



Kako umjetna inteligencija (AI) mijenja školu?

Prof. dr. sc. Blaženka Divjak

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet organizacije i informatike

Voditeljica laboratorija za analitiku učenja

KUPM, Laško, Slovenija, 11.-12. 11. 2024.



Sadržaj

- Uvod u umjetnu inteligenciju u obrazovanju
 - Kako se natjecati s AI?
- Primjeri (zlo)upotrebe umjetne inteligencije u poučavanju matematike
 - Primjeri analitike učenja na matematici
 - Primjeri testova i problemskih zadataka na matematici
 - Dizajn učenja – koncept i alat
- Kako se postaviti prema AI u obrazovnom sektoru?
 - Gdje je (nestao) čovjek?

Učitelji, profesori i edukatori pred AI izazovom

Pitanja:

Je li moja nastava relevantna?

Varaju li moji učenici na provjerama?

Kako mogu konkurirati super zanimljivoj virtualnoj stvarnosti?

Stavlja li AI moj posao u opasnost ili dovodi li u pitanje moje metode poučavanja i učenja?

Kako bi brzi napredak tehnologije mogao pomoći da poboljšam svoje dizajne učenja?



*OpenAI. (2024). ChatGPT (4) [LLM].
<https://chat.openai.com>*

Učitelji, profesori i edukatori pred AI izazovom



OpenAI. (2024). ChatGPT (4) [LLM].
<https://chat.openai.com>

Preduvjeti za odgovore i donošenje odluka:

- Razumjeti utjecaj AI-ja na obrazovanje
- Razumjeti proces učenja i njegovu ulogu u razvoju

Ciljevi:

- Iskoristiti prilike za korištenje umjetne inteligencije za poboljšanje obrazovanja
- Prepoznati izazove koji nastaju i ublažiti rizike
- Razviti dizajne učenja primjerene suvremenim potrebama

Tri (previše?) ambiciozna ishoda učenja

For life with AI –
pripremiti se za
život i aktivno
građanstvo u
vrijeme AI-ja

- Learn *about* AI -
poboljšanje dizajna
učenja i inovativnih
praksi



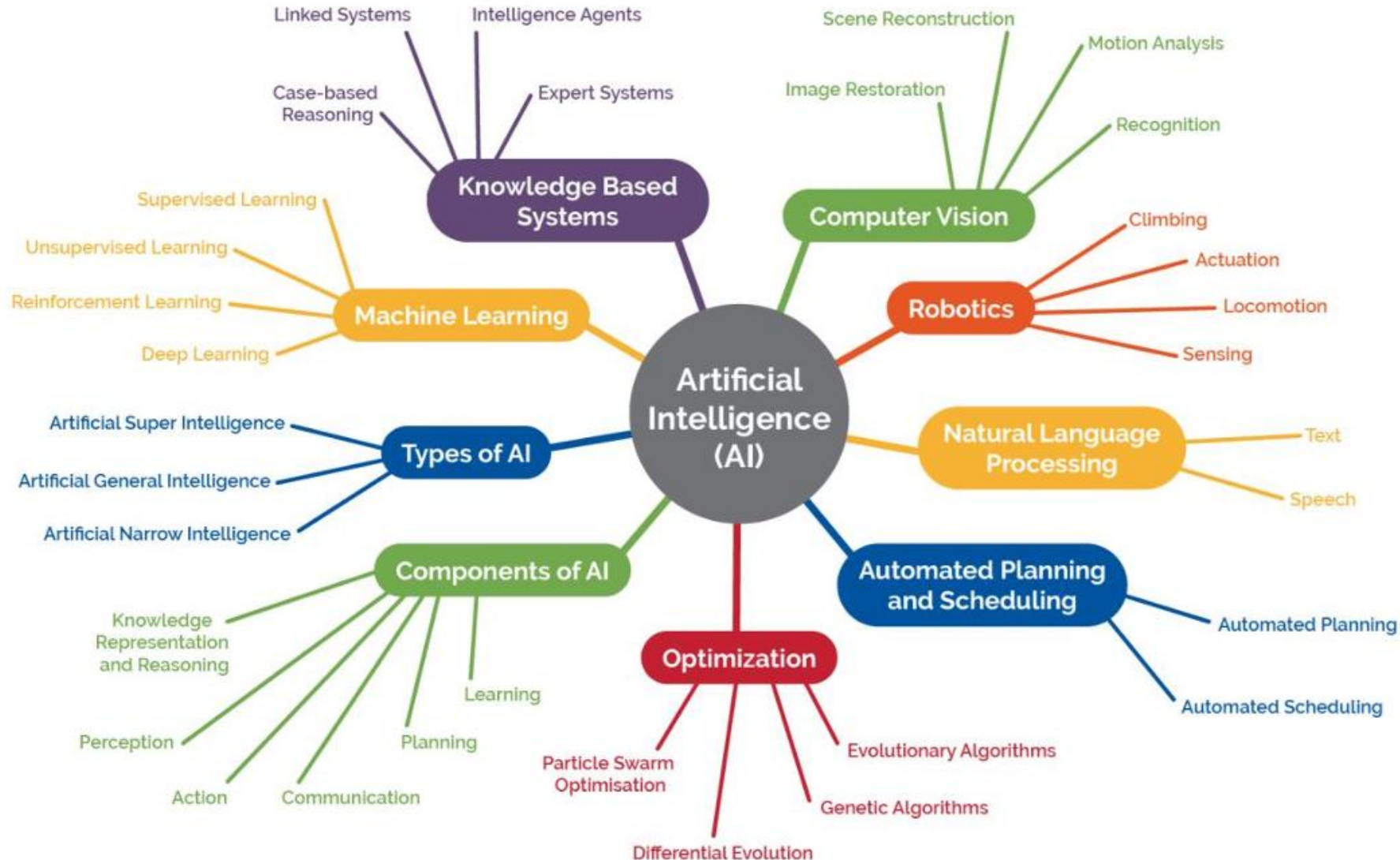
- Learning *with* AI –
upotreba AI-ja da bismo
više saznali načinu učenja
učenika



Što je AI? Kako AI mijenja obrazovanje?

- **AI definicija**
 - Automatizacija temeljena na asocijacijama u podacima
 - Oxford English Dictionary AI: „računalni sustavi sposobni za obavljanje zadataka koji obično zahtijevaju ljudsku inteligenciju”
- **Dva pomaka** koje omogućava AI, a nadilaze konvencionalnu obrazovnu tehnologiju:
 - Od prikupljanja podataka do otkrivanja obrazaca u podacima
 - Od omogućavanja pristupa obrazovnim resursima do automatizacije donošenja odluka o poučavanju i učenju
- AIED - korištenje AI tehnologija ili aplikacija u obrazovnim okruženjima za facilitaciju poučavanja, učenja ili donošenja odluka
 - [AIED 2024](#) - 25th annual international conference on AI in education (Brasil, July 2024)

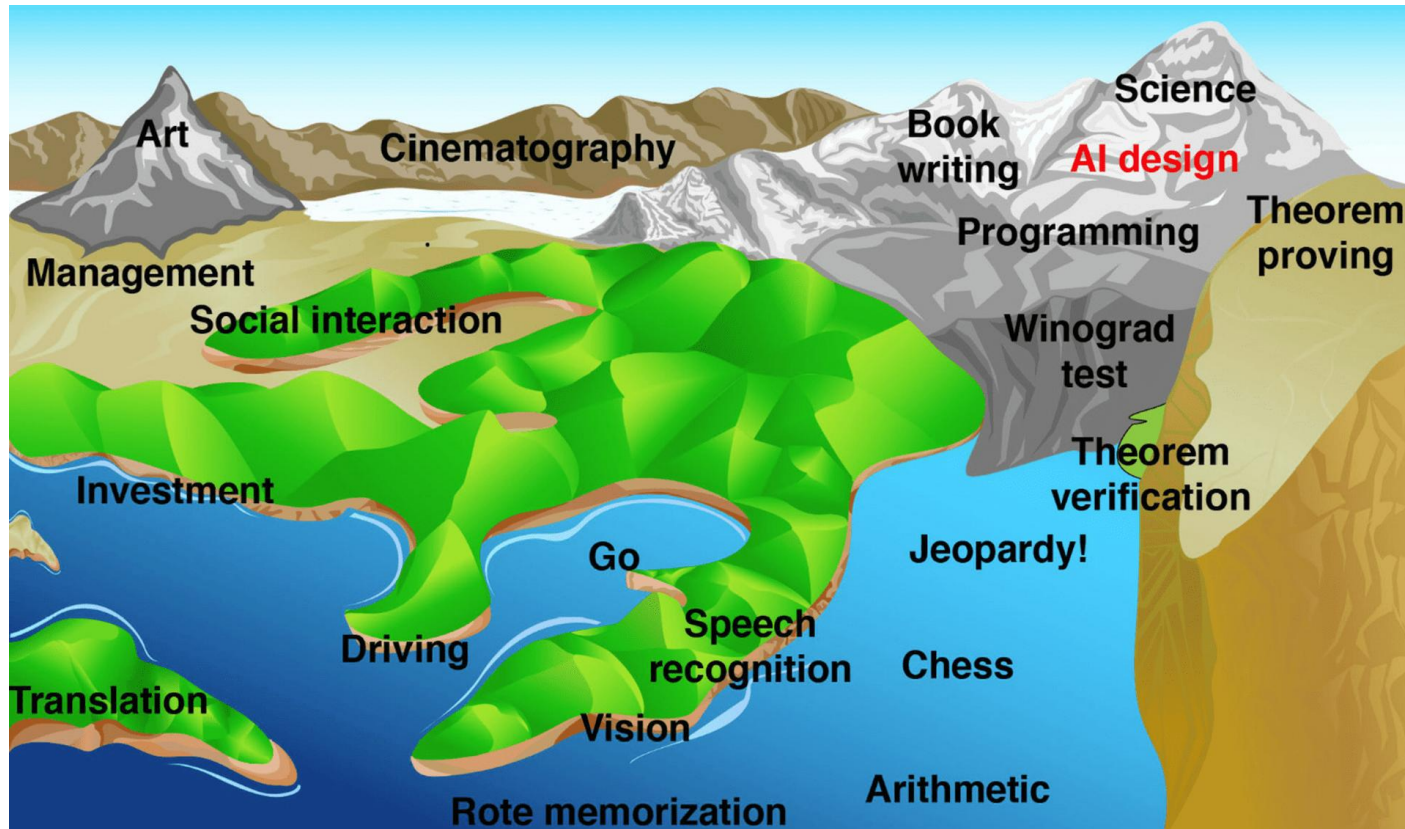
Što je AI?



Koje nove prakse uskoro očekujemo?

	Familiar Technology Capabilities	Future Technology Capabilities
Input	• Typing	• Speaking
	• Clicking and dragging	• Drawing
	• Touching and gesturing	• Analyzing images and video
Processing	• Displaying information and tasks	• Assisting students and teachers
	• Sequencing learning activities	• Planning and adapting activities
	• Checking student work	• Revealing patterns in student work
Output	• Text	• Conversations
	• Graphics	• Annotating and highlighting
	• Multimedia	• Suggesting and recommending
	• Dashboards	• Organizing and guiding

Kako sačuvati ljudsku autonomiju i dignitet u vrijeme AI-ja?



Koji je teritorij samo za ljudi?
Kako ga sačuvati?

1997, futurist Hans Moravec - AI: The Great Flood metaphor

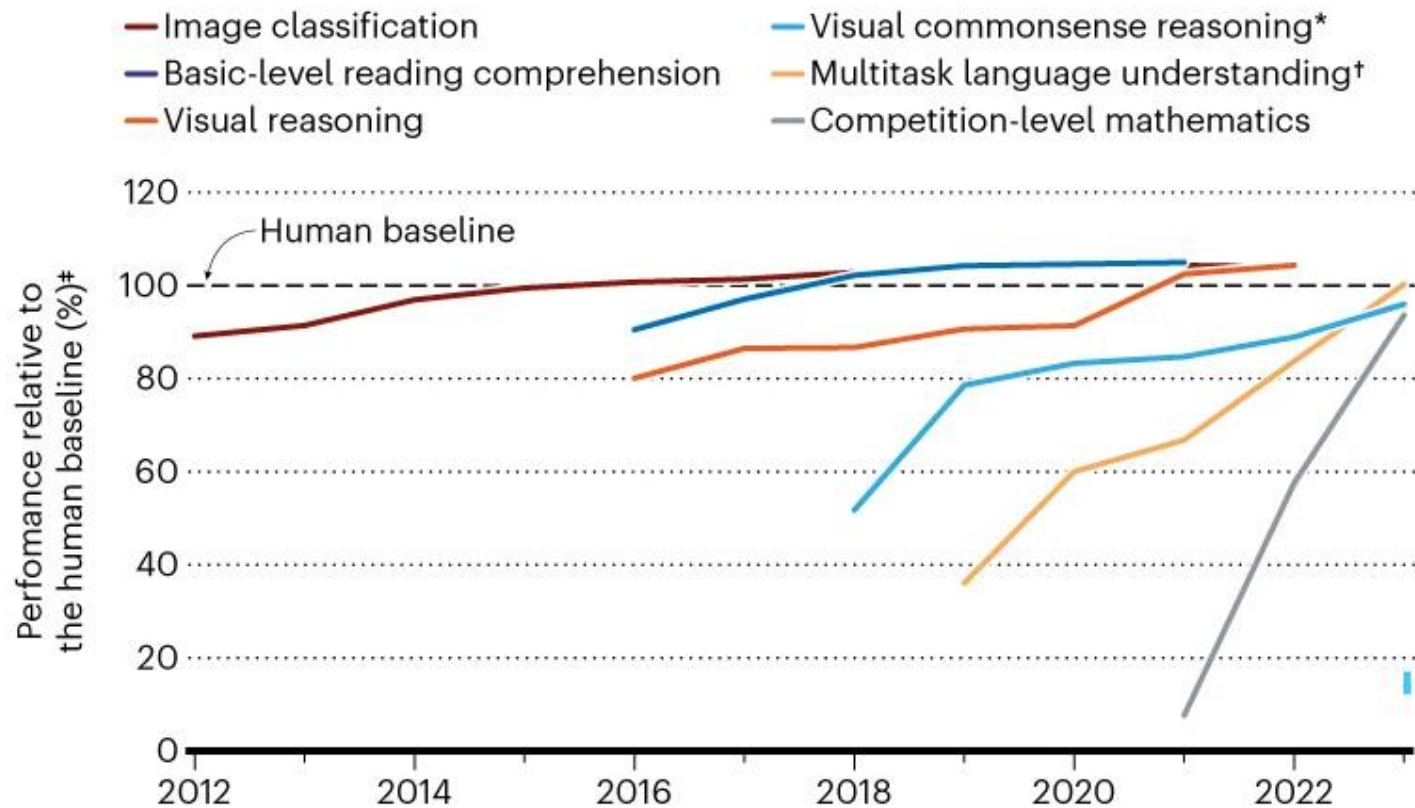
Krajolik ljudskih kompetencija

Napredak računalne učinkovitosti je poput vode koja polako preplavljuje krajolik

„Predlažem (Moravec 1998) da izgradimo arke kako se taj dan približava i usvojimo način života nalik morskim putnicima!”

Gdje smo danas, 27 godina kasnije?

M. Tegmark, 2017. Figure 2.2: Illustration of Hans Moravec's "landscape of human competence,"



*Requires an AI system to answer questions about an image and provide a rationale for why its answers are true.

†Tests an AI model's knowledge and problem-solving ability with regard to 57 subjects, including broader topics such as mathematics and history, and narrower areas such as law and ethics.

*Data indicate the best performance of an AI model that year.

©nature

Je li AI bolja od čovjeka?

Jones N. AI now beats humans at basic tasks— new benchmarks are needed

[Nature](#) 15 April 2024

Uska ili opća (AGI) inteligencija?

Izvor:

Stanford University [AI INDEX ANNUAL REPORT](#): Measuring trends in AI 2024



Automated Grading of Texas' STAAR

2024 - AI ocjenjuje pitanja otvorenog tipa na State of Texas Assessment of Academic Readiness

25% ocjenjuje čovjek kada se AI „osjeća” nesigurno

Ušteda: \$20 mil.



Intelligent Tutoring System (ITS) –
Khanmigo Khan Academy

**AI alat za učenje i poučavanje
pokrenut u ožujku 2023.**

„Samo” 4\$ po učeniku mjesečno

Koristi se posebno u školama u kojima nedostaju učitelji



Learning Design Tool BDP

learning-design.eu

Razvio FOI u sklopu nekoliko EU projekata

Besplatan za korištenje

Hoće li AI zamijeniti učitelje?

Učimo, istražujemo, budimo svjesni rizika

Rizici

- Rizici na razini društva - diskriminacija prema ljudima iz podzastupljenih skupina
- Rizici na razini sustava i zabrinutost za budućnost odgoja i obrazovanja
- Rizici na razini pojedinaca poput studenata, nastavnika i drugih - zabrinutost za privatnost
- GenAI je poznat po "haluciniranju" — izmišljanju netočnih informacija
- Veliki jezični modeli (LLM) — loši u računanju
- Moguće nenamjerne ili neočekivane posljedice
- ...

Koristi

- AI može omogućiti postizanje ishoda učenja na bolji način, u većem opsegu i uz niže troškove
- AI može poboljšati prilagodljivost obrazovnih resursa snagama i potrebama učenika
- AI može pružiti veću podršku učiteljima
- Trenutna povratna informacija potiče učenje
- Proširenje pristupa obrazovnim resursima i personalizacija
-

Primjeri istraživanja upotrebe AI-ja u nastavi (matematike)

Laboratory for Learning Analytics FOI

<https://lalab.foi.hr/>

Moguće (zlo)uporabe AI-ja u matematici

- **Korištenje AI alata za rješavanje problema:** Alati kao što su simbolički solveri mogu riješiti kompleksne matematičke probleme, uključujući algebru, trigonometriju i analizu. Učenici mogu koristiti te alate da dobiju odgovore bez razumijevanja osnovnih matematičkih koncepta.
 - Primjer: Symbolab, Wolfram Alpha
- **Generiranje rješenja pomoću jezičnih modela:** Napredni jezični modeli mogu generirati detaljna rješenja matematičkih problema na temelju unesenih upita, što učenicima omogućuje da prepisuju rješenja direktno.
 - Primjer: ChatGPT
- **Automatsko generiranje grafika i vizualizacija:** AI alati mogu automatski generirati grafike koje ilustriraju kompleksne matematičke koncepte, što može pomoći učenicima da zaobiđu potrebu za razumijevanjem kako sami crtati te grafike.
 - Primjer: Desmos
- **Korištenje aplikacija za prepoznavanje teksta:** Aplikacije koje mogu skenirati i prepoznati matematičke zadatke napisane rukom ili u udžbenicima, te odmah ponuditi rješenja, također predstavljaju mogućnost za zloupotrebu.
 - Primjer: PhotoMath
- **Izrada prezentacija, pisanje projekata čak i podcasta, sažetaka predavanja:** Aplikacije koje mogu izraditi kvalitetne prikaze na temelju teksta ili opica zadataka.
 - Primjer: NotebookLM

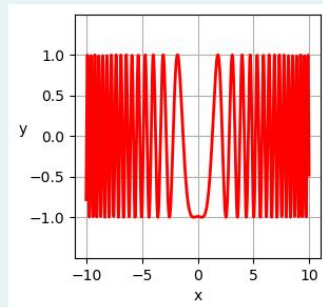
Kako od zlouporabe prijeći na smislenu uporabu?

- Kontrola vs Vođenje i promjena dizajna učenja
- Pisani testovi – više kontrole i velike baze za rutinske zadatke, generiranje jedinstvenih zadataka za svakog učenika
- Domaće zadaće - tražiti obrazloženja, individualizirati zadatke
- Složeniji zadaci - problemi otvorenog tipa, povratne informacije u procesu izrade – dinamičko praćenje i lokalni kontekst
- Usmena provjera – obavezna, ne samo zbog prevencije varanja, nego i zbog razvoja matematičkog načina izražavanja i razmišljanja
- Kontinuirano praćenje – formativno i sumativno vrednovanje
- Poticanje učenika i studenata na korištenje AI-ja, ali i na kritički razmotre rješenja
- Fokus na razumijevanju - postavljanje konceptualnih zadataka kada je to moguće
- Razumjeti zašto učenici varaju
- Donijeti jasna pravila korištenja AI-ja i kodekse ponašanja kojih se trebaju držati i učenici i učitelji 😊

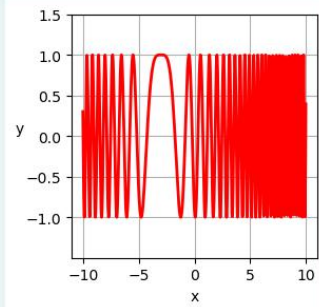
Velike baze zadataka i analitika učenja

Zadane su funkcije $f(x) = \cos x$, $g(x) = x^2$ i $h(x) = x + 3$.

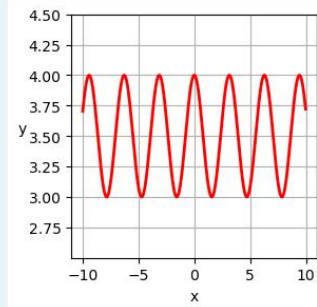
Svakoj kompoziciji funkcija pridružite njezin graf.



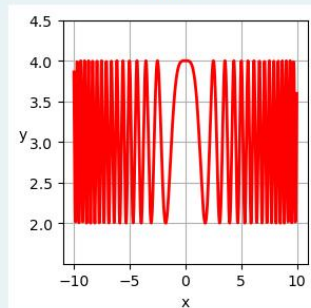
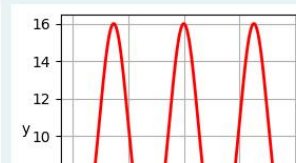
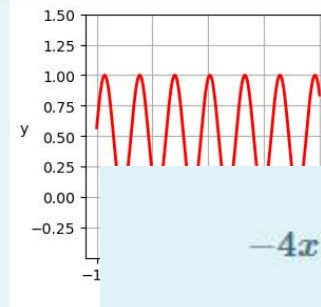
slika 1



slika 2



slika 3



slika 6

- $f \circ g \circ h$
- $g \circ h \circ f$
- $h \circ f \circ g$
- $h \circ g \circ f$
- $g \circ f \circ h$
- $f \circ h \circ g$

$$\begin{aligned} px - 2y &= -18 \\ -4x - y - 3z &= -7 \\ x + z &= 0. \end{aligned}$$

a) Za koju je vrijednost parametra p matrica sustava singularna?

$p =$

b) Za $p = -3$ odredite inverz matrice sustava A .

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \boxed{} & \boxed{} & \boxed{} \\ \boxed{} & \boxed{} & \boxed{} \\ \boxed{} & \boxed{} & \boxed{} \end{bmatrix}.$$

c) Riješite sustav za $p = -3$ pomoću inverzne matrice iz b) podzadatka.

Rješenje. (, ,)

Matematika – brucoši problematski zadatak

U zadatku se traži

- teoretska razrada (koncept)
- Primjena naučenog na rješenje konkretnog zadatka
- Istraživanje mogućih primjena

Jasne upute o korištenju AI-ja

- Kako postaviti upit
- Način citiranja i izvještavanja o upotrebi
- Kritičko sagledavanje rješenja i traženje grešaka 😊

Vrednovanje – kriterijsko

- Upotreba rubrike

Kriterij	Razine			
Obuhvat teme, matematička obrada i korektnost	<input type="radio"/> Nije obrađena naznačena tema ili je rad djelomično prepisan.	<input type="radio"/> Neki elementi teme su obrađeni i razrađeni, ali nedostaje matematička preciznost.	<input type="radio"/> Tema je u cjelini obrađena i korektno matematički prezentirana, ali bez inovativnih elemenata.	<input type="radio"/> Tema je u cjelini obrađena i korektno matematički prezentirana, uz inovativne elemente.
Rješavanje zadataka	<input type="radio"/> Zadaci nisu riješeni.	<input type="radio"/> Zadaci su djelomično riješeni, ali bez obrazloženja. Nije jasno gdje je korištena umjetna inteligencija (AI).	<input type="radio"/> Svi su zadaci riješeni, ali postupak i obrazloženja su nedostadni. Ponekad nije jasno gdje je korištena AI.	<input type="radio"/> Svi su zadaci riješeni, postupak rješavanja je korektan i obrazložen.
Obrada teksta, slike, grafovi	<input type="radio"/> Rad nije strukturiran prema uputama ili nije napisan traženom editoru ili je rad djelomično prepisan.	<input type="radio"/> Rad je strukturiran prema uputama, uz svrsishodne dodatne elemente (slike, grafovi, korektno napisane formule). Nije jasno što je od toga generirala AI.	<input type="radio"/> Rad je strukturiran prema uputama, uz svrsishodne i inovativne dodatne elemente (slike, grafovi, korektno napisane formule) koje je student sam izradio, a ne direktno prenio iz literature.	
Citiranje literature, jezik	<input type="radio"/> Rad nema popisa literature ili nije napisan prihvatljivim standardnim jezikom ili je rad djelomično prepisan ili je korištena AI bez da je navedeno.	<input type="radio"/> Rad ima popis literature, jezik je prihvatljiv i jezično je dobro napisan. O razini upotrebe AI-ja postoji bilješka.	<input type="radio"/> Rad ima popis literature koji uključuje različite relevantne izvore (knjige, članci, web izvori) koji se u radu upotrebljavaju ispravno citirajući i AI upotrebu, a rad je jezično dobro napisan.	

(Learning curve)

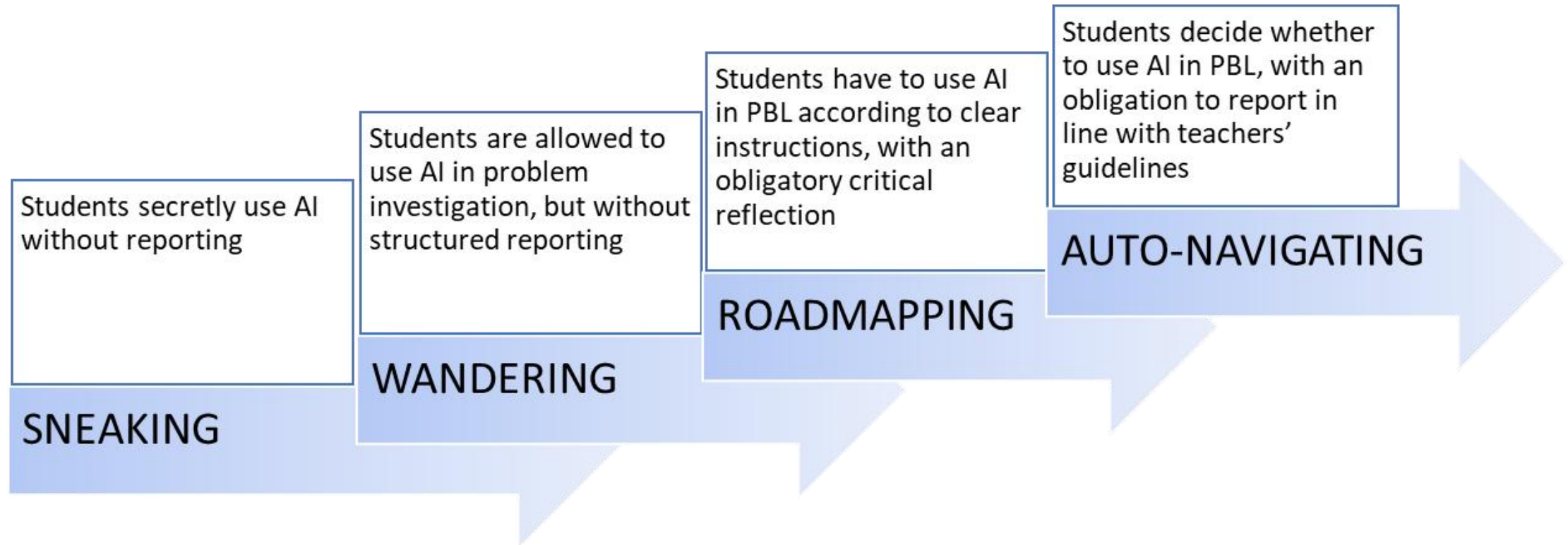
Krivulja učenja dana je jednađbom: $q(t) = B - Ae^{-kt}$, pri čemu su A, B, k realne pozitivne konstante.

- Definirajte krivulju učenja. Skicirajte graf dane krivulje za proizvoljne izbore konstanti. Opišite svojstva funkcije. (Obavezno nultočke, monotonost, omeđenost, parnost, ekstremi, a može i druga vezana za funkciju.)
- Odredite točku na krivulji u kojoj je tangenta paralelna pravcu $y = x$.
- Opišite realne primjene krivulja učenja i značenje pojedinih konstanti u realnim primjenama. Navedite konkretne primjere, a ne samo

Može li AI asistirati na smisleni način u rješavanju matematičkih zadataka?

- Proljeće 2023: 229 studenata, visokoškolska matematika, studenti su koristili AI u rješavanju problema
- Ocjene studenata ostale su konzistentne kroz godine, s korištenjem i bez korištenja AI-ja
- Rezultati studenata u rješavanju problema korelirali su s uspjehom na formativnim i sumativnim vrednovanjima
- Uspješni studenti razvili su učinkovite strategije za suradnju s GenAI u rješavanju problema
- Povratne informacije studenata - tendencija korištenja AI-ja više za teorijske dijelove nego za rješavanje zadataka
- Ako se pravilno uvedu, AI se može koristiti kao pomoć u učenju i može se smanjiti zloupotreba
- Nastavnici trebaju jasno reći kada se AI može koristiti za zadatke i objasniti razloge iza tih odluka
- Divjak, B., Svetec B., Horvat, D. (2024). "Generative AI in Mathematics Education: Analysing Student Performance and Perceptions over Three Academic Years". In press: *Int. J. of Technology Enhanced Learning*

Kako studenti (učenici) koriste AI?



Source: Divjak, Pažur Aničić, Svetec. PBL meets AI: Innovating Assessment in Higher Education.

Pristupi učitelja u korištenju AI-ja

Koji je vaš dosadašnji pristup?



“noj” pristup



“ovčarski pas” pristup



“sova” pristup

Važno zapamtiti:

Kako bi obrazovanje bilo relevantno, učitelji bi trebali inovirati svoje dizajne učenja na temelju suvremenih istraživačkih rezultata.

Istražimo još malo...

Balanced Design Planning

learning-design.eu



iLed
Innovating Learning Design
in Higher Education

1900+
KORISNIKA
40+
DRŽAVA
2000+
PREDMETA



lalab.foi.hr

prof.dr.sc. Blaženka Divjak



TRJELA

Primjer, Diskretna matematika, FOI u BDP alatu za dizajn učenja

<https://learning-design.eu>

BDP My Courses About Help Study Programmes Blaženka Divjak

Learning outcomes

<p>Understanding</p> <p>Define and classify binary relations on sets, knowing their properties and characteristic examples.</p> <p>14</p>	<p>Understanding</p> <p>Define and connect the fundamental notions and problems in the scope of graph theory.</p> <p>14</p>	<p>✓ Applying</p> <p>Identify the structure and type of proofs in mathematics.</p> <p>14</p>	<p>✓ Applying</p> <p>Apply the theorems and algorithms from graph theory to standard exercises from graph theory.</p>
<p>Evaluating</p> <p>Effectively work in a team on problem posing and solving a real problem related to graph theory and discrete mathematics.</p> <p>25</p>	<p>Evaluating</p> <p>Solve real problems by applying theory and algorithms based on number theory.</p> <p>18</p>	<p>NEW LEARNING C</p> <p>Total weight:</p>	

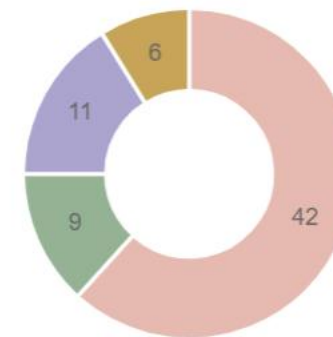
Feedback

■ Activities with feedback
■ Activities without feedback



Item count

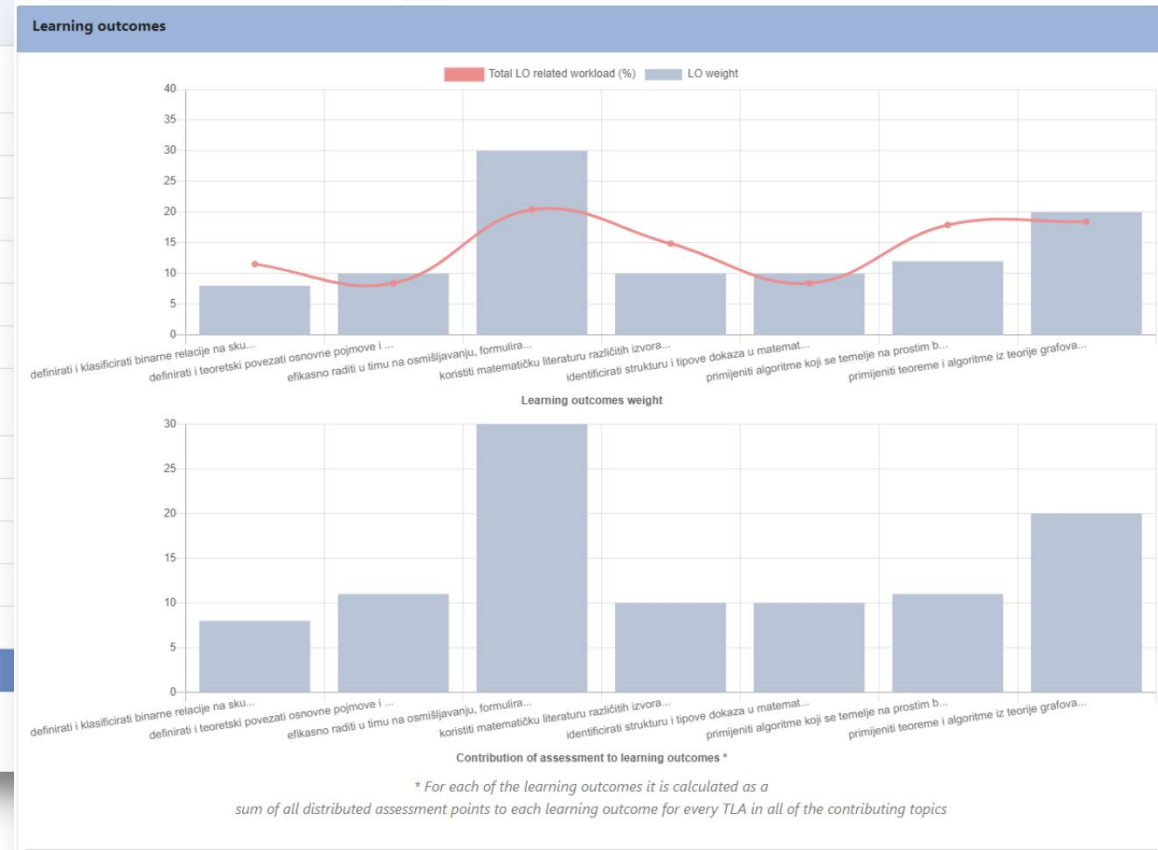
■ Teacher
■ Automated
■ Peer
■ Other



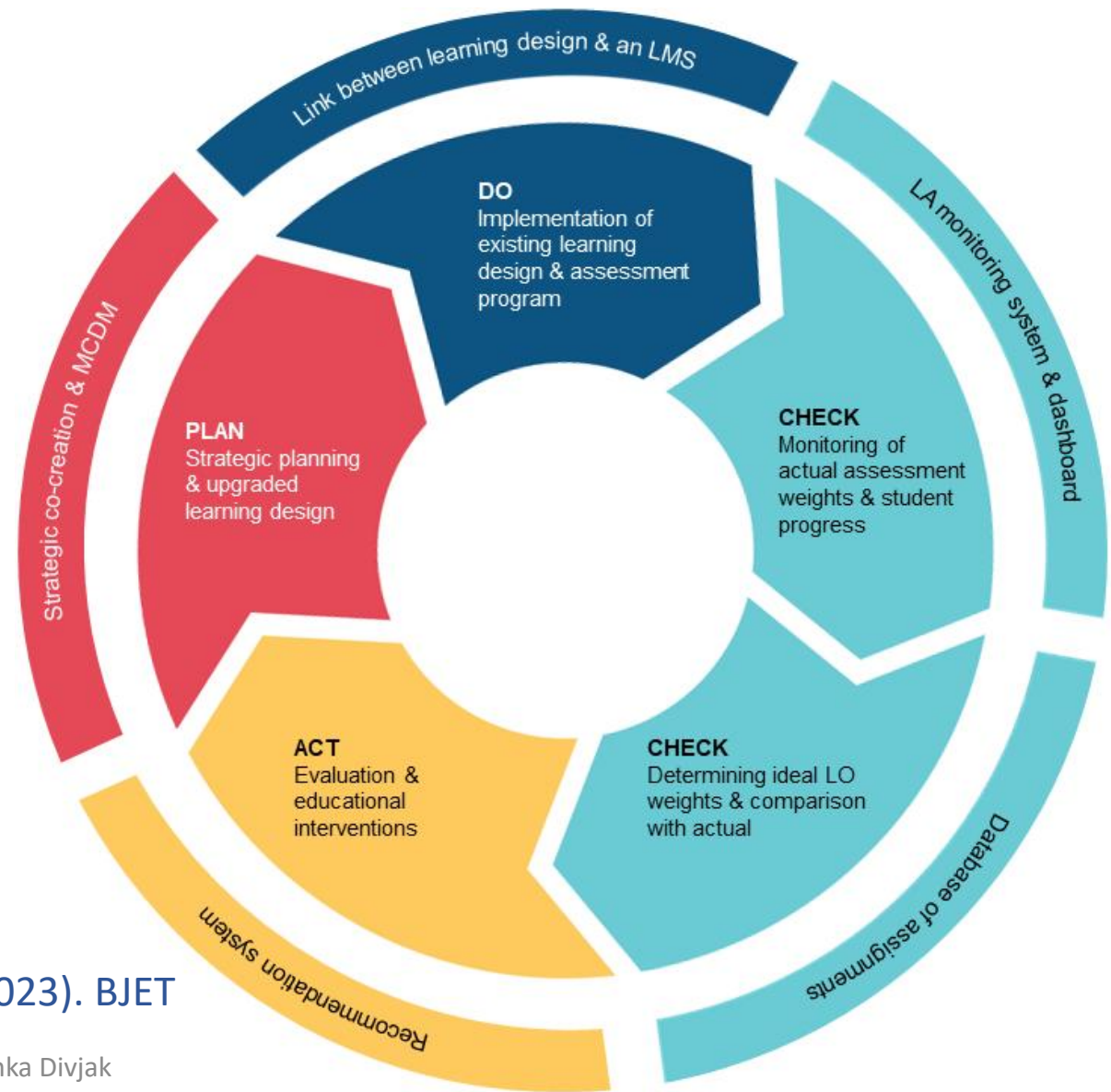
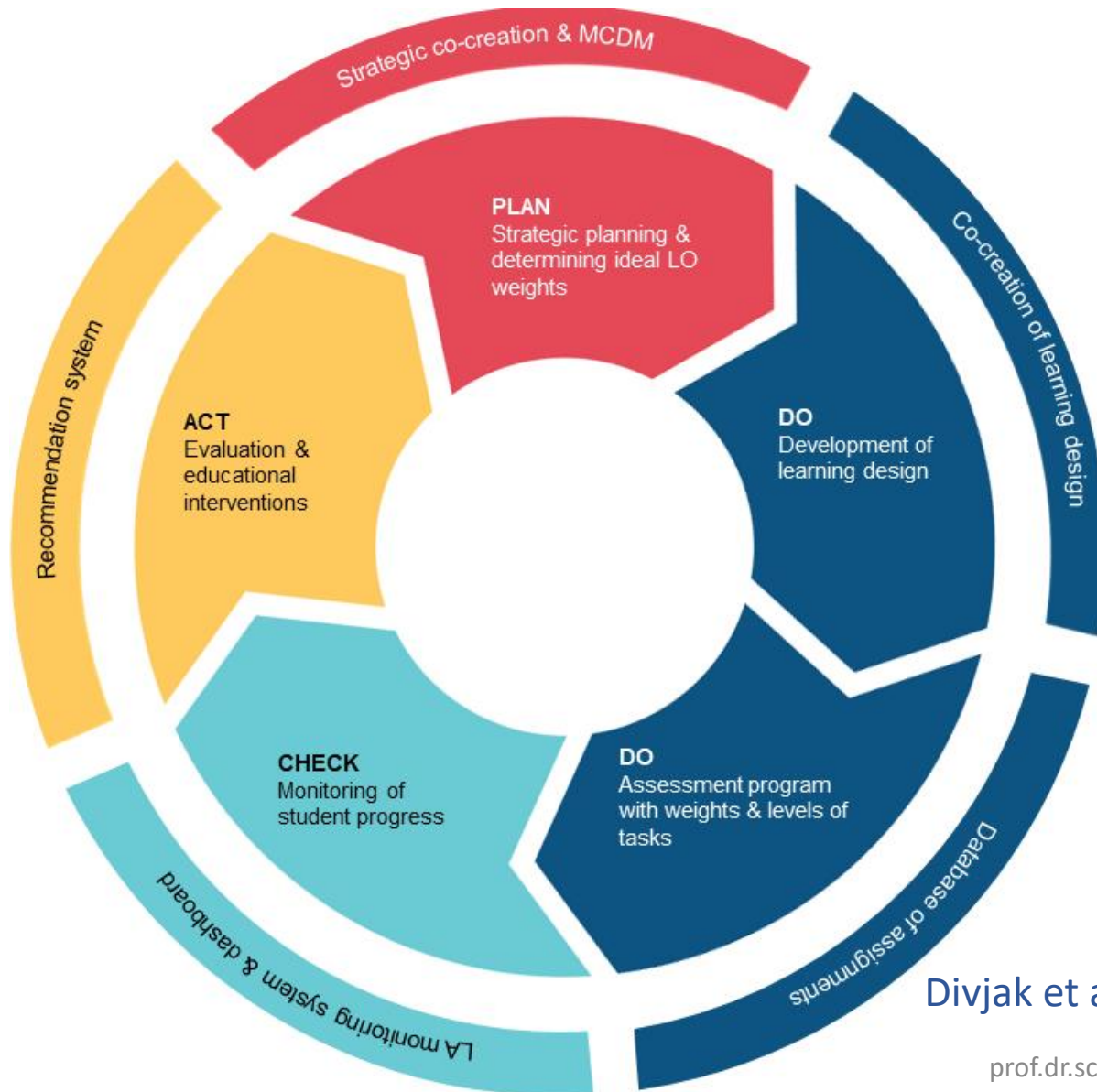
Feedback providers count

Analitika

Topic	Assessment		definirati i klasificirati binarne relacije na sku... (8)	definirati i teoretski povezati osnovne pojmove i ... (10)	efikasno raditi u timu na osmišljavanju, formulira... (30)	koristiti matematičku literaturu različitih izvora... (10)
	Formative	Summative				
Matematički modeli. Struktura matematike	0	0			10%	
Matematička logika. Kvantifikatori. Dokazi u matematici.	1	0				
Relacije. Relacije ekvivalencije.	1	0	40%			
Relacije uređaja	1	0	40%			
Elementarna teorija brojeva	1	0				
Kongruencije. Primjene u kriptografiji.	0	0				
Uvod u teoriju grafova.	1	0		10%		
Kolokvij 1	0	25	20%	5%		
Šetnje, putevi, ture u grafovima. Težinski grafovi	1	0		15%		
Stabla	1	0		10%		
Usmjereni grafovi. Transportne mreže.	1	0		10%		
Planarni grafovi. Bojanje grafova.	2	0		15%		
Sparivanje na grafovima	0	0		10%		
Kolokvij 2	0	25		25%		
Projektni rad studenata (WBL, PBL)	0	40			90%	
Total	10	90	100%	100%	100%	



Dizajn učenja i analitika učenja za osiguranje kvalitete



Divjak et al. (2023). BJET

prof.dr.sc. Blaženka Divjak

Upotreba strojnog učenja (AI) da saznamo više o tome kako se uči?

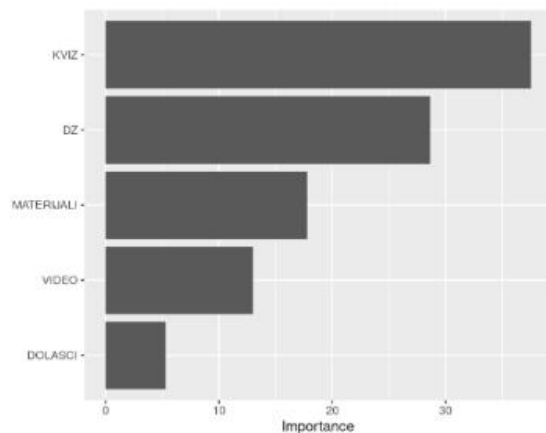
- Istraživačka pitanja :
 - RQ1. Kako formativna vrednovanja utječu na rezultate sumativnih vrednovanja?
 - RQ2. Koji ostali kontekstualni faktori utječu na točnost predviđanja uspjeha studenata?
 - RQ3...

Divjak, B., Svetec, B., Horvat, D. (2024) How can valid and reliable automatic formative assessment predict the acquisition of learning outcomes? *Journal of Computer Assisted Learning*

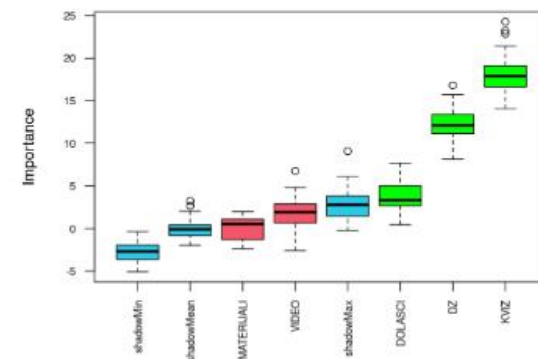
Analitika učenja (Learning Analytics) – npr. Random Forest

Prediktori uspjeha na ispitu - M1

Gini



Boruta



Random Forest:

Model strojnog učenja za klasifikaciju

Gradi veliki broj stabla odlučivanja

Kombinira stabla odlučivanja da dobije stabilnu i točnu predikciju

prof.dr.sc. Blaženka Divjak

Ključni prediktori uspjeha:

Izvršavanje formativnih zadataka (na satu)

Domaće zadaće

Korištenje materijala za učenje (online)

Prisutnost na nastavi

Razumijevanje obrasca rezultata vrednovanja: klasteriranje studentata

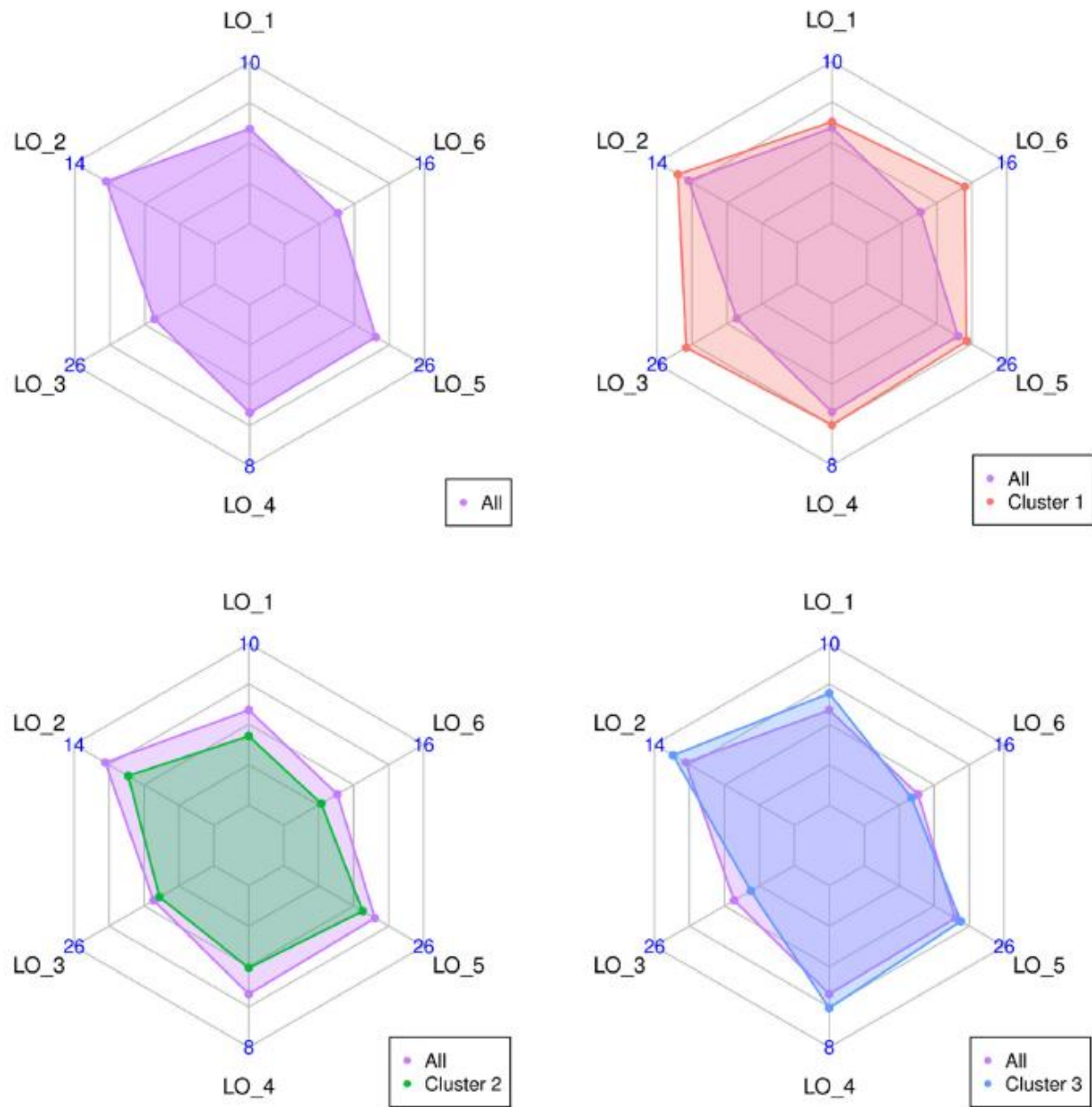


FIGURE 5 Comparison of assessment weights and obtained assessment points per cluster (radar chart).
PROF.DR.SC. BIAZENKA DIVJAK

Zaključaci

Učitelje neće
zamijeniti strojevi,
ali trebamo
ulagati u
profesionalni
razvoj

Kreativnost,
inovativnost,
znatiželja i talenti
su vredniji nego
ikad

Nema smisla
natjecati se s AI-
jem ili ga
zabranjivati

... upoznajmo ga
bolje, naučimo
kako ga usvojiti,
prilagoditi i mudro
koristiti

Publications



Divjak, B., Svetec, B., Horvat, D. (2024) How can valid and reliable automatic formative assessment predict the acquisition of learning outcomes? *Journal of Computer Assisted Learning*.

Divjak, B. Svetec, B. Horvat, D. Kadoić, N. (2023) Assessment validity and learning analytics as prerequisites for ensuring student-centred learning design. *British Journal of Educational Technology*, 00, 1– 22.

Divjak, B. Svetec, B. Horvat, D. (2023) Learning analytics dashboards: What do students actually ask for? LAK 2023, March 13–17, 2023, Arlington, TX, USA.

Divjak, B. Vondra, P. Pažur Aničić, K. (2022) Strategic Development of a National Pre-tertiary Learning Analytics System. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 46 (1), 173–195.

Divjak, B. Grabar, D. Svetec, B. Vondra, P. (2022) Balanced Learning Design Planning: Concept and Tool. *Journal of information and organizational sciences*, 46 (2), 361–375.

Rienties, B. Balaban, I. Divjak, B. Grabar, D. Svetec, B. Vondra, P. (2023). Applying and translating learning design and analytics approaches across borders. In: Viberg, Olga and Grönlund, Åke eds. *Practicable Learning Analytics. Advances in Analytics for Learning and Teaching*. Cham: Springer.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



iLed
Innovating Learning Design
in Higher Education

Hvala na pozornosti Q&A



blazenka.divjak@foi.hr



prof.dr.sc. Blaženka Divjak