



PRIRUČNIK

KREATIVNA ŠKOLA STEM-a

Projekt sufinancira Europska unija iz Europskog socijalnog fonda. Projekt sufinancira Ured za Udruge Vlade Republike Hrvatske.
Sadržaj Priručnika isključiva je odgovornost Zajednice tehničke kulture Zadarske županije.
Za više informacija o EU fondovima na www.strukturnifondovi.hr i www.efs.hr

U sklopu projekta Kreativna škola STEM-a, Zajednica tehničke kulture Zadarske županije i NOVAMINA centar inovativnih tehnologija d.o.o. Zagreb, zajedničkom suradnjom osmislili su dvadeset online i jednu završnu kontaktnu edukaciju za pripadnike organizacija civilnoga društva (OCD).

Svrha projekta je ojačati kapacitete OCD-a za provedbu aktivnosti popularizacije STEM-a među djecom i mladima te zainteresiranom javnošću. U svim europskim zemljama vidljiv je brzi tehnološki i digitalni napredak u industriji i gospodarstvu. Kako bi održali korak sa zahtjevima tržišta rada, sveučilišta, veleučilišta, visoke škole, obrazovne institucije, udruge, zajednice tehničke kulture moraju biti u tijeku s modernim tehnologijama i educirati svoje učenike, polaznike kako bi mogli ispuniti zahtjeve novih promjena. Ukupna vrijednost projekta iznosi 1.036.943,59 kn od čega je 85% sufinancirano iz Europskog socijalnog fonda te 15 % iz Državnog proračuna RH - Ured za udruge Vlade Republike Hrvatske.

Cilj projekta je dodatno osposobljavanje učenika osnovnih i srednjih škola Zadarske županije te pripadnika OCD-a u području STEM-a, pristupom koji, u ovom slučaju, predstavlja spoj programiranja računalne igrice i 3D ispisa te prirodnih znanosti i inovacija. Rezultat projekta, uz širenje popularizacije STEM-a, je pilot aktivnost za djecu i mlade s ciljem osvještavanja njihovih potencijala kao aktivnih sudionika u modernom društvu i to na primjeru praćenja klimatskih promjena.

Partneri na projektu Kreativna škola STEM-a su udruga Zadar Developers Hub, Zadarska županija i Sveučilište Sjever. Agencija za razvoj Zadarske županije ZADRA NOVA, kao regionalni koordinator, bila je tehnička pomoć u pripremi i tijekom provedbe projekta. Svi zajedno pružaju organizacijsku i profesionalnu podršku u mentoriranju budućih edukatora kako bi što bolje pripremili i provodili STEM radionice.

Kroz međusektorsku suradnju omogućuje se bolje upravljanje i prezentiranje sadržaja djeci i mladima te općoj populaciji.

NOVAMINA d.o.o. Zagreb, kao centar inovativnih tehnologija, je razvojno istraživačka organizacija registrirana u Hrvatskoj, koja je do sada provela preko 40 razvojno-istraživačkih projekata u razvoju tehnologije za domaće i strano tržište, prvenstveno u energetici, okolišnim tehnologijama, poljoprivredi, zdravlju itd.

Ulaganje u obrazovanje je izuzetno važno kako bi strukovna zanimanja postala atraktivna mladim ljudima. Taj interes svakako počinje već u prvim razredima osnovne škole a posebice strukovno obrazovanje i usavršavanje u EU je suočeno s potrebom stalne prilagodbe modernizaciji tehnologija u globalnom gospodarstvu. Takva zanimanja moraju biti u skladu s tehnološkim i digitalnim napretkom u industriji i gospodarstvu, što zahtijeva modernizaciju obrazovnih procesa uopće uz korištenje inovativnih metoda i posve novih pedagoških pristupa.

Na tom tragu, u nastojanju ostvarivanja doprinosa u obrazovanju, kroz suradnju Zajednice tehničke kulture Zadarske županije i NOVAMINA centra inovativnih tehnologija d.o.o. Zagreb osmišljeno je 20 interaktivnih online edukacija projekta Kreativna škola STEM-a koje su se uz pomoć vrijedne opreme (3 komada 3D printera, 15 stolnih i 2 prijenosna računala financiranih iz sredstava projekta) održale za predstavnike OCD-a kroz zanimljive teme edukacija:

1. Upoznavanje s mogućnostima koje pruža programiranje pruža u praćenju klimatskih promjena;
2. Rad s 3D printerom;
3. Razvoj inovativnih pedagoških vještina uspješno je obučeno 14 polaznika/ca koji/e će u budućnosti prenositi svoja znanja i vještine djeci i mladima u svrhu popularizacije STEM-a.

SUDIONICI

1. Josip Kalebić, udruga Zadar Developers Hub, VP of softver developer;
2. Krešimir Marnika, udruga Zadar Developers Hub, magistar infomatike;
3. Ive Botunac, udruga Zadar Developers Hub, podatkovni znanstvenik;
4. Alenka Bopsić, Digitali, inženjerka elektrotehnike;
5. Ivan Dragišić, udruga Radio klub „Zadar“, grafički dizajner;
6. Matea Miočić, udruga Društvo informatičara „Zadar“, magistra primarnog obrazovanja s modulom infomatike;
7. Irena Matulić, udruga Društvo informatičara „Zadar“, profesorica informatologije i talijanskog jezika;
8. Sanda Gaković, udruga Aeroklub „Zadar“, diplomirana inženjerka zračnog prometa i aeronautike, aviokonzultantica, nastavnica;
9. Marija Velemir, udruga Ronilački klub KPA „Zadar“, sveučilišna prvostupnica podvodnih znanosti i tehnologija;
10. Renata Čizmin, udruga Društvo pedagoga tehničke kulture „Zadar“, diplomirana inženjerka prometa, učiteljica tehničke kulture;
11. Ana Marija Kovačević, udruga Društvo pedagoga tehničke kulture „Zadar“, diplomirana inženjerka prometa, učiteljica tehničke kulture;
12. Jasenka Čirjak, udruga Društvo pedagoga tehničke kulture „Zadar“, učiteljica tehničke kulture;
13. Jelena Budanović, udruga Društvo pedagoga tehničke kulture „Zadar“, magistra inženjerka prometa;
14. Petra Magaš Faričić, ZTK ZŽ, voditeljica projekta „Kreativna škola STEM-a“, magistra sociologije, magistra etnologije i antropologije.

PRIRUČNICI

1. SUVREMENE 3D TEHNOLOGIJE ISPISA / NAČELA 3D OBLIKOVANJA
2. ODRŽIVI RAZVOJ, ZELENA TRANZICIJA I ENERGETSKA UČINKOVITOST STEM-A
3. MJERENJE KLIMATSKIH PROMJENA
4. STEM I PRISTUP STEM PODRUČJU

PREDAVAČI:

IGOR NJEGOVAN, moderator, predavač

Kada je računalno programiranje bilo potpuna novost u srednjim školama, završio je MIOC u Zagrebu i već tada počeo prenositi svoje znanje i vještine mlađima sudjelujući u osnivanju prvog kluba informatičara u tadašnjoj državi, Klub informatičara "Sabirnica".

Tijekom studija na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Pučkom otvorenom učilištu u Zagrebu vodi programe Male škole informatike i Ljetnih informatičkih škola za učenike od 5. razreda osnovne škole do srednjoškolaca. Vodeći je auditor i konzultant za sustave upravljanja: kvalitetom, okolišem, informacijskom sigurnošću, zdravljem i sigurnošću pri radu te energetskom učinkovitošću, prema međunarodnim normama ISO 9001, 14001, 27001, 45001 i 50001. Business developer za razvojne projekte, od kulture do poljoprivrede, u kojima težište baca na održivi razvoj. Energetski stručnjak koji energetiku doživljava kao multidisciplinarni sektor te promotor energetske učinkovitosti kao najvećeg izvora energije.

Prof. dr. sc. **DUMANČIĆ MARIO**, moderator, predavač

Prodekan za poslovanje i razvoj, Učiteljski fakultet u Zagrebu, Katedra za informacijske znanosti. Doktorirao je 2008. godine na Filozofskom fakultetu u Zagrebu, pri Odsjeku za informacijske znanosti. Od 1998. godine zaposlen je na mjestu inspektora za informatiku u Financijskoj policiji. Od 2001. vanjski suradnik je na Učiteljskoj akademiji, a 2002. prelazi na mjesto voditelja Informatičke službe. Na Učiteljskom je fakultetu nositelj i izvoditelj informatičkih kolegija Metodika informatike i Programiranje elektroničkih nastavnih materijala. Izlagao je na 40-ak znanstvenih konferencija.

Samostalno i u suautorstvu objavio je više od 50 radova. Sudjelovao je u projektima: Internet u obrazovanju i multimedijaska didaktika, Nove obrazovne tehnologije i cjeloživotno obrazovanje, Analitički model praćenja novih obrazovnih tehnologija u cjeloživotnom učenju, TEMPUS projekt Učenje za Europu, Nastava i škola za Net-Generacije. Obnašao je dužnost pročelnika Odsjeka za izobrazbu odgojitelja. Godine 2003. uspostavio je online sustav e-učenja „2co2“ koji kontinuirano usavršava. Inicirao je 2015. pokretanje studentske konferencije STUDIKON, konferencije znanosti i umjetnosti. Glavni je urednik Zbornika studentskih radova Studikon.

LOVRO VALČIĆ, moderator, predavač

Osnivač i direktor razvojno-istraživačkog instituta „Bruncin“ koji u suradnji s partnerima iz Europe, Sjeverne Amerike i Azije sudjeluje u istraživanjima polarnih krajeva. Pored istraživačkog rada, tvrtka „Bruncin“ bavi se razvojem i proizvodnjom mjernih sustava i senzora koji se koriste za autonomno mjerenje i praćenje atmosfere, snijega, leda i oceana u polarnim krajevima. Studij računalnih znanosti završio je na sveučilištu u Fairbanksu na Aljasci, gdje se nalazi znanstveni centar za istraživanje polarnih krajeva, klime i oceana. S Institutom u Škotskoj bavi se oceanografijom i istražuje polarne krajeve te je prisutan na Arktiku i Antarktiku.

SUVREMENE 3D TEHNOLOGIJE ISPISA

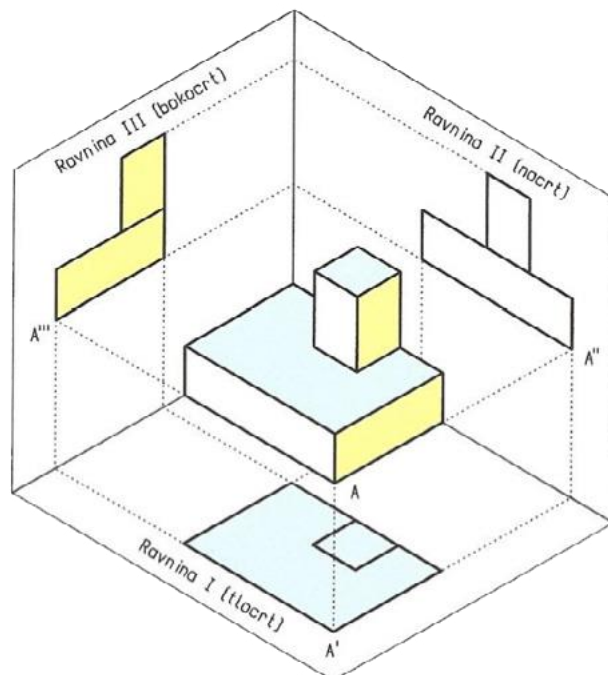
NAČELA 3D OBLIKOVANJA



Igor Njegovan

PROSTORNI PRIKAZ

- » Stvaranje prostornog prikaza tijela koja smo prikazivali pomoću tri ortogonalne (okomite) projekcije stvarajući prikaze: NACRT, TLOCRT i BOKOCRT
- » Ortogonalne projekcije nacrtane na papiru prikazivane su u dvije dimenzije (osi) – 2D
- » Prostorni prikaz – ispis na papiru ili prikaz na zaslonu, ali i dalje je to prikaz u 2D
- » Ispis pomoću 3D ispisa – jedini prikaz u prostoru.



3D ISPIS

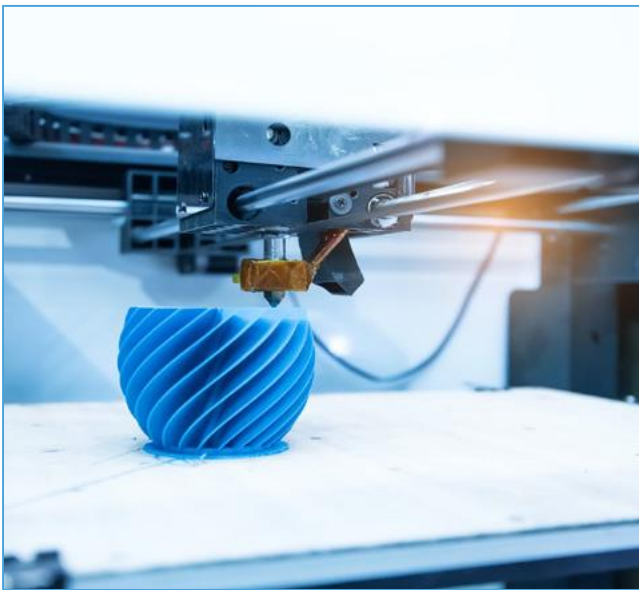
- » 3D ispis je aditivna proizvodnja, odnosno niz procesa u kojima se materijal taloži, spaja ili skrućuje pod kontrolom računala kako bi se stvorio trodimenzionalni objekt.
- » Osnovni način rada je plošni ispis slojeva (presjeka) s materijalom (kao što su plastika, tekućine, zrna praha pa čak i čokolada koji se spajaju) debljine 1-2 mm.
- » Konstrukcija trodimenzionalnog objekta je iz CAD (Computer Aided Design) modela ili digitalnog 3D modela.

RAZVOJ 3D ISPISA

- » Osamdesetih godina 20. stoljeća smatralo se da su tehnike 3D ispisa prikladne samo za izradu funkcionalnih ili estetskih prototipova, a prikladniji izraz za to je u to vrijeme bio brza izrada prototipa.
- » Od 2019. preciznost, ponovljivost i raspon materijala 3D ispisa porasli su do te mjere da se neki procesi 3D ispisa smatraju održivim kao tehnologija industrijske proizvodnje, pri čemu se pojam aditivna proizvodnja može koristiti kao sinonim za 3D ispis.
- » Jedna od ključnih prednosti 3D ispisa je mogućnost proizvodnje vrlo složenih oblika ili geometrija koje bi inače bilo nemoguće izraditi ručno, uključujući šuplje dijelove ili dijelove s unutarnjim rešetkastim strukturama za smanjenje težine.
- » Modeliranje fuzije taloženja (FDM), koje koristi kontinuiranu nit od termoplastičnog materijala, najčešći je proces 3D ispisa koji se koristi od 2020.

POJMOVI 3D ISPISA

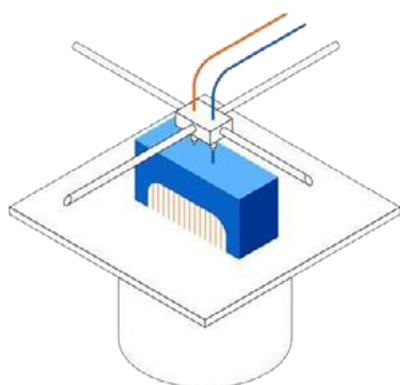
- » Krovni pojam **aditivna proizvodnja** (AM) stekao je popularnost 2000-ih, inspiriran temom materijala koji se pridodaje (na bilo koji od različitih načina).
- » Izraz 3D ispis se uglavnom odnosi samo na polimerne tehnologije, dok će se izraz AM koristiti češće u kontekstu obrade metala i proizvodnje dijelova za krajnju upotrebu nego među entuzijastima za polimer ili inkjet.
- » Nasuprot tome, pojam **subtraktivne proizvodnje** (SM) pojavio se kao suprotni pojam za veliku obitelj procesa strojne obrade s uklanjanjem materijala kao zajedničkim procesom.



Slika 1. Prikaz aditivne i subtraktivne proizvodnje

POVIJEST 3D ISPISA

- » Osnove koncepta 3D ispisa definirane 1945. godine
- » 1971. godine patentiran je stroj **Liquid metal recorder** koji daje načela ink-jet pisača kroz jednu sapnicu taloži tekući metal za brzi ispis prototipova
- » Početkom 80-tih u Nagoji proizvodi se prvi stroj za aditivnu proizvodnju koristeći polimerni materijal primjenjujući tehnologiju plotanja u XYZ osima.
- » 1993. godine na MIT-u napravljen je stroj s prilagođenom ink-jet glavom za dodavanje praškastog sloja proizvođača Soligen Technologies, dok je Solidscape, primijenio visoko precizni sustav za proizvodnju polimernog mlaza s topljivim potpornim strukturama (kategoriziran kao tehnika "točka na točka").

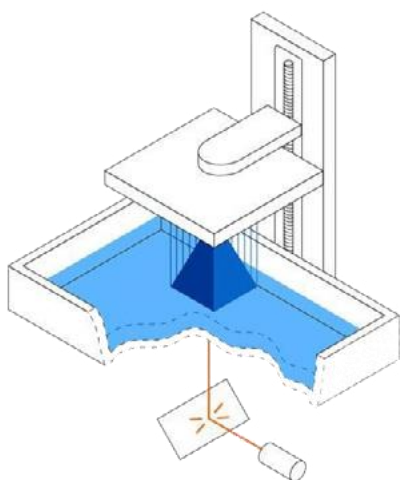


FDM (Fused Deposition Modeling)

Modeliranje fuzije taloženja

- » Topi i ekstrudira termoplastični uložak
- » Najniži troškovi nabave i materijala
- » Najniža rezolucija i točnost

Najbolje za: Osnovni modeli za dokaz koncepta i jednostavna izrada prototipa

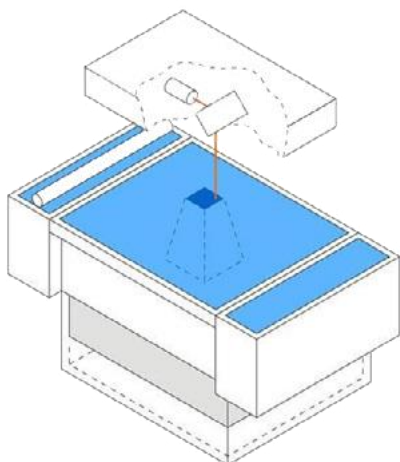


SLA (Stereolithography)

Stereolitografija

- » Laser stvrdnjava fotopolimernu smolu
- » Vrlo raznolik izbor materijala
- » Najveća rezolucija i točnost, fini detalji

Najbolje za: Funkcionalni prototip, patenti, kalupi i alati



SLS (Selective Laser Sintering)

Selektivno lasersko okrupnjavanje

- » Laser spaja polimerni prah
- » Niska cijena po dijelu, visoka produktivnost i bez potpornih struktura
- » Izvrsna mehanička svojstva koja podsjećaju na brizgane dijelove

Najbolje za: Funkcionalna izrada prototipa i proizvodnja za krajnju uporabu

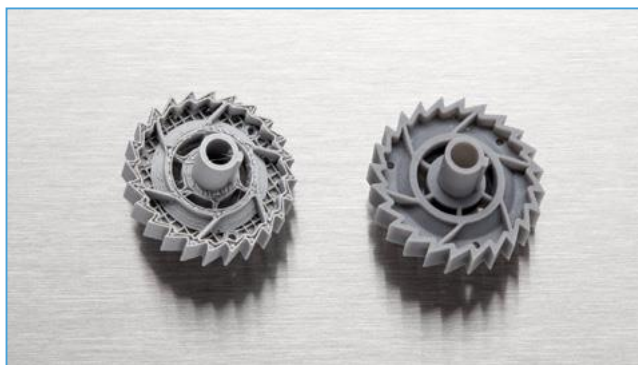
FDM – MODELIRANJE FUZIJE TALOŽENJA

- » Modeliranje fuzije taloženja (FDM), najrasprostranjeniji je oblik 3D ispisa na razini potrošača, potaknut pojavom hobističkih 3D pisača. FDM 3D pisači grade dijelove otapanjem i ekstrudiranjem termoplastičnog uložka, koji mlaznica pisača taloži sloj po sloj u području izrade.
- » FDM radi s nizom standardnih termoplasta, kao što su ABS, PLA i njihove različite mješavine. Tehnika je dobro prikladna za osnovne modele s dokazom koncepta, kao i za brzu i jeftinu izradu prototipa jednostavnih dijelova, kao što su dijelovi koji se obično mogu strojno obrađivati.
- » FDM dijelovi obično imaju vidljive linije sloja i mogu pokazati netočnosti oko složenih značajki. Ovaj primjer je ispisan na industrijskom FDM 3D pisaču.



Slika 2. Prikaz slojevitosti ispisa pomoću FDM

- » FDM ima najnižu razlučivost i točnost u usporedbi sa SLA ili SLS i nije najbolja opcija za ispis složenih dizajna ili dijelova sa zamršenim značajkama. Završne obrade više kvalitete mogu se dobiti kemijskim i mehaničkim procesima poliranja. Industrijski FDM 3D pisači koriste topive nosače za ublažavanje nekih od ovih problema i nude širi raspon inženjerskih termoplasta, ali imaju i visoku cijenu.



Slika 3. Usporedba ispisa stereolitografije (SLA) i fuzije taloženja (FDM)

SLA – STEREOLOGRAFIJA

- » Stereolitografija je bila prva tehnologija 3D ispisa, izumljena 1980-ih i još uvijek je jedna od najpopularnijih tehnologija za profesionalce. 3D pisaci sa SLA smolom koriste laser za stvrdnjavanje tekuće smole u otvrdnutu plastiku u procesu koji se naziva fotopolimerizacija.
- » SLA dijelovi imaju najveću rezoluciju i točnost, najjasnije detalje i najglatkiju površinsku završnu obradu od svih tehnologija plastičnog 3D ispisa, ali glavna prednost SLA leži u njegovoj svestranosti. Proizvođači materijala stvorili su inovativne formulacije SLA fotopolimerne smole sa širokim rasponom optičkih, mehaničkih i toplinskih svojstava koja odgovaraju onima standardnih, inženjerskih i industrijskih termoplasta.
- » SLA je izvrsna opcija za vrlo detaljne prototipove koji zahtijevaju uske tolerancije i glatke površine, kao što su kalupi, uzorci i funkcionalni dijelovi. SLA se široko koristi u nizu industrija, od inženjeringa i dizajna proizvoda do proizvodnje, stomatologije, nakita, izrade modela i obrazovanja.



SLS – SELEKTIVNO LASERSKO OKRUPNJAVANJE

- » Selektivno lasersko okrupnjavanje (sinteriranje) najčešća je aditivna proizvodna tehnologija za industrijske primjene, kojoj vjeruju inženjeri i proizvođači u različitim industrijama zbog njezine sposobnosti proizvodnje jakih, funkcionalnih dijelova.
- » SLS 3D pisari koriste laser velike snage za spajanje malih čestica polimernog praha. Nerastopljeni prah podupire dio tijekom tiska i eliminira potrebu za namjenskim potpornim strukturama. To čini SLS idealnim za složene geometrije, uključujući unutarnje značajke, podreze i tanke stijenke. Dijelovi proizvedeni SLS tiskom imaju izvrsne mehaničke karakteristike, sa čvrstoćom koja nalikuje onoj brizganih dijelova.
- » Najčešći materijal za selektivno lasersko sinteriranje je najlon, popularni inženjerski termoplast s izvrsnim mehaničkim svojstvima. Najlon je lagan, jak i fleksibilan, kao i stabilan na udarce, kemikalije, toplinu, UV svjetlo, vodu i prljavštinu.
- » Kombinacija niske cijene po dijelu, visoke produktivnosti i uvriježenih materijala čine SLS popularnim izborom među inženjerima za funkcionalnu izradu prototipa i isplativom alternativom injekcijskom prešanju za ograničenu proizvodnju.

VIDEO

SLS

SELEKTIVNO LASERSKO OKRUPNJAVANJE

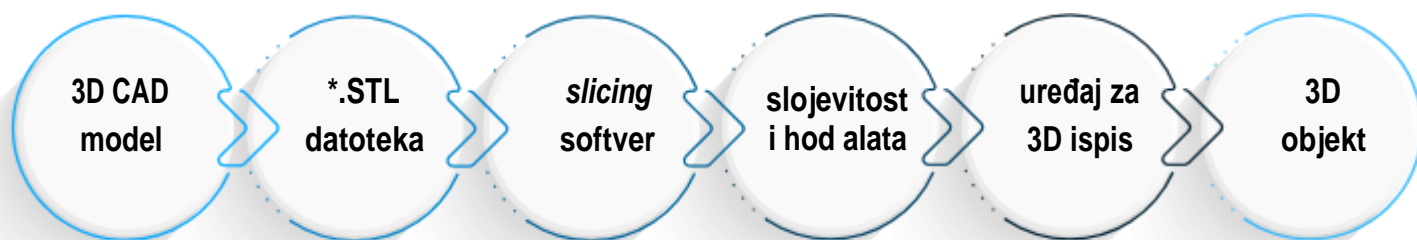
USPOREDBA TEHNOLOGIJA 3D ISPISA

	FDM	SLA	SLS
RAZLUČIVOST	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
TOČNOST	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
POVRŠINSKA FINOĆA	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
PROPUSNOST	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
KOMPLEKSNOST OBLIKA	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
JEDNOSTAVNOST PRIMJENE	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
 <ul style="list-style-type: none"> » Jeftini potrošački strojevi i materijali » Brzo i jednostavno za jednostavne, male dijelove 		<ul style="list-style-type: none"> » Velika vrijednost i visoka točnost » Završna obrada glatke površine » Velike brzine ispisa » Raspon funkcionalnih aplikacija 	<ul style="list-style-type: none"> » Jaki funkcionalni dijelovi » Sloboda dizajna » Nema potrebe za potpornim strukturama
			
PRIMJENA	<ul style="list-style-type: none"> » Niska točnost » Niska detaljnost » Ograničena kompatibilnost dizajna 	<ul style="list-style-type: none"> » Osjetljiva na dugotrajno izlaganje UV svjetlu 	<ul style="list-style-type: none"> » Grublja obrada površine » Ograničene mogućnosti materijala
	<ul style="list-style-type: none"> » Brza izrada prototipa niske cijene » Osnovni modeli dokazivanja koncepta 	<ul style="list-style-type: none"> » Funkcionalna izrada prototipa » Uzorci, kalupi i alati » Stomatološke aplikacije » Izrada prototipa i lijevanje nakita » Pravljenje modela 	<ul style="list-style-type: none"> » Funkcionalna izrada prototipa » Kratkoročna, prenosna ili proizvodnja po narudžbi
VOLUMEN ISPISA	<ul style="list-style-type: none"> » Do 300 x 300 x 600 mm (stolni i 3D pisači na postolju) 	<ul style="list-style-type: none"> » Do 300 x 335 x 200 mm (stolni i 3D pisači na postolju) 	<ul style="list-style-type: none"> » Do 165 x 165 x 300 mm (industrijski 3D pisači na postolju)
MATERIJALI	<ul style="list-style-type: none"> » Standardni termoplasti, kao ABS, PLA i njihove različite mješavine 	<ul style="list-style-type: none"> » Vrste smola (termoreaktivne plastike). Standardni, inženjerski (ABS-a, PP-a, fleksibilni, otporni na toplinu), lijevani, dentalni i medicinski (biokompatibilni) 	<ul style="list-style-type: none"> » Inženjerski termoplasti. Najlon 11, Najlon 12 i njihovi kompoziti
OSPOSOBLJAVANJE	<ul style="list-style-type: none"> » Manja obuka o postavljanju konstrukcije, radu strojeva i završnoj obradi; umjerena obuka za održavanje 	<ul style="list-style-type: none"> » Plug&Play. Manja obuka o postavljanju, održavanju, radu stroja i završnoj obradi 	<ul style="list-style-type: none"> » Umjerena obuka za postavljanje, održavanje, rad sa strojem i završnu obradu
PRATEĆA OPREMA	<ul style="list-style-type: none"> » Klimatizirano okruženje ili po mogućnosti prilagođena ventilacija za stolne strojeve 	<ul style="list-style-type: none"> » Stolni strojevi prikladni su za uredsko okruženje 	<ul style="list-style-type: none"> » Radioničko okruženje s umjerenim prostornim zahtjevima za stolne sustave
NABAVA OPREME	<ul style="list-style-type: none"> » Povoljni pisači i kompleti za samo-montažu počinju od nekoliko stotina €. Stolni pisači srednjeg ranga počinju oko 2.000 a industrijski sustavi od 15.000 € 	<ul style="list-style-type: none"> » Profesionalni stolni pisači počinju od 3.500 €, stolni pisači velikog formata od 11.000 €, a industrijski strojevi velikih razmjera dostupni su od 80.000 € 	<ul style="list-style-type: none"> » 100 €/kg za najlon. SLS ne zahtijeva potpore strukture, a nerastopljeni prah može se ponovno upotrijebiti, što smanjuje materijalne troškove

NAČELA 3D OBLIKOVANJA

- » Modeli za 3D ispis mogu se izraditi pomoću aplikacije računalno potpomognutog dizajna (CAD), putem 3D skenera ili običnog digitalnog fotoaparata i softvera za fotogrametriju.
- » 3D modeli izrađeni s CAD-om rezultiraju relativno manjim brojem pogrešaka od ostalih metoda. Pogreške u modelima za 3D ispis mogu se identificirati i ispraviti prije ispisa.
- » Proces ručnog modeliranja pripreme geometrijskih podataka za 3D računalnu grafiku sličan je plastičnim umjetnostima kao što je kiparstvo.
- » 3D skeniranje je proces prikupljanja digitalnih podataka o obliku i izgledu stvarnog objekta, na temelju kojeg se stvara digitalni model.
- » CAD modeli mogu se spremati u stereolitografskom formatu datoteke (STL), formatu CAD datoteke za aditivnu proizvodnju koji pohranjuje podatke na temelju **triangulacija površine** CAD modela.
- » STL nije prilagođen za aditivnu proizvodnju, jer generira velike veličine datoteka topološki optimiziranih dijelova i rešetkastih struktura zbog velikog broja uključenih površina.
- » Noviji CAD format datoteke, format Additive Manufacturing File (AMF) uveden je 2011. kako bi riješio ovaj problem. Pohranjuje informacije koristeći **triangulacije krivulje**.
- » Prije ispisa 3D modela iz STL datoteke, prvo se mora provjeriti ima li pogrešaka. Većina CAD aplikacija proizvodi pogreške u izlaznim STL datotekama kod:
 - rupa
 - samopresjecanja
 - hrapavih površina
 - problema s prevjesom
- » Korak u STL generaciji poznat kao “popravak” rješava takve probleme u izvornom modelu. Općenito, STL-ovi koji su proizvedeni iz modela dobivenog 3D skeniranjem često imaju više ovih pogrešaka, jer se 3D skeniranje često postiže prikupljanjem/mapiranjem od točke do točke.
- » Nakon dovršetka, STL datoteku treba obraditi softver koji se naziva “slicer”, koji pretvara model u niz tankih slojeva i proizvodi datoteku G-koda koja sadrži upute prilagođene određenoj vrsti 3D pisača (FDM pisači). Ova datoteka G-koda se zatim može ispisati pomoću klijentskog softvera za 3D ispis (koji učitava G-kod i koristi ga za upute 3D pisaču tijekom procesa 3D ispisa)
- » Razlučivost pisača opisuje debljinu sloja i X–Y razlučivost u točkama po inču (dpi) ili mikrometrima (μm). Tipična debljina sloja je oko $100\ \mu\text{m}$ (250 DPI), iako neki strojevi mogu ispisivati slojeve tanke i do $16\ \mu\text{m}$ (1.600 DPI).
- » X–Y razlučivost usporediva je s razlučivosti laserskih pisača. Čestice (3D točkice) su promjera oko $50\ \text{do}\ 100\ \mu\text{m}$ (510 do 250 DPI). Za tu rezoluciju pisača, specificiranjem razlučivosti mreže od $0,01\text{--}0,03\ \text{mm}$ i duljine akorda $\leq 0,016\ \text{mm}$ generira se optimalni STL. Izlazna datoteka za danu ulaznu datoteku modela. Određivanje veće rezolucije rezultira većim datotekama bez povećanja kvalitete ispisa.
- » Izgradnja modela suvremenim metodama može trajati od nekoliko sati do nekoliko dana, ovisno o korištenoj metodi te veličini i složenosti modela. Sustavi dodataka softveru obično mogu smanjiti ovo vrijeme na nekoliko sati, iako se ono uvelike razlikuje ovisno o vrsti stroja koji se koristi te veličini i broju modela koji se proizvode istovremeno.

PROCES 3D ISPISA



3D ISPIS VELIKIH DIMENZIJA



ODRŽIVI RAZVOJ, ZELENA TRANZICIJA I ENERGETSKA UČINKOVITOST STEM-a



Igor Njegovan

ODRŽIVI RAZVOJ

- » Ekonomski razvoj koji u potpunosti uzima u obzir djelovanje ekonomske aktivnosti na okoliš i osniva se na obnovljivim izvorima dobara.
- » Naziv je prva upotrijebila britanska političarka Barbara Ward 1969., a preporučan je i uveden u praksu na Konferenciji o okolišu i razvoju UN-a u Rio de Janeiru 1992.

TEMELJNE POSTAVKE ODRŽIVOG RAZVOJA

- » Povećanje dobrobiti mjeri se povećanjem kvalitete života pojedinca i sveukupnog stanovništva, a ne povećanjem količine proizvedenih ili utrošenih materijalnih dobara ili energije.
- » Neusklađenost interesa i usmjerenja različitih skupina i država o prvenstvima ciljeva razvoja, uzrokom je neujednačenosti razvojnih planova pojedinih zemalja, regija ili kontinenata.

ODRŽIVI RAZVOJ - JAMSTVO BUDUĆNOSTI

- » Manje razvijene zemlje smatraju planove održivoga razvoja ograničenjima koja im nameću razvijene i tehnološki moćne zemlje, koje su svoj razvoj u prošlosti postigle upravo intenzivnim iskorištavanjem okoliša i odlaganjem štetnog otpada.
- » Održivi razvoj ulazi kao načelo u strategije razvoja svih zemalja.
- » UN, preko Komisije za održivi razvoj (Commission for Sustainable Development – CSD) procjenjuje postignuti napredak u geografskim, ali i tematskim cjelinama te daje preporuke.

ODRŽIVOST vs. ODRŽIVI RAZVOJ

- » Iako su vrlo slični pojmovi, ne treba ih brkati.
- » Održivi razvoj je strategija.
- » Održivost je cilj koji traži održivi razvoj pa to nije strategija, već cilj.

CILJEVI ODRŽIVOG RAZVOJA

- » Glavni cilj: **poboljšanje kvalitete života ljudi i/u okoliša bez ugrožavanja egzistencije za buduće generacije.**
- » Moramo voditi računa da trenutačni model života premašuje sposobnost regeneracije planete. Trošimo previše energije, vode i drugih prirodnih resursa. Ne samo da se stvara otpad već i problematično njegovo podrijetlo.
- » Održivi razvoj ima za cilj postizanje ravnoteže u korištenju resursa tako da se u njima može uživati bez štete - ekološka ravnoteža u kojoj su vrste u skladu s okolišem.



Cilj 1. Iskorijeniti siromaštvo svuda i u svim oblicima

Cilj 2. Iskorijeniti glad, postići sigurnost hrane i poboljšanu ishranu te promovirati održivu poljoprivredu

Cilj 3. Zdravlje – Osigurati zdrav život i promovirati blagostanje za ljude svih generacija

Cilj 4. Osigurati uključivo i kvalitetno obrazovanje te promovirati mogućnosti cjeloživotnog učenja

Cilj 5. Postići rodnu ravnopravnost i osnažiti sve žene i djevojke

Cilj 6. Osigurati pristup pitkoj vodi za sve, održivo upravljati vodama te osigurati higijenske uvjete za sve

Cilj 7. Osigurati pristup pouzdanoj, održivoj i suvremenoj energiji po pristupačnim cijenama za sve

Cilj 8. Promovirati uključiv i održiv gospodarski rast, punu zaposlenost i dostojanstven rad za sve

Cilj 9. Izgraditi prilagodljivu infrastrukturu, promovirati uključivu i održivu industrijalizaciju i poticati inovativnost

Cilj 10. Smanjiti nejednakost unutar i između država

Cilj 11. Učiniti gradove i naselja uključivim, sigurnim, prilagodljivim i održivim

Cilj 12. Osigurati održive oblike potrošnje i proizvodnje

Cilj 13. Poduzeti hitne akcije u borbi protiv klimatskih promjena i njihovih posljedica

Cilj 14. Očuvati i održivo koristiti oceane, mora i morske resurse za održiv razvoj

Cilj 15. Zaštititi, uspostaviti i promovirati održivo korištenje kopnenih ekosustava, održivo upravljati šumama, suzbiti dezertifikaciju, zaustaviti degradaciju tla te spriječiti uništavanje biološke raznolikosti

Cilj 16. Promovirati miroljubiva i uključiva društva za održivi razvoj, osigurati pristup pravdi za sve i izgraditi učinkovite, odgovorne i uključive institucije na svim razinama

Cilj 17. Ojačati načine provedbe te učvrstiti globalno partnerstvo za održivi razvoj

PRIMJERI ODRŽIVOG RAZVOJA

- » Reciklaža anorganski otpad pretvara se u resurse koji se mogu ponovo koristiti i ponovo uključiti u životni ciklus proizvoda.
- » Biorazgradivi otpad može se ponovo koristiti za kompost u vrtu ili poljoprivredi.
- » Poboljšanje i povećanje proizvodnje energije iz obnovljivih izvora.
- » Kišnica se može koristiti, prikupljati i skladištiti za navodnjavanje.
- » Ekološka poljoprivreda može unaprijediti očuvanje resursa.
- » Ekoturizam, kako bi se izbjeglo onečišćenje okoliša koji se posjećuje.
- » Održiva mobilnost, kojom se izbjegava zagađenje u velikim gradovima.

ZABLUDE ODRŽIVOG RAZVOJA

- » Kada proizvodimo energiju iz obnovljivih izvora ne trebamo razmišljati o njezinoj potrošnji.
- » Ako recikliramo otpad ne trebamo voditi računa o njegovom smanjenju.
- » Ako se bavimo ekološkom poljoprivredom ne treba nas brinuti bacanje hrane.
- » Ako koristimo električno vozilo, ne trebamo voditi brigu o upotrebi vozila.

ZELENA TRANZICIJA

Klimatske promjene i uništavanje okoliša prijetnja su egzistenciji Europe i svijeta. Kako bi se riješili ti problemi, **Europski zeleni plan** će EU pretvoriti u moderno, resursno učinkovito i konkurentno gospodarstvo i zajamčiti da:

- » do 2050. godine nema neto emisija stakleničkih plinova;
- » gospodarski rast nije ovisan o uporabi resursa;
- » nijedna osoba ni regija nisu zanemarene.
- » [VIDEO - The European Green Deal](#)

ZELENA TRANZICIJA

ČISTI ZRAK, ČISTU
VODU, ZDRAVO TLO
I BIORAZNOLIKOST



RENOVIRANE,
ENERGETSKI
UČINKOVITE
ZGRADE

ZDRAVU I POVOLJNU
HRANU



VIŠE
JAVNOG PRIJEVOZA

ČISTU ENERGIJU I
VRHUNSKE TEHNOLOŠKE
INOVACIJE



DUGOTRAJNE PROIZVODE
KOJI SE MOGU POPRAVITI,
RECIKLIRATI I PONOVRNO
UPOTRIJEBITI

DUGOROČNO ODRŽIVA
RADNA MJESTA I
OSPOSOBLJAVANJE
ZA TRANZICIJU



GLOBALNO
KONKURENTNU I
OTPORNU INDUSTRIJU

KORISNA ENERGIJA

u pogodnom obliku za korištenje krajnjeg korisnika
TOPLINSKA, MEHANIČKA, KEMIJSKA, SVJETLOSNA

TRANSFORMIRANA ENERGIJA

pogodna za daljnju pretvorbu, prijenos ili korištenje
TOPLINSKA, MEHANIČKA, ELEKTRIČNA

ENERGETSKA TRANSFORMACIJA

PRIMARNA ENERGIJA

ugljen, sirova nafta, prirodni plin, nuklearna
goriva, sunčeva energija, energija vjetrova,
hidroenergija, geotermalna energija,
biomasa, bioplin, energija mora

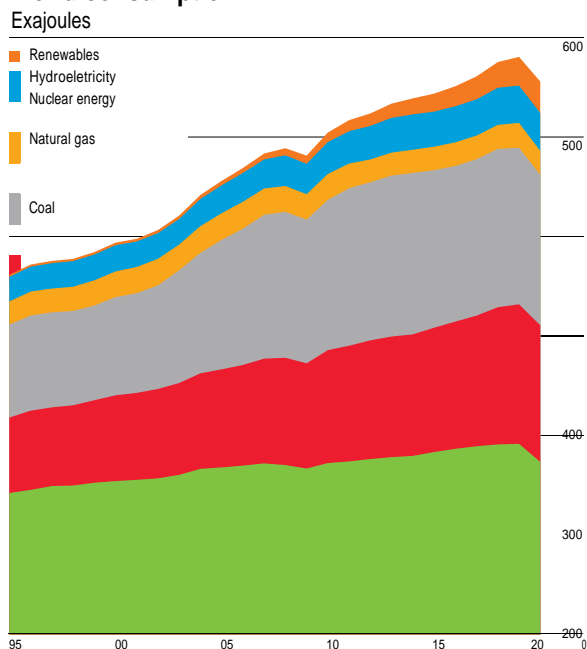
POTENCIJALNA, KINETIČKA,
KEMIJSKA, NUKLEARNA

IZVORI ENERGIJE

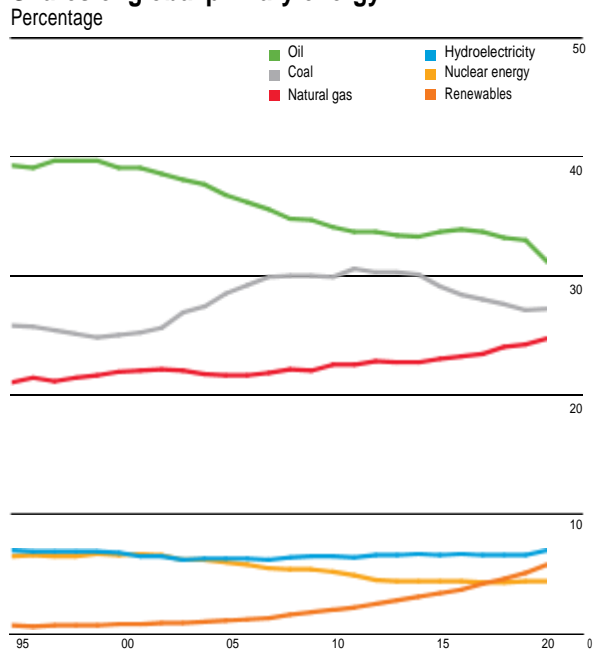
NEOBNOVLJIVI	OBNOVLJIVI
UGLJEN	HIDROENERGIJA
SIROVA NAFTA	ENERGIJA SUNCA
PRIRODNI PLIN	ENERGIJA VJETRA
NUKLEARNA ENERGIJA	GEOTERMALNA ENERGIJA
	ENERGIJA MORA
	BIOMASA
	BIOGORIVA

POTROŠNJA I UDJELI PRIMARNE ENERGIJE

World consumption

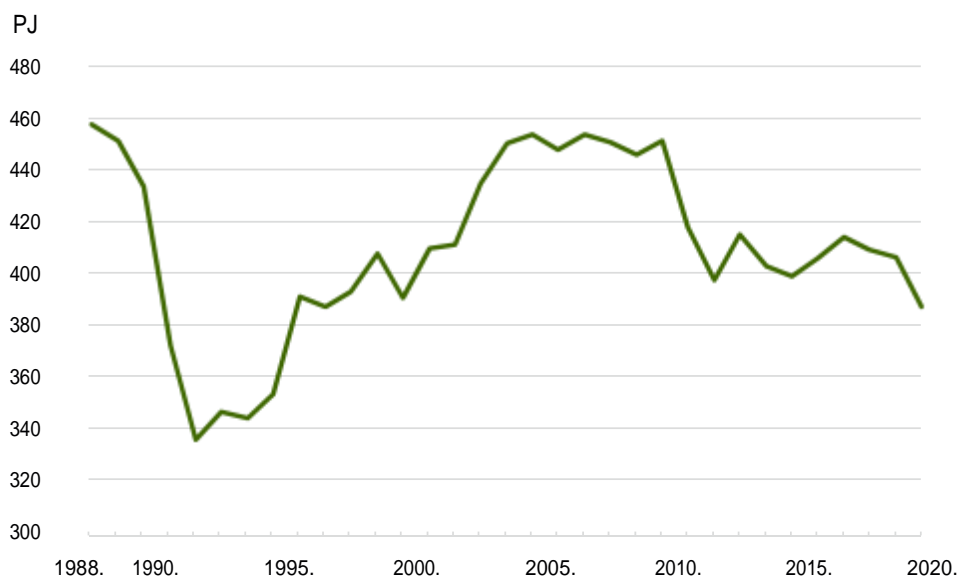


Shares of global primary energy



Slika 8. Globalna potrošnja energije u udjelima pojedinih izvora energije od 1995. do 2021. godine.

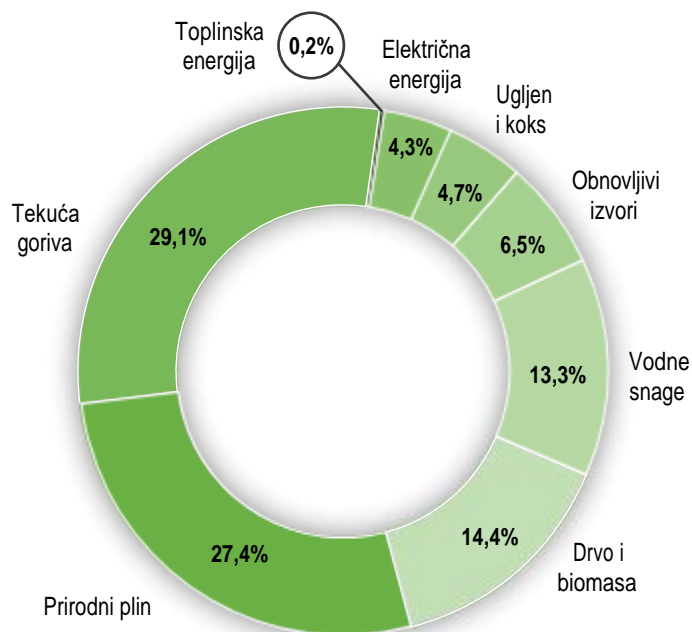
Ukupna potrošnja energije



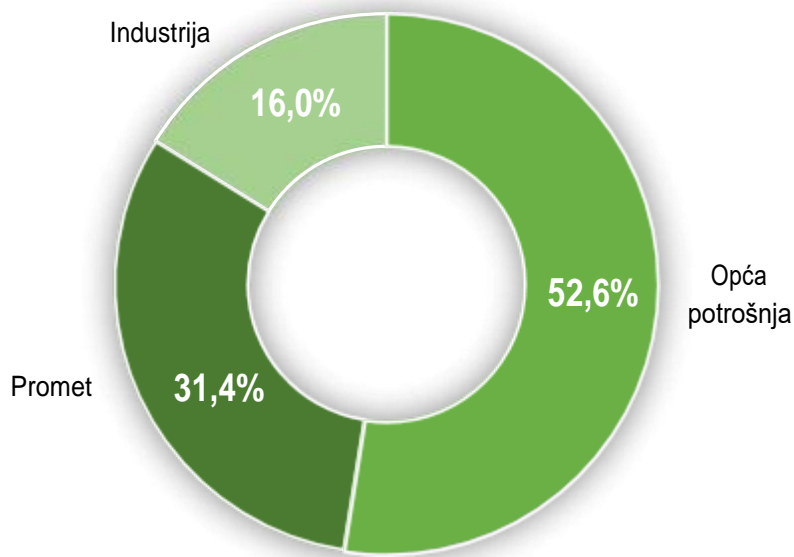
Slika 9. Ukupna potrošnja energije u Republici Hrvatskoj od 1988. do 2020. godine.

Godišnja potrošnja

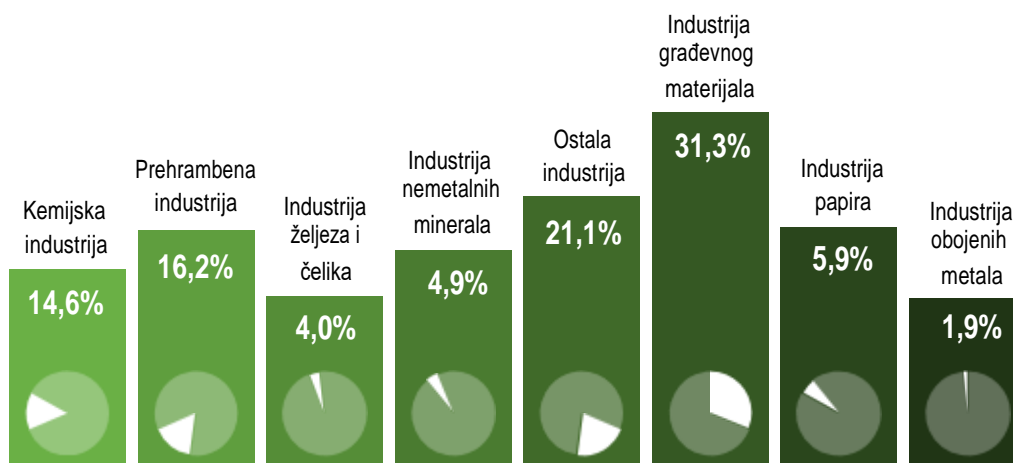
387,43 PJ
107,62 TWh



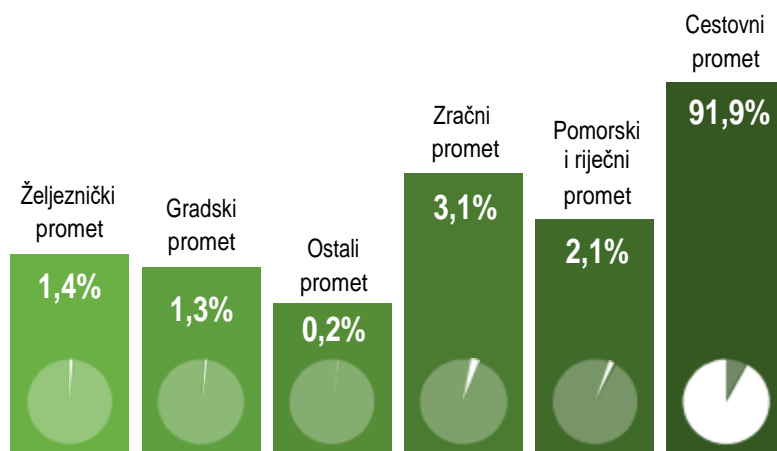
Slika 10. Udjeli pojedinih izvora energije u godišnjoj potrošnji 2020. godine



Slika 11. Raspodjela potrošnje primarne energije po sektorima u 2020. godini

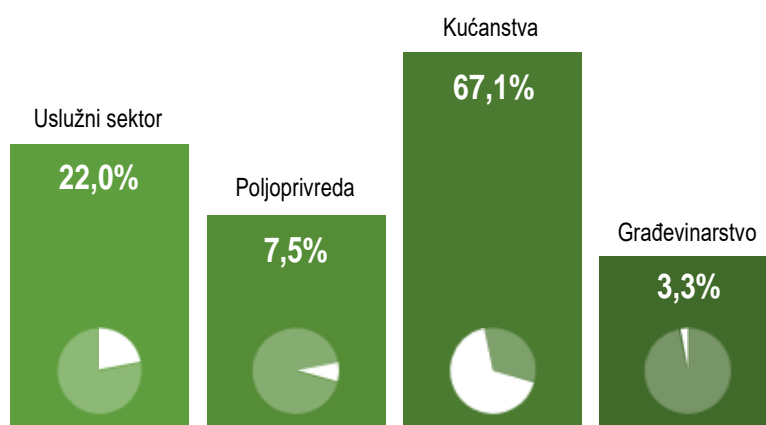


Slika 12. Industrija



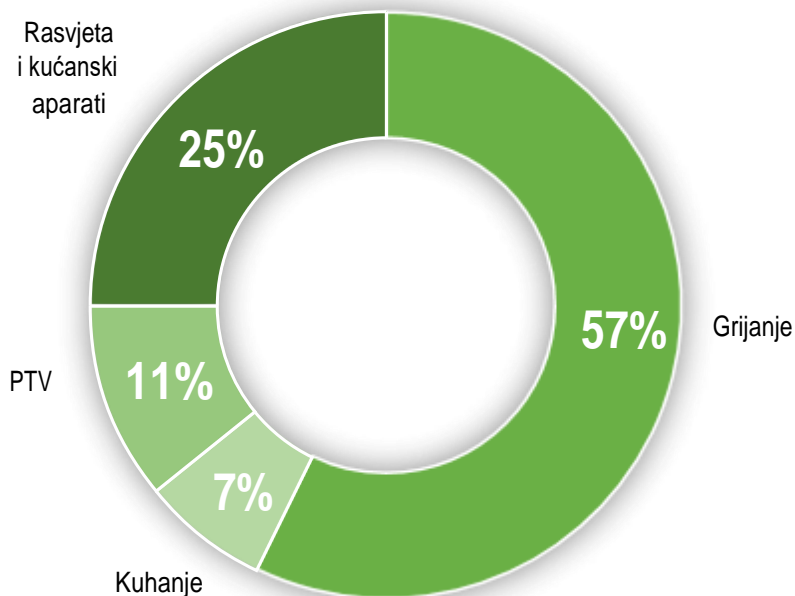
Slika 13. Promet

RASPODJELA POTROŠNJE PO SEKTORIMA - 2020. godina



Slika 14. Opća potrošnja

POTROŠNJA ENERGIJE U KUĆANSTVU



Slika 15. Udjeli potrošnje energije u kućanstvima prema namjeni u 2020. godini

ENERGETSKA UČINKOVITOST

- » Učinkovitost je odnos između ostvarenog i uloženog.
- » Najveći izvor energije
- » Najučinkovitije osiguranje sigurnosti opskrbe
- » Najisplativiji način smanjenja emisije stakleničkih plinova = Ekološka odgovornost
- » **Zakonska obveza**

POSTIZANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

Kako bi se postigla velika i dugoročna povećanja energetske učinkovitosti, potrebno je:

- » Procijeniti, upravljati i mjeriti upotrebu energije;
- » Bolje koristiti imovinu koja je značajan potrošač energije;
- » Prihvatiti najbolju praksu gospodarenja energijom.

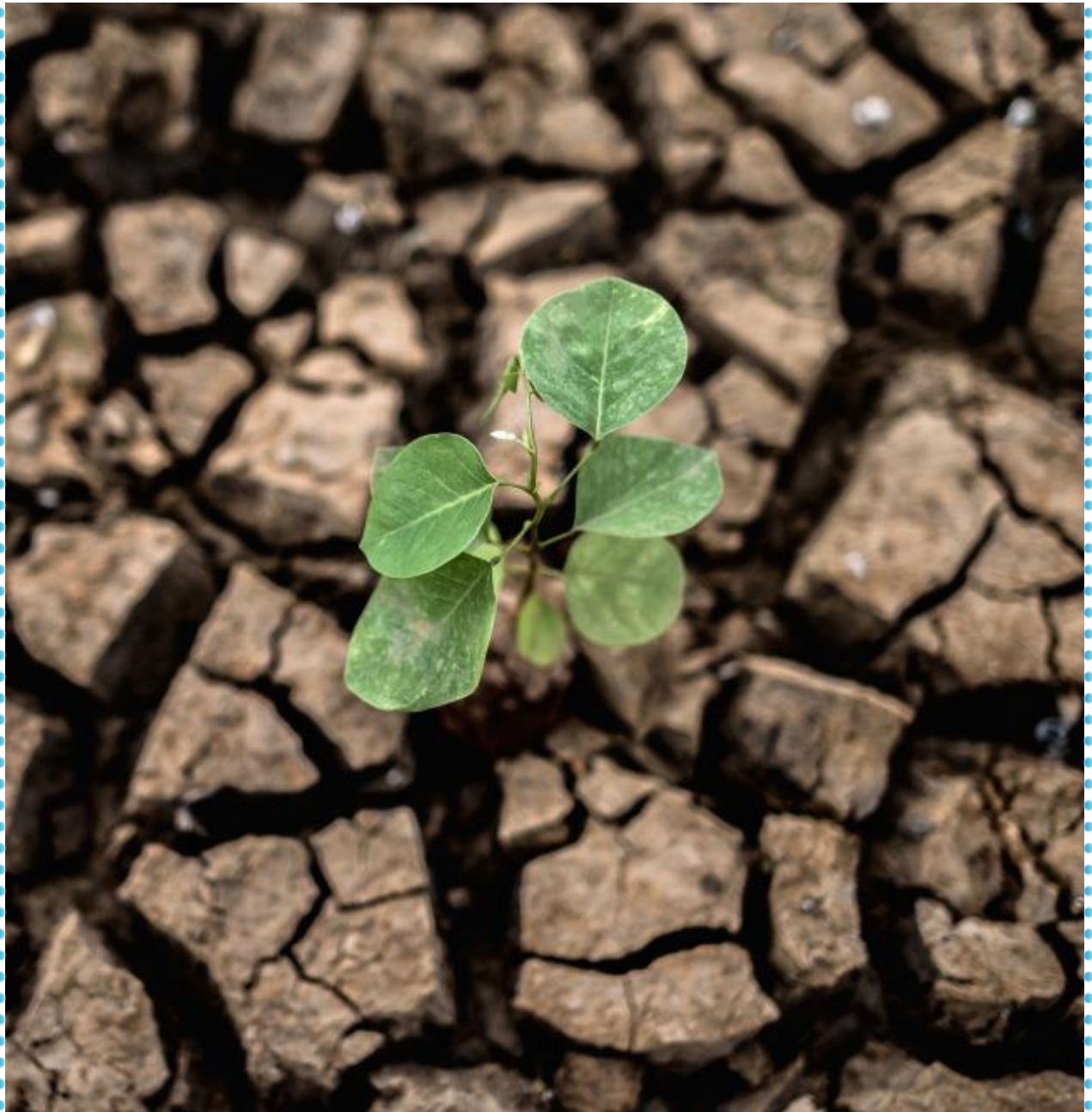
NORMIRANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI

- » Većina energetske učinkovitosti ostvaruje se promjenama kako se energijom gospodari, a ne uvođenjem novih tehnologija.
- » Norma za upravljanje gospodarenjem energijom predstavljat će okvir za integraciju energetske učinkovitosti u postojeće sustave za trajno poboljšavanje.
- » ISO 50001:2018

PRAĆENJE POTROŠNJE

- » Praćenje na temelji podataka mjerenja – objektivno
- » Prepoznavanje značajnih potrošača
- » Normiranje potrošnje prema ključnim parametrima – pokazatelj energetske performanse
- » Analiza na temelju potrošnje u referentnom razdoblju
- » Vrednovanje i detekcija odstupanja od planiranog
- » Prepoznavanje mjera / aktivnosti za poboljšanje i otklanjanje odstupanja
- » Određivanje ciljeva i smjernica

MJERENJE KLIMATSKIH PROMJENA



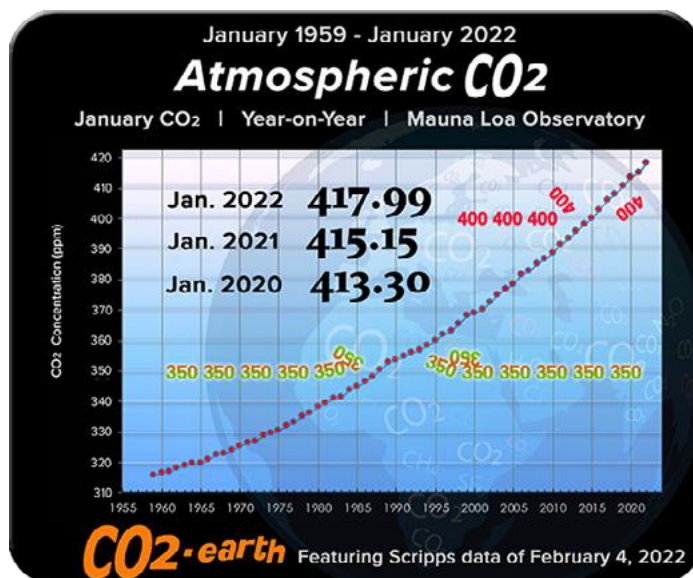
Lovro Valčić

ŠTO SE VEĆ PROMIJENILO?

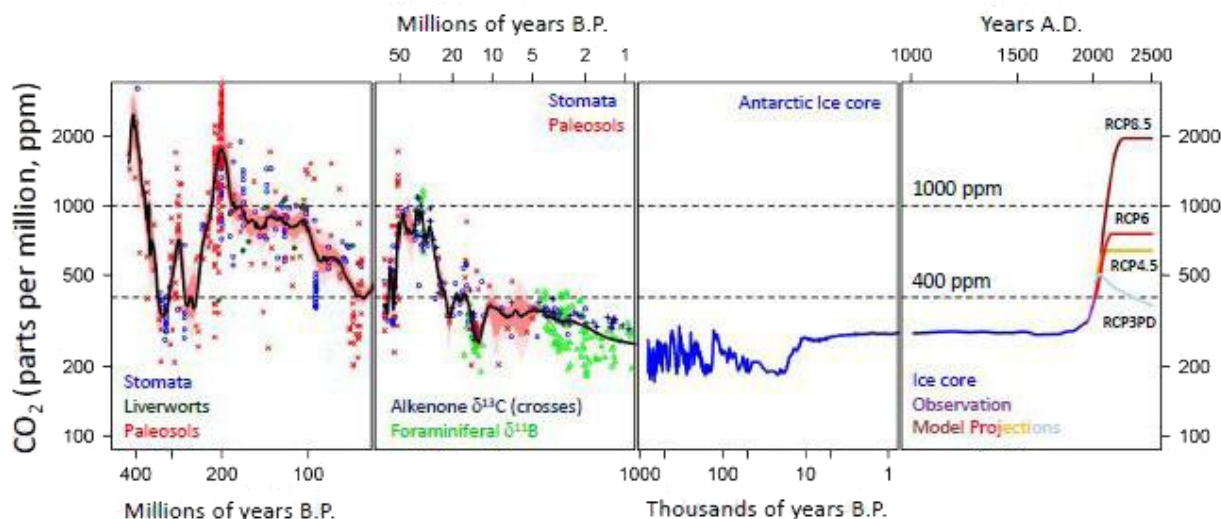
GLOBALNO

Jedan od glavnih pokazatelja klimatskih promjena je količina stakleničkog plina ugljičnog dioksida (CO₂) u atmosferi

Aktualni podatci se mogu naći na web stranici: <https://www.co2.earth>



Zadnji puta kad je u atmosferi bilo ovoliko puno CO₂, bilo je u dobu Pliocena prije 4 milijuna godina. Tada je prosječna globalna temperatura bila 3°C viša a razina mora između 10 - 20 m viša nego danas.

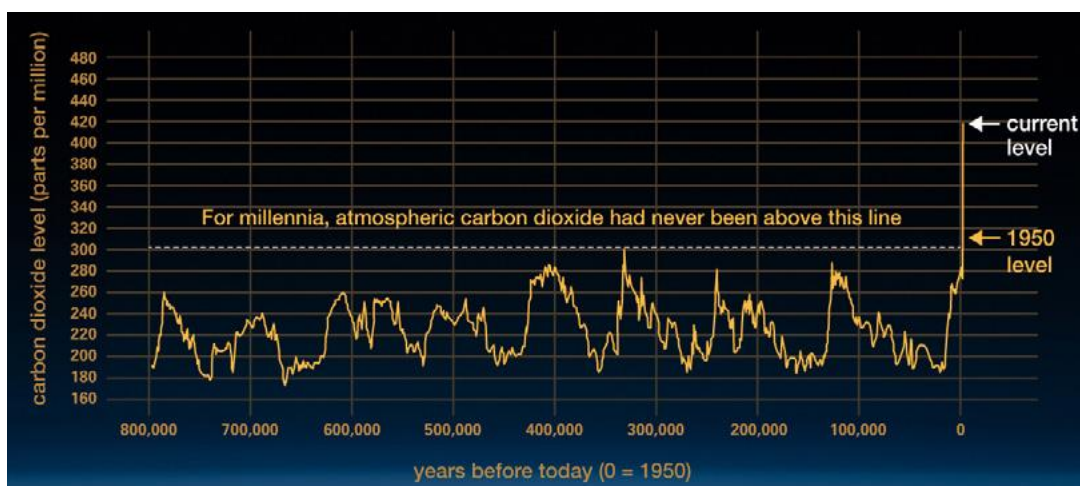


https://earth.org/data_visualization/a-brief-history-of-co2

ŠTO SE VEĆ PROMIJENILO?

Ako pogledamo razinu CO₂ u atmosferi kroz zadnjih 800 tisuća godina, ona je varirala između 180 i 280 ppm CO₂ kroz desetke tisuća godina

Brzina promjene je jako bitna – mi smo već dodali **dodatnih 100 ppm** u atmosferu u zadnjih 70 godina!



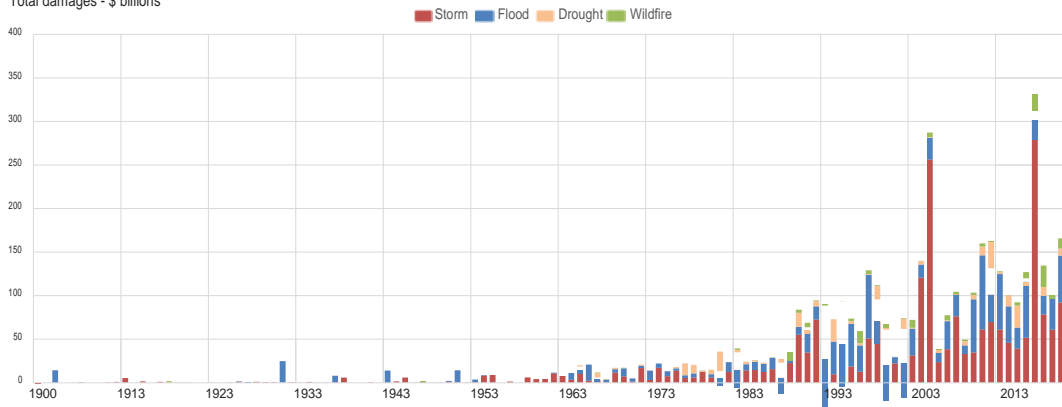
https://earth.org/data_visualization/a-brief-history-of-co2

Broj ekstremnih meteoroloških događaja je u porastu.

Ovo će primarno imati utjecaja na **povećanje troškova** kao posljedica elementarnih nepogoda, kojih će biti sve više, te na dostupnost pitke vode, servisne vode za agrikulturu i industriju te proizvodnju hrane. Ugrožena će biti i područja uz obalu mora i ušća rijeka, iako će se razina mora dizati sporije nego gore navedene promjene.

EMDAT Disaster Data

Total damages - \$ billions



<https://www.emdat.be/>

ŠTO SE VEĆ PROMIJENILO?

LOKALNO

Ljetna temperatura zraka već se povećala za 1 - 2 °C u Hrvatskoj.

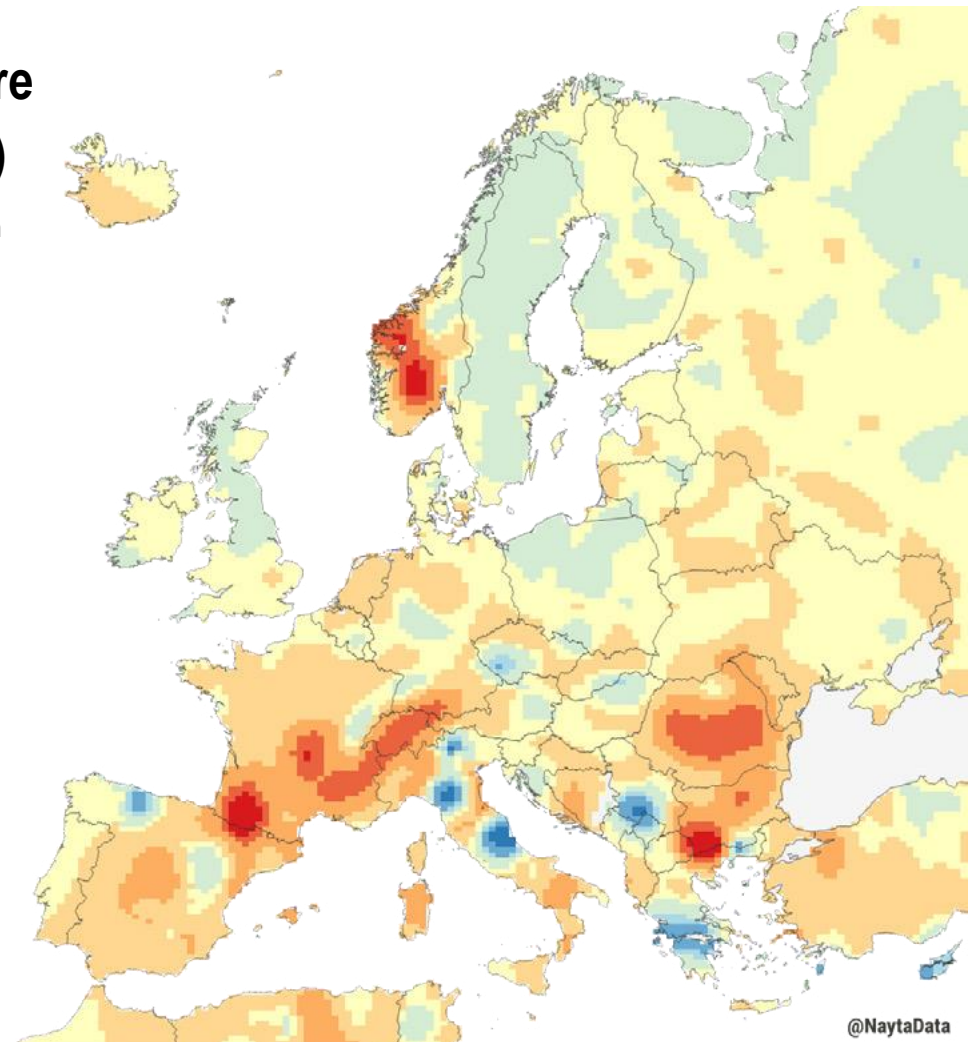
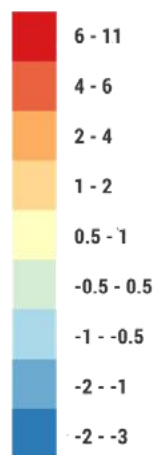
Atmosfera sadrži 7% više vlage za svaki Celzijev stupanj temperature. Više vlage u toplijem zraku znači razvijanje razornijih i učestalijih elementarnih nepogoda.

Ovaj trend će se nastaviti eksponencijalnim tokom.

Summer* temperature change in Europe (°C)

Difference between mean temperature in 1988-2017 vs 1948-1977

Source: NOAA/NCEP CPC (GHCN CAMS)



* June, July, August

@NaytaData

ŠTO SE VEĆ PROMIJENILO?

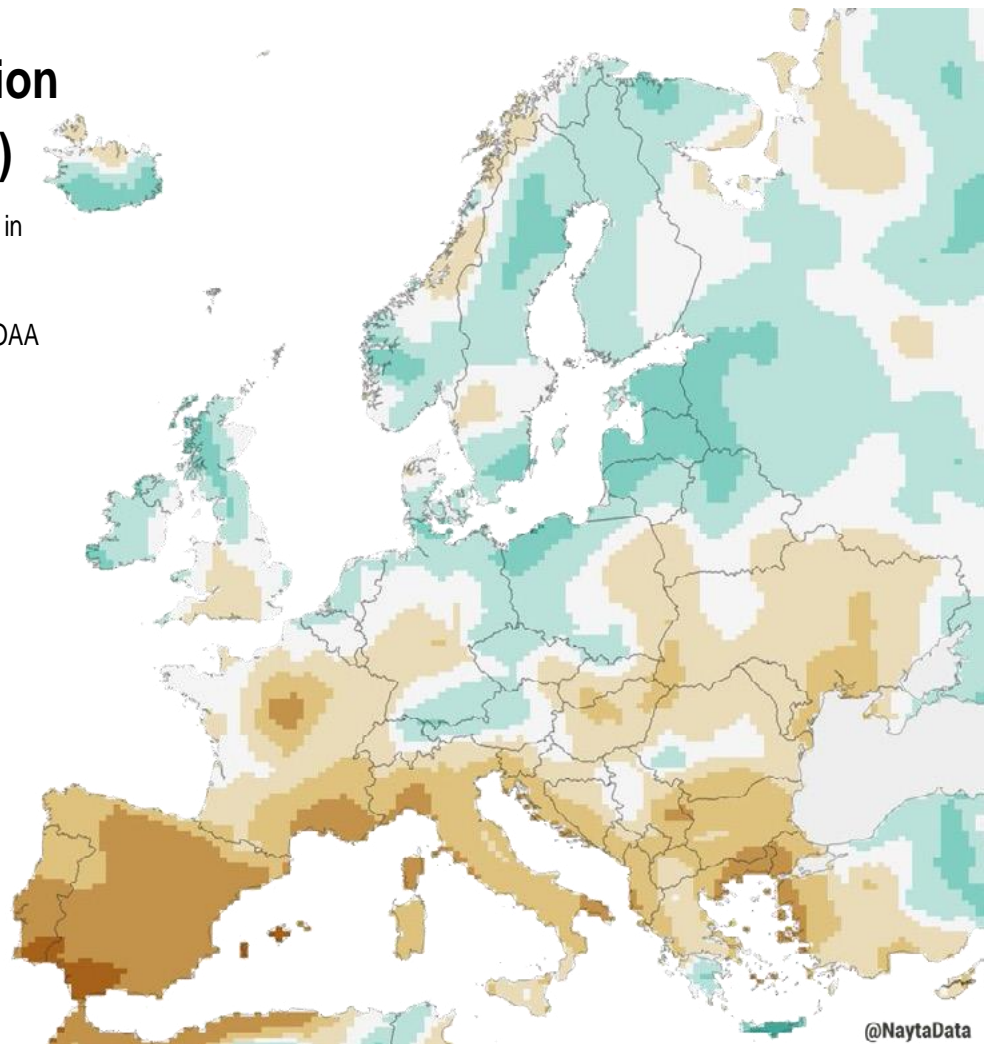
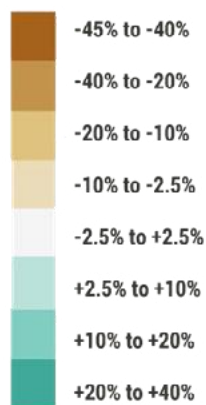
U Hrvatskoj, padaline su se već smanjile za 10 - 20% na kontinentu te 20 - 40% na otocima. Uz nedostatak pitke vode, u riziku su sve tradicionalne kulture poput maslina, krumpira, grožđa, te mali vrtovi koji prehranjuju obitelji koje žive tradicionalnim mediteranskim životom.

Ovaj trend će se nastaviti eksponencijalnim tokom.

Summer* precipitation change in Europe (%)

Difference between mean precipitation in 1988-2017 vs 1948-1977

Source: PRECL Precipitation data by NOAA



*June, July, August

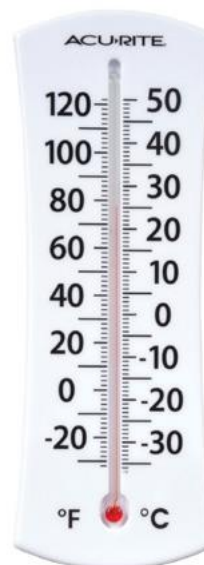
@NaytaData

ANALOGNI I DIGITALNI SENZORI

ANALOGNI

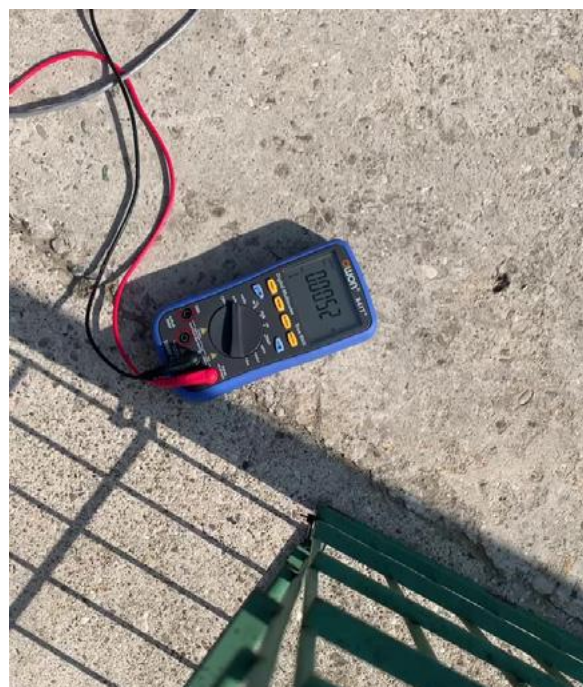
» Alkoholni termometar

- Mjeri i najmanju promjenu u temperaturi
- Mi okom očitamo tj. digitaliziramo podatak
- U procesu digitalizacije nastaje
 - Osjetljivost
 - Rezolucija
 - Varijacija / greška



» Primjer

- Short-wave solar radiation
- Izlazni signal u Voltima
- Treba očitati na računalu
 - A/D konverter sklop
 - Rezolucija u bitovima
 - npr. 10-bitna = $2^{10} = 1024$ koraka [0 – 1023]



ANALOGNI I DIGITALNI

DIGITALNI

- » Spremni za spajanje na računalo
 - Serijski
 - RS-232
 - USB
 - I2C
 - SPI
- » Treba imati ili napisati driver tj. software
- » Očitavanja se spremaju u ASCII ili Binarnu datoteku ili bazu podataka
 - Uz podatke treba zapisati i datum i sat
 - Na samostalnim sustavima, datum i sat ponekad treba ručno postaviti!

VAŠI SENZORI

Ovi senzori kupljeni su za rad na radionicama koje ćete organizirati s vašim polaznicima. S očitanjima temperature, vlage i kvalitete zraka te temperature tla, možete kvalitetno pratiti procese promjena na dnevnoj, sezonskoj ili godišnjoj razini.

NAZIV SENZORA	OPIS		PROTOKOL	SAMPLING	RANGE	LIBRARY	OUTPUT
DHT11	senzor temperature i vlage zraka		1-Wire	1Hz sampling rate	temp 0-50 humidity 20-80%	library exist	float temp float humidity
MQ135	senzor plinova kvalitete zraka	air quality control equipment for buildings/ offices, is suitable for detecting of NH3, NOx, alcohol, benzene, smoke, CO2	analog	0-1023		library not needed	8bit integrer
DS18B20	vodootporni senzor temperature (temperature vode/tla)		1-Wire	resolution is user selectable from 9 to 12 bits	measures temperatures from -55°C to +125°C	library exists	float temperature

BINARNI PODATCI

» Binarni podatci nisu za nas

- Svaki podatak je zapisan u binarnom obliku (nule i jedinice)
- Različiti formati zapisa
 - Brojevi bez decimalne točke: Integer (2 bytes)
 - Brojevi sa decimalnom točkom: Float (4 bytes)
 - Slova: Character (1 byte)
- Podatci su naslonjeni jedni na druge i odvajaju se kako su se i zapisali
 - Koristi se broj Byte-ova



VJEŽBA - TEXT EDITOR

» NOTEPAD++

- Napravi ASCII text fajlu
- Provjeriti joj veličinu
- Dodaj zareze između slova
- Učitaj ju u Excel



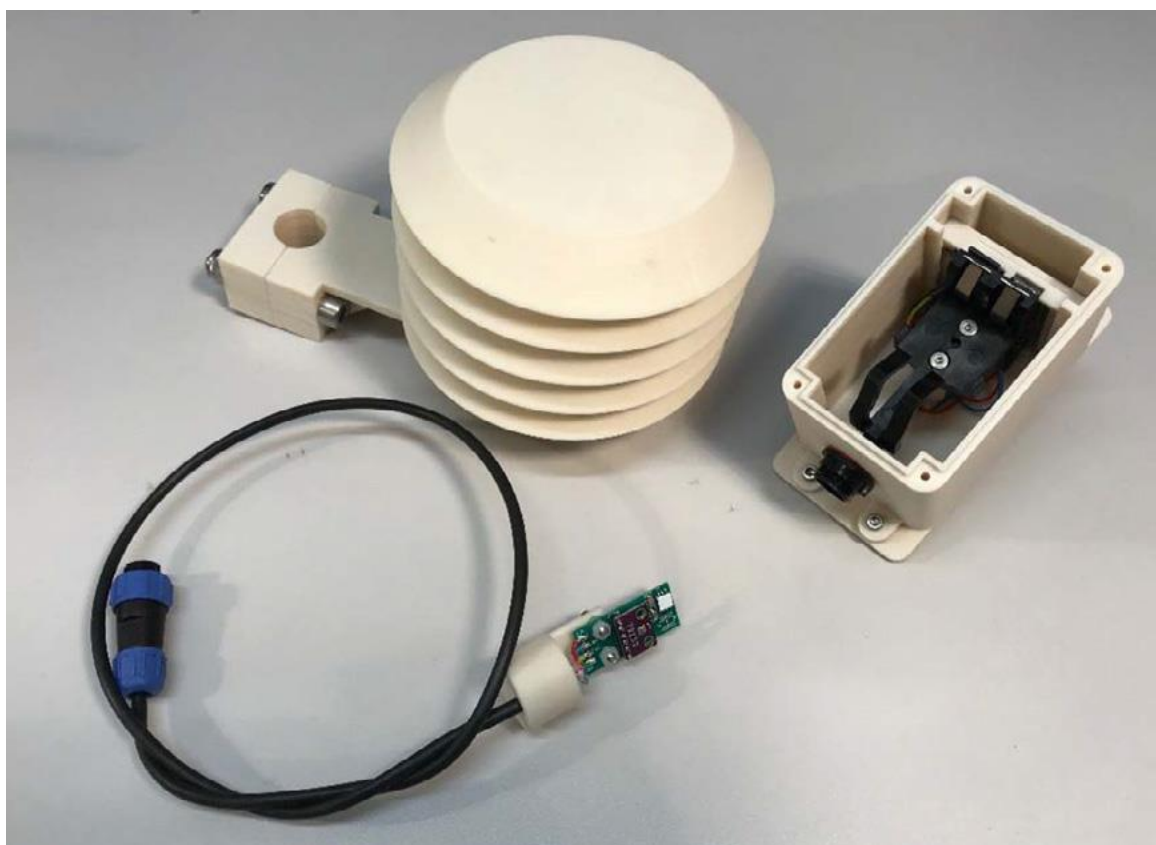
» EXCEL

- Brzinski uvod
- Copy / Paste iz ASCII datoteke
 - workshop_test_data.txt
- Horizontalno i vertikalno selektiranje
- Data > Text to Columns
- Uređenje tablice
- Graf



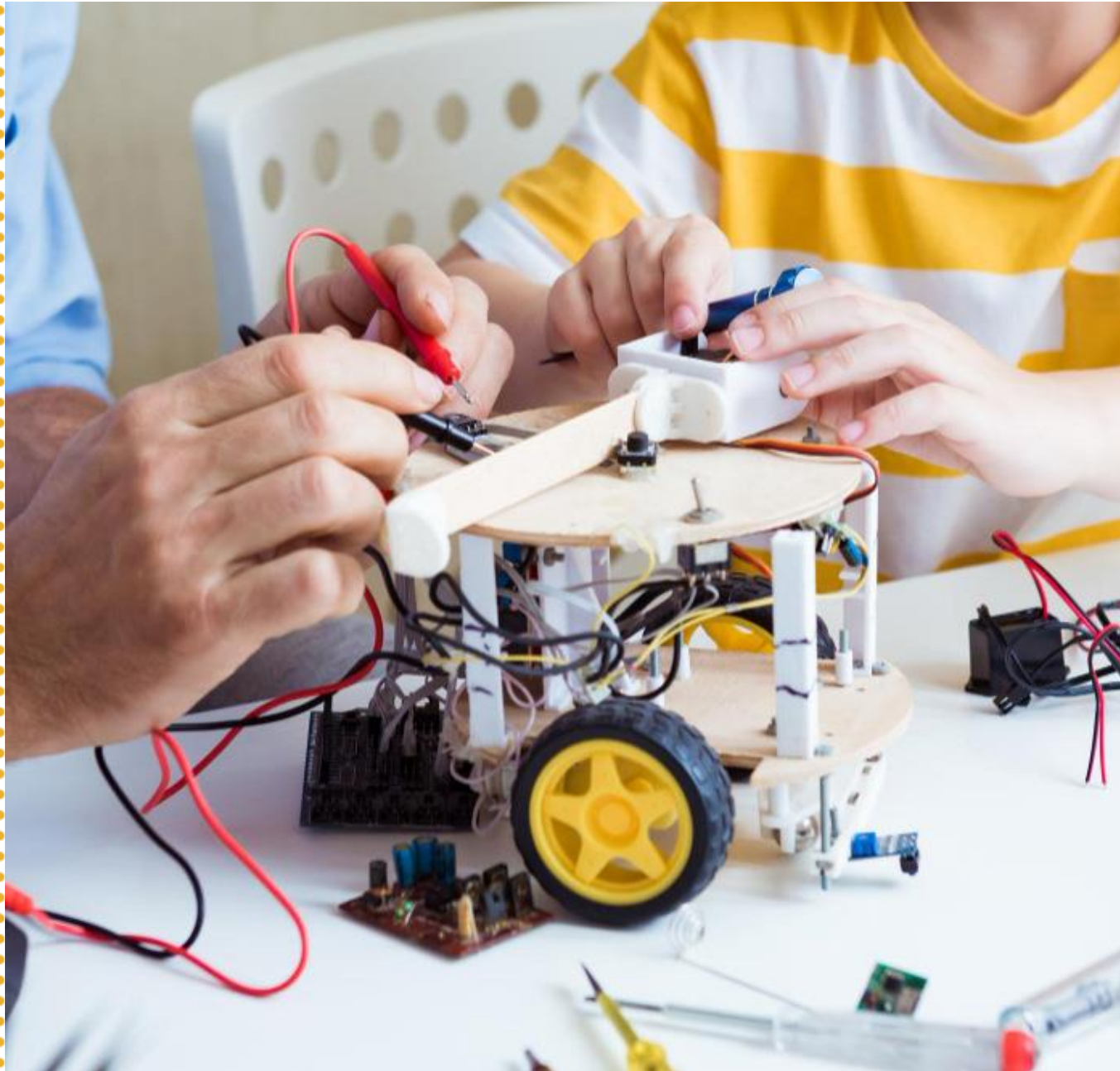
METEOROLOŠKA POSTAJA

- » U suradnji sa sveučilištem New Mexico Tech provedena je STEM radionica bazirana na meteorološkoj postaji koju sami polaznici mogu složiti, pogoniti, preuzeti zapisane podatke te ih procesirati i vizualizirati.
- » Komponente tog sustava su:
 - 3D print
 - Kućište za senzore i računalno/baterije
 - Jednostavno sklapanje
 - Napajanje
 - 9V baterija
 - Senzori
 - Temperatura, vlaga i tlak zraka



- » Dokumentacija o projektu je dostupna svima na poveznici <https://cwc.nmt.edu/outreach/meeting-schools>

STEM I PRISTUPI STEM PODRUČJU



Prof. dr. sc. Mario pl. Dumančić

STEM - područje

STEM obrazovanje je interdisciplinarni pristup učenju koji uklanja tradicionalne barijere koje razdvajaju četiri discipline:



te ih integrira u stvarna, jasna i relevantna iskustva učenja za učenike.

- » Ključno značenje pojma STEM nije fokus na navedene discipline pojedinačno, već integracija prilikom učenja i konkretna i jasna primjena naučenog putem rješavanja realnih problema.
- » Iz STEM-a su se pojavili novi pristupi učenju i poučavanju, a predmeti su postali međusobno povezani.
- » Suprotno tradicionalnim znanostima, matematici i informatičkim poukama, fokus se preusmjerio dalje sa učenja i ponavljanja određenog sadržaja.
- » Naglasak je stavljen na primjenu znanstvenih vještina, učenje proizvodnih vještina i razmišljanja o konkretnom problemu.

Zašto je STEM važan?

- » Ključna komponenta **STEM-a je integracija**. STEM lekcije su zaokružene, temeljene na projektima i upitima, s naglaskom na interdisciplinarnom učenju.
- » Izrazi STEM usklađeni su s načinom na koji radimo i rješavamo probleme u svakodnevnom životu.
- » Vještine za 21.stoljeće - **4C (kritičko mišljenje, kreativnost, suradnja, komunikacija)**
- » U rješavanju STEM problema, korištenje inženjerskog i dizajnerskog razmišljanja je od vitalnog značaja. U ovoj vrsti razmišljanja, trebate identificirati problem koji je pred vama, istražiti potencijalna rješenja, izgraditi prototipove, testirati, redizajnirati, ponovno testirati i ponoviti prema potrebi. Svaki korak u procesu približava vas stvaranju funkcionalnog rješenja.



STEM obrazovanje premošćuje jaz između učionice i stvarnog života.



STEM NAČELA

Fokus je na integraciji

Kao što je ranije spomenuto, učenicima trebamo pomoći da uvide povezanost i bliski odnos između pojmova. **Pomozite im povezati pojmove koji im se mogu činiti nepovezani.**

Uspostaviti relevantnost

Zadatak učitelja je objasniti zašto su naučena znanja i vještine korisni.

Zašto je to važno? **Relevantnost je lako objasniti kada se studentima daju stvarni problemi**, trenutne situacije, globalni problemi i bilo koji drugi atraktivan događaj.

Naglasite vještine neophodne za budućnost

Poslovi na kojima će naši polaznici raditi su poslovi koji zahtijevaju **pristupiti informacijama, kreativno rješavati probleme i surađivanje s drugima.**

Usmjerite učenike u budućnost!

Učenicima morate dati **izazove koji su dovoljno zahtjevni i zanimljivi**, niti su toliko jednostavni da im je aktivnost dosadna.

STEM pristup

Pružite prilike za učenje koje koriste pristupe temeljene na problemima i projektima.

U problemskim pristupima učenicima se daje problem za koji će osmisлити kreativna rješenja.

U projektnim pristupima učenicima se daje izbor kako proizvoditi proizvode ili razvijati rješenja koja će pokazati njihovo učenje.

STEM OBRAZOVANJE

Učinkovito podučavanje STEM-a kod učenika i studenata razvija:

- » Kritičko razmišljanje
- » Samostalno učenje
- » Izvrsnu komunikaciju i suradnju
- » Digitalnu pismenos
- » Razmišljanje o sebi/refleksiji
- » Rješavanje problema
- » Kreativnost

Uloga učitelja i planiranje lekcije za STEM predmete

- » Da bi učenici i studenti stekli i održali zanimanje za STEM predmet, potrebno je da učitelj olakša takvo okruženje u kojem oni razumiju koncepte i mogu ih primijeniti na stvarne akcije.
- » Uloga učitelja je da djeluje kao medij znanja između učenika i studenta i pojmova koji se podučavaju, ponaša se kao upućeni vodič kada god učenik i student nije siguran kako pristupiti problemu ili zadatku te nabavi sav potreban materijal za rad. Stoga je od iznimne važnosti za učitelje da budu stalno u toku s trendovima i napretkom u STEM učenju.

Dobra STEM lekcija trebala bi:

BITI PRAKTIČNA

Lekcija bi trebala uključivati praktične aktivnosti u kojima učenici mogu koristiti svoje ruke, bilo da dizajniraju koncept ili sami nešto stvaraju i grade. Na ovaj način je mnogo manja vjerojatnost da će učenicima i studentima postati dosadni ili će biti pod stresom, a na kraju imaju konačni proizvod za ocjenjivanje

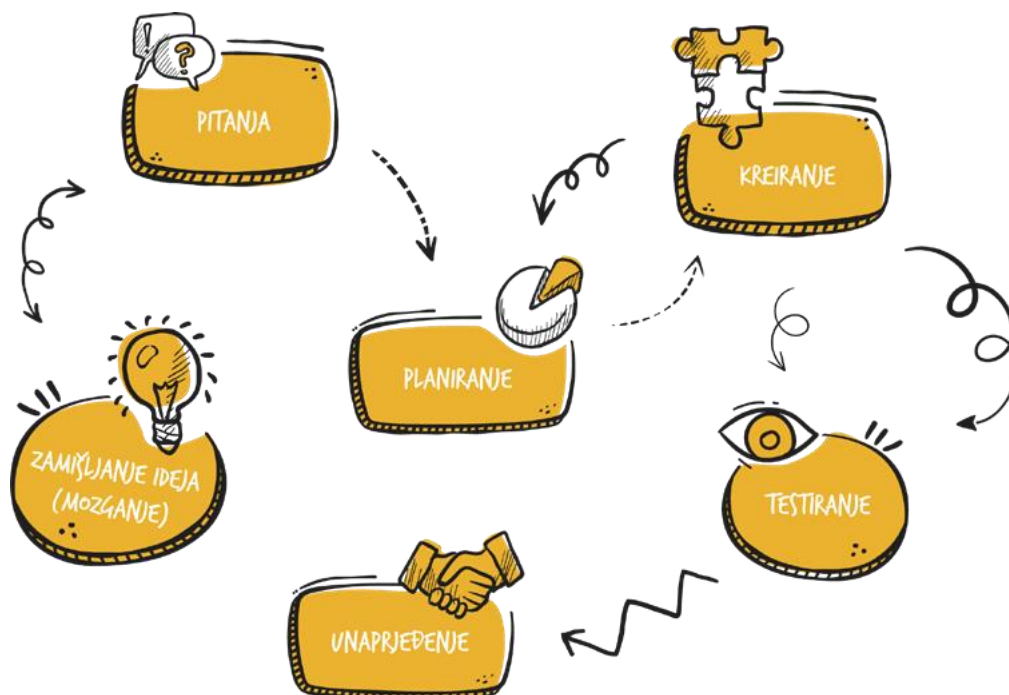
OPONAŠATI STVARNE SCENARIJE

To je još jedan razlog zašto je praktično učenje bitno. Jedna od najvažnijih stvari u STEM-u je da pomaže učenicima i studentima naučiti vještine koje će odmah biti koriste u vanjskom svijetu. Tradicionalni pristup učenju ponekad uči nepraktičnim vještinama, a cilj je pripremiti učenika za stvarni život.

INTEGRIRATI MATEMATIKU I ZNANOST U PROJEKTE

Matematika i znanost trebaju biti relevantni za trenutni projekt i moraju se odnositi na stvarne scenarije te na kraju imati svrhu. Na primjer, matematičke jednadžbe mogu osigurati da dizajn funkcionira pravilno ili će učenicima i studentima znanje iz fizike pomoći da shvate kako nešto izraditi.

STEM PRISTUP



Koraci temeljeni na ovoj metodi su:

PITANJA	ISTRAŽIVANJE	ZAMIŠLJANJE IDEJA ("mozganje")	PLANIRANJE	KREIRANJE	TESTIRANJE
Započinje se postavljanjem kritičkih pitanja učenicima i studentima o njihovom projektu ili onome što žele stvoriti (čemu služi, kako će ga dizajnirati).	Učenici i studenti istražuju temu, a to može uključivati razgovor s profesorom, rad sa STEM volonterom, korištenje interneta za istraživanje ili gledanje relevantnih videozapisa. Istraživanje pomaže učenicima i studentima da saznaju koji slični proizvod ili rješenja već postoje i dati im ideje.	U timovima učenici imaju priliku razviti što više ideja. Ovo uključuje proces suradnje u kojem je svačija ideja bitna, a posao nastavnika je to osigurati. Treba stvoriti zonu bez predrasude u kojoj učenici moraju pokazati učinkovite vještine slušanja i ostati usredotočeni.	U ovom dijelu lekcije učenici imaju priliku izraditi prototip koristeći planove koje su napravili. Ovo je vrijeme da budu kreativni i praktični. U ovom procesu otkrivaju odgovaraju li njihova rješenja izvornim zahtjevima i jesu li funkcionalna. Uloga nastavnika je da ohrabri učenika i pazi na proces.	Ovo je vrijeme kada učenici i studenti odabiru rješenje i planiraju ga oživjeti. Da bi to učinili, moraju razmotriti svoja izvorna pitanja, istraživanje koje su proveli te različite ideje iz prethodnog procesa. Planiranje može biti najteži dio, zato se nastavnik treba pobrinuti da učenicima i studentima pomogne tako što će razmotriti ideje svih i prenijeti svoje ideje.	Ovo je način provjere koliko su kreacije učinkovite. Učenici provjeravaju jesu li tek na početku ili rješavanju problem. Uloga nastavnika je traženje povratnih informacija učenika o kreaciji te savjeti ili postavljanje pitanja koja će ih navesti na razmišljanje. Vršnjačka recenzija također je sjajan način poticanja razmišljanja i suradnje.

STEM metode poučavanja (aktivnog poučavanja)

- » STEM metode obrazovanja neprestano rastu i mijenjaju se, pa učitelji STEM predmeta trebaju zauzeti kreativan i prilagodljiv pristup svojim stilovima poučavanja kako bi izvukli maksimum iz svojih učenika i studenata.
- » U nastavi STEM-a nije cilj jednostavno pružiti informacije i ispraviti učenike kada pogriješe, već napraviti okruženje za učenje koje se sastoji od postavljanja pitanja i poticanja neovisnog razmišljanja. U STEM-u neuspjeh uči učenika rješavanju problema i važan je dio rasta. Postoje razne tehnike kako zainteresirati učenike i studente za učenje
- » Poučavanje usmjereno na učenika pretpostavlja utemeljenje nastavnih metoda i tehnika na polazištima interaktivnog i iskustvenog učenja.
- » Nastava usmjerena na prijenos informacija kombinira se s metodama suradničkog učenja, grupne rasprave, problemske nastave i individualnim istraživanjem ili grupnim projektima.

Suradničko učenje

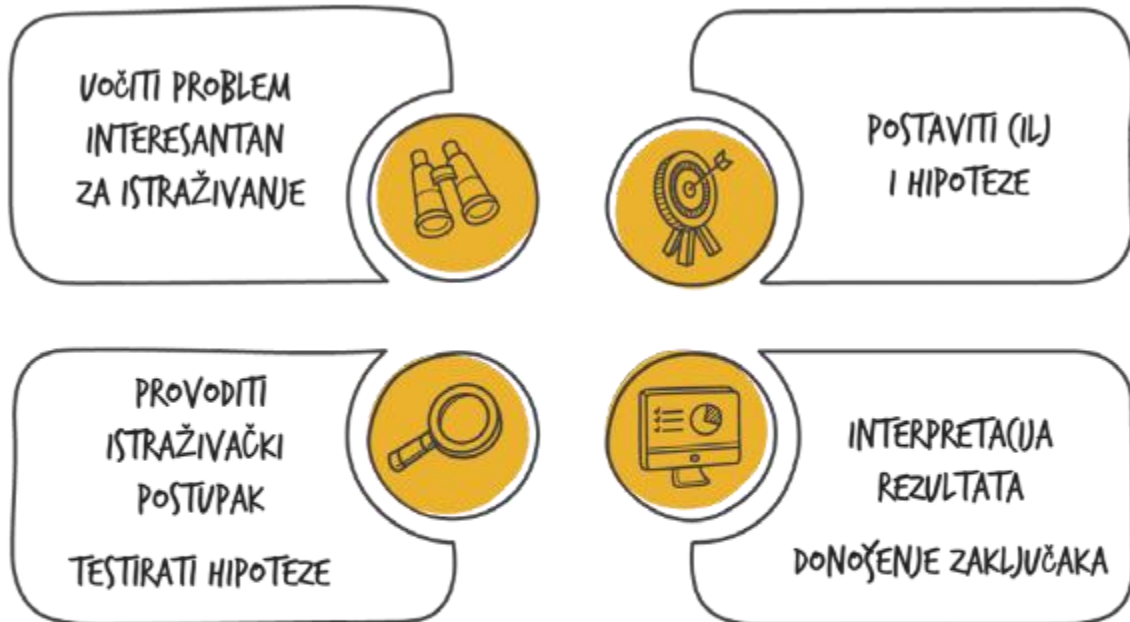
- » Suradničko učenje nastalo je kao antiteza na natjecateljsko (kompetitivno) učenje koje uglavnom dominira u tradicionalnoj nastavi.
- » Nastava ili dijelovi nastave se izvodi u grupama koje su formirane početkom polugodišta ili projekta.
- » Suradničko učenje odvija u grupama i da svi članovi grupe zajednički rade na ostvarenju zadataka grupe pri čemu se javlja pozitivna međuovisnost članova i individualna odgovornost.
- » Naglašena kvaliteta odnosa učenik-učenik i odnosa učenik-mentor.
- » Učenik preuzima odgovornost za dijelove nastave/aktivnosti, pozitivan odnos prema predmetu, razvoj govornih sposobnosti, osposobljavanje za timsko rješavanje problema, stimuliranje kritičkog mišljenja, stvaranje uvjeta za sučeljavanje različitih mišljenja.

Istraživačka metoda poučavanja

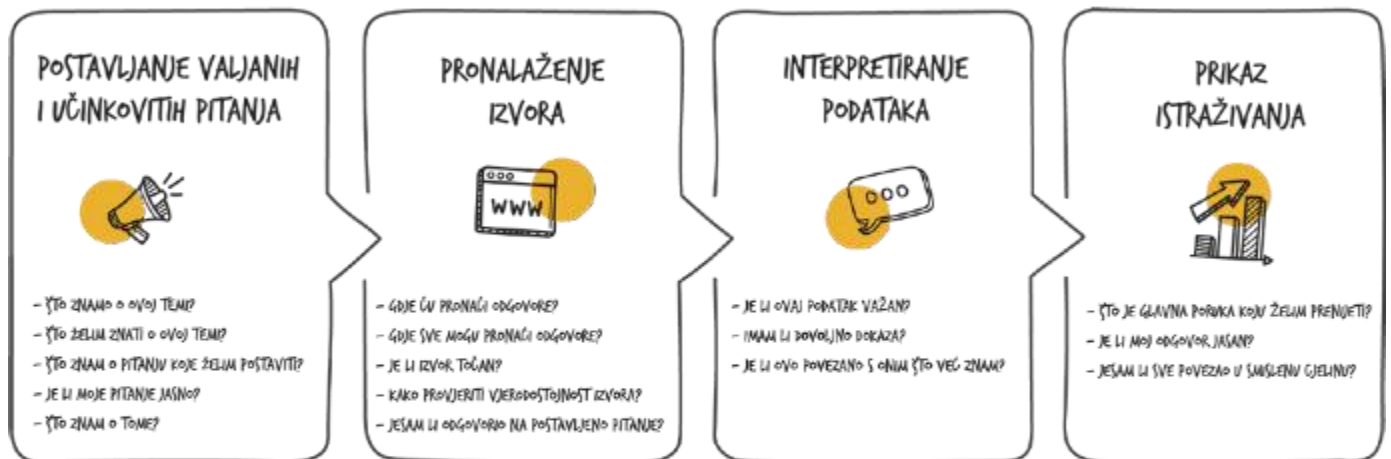
- » **Strukturirano istraživanje**
nastavnik/mentor predstavlja studentima praktičan problem za istraživanje, ukazuje im procedure i materijale, ali im ne kaže što su očekivani rezultati. Učenici trebaju otkriti odnose među varijablama ili drugačije izvesti generalizaciju iz prikupljenih podataka.
- » **Vođeno istraživanje**
nastavnik/mentor daje samo materijal i problem za istraživački rad. Učenici razvijaju ili koriste vlastite procedure u rješavanju problema.
- » **Otvoreno istraživanje**
učenik sami formuliraju problem te biraju ili razvijaju procedure za rješavanje. Nastavnik/mentor pruža potporu samo kad učenici to traže.

METODE POUČAVANJA

Istraživačke metode



Istraživačka metoda poučavanja



Učenik kao **aktivni istraživač**, a ne kao **pasivni promatrač**.

Učenje putem rješavanja problema

- » Glavni cilj učenja rješavanjem problema – **postaviti učenike u stvarnost, okruženje u kojemu se nalaze i uposliti ih rješavanjem realnih problema** – označava važan iskorak od tradicionalnih obrazovnih modela. Niz praktičnih izazova, od nalaženja „realnih“ problema „realnog života“ do uspostavljanja preciznoga i adekvatnog vrednovanja. Za određeno područje koje obuhvaća kurikulum možda će učeniku biti teško pobuditi interes za rješavanjem istog.

- » Moguća su četiri tipične karakteristike postavljanja problema učenicima:
 - problem nije dovoljno problematična situacija,
 - nije relevantno za učenike,
 - situaciju koja se može riješiti samo postojećim iskustvom,
 - situacija koja ne izaziva interes kod studenta, te želju za rješavanjem problema

- » Važnije prednosti učenje putem rješavanja problema u nastavi zasigurno su u stvaranju trajnijeg znanja, a posljedično i u oblikovanju iskustva, vrijednosti i ispreplitanju prethodnih znanja, kao i odgovornost, poticanje aktivnosti učenika, razvijanje kreativnog razmišljanja, važne su komponente koje se razvijaju ovom metodom.

- » Faze nastave orijentirane na problem s opisom aktivnosti
 - Motivacija i razumijevanje problema - **identifikacija problema**
 - Rasprava i ograničavanje problema - **formiranje hipoteza**
 - Izrada plana za rješenje problema - **rješavanje problema**
 - Provjera hipoteza - **analiza aktivnosti i rezultata**

- » Iako se problemsko učenje može provesti na razne načine, njegove glavne karakteristike su sljedeće:
 - Problemsko učenje je **pristup usmjeren na učenike** (learner-oriented approach).
 - Učenje se događa u **malim grupama** (obično 5-8 članova) te je potrebna suradnja s drugim učenicima.
 - **Učitelj ima ulogu facilitatora** - ne na način da ispravlja učenike ili im pruža znanje i vodstvo, nego da im postavlja pitanja koje bi učenici trebali sami sebe pitati kako bi bolje razumjeli temu i da ih potiče da primjene svoje znanje.
 - Nove (poželjno interdisciplinarne) informacije trebaju biti stečene kroz **samousmjerenno učenje** (self-directed learning) i moraju se primjeniti na problem.
 - Problem s kojim se učenici bave mora biti **sličan stvarnom problemu iz života**, motivirajući i loše definiran kako bi omogućio stvaranje više hipoteza

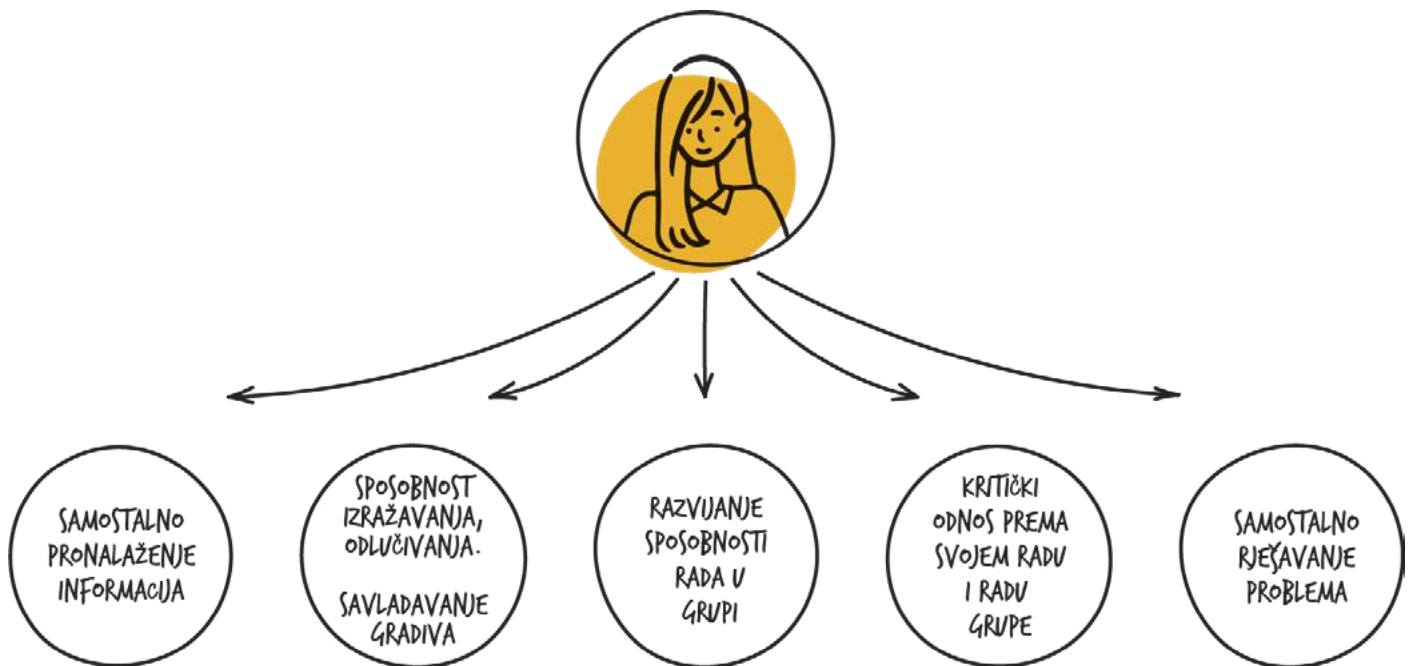
Metoda simulacija

- » Interaktivni modeli koji imaju sposobnost **reagirati na svaku odluku i potez koji učenik napravi**. Na taj je način omogućena aktivna dvosmjerna komunikacija između učenika i modela, a učenicima je omogućeno da rade procjene, donose odluke, ali i da griješe i ispravljaju svoje odluke bez neželjenih posljedica.
- » Simulacije koje opisuju različite prirodne ili društvene sustave te se koriste za prognožiranje ponašanja tih sustava nazivaju se simulacije. Dinamički zasnovane simulacije omogućuju eksperimentiranje s različitim strategijama u nerizičnoj okolini i pružaju korisnu nadopunu slučajevima iz prakse.
- » Metoda simuliranja polazi od potrebe da učenici pokažu što veću inventivnost u radu s modelima (najčešće računalnim) i da ga koriste na raznovrsne načine. Primjer:
 - » U računalnom sustavu je programiran jedan **model realne ili zamišljene situacije iz područja stvarnog života i kurikulumu predmeta ili projekta**. Zadatak učenika je da mijenja odnose među postojećim situacijama.
 - » Učenik svojim kreativnim stavovima **mijenja pojedine varijable i tako dolazi do novih situacija**, koje su često nepredvidive. Međutim, neke situacije mogu kod učenika izazvati čuđenje, nevericu, pa i niz pitanja.
 - » Zato je zadatak nastavnika da primjenjujući ovaj metodički postupak uputi učenike i u takve mogućnosti i da ga pravilno vodi u ovoj nastavno-računalnoj strategiji.
 - » **Metoda simuliranja omogućava kreativne postupke učenika, posebno u pogledu unošenja vlastitih varijabli (konstrukcija, uvjeta)**. Učenik putem povratne informacije brzo saznaje rezultate, na koje je prethodno utjecao svojom intervencijom.
 - » Simuliranje se može ponavljati, što učeniku omogućava nove provjere, a to osigurava pouzdan transfer u vježbanju i učenju.

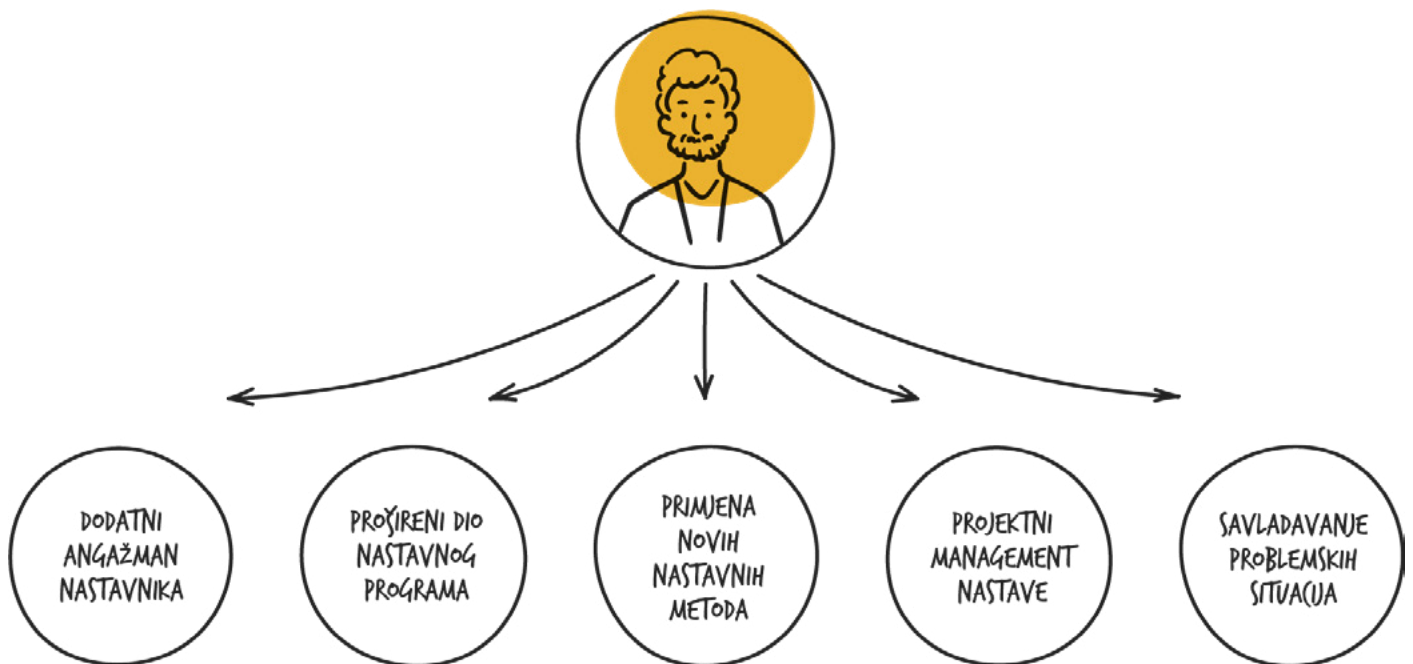
Projektna nastava

- » Očituje se u **samostalnom ili suradničkom radu učenika gdje ih se potiče na aktivno učenje razmišljanjem i zaključivanjem, rješavanjem postavljenih problema** u svrhu razvoja sposobnosti poput opažanja, opisivanja, pisanog i usmenog izražavanja te praktičnih aktivnosti
- » Projektni pristup nastavnom procesu - projektni cilj koji rezultira proizvodom, ima određeni rok trajanja, u pravilu uključuje više sudionika
- » **Projekt može obuhvaćati grupu, cijeli predmet, smjer ili projekt institucije**
- » Etape: **1.** Pronalaženje teme projekta, **2.** Određivanje cilja projekta, **3.** Planiranje, **4.** Provedba projekta, izvođenje istraživanja, **5.** Predstavljanje projekta, **6.** Vrednovanje projekta

Projektna nastava - obrazovni učinci



Projektna nastava - uloga nastavnika



Studija slučaja

- » Metoda slučaja usmjerena je na **stjecanje sposobnosti rješavanja konkretnog problema**.
- » Sudjelovanje učenika u zajedničkoj analizi problema i dolaženjem do zaključaka **kroz međusobnu razmjenu ideja**. Neovisno o tome je li problem definiran ili ga tek treba ustanoviti, bit nastavne metode slučaja je da se problem rješava kroz uzajamnu suradnju učenika i nastavnika.
- » U metodi slučaja posebno je važan rad na prikupljanju za nastavu pogodnih slučajeva. Svaki nastavnik mora godišnje napisati bar jedan slučaj iz prakse. Pri tome im može mnogo pomoći njihov konzultantski rad u tvrtkama i suradnja s ljudima iz prakse.



Centralni problem valja raščlaniti na podprobleme i svaki podproblem posebno analizirati, utvrditi čimbenike koji djeluju i njihov učinak na centralni problem

Obrnuta učionica (eng. “flipped classrom”)

- » Obrnuta učionica (eng. „flipped classroom“) je pedagoški pristup u kojem je tradicionalni pojam učenja u učionici preokrenut tako da se studenti već kod kuće, prije dolaska na Veleučilište, upoznaju s nastavnim materijalom, a vrijeme na predavanju koristi se za produbljivanje znanja kroz vježbe, za rješavanje problemskih zadataka i za interakciju s ostalim studentima i nastavnikom.
- » Učenici produbljuju prethodne materijale uvježbavanjem i diskusijama te sve nejasnoće razjašnjavaju direktno s mentorom
- » Glavna obilježja
 - Nastavnik unaprijed odabire i priprema materijale
 - Učenici proučavaju materijale prije dolaska u razred, na način i u vrijeme koje oni odaberu
 - Personalizirani pristup
 - Potiče samoregulirano učenje
 - Učenik je u centru poučavanja
 - Svaki nastavnik provodi ovu metodu na svoj način
 - Nova uloga nastavnika: voditelj, mentor

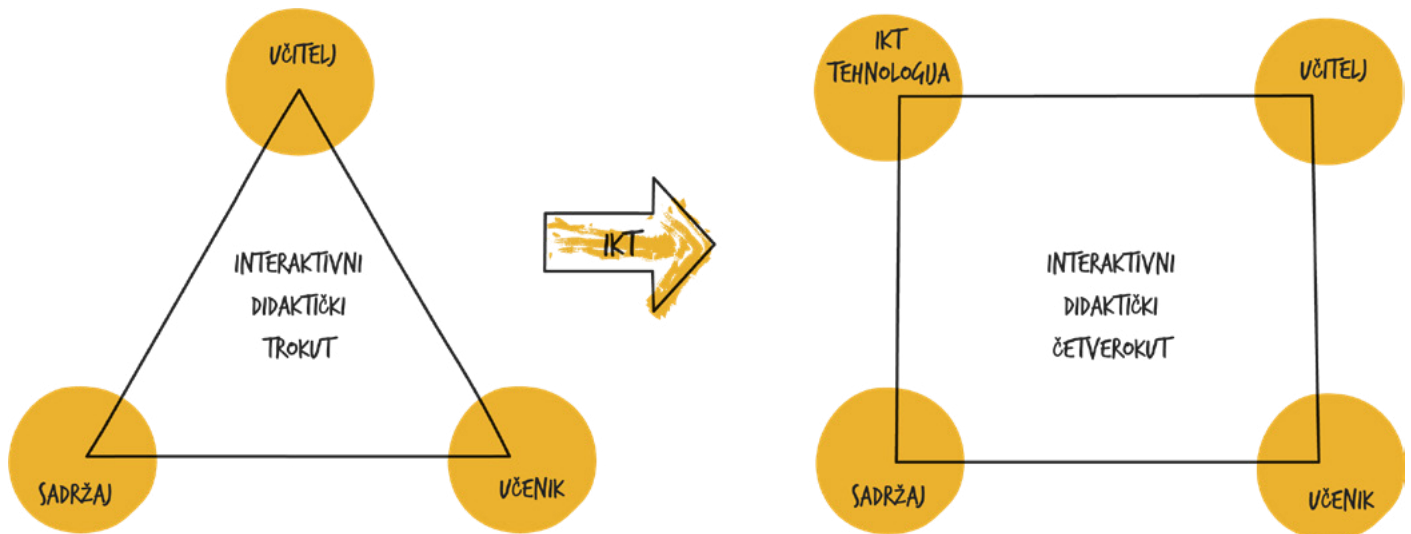
“

Učenici vrlo brzo prihvaćaju nastavu na kojoj im nije dosadno, gdje postoji velika mogućnost njihove inicijative.

”

INTERAKTIVNO PREDAVANJE

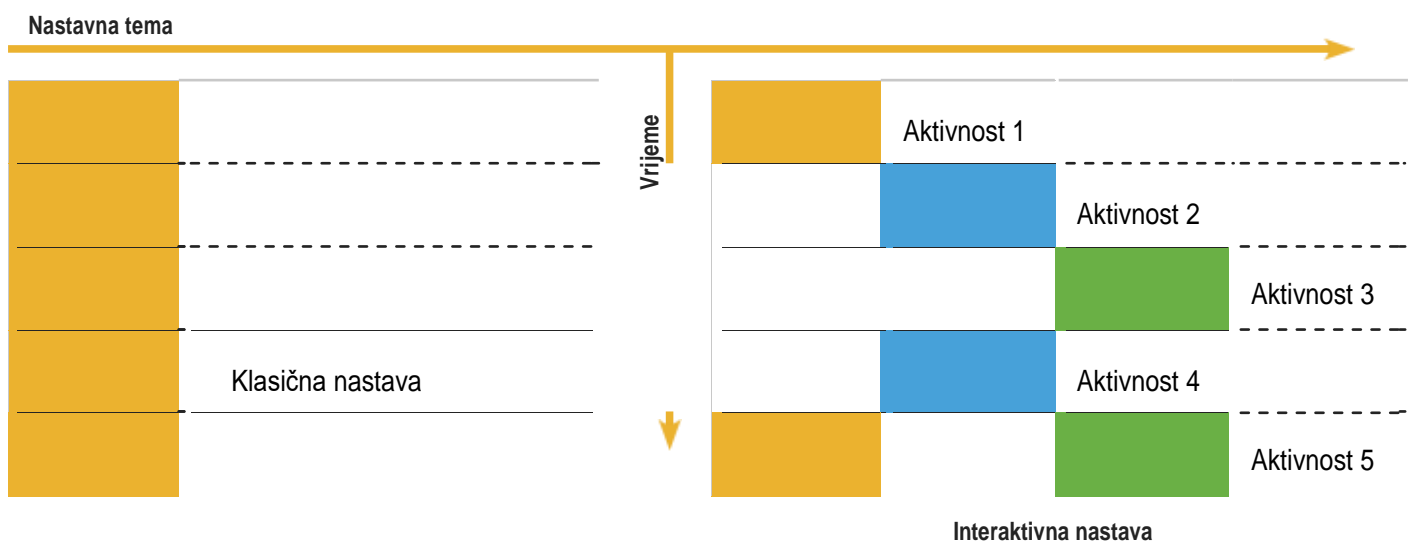
Suvremena predavanja podrazumijevaju visok stupanj interakcije između nastavnika/mentora i učenika, te između učenika i materijala koji se predaje.



Interaktivna nastava

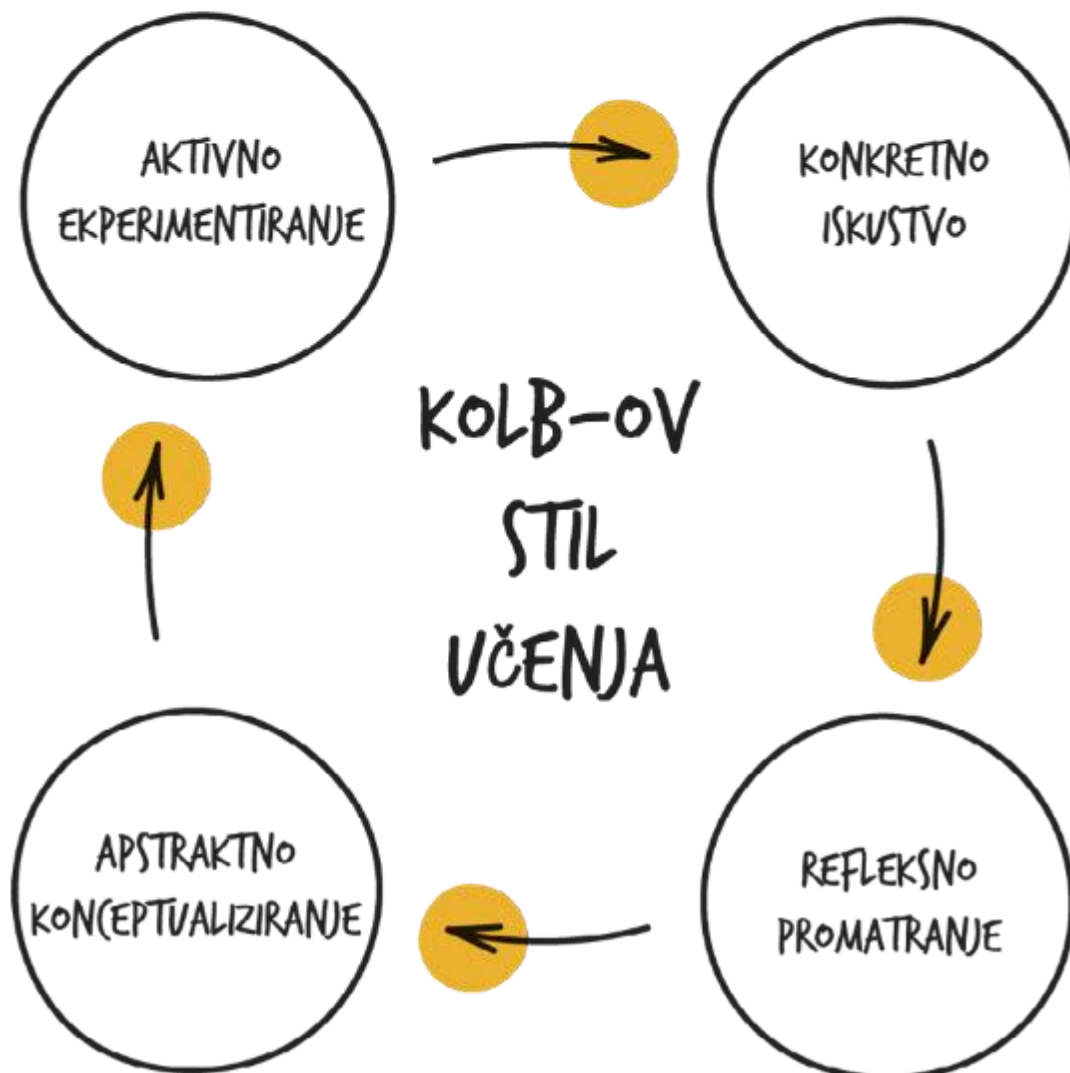
- » Tradicionalni pristup predavanju, u kojem je fokus predavača na materijalu koji predaje
- » Suvremenog pristupa predavanju u kojem su učenici aktivni, informacije koje primaju mogu dubinski obraditi te samostalno razviti kritički odnos prema materijalu kojem ih se poučava.
- » Suvremena predavanja koncipiraju tako da se svakih **10-15 minuta pred učenika stavljaju novi zahtjevi**, da se predavanje podijeli u sekvence koje uvijek počinju nekim novim konceptima ili metodama kako bi se osigurala pažnja učenika

Interaktivna nastavna tema



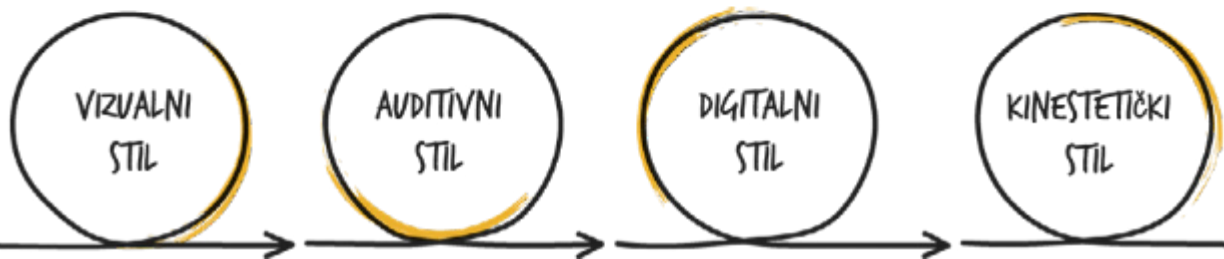
Kolb-ov stil učenja

- » Kolb-ova iskustvena teorija učenja obično zastupa ciklus od četiri faze učenja pri kojem nastavnik dotiče sve faze.
1. Konkretno iskustvo (novo iskustvu u situacijama u kojim se nađemo, ili ponovna interpretacija postojećeg iskustva)
 2. Refleksivno promatranje (novog iskustva. Posebno su važne bilo kakve nedosljednosti između iskustva i razumijevanja)
 3. Apstraktno konceptualiziranje (refleksija dovodi do novih ideja, ili izmjenu postojećeg apstraktnog koncepta)
 4. Aktivno eksperimentiranje (nastavnik ih primjenjuje na svijet oko sebe da vidi rezultate)



Stilovi učenja

Ljudi se razlikuju prema načinima učenja koje preferiraju i s pomoću kojih najlakše uče. Jedan od najpoznatijih modela stilova učenja razvili su Fleming i Mills (1992). Oni stilove učenja dijele u četiri skupine:



» VIZUALNI STIL

- Osobe s vizualnim stilom učenja najviše se pri primanju informacija oslanjaju na svoj vid.
- Preferiraju nastavnike koji u poučavanju upotrebljavaju što više vizualnih materijala – prezentacija, slika, dijagrama, grafova, filmova.

» AUDITIVNI STIL

- Najbolje uče kad čuju informacije koje moraju usvojiti.
- Uz vlastita i tuđa izlaganja, vole kada se u poučavanju upotrebljavaju rasprave, debate i druge metode koje zahtijevaju aktivno sudjelovanje studenata.

» DIGITALNI STIL

- Najučinkovitije uče kada trebaju čitati ili pisati o temi koja se obrađuje.
- Učenici takvoga stila učenja vrlo uspješni u tradicionalnom obrazovnom okruženju, čiji se zahtjevi i najviše poklapaju s tim stilom učenja.

» KINESTETIČKI STIL

- Imaju izvrsnu okulomotornu koordinaciju i mehaničke sposobnosti.
- Najučinkovitiji kad se od njih traži da aktivno manipuliraju materijalom o kojem uče. Stoga preferiraju poučavanje vođenim otkrivanjem, rad u laboratoriju, rad na terenu, studije slučajeva, igranje uloga i slično.

Koje vještine trebaju imati učitelji STEM-a?

- » **SPECIJALISTIČKO ZNANJE** – učitelj STEM-a mora imati specijalizirane vještine i znanja iz područja koje predaje. U većini slučajeva to znači da imaju diplomu iz tog područja ili da potiču iz STEM karijere.
- » **KOMUNIKACIJSKE VJEŠTINE** – nije dovoljno biti samo stručnjak u određenom području, učitelj također mora znati kako prenijeti složene ideje razredu koji nije upoznat s pojmovima koje predaje.
- » **ORGANIZACIJSKE VJEŠTINE** – kako bi išli u korak sa zahtjevima nastave, poput izrade planova predavanja, praćenja napretke i organiziranja testova i eksperimenata učitelji trebaju imati dobre organizacijske vještine.
- » **STRPLJENJE** – svim učiteljima treba strpljenje jer imaju posla s puno ljudi odjednom, najčešće djecom. Moraju biti sposobni ostati mirni kada se učenici i studenti ponašaju neprikladno i strpljivo objašnjavati stvari kada netko ne razumije.

IZVORI

- » Održivi razvoj. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. Pristupljeno 31.3.2022. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=44778>
- » UN sustainable development goals. Pristupljeno 31.3.2022. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/international-cooperation/international-organisations/un-sustainable-development-goals_hr
- » Zelena tranzicija. Pristupljeno 31.3.2022. https://ec.europa.eu/reform-support/what-we-do/green-transition_hr
- » Većina Hrvata očekuje da će zelena tranzicija poboljšati kvalitetu života i dovesti do gospodarskog rasta. European Investment Bank. Pristupljeno 31.3.2022. <https://www.eib.org/en/press/all/2022-144-majority-of-croats-expect-better-quality-of-life-and-economic-growth-from-the-green-transition?lang=hr>
- » Energija u Hrvatskoj 2020. godine. Energetski institut Hrvoje Požar, 2021.
- » Energy consumption. Pristupljeno 31.3.2022. <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>
- » Primary energy – 2020 review. British Petroleum. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-primary-energy.pdf>
- » NASA <https://climate.nasa.gov>
- » Copernicus <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators>



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

