZANIMLJIVOSTI I ANKETA O SNJEŽNOJ PAHULJICI .....	24
8.1. Analiza ankete, s čim se povezuje snijeg .....	24
8.2. Snježna pahuljica kao inspiracija.....	25
9. METODIČKI DIO .....	27
10. ZAKLJUČAK .....	39
11. LITERATURA.....	40
12. POPIS SLIKA .....	42

# 1. UVOD

Davno je primijećena posebnost i ljepota snježne pahuljice pisali su o njoj mnogi kao o cvijetu sa šest latica nadahnuti i zainteresirani za njezinu simetriju. Kroz povijest je očarala brojne znanstvenike, koji su istraživali njezin nastanak i pokušali odgonetnuti koliko vrsta pahuljica ima, i ne sluteći koliku će globalnu važnost imati.

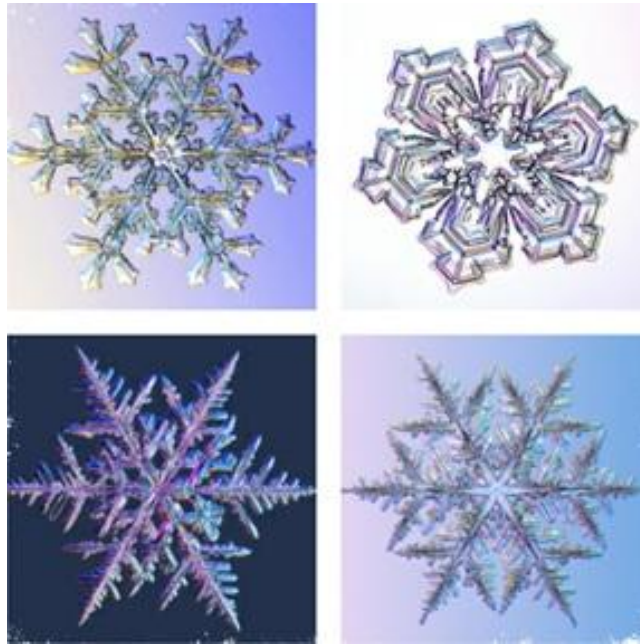
Cilj ovog diplomskog rada je istražiti, analizirati i naglasiti važnost snijega u kontekstu održivog razvoja. Prikazuje se kako snijeg pozitivno utječe na ekosustave, slatke vode i druge aspekte prirode, te na koji način doprinosi očuvanju okoliša. Namjera je stoga potaknuti svijest o važnosti očuvanja snijega i snježnih područja radi budućih generacija, svijest o klimatskim promjenama i ulogi čovjeka u tome, te što pojedinac može učiniti za održivo sutra. Prikazat će se, kako pahuljica nevjerojatne ljepote kao mikro razina ima makro utjecaj na budućnost našeg planeta Zemlje, a što je važno za svijet pojedinca i djece kojima prenosimo naslijeđe i brigu za okoliš. Rad također ima za cilj potaknuti daljnje istraživanje utjecaja na prirodu i čovjeka.

Rad se sastoji od deset poglavlja, uključujući uvod i zaključak. Nakon uvoda, drugo poglavlje pruža povijesni pregled istraživača i znanstvenika koji su se bavili snježnom pahuljicom, pahuljicom kao prirodnim kristalom snijega i oblicima kristala snijega, a u trećem poglavlju se opisuje što je snijeg, vrste snijega, koje je boje snijeg, te snijeg kao izvor vode. Nadalje, u četvrtom poglavlju se govori o utjecaju postojanja snijega na prirodu, što se pojašnjava kroz visoki albedo, snježni pokrivač kao izvor slatke vode, te njegov značaj za floru i faunu. Slijedi peto poglavlje u kojem je ukazano na dobrobit rekreacijskih zimskih aktivnosti. Zimski sport, poput skijanja ima značajnu ulogu u razvoju turizma, te doprinosi ekonomskom razvoju koji je uvjet za gospodarski rast države. U zadnjem dijelu rada, i u šestom poglavlju opisuje se ljudski utjecaj na snijeg i klimatske promjene koje su prisutne i koje uglavnom nastaju kao posljedica ljudske aktivnosti, te se daje prikaz pojava na Arktiku i Antarktiku. U sedmom poglavlju se opisuje ravnoteža ekosustava i kako sačuvati klimu. U osmom poglavlju govori se o zanimljivostima i anketi o snježnom kristalu, koji može biti i inspiracija. Rad završava metodičkim dijelom i zaključkom.



## 2. PAHULJICA

Ljepotu i posebnost skulpture snježne pahuljice prikazuje slika 1.



Slika 1. Primjeri snježnih pahuljica  
(<http://snowcrystals.com/photos/photos.html>, 2022)

Kad ljudi kažu pahuljica, često misle na snježni kristal. Snježna pahuljica je pojedinačni kristal leda unutar kojeg su sve molekule vode poredane u precizan šesterokutni niz (Libbrecht, 2022).



Slika 2. Fotografija snježnog kristala (nastala spontano)  
(Privatni album autorice, 2015)

## 2.1. Povijesni pregled

Istraživači, znanstvenici, a i sanjari su ostavili svoja zapažanja i znanje nama u nasljeđe. Tako Hsiao Tung, kineski pjesnik u 6. stoljeću piše o bijelim pahuljama koje pokazuju svoje cvjetove sa šest latica koje su simetrične (Libbrecht, 2022). Thomas Harriot, engleski astronom 1591. godine identificirao je šesterostruku simetriju snježne pahulje (Libbrecht, 2022). Johannes Kepler, veliki njemački astronom, matematičar, astrolog 1611. godine objavljuje prvu znanstvenu raspravu pod naslovom „Strena Seu de Nive Sexangula”, u slobodnom prijevodu „Pahuljica sa šest kuteva”. Tražeći idealan dar za svog prijatelja, pokrovitelja, dolazi šetajući jedne zimske večeri, zapazivši na svom tamnom kaputu pahulje sve šesterokutne i sa pernatim radijusima. Govori o nečem manjem od kapi, simetričnom i s uzorkom. Primijetio je da različite tvari kristaliziraju u različite 3D oblike, te je shvatio problem i rekao da to treba proučavati kemija (Libbrecht, 2022). René Descartes, francuski filozof, matematičar, znanstvenik u svom eseju „Les Météores” iz 1635. godine u jednoj od deset rasprava progovara o snijegu. Promatranja vrši golim okom, te unatoč toj činjenici bilježi dosta precizan opis morfologije kristala. Pahuljice opisuje vrlo ravnim, prozirnim, plosnatim, pravilnih kutova i oštih rubova, te debljine debljeg papira (Libbrecht, 2022). Robert Hooke, britanski fizičar, matematičar, arhitekt objavljuje 1665. prvi znanstveni bestseler pod nazivom „Micrographia”. Na slici 3 vide se skice koje su nastale promatranjem kroz Hooke-ov poboljšani mikroskop (Libbrecht, 2022.).

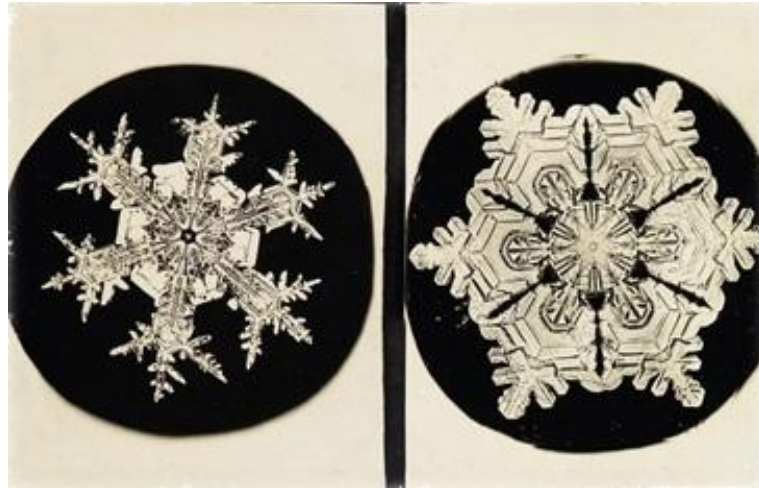


Slika 3. Dio skica Roberta Hooke-a

(<https://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/earlyobs/hooke.jpg>, 2022)

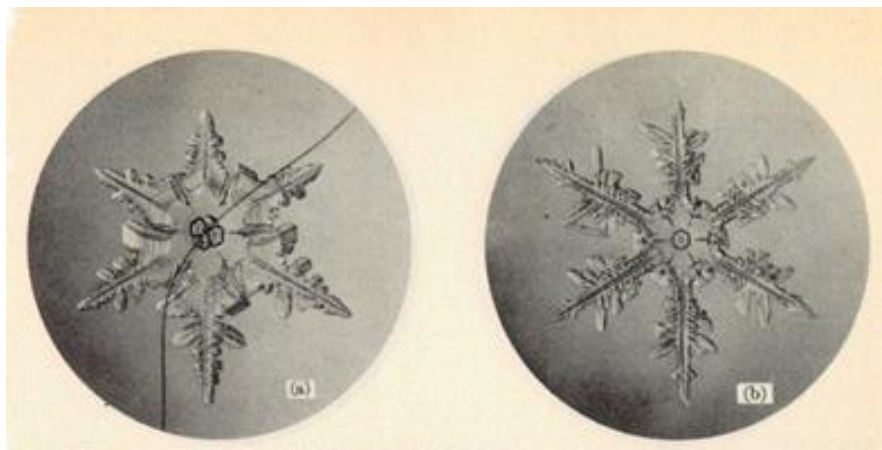
Wilson A. Bentley, američki farmer, meteorolog, fotograf, izumitelj, glazbenik, ljubitelj prirode, umjetnik i sanjar je 1885. godine prvi jasno fotografirao snježnu pahuljicu. Kao

petnaestogodišnjak dobiva mikroskop, kameru dvije godine kasnije, te dolazi na ideju kombinacije istih. Nakon dvije godine pokušaja i promašaja, dana 15. siječnja 1885. fotografirana je prva jasna snježna pahuljica, pružajući mnogima mogućnost da prvi put vide unutarnju strukturu i simetriju. Fotografirao je više od 5000 snježnih kristala (slika 4), a 1931. godine izdaje zbirku „Snježni kristali”. Zaključio je da na oblik snježne pahuljice utječe različita temperatura zraka i da različiti koncept oluje može proizvesti posebne vrste kristala (Libbrecht, 2022).



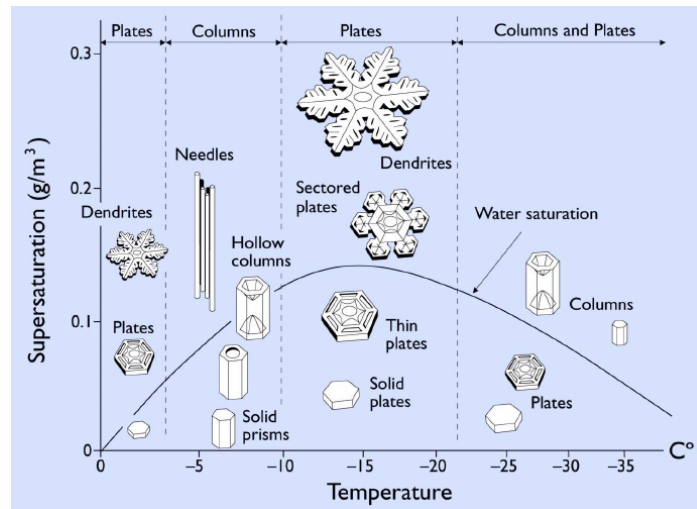
Slika 4. Bentley-eva mikrofotografija, prodane su 2016. godine za 52.000 USD (<https://www.marklawsonantiques.com/wilson-bentley-snowflake-photographs/2022>, 2023)

Ukichiro Nakaya, japanski fizičar 1930-ih godina prvi započinje laboratorijska istraživanja snježnih kristala. Nimalo lako nije bilo kreirati snježni kristal u laboratorijskim uvjetima, a 1936. godine to mu uspijeva (slika 5).



Slika 5. Nakaya-in prvi umjetni kristal (<http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/photos3/photos3-old.htm>, 2022.)

Nakaya provodi prva detaljna promatranja svih oblika snježnih kristala, te ih svrstava u četrdeset različitih kategorija. Zahvaljujući studiju provedenom na umjetnim kristalima Nakaya je mogao opisati morfologiju kristala u raznim uvjetima i kao rezultat je nastao „Nakaya dijagram” (slika 6).



Slika 6. Nakaya-in dijagram

(<http://www.snowcrystals.com/morphology/morphology.html>, 2022.)

Iz ovog dijagrama može se iščitati da se formiranje snježnih kristala rapidno mijenja s temperaturom i da snježni kristali rastu u jednostavnije oblike kada kristali rastu sporo, a vlažnost je niska. Složeniji oblici nastaju kada kristali brzo rastu i kada je vlažnost visoka. U knjizi “Snow Crystals: natural and artificial” koju objavljuje 1954. godine, Nakaya objavljuje svoj rad, te ga smatramo prvim znanstvenikom koji je sa fizikalnog aspekta proučavao snježne kristale (Libbrecht, 2022).

## 2.2. Prirodni kristali snijega

Rast snježnih pahuljica izrazito je neuravnotežen, nelinearan. Kod povoljnih uvjeta, rast snježnog kristala počinje sa česticom bilo koje tvari, npr. prašina, u oblacima na temperaturi nižoj od 0 °C i površini na kojoj vodena para može kondenzirati.

Prvo nastaje heksagonski kristal leda. Oblik kristala poprima padajući kroz oblak, zato i kažemo da su pahuljice jedan od alata za razumijevanje fizike oblaka. Drugi čimbenik oblika kristala leda ovisi o temperaturi i prezasićenosti zraka vodenom parom, dok brzina rasta

kristala i prezasićenost zraka formiraju sam izgled kristala. Oblici postaju kompleksni, ali sa uvijek prisutnom heksagonskom simetrijom.

### **2.3. Oblici kristala snijega**

U povijesnom pregledu spomenut je fizičar Ukichiro Nakaya i njegov morfološki dijagram iz kojega se može iščitati na kojoj temperaturu snježni kristali poprimaju određen oblik. Složeniji, razgranati kristali rastu kada je vlažnost visoka, a jednostavne prizme rastu kada je vlažnost niska.

Osnovna podjela je sljedeća (Fabijanić, 2022):

- od 0 do -4 °C – tanki šesterokutni plošni kristali
- od -4 do -6 °C – igličasti kristali
- od -6 do -10 °C – prazni stupčasti kristali
- od -10 do -12,5 °C – šesterokutni nazubljeni kristali
- od -12,5 do -16 °C – dendriti
- od -16 do -22 °C – pločasti
- od -22 - -40 °C – stupčasti kristali

Šesterostruka simetrija koja se vidi u snježnom kristalu proizlazi iz rasporeda molekula vode u kristalnoj rešetki leda. Točan oblik svakog snježnog kristala određen je preciznom putanjom prolazeći kroz oblake. Svih šest krakova kristala prate istu putanju, što znači da svaki od njih doživljava iste promjene u isto vrijeme. Rezultat je sinkronizirani rast svih krakova, stvarajući tako raznolik i simetričan oblik. Budući da ne postoje dva snježna kristala koja prolaze potpuno istom putanjom i doživljavaju iste uvjete, možemo slobodno zaključiti da ne postoje dva identična snježna kristala ili pahuljice.

### 3. SNIJEG

Snijeg je oborina i ili nakupina snježnih kristala, dok proces padanja snijega nazivamo snježna padalina. Snijeg pada najčešće na temperaturi zraka od 0°C jer topliji zrak može sadržavati više vlage. Sniježiti može i na izrazito niskim temperaturama. Uvjet je postojanje vlage i dizanje ili hlađenje zraka. U kasnom zimskom i ranom proljetnom periodu javlja se pojava koju nazivamo susnježica. Snježne padaline općenito se formiraju oko izvantropskih ciklona, u područjima gdje se zrak kreće prema gore. Na temperaturama blizu ledišta pada mokar snijeg koji stvara veće pahulje. Kod niskih temperatura snijeg je nalik prahu i jako je rasipan, bez tragova je, te ga i najmanji vjetar može otpuhati. Takav snijeg nije ljepljiv jer je sav sačinjen od ledenih kristala i nema u sebi vode, pa ga nazivamo suhim snijegom.

Struktura snijega podložna je brzim promjenama, što se jasno vidi u promjeni njegove gustoće. Na primjer, kubni metar svježeg snijega može imati masu od samo 50-100 kilograma, dok ista količina snijega koja sadrži zrak može težiti i do 400 kilograma. Fizikalna svojstva poput čvrstoće ili toplinske vodljivosti ovise o strukturi spužvaste mreže unutar snijega koja se sastoji od ledenih kristala, zraka i eventualno drugih čestica ili materijala. Na primjer, snijeg s gusto raspoređenim kristalima leda može biti čvršći, dok snijeg s više zraka može biti lomljiviji i labaviji. Zrak prisutan u mreži djeluje i kao izolator i smanjuje mogućnost prijenosa topline kroz snijeg, to čini snijeg dobrim izolacijskim materijalom. To je značajno za očuvanje topline u tlu ispod snijega odnosno od velike je koristi za životinje koje žive ispod njega, ali i za poljoprivredu. Izolacijski sloj zadržava toplinu u tlu i štiti usjeve od hladnoće. Voda od topljenja snijega ostaje u tlu i akumulira veliku količinu vode za usjeve, što je vrlo korisno za proljetnu sjetvu i rast usjeva. Zalijevanje usjeva snježnom vodom povećava kvalitetu usjeva jer snijeg sadrži dušik koji se i prilikom otapanja snijega unosi u tlo što ga čini najboljim gnojivom. Također, snijeg ubija nametnike i smanjuje njihovu pojavu. Snježni pokrivač, osim što štiti floru i faunu, utječe na biogeokemijske procese, ekosustave i klimu.

Važno je stoga razumijevanje uloge snijega odnosno snježnog pokrivača kao toplinskog izolatora koji štiteći floru i faunu ima utjecaj na ekosustav i klimu. Snijeg treba sačuvati, jer sve promjene u količini i raspodjeli snijega povezane s klimatskim promjenama mogu imati ozbiljan utjecaj na ekosustav, ekonomiju i kvalitetu života ljudi.

### 3.1. Vrste snijega

Kako će se snježni kristal formirati dok pada na tlo ovisi o atmosferskim uvjetima. Meteorolozi i znanstvenici kategorizirali su vrste snježnih padalina, snježnih formacija i snježnih pokrivača (National Snow and Ice Data Center, 2023).

Vrsta snježnih padalina može biti sljedeća:

- Mećava je snažna zimska oluja koja traje najmanje tri sata, a koja kombinira temperature ispod nule i jake vjetrove s napuhanim snijegom koji smanjuje vidljivost na manje od 0,40 kilometara.
- Snježna mećava je vrlo intenzivan snježni pljusak, često kratkog trajanja, koji uvelike ograničava vidljivost i uzrokuje razdoblja brzog nakupljanja snijega.
- Snježna oluja je snijeg koji pada kratko i s različitim intenzitetom; naleti obično proizvode malo nakupljanja.
- Snježna oluja je kratkotrajna, ali intenzivna snježna oborina koja uvelike smanjuje vidljivost i često je praćena jakim vjetrom.
- Snježna oluja uključuje velike količine snijega.
- Nanosi snijega je snijeg na tlu koji vjetar nanosi do visine veće od 2,5 metra iznad površine. Nakon što se popne iznad te visine, postaje snježni napuh.
- Puhanje snijega opisuje čestice snijega u zraku koje vjetar podiže na umjerenu ili veliku visinu iznad tla, na visinu od 2,5 metara ili više; horizontalna vidljivost u razini očiju općenito je vrlo loša.

Vrste snježnih formacija su sljedeće:

- Vijenac je nadvisna nakupina leda i snijega nošenog vjetrom, koji se karakteristično nalazi na rubu grebena ili litice.
- Kora je tvrda snježna površina koja leži na mekšem sloju, a nastala je pod utjecajem sunca, kiše ili vjetra.
- Megadine su divovske snježne dine na Antarktici sastavljene od velikih snježnih kristala promjera do 2 centimetra.
- Pokornici su visoki, mršavi, usko postavljeni vrhovi stvrdnutog snijega visine od nekoliko centimetara do nekoliko metara. Polja pokajnika mogu se razviti na ledenjačkim i snijegom prekrivenim područjima, osobito u sušnim regijama, kao što su suhe Ande ili u planinama koje okružuju Dolinu smrti u Kaliforniji.
- Oznake valova odnose se na nabore na snježnoj površini uzrokovane vjetrom, slične valovima koji se ponekad vide u pijesku.
- Sastrugi nastaju kada vjetar erodira ili taloži snijeg u nepravilnim utorima i grebenima. Sastrugi ponekad rezultiraju osjetljivim i krhkim snježnim formacijama.

- Snježni barhan je snježni nanos u obliku potkove, čiji su krajevi okrenuti niz vjetar.
- Snježni most je luk formiran od snijega koji je nanio preko pukotine, formirajući najprije vijenac, a naposljetku pokrov koji može potpuno zakloniti pukotinu.
- Snježni valjak je rijetka formacija koja se javlja tijekom specifičnih meteoroloških uvjeta. Vjetar nanosi komad snijega duž tla, a nastala snježna gruda nakuplja materijal dok se kotrlja. Snježni valjci su više cilindrični nego kružni. Neki su oblikovani poput krafni jer se slabi unutarnji slojevi skupljaju i otpuhuju.
- Sunčane čaše odnose se na uzorak plitkih šupljina u obliku zdjele koje nastaju tijekom intenzivnog sunčevog zračenja.

Snježni pokrivač je ukupnost snijega i leda na tlu. Uključuje novi snijeg i prethodni snijeg i led koji se nisu otopili. Vrste snježnog pokrivača su sljedeće:

- Novi snijeg je recentna snježna naslaga u kojoj se može prepoznati izvorni oblik ledenih kristala.
- Firn je zaobljen, dobro vezani snijeg koji je stariji od godinu dana i ima gustoću veću od 550 kilograma po kubnom metru, odnosno 55 posto.
- Névé je mladi, zrnati snijeg koji je djelomično otopljen, ponovno smrznut i zbijen; névé koji preživi cijelu sezonu taljenja naziva se firn. Ova vrsta snijega povezana je s stvaranjem ledenjaka.
- Stari snijeg označava nataloženi snijeg čija je transformacija toliko uznapredovala da se više ne može prepoznati izvorni oblik novih snježnih kristala.
- Sezonski snijeg odnosi se na snijeg koji se nakupi tijekom jedne sezone ili snijeg koji traje samo jednu sezonu.
- Višegodišnji snijeg je snijeg koji ostaje na tlu godinu za godinom.
- Praškasti snijeg je suhi novi snijeg, koji se sastoji od labavih, svježih ledenih kristala.

### **3.2. Boja snijega**

Snijeg je materijal kontradikcije, topao i hladan, tvrd i mekan, bijel i crn. Gotovo je savršeno bijel jer apsorbira sve boje sunčeve svjetlosti u istoj mjeri, dok kristali leda i zrak u mreži raspršuju svjetlost na način koji odbija sve valne duljine svjetlosnog spektra, rezultirajući bijelom bojom. S druge strane snijeg apsorbira gotovo svo toplinsko zračenje, te ga to čini „crnim tijelom”. Snijeg se stalno mijenja i samim tim promjenama mijenjaju mu se i svojstva.

Kod svježe napadalog snijega sposobnost refleksije (albedo) može biti čak 95%. Albedo se mijenja u odnosu na vrstu snijega. Prašina i čađa smanjuju albedo snijega i samim tim ubrzava topljenje.



Snježna pahulja i snježni pokrivač sastoje se od mnoštva kristala. Što je više površina, to se upadna zraka svjetlosti češće savija. Jednom kada zraka svjetlosti prođe kroz snijeg, njen smjer je više-manje nasumičan, a svjetlost koju reflektira snijeg zrači u svim smjerovima. Svaki put kad prođe kroz kristal, svjetlost postaje nešto slabija jer se mali dio njene energije apsorbira.

### **3.3. Snijeg kao izvor vode**

Voda je temelj i preduvjet svega živoga. Voda nije resurs koji je neiscrpan. Porast stanovništva, razvoj gospodarstva, te nemar dovode do toga da je voda sve oskudniji resurs. Voda je ta koja ima gospodarsku vrijednost, i krajnost, potencijalni je izvor sukoba.

Snijeg ima važnu ulogu u ciklusu vode. Snježni pokrivač pohranjuje padaline iz hladne sezone kako bi zadovoljio potrebe za vodom u toploj. Planinska snježna polja i u manjoj mjeri ledenjaci djeluju kao prirodni rezervoari vode. Kad nastupi topljenja snijega, ispuštaju vodu u rijeke i čak 75% zaliha u nekim zapadnim državama dolazi od snijega. U Švicarskoj više od polovice njezine površine iznad 1000 mnnv topografski dominiraju Alpe. Čak oko trećine oborina je snijeg. Različiti čimbenici utječu na brzinu topljenja snijega u određenom području, a oni mogu biti nadmorska visina, prisutnost šume ili ne, temperatura. Snijeg se može se pohraniti i ostati desetljećima ako padne u ledenjačko područje ili se otopiti u samim dodirnom s tlom, odnosno kada sunce zasja.

Koliko vode će proizaći iz snijega na godišnjoj razini važno je i za kratkoročno i za dugoročno planiranje. U regijama koje imaju više vlage, gdje nastaje vlažniji i teži snijeg proizvodi se više vode iz manje količine snijega. Klima i geografski položaj planina utječu na količinu vode u snježnom pokrivaču. U isto vrijeme, količine otopljenog snijega važne su za upravljanje akumulacijskim jezerima koje se koriste za proizvodnju električne energije. Otopljeni snijeg čini 70-80% ukupne vode koja se koristi u velikim alpskim elektranama. Poznavanje skladištenja snježne vode i opsega na velikim prostornim područjima ključno je za regionalne upravitelje vodnim resursima.

Sveukupno, planinska otopljena voda i otjecanje čine više od 50 posto svjetske slatke vode. Od Himalaja u Aziji do Alpa u Europi do Stjenjaka u Sjevernoj Americi, sve su visoke planine kao vodotornjevi važni izvori vode za milijarde ljudi u nizinama. Gotovo 1,2 milijarde ljudi oslanja se na vodu od snijega za ljudsku potrošnju i poljoprivredu opskrbljujući šume, farme, zajednice. Voda od snijega može biti odgovorna za gotovo sav tok rijeka.

### **3.3.1. Ekvivalent snježnoj vodi – SWE**

Ekvivalent snježne vode (SWE) opisuje ekvivalentnu količinu tekuće vode pohranjene u snježnom pokrivaču. Označava vodeni stupac koji bi teoretski nastao da se cijeli snježni omotač trenutno otopi i definira se kao umnožak između dubine i gustoće snježnog sloja. Informacije o ekvivalentu snježne vode potrebne su za predviđanje poplava, kontroli razine vode u rezervoarima elektrana, u planiranju šumarstva i navodnjavanju usjeva te kao ulazna i kontrolna varijabla za mnoge svrhe istraživanja okoliša, uključujući istraživanje klimatskih promjena (Copeernicus, 2023.)

### **3.3.2. Otapanje snijega i poplave**

Kombinacija obilne kiše i otapanja snijega mogu dovesti do alarmantnih poplava. Rijeke, jezera i planinske bujice tada ne mogu apsorbirati toliku količinu vode i posljedica toga je izlivanje iz korita i nastajanje poplave.

Uglavnom u proljeće topljenjem snijega pojavljuje se najveći potencijal za nastanak poplava, što je zabrinjavajuće za velik broj žitelja diljem svijeta, a osim poplava uslijed naglog otapanja velike količine snijeg može doći do klizišta i naplavine. Jedno od ključnih pitanja u hidrologiji snijega je koliko je snijega prisutno na mjestu istraživanja i kada će i koliko tog snijega oteći prilikom topljenja snijega.

Otjecanje tijekom događaja kiše na snijegu povezano je s masovnim uništavanjem padina brda, oštećenjem priobalnih zona, nizvodnim poplavama koje uništavaju mostove, brane, kuće i zgrade. Podivljale rijeke ponekad zakrčene ledom uništavaju sve pred sobom i uzrokuju gubitak brojnih ljudskih života.

## 4. UTJECAJ POSTOJANJA SNIJEGA NA PRIRODU

Snijeg je iznimno vrijedan dar prirode. Važnost snijega kao ekološkog čimbenika znanost prepoznaje početkom 20. stoljeća. Snijeg ima različite funkcije u svijetu prirode koje potiču procese koji održavaju naš planet u ravnoteži. U novom tisućljeću eksperimenti sa snijegom istraživali su učinke dubine i trajanja snježnog pokrivača na biljne zajednice i procese u ekosustavu. U novije vrijeme, modeli snježnog pokrivača primijenjeni su na ekološka pitanja poput regulacije prizemne temperature.

Visoki albedo snijega smanjuje neto zračenje te također uklanja energiju iz atmosfere u obliku topline. Snijeg sprječava zagrijavanje tla sprječavajući mikrobiološku aktivnost koja bi podigla temperature iznad 0°C. Mali sisavci poput voluharica i miševa ostaju aktivni i zaštićeni od predatora. U proljeće, s višim razinama sunčeve svjetlosti koja prodire kroz tanje snježne pokrivače, biljke u vlažnom snježnom stakleniku mogu početi rasti tjednima prije nego što biljke budu pokrivena dubljim snijegom.

Također, visoka refleksija snijega pomaže Zemljinoj energetskej ravnoteži jer reflektira sunčevu energiju natrag u svemir, do 90 posto dolazne sunčeve svjetlosti, što pomaže u hlađenju planeta. Međutim, prljavi snijeg ili snijeg prekriven prašinom može reflektirati mnogo manje. Drveće, biljke i tlo reflektiraju samo 10 do 30 posto sunčeve svjetlosti.

Topljenje snijega može čak donijeti više hranjivih tvari u tlo. Molekule atmosferskog dušika i sumpora vežu se za snježne pahulje. Te tvari se potom ispuštaju u tlo. Aktivne gljive također ispuštaju važne hranjive tvari biljkama. Snijeg također akumulira ostatke s polja i šume (npr. sjeme), biljne hranjive tvari (npr. dušik) i atmosferske onečišćivače tijekom zime da bi se oslobodili ili redistribuirali proljetnim otapanjem; oslobađanje dušika, na primjer, rezultira bujnim rastom mahovine, ali u višim koncentracijama može imati i negativne učinke.

Toplinska svojstva snijega također imaju važne posljedice za klimu. Snijeg se ponaša kao izolacijski pokrivač. Snijeg pomaže izolirati tlo ispod, zadržavajući toplinu i sprječavajući vlagu da ispari u atmosferu. Ispod samo 30 centimetara snijega, tlo i organizmi u njemu zaštićeni su od promjena temperature zraka iznad površine snijega. Hladna, vlažna površina snijega utječe na to koliko topline i vlage cirkulira između tla i atmosfere.

Kada se tlo smrzne, ono zadržava plinove poput ugljika i metana, sprječavajući kemijsku razmjenu između tla i zraka. Smrznuto tlo također sprječava kretanje vode unutar tla i na

površini tla. Budući da je smrznuto, njegova je površina zatvorena i stoga apsorbira manje nove tekuće vode, što dovodi do većeg površinskog otjecanja. Osim toga, nakon što se tlo smrzne, izolacijska svojstva snijega mogu odgoditi topljenje.

Istraživanja pokazuju da korištenje snijega kao izvora zimske vode može biti održiva opcija za stočare. Važno je stanje, odnosno vrsta snijega na pašnjaku. Stoci je potreban mekani praškasti i čisti snijeg da bi ga jela u zamjenu za tekuću vodu. Budući da promjenjivi vremenski uvjeti mogu dovesti do stvaranja tvrdog sloja na snježnom pokrivaču, stočari moraju pratiti stanje snijega. Ako se snijeg prekrije, a on je jedini izvor vode, stočar će morati razbiti koru. Važno je uzeti u obzir da postoji energetska trošak za topljenje snijega u organizmu. Studije provedene u Kanadi i Montani nisu otkrile razliku u učinkovitosti ili unosu hrane između krava koje koriste snijeg i krava koje koriste vodu. To ukazuje na mogućnost prilagodbe.

Tipično pjegavi proljetni snježni pokrivač tundre utječe i na razmnožavanje ptica selica koje se gnijezde. Tradicionalno znanje među euroazijskim narodima također opisuje utjecaj snijega na vertikalnu distribuciju vrsta lišajeva na deblima breza, gdje jedna vrsta raste isključivo iznad zimske snježne granice, a druga ispod nje.

Snježni pokrivač najveća je pojedinačna komponenta kriosfere, a gotovo sav snježni pokrivač nalazi se na sjevernoj hemisferi. U tako velikim razmjerima, snježni pokrivač pomaže regulirati izmjenu topline između Zemljine površine i atmosfere, odnosno Zemljinu energetska ravnotežu. Bez snježnog pokrivača, tlo apsorbira oko četiri do šest puta više sunčeve energije. Prisutnost ili odsutnost snijega kontrolira obrasce zagrijavanja i hlađenja Zemljine kopnene površine više nego bilo koja druga značajka pojedinačne kopnene površine.

Ono što je najvažnije, planinski snježni pokrivač kritičan je izvor slatke vode, čije promjene mogu imati neizravne učinke poput povećanog intenziteta i razmjera šumskih požara zbog stresa vlage u planinskim šumama ili utjecaja na ribe poput lososa koji zahtijevaju veliki protok slatke vode za migraciju u oceane i jezera nakon izlijevanja. Utjecaji na snježni pokrivač odnose se i na poljoprivredne kulture. Promjene, postupne ili ekstremne imaju snažan utjecaj na početku ili kraju vegetacijske sezone. Mogu za ozbiljno promijeniti ekonomske troškove nastali posljedično, kao što su dodatna zaštita od mraza ili potrebno navodnjavanje, ali i potencijalno smanjeni prinosi i kvaliteta usjeva koristi uzgoja određenih usjeva.

## 5. REKREACIJSKE ZIMSKE AKTIVNOSTI I GOSPODARSTVO

Turizam je ukupnost odnosa i pojava koji proizlaze iz putovanja i boravka posjetitelja nekog mjesta, ako je takvo putovanje poduzeto radi odmora i uživanja te se njime ne zasniva stalno prebivalište i ne poduzima se neka gospodarska djelatnost; gospodarska djelatnost koja obuhvaća turistička kretanja i sve odnose koji proizlaze iz takvih kretanja (Enciklopedija, 2023) Zbog niza koristi koje proizlaze iz njegova razvoja, turizam je stekao status iznimno važne komponente nacionalnih gospodarstava mnogih zemalja.

Zima pruža jedinstvene klimatske uvjete koji omogućavaju razne sportske aktivnosti. Snijeg i led stvaraju idealne uvjete za zimske sportove poput skijanja, *snowboardinga*, klizanja ili hokeja na ledu. Zarada od skijanja varira između različitih skijališta i destinacija, te ovisi o mnogim drugim faktorima. Skijanje može biti prilično skup sport jer uključuje mnoge stavke kao što su skijaška oprema, karte za skijalište, smještaj, putovanje i prijevoz, obroci i dodatne usluge, škola skijanja, kvaliteta skijališta, te vrijeme provedeno na skijalištu. Nadalje, suveniri, razni programi i priredbe, kulturni događaji i festivali, sve do odjevnih predmeta. Nabranje se nastavlja sa zaposlenicima kao što su treneri, uslužno osoblje, medicinsko i sigurnosno osoblje, i sve to se grana i povezuje. Širok je raspon međuovisnosti industrije turizma koji stvara enormne prihode.

U cjelini, snijeg ima značajan ekonomski utjecaj u regijama gdje je zima dugotrajna i gdje se aktivno sudjeluje u zimskim aktivnostima i sportovima. Istraživanje je pokazalo da skuplja skijališta u Austriji, ali i Italiji i Francuskoj prednjače sa zaradom nad malim skijalištima, iako su i ulaganja u ista puno veća od onih u mala skijališta.

Prema anketi iz jeseni 2022., važni aspekti zimskog sportskog odmora za Austrijance prije stvarnog bavljenja sportom su dobra hrana i svjež zrak na planini, što je opisalo kao privlačno oko 92 i 91 posto ispitanika. Posljedično, *catering* je također relevantan kriterij za oko 88 posto pri odabiru hotela za zimske sportove, a nadmašio ga je samo omjer cijene i učinka od oko 93 posto. Zapravo, takav boravak može koštati mnogo novca, zbog čega su uglavnom financijski razlozi koji za neke govore protiv zimskog sportskog odmora.

Provedene su studije o utjecaju smanjenja količine snijega na industriju zimske rekreacije na otvorenom, te na poljoprivredu i industriju na jugozapadu Amerike, regiji koja ovisi o otapanju snijega s okolnih planina i rijeke Colorado. Rijeka Colorado i njeno slivno područje

protežu se kroz više država na zapadu Sjedinjenih Američkih Država, a na tom području nalazi se niz planina odakle se snijeg topi i puni rijeku Colorado. Neki od značajnijih planinskih lanaca i planina u tom području su Rocky Mountains i Sierra Nevada. Procijenjeni gubici za potonje kreću se od 1 milijarde dolara do preko 1 trilijuna dolara, a kao što je gore navedeno, smanjenje globalnog područja prekrivenog snijegom tijekom sljedećih nekoliko desetljeća moglo bi proizvesti gubitke u rasponu od pola bilijuna dolara. Ove fokusirane procjene su korisne, ali one ispituju snijeg u komadićima, što bi značilo vrše analizu snijega s obzirom na zemljopisno rasprostiranje i svojstva, i što je još važnije nisu strukturirane na način koji je pogodan za donošenje financijskih odluka u pogledu zamjene ili prilagodbe (AGU, 2023).

Snijegom prekrivena brda se mogu smatrati vodotornjima i vodnim akumulacijama prirode. Kako se taj snijeg topi, mogao bi osigurati 75 posto ili više slatke vode u tom području svake godine. To vrijedi i dalje nizvodno od planina, pa čak i u snježnim ravničarskim područjima. U radu je višekratno spomenuto kakav utjecaj ima voda dobivena od snijega. Financijska procjena važnosti snijega je nepotpuna i stoga potreba za ubrzanim istraživanjem snijega nije toliko jasna koliko bi mogla i trebala biti. Žurna je potreba odrediti globalne, regionalne i lokalne stope promjene snježnog pokrivača i da se to poveže s financijskim analizama koje omogućuju racionalno donošenje odluka, budući da rizici povezani s tim odlukama uključuju bilijune dolara.

Olimpijske igre često donose gospodarske prilike, ali također predstavljaju i značajne troškove za domaćine, posebno u kontekstu infrastrukturnih ulaganja imale su ukupne troškove oko 51 milijardu dolara, što ih čini najskupljim Olimpijskim igrama. Zarada od tih igara bila je oko 53 milijarde dolara (Kamenjar, 2023). Organizacija Olimpijskih igara omogućava domaćinu uspostavu odnosa s drugim zemljama i dijalog o sportskim, kulturnim i političkim temama.

## 6. LJUDSKI UTJECAJ NA SNIJEG

Ljudska aktivnost ima složen i dubok utjecaj na klimatske promjene i smanjenje količine snijega, snježnih i ledenih pokrivača. Ključni čimbenici uključuju emisije stakleničkih plinova, promjene u korištenju zemljišta, onečišćenje i izgradnju infrastrukture.

Glavni čimbenik je čovjek. Rast ljudske populacije uz zadržavanje prevladavajućeg načina života doprinosi globalnom zatopljenju. Tako više ljudi znači veću potražnju za gorivom, ali i svemu drugom. U samo 100 godina skok stanovništva je sa 1,6 milijardi skočio na 6,1 milijardu ljudi tijekom 20. stoljeća. Tijekom tog vremena emisije CO<sub>2</sub> narasle su za 12 puta.

Emisije stakleničkih plinova, izgaranje fosilnih goriva (ugljen, nafta, plin) za energiju, promet i industriju oslobađa velike količine stakleničkih plinova kao što su ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) i metan (CH<sub>4</sub>) u atmosferu. Ovi plinovi zadržavaju toplinu i uzrokuju efekt staklenika, što dovodi do porasta temperature planeta, postaje sve toplije, a što je više zagađenja ugljikom u zraku, to više sunčeve energije ostaje zarobljeno kao toplina.

Deforestacija i promjene u korištenju zemljišta, sječa šuma i pretvaranje šumskih područja u poljoprivredne površine ili urbane zone smanjuju kapacitet Zemlje da apsorbira CO<sub>2</sub> iz atmosfere, što povećava koncentraciju stakleničkih plinova u atmosferi. Prema UN-ovoj Organizaciji za hranu i poljoprivredu (FAO), zbog krčenja između 1990. i 2020. nestalo je 420 milijuna hektara šuma, što je područje veličine Europske unije (Vijesti Europski Parlament, 2023).

Naime, industrijska poljoprivreda je glavni pokretač procesa krčenja šuma u svim regijama osim u Europi. Prema podacima FAO glavni uzrok nestanka šuma je njihovo pretvaranje u zemljišta za usjeve, što je uzrokovalo najmanje 50 posto krčenja šuma na svjetskoj razini, uglavnom za proizvodnju palminog ulja i soje, dok je ispaša životinja odgovorna za gotovo 40 posto. Krčenje šuma u Europi potaknuto je u 15 posto slučajeva pretvaranjem tla u poljoprivredno zemljište, a u 20 posto slučajeva za ispašu životinja. (Vijesti Europski Parlament, 2023)

Urbanizacija, razvoj infrastrukture, uključujući gradnju i širenje cesta, predstavlja treći najveći uzrok krčenja šuma u svijetu (nešto više od 6 posto), dok je to glavni uzrok krčenja šuma u Europi. Urbanizacija i infrastrukturni razvoj mogu mijenjati mikroklimatske uvjete, povećavajući lokalne temperature i uzrokujući lokalno topljenje snijega i leda.

Onečišćenje i emisije čestica mogu utjecati na reflektirajuće svojstvo površina (albedo) te uzrokovati taloženje na snijegu i ledu. Ovo povećava apsorpciju sunčevog zračenja i ubrzava topljenje. Agrarna proizvodnja, poljoprivreda i posebno uzgoj stoke proizvode značajne količine metana, snažnog stakleničkog plina. Promet, povećanje broja vozila i aviona dovodi do većih emisija štetnih plinova i zagađenja zraka, što može ubrzati klimatske promjene.

Sve ove ljudske aktivnosti zajedno rezultiraju globalnim zagrijavanjem i promjenama u klimi. Povećane temperature uzrokuju topljenje snijega i leda na polarnim i planinskim područjima, smanjujući raspoloživu količinu vode i utječući na ekosustave i životinje koje ovise o hladnijim uvjetima.

## **6.1. Klimatske promjene**

Klimatske promjene su dugotrajne promjene u statističkoj raspodjeli klimatskih faktora, u vremenskom periodu od deset do milijun godina. To može biti promjena u prosječnim klimatskim elementima ili promjena raspodjele klimatskih događaja s obzirom na prosječne vrijednosti, ili pojava sve više krajnjih vremenskih događaja. Klimatske promjene se mogu odnositi na određene posebne regije ili se može odnositi na cijelu Zemlju. Još s početka 90-ih godina datira Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama. Ali, i puno prije toga, u 19. stoljeću Alexander von Humboldt prvi progovara o klimatskim promjenama izazvanim djelovanjem čovjeka.

No na tren se vratimo još malo u dalju prošlost, jer i u prošlosti se klima mijenjala. Najpoznatiji primjer globalnih klimatskih promjena su ledena doba. Posljednje ledeno doba trajalo je tisućama godina, a završilo je prije oko 13.000 godina. Za vrijeme toga ledenog doba, oko 30% zemljine površine bilo je prekriveno ledom. Poznata su i kraća razdoblja klimatskih promjena. U antičko doba klima u Europi bila je hladnija nego danas, rijeka Rajna je bila zaleđena, obale Islanda su po nekoliko mjeseci bile u ledu od sredine 17. st., sve do sredine 19. stoljeća, a poznato je i tzv. „Malo ledeno doba” koje je počelo u 16. stoljeću.

Matematičar, astronom i geofizičar Milutin Milanković, otkrio je da su periodične promjene ekscentriciteta Zemljine putanje i nagiba Zemljine osi uzrok dugoročnih klimatskih promjena, to jest nastanka i nestanka ledenih doba (Milankovićevi ciklusi). Milankovićeva teorija je značajan doprinos razumijevanju dugoročnih klimatskih promjena i njezinih utjecaja na



Zemlju. Iako je teorija izvorno bila predložena sredinom 20. stoljeća, njegove ideje i dalje igraju važnu ulogu u modernim istraživanjima klimatskih promjena i povijesti Zemljine klime (Wikipedija, 2023). Snježni uvjeti su osjetljivi i na malu promjenu klime. Štetne klimatske promjene nastale kao posljedica ljudske aktivnosti smanjuju sezonske snježne pokrivače na globalnoj razini, s potencijalno katastrofalnim posljedicama na vodne resurse. Sa zagrijavanjem klime očekivano je smanjenje količine snijega, ali još jedan faktor može i ubrzava topljenje snijega. Aerosoli poput prašine i čađe ubrzavaju topljenje snijega smanjujući količinu energije koja se odbija od površine. Tamnije površine apsorbiraju više sunčeve energije, ubrzavajući topljenje snijega.

Globalna prosječna razina mora porasla je 21-24 cm od 1880. godine (Climate.gov., 2023). Globalno zatopljenje uzrokuje porast srednje razine mora na dva načina. Ledenjaci i ledene ploče diljem svijeta se tope i dodaju vodu u oceane, dok se volumen oceana povećava kako se voda zagrijava. Uslijed navedenog puno manji doprinos porastu razine mora pridonose vodeni resursi na kopnu. Na primjer, ako se jezera ili rijeke isuše ili ako se vlažnost tla smanji zbog klimatskih promjena, to može rezultirati manjim doprinosom slatke vode oceanima, što može dodatno utjecati na porast razine mora. Stopa rasta globalne razine mora se ubrzava više se nego udvostručila. Na mnogim lokacijama duž obale SAD-a, stopa porasta lokalne razine mora veća je od globalnog prosjeka zbog kopnenih procesa poput erozije, crpljenja nafte i podzemnih voda i slijeganja.

Ako se uspije značajno smanjiti emisije stakleničkih plinova, predviđa se da će razina mora u SAD-u 2100. u prosjeku biti oko 0,6 metara viša nego što je bila 2000., za stanovništvo koje živi u obalnom području bit će velika katastrofa, erozija obale, opasnost od oluja, poplava može ugroziti do 10 najvećih svjetskih gradova. (Climate.gov., 2023.)

Brojne studije ukazuju na prijetnju koju globalno zatopljenje predstavlja vremenu i veličini nakupljanja i otapanja snijega.

## 6.2. Arktik

S palube istraživačkog broda pod vedrim nebom, "ledeni pilot" Paul Ruzycski razmišljao je o tome koliko se brzo regija mijenja (slika 7 prikazuje led koji se na Arktiku topi i nestaje) otkako je 1996. počeo pomagati brodovima da uočavaju i prolaze pored santi leda. "Ne tako davno, čuo sam da imamo 100 godina prije nego što Arktik ljeti bude bez leda", rekao je. "Onda sam čuo 75 godina, 25 godina, a nedavno sam čuo 15 godina. Ubrzava se." (Thomas, N., 2023)



Slika 7. Arktik

(<https://www.bbc.com/news/science-environment>, 2023, <https://climate.nasa.gov/news/2950/arctic-ice-melt-is-changing-ocean-currents/>, 2023)

Jedan od jasnih pokazatelja da su klimatske promjene prisutne i gdje je identificirana izravna veza između porasta razine ugljičnog dioksida izazvane najviše ljudskom aktivnošću je

povlačenje arktičkog morskog leda. Najdeblji morski led na Arktiku počeo se lomiti i topiti što je dovelo do zagrijavanja oceana. Minimalna pokrivenost morskim ledom sada je oko 31% niža nego u desetljeću nakon 1979., kada su započela satelitska promatranja. Također, izgubio je oko dvije trećine svoje mase, budući da se veći dio debljeg sloja leda izgrađenog godinama odavno otopio. Nestajanje morskog leda pridonosi zagrijavanju regije, budući da se ledeno bijelo prostranstvo zamjenjuje mrljama tamne vode koja apsorbira sunčevo zračenje umjesto da ga reflektira natrag iz atmosfere. Proces, koji se naziva arktičko pojačanje, pomaže objasniti zašto se Arktik zagrijavao više nego dvostruko brže od ostatka svijeta tijekom posljednja četiri desetljeća. Jedna od glavnih posljedica topljenja leda je veća količina vlage u zraku. To znači ekstremnije vremenske prilike (uragani, poplave, suše). Ukoliko više ne bude leda, ogromna količina metana (staklenički plin) mogla bi se ispustiti u atmosferu iz permafrosta te dodatno naglo podići temperature. Veliki utjecaj bio bi i na morske sisavce. Kao i uvijek opstali bi jači, slabiji bi nestali ili bi bili protjerani na neka druga područja, razmnožavale bi se ono što opstaje. Arktik je bogat životinjskim svijetom, glavna životinja je sob, slijede mošusno govedo, vuk, lisica, polarni medvjed i mnoge vrste ptica. Topljenjem leda, nestaju prepreke čovjeku koji će razviti turizam, ribolov, lov i koji će vršiti eksploataciju prirodnih resursa kao što su rude ugljena, bakra, zlata i nafte.

Stanovništvo je malobrojno i jedan od najpoznatijih starosjedioca je narod Inuita, koji živi u malim naseljima izgrađenim u ledu. Nestankom leda izumire tradicionalan način života. Na slici 8 je prikazana kuća od leda, Iglu.



Slika 8. Iglu, tradicionalna kuća Inuita

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Igloo.jpg#/media/Datoteka:Igloo.jpg>, 2023)

### 6.3. Antarktik

Antarktik nazivaju i Zemljom tišine. Godine, 27.01.1820. nastala je prva potvrda o postojanju Antarktike, najveće pustinje na Zemlji, kontinenta poznatog kao najhladnije mjesto s izmjerenom temperaturom od - 89,2 °C, gdje je čak oko 98% njegove površine prekriveno snijegom i ledom prosječne debljine 1,9 km. Oko 70% slatke vode na kopnu u obliku ledenog pokrivača je zamrznuto i kada bi se taj led otopio nivo mora bi se povisio za oko 60m.

Malo padalina i snažni vjetrovi nisu pogodni za život čovjeka i ne postoji stalno ljudsko naselje. Istraživanje, turizam i ribolov su glavne ljudske aktivnosti. Najpoznatiji predstavnici živog svijeta su Carski pingvini koji su prikazani na slici 9.



Slika 9. Antarktik, Carski pingvini  
(<https://www.pxfuel.com/en/search?q=penguin+group>, 2023)

Iako je kontinent udaljen od ljudske civilizacije, čovjek ima bitan utjecaj na njega kroz zagađenje i klimatske promjene. Zatopljenje dovodi do promjena u oceanografskim uvjetima oko Antarktike. Povećanje temperature mora i kiselosti oceana može utjecati na morske ekosustave i vrste koje ovise o tim vodama. Također, može pokrenuti klimatske povratne petlje, kao što su oslobađanje metana iz ledenih tla ili promjene u oceanografskim tokovima, što može dodatno ubrzati promjene na Antarktici i diljem svijeta. Antarktik je ključno područje za proučavanje klimatskih promjena. Znanstvenici provode istraživanja na tom kontinentu kako bi bolje razumjeli procese topljenja leda, ekosustave i klimu. Njihova saznanja pomažu u predviđanju budućih promjena i razumijevanju globalnih klimatskih utjecaja.

Važno je napomenuti da su klimatske promjene na Antarktici globalni problem koji zahtijeva međunarodnu suradnju i napore za smanjenje emisija stakleničkih plinova kako bi se usporile negativne posljedice. Očuvanje Antarktika i njegovog okoliša od ključne je važnosti kako bismo zaštitili planet i njegovu budućnost (Wikipedia, 2023).

## 7. RAVNOITEŽA EKOSUSTAVA I KAKO SAČUVATI KLIMU

Primarna funkcija svakog ekosustava je razmjena energije iz jednog oblika života u drugi, koja na kraju teče u krug i održava cijeli život planeta. Bez ekosustava koji održavaju ravnotežu, na Zemlji ne bi postojao nijedan oblik života (Zaštita-prirode, 2023).

Ekološka ravnoteža može biti poremećena ljudskim djelovanjem, prirodnim opasnostima, katastrofama, nestankom nekih vrsta ili dolaskom nekih novih. Zdrav ekosustav je raznolik, što bi značilo da različite vrste organizama igraju različite uloge u održavanju ravnoteže. Voda, temperatura vode, biljke, životinje, zrak, svjetlost i tlo djeluju zajedno. Značilo bi to da ako nema dovoljno vode ili svjetla, ili ako tlo nema odgovarajuće hranjive tvari biljke će nestati, a tada nestaju i životinje čija su hrana biljke, a ako nestanu te životinje izumrijet će i druge životinje čije su one hrana. Što će čovjek jesti ili piti, koliko dugo će opstati, ili kako će se mijenjati?

Najvažniji korak je smanjiti emisije stakleničkih plinova, kao što su ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) i dušikov oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ ). To se može postići povećanjem energetske učinkovitosti, prelaskom na obnovljive izvore energije poput solarnih i vjetroelektrana, te smanjenjem upotrebe fosilnih goriva. Smanjenje potrošnje energije i povećanje energetske učinkovitosti u domovima, industriji i prometu smanjuje emisije stakleničkih plinova. Države i vlade moraju usvojiti politike koje potiču smanjenje emisija stakleničkih plinova i podržavaju obnovljive izvore energije. Također je važna međunarodna suradnja kako bi se rješavali globalni izazovi klimatskih promjena.

Čovjek treba biti empata, netko tko promišlja i za svoje dobro, i u ime budućnosti živjeti baš onako kolika je njegova moć u skladu sa prirodom, za prirodu i u skladu sa čovjekom, za čovjeka sutra. Za većinsku populaciju odvajanje otpada, recikliranje, nerasipno i bahato postupanje općim dobrom i imovinom (voda, energija, hrana, zemlja) je već veliki korak koji može doprinijeti očuvanju klime i ravnoteže ekosustava. Tko može neka zasadi drvo, pješice ide do škole ili posla, ubere svoju rajčicu iz vrta, koristi kišnicu, solarnu energiju, razmišlja o izolaciji, te neka surađuje za dobrobit zajednice. Naš zadatak je poučavati i odgajati ekološki osviješteno dijete, učiti ga od prvog trena što sve može napraviti u skladu s prirodom, kako bi mu ekološko življenje postalo nešto normalno, ne opterećujuće. Bilo da radimo s jednim djetetom ili više njih, kroz razne radionice ili slobodnu aktivnost.

## 8. ZANIMLJIVOSTI I ANKETA O SNJEŽNOJ PAHULJICI

Motivirajuća za očuvanje prirode i okoliša je svakako snježna pahuljica, a jedna od najfascinantnijih činjenica o pahuljicama je njihova nevjerojatna raznolikost oblika i uzoraka. Milijarde pahulja padnu tijekom zimske sezone i ta svaka posebno po prirodi dizajnirana pahuljica svjedoči o ljepoti i raznolikosti te iste prirode koja nas okružuje. Slijede još neke zanimljivosti (Zanimljivo, 2023):

- Više od polovice ljudi na Zemlji nikad nije vidjelo snijeg.
- U tri kubična metra snijega stane oko 1 milijarde snježnih pahulja.
- Promjer najveće pahulje ikada pronađene bio je 38 centimetara.
- Škripa snijega po kojem hodamo uzrokovana je kristalima pahulja koji se lome i drobe.
- Znanstvenici tvrde da postoji više varijanti snježnih pahulja nego što ima atoma u svemiru.
- 95% volumena snježne pahulje je zrak.
- Visoko u planinama ponekad ima crvenkastog ili ružičastog snijega. Razlog tome su alge koje tamo rastu.
- Za mirnog vremena pahulje padaju na tlo brzinom nešto manjom od jednog kilometra na sat.
- Snijega nema samo na Zemlji, već i na Marsu.
- Na japanskom otoku Hokkaido nalazi se cijeli muzej snježnih pahulja.
- U SAD-u postoji laboratorij za umjetno uzgajanje snježnih pahulja, koji je neophodan za njihovo proučavanje.
- Snijeg koji pada u vodu proizvodi niskofrekventnu buku koju ne čujemo, ali iritira ribe.
- Ako se otopi 1 centimetar snježnog pokrivača na 1 hektaru prostora, rezultat će samo oko 30 kubičnih metara vode.
- Snažna snježna oluja može donijeti milijune tona snježne mase na tlo, oslobađajući energiju jednaku eksploziji stotine atomskih bombi.
- Svjetski dan snijega obilježava se 19. siječnja.

### 8.1. Analiza ankete, s čim se povezuje snijeg

Autorica je provela anketu o tome kako žitelji grada Rijeke i okolice promišljaju i zapažaju snježne pahuljice i uz što vezuju pojavu snijega. U akademskom svijetu ankete mogu biti

ključni alat za prikupljanje podataka potrebnih za istraživačke projekte, radove i disertacije, s ciljem istraživanja javnog mišljenja, stajališta i percepcija o temi koja se obrađuje. Anketa je bila anonimna, te provedena u trgovačkom centru grada Rijeke, u popodnevnim satima na 100 ispitanika. Ista je provedena u periodu od 01.02. 2023. do 01.04.2023.

U anketi je 82% ispitanih snijeg povezaao uglavnom sa snješkom, snježnim radostima, bijelim Božićem i skijanjem. Snježnu pahuljicu ispitanici zamišljaju i crtaju kao sliku sa papira za zamatanje darova, znači vrlo bazično. Treba napomenuti da su tako reagirali trenutno, međutim nakon kraćeg razgovora uvidjelo se da većina zna da snježna pahuljica i snijeg nisu samo snješko i grudanje. Evidentno je da je zadovoljstvo i veselje koje pruža snijeg kroz sport i rekreaciju općenito lakše vidljivo od snijega kao čimbenika održivog razvoja, bilo da se misli na količinu slatke vode koju dobijemo od njega ili neka druga značajna korist.

Za pretpostaviti je da su ispitanici kojim slučajem žitelji nekog drugog podneblja, gdje je snijeg prisutniji, odgovori bi bili drugačiji.

## **8.2. Snježna pahuljica kao inspiracija**

Pahuljica kao inspiracija je važna za podizanje svijesti o opasnostima promjene klime. Na slici 10 su prikazana četiri kreativna rada autorice, od kojih je prvi nastao cca 2010. godine, a radi se o pahuljici kao inspiraciji interijera za cvjetarnu gdje je uz prepoznatljivost i eleganciju osigurano i dovoljno skladišnog prostora za pohranu. Drugi rad prikazuje zid, koji je dio idejnog rješenja kuće za odmor. Stakleni dio, retro „*Glass Garden*“ dio kuće koji se zagrijava isključivo sunčevom energijom. Police su spremišta, ali i nosači skulptura i knjiga. Kada zasnježi pretvara se u čaroliju. Treći rad je ogrlica, nastala prije pet godina, te četvrti nastao prije par dana za vrijeme najveće vrućine ovog ljeta, a radi se o jelu u pizzi, u obliku snježne pahuljice.





## 9. METODIČKI DIO

Od najranije dobi djecu treba poučavati da zapažanje, stvar (predmet), događaj, misao, odluka, radnja može biti dio slagalice koja je danas sutra njihov život. Ta misao, zapažanje ili odluka mogu imati pozitivan, manje pozitivan ili negativan ishod. Dobar primjer lanca je snijeg, iznimno vrijedan dar prirode. Na početku lanca je snježni kristal, slijedi snježni pokrivač koji štiti Zemlju od pregrijavanja, voda, energija, štiti floru i faunu, ekosustav, klima, život/čovjek. Drugi lanac odnosi se na ulogu učenika u procesu učenja, gdje učenik u suštini prepoznaje važnost učenja, razumijevanja gradiva i kontinuiranog razvoja kako bi postigao osobni i akademski uspjeh. Prepoznavanje vrijednosti ovog procesa omogućuje napredovanje, prosperitet i zadovoljstvo u životu.

Sistemske promišljanjem uvidjelo se da snijeg predstavlja iznimno važan resurs s različitim ulogama u svijetu prirode i čovjeka, koje potiču procese koji održavaju naš planet u ravnoteži. Ono što je lakše vidljivo kada govorimo o snijegu je radost i zadovoljstvo koje on pruža kroz različite oblike sporta, rekreacije, zabave i odmora, ali u tim zimskim mjesecima stvara i čaroliju i divan osjećaj Blagdane. Kako bi se odmaknuli od vizualnog i osjećaja, obradit ćemo temu diplomskog rada „Snijeg kao čimbenik održivog razvoja” u vrijeme kada temperatura bude daleko od ništice, u nastavnom predmetu Informatike. Odmakom od zime, snijeg će dobiti „drugu” dimenziju, učenik će lakše uvidjeti što snijeg znači za čovjeka i prirodu nezavisno za godišnje doba.

Zadatak za učenike:

Učenici petog (5.) razreda će imati zadatak na satu Informatike, u nastavnoj jedinici, Predstavi se i prezentiraj pomoću programa PowerPoint napraviti samostalno prezentaciju na istraživačku temu diplomskog rada, te dobiti odgovore na pitanja kako snijeg utječe na prirodu i čovjeka, kako čovjek utječe na snijeg, te snijeg kao čimbenik održivog razvoja. Na ponuđenim stranicama od strane nastavnika učenik samostalno prikuplja podatke, izdvaja ključne činjenice kao odgovor na postavljena pitanja. Koristit će se dosad stečenim znanjem, te koristeći vrijednosti poput kritičkog mišljenja, odgovornosti i samostalnosti. Istraživanje će izvršiti na internetu, te će koristeći poznati program PowerPoint napraviti prezentaciju, po uputi koju će dobiti detaljno napisano na listiću. Prezentirat će pred kolegama u razredu. Nastavnica će ocijeniti rad. Najbolja prezentacija od strane učenika bit će nagrađena i objavljena na stranici škole kako bi ju moglo vidjeti što veći broj učenika.

Cjeline	Sadržaj - teme	Ishodi učenja	Okvirni broj sati	Planirani mjesec izvršavanja aktivnosti
	Uvodni sat	5. 2 istražuje glavne komponente uobičajenih digitalnih sustava, određuje osnovne funkcije i veze s drugima, istražuje kako se takvi sustavi mogu povezivati mrežom i kako razmjenjivati podatke	2	Rujan
Nulama i jedinicama do jezika računala	Digitalni sustavi		2	
	BITne igre		2	
	KODne igre		2	
	Spremnici računala		2	Listopad
Upoznajmo alate i organizirajmo svoje podatke	Operativni sustav	5. 3 analizira način na koji računalo pohranjuje sve vrste podataka	2	
	Mape i datoteke	D. 5. 2 argumentira i procjenjuje važnost zbrinjavanja elektroničkoga otpada te objašnjava postupke njegova zbrinjavanja.	2	
	Provjera znanja		2	
Računalno razmišljanje i programiranje	Radno okružje Python		2	Studeni
	Varijable i naredbe pridruživanja		2	
	Moj prvi program	B. 5. 1 koristi se programskim alatom za stvaranje programa u kojemu se koristi ulaznim i izlaznim vrijednostima te ponavljanjem	2	
	Rad s ulaznim vrijednostima		2	
	Kako radi moj program?	B. 5. 2 stvara algoritam za rješavanje jednostavnoga zadatka, provjerava ispravnost algoritma, otkriva i popravlja pogreške.	2	Prosinac
	Crtanje u Pythonu		4	
	Korak po korak do rješenja		2	Siječanj
	Petljamo petlju		4	
	Ponavljanje i provjeravanje znanja		4	Veljača
Život i rad u virtualnom svijetu	Internet i mrežni preglednik	5. 1 pronalazi i vrednuje informacije	1	
	Pretraživanje interneta	5. 1 prilagođava korisničko sučelje operacijskoga sustava svojim potrebama, samostalno otkriva i pokazuje dodatne	1	
	Elektronička pošta i		4	Ožujak

	društvene mreže	<p>5. 2 koristi se mogućnostima sustava za pohranjivanje i organizaciju datoteka</p> <p>D. 5. 1 analizira etička pitanja koja proizlaze iz korištenja računalnom tehnologijom</p>	2	
	Sigurnost i privatnost na internetu			
Stvaramo i uređujemo digitalni tekst	Alati za uređivanje teksta (MS Word)	<p>C. 5. 3 osmišljava plan izrade digitalnog rada, izrađuje ga, pohranjuje u mapu digitalnih radova (e-portfolio) i vrednuje ga</p> <p>C. 5. 4 upotrebljava multimedijske programe za ostvarivanje složenijih ideja u komunikacijskome ili suradničkom okruženju</p> <p>D. 5. 1 analizira etička pitanja koja proizlaze iz korištenja računalnom tehnologijom</p>	2	
	Alati za uređivanje odlomka i stranice (MS Word)		2	
	Grafički prikazi (MS Word)		2	Travanj
	Ponavljanje i provjeravanje znanja		2	
Umjetničko izražavanje	Umjetnički alati (Bojanje 3D)	<p>C. 5. 3 osmišljava plan izrade digitalnog rada, izrađuje ga, pohranjuje u mapu digitalnih radova (e-portfolio) i vrednuje ga</p> <p>C. 5. 4 upotrebljava multimedijske programe za ostvarivanje složenijih ideja u komunikacijskome ili suradničkom okruženju.</p>	2	
	3D alati, proširena stvarnost (Bojanje 3D)		2	Svibanj
Predstavi se i prezentiraj	Upoznavanje alata za izradu prezentacija te oblikovanje prezentacije (MS PowerPoint)	<p>C. 5. 3 osmišljava plan izrade digitalnog rada, izrađuje ga, pohranjuje u mapu digitalnih radova (e-portfolio) i vrednuje ga</p> <p>C. 5. 4 upotrebljava multimedijske programe za ostvarivanje složenijih ideja u komunikacijskome ili suradničkom okruženju.</p>	2	
	Oblikovanje teksta na slajdovima, umetanje ilustracija (MS PowerPoint)		2	
	Uređivanje prezentacije i animacijski		2	

	učinci (MS PowerPoint)			
	Projektni zadatak		2	Lipanj
	Zaključivanje ocjena		2	
UKUPNO			70	

Slika 9. Nastavni plan 5.razred – po cjelinama, temama, ishodima učenja i mjesecima

### Priprema za nastavu

S V E U Č I L I Š T E U R I J E C I  
STUDIJ POLITEHNIKE

Ime i prezime: Tajana Pap

**P R I P R E M A**  
**Z A I Z V O Đ E N J E N A S T A V E**

Škola: OŠ

Mjesto:

Razred: 5. razred

\*Zanimanje:

Nastavni predmet: Informatika

Kompleks: Alat za oblikovanje prezentacija, PowerPoint

Metodička (nastavna) jedinica: Predstavi se i prezentiraj

\*\*Datum izvođenja:

\*\*Mentor:

## SADRŽAJNI PLAN

### **Podjela kompleksa na teme (vježbe, operacije)**

(Uz svaku temu /vježbu, operaciju/ navedite broj nastavnih sati i podvučite onu koja se u pripremi obrađuje)

Redni broj	Naziv tema u kompleksu	Broj sati	
		teorija	vježbe
7.1	Upoznavanje alata, te oblikovanje prezentacije, PowerPoint	1	1
7.2	Oblikovanje teksta na slajdovima i umetanje ilustracija, PowerPoint	1	1
7.3	Uređivanje prezentacije i animacijski učinci, PowerPoint	1	1
	<u>Projektni zadatak</u>		2

### **Karakter teme (vježbe, operacije) – metodičke jedinice**

Samostalni rad učenika-vježba

## PLAN VOĐENJA ORGANIZACIJE NASTAVNOG PROCESA

### **Cilj (svrha) obrade metodičke jedinice:**

(Navedite ŠTO OD UČENIKA OČEKUJETE na kraju, nakon obrade nastavne građe, zbog čega se građa obrađuje)

Steći i znanja i vještine upotrebljavanja multimedijских programa u svrhu ostvarenja zadatka. Naučit će čemu nam služi, povezanost i interakciju. Te, njegovo djelovanje na nas, i zašto trebamo misliti održivo.

### **Ishodi učenja (postignuća koja učenik treba ostvariti za postizanje cilja):**

(Posebno upišite koja znanja; koje vještine i umijeća, te koju razinu samostalnosti i

odgovornosti učenik treba steći nakon obrade nastavne teme. Ishode formulirati jasno i jednoznačno kako bi se mogli nedvojbeno provjeriti evaluacijom.)

### **ZNANJE I RAZUMIJEVANJE:**

- Učenik prepoznaje program koji koristi za izradu zadatka (slajdova)
- Uočava razliku izrade prezentacije na računalu, u odnosu na papiru
- Pokazuje znanje izrade slajda, koristeći dosada naučene objekte
- Pokazuje kao se može prezentacija pokrenuti
- Znanje umetanja novog slajda, brisanje
- Znanje izrade slajda (obrada teksta i slike), zvučni i vizualni efekti
- Pokazuje kako se sprema prezentacija u mapu

### **VJEŠTINE I UMIJEĆA:**

- razvijati vještinu istraživanja
- znati prepoznati bitno
- znati primijeniti prije stečeno znanje, i povezati ga sa novim
- umijeće prepoznavanje održivog razvoj

### **SAMOSTALNOST I ODGOVORNOST:**

- samostalno izraditi prezentaciju
- surađivati s učenicima i nastavnikom pri radu
- razvijati svijest o održivom razmišljanju

### **Organizacija nastavnog rada – artikulacija metodičke jedinice:**

(Pregledno u tablicu upišite, zasebno za uvodni, glavni i završni dio u obliku teza: ŠTO se obrađuje – sadržaj, KAKO se obrađuje – metodičko oblikovanje i KOLIKO se obrađuje – trajanje nastavnog rada)

DIO SATA	FAZE RADA I SADRŽAJ	METODIČKO OBLIKOVANJE	VRIJEME (min)
<b>UVODNI DIO</b>	<p>Pozdrav.</p> <p>Ponavljjanje pravila izrade prezentacije .</p> <p>Ponoviti osnovna pravila izrade prezentacije</p> <p>Najavljujem temu prezentacije.</p> <p>Motivacija učenika, najavljujem temu „Snijeg kao čimbenik održivog razvoja“.</p>	<p>dijalog</p> <p>razgovor</p>	10
<b>GLAVNI DIO</b>	<p>Praktični rad učenika.</p> <p>Učenici individualno rade prezentaciju na zadanu temu „Snijeg kao čimbenik održivog razvoja“</p> <p>Detaljno opisan zadatak učenici će dobiti na nastavnom listiću.</p>	<p>individualni rad</p> <p>prezentacija na računalu</p>	60
<b>ZAVRŠNI DIO</b>	<p>Učenici prezentiraju svoje radove kolegama u razredu, i odabiru najbolju.</p> <p>Ocjenjivanje</p>		20

**Posebna nastavna sredstva, pomagala i ostali materijalni uvjeti rada:**

(Navedite što je konkretno potrebno i količine koje su potrebne. Izdvojite zasebno sredstva, pomagala i ostalo.)



Računalo, projektor, udžbenik, nastavni listić

**Korelativne veze s ostalim predmetima i međupredmetnim temama:**

(Navedite nastavni predmet, konkretno područje – temu i ishode učenja)

Engleski jezik-poznavanje jezika.; Hrvatski jezik - pravopis, gramatika; Likovna kultura-dizajn

MPT, Učiti kako učiti

A.3.2 Koristi se kreativnošću za oblikovanje svojih ideja i pristupu rješavanja problema

MPT uporaba IKT

A.2.2. Učenik se samostalno koristi njemu poznatim uređajima i programima

**Metodički oblici koji se primjenjuju i povezanost s ishodima iz kurikuluma:**

(Upišite kojim aktivnostima izvodite nastavu u pojedinom dijelu te ishode iz predmetnog

kurikuluma koje ostvarujete)

Uvodni dio:

- razgovor s učenicima

Glavni dio:

rad s učenicima

Završni dio:

- prezentacija

- ocjenjivanje

**Izvori za pripremanje nastavnika:**

(Literatura s potpunim bibliografskim podacima, prikupljenim podacima, uvidom u konkretnu praksu i drugo.)

Udžbenik #mojportal 5, M.Babić, S.Leko, Z.Dimovski, M.Stančić, N.Bubica,

I.Ružić, B.Vejnović

Internet, hrvatska enciklopedija, wikipedija

### **Izvori za pripremanje učenika:**

(Udžbenik ili/i pomoćna literatura s potpunim bibliografskim podacima i sl.)

Udžbenik #mojportal 5, M.Babić,, S.Leko, N.Bubica, Z.Dimovski, M.Stančić,

I.Ružić, B.Vejnović, Internet

## **TIJEK IZVOĐENJA NASTAVE – NASTAVNI RAD**

(Detaljna razrada faza rada i sadržaja iz tablice artikulacije – napisati onako kako će se izvoditi

pred učenicima – “scenarij” nastavnog procesa; razraditi metodičku, komunikacijsku i sadržajnu komponentu)\*

### **UVODNI DIO**

Najava teme i motivacija učenika, te kratka uputa o izradi prezentacije.

Među učenicima potičem kratku raspravu pitanjima:

Tko voli snijeg i zašto?

Što misle kako snijeg utječe na čovjeka i okoliš?

### **GLAVNI DIO**

Nakon motivacije učenika i najave teme za samostalni rad, učenicima su podijeljeni listići.

Izrada prezentacije je u PowerPointu, korist će se do sada stečenim znanjem.

Na upit ima li kakvih nejasnoća, nema upita. Učenici vole ovakav tip zadatka gdje sami istražuju.

Učenicima je tema zanimljiva. Svi vole snijeg i s lakoćom prepoznaju vrijednost istoga.

Naglašeno je vrijeme trajanja rješavanja zadatka, po potrebi nastavnik ponovi koliko ima vremena do kraja sata. Najavljeno je ocjenjivanje.

Zadatak:

- Prezentacija treba imati 7 slajdova
- Naslovni slajd, naslov treba napisati stiliziranim oblikovanim tekstom, (WordArt tekst), (1. slajd)
- Umetni slajd i tekst, te ga oblikuj.  
Kako snijeg utječe na prirodu?, (2. slajd)
- Umetni slajd i tekst, te ga oblikuj.  
Kako čovjek svojim ponašanjem utječe na snijeg, (3. slajd)
- Umetni slajd i tekst, te ga oblikuj.  
Tvoj zaključak, snijeg kao čimbenik održivog razvoja, max. pet rečenica, (4. slajd)
- Umetni slajd i sliku.  
Pronađi svoju najljepšu pahuljicu i ukrasi tekst pomoću nje, (5. slajd)
- Umetni slajd.  
Osmisli samostalno šesti slajd pomoću vizualnih i zvučnih efekata, (6. slajd)
- Umetni slajd.  
Napiši korištene izvore, (7. slajd)

## **ZAVRŠNI DIO**

Spremi rad na Radnu površinu u mapu pod nazivom „Snijeg kao čimbenik održivog razvoja”.

Provjera ostvarenih rezultata: nastavnik provjerava uratke i savjetuje ispravke. Prezentacija učeničkih radova pred kolegama u razredu.

Odabir najboljeg rada od strane učenika.

Nastavnica ocjenjuje radove.

## Izgled ploče

(Skicirati potpuni izgled ploče nakon obrađene teme /naslov, skice, crteži, tekst/ .)

### **SNIJEG KAO ČIMBENIK ODRŽIVOG RAZVOJA**

- Izradi prezentaciju na zadanu temu (listić)
- Spremiti rad na radnu površinu u svoju mapu, pod nazivom „Snijeg kao čimbenik održivog razvoja”
- Predstavi svoj rad kolegama u razredu
- Sudjelovanje u vršnjačkom vrednovanju radova

\_\_\_\_\_

(potpis studenta)

\*Pregledao: \_\_\_\_\_

\*Datum: \_\_\_\_\_

Osvrt na izvođenje:

(Sažet kritički osvrt na sadržajnu, stručno – teorijsku, organizacijsko – tehničku i subjektivnu komponentu vođenja nastavnog procesa.)

\*Ocjena: \_\_\_\_\_

(Datum) \_\_\_\_\_

( Potpis ocjenjivača) \_\_\_\_\_

Zadatak:

- Prezentacija treba imati 7 slajdova
- Naslovni slajd, naslov treba napisati stiliziranim oblikovanim tekstom,  
(WordArt tekst), (1. slajd)
- Umetni slajd i tekst, te ga oblikuj.

Kako snijeg utječe na prirodu?, (2. slajd)

- Umetni slajd i tekst, te ga oblikuj.

Kako čovjek svojim ponašanjem utječe na snijeg, (3. slajd)

- Umetni slajd i tekst, te ga oblikuj.

Tvoj zaključak, snijeg kao čimbenik održivog razvoja, max. pet rečenica, (4. slajd)

- Umetni slajd i sliku.

Pronađi svoju najljepšu pahuljicu i ukrasi tekst pomoću nje, (5. slajd)

- Umetni slajd.

Osmisli samostalno šesti slajd pomoću vizualnih i zvučnih efekata, (6. slajd)

- Umetni slajd.

Napiši korištene izvore, (7. slajd)

## 10. ZAKLJUČAK

Snijeg opskrbljuje slatkom vodom jednu šestinu svjetske populacije, hladi Zemljinu površinu, te utječe na klimu, ekosustav i biogeokemijske procese. U šumovitim planinskim krajolicima topljenje snijega hrani riječne sustave, osigurava izvor goriva za hidroenergiju, obnavlja zalihe podzemne vode i glavni je izvor vodoopskrbe za poljoprivredu, rekreaciju i komunalne potrebe.

Porast globalnih temperatura ima dugoročne posljedice na snijeg u planinskom okolišu, što uključuje smanjenje debljine snježnog pokrivača, kraće periode akumulacije snijega, te promjene u vremenskim uvjetima koji utječu na vrijeme topljenja snijega. Sezonski snježni pokrivač vitalan je izvor vode za prirodne i ljudske sustave.

Klimatske promjene su vidljive. Nešto što se stvaralo stotinama godina, može biti od uglavnom ljudskog faktora uništeno „u trenu”. Čovjek često ne usmjerava svoje misli prema dugoročnim posljedicama jer je okrenut trenutnim zadovoljstvima i brzom načinu života, često zanemarujući moguće posljedice koje se ne mogu odmah vidjeti ili osjetiti. To je razumljivo, ali mora se razmišljati koliko će to naštetiti budućim generacijama i svijetu koji ostavljamo u nasljeđe. Bilo bi lakše kada bi djecu učili od malena sagledavati cjelovitu sliku o snijegu, kako bi uočili povezanosti s vodom, poplavama, odronima, ali i svemu drugom što je u doticaju s istim. Naš je zadatak educirati najmlađe o ekološkom pristupu i odgovornom upravljanju u cilju smanjenja negativnih učinaka na okoliš.

Održivi razvoj prepoznaje da ekonomski rast i razvoj ne smiju ići na štetu okoliša i društva. Cilj je stvoriti ravnotežu u kojem se društvena pravda, ekonomska dobrobit i zaštita okoliša nadopunjuju. Održivi razvoj je ključna strategija za suočavanje s izazovima poput klimatskih promjena, iscrpljivanja resursa i očuvanja planetarnog zdravlja.

## 11. LITERATURA

AGU. Water and life from snow: A trillion dollar science question. Preuzeto 15.06.2023. s <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017WR020840#wrcr22627-bib-0019>

Climate.gov. Climate Change: Global Sea Level. Preuzeto 01.09.2023. s <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>

Copernicus. Copernicus Global Land Service. Snow Water Equivalent. Preuzeto 12.01.2023. s <https://land.copernicus.eu/global/products/swe>

Enciklopedija. Turizam. Preuzeto 02.06.2023. s <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=62763>

Fabijanić, T. Fizika kristala snijega. Preuzeto 25.02.2022. s [file:///C:/Users/Korisnik/Desktop/Nova%20mapa%20\(2\)/DIPLOmskiSNOWlove/razniDIPLOMSKI/154081.tea-fabijanic.pdf](file:///C:/Users/Korisnik/Desktop/Nova%20mapa%20(2)/DIPLOmskiSNOWlove/razniDIPLOMSKI/154081.tea-fabijanic.pdf)

Kamenjar. Soči: Počinju najskuplje Igre u povijesti, Rusi već potrošili 51 milijardu \$. Preuzeto 20.08.2023. s

<https://kamenjar.com/soci-pocinju-najskuplje-igre-u-povijesti-rusi-vec-potrosili-51-milijardu/>

Libbrecht, Kenneth G. Snowflake History. SnowCrystals.com. Preuzeto 16.02.2022. s <http://snowcrystals.com/>

National Snow and Ice Data Center. Snow. Science. Preuzeto 23.02.2022. s <https://nsidc.org/learn/parts-cryosphere/snow/science-snow#anchor-0>

Rožić, N. Rast kristala snježnih pahuljica. Preuzeto 19.02.2022. s <https://repositorij.pmf.unizg.hr/islandora/object/pmf:4968/datastream/PDF/view>

Smithsonian Institution Archives. Wilson A. Bentley: Pioneering Photographer of Snowflakes.

Preuzeto 17.02.2022. s <https://siarchives.si.edu/history/featured-topics/stories/wilson-bentley-pioneering-photographer-snowflakes>

Thomas, N. Arctic Sea Ice Lows Mark a New Polar Climate Regime. Preuzeto 02.09.2023. s <https://www.marinetechologynews.com/news/arctic-polar-climate-regime-604836>

Vijesti Europski Parlament. Uzroci krčenja šume i reakcija EU-a. Preuzeto 06.08.2023. s <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20221019STO44561/uzroci-krčenja-suma-i-reakcija-eu-a>

Wikipedia. Antarktik. Preuzeto 14.09.2023. s <https://bs.wikipedia.org/wiki/Antarktik>

Wikipedija. Klimatske promjene. Preuzeto 23.08.2023. s [https://hr.wikipedia.org/wiki/Klimatske\\_promjene](https://hr.wikipedia.org/wiki/Klimatske_promjene)

Wikipedija. Milutin Milanković. Preuzeto 29.08.2023. s [https://hr.wikipedia.org/wiki/Milutin\\_Milankovi%C4%87](https://hr.wikipedia.org/wiki/Milutin_Milankovi%C4%87)

WSL Institute for Snow andAvalanche Research SLF. Snow. Preuzeto 09.05.2022. s <https://www.slf.ch/en/snow.html>

Zanimljivo. Zanimljivo o snijegu. Preuzeto 15.09.2023. s <https://100-facts.com/hr/21-zanimljiva-cinjenica-o-snijegu/>

Zaštita-prirode. Što je ekosustav? 6 stvari koje morate znati. Preuzeto 29.08.2023. s <https://zastita-prirode.hr/ekologija-i-okolis/sto-je-ekosustav/>



## 12. POPIS SLIKA

Slika 1. Primjeri snježnih pahuljica

Slika 2. Fotografija snježnog kristala (nastala spontano)

Slika 3. Dio skica Roberta Hooke-a

Slika 4. Bentley-eva mikrofotografija, prodane su 2016. godine za 52.000 USD

Slika 5. Nakaya-in prvi umjetni kristal

Slika 6. Nakaya-in dijagram

Slika 7. Arktik

Slika 8. Iglu, tradicionalna kuća Inuita

Slika 9. Antarktiki, Carski pingvini

Slika 10. Snježna pahuljica kao inspiracija: Interijer cvjetarne, zid, zimska ogrlica i pizza