

## **IPAQ Peta**

### **potprojekt: Istraživanje i rekreacija u prirodi**

#### **ŠTO JE GEOLOGIJA?**

Tomislav Mašić, dipl. ing. geologije

#### **UVOD**

Prirodne znanosti koje su učenici do sada bolje upoznali su fizika, kemija i biologija, no one nisu jedine. Jedna od vrlo važnih prirodnih znanosti je i geologija. U školi se učenici bave geološkim temama u raznim školskim predmetima (geografija, kemija, biologija, fizika), ali toga nisu svjesni. Također se u svakodnevnom životu susreću s mnogim stvarima, a ponekad i pojavama koje su predmet geoloških istraživanja.

Stijene, voda, hidrotermalni i geotermalni izvori, plin, nafta, asfalt, metali, nemetali (sol) i drago kamenje samo su dio materijala koji nas okružuju, a sve njih istražuju geolozi. Potresi, vulkanske erupcije, udari asteroida, klizišta, klimatske promjene samo su neki od mnogih geoloških procesa.

Svi ovi procesi događaju se na Zemlji, a korisne materijale nalazimo u unutrašnjosti i na površini naše planete. Zbog toga se može jednostavno reći da se geolozi bave istraživanjem Zemlje, a upravo zbog toga je geologija i dobila ime koje se sastoji od dvije grčke riječi *Gea* (Zemlja) i *logos* (znanost). Geologija se bavi proučavanjem nežive prirode i prirodnih procesa koji su zaslužni za današnji izgled Zemlje.

Zbog širine znanstvenih područja koje geolozi istražuju, geologija je podijeljena prema područjima istraživanja od kojih su neka:

- fizička geologija - istražuje materijale od kojih je izgrađena Zemlja i procese koji su oblikovali Zemlju
- historijska geologija - istražuje povijest Zemlje
- paleontologija - istražuje fosilne ostatke i razvoj života na Zemlji
- hidrogeologija - istražuje kretanje vode u prirodi
- geomorfologija - istražuje postanak i razvoj reljefa
- glaciologija - istražuje ledenjake
- naftna i rudarska geologija - istražuju rudna ležišta i ležišta nafte
- inženjerska geologija - istražuje uvjete za izvođenje inženjerskih radova i izgradnju objekata.

#### **CILJ:**

Osposobiti učenike za opisivanje stijena na terenu i, na osnovi uočenih značajki stijena, za rekonstruiranje događaja u geološkoj prošlosti. Upoznati učenike s metodama rada geologa na terenu. Omogućiti im usvajanje bilježenja rasprostiranja stijena, njihovih međusobnih odnosa te izradu jednostavne geološke karte.

#### **1. UVOD U GEOLOGIJU**

prijedlog održavanja terenske nastave: Park šuma Papuk – lokalitet Jankovac

##### **1.1. Kako geolozi istražuju i što rade na terenu?**

Upoznavanje s *geologijom* treba započeti opisom poslova kojima se bave geolozi i jednom od osnovnih metoda geološkog istraživanja na terenu - geološkim kartiranjem.

### 1.1.1. Što je geološko kartiranje?

Geološko kartiranje je opažanje geoloških pojava na terenu i njihovo bilježenje kako bi se mogla izraditi jedna od geoloških karata. Za razliku od izrade topografskih karata proces izrade geološke karte nije samo bilježenje činjeničnih podataka. Podatci dostupni geolozima obično su ograničeni nedostatkom izdanaka ili njihovom prekrivenošću raslinjem i tлом što iziskuje interpretaciju kao dio terenskog geološkog rada. Upravo taj detektivski posao ono je što geološko kartiranje čini tako zanimljivim iskustvom.

Geološko kartiranje zajednički je naziv za skup metoda koje se koriste na terenu pri određivanju tipova stijena, njihova prostornog rasporeda, nastanka, starosti i međusobnih odnosa. Podatci prikupljeni na terenu unose se u terenski dnevnik i na topografsku kartu odakle naziv geološko kartiranje.

Raspon kojim se područje istražuje ovisi o tipu kartiranja u koje se upuštamo. Osnovna geološka karta zahtjeva manje opažanja nego recimo regionalna geološka karta, ali ta opažanja uvijek moraju biti precizna. Kojim god tipom kartiranja se bavili i koliko god predznanja o području imali uvijek je potrebno kartirati s jednakom pažnjom i objektivnosti.

Prvih dan-dva na terenu obično se obavlja posao prepoznavanja i upoznavanja područja kako bi se dobili početni dojmovi o:

- prisutnim stijenama
- općim strukturnim jedinicama
- topografiji, lokacijama zanimljivih izdanaka stijena, putovima i pristupačnosti.

Obično se prije pravoga terenskog rada odlazi na kraći pregled terena kako bi se provjerili putovi i ceste ucrtani na kartama, gustoća vegetacije i sama pristupačnost izdancima. Takav pregled terena kasnije nam pri radu štedi puno vremena s obzirom da smo upoznali teren i ne moramo gubiti vrijeme na određivanje položaja ili probijanje kroz gustu vegetaciju. Uz potoke, u dolinama, često će se naći izdanci stijena, no viši položaji omogućuju panoramski pregled geologije širega područja.

Izvidni (prospekcijski) tereni pomažu pri odluci kojim tipom kartiranja ćemo se baviti narednih dana. Tri najčešća tipa za izradu geoloških karata su praćenje kontakata, profiliranje i kartiranje izdanaka. Zbog specifičnosti terena često smo primorani kombinirati ova tri tipa ili pak osmisliti vlastiti.

Praćenjem kontakata između dvije geološke jedinice možemo se baviti u područjima bez vegetacije gdje su stijene izrazito izložene, dok se kartiranjem izdanaka bavimo najčešće u područjima pokrivenim tлом i vegetacijom gdje je nemoguće pratiti kontakte. Metoda profiliranja rabi se najčešće u područjima gdje su stijene raspoređene zonalno, krećemo se prema unaprijed određenoj trasi u pravilu okomitoj na pružanje struktura.

Tako će se na Papuku koristiti metoda kartiranja izdanaka s obzirom da je vegetacija izrazito razvijena, a izdanaka je malo. U ovakvim područjima izdanke nalazimo u dubokim jarcima, na strmim padinama, zasjecima i usjecima cesta te mjestima iskopa materijala za gradnju (kamenolomima).

Zbog nemogućnosti praćenja geoloških kontakata (geoloških granica) ili profiliranja kako bi se prikupio dovoljan broj podataka, potrebno je običi što veći broj izdanaka. U ovakvim područjima vrlo teško možemo vidjeti kontakt između dva geološka tijela te je geološke granice potrebno pretpostaviti prema podacima prikupljenim na najbližim međusobno različitim izdancima.

### 1.1.2. Koja nam je oprema potrebna za geološko istraživanje na terenu?

Sigurnost i udobnost na terenu

Geološki terenski rad izvodi se u svim mjesecima osim u zimi kada snježni pokrivač pokriva izdanke i nemoguće ih je vidjeti. Za rad na terenu potrebno je odjenuti se i obuti adekvatno godišnjem dobu i klimatskim prilikama. Osnovna terenska oprema sastoji se od:

- odjeće koja mora omogućavati pokretljivost i mora biti ugodna za nošenje. Na terenu se uvijek nose duge hlače s džepovima koje su praktične i štite nas od niskog raslinja, također se preporuča nositi košulju dugih rukava koja nas štiti od hladnoće, ali i od negativnih utjecaja sunčeva zračenja. Od odjeće još nam je nužna kapa (šešir);
- obuća koju nosimo na terenu mora biti čvrsta kako bismo cijeli dan mogli u njoj hodati, trebala bi obuhvaćati gležanj kako bi se izbjegla uganuća i druge ozljede koje se često događaju na terenu, mora imati čvrst đon i biti nepropusna za vodu, takvu obuću treba obuti na debele čarape ili dva para tanjih, ponekad je na terenu potrebno nositi i gumene čizme;
- ruksak je također nužan dio opreme jer u njemu nosimo sav ostali pribor koji nam je potreban, u ruksaku bi trebalo obavezno nositi laganu kišnu kabanicu, vjetrovku, dovoljne količine vode za cijeli dan terenskog rada, rezervni pisaći pribor, džepni nožić, osobne dokumente i drugo;
- pribor za rad na terenu: topografska karta područja koje istražujemo, terenski dnevnik, olovke, gumice, drvene bojice, markere, geološki čekić, geološki kompas, lupu, kutomjer i fotoaparati.

Navedeni izbor opreme optimalan je i omogućava nam učinkovitost pri radu, a opet nas svojom težinom ne opterećuje previše tijekom cijelog radnog dana. Istraživanja specifičnih zadataka zahtijevat će i dodatnu opremu.

### 1.1.3. Kako izgleda rad na terenu?

Prije nego što dođemo na teren potrebno je prikupiti što više informacija o području. Je li područje naseljeno ili ne, kakve su topografske karakteristike, jesu li rađena prijašnja geološka istraživanja, postoje li izvori pitke vode, postoji li opasnost od mina, ima li velikih zvižeri ili zmijska otrovnica i dr.

Kada dođemo na teren koristimo se jednom od već navedenih metoda kartiranja (praćenje kontakata, profiliranje, kartiranje izdanaka). No, sve uz svoje razlike imaju i zajedničke karakteristike, a to su točno, iscrpno i jasno vođenje tekstualne i grafičke dokumentacije o prikupljenim opažanjima. U terenski dnevnik unosimo podatke u točkama opažanja, podatke između točaka opažanja, podatke o uzetim uzorcima za daljnju analizu.

Podatci o točkama opažanja

Dok se krećemo po terenu nužno je u svakom trenutku znati gdje se nalazimo, cijelo vrijeme pratiti kretanje na karti. Kada dođemo do izdanka na kartu ucrtavamo točku i u terenskom dnevniku je opisujemo. Broj i naziv točke trebaju se poklapati na karti i u terenskom dnevniku. Elementi koje trebamo opisati su:

- vrsta stijene,
- starost stijene,
- prisutnost slojevitosti i položaj slojeva,
- pukotine,
- folijacija,
- strukturni elementi (bore i rasjedi).

Ako smo ustanovili kontak između dvije geološke jedinice, dodatno još trebamo opisati vrstu kontakta (superpozicijski, transgresivni, rasjedni, navlačni, oštri, postupni...).

Također trebamo navesti koliko smo sigurni i koliko je jasan taj kontakt (pouzdana potvrda, pouzdana potvrda, no pretpostavljeno lociran, pretpostavljen u cijelosti).

Između dvije uzastopne točke također se obavljaju opažanja, no zbog istovrsnosti stijena ili pokrivenosti terena ona se unose kao opaska u terenskom dnevniku jer nema novih podataka.

Uzorkovanje stijena obavlja se s unaprijed određenom namjenom za paleontološke, petrološke, sedimentološke, mineraloške, strukturne i druge analize. Uz pomoć priručne lupe pomno pregledavamo značajke stijena i prisutnost fosila te odabiremo uzorke. Na svaki uzorak markerom zapisujemo broj točke opažanja koji se podudara s točkom na karti i u dnevniku.

Sva terenska opažanja potrebno je odmah opisati i ucrtati na kartu jer tijekom cjelodnevnog rada obilazimo mnogo točaka te podatke koje nismo zapisali lako možemo zaboraviti.

## **2. METODE ODREĐIVANJA SEDIMENTNIH STIJENA NA TERENU**

(prijedlog održavanja terenske nastave: Park šuma Golubinjak, Lokve)

Svrha ove metode je otkriti što su sedimentne stijene, kako i gdje one nastaju, upoznati tipove sedimentnih stijena te ih prepoznati u prirodi. Odredit će se koje je izvorište sedimenta, način transporta i sedimentaciju te načine petrifikacije (okamenjivanja) sedimenta. Također, učenici će se upoznati s načinom geološkog rada na terenu.

### **2.1. Opis metoda:**

Prije terenskog rada nužno je proučiti prijašnje radove koji su obavljani na području koje želimo istraživati, te proučiti geološke i topografske karte kako bismo se pobliže upoznali s obilježjima područja.

Tijekom rada krećemo se duž unaprijed određene rute i obavljamo opažanja. Opažanja je potrebno detaljno i precizno bilježiti u terenski dnevnik i na topografsku kartu.

Kada se naiđe na izdanak, prvo se određuje i opisuje njegova lokacija, potom se mjere i opisuju strukturne karakteristike (uslojenost, boranje, prisutnost rasjeda, kontakti među tipovima stijena) i na kraju se uz pomoć geološkog čekića uzima reprezentativni uzorak stijene za daljnja laboratorijska istraživanja.

Reprezentativni uzorak također je potrebno precizno opisati, numerirati i označiti lokaciju njegova uzorkovanja na karti. Kod opisivanja uzorka posebnu pozornost potrebno je obratiti na njegovu boju i vrstu, veličinu i međusobne odnose te način vezivanja zrna od kojih je izgrađen. Ova opažanja otkrit će nam o kojemu tipu stijene se radi.

### **2.2. Nastanak sedimentnih stijena**

U stijenskom ciklusu trošenje i erozija razlamaju i razgrađuju stijene izložene atmosferskim uvjetima. Čestice stijena koje nastaju pri trošenju možemo podijeliti prema veličini u nekoliko kategorija. To su blokovi i oni su velikih dimenzija, šljunak (>2mm), pijesak (1/16-2mm), silt (1/256-1/16mm) i glina (<1/256mm), a neki minerali mogu se u potpunosti otopiti. Krute čestice i otopljeni minerali transportiraju se na druga mjesta i talože se kao sedimenti. Čestice se mogu taložiti direktno iz vode ako su bile suspendirane ili se precipitiraju iz otopine kada dođe do zasićenja. Svaki istaloženi materijal može se transformirati u sedimentnu stijenu procesom koji se zove litifikacija ili okamenjivanje.

Transport sedimenta uključuje prenošenje čestica stijena od mjesta njihova trošenja do neke druge lokacije. Tekuća voda najefikasniji je način transporta, ali ledenjaci, vjetar i valovi također su bitni u nekim područjima. U svakome slučaju, transportirani sediment mora se konačno negdje istaložiti. Sediment se akumulira i precipitacijom minerala iz otopina, to se može događati i uz pomoć organizama koji iz otopina izvlače pojedine minerale kako bi izgrađivale svoje ljuštore i kućice koje se nakon njihova uginuća talože na dno mora i oceana. Nakon transporta i sedimentacije, čestice stijena su i dalje nekonsolidiranim agregat, a da bi iz njih nastala sedimentna stijena, nužan je proces litifikacije.

Litifikacija je geološki fenomen pretvorbe sedimenta u sedimentnu stijenu. Kako se akumulira sediment, odvija se kompakcija zbog pritiska gornjih slojeva sedimenta, smanjuje se količina pora, a time i volumen sedimenta. Sama kompakcija je obično dovoljna za litifikaciju muljeva. Ali za šljunak i pijesak nužna je i cementacija, koja uključuje precipitaciju minerala unutar pora. Cementacija efektivno veže sediment. Većina cemenata su kalcijev karbonat, silicijev dioksid i na udaljenom trećem mjestu željezni oksidi i hidroksidi (hematit i limonit).

### 2.3. Klasifikacija sedimentnih stijena

Sedimentne stijene možemo podijeliti prema načinu nastanka na klastične sedimentne stijene koje se sastoje od klastičnih materijala, tj. krutih čestica kao što su šljunak, pijesak i mulj nastalih trošenjem starijih stijena, kemijske sedimentne stijene koje se sastoje od minerala dobivenih iz otopina izlučivanjem i stijene koje su nastale taloženjem ostataka organizama, takozvane biokemijske.

#### 2.3.1. Klastične sedimentne stijene

Sve klastične stijene sastoje se od fragmenata ili čestica poznatih pod nazivom klasti. Klasti su dobiveni trošenjem starijih stijena. Nazivi klastičnih stijena uglavnom su određeni veličinom i oblikom njihovih klasta.

- Konglomerati i sedimentne breče sastoje se od šljunka, jedina razlika među njima je ta što konglomerati imaju zaobljene klaste a brace uglate. Zaobljenost klasta konglomerata uzrokovana je trošenjem i brušenjem tijekom transporta.
- Pješčenjaci su klastične sedimentne stijene koje su nastale litifikacijom pijeska. Kvarcni pješčenjak najčešća je pješčenjačka stijena i sastoji se uglavnom od čestica kvarca koji se najteže troši.

Sve klastične sedimentne stijene koje su izgrađene od čestica manjih od 1/16 kolektivnim imenom nazivaju se muljnjaci.

#### 2.3.2. Kemijske i biokemijske sedimentne stijene

Spomenuli smo da kemijski sedimenti nastaju izlučivanjem minerala iz otopina kemijskim procesima. Neke od stijena koje su tako nastale načinjene su od međusobno povezanih kristala minerala, poput mozaika pa kažemo da imaju kristalinsku teksturu. Ali neke kemogene sedimentne stijene imaju klastične teksture jer su nastale akumulacijom razlomljenih ljuštura i kućica organizama.

**Vapnenci** i **dolomiti** najčešći su tip stijena u ovoj kategoriji i zajedničkim imenom zovu se karbonati jer se sastoje od karbonatnih minerala kalcita i dolomita. Većina dolomita prvo je bila vapnenac koji se izmijenio kada je magnezij zamijenio neke od atoma kalcija u kalcitu. Vapnenci najčešće nastaju biokemijskim putem.

**Evaporiti** su stijene poput kamenih soli ili kamenoga gipsa, a nastaju kemijskim putem precipitacijom iz zasićenih otopina. Do zasićenja otopine najčešće dolazi zbog isparavanja vode.

**Rožnjaci** su guste čvrste stijene koje se sastoje od silicija. Neki od njih nastaju kemijskom precipitacijom kao zaobljene ili sferične mase unutar drugih stijena. Drugi tipovi rožnjaka sastoje se od slojeva mikroskopskih silicijskih kućica organizama i zbog toga su biogeni sedimenti.

Biokemijska sedimentna stijena od velikog ekonomskog značaja je **ugljen**, koji se sastoji od djelomično izmijenjenih, stlačenih ostataka kopnenih biljaka. Ugljen nastaje u močvarama gdje je smanjen udio kisika u vodi zbog čega je proces raspadanja usporen. Prvo nastaje treset, a ako ga prekriju novi slojevi sedimenta i poveća se pritisak, on postaje u ugljen.

Osim ugljena, koji je bio pokretač industrijske revolucije, i druge sedimentne stijene vrlo su važne u svakodnevnom životu. **Naftu** crpimo iz vapnenaca i pješčenjaka, razne sedimentne stijene koristimo u građevini, **kamenu sol**, koja je sedimentna stijena, koristimo u kućanstvima i za posipanje cesta u zimskim uvjetima, u sedimentnim stijenama može doći do orudnjavanja metalnih i nemetalnih sirovina...

### 2.3.3. Karbonatne sedimentne stijene (biokemijske)

Karbonatne stijene čine jednu petinu svih sedimentnih stijena u stratigrafskom zapisu. Definirane su kao stijene koje se sastoje od minimalno 50% karbonatnih minerala, dominantno kalcita i dolomita u starijim stijenama, te kalcita i aragonita u mlađim stijenama. Aragonit se često zamjenjuje kalcitom tijekom rane dijageneze (samo se rijetko sačuva u sitnozrnatim nepropusnim vapnencima). Drugi karbonatni minerali rijetko se pojavljuju u vapnencima i dolomitima.

Glavna skupina karbonatnih stijena su, dakle, vapnenci i dolomiti uključujući prijelazne oblike ili djelomično dolomitizirane vapnence. Svi karbonatni sedimenti više ili manje su pod utjecajem dijageneze, a dolomiti se u cijelosti formiraju ranom ili kasnom dijagetskom izmjenom vapnenaca.

Mnogi vapnenci direktno su analogni klastičnim stijenama, s obzirom da su formirani transportom i taloženjem karbonatnih čestica: kalciruditi s česticama veličine šljunka, kalkareniti s česticama veličine pijeska, kalcilutiti s česticama veličine gline. Karbonatne čestice veličine pijeska i mulja nastale su kemijskom ili biogenom precipitacijom, a ne trošenjem i erozijom kao kod klastičnih stijena.

Drugi tipovi vapnenaca nastaju *in-situ* rastom karbonatnih kostura na koraljnom grebenu ili zarobljavanjem i vezanjem sedimenta u mikrobiološkim filmovima na dnu plitkog mora. Grebenski vapnenci su bez struktura, nisu uslojeni i imaju "kostur" izgrađen od kolonijalnih organizama na kojemu dalje izgrađuju greben. Šupljine grebenskih vapnenaca ispunjene su raznim karbonatnim česticama i cementom.

Vapnenci su zbog svog načina nastanka bogati fosilima koji nam pomažu pri određivanju relativne starosti stijena. Posebno su važni provodni fosili organizama koji su živjeli u kratkom razdoblju zemljine prošlosti. Pri relativnom datiranju koristimo se pretpostavkom da su se stijene taložile horizontalno, sloj na sloj. Kada na terenu koji nije previše tektonski poremećen pronađemo uslojene stijene i u njima provodne fosile, možemo odrediti relativne starosti slojeva stijena i rekonstruirati događaje i uvjete koji su vladali u to doba.

## 2.4. Izvođenje terenske nastave

Terenska nastava osmišljena je kao niz pitanja na koja voditelj terenske nastave i učenici nalaze odgovore uz pomoć opažanja na terenu i analize pomoćnih materijala (u prilogu).

Pojedini učenici koji pokazuju veći interes za prirodne znanosti mogu sudjelovati u pripremi pomoćnih materijala uz vodstvo nastavnika.

Primjeri pitanja prije odlaska na teren ili na terenu:

1. Koja je svrha geološkog terenskog rada i koja nam je oprema za rad potrebna?
2. Što je geološka karta?
3. Kako se koristi geološki kompas?
4. Kako se opisuje izdanak na terenu?
5. Koje stijene postoje na npr. Papuku ili u šumi Golubinjak (na temelju proučavanja geoloških karata)?
6. Što su sedimenti? Prema tipu sedimentata i okolišima taloženja zaključite koji tipovi sedimentnih stijena postoje.
7. Gdje i kako nastaju sedimenti?
8. Analizirajte sliku na kojoj su prikazani okoliši taloženja sedimentata i zaključite kakvi sedimenti postoje i gdje nastaju.
9. Vizualno analizirajte jedan uzorak vapnenačke stijene i zaključite kojem tipu sedimentnih stijena ona pripada.
10. Što se sa sedimentom mora dogoditi da bi nastala sedimentna stijena?
11. Kako dijelimo sedimentne stijene prema načinu nastanka?
12. Koja je ekonomska važnost sedimentnih stijena (gdje ih koristimo u svakodnevnom životu)?
13. Što su karbonatne stijene i kako ih dijelimo?
14. Što su fosili, kako nastaju i kako nam pomažu pri relativnom datiranju?
15. Na izdanku vapnenaca proučite uslojenosti stijena i probajte zaključiti što je relativno datiranje, a što apsolutno datiranje stijena.

## **2.5. Dodatni zadatci za učenike:**

Prije odlaska na terensku nastavu ili nakon povratka s terena, učenicima se mogu zadati dodatne zadaće. Te zadaće trebale bi biti koncipirane poput malih istraživanja kojima bi se učenike dodatno zainteresiralo za geologiju, potaknulo njihovu znatiželju i pružilo ideje za nova istraživanja. Rezultate i zaključke tih malih istraživanja učenici bi mogli predstaviti u obliku prezentacija, izložbi, kratkih filmova...

Ovdje su prijedlozi nekoliko takvih dodatnih tema:

- Gdje geolozi rade? (intervju)
- Što je i kako izgleda Gorjanovićev profil?
- Geomorfološki elementi u NP Krka? (npr. Objasniti nadzemni tok Krke)
- Objasniti fenomen Plitvičkih jezera ili rijeke Korane.
- Pitka voda nadomak Zagreba?
- Korito rijeke Save tijekom povijeti. (Savski sedimenti na kojima leži Zagreb)
- Klizišta u Zagrebu.
- Rudnici i spilje Medvednice.
- Zaštićeni geološki spomenici grada Zagreba.
- Fosili u Zagrebu.
- Građevni materijal s Medvednice.

## **POVEZNICA S GEOGRAFIJOM:**

Nazivi nastavnih tema iz geografije koje bi se mogle povezati s temama iz geologije i pripadajući ishodi učenja:

**u 1. razredu**

Nastavna jedinica: Oblici i elementi reljefa  
Geološka građa Zemlje  
Geološka prošlost Zemlje

Ishodi učenja:

- navesti oblike i elemente reljefa
- analizirati geološku građu Zemlje
- povezati geološku građu s geološkom prošlošću Zemlje
- opisati Zemljinu unurašnjost
- analizirati i opisati oblike reljefa
- usporediti razdoblja geološke prošlosti Zemlje

#### **u 4. razredu**

Nastavna jedinica: Geološka i reljefna obilježja Republike Hrvatske  
Reljef panonskog i peripanonskog prostora

Ishodi učenja:

- analizirati na karti reljefna obilježja Republike Hrvatske
- nabrojiti geološka obilježja
- moći objasniti prednosti gospodarskog iskorištavanja, npr. prigorskih padina, lesnih zaravni...
- opisati kako su nastala tri izrazito nizinska reljefna oblika u panonskoj Hrvatskoj
- usporediti i analizirati najviša gorja kontinentalne Hrvatske

### **POVEZNICA S KEMIJOM (u izradi)**

Nazivi nastavnih tema iz kemije koje bi se mogle povezati s temama iz geologije i pripadajući ishodi učenja:

u 1. razredu:

Nastavna jedinica: Tvari

u 2. razredu:

Nastavna jedinica: Soli

u 3. razredu:

Nastavna teme: Metali, Nemetali

u 4. razredu:

Nastavna jedinica: Nafta

### **POVEZNICA S BIOLOGIJOM (u izradi)**

Nazivi nastavnih tema iz biologije koje bi se mogle povezati s temama iz geologije i pripadajući ishodi učenja:

u 1. razredu:

Nastavna jedinica: Postanak i razvoj života na Zemlji

u 4. razredu:

Nastavna tema: Evolucija

### **POVEZNICA S FIZIKOM (u izradi)**



Nazivi nastavnih tema iz fizike koje bi se mogle povezati s temama iz geologije i pripadajući ishodi učenja: