



Kako umjetna inteligencija (UI) mijenja školu?

Prof. dr. sc. Blaženka Divjak

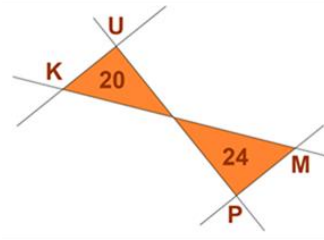
Sveučilište u Zagrebu

Fakultet organizacije i informatike

Voditeljica laboratorija za analitiku učenja

Laško, 11. in 12. november 2024

6. konferenca o učenju
in poučevanju matematike
KUPM 2024



Vsebina

Uvod v umetno inteligenco v izobraževanju

- Kako tekmovati z UI?

Primeri zlorabe umetne inteligence pri pouku matematike

- Primeri analitike učenja pri matematiki
- Primeri testov in problemskih nalog pri matematiki
- Učni scenarij – koncept in orodje

Kako pristopiti k umetni inteligenci v izobraževalnem sektorju?

- Kam je izginil človek?

Učitelji, profesorji in vzgojitelji, ki se soočajo z izzivom UI

Vprašanja :

- Je moje poučevanje relevantno?
- Ali moji učenci goljufajo na testih?
- Kako tekmovati s super zanimivo virtualno resničnostjo?
- Ali umetna inteligenca ogroža moje delo oziroma moje metode poučevanja in učenja?
- Kako lahko hiter napredek tehnologije pomaga izboljšati moje scenarije poučevanja?



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

Učitelji, profesorji in vzgojitelji, ki se soočajo z izzivom UI



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

Predpogoji za odgovore in odločanje :

- Razumeti vpliv umetne inteligence na izobraževanje
- Razumeti učni proces in njegovo vlogo pri razvoju

Cilji :

- Izkoristiti priložnosti za uporabo UI za izboljšanje izobraževanja
- Prepoznati izzive, ki se pojavljajo in zajezi tveganja
- Razviti sodobne učne scenarije, ki ustrezajo potrebam

Trije (preveč?)
ambiciozni
rezultati učenja

"For life with AI" –
pripraviti se na
življenje in aktivno
državljanstvo v dobi UI

"Learn *about* AI" -
izpopolnjevanje učnih
scenarijev in inovativnih
praks



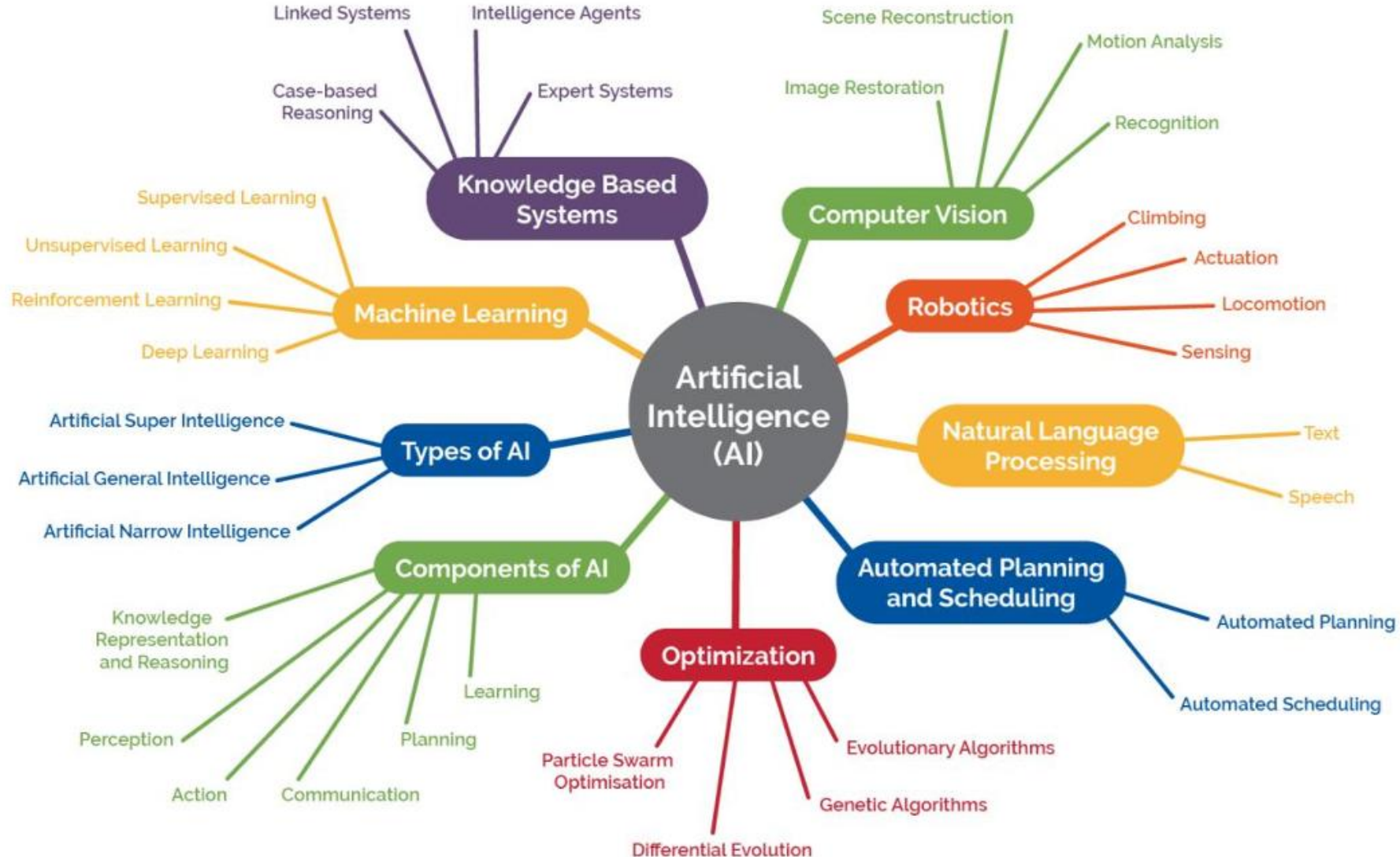
"Learning with AI" –
uporaba UI za več
informacij o tem, kako se
učenci učijo



Kaj je UI? Kako UI spreminja izobraževanje?

- **Definicija UI**
 - Avtomatizacija na podlagi asociacij v podatkih
 - Oxford English Dictionary AI: „računski sistemi sposobni opravljati opravila, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco“
- **Dva koraka**, ki ju omogoča UI in presegata običajno izobraževalno tehnologijo:
 - Od zbiranja podatkov do iskanja vzorcev v podatkih
 - Od omogočanja dostopa do izobraževalnih virov do avtomatizacije odločanja o poučevanju in učenju
- AIED - uporaba tehnologij UI ali aplikacij v izobraževalnih okolij za olajšanje poučevanje, učenja ali sprejemanja odločitev
 - [AIED 2024](#) - 25. letna mednarodna konferenca o UI v izobraževanju (Brazilija, julij 2024)

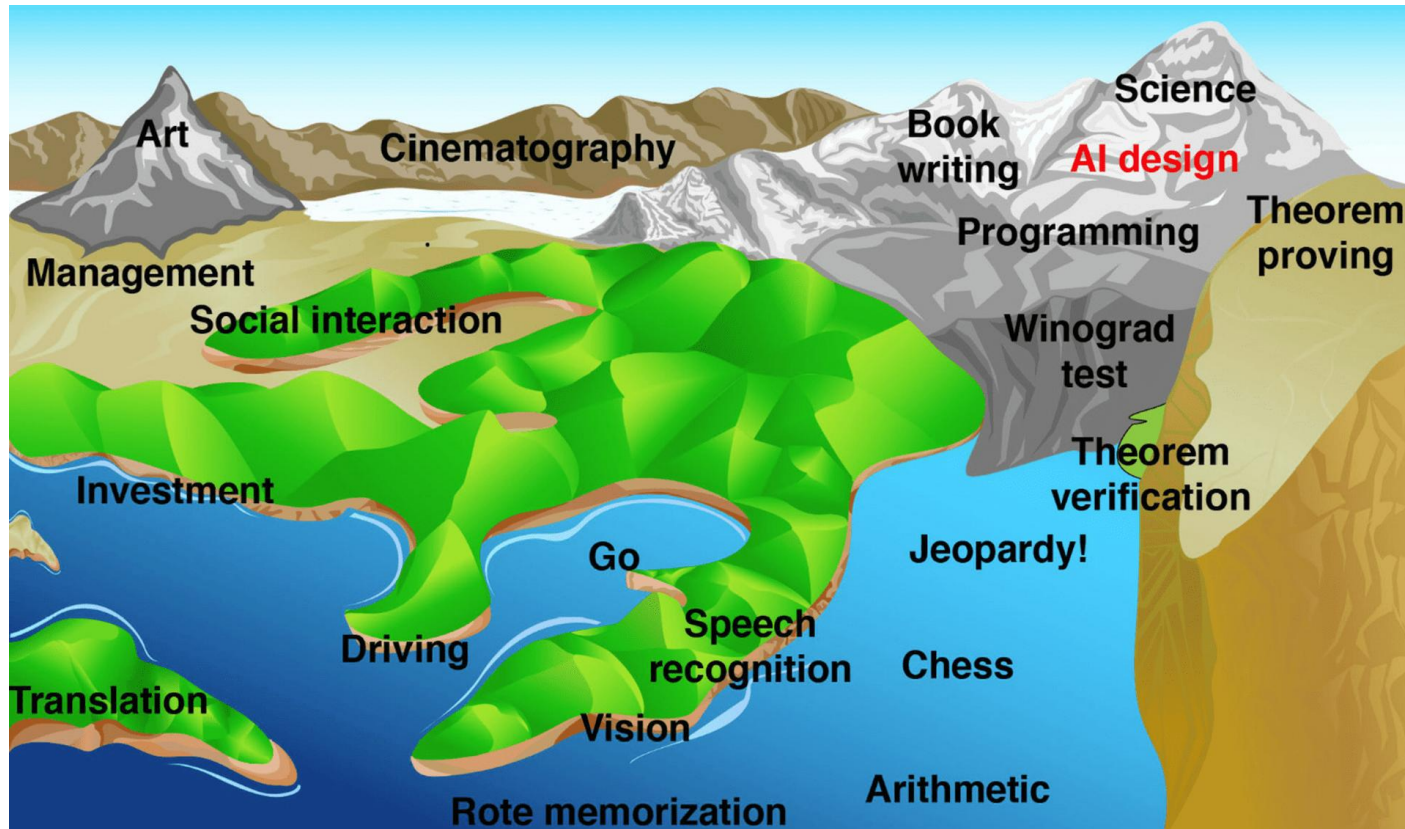
Kaj je UI?



Kateri nove prakse lahko kmalu pričakujemo?

	Familiar Technology Capabilities	Future Technology Capabilities
Input	<ul style="list-style-type: none">• Typing	<ul style="list-style-type: none">• Speaking
	<ul style="list-style-type: none">• Clicking and dragging	<ul style="list-style-type: none">• Drawing
	<ul style="list-style-type: none">• Touching and gesturing	<ul style="list-style-type: none">• Analyzing images and video
Processing	<ul style="list-style-type: none">• Displaying information and tasks	<ul style="list-style-type: none">• Assisting students and teachers
	<ul style="list-style-type: none">• Sequencing learning activities	<ul style="list-style-type: none">• Planning and adapting activities
	<ul style="list-style-type: none">• Checking student work	<ul style="list-style-type: none">• Revealing patterns in student work
Output	<ul style="list-style-type: none">• Text	<ul style="list-style-type: none">• Conversations
	<ul style="list-style-type: none">• Graphics	<ul style="list-style-type: none">• Annotating and highlighting
	<ul style="list-style-type: none">• Multimedia	<ul style="list-style-type: none">• Suggesting and recommending
	<ul style="list-style-type: none">• Dashboards	<ul style="list-style-type: none">• Organizing and guiding

Kako ohraniti človekovo avtonomijo in dostojanstvo v dobi UI?



Katero ozemlje je namenjeno le ljudem? Kako ga ohraniti?

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

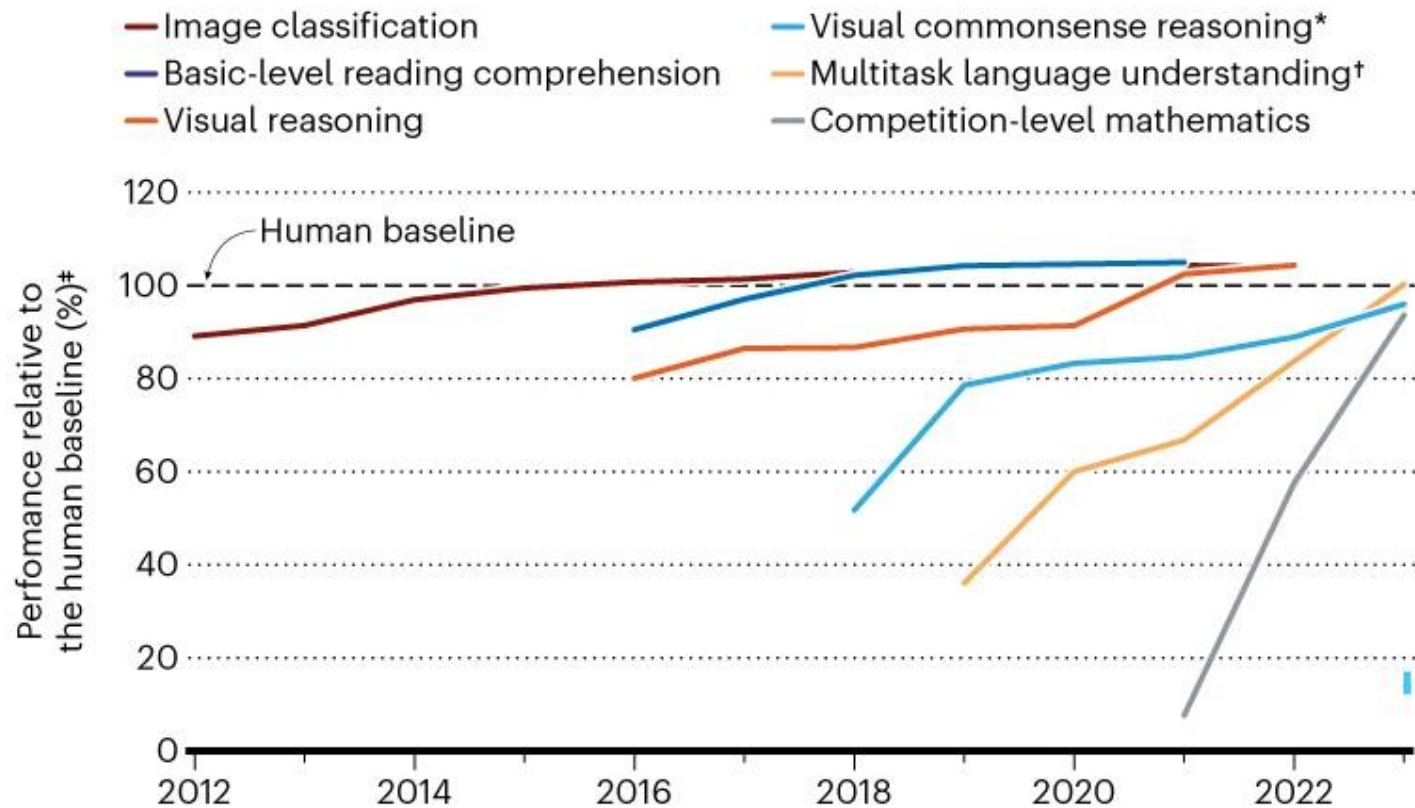
Pokrajina kompetenc

Napredek računalniške zmogljivosti je kot voda, ki počasi preplavlja pokrajino

„Predlagam, da zgradimo čolne, ker se ta dan približuje in prevzamemo življenje, ki je podobno morskim potnikom!” (Moravec 1998)

Kje smo danes, 27 let pozneje?

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

Ali je UI boljša od človeka?

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

[Nature](#) 15 April 2024

Ozka ali splošna (AGI) inteligenca?

Vir:

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



Automated Grading of Texas' STAAR

2024 - UI ocenjuje vprašanja odprtega tipa na State of Texas Assessment of Academic Readiness

25% ocenjuje človek, ko se UI „počuti“ nesigurno
Prihranek: \$20 mil.



Intelligent Tutoring System (ITS) – Khanmigo Khan Academy

UI orodje za učenje in poučevanje vzpostavljen marca 2023.

„Samo“ 4\$ po učencu mesečno
Uporablja se zlasti v šolah, kjer je primanjkljaj učiteljev

prof.dr.sc. Blaženka Divjak



Learning Design Tool BDP

learning-design.eu

Razvil FOI v okviru nekaj EU projektov

Brezplačen za uporabo

Bo UI zamenjala učitelje?

Učimo se, raziskujemo, zavedamo se tveganj

Tveganja

- Tveganja na ravni družbe - diskriminacija oseb iz manj zastopanih skupin
- Sistemska tveganja in skrbi za prihodnost izobraževanja
- Tveganja na ravni posameznikov, kot so učenci, učitelji in drugi – skrbi glede zasebnosti
- GenUI je znan po "haluciniranju" – izmišljanju napačnih informacij
- Veliki jezikovni modeli (LLM) — slabi pri računanju
- Možne nenamerne ali nepričakovane posledice
- ...

Koristi

- UI lahko na boljši način omogoči učne rezultate, u večjem obsegu i z manjšimi stroški
- UI lahko izboljša prilagodljivost izobraževalnih virov/učnih gradiv zanimanju in zmožnostim učencev
- UI lahko ponudi večjo podporo učiteljem
- Takojšnja povratna informacija spodbuja učenje
- Večja in boljša dostopnost do izobraževalnih virov/učnih gradiv in personalizacija
-

Primeri raziskav o uporabi UI pri poučevanju (matematike)

Laboratory for Learning Analytics FOI

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

Možne (zlo)rabe UI v matematiki

Uporaba orodij UI za reševanje problemov : Nekatera orodja lahko rešujejo zapletene matematične probleme, vključno z algebro, trigonometrijo in analizo. Učenci lahko s temi orodji dobijo odgovore, ne da bi razumeli osnovne matematične koncepte.

Primer: Symbolab, Wolfram Alpha

Reševanje z uporabo jezikovnih modelov: Napredni jezikovni modeli lahko rešijo problemske naloge na podlagi vnesenih poizvedb, kar učencem omogoča neposredno prepisovanje rešitev.

Primer: ChatGPT

Samodejno ustvarjanje info/grafike in vizualizacija: orodja UI lahko samodejno generirajo info/grafike, ki ponazarjajo zapletene matematične koncepte, kar lahko učencem pomaga, da se izognejo potrebi po razumevanju, kako te info/grafike narisati sami.

Primer: Desmos

Uporaba aplikacij za prepoznavanje besedila: Aplikacije, ki lahko skenirajo in prepoznajo matematične naloge, napisane ročno ali v učbenikih, ter takoj ponudijo rešitve, prav tako ponujajo priložnosti za zlorabo.

Primer: PhotoMath

Ustvarjanje predstavitev, pisanje projektov, celo podcastov, povzetkov predavanj: Aplikacije, ki lahko ustvarijo visokokakovostne predstavitve na podlagi besedila ali nalog

Primer: NotebookLM

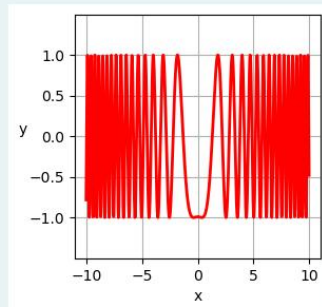
Kako preiti od zlorabe do smiselne uporabe?

- Nadzor proti vodenju in spremembam učnih scenarijev
- Raznoliki preizkusi – več kontrole in velike baze za rutinske naloge, generiranje personaliziranih nalog za vsakega učenca
- Domače naloge – vztrajati pri razlagah, individualizirati naloge
- Kompleksnejše naloge - problemi odprtega tipa, povratne informacije v procesu reševanja – dinamično spremljanje in lokalni kontekst
- Ustno preverjanje – obvezno, ne samo zaradi morebitne goljufije, temveč tudi zaradi razvoja matematičnega načina razmišljanja in izražanja
- Sprotno spremljanje – formativno in sumativno
- Spodbujanje učencev k uporabi UI, a tudi h kritičnemu premisleku o rešitvah
- Poudarek na razumevanju - postavljanje konceptualnih nalog, kadar je to mogoče
- Razumeti, zakaj učenci goljufajo
- Vzpostaviti jasna pravila uporabe UI in kodekse obnašanja, ki bi se jih morali držati učenci in učitelji 😊

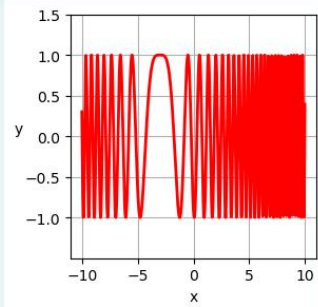
Velike baze nalog in učna analitika

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

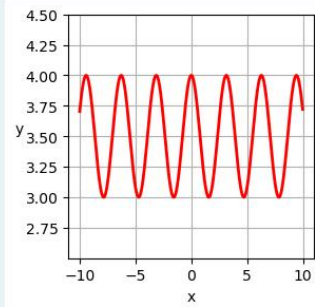
Svakoj kompoziciji funkcija pridružite njezin graf.



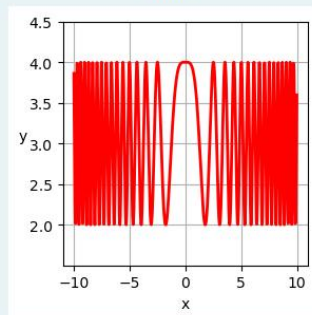
slika 1



slika 2



slika 3



slika 6

$f \circ g \circ h$

$g \circ h \circ f$

$h \circ f \circ g$

$h \circ g \circ f$

$g \circ f \circ h$

$f \circ h \circ g$



Zadan je sustav linearnih jednadžbi

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

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

$p =$.

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

$A^{-1} =$

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

 .

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

Rješenje. (, ,)

Matematika – problemska naloga za bruce

V nalogi se zahteva:

- teoretični razvoj (koncept)
- Uporaba naučenega pri reševanju določenih nalog
- Raziskava možnih aplikacij

Jasna navodila za uporabo UI

- Jasna navodila za uporabo UI
- Kako narediti poziv/vprašanje
- Kako citirati in poročati o uporabi
- Kritično gledanje na rešitve in iskanje napak 😊
- Ocenjevanje – kriteriji
 - Uporaba kriterijev

(Learning curve)

Krivulja učenja dana je enačbo: $q(t) = B - Ae^{-kt}$, 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

1

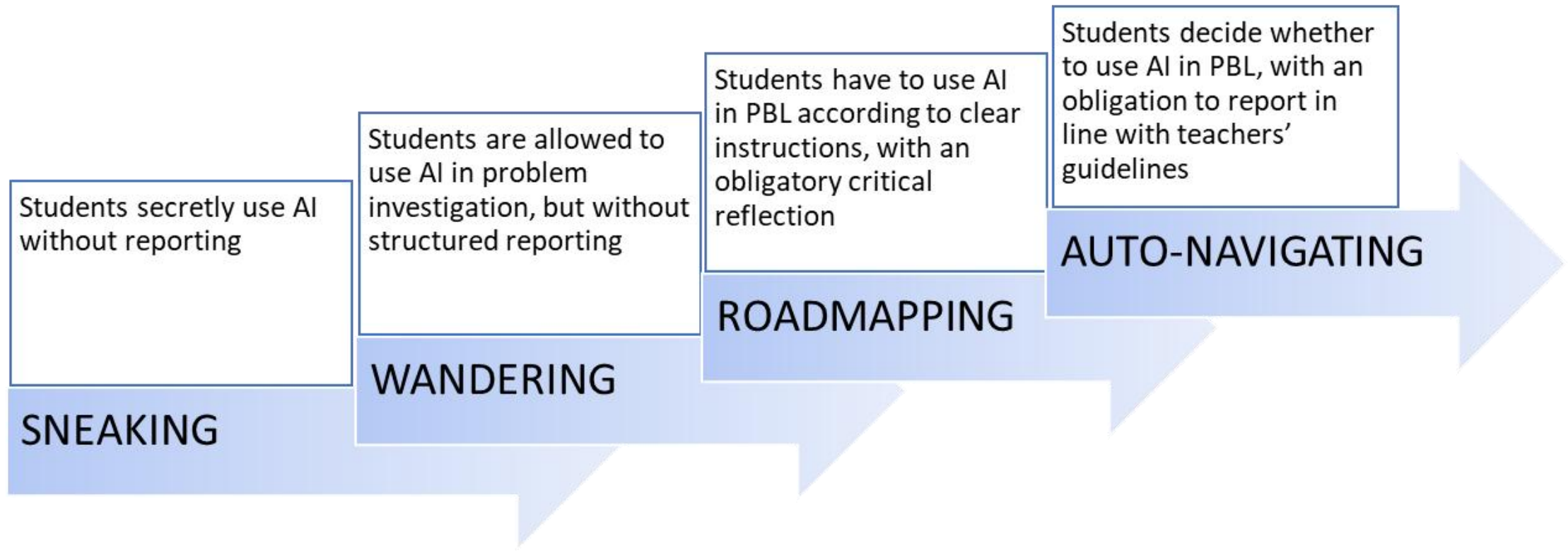
Kriterij	Razine			
Obuhvat teme, matematička obrada i korektnost	<input type="radio"/> Nije obrađena naznačena tema ili je rad djelomično prepisan.	<input type="radio"/> Neki elementi teme su obrađeni i razrađeni, ali nedostaje matematička preciznost.	<input type="radio"/> Tema je u cjelini obrađena 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 nedostatni. 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, ali je nepravilno 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.	

Ali lahko UI smiselno pomaga pri reševanju matematičnih problemov?

- Pomlad 2023: 229 študentov, visokošolska matematika, študenti so uporabili UI za reševanje problemov
- Ocene učencev so skozi leta ostale enake, z uporabo UI in brez nje
- Rezultati učencev pri reševanju problemov so povezani z uspehom pri formativnem in sumativnem ocenjevanju
- Uspešni študenti so razvili učinkovite strategije za sodelovanje z GUI pri reševanju problemov
- Povratne informacije študentov - namera uporabe UI bolj za teoretične dele kot za reševanje nalog
- Če je UI pravilno implementirana, jo je mogoče uporabiti za pomoč pri učenju in zmanjšati zlorabo
- Učitelji bi morali določiti, kdaj se UI lahko uporablja za naloge, in razložiti razloge za te odločitve

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 učenici uporabljajo UI?



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

Pristopi učiteljev pri uporabi UI

Kakšen je vaš dosedanji pristop?



"Nojevski" pristop

Vir: Divjak, Pažur Aničić, Svetec , PBL sreča AI:
Inovativno ocenjevanje v visokem šolstvu.



"Ovčarski" pristop

prof.dr.sc. Blaženka Divjak



"Sovji" pristop

Ilustracije : OpenAI. (2024). ChatGPT (4)
<https://chat.openai.com>

Pomembno si je zapomniti :
Da bi bilo izobraževanje ustrezno, bi morali učitelji
posodabljati svoje scenarije poučevanja na podlagi
rezultatov sodobnih raziskav.

Raziščimo še malo ...

Balanced Design Planning

learning-design.eu



iLed
Innovating Learning Design
in Higher Education

1900+
uporabnikov

40+
držav

2000+
predmetov

lalab.foi.hr



TRJELA

Primer, Diskretna matematika, FOI v BDP orodju za učni scenarij

<https://learning-design.eu>

BDP My Courses About Help Study Programmes Blaženka Divjak

Learning outcomes

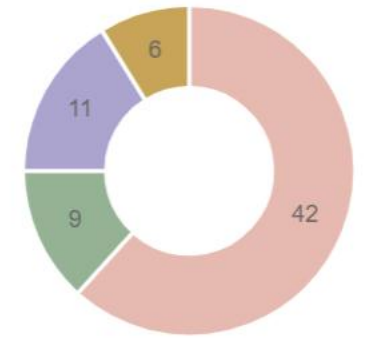
<p>Understanding</p> <p>Define and classify binary relations on sets, knowing their properties and characteristic examples.</p> <p>14</p>	<p>Understanding</p> <p>Define and connect the fundamental notions and problems in the scope of graph theory.</p> <p>14</p>	<p>✓ Applying</p> <p>Identify the structure 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>14</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>Feedback</p> <p>NEW LEARNING C</p> <p>Total weight:</p>	

Activities with feedback
Activities without feedback



Item count

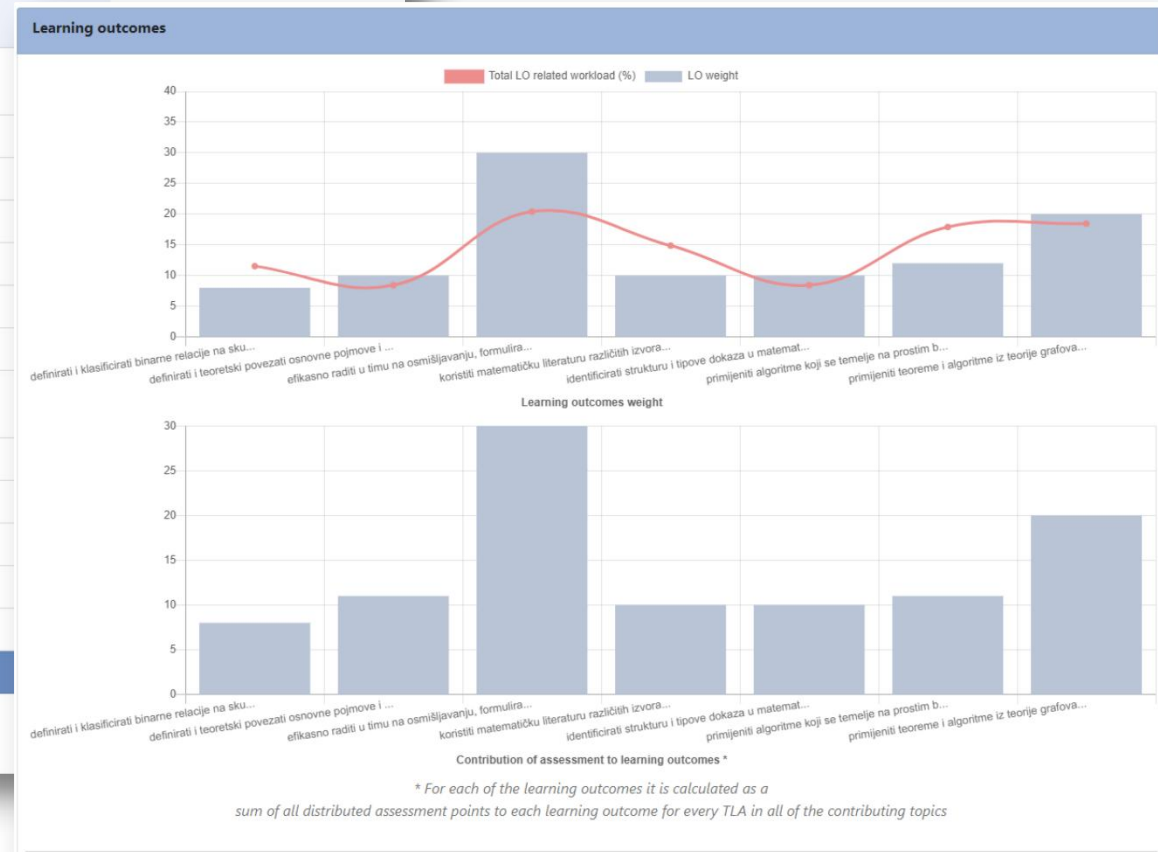
Teacher Automated
Peer Other



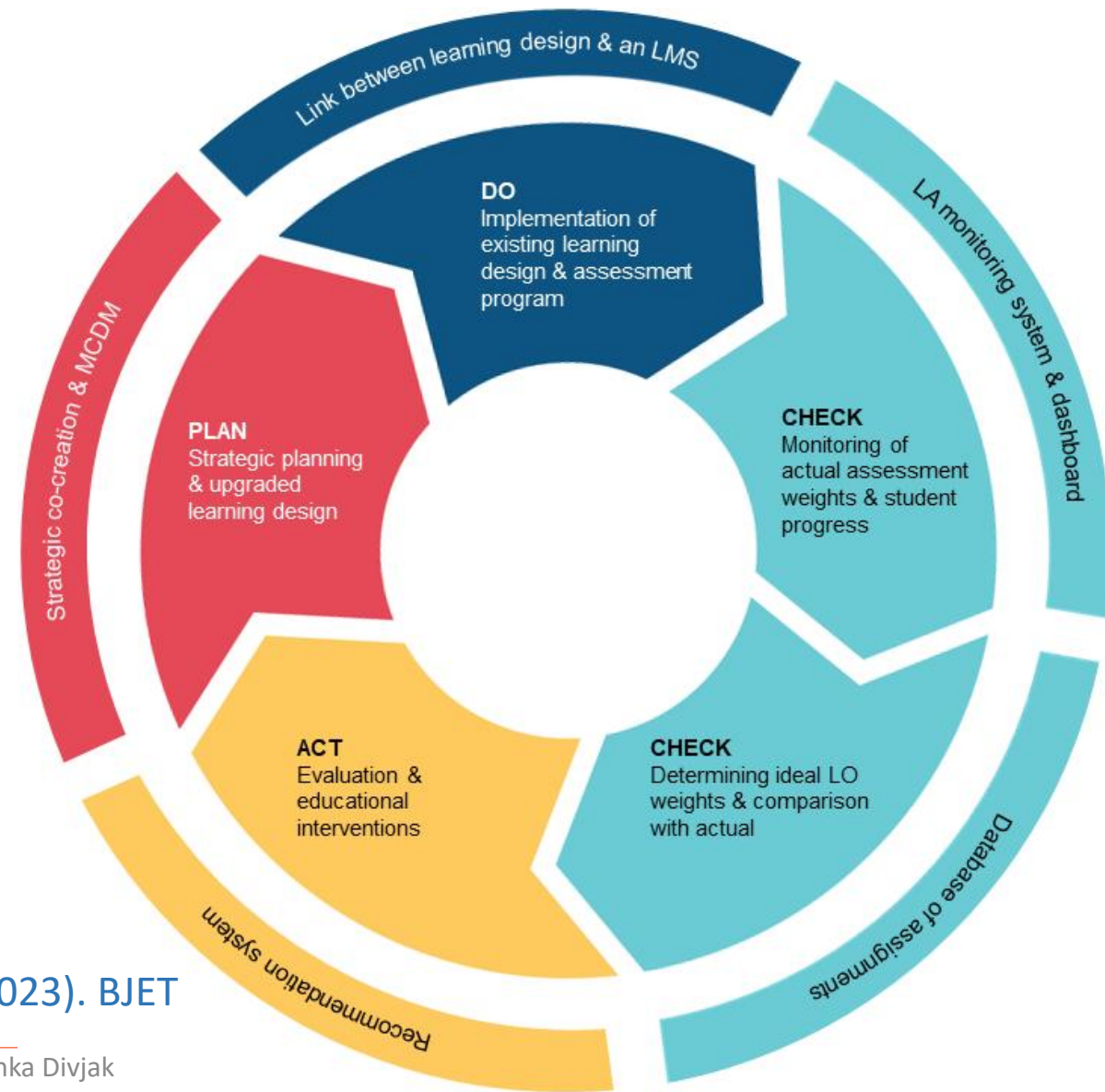
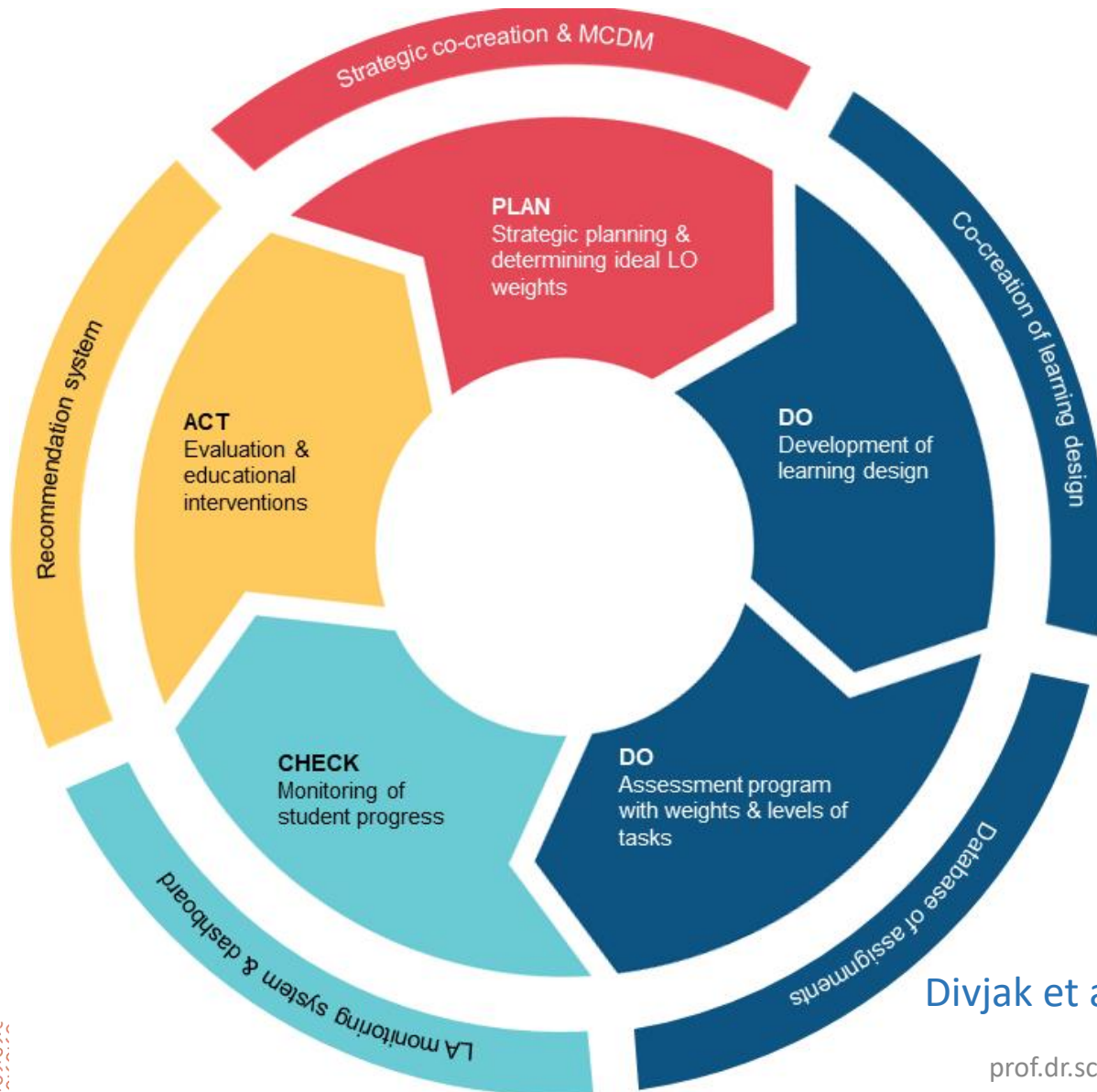
Feedback providers count

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%	



Učni scenarij in učna analitika za zagotavljanje kakovosti



Divjak et al. (2023). BJET

prof.dr.sc. Blaženka Divjak

Uporaba strojnega učenja (UI), da bi izvedeli več o tem, kako se učimo?

Raziskovalna vprašanja :

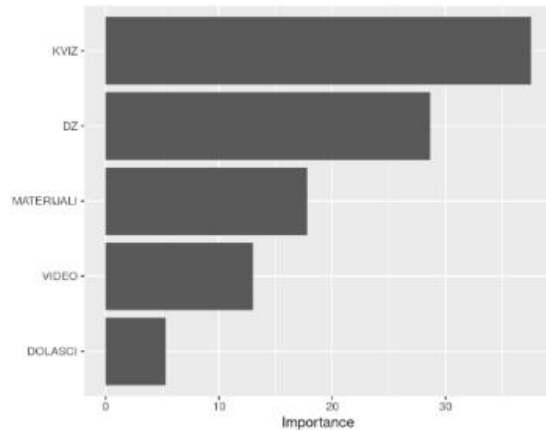
- RQ1. Kako formativno vrednotenje vpliva na rezultate sumativnega vrednotenja ?
- RQ2. Kateri drugi kontekstualni dejavniki vplivajo na pravilnost napovedovanja uspeha študentov ?
- RQ3 ...

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*

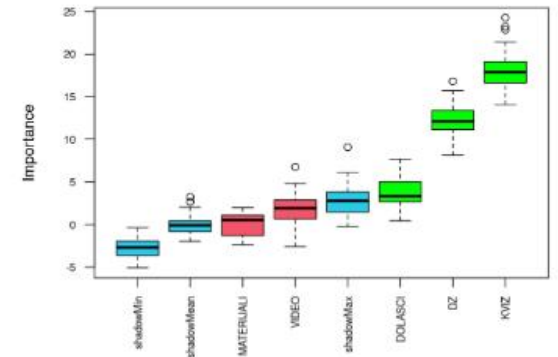
Učna analitika (Learning Analytics) – npr. Random Forest

Napovedovalci uspeha na izpitu - M1

Gini



Boruta



permutacija

Random Forest:

Model strojnega učenja za klasifikacijo

Zgradi veliko število odločitvenih dreves

Združuje odločitvena drevesa za pridobitev stabilne in natančne napovedi

Ključni napovedovalci uspeha:

Izvajanje formativnih nalog (v razredu)

Domače naloge

Uporaba učnih gradiv (na spletu)

Prisotnost pri pouku

0.00 0.01 0.02 0.03

prof.dr.sc. Blaženka Divjak

Razumevanje obrazca rezultata vrednotenja: združevanje študentov

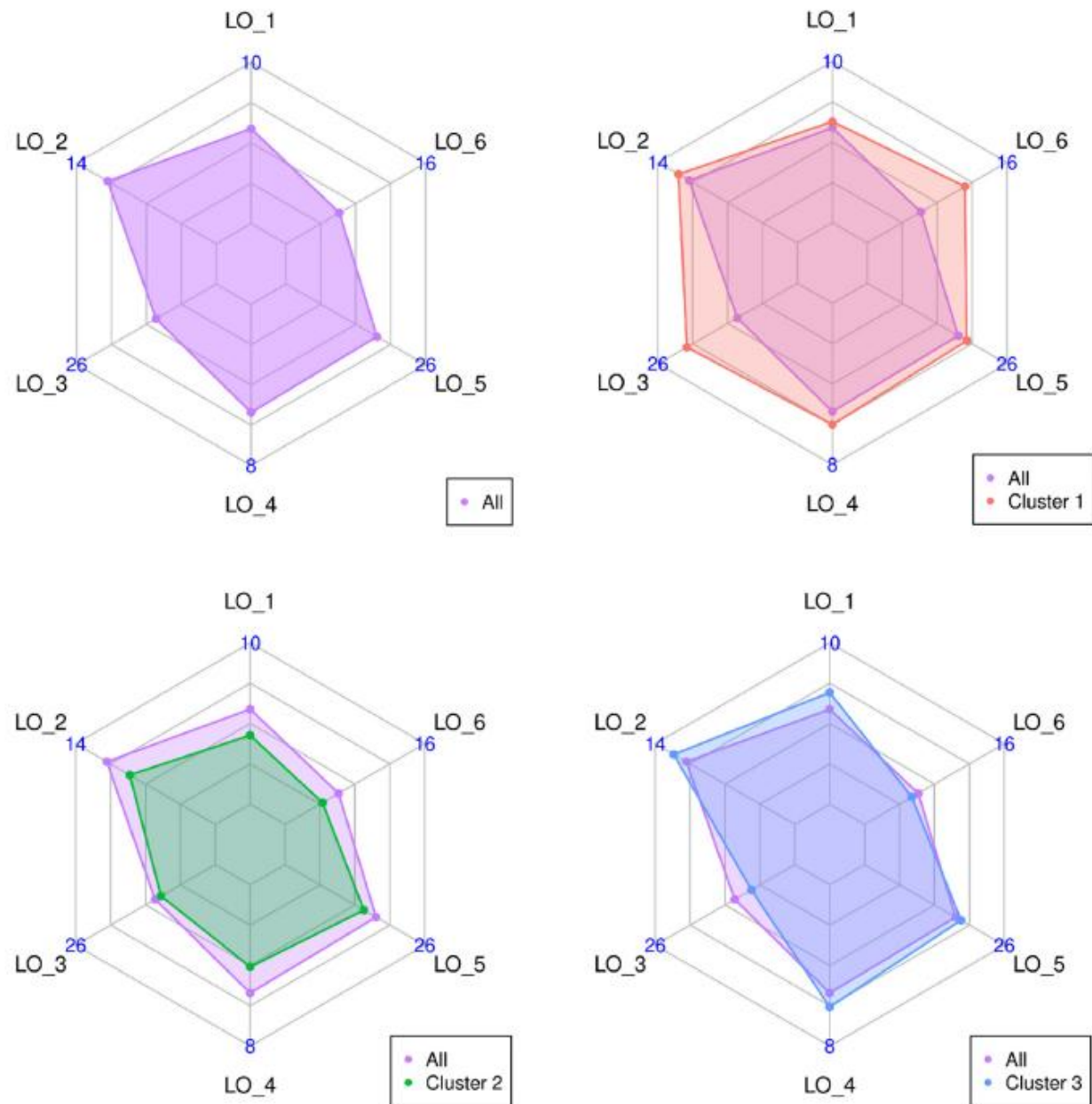


FIGURE 5 Comparison of assessment weights and obtained assessment points per cluster (radar chart).
PROF.DR.SC. BIAZENKA DIVJAK

Zaključki:

Učiteljev ne bodo nadomestili stroji, ampak je treba vlagati v strokovni razvoj

Ustvarjalnost, inovativnost, radovednost in talenti so bolj dragoceni kot kadarkoli prej

Nima smisla tekmovati z UI ali jo prepovedati

... spoznajmo jo bolje, učimo se, kako jo sprejeti, prilagoditi in pametno uporabiti

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 za pozornost Q&A



blazenka.divjak@foi.hr



prof.dr.sc. Blaženka Divjak