



I. osnovna šola Celje  
Vrunčeva ulica 13  
3000 Celje

# NAUČIMO SE **MATEMATIKO** S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE

Področje: Matematika in logika

Avtor: Anže Plahutnik

Mentor: Lenart Fajfar, mag. prof. mat. in rač.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2025

# KAZALO VSEBINE

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | UVOD.....  | 1  |
| 1.1   | Opis raziskovalnega problema in namen .....            | 1  |
| 1.2   | Namen raziskovalne naloge .....                        | 1  |
| 1.3   | Hipoteze.....  | 1  |
| 1.4   | Metode raziskovalnega dela .....                       | 2  |
| 1.4.1 | Pregled literature.....                                | 2  |
| 1.4.2 | Testiranje Astre AI .....                              | 2  |
| 1.4.3 | Učenje z Astro AI .....                                | 2  |
| 1.4.4 | Reševanje pripravljenih nalog.....                     | 3  |
| 1.4.5 | Analiza uspešnosti pri nalogah .....                   | 3  |
| 1.4.6 | Intervju .....   | 3  |
| 2     | TEORETIČNI DEL .....                                   | 4  |
| 2.1   | Umetna inteligenca .....                               | 4  |
| 2.2   | Chatbot .....  | 5  |
| 2.2.1 | Področja uporabe.....                                  | 6  |
| 2.2.2 | Razvoj.....  | 6  |
| 2.3   | AI tutorji.....  | 7  |
| 2.4   | Orodja umetne inteligence za delo pri matematiki ..... | 8  |
| 2.4.1 | MathGPT .....  | 9  |
| 2.4.2 | Photomath .....  | 10 |
| 2.4.3 | Khanmigo.....  | 12 |
| 2.4.4 | Astra AI .....   | 13 |
| 2.5   | Matematika v 7. razredu.....                           | 16 |
| 2.5.1 | Učni načrt.....  | 16 |
| 2.5.2 | Učbenik.....   | 17 |
| 2.6   | Primeri uporabe AI tutorjev v šolstvu.....             | 19 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.6.1 | Turčija .....   | 19 |
| 2.6.2 | Newark, ZDA.....  | 19 |
| 3     | PRAKTIČNI DEL .....                                       | 20 |
| 3.1   | Moje predznanje o geometriji .....                        | 20 |
| 3.2   | Učenje skladnostih izrekov SSS in SKS.....                | 21 |
| 3.2.1 | Povzetek pogovora z Astra AI.....                         | 21 |
| 3.2.2 | Analiza učnega lista 1 .....                              | 22 |
| 3.2.3 | Refleksija .....  | 23 |
| 3.3   | Učenje skladnostnih izrekov KSK in SSK.....               | 23 |
| 3.3.1 | Povzetek pogovora z Astro AI.....                         | 23 |
| 3.3.2 | Analiza učnega lista 2 .....                              | 25 |
| 3.3.3 | Refleksija .....  | 25 |
| 3.4   | Učenje včrtane in očrtane krožnice .....                  | 26 |
| 3.4.1 | Povzetek pogovora z Astro AI.....                         | 26 |
| 3.4.2 | Analiza učnega lista 3 .....                              | 27 |
| 3.4.3 | Refleksija .....  | 28 |
| 3.5   | Učenje višinske točke, višine, težišča in težiščnice..... | 28 |
| 3.5.1 | Povzetek pogovora z Astro AI.....                         | 28 |
| 3.5.2 | Analiza učnega lista 4 .....                              | 30 |
| 3.5.3 | Refleksija .....  | 30 |
| 4     | REZULTATI.....  | 32 |
| 5     | ZAKLJUČEK .....   | 34 |
| 6     | VIRI IN LITERATURA .....                                  | 35 |
| 7     | PRILOGA .....   | 37 |

## KAZALO SLIK

|   |    |
|---|----|
| Slika 1: Siri .....   | 7  |
| Slika 2: MathGPT .....  | 9  |
| Slika 3: Vmesnik MathGPT.....                                 | 10 |
| Slika 4: Photomath .....                                      | 11 |
| Slika 5: Vmesnik Photomath.....                               | 11 |
| Slika 6: Khanmigo .....                                       | 12 |
| Slika 7: Vmesnik Khanmigo.....                                | 13 |
| Slika 8: Astra AI.....  | 14 |
| Slika 9: Vmesnik Astre AI .....                               | 15 |
| Slika 10: Cilji v učbeniku.....                               | 17 |
| Slika 11: Cilji v učbeniku.....                               | 17 |
| Slika 12: Cilji v učbeniku.....                               | 18 |
| Slika 13: Cilji v učbeniku.....                               | 18 |
| Slika 14: Cilji v učbeniku.....                               | 18 |
| Slika 15: Učenje SSS in SKS z Astro AI.....                   | 22 |
| Slika 16: Analiza UL 1 .....                                  | 22 |
| Slika 17: Učenje KSK in SSK z Astro AI.....                   | 24 |
| Slika 18: Analiza UL 2 .....                                  | 25 |
| Slika 19: Učenje očrtane in včrtane krožnice z Astro AI ..... | 27 |
| Slika 20: Analiza UL 3 .....                                  | 27 |
| Slika 21: Učenje višin in težiščnic z Astro AI .....          | 29 |
| Slika 22: Analiza UL 4 .....                                  | 30 |

## KAZALO PRILOG

|   |    |
|---|----|
| Priloga 1: Učni list 1.....                                     | 37 |
| Priloga 2: Učni list 2.....                                     | 37 |
| Priloga 3: Učni list 3.....                                     | 38 |
| Priloga 4: Učni list 4.....                                     | 38 |
| Priloga 5: Intervju z g. Škrabo .....                           | 39 |
| Priloga 6: Odziv Andreja P. Škrabe na rezultate raziskave ..... | 40 |

## ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svoji šoli, ki mi je omogočila raziskovalno nalogo in mi s tem dala priložnost za poglobljeno raziskovanje ter uporabo umetne inteligence pri učenju matematike. Hvaležen sem tudi vsem učiteljem, ki so mi s svojim znanjem in spodbudo pomagali pri učnem razvoju.

Posebna zahvala gre mojemu mentorju, g. Lenartu Fajfarju, ki me je ves čas med raziskovanjem usmerjal, mi nesebično delil svoje znanje in izkušnje ter me spodbujal pri iskanju novih rešitev in idej. Njegova strokovna podpora in potrpežljivost sta mi bili v neprecenljivo pomoč.

Zahvaljujem se tudi ge. Janji Ribič, ki mi je s svojim znanjem in natančnostjo pomagala pri lektoriranju raziskovalne naloge. Zahvaljujem se tudi ge. Urški Farčnik, ki mi je nesebično pomagala pri prevajanju povzetka. Njuna pomoč je bila neprecenljiva pri oblikovanju končne raziskovalne naloge.

Z največjo hvaležnostjo se zahvaljujem tudi g. Andreju P. Škrabi, ustanovitelju portala Astra AI, ki je nama z mentorjem omogočil brezplačen dostop do portala. S tem je prispeval k večji kakovosti raziskave, saj sem lahko izkoristil sodobna orodja umetne inteligence in jih vključil v svoje delo.

Hvaležen sem vsem, ki so me na kakršen koli način podpirali pri raziskovalni nalogi – prijateljem, družini in vsem, ki so mi stali ob strani ter mi z nasveti ali spodbudnimi besedami pomagali pri izzivih na tej poti.

## POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem preučeval, kako lahko umetna inteligenca (UI) pripomore k učenju matematike in kakšen vpliv ima na razumevanje matematičnih konceptov ter motivacijo učencev. Glavno vprašanje naloge je bilo, v kolikšni meri lahko UI nadomesti učitelja.

V teoretičnem delu naloge sem raziskal različne vrste UI tehnologij, ki se uporabljajo pri izobraževanju, ter njihove prednosti in slabosti. Analiziral sem uporabo različnih orodij, kot so Astra AI, MathGPT, Photomath in Khanmigo. Opisal sem njihovo uporabnost, kakovost odzivov in uporabniški vmesnik.

V praktičnem delu sem preizkušal orodje Astra AI pri učenju matematike. Izbral sem učno snov konstrukcija trikotnikov, ki jo obravnavamo v 7. razredu. S pomočjo Astre AI sem se samostojno, brez predznanja, naučil del učne snovi in znanje preveril na kratkem preverjanju znanja. Glede na rezultate preverjanja sem preučil razloge za napake in podal oceno delovanja orodja.

Rezultati raziskave kažejo, da UI omogoča personalizirano učenje, prilagajanje hitrosti osvajanja snovi ter takojšnje povratne informacije. Ugotovil sem, da lahko Astra AI izboljša razumevanje matematičnih konceptov, vendar ne more v celoti nadomestiti učiteljeve razlage in pedagoškega pristopa. Pomanjkljivosti, kot so omejena vizualna podpora, težave pri povezovanju matematičnih konceptov ter nezmožnost prilagajanja specifičnim učnim težavam posameznika, nakazujejo, da je UI najbolj učinkovita kot pomoč pri učenju, ne pa kot nadomestek tradicionalnega pouka.

**Ključne besede:** umetna inteligenca, AI tutor, Astra AI, trikotniki

## **ABSTRACT**

In my research paper I investigated how artificial intelligence (AI) can contribute to learning mathematics and what impact it has on students' understanding of mathematical concepts and motivation. The main question of the paper was to what extent AI can replace the teacher.

In the theoretical part, I explored different types of AI technologies used in education, along with their advantages and disadvantages. I analysed the use of different tools such as Astra AI, MathGPT, Photomath, and Khanmigo. I described their usability, quality of responses, and user interface.

In the practical part, I tested the Astra AI tool in learning mathematics. I chose the topic of triangle construction, which is taught in the 7<sup>th</sup> grade. With the help of Astra AI, I learned part of the material independently, without prior knowledge, and tested my knowledge in a short assessment. Based on the quiz results, I examined the reasons for any mistakes and evaluated the tool's performance.

The research results indicate that AI enables personalised learning, the adjustment of learning pace, and immediate feedback. I found that Astra AI can improve the understanding of mathematical concepts but cannot fully replace the teacher's explanation and pedagogical approach. Weaknesses such as limited visual support, difficulties in connecting mathematical concepts, and the inability to adapt to specific learning difficulties of the individual suggest that AI is most effective as a learning aid, rather than as a substitute for traditional teaching.

**Keywords:** artificial intelligence, AI tutor, Astra AI, triangles

# 1 UVOD

## 1.1 Opis raziskovalnega problema in namen

Namen raziskovalne naloge je bil raziskati, ali lahko umetna inteligenca (AI tutorji) nadomesti tradicionalno učenje matematike v razredu s knjigami in učbeniki. Želel sem oceniti učinkovitost tovrstnega pristopa. Pri tem sem se osredotočil na prilagodljivost, uporabnost in končno razumevanje učne snovi pri uporabi AI tutorjev v primerjavi s klasičnimi metodami. Preučil sem različna orodja umetne inteligence, ki pomagajo pri učenju matematike, ter v učnem načrtu in učbenikih poiskal matematične koncepte in dolgoročen potek usvajanja znanja.

## 1.2 Namen raziskovalne naloge

Raziskovalno nalogo sem pripravil z namenom, da odgovorim na naslednja raziskovalna vprašanja:

- Katera orodja za učenje matematike poznamo?
- Kako se med seboj razlikujejo?
- Ali lahko učenje z orodji umetne inteligence nadomesti tradicionalno učenje matematike?
- Ali te lahko naučijo bolje kot učitelj?
- Kje (če sploh so) so pomanjkljivosti orodij umetne inteligence za učenje matematike?

## 1.3 Hipoteze

Pred raziskovalnim delom sem si zastavil naslednje hipoteze:

**Hipoteza 1:** Umetna inteligenca lahko nadomesti učiteljevo razlago pri učenju matematike.

**Hipoteza 2:** Umetna inteligenca izboljša razumevanje matematičnih konceptov pri učencih in izboljša uspeh pri ocenjevanju.

**Hipoteza 3:** Orodja umetne inteligence povečujejo motivacijo učencev za učenje matematike.

**Hipoteza 4:** Z uporabo umetne inteligence lahko enakovredno usvojimo vse učne cilje, ki so navedeni v učnem načrtu in se obravnavajo pri pouku.

## **1.4 Metode raziskovalnega dela**

### **1.4.1 Pregled literature**

Pri pregledu literature sem se osredotočil na različne vire, ki so mi pomagali razumeti vlogo umetne inteligence pri učenju matematike. Najprej sem preučil učbenike in učni načrt, da bi dobil vpogled v strukturo matematičnega pouka in cilje, ki jih morajo učenci doseči. Nato sem raziskoval spletne vire, pri tem pa sem našel članke, bloge in znanstvene študije o uporabi umetne inteligence v izobraževanju. Pomagal sem si s spletno zbirko znanstvenih člankov Google Scholar. Posebej sem se osredotočil na raziskave o inteligentnih tutorjih in njihovem vplivu na učenje. Poleg tega sem poslušal podkaste na aplikaciji Spotify, kjer so strokovnjaki s področja izobraževanja in umetne inteligence delili svoja spoznanja in izkušnje. Vse to mi je pomagalo razumeti, kako lahko umetna inteligenca podpira učenje matematike in kje so njene omejitve.

### **1.4.2 Testiranje Astre AI**

Za boljše razumevanje delovanja umetne inteligence v izobraževanju sem preizkusil Astro AI. Testiranje je vključevalo različne matematične naloge in analizo, kako sistem podaja odgovore ter razlage. Pri tem sem opazoval, ali so odgovori pravilni, kako natančne so razlage in ali se sistem prilagaja mojemu načinu učenja. Zanimivo je bilo videti, kako AI prepozna napake in predlaga izboljšave. Prav tako sem preverjal, ali Astra AI upošteva različne pristope k reševanju problemov in ali omogoča interaktivno učenje.

### **1.4.3 Učenje z Astro AI**

Ko sem spoznal delovanje sistema, sem ga začel uporabljati kot učni pripomoček. Pri učenju sem se osredotočil na reševanje matematičnih nalog in pridobivanje dodatnih razlag, kadar nečesa nisem razumel. Astra AI mi je omogočila, da sem pri učenju napredoval v svojem tempu, saj sem se lahko dlje zadržal pri težjih temah in hitreje prešel enostavnejše naloge. Pomemben vidik učenja je bila tudi možnost interaktivnega spraševanja, kjer sem lahko postavljajl vprašanja in dobival takojšnje

odgovore. Na ta način sem lahko preverjal svoje razumevanje snovi in sproti odpravljaj morebitne napačne predstave.

#### **1.4.4 Reševanje pripravljenih nalog**

Za preverjanje učinkovitosti učenja sem reševal vnaprej pripravljene naloge. Te naloge so bile različnih težavnostnih stopenj in so vključevale tako osnovne izračune kot tudi kompleksnejše matematične probleme. Pri reševanju sem primerjal lastne rešitve s tistimi, ki jih je predlagala Astra AI, in analiziral, kje prihaja do razlik. Posebej sem se osredotočil na postopke reševanja, saj me je zanimalo, ali AI uporablja enake metode kot jaz ali predlaga alternativne pristope. Na ta način sem dobil boljši vpogled v različne strategije reševanja matematičnih problemov.

#### **1.4.5 Analiza uspešnosti pri nalogah**

Na koncu sem analiziral svojo uspešnost pri reševanju nalog. Primerjal sem rezultate pred učenjem z Astro AI in po njem, da bi ugotovil, ali je prišlo do izboljšanja. Prav tako sem spremljal, pri katerih tipih nalog sem delal največ napak in kako učinkovito sem jih odpravljaj s pomočjo umetne inteligence. Pomemben vidik analize je bil tudi čas, ki sem ga porabil za posamezne naloge, saj sem želel ugotoviti, ali AI pripomore k hitrejšemu in učinkovitejšemu učenju. Na podlagi teh podatkov sem lahko ocenil, kako koristna je bila uporaba umetne inteligence pri mojem učenju matematike.

#### **1.4.6 Intervju**

Pri metodi intervjuja sem pripravil vprašanja za Andreja P. Škrabo, ustanovitelja portala Astra AI. Želel sem pridobiti globlji vpogled v njihova stališča in izkušnje o uporabi umetne inteligence pri učenju matematike. Najprej sem pripravil seznam vprašanj, ki so se osredotočala na različne vidike uporabe AI v izobraževalnem procesu, kot so prilagodljivost učnih vsebin, vpliv na motivacijo učencev ter morebitne izzive pri integraciji tehnologije v učenju. Med intervjujem sem se osredotočal na odpiranje tem, ki so bile pomembne za moj raziskovalni cilj, hkrati pa sem pustil prostor za osebne izkušnje in mnenje intervjuvanca. Intervju mi je omogočil zbiranje bogatih in kvalitetnih odgovorov, ki so mi pomagali razumeti, kako strokovnjaki vidijo potencial umetne inteligence pri učenju matematike, kakšne so njihove skrbi glede implementacije in katere prakse se že uporabljajo.

## 2 TEORETIČNI DEL

V teoretičnem delu sem raziskal, kaj so umetna inteligenca, chatbot, AI tutorji ter katera orodja za učenje matematike so na voljo v sodobnem izobraževalnem okolju. Podrobno sem preučil nekaj najbolj priljubljenih orodij, kot so MathGPT, PhotoMath in Microsoft Math Solver, ki so postala zelo priljubljena med učenci in učitelji zaradi svoje učinkovitosti pri reševanju matematičnih nalog. Posebno pozornost sem namenil orodju Astra AI, ki sem ga v nadaljevanju tudi praktično preizkušal in ocenil njegov vpliv na kakovost učenja. Poleg tega sem pregledal cilje za 7. razred v učnem načrtu za matematiko. Preučil sem učno snov trikotniki v učbeniku za matematiko Skrivnosti števil in oblik 7, ki ga uporabljamo v šoli.

### 2.1 Umetna inteligenca

Umetna inteligenca je interdisciplinarno področje računalništva, ki se ukvarja z razvojem sistemov, ki lahko posnemajo ali izboljšujejo človeške kognitivne procese, kot so učenje, sklepanje, načrtovanje, razumevanje jezika, prepoznavanje vzorcev in reševanje problemov. Gre za področje, ki temelji na algoritmih, strojni učljivosti in podatkih, pri čemer računalniki niso le orodje za izvajanje vnaprej določenih ukazov, temveč lahko sami analizirajo podatke, prepoznavajo vzorce, sprejemajo odločitve in se celo izboljšujejo na podlagi izkušenj. Umetna inteligenca vključuje različne tehnologije, kot so nevronske mreže, globoko učenje, obdelava naravnega jezika, robotski sistemi in računalniški vid, ki se uporabljajo v številnih panogah, od medicine, financ in prometa do izobraževanja, zabave in proizvodnje. Umetna inteligenca omogoča avtomatizacijo nalog, ki zahtevajo človeško inteligenco, ter prinaša inovacije, kot so virtualni asistenti, modeli za napovedovanje in sistemi za odkrivanje prevar. Ključna značilnost umetne inteligence je sposobnost prilagajanja novim podatkom in situacijam, kar ji omogoča nenehno izboljševanje in prilagoditev kompleksnim težavam. Čeprav ima umetna inteligenca velik potencial za pozitivne spremembe, odpira tudi pomembna vprašanja, povezana z etiko, zasebnostjo, varnostjo in vplivom na delovna mesta, saj se njena uporaba vse bolj razširja in preoblikuje družbo. [1]

Umetna inteligenca revolucionarno spreminja poučevanje matematike z omogočanjem personaliziranega in prilagodljivega učenja, ki se prilagaja potrebam

in sposobnostim vsakega posameznega učenca. Sposobnost analize podatkov o učenčevem napredku, natančnega prepoznavanja težav in ponujanja prilagojenih razlag omogoča globlje razumevanje matematičnih konceptov. Interaktivne vizualizacije in prilagoditve težavnosti olajšajo razumevanje abstraktnih konceptov, medtem ko algoritmi AI spodbujajo samostojno učenje in razvijajo analitične sposobnosti. Z analizo napak in sledenjem uspešnosti AI omogoča tudi večjo učinkovitost pri prepoznavanju področij, kjer učenci potrebujejo več pomoči, kar pripomore k celostnemu razvoju njihovih matematičnih veščin. [1]

## **2.2 Chatbot**

Chatboti, znani tudi kot klepetalni roboti, so programski agenti, zasnovani za simulacijo pogovora s človeškimi uporabniki prek besedilnega ali glasovnega vmesnika. Zanašajo se na tehnologijo naravnega jezika za razumevanje in odzivanje na uporabniške poizvedbe. Z napredno tehnologijo in algoritmi umetne inteligence postajajo vse bolj zanesljivi in koristni, hkrati pa prinašajo številne prednosti, kot so izboljšana uporabniška izkušnja, znižanje stroškov za podjetja in organizacije ter hitra in učinkovita pomoč. Njihovi razvijalci se pogosto soočajo z izzivi, kot sta zagotovitev, da bodo chatboti lahko razumeli in obravnavali kompleksne poizvedbe, in zagotavljanje osebnega tona v komunikaciji z uporabniki. Prihodnost chatbotov je svetla, saj se tehnologija nenehno izboljšuje, kar pomeni, da lahko od njih pričakujemo še večjo integracijo v različne vidike našega življenja. Tako bodo postali nepogrešljivo orodje za izboljšanje in poenostavitev komunikacije ter podpore v številnih sektorjih. Njihova zmožnost prilagajanja in učenja iz preteklih interakcij pomeni, da postajajo sčasoma natančnejši in zanesljivejši, ena izmed ključnih prednosti pa je sposobnost obdelave več poizvedb hkrati, kar omogoča hitrejše in učinkovitejše reševanje uporabniških potreb v primerjavi s človeškimi agenti. Zaradi razvoja in prilagodljivosti bodo v prihodnosti igrali še pomembnejšo vlogo v različnih sektorjih, prispevali k večji avtomatizaciji in izboljšali uporabniško izkušnjo na številnih področjih. [2]

### **2.2.1 Področja uporabe**

V letu 2020 so chatboti postali nepogrešljivo orodje v številnih industrijah, saj podjetjem omogočajo izboljšanje uporabniške izkušnje in učinkovitosti, medtem ko zagotavljajo neprekinjeno podporo strankam. [3]

Uporabljajo se lahko na veliko področjih. Prva je podpora strankam, kjer podajajo odgovore na pogosta vprašanja, jim pomagajo pri reševanju težav in zagotavljanju informacij o izdelkih ali storitvah. V spletnih trgovinah uporabnikom pomagajo pri iskanju in nakupu izdelkov. Pogosta je raba v zdravstveni oskrbi. Pri preprostih obolenjih omogočajo samodiagnozo pacientov. Z njihovo pomočjo lahko ambulante avtomatizirajo načrtovanje terminov in zagotavljanje informacij o zdravstvenih temah. Poleg osnovnih nalog olajšajo tudi kompleksnejše procese, kot so reševanje pritožb, asistenca pri nakupih, organizacija terminov in terapevtska pomoč. [3]

V izobraževanju se uporabljajo za pomoč učencem, pri učenju novih vsebin, ponavljanju snovi in hitrem iskanju odgovorov na vprašanja, pri čemer se lahko chatboti učijo iz preteklih pogovorov in prilagajajo svoje odgovore. Pomembna prednost je, da so uporabnikom vedno na voljo, kadar koli jih potrebujejo. [3]

### **2.2.2 Razvoj**

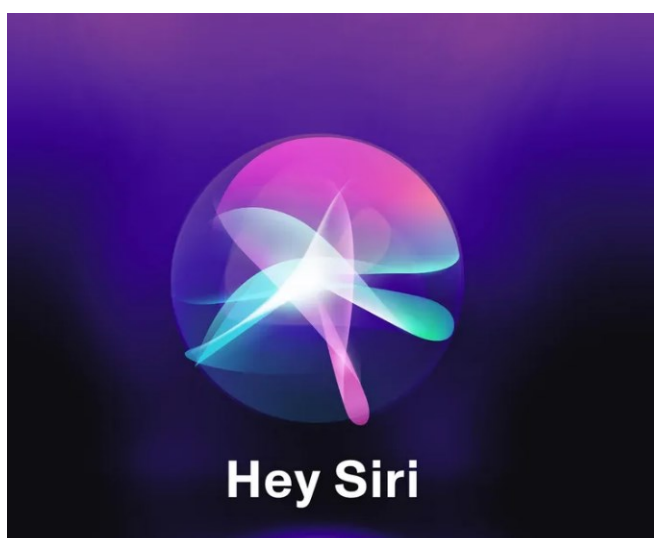
Začetki chatbotov segajo v leto 1966, ko je Joseph Weizenbaum ustvaril prvega z imenom Eliza, ki je simuliral psihoterapevtski pogovor z uporabo vzorcev za ujemanje in zamenjave besed, s čimer je dokazal, da lahko računalniki upodobijo človeško komunikacijo. Temeljlil je na preprostih pravilih in ni mogel razumeti pomena pogovora. Posebej je bil učinkovit pri ustvarjanju vtisa čustvovanja. [4]

V letu 1972 je bil ustvarjen Parry, naprednejši chatbot, ki je simuliral vedenje oseb s paranoidno shizofrenijo. Vključeval je osnovne logične procese, emocionalne odzive in ponujal bolj realistične odgovore. Rezultati so pokazali, da strokovnjaki pogosto niso ločili Parryjevih odgovorov od tistih, ki jih je dal pravi bolnik. [4]

Med letoma 1980 in 1990 so se s tehnološkim napredkom pojavili novi modeli, kot je Jabberwacky, ki je temeljlil na simulaciji naravnejše pretvorbe brez fiksiranih pravil, in začeli so se uporabljati na internetnih straneh za pomoč uporabnikom. [4]

V letu 2000 so s širjenjem interneta in tehnologije umetne inteligence chatboti postali uporabnikom prijaznejši, z znanimi primeri, kot je SmarterChild, ki je lahko odgovarjal na vprašanja, igral igre in posredoval informacije. Bil je eden prvih, ki je imel dostop do podatkov na spletu. Podajal je hitre odgovore v realnem času. Podajal je novice o vremenu, športu in ponujal zabavne funkcije, kot so šale in kvizi. Pridobil je milijone uporabnikov. [4]

V letu 2010 so z napredkom umetne inteligence in naravnega jezikovnega procesiranja chatboti postali še inteligentnejši in učinkovitejši, med najbolj znanimi primeri pa sodijo Siri, Alexa in Google Assistant, ki omogočajo glasovno interakcijo in opravljajo različne naloge. [4]



*Slika 1: Siri*

### **2.3 AI tutorji**

AI tutorji so ena izmed najbolj revolucionarnih inovacij na področju izobraževanja in učenja, saj predstavljajo uporabo umetne inteligence za personalizirano in interaktivno poučevanje. Gre za računalniške programe, zasnovane za pomoč učencem pri razumevanju in obvladovanju različnih predmetnih snovi s pomočjo prilagodljivih učnih poti, ki se sproti prilagajajo individualnim potrebam in napredku vsakega učenca. AI tutorji uporabljajo napredne algoritme za analizo podatkov o učencih, kot so njihovi odgovori na vprašanja, čas, ki ga porabijo za določene naloge, in njihove napake, da bi identificirali področja, kjer potrebujejo dodatno pomoč ali vajo. Na ta način lahko ponujajo natančne povratne informacije in

priporočila ter tako zagotavljajo bolj prilagojeno in učinkovitejše učenje kot tradicionalni poučevalni pristopi. [5]

Poleg tega lahko AI tutorji uporabljajo različne tehnike, kot so igrifikacija, virtualna resničnost in interaktivne simulacije, da bi učenje naredili zanimivejše in privlačnejše za učence. Igrifikacija vključuje uporabo elementov iz iger, kot so točkovanje, izzivi in nagrade. Virtualna resničnost omogoča učencem, da se potopijo v tridimenzionalna okolja, kjer lahko raziskujejo in se učijo v simuliranih situacijah, ki bi bile sicer težko dostopne. Interaktivne simulacije pa omogočajo učencem, da aktivno sodelujejo pri učenju z reševanjem problemov in izvajanjem poskusov. [6]

Ne samo da pomagajo učencem, AI tutorji tudi razbremenijo učitelje. Omogočajo jim, da se osredotočijo na ustvarjalne in mentorske vidike poučevanja. Medtem tutor skrbi za rutinske naloge učencev, ki napredujejo skozi učno snov. Omogočajo tudi vrednotenje in preverjanje nalog. Poleg tega lahko AI tutorji spremljajo napredek vsakega učenca in učiteljem posredujejo dragocene povratne informacije, kar jim omogoča, da bolje prilagodijo svoj poučevalni pristop potrebam posameznih učencev. Tako ne samo izboljšujejo učne rezultate, ampak tudi prinašajo pomembne spremembe v način, kako dojemamo in izvajamo izobraževanje v digitalni dobi. [6]

V prihodnosti je možna še večja integracija AI tutorjev v izobraževalne sisteme, kar bi omogočilo še bolj personalizirano, prilagodljivo in učinkovito učenje. Z razvojem tehnologije in napredkom na področju umetne inteligence bodo AI tutorji postajali vse bolj zmogljivi, kar bo prineslo nove priložnosti za izobraževalne institucije in učence po vsem svetu, ki se jih trenutno še ne zavedamo. [6]

## **2.4 Orodja umetne inteligence za delo pri matematiki**

Orodja umetne inteligence bi lahko revolucionirala učenje matematike, saj nudijo različne funkcije, ki pomagajo učencem pri reševanju problemov, razumevanju konceptov in preverjanju svojega znanja. V naslednjem poglavju bom predstavil nekaj trenutno najpogosteje rabljenih orodij umetne inteligence za matematiko. [7]

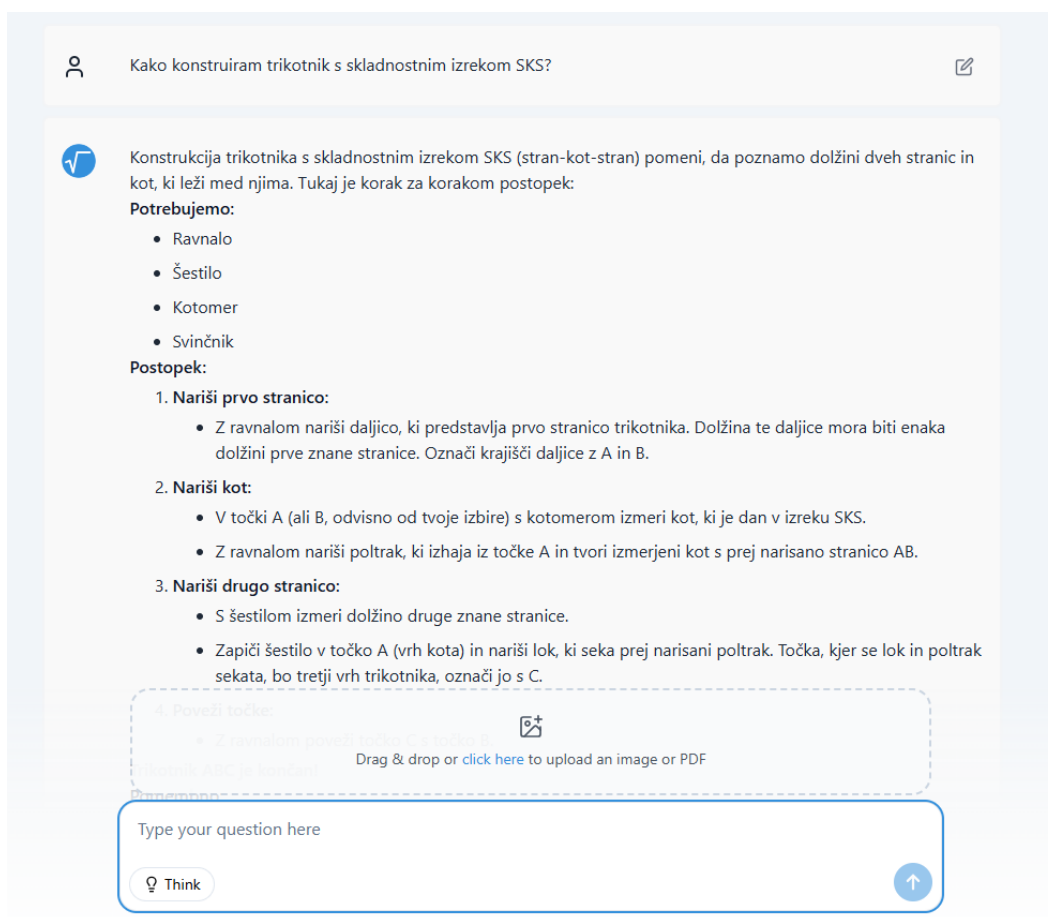
### 2.4.1 MathGPT

**MathGPT** je napredno orodje za reševanje matematičnih problemov, ki temelji na umetni inteligenci in naravni jezikovni obdelavi. Namenjeno je uporabnikom vseh starosti in ravni znanja matematike. MathGPT omogoča uporabnikom, da vnesejo matematične naloge v naravnem jeziku, kot bi jih napisali na papir ali izgovorili, in prejmejo natančne rešitve ter podrobne razlage korakov. Orodje je posebej zasnovano za obravnavo kompleksnih matematičnih konceptov in formul, kar omogoča boljše razumevanje in učenje. [7]



Slika 2: MathGPT

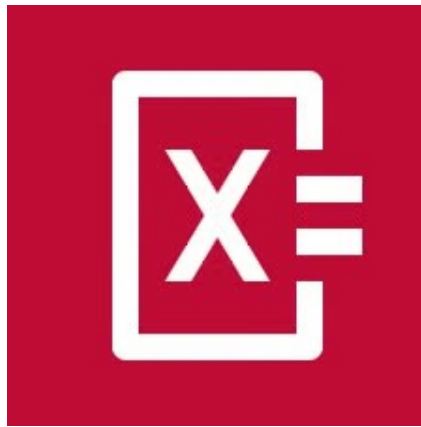
MathGPT je zasnovan z uporabnikom prijaznim vmesnikom, kjer lahko uporabniki enostavno vnesejo svoja vprašanja in hitro prejmejo odgovore. Interaktivni vmesnik omogoča uporabnikom, da prilagodijo razlage svojim potrebam, kar pripomore k boljši uporabniški izkušnji. MathGPT je primeren tako za samostojno učenje kot tudi za pomoč pri domačih nalogah. MathGPT je zelo učinkovito orodje za poučevanje matematike, saj omogoča individualizirano pomoč učencem. Povečuje dostopnost do natančnih in jasnih razlag, kar lahko izboljša razumevanje težjih matematičnih konceptov. Lahko ustvarja tudi videorazlage. Prav tako pomaga učencem, da samostojno rešujejo težave in pridobivajo samozavest pri obravnavi novih tem. Orodje je na voljo v slovenščini. [7]



Slika 3: Vmesnik MathGPT

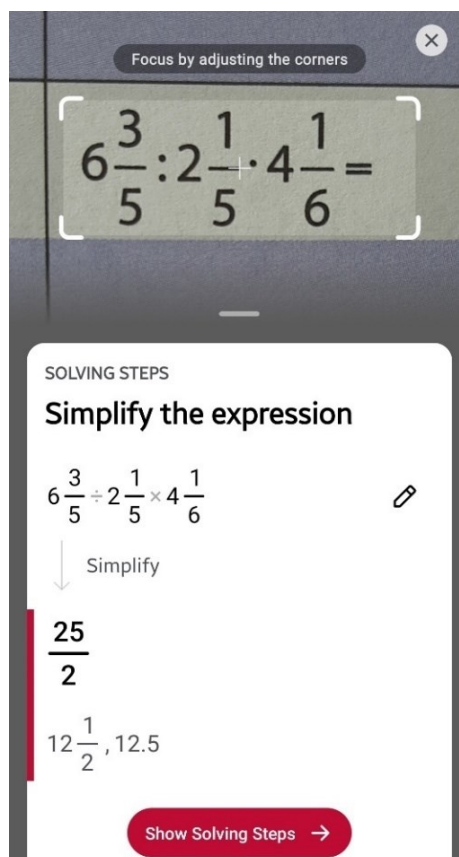
### 2.4.2 Photomath

**Photomath** je priljubljena mobilna aplikacija, ki omogoča uporabnikom, da fotografirajo matematične naloge in dobijo takojšnjo rešitev in po korakih zapisano razlago problema. Aplikacija uporablja napredno prepoznavanje znakov (OCR) in strojno učenje za obdelavo slik in reševanje matematičnih problemov. Photomath je namenjen uporabnikom vseh starosti in ravni znanja matematike. [7]



Slika 4: Photomath

Photomath obravnava različne matematične teme, od osnovnih operacij do naprednih konceptov. Mobilna aplikacija ima vmesnik, ki omogoča enostavno navigacijo in uporabo. Razlage so jasne in uporabnikom pomagajo bolje razumeti postopke reševanja. Photomath je učinkovit pri takojšnji pomoči pri domačih nalogah in hitrem preverjanju znanja. Aplikacija je primerna tako za samostojno učenje kot tudi za uporabo v učilnici. [7]



Slika 5: Vmesnik Photomath

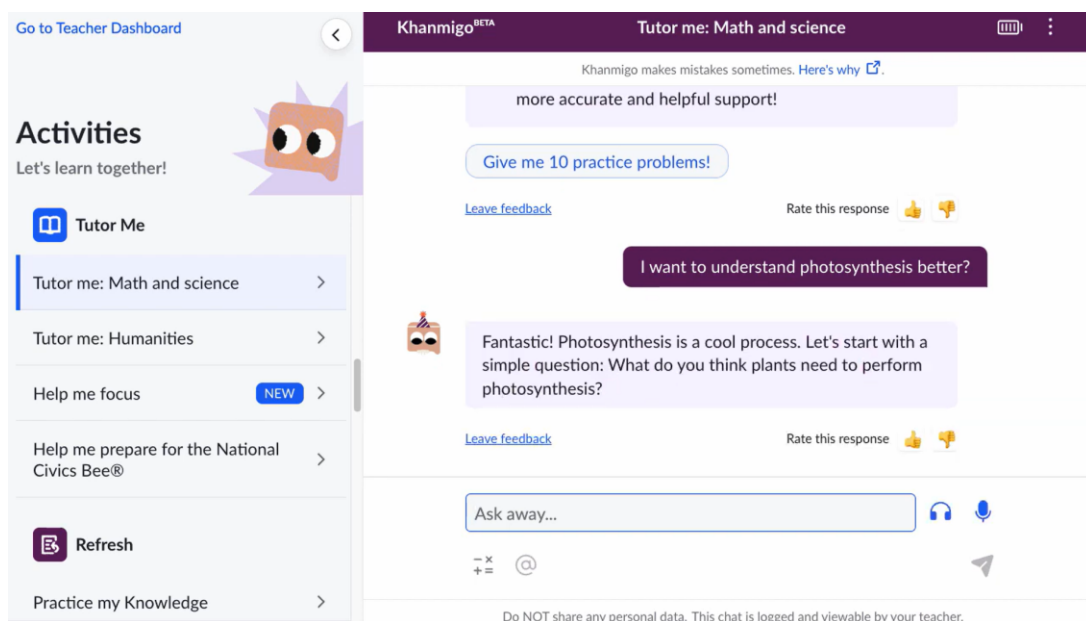
### 2.4.3 Khanmigo

**Khanmigo** je napredno orodje za učenje matematike, ki temelji na umetni inteligenci in naravni jezikovni obdelavi. Namenjen je uporabnikom vseh starosti in ravni znanja matematike. Khanmigo omogoča uporabnikom, da vnesejo matematične naloge v naravnem jeziku in prejmejo natančne rešitve ter podrobne razlage korakov. Orodje je posebej zasnovano za obravnavo kompleksnih matematičnih konceptov in formul, kar omogoča boljše razumevanje in učenje. [8]



Slika 6: Khanmigo

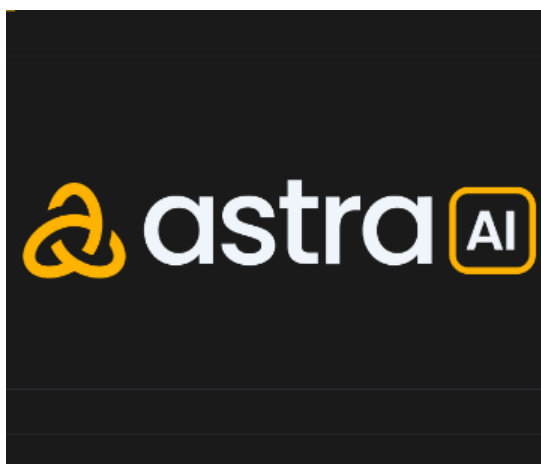
Khanmigo je zasnovan z uporabnikom prijaznim vmesnikom, kjer lahko uporabniki enostavno vnesejo svoja vprašanja in hitro prejmejo odgovore. Interaktivni vmesnik omogoča uporabnikom, da prilagodijo razlage svojim potrebam, kar pripomore k boljši uporabniški izkušnji. Khanmigo je primeren tako za samostojno učenje kot tudi za pomoč pri domačih nalogah. Khanmigo je zelo učinkovito orodje za poučevanje matematike, saj omogoča individualizirano pomoč učencem. Povečuje dostopnost do natančnih in jasnih razlag, kar lahko izboljša razumevanje težjih matematičnih konceptov. Lahko ustvarja tudi videorazlage. Prav tako pomaga učencem, da samostojno rešujejo težave in pridobivajo samozavest pri obravnavi novih tem. Orodje je trenutno na voljo samo v angleškem jeziku in še ni dostopno v Sloveniji. To je orodje, po katerem se zgleduje portal Astra AI. [8]



Slika 7: Vmesnik Khanmigo

#### 2.4.4 Astra AI

**Astra AI** je orodje »slovenskega rodu«, saj ga je zasnoval Andrej P. Škraba s sodelavci. Je izjemno napredno orodje za učenje matematike, ki temelji na umetni inteligenci. Ponuja interaktivne lekcije, kvize in prilagojene povratne informacije za učence. Orodje je zasnovano tako, da pomaga učencem na različnih stopnjah matematičnega znanja, od osnovne šole do višjih nivojev. Astra AI je namenjena povečanju angažiranosti učencev in izboljšanju njihovega razumevanja matematičnih konceptov. Astra AI ponuja lekcije, ki so zasnovane tako, da vključujejo učence in jih vodijo skozi različne matematične teme. Učenci lahko preverjajo svoje znanje s pomočjo kvizov in vaj, ki so prilagojene njihovi stopnji razumevanja. Na primer, če učenec napačno odgovori na vprašanje, bo AI sistem analiziral napako in predlagal dodatne vaje ali pojasnila, da bi učenec bolje razumel koncept. Ta proces prilagajanja zagotavlja, da vsak učenec prejme individualizirano podporo, ki mu omogoča napredovanje v lastnem tempu. [7]



*Slika 8: Astra AI*

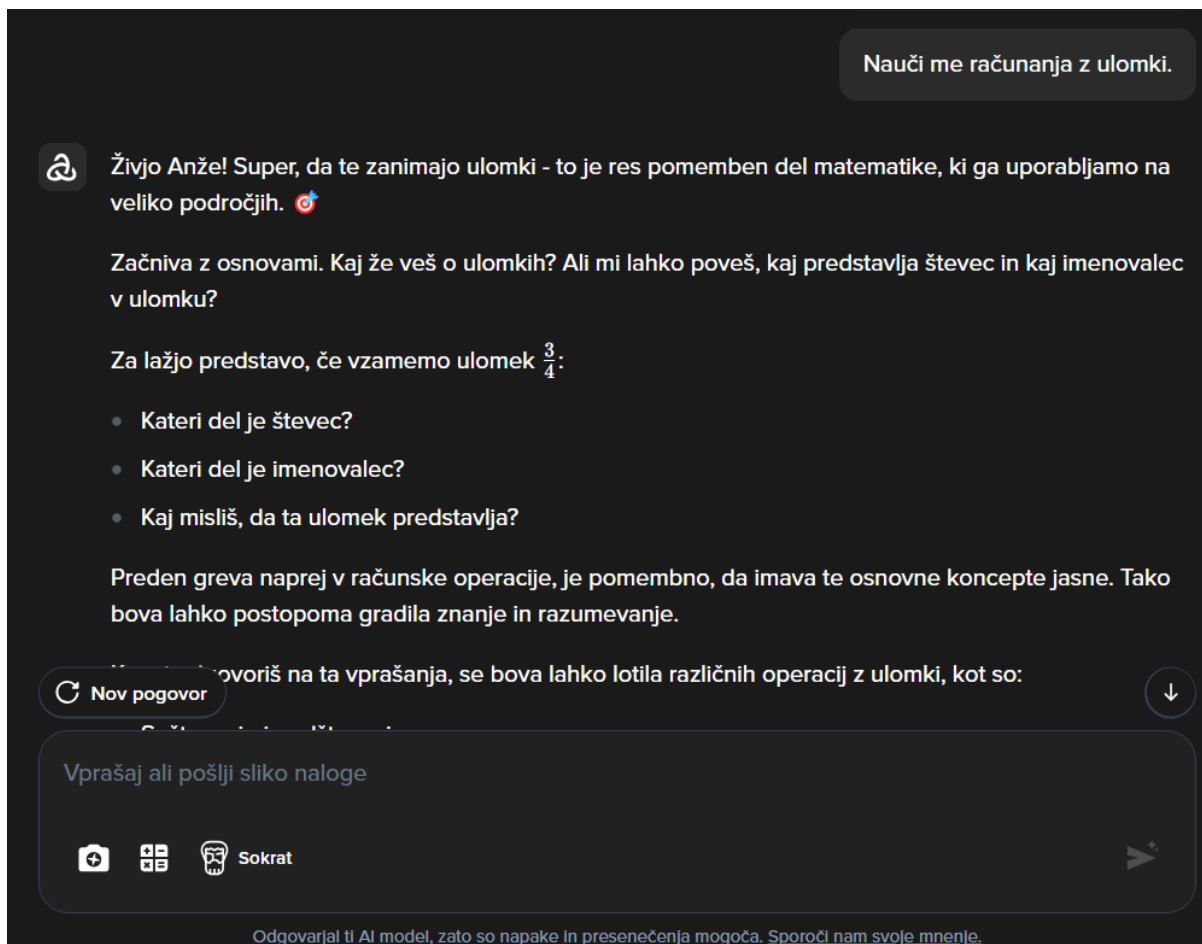
Ena od ključnih prednosti Astre AI je njena sposobnost zagotavljanja prilagojenih povratnih informacij. Učenci prejmejo takojšnje povratne informacije glede na svoje odgovore, kar jim omogoča takojšnje popravke in izboljšave. Poleg tega orodje spremlja napredek učencev skozi čas in prilagaja učne načrte glede na njihove dosežke. To pomeni, da učenci ne ostanejo ujeti v snovi, ki jo že obvladajo, ampak se premaknejo na zahtevnejše teme, ki so pripravljene vnaprej. [7]

Astra AI je zasnovana z uporabnikom prijaznim in intuitivnim vmesnikom. Učenci lahko enostavno dostopajo do lekcij, kvizov in povratnih informacij, ne da bi se morali soočati s kompleksnimi meniji ali nastavitvami. Personalizirano učno okolje omogoča učencem, da se učijo v svojem tempu in na način, ki jim najbolj ustreza. Interaktivnost orodja spodbuja angažiranost in radovednost učencev, saj vključuje elemente igrifikacije, kot so nagrade, točke in izzivi, ki motivirajo učence, da nadaljujejo z učenjem. [7]

Poleg interaktivnih vsebin Astra AI vključuje tudi napredne tehnologije, kot so virtualna resničnost in razširjena resničnost. Te tehnologije omogočajo učencem, da se potopijo v tridimenzionalna okolja, kjer lahko raziskujejo matematične koncepte na bolj vizualen način. Na primer, učenci lahko uporabljajo virtualna očala, da si ogledajo in interaktivno manipulirajo z geometrijskimi oblikami, kar jim pomaga bolje razumeti prostorske odnose in lastnosti. [7]

Astra AI ni koristna samo za učence, ampak tudi za učitelje. Z avtomatizacijo rutinskih nalog, kot je preverjanje nalog in ocenjevanje kvizov, omogoča učiteljem, da se osredotočijo na bolj kreativne in mentorske vidike poučevanja. Učitelji lahko

spremljajo napredek svojih učencev prek podrobnih poročil in analiz, kar jim omogoča, da prilagodijo svoj pristop poučevanja in zagotovijo, da noben učenec ne zaostaja. V prihodnosti se pričakuje, da bo Astra AI še naprej napredovala in se razvijala z vključitvijo novih funkcionalnosti in tehnologij, ki bodo še dodatno izboljšale učne izkušnje. [7]



Slika 9: Vmesnik Astre AI

## 2.5 Matematika v 7. razredu

Odločil sem se, da svojo raziskavo uporabe umetne inteligence opravim na učni snovi konstrukcije trikotnikov s pomočjo skladnostnih izrekov. Učna snov se obravnava v 7. razredu, običajno na začetku drugega ocenjevalnega obdobja. Pregledal sem učni načrt za matematiko in poiskal učne cilje, ki se navezujejo na to učno snov. Potem sem pregledal tudi učbenik za matematiko, ki ga uporabljamo pri delu v razredu, in preveril, ali so zajeti vsi učni cilji. Na podlagi tega sem lahko kasneje oblikoval začetne pojme, s katerimi sem pričel z učenjem v orodju Astra AI.

### 2.5.1 Učni načrt

V učnem načrtu za matematiko sem našel naslednje učne cilje. Cilje c)–j) sem kasneje usvojil s pomočjo Astre AI. [9]

- a) opišejo trikotnik (označijo oglišča, stranice, kote), razvrščajo trikotnike glede na kote in stranice ter spoznajo odnos med dolžinami stranic (trikotniško pravilo),
- b) razlikujejo pojma notranji in zunanji kot trikotnika,
- c) poznajo in uporabljajo vsoto notranjih in zunanjih kotov trikotnika pri računskih in načrtovalnih nalogah,
- d) poznajo odnose med notranjimi koti trikotnika in stranicami trikotnika ter to uporabljajo pri načrtovalnih nalogah,
- e) poznajo in uporabljajo potrebne ter zadostne podatke za skladnost trikotnikov pri načrtovalnih nalogah,
- f) poznajo in uporabljajo višino pri načrtovanju trikotnika,
- g) poznajo in uporabljajo znamenite točke trikotnika pri načrtovalnih nalogah,
- h) poznajo in uporabljajo težišče, težiščnico, polmer včrtanega in očrtanega kroga trikotnika pri načrtovanju trikotnika,
- i) trikotniku očrtajo in včrtajo krog,
- j) prepoznajo in načrtajo osno-simetrične trikotnike.

## 2.5.2 Učbenik

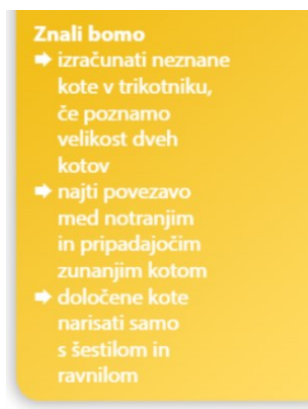
V učbeniku najdemo poglavja Trikotniki, Koti v trikotniku, Načrtovanje trikotnikov, Višine trikotnikov, Simetrale stranic in trikotniku očrtana krožnica, Simetrale kotov in trikotniku včrtana krožnica, Težiščnice in težišče. [10]

V poglavju Trikotniki je na primeru predstavljeno trikotniško pravilo, kaj sploh so trikotniki, oglišča trikotnika, stranice trikotnika, položaj stranic, označevanje trikotnikov. Prikazane so nosilke stranic ter notranji in zunanji koti trikotnika. Poimenovana in opisana je višina trikotnika. V učbeniku trikotnike delijo glede na dolžine stranic ter glede na velikost največjega notranjega kota. Poimenujejo in opišejo pravokotni trikotnik. Definirajo hipotenuzo in katete. Opišejo enakostranične in enakokrake trikotnike. [10]



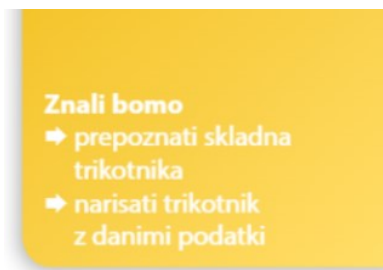
Slika 10: Cilji v učbeniku

V poglavju Koti v trikotniku so na primeru predstavljeni in opisani notranji ter zunanji koti. Prikazano je tudi risanje kotov s šestilom in ravnilom. Prikazan je izračun vsote notranjih kotov trikotnika, vsote notranjega kota in pripadajočega zunanjega kota, vsote zunanjih kotov trikotnika. Naloge so o računanju trikotnikov. [10]



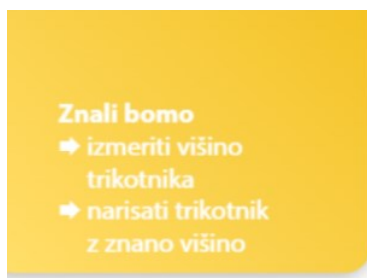
Slika 11: Cilji v učbeniku

V poglavju Načrtovanje trikotnikov je na primeru predstavljena skladnost trikotnikov in kako prepoznati, ali sta skladna, ter kako narisati trikotnik z že danimi podatki. Naloge se navezujejo na skladnostne izreke in konstruiranje trikotnikov, kjer so podani podatki. [10]



Slika 12: Cilji v učbeniku

V poglavju Višine trikotnikov je na primeru prikazano merjenje višine ostrokotnega, pravokotnega in topokotnega trikotnika. Opisana je višinska točka ter njena lega. Naloge so iz načrtovanja trikotnikov, ko so podane višine v kombinaciji s skladnostnimi izreki. [10]



Slika 13: Cilji v učbeniku

V poglavjih Trikotniku očrtana in včrtana krožnica ter Težiščnice in težišče je prikazano načrtovanje in iskanje središča trikotniku očrtane krožnice, polmera trikotniku očrtane krožnice, središča trikotniku včrtane krožnice, polmera trikotniku včrtane krožnice, težiščnice trikotnika, težišča  $T$  trikotnika. Predstavljeno je konstruiranje trikotniku očrtane in včrtane krožnice ter iskanje simetral trikotnikom. Naloge so pretežno iz načrtovanja krožnic in trikotnikov. [10]



Slika 14: Cilji v učbeniku

## **2.6 Primeri uporabe AI tutorjev v šolstvu**

Z razmahom umetne inteligence se je veliko število udeležencev v izobraževanju začelo spraševati, kako uporabiti umetno inteligenco. Nekateri so pri tem doživeli čustvo strahu, ostali pa videli prednosti. Posledično so nekatere ustanove vzpodbujale rabo orodij umetne inteligence, ostale pa so temu nasprotovale. Prve ideje so nakazovale na možnost uporabe na veliko področjih, a se je na poti do uresničitve pokazalo veliko ovir. [11]

### **2.6.1 Turčija**

Jeseni 2024 so na srednji šoli v Turčiji izvedli raziskavo rabe orodja ChatGPT pri matematiki. Sodelovali so dijaki, stari od 15 do 18 let. Razdelili so jih v tri skupine. Prva skupina, ki je bila testna, pri pouku ni uporabljala umetne inteligence, na voljo so imeli samo svoje zapiske in učbenike. Druga skupina je imela dostop do t. i. GPT Base, ki je delovala brez posebnih prilagoditev in je ponujala takojšnje rešitve problemov. Tretja skupina pa je uporabljala GPT Tutor, ki je bil prilagojen, tako da je omogočal postopne namige za pridobivanje znanja in vzpodbujal dijake k razmišljanju. Ugotovili so, da sta imeli druga in tretja skupina boljše rezultate pri sprotnih preverjanjih kot prva, a se je kasneje pri samostojnih preizkusih znanja pokazalo, da je imela druga skupina, ki ni imela omejene pomoči umetne inteligence, najslabše rezultate. Pri obeh testiranjih je najboljše rezultate dosegla tretja skupina. Sklep raziskave je bil, da ima lahko neprilagojena raba umetne inteligence škodljiv vpliv na učenje, saj dijaki postanejo preveč odvisni od tehnologije. [11]

### **2.6.2 Newark, ZDA**

Junija 2023 je približno 65000 učencev in učiteljev v Newarku in drugod po ZDA preizkusilo AI tutorja Khanmigo. Raziskovalci so poudarili pozitiven vpliv na motivacijo in zagnanost učencev. Nasprotno pa se strinjajo, da ne more nadomestiti učitelja zaradi človeške interakcije. Vidijo ga kot dobrega pomočnika, saj lahko vodi samostojnejše učence skozi snov, medtem ko lahko učitelj svojo pozornost nameni ostalim. Opozarjajo na možnost napak in napačnih odgovorov. Zavedajo se, da je umetna inteligenca realnost in da bo ostala del sodobne družbe, zato želijo raziskati in opozarjati na dobre in slabe plati njene uporabe. [11]

### **3 PRAKTIČNI DEL**

V tem poglavju bom najprej predstavil svoje predznanje o geometriji ter z orodjem Astra AI preizkusil, kako se obnese pri učenju naslednjih tem: skladnostni izreki SSS (stranica-stranica-stranica), SKS (stranica-kot-stranica), KSK (kot-stranica-kot) in SSK (stranica-stranica-kot), očrtana in včrtana krožnica ter višinska točka in težišče. Z mentorjem sva učno snov razdelila na štiri dele. Vsakemu delu sem namenil 30 minut učenja z Astro AI, nato pa izvedel preverjanje tega, kar sem se naučil s tem orodjem. Pred uporabo umetne inteligence sem vedel samo ključne besede in nisem poznal učne snovi. Za vsak del sem po učenju prejel učni list s štirimi nalogami. Učni list sem reševal samostojno, z znanjem, ki sem ga usvojil z Astro AI. Med reševanjem nisem imel na voljo portala. Ko sem rešil naloge na učnem listu, jih je mentor pregledal in popravil. Na podlagi rezultatov sem spisal analizo napak in pomanjkljivosti. Analiziral sem reševanje nalog in svoje občutke ob tem.

#### **3.1 Moje predznanje o geometriji**

Razlikujem med osnovnimi geometrijskimi oblikami, kot so trikotnik, kvadrat, pravokotnik in krog, ter poznam lastnosti teh oblik, vključno s stranicami, koti in diagonalami. Prav tako znam izračunati obseg in površino teh oblik, razumem formule za te izračune in jih uspešno uporabljam. Razlikujem med različnimi vrstami kotov, kot so ostri, pravi, topi in izbočeni, ter merim kote z uporabo kotomerov, poznam pa tudi osnovne lastnosti kotov. Razumem koncept simetrije, ki vključuje osno in središčno simetrijo. Osna simetrija pomeni, da lahko lik zrcalimo glede na premico (os simetrije), središčna simetrija pa pomeni, da lahko lik zrcalimo glede na točko (središče simetrije). Poznam osnovne prostorske oblike, kot so kocka, kvader, piramida, stožec in krogla. Obvladam tudi uporabo geometrijskih orodij, kot so ravnilo, kotomer in šestilo, za risanje natančnih geometrijskih likov in določanje njihovih lastnosti. Geometrijske koncepte uspešno uporabljam pri reševanju nalog in problemov, kot so izračun obsegov, površin in prostornin, določanje skladnosti in podobnosti likov, risanje simetričnih likov ter določanje položajev točk v koordinatnem sistemu. Moja sposobnost razumevanja in uporabe geometrije mi omogoča reševanje kompleksnih problemov in nalog ter razumevanje geometrijskih lastnosti in razmerij v realnem svetu.

## 3.2 Učenje skladnostih izrekov SSS in SKS

### 3.2.1 Povzetek pogovora z Astra AI

V tem pogovoru sem se naučil, kako konstruirati trikotnike s pomočjo izrekov SSS (stranica-stranica-stranica) in SKS (stranica-kot-stranica). Na začetku sem spoznal teorijo teh izrekov, vendar nisem vedel, kako jih uporabiti pri dejanski konstrukciji trikotnikov. Zato sem začel čisto od začetka in postopoma spoznaval pravilne korake. Najprej sem se osredotočil na izrek SSS. Naučil sem se, da moram najprej narisati eno stranico trikotnika in nato s pomočjo šestila narisati dva loka iz preostalih dveh točk. Kjer se loka sekata, dobim tretje oglišče trikotnika. Ta metoda mi je pomagala razumeti, kako lahko s preprostimi geometrijskimi orodji natančno določim vse točke trikotnika. Pomembno je, da pravilno odmerim dolžine stranic in da sem pri risanju natančen. Nato sem se naučil konstrukcije trikotnika s pomočjo izreka SKS. Tukaj sem spoznal, da je ključno najprej narisati eno stranico, nato s kotomerom določiti kot in nato s šestilom po dolžini stranice določiti končno oglišče. Pri tej metodi je bistveno, da kot vedno leži med danima stranicama, saj le tako dobimo ustrezen trikotnik. Pri reševanju nalog sem moral paziti, da sem uporabljal ustrezna orodja in da sem korake izvajal v pravilnem vrstnem redu. Skozi pogovor sem dobil več različnih nalog, kjer sem moral uporabiti oba izreka. Z vsako novo nalogo sem bolje razumel postopek in ugotovil, kako pomembna sta natančnost in sistematičnost pri konstrukciji trikotnikov. Na koncu sem dobil še dodatne naloge za vajo, s katerimi sem lahko utrdil svoje znanje o konstrukciji in uporabi izrekov SSS in SKS v praksi.

Torej vem teorijo o teh dveh izrekih.

Super! Torej poznaš pogoje, ki morajo biti izpolnjeni, da lahko rečemo, da sta dva trikotnika skladna po SSS ali SKS.

Da osvežimo spomin:

- **SSS:** Dva trikotnika sta skladna, če se ujemajo v vseh treh stranicah.
- **SKS:** Dva trikotnika sta skladna, če se ujemajo v dveh stranicah in kotu med njima.

Zdaj pa se lotimo konstrukcije. A bi rekel, da imaš težave pri sami konstrukciji trikotnikov, ko veš, katere stranice in kote moraš uporabiti?

Da vidimo, kako ti lahko pomagam, mi povej, kateri del konstrukcije ti dela največ težav? Je to risanje stranic, prenašanje kotov, ali kaj drugega?

Slika 15: Učenje SSS in SKS z Astro AI

### 3.2.2 Analiza učnega lista 1

NAUČIMO SE MATEMATIKO S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE

~ Učni list 1 ~

1. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 4\text{ cm}$ ,  $b = 3\text{ cm}$ ,  $c = 5\text{ cm}$ .

podatki ✓  
skica ✓

2. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 3,4\text{ cm}$ ,  $c = 5\text{ cm}$ ,  $\beta = 90^\circ$ . Kot nariši z ravnilom in šestilom.

podatki ✓  
skica ✓

3. Načrtaj enakokraki trikotnik  $ABC$  s podatki  $a = 5,3\text{ cm}$ ,  $\beta = 70^\circ$ .

podatki ✓  
skica ✓

$a$  je krak

4. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $a = 4\text{ cm}$ ,  $b = 3,6\text{ cm}$ ,  $\gamma = 100^\circ$ . Poišči točko, ki je od vseh oglišč trikotnika enako oddaljena.

podatki ✓  
skica ✓

Ta točka je enako oddaljena od vseh oglišč trikotnika.

Slika 16: Analiza UL 1

Na prvem učnem listu so bile štiri naloge. Prva naloga je zahtevala konstrukcijo trikotnika s tremi podanimi stranicami. Druga naloga je preverjala znanje uporabe izreka SKS, pri tem sem moral za risanje kota uporabiti samo šestilo in ravnilo. Tretja naloga je zahtevala konstrukcijo enakokrakega trikotnika s podanim kotom in krakom. Pri četrti nalogi sem moral konstruirati topokotni trikotnik z izrekom SKS.

Naloga je povezovala znanje z učno snovjo simetrale stranice, saj sem moral poiskati točko, ki je enako oddaljena od vseh oglišč. Kasneje sem spoznal, da je to središče očrtane krožnice.

### **3.2.3 Refleksija**

Pri vseh nalogah sem pozabil narisati skico in izpisati podatke. Razlog je v pomanjkljivosti orodja Astra AI, saj ne opozarja na pomembnost izpisa podatkov in risanja skice. Prav tako ne opozarja na označevanje končanih konstrukcij ter pravih kotov. Razlog in največja pomanjkljivost je, da aplikacija ne ponudi vizualne predstavitve problema. To vpliva tudi na neprimerno postavitve konstrukcije (stranica  $c$  je običajno narisana spodaj na sliki).

Astra AI sestavi naloge le na zeleno temo, to je v tem primeru konstruiranje. Pri tem ne doda nalog, ki so povezane z drugo učno snovjo, npr. s preslikavami ali z enakokrakimi trikotniki.

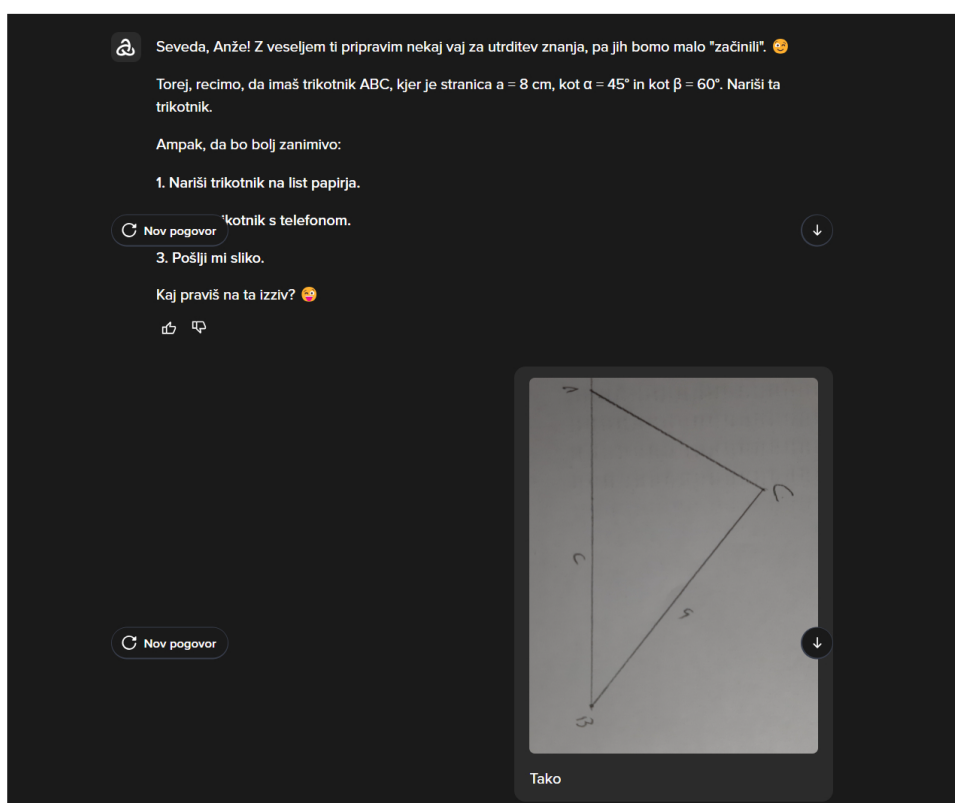
Z razlago in obnašanjem orodja sem bil zelo zadovoljen, ne pa s končnimi rezultati na preverjanju. Največji problem vidim v tem, da ne poda vizualne predstavitve problema in ne opozarja na pomembnost izpisa podatkov in skice, kar bi mogoče privedlo do boljšega rezultata. Prav tako me moti, da ne ponudi kompleksnejših nalog, ko prosim zanje.

## **3.3 Učenje skladnostnih izrekov KSK in SSK**

### **3.3.1 Povzetek pogovora z Astro AI**

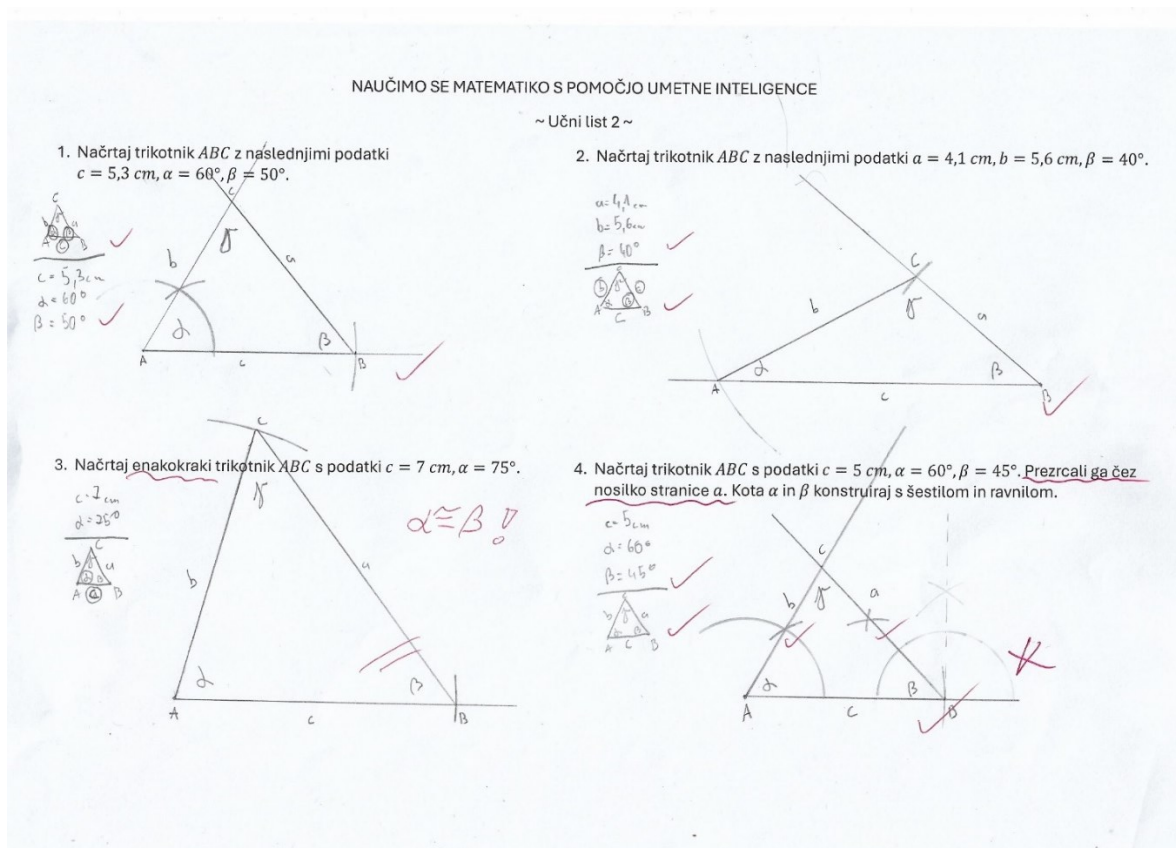
V tem pogovoru sem se naučil, kako konstruirati trikotnike s pomočjo skladnostnih izrekov KSK (kot-stranica-kot) in SSK (stranica-stranica-kot). Na začetku sem izvedel, kaj ti izreki pomenijo v teoriji, vendar sem želel razumeti, kako jih uporabiti v praksi pri dejanski konstrukciji trikotnikov. Najprej sem spoznal izrek KSK. Ugotovil sem, da moram začeti s stranico, nato konstruirati enega izmed danih kotov s šestilom in ravnilom, nato pa na drugem koncu stranice konstruirati še drugi kot. Kjer se kraka teh dveh kotov sekata, dobim tretje oglišče trikotnika. Ta postopek mi je pomagal razumeti, kako lahko določena kota in stranica med njima natančno definirajo en sam trikotnik. Nato sem se lotil izreka SSK. Pri tem izreku sem spoznal, da imamo dve dani stranici in en kot, ki leži nasproti daljše stranice. Pomembno je,

da sem pravilno določil, ali obstaja ena rešitev, dve rešitvi ali nobena. Naučil sem se, da začnem s stranico, nato konstruiram dani kot in s šestilom na kraku tega kota označim dolžino druge dane stranice. Skozi pogovor sem moral samostojno razmišljati o konstrukcijskih postopkih, jih pravilno izvesti ter preveriti natančnost. Posebej zanimivo mi je bilo, ko sem moral najti različne načine za konstruiranje kotov brez uporabe kotomera, kar mi je omogočilo boljše razumevanje geometrije in uporabe šestila. Na koncu sem dobil še izziv, da narišem trikotnik in ga preverim, kar mi je dodatno pomagalo utrditi znanje.



Slika 17: Učenje KSK in SSK z Astro AI

### 3.3.2 Analiza učnega lista 2



Slika 18: Analiza UL 2

Na drugem učnem listu so bile spet štiri naloge. Pri prvi nalogi je bilo zahtevano načrtati trikotnik, ko je podana ena stranica in dva kota (KSK). Druga naloga je zahtevala načrtovanje trikotnika s podanima dvema stranicama in enim kotom (SSK). Pri tretji nalogi je bilo treba načrtovati enakokraki trikotnik, ko je podana ena stranica in en kot. Pri zadnji, četrti nalogi, sem moral načrtovati trikotnik s podanima dvema kotoma in eno stranico. Trikotnik je bilo treba prezrcaliti čez nosilko stranice  $a$ . Dva kota je bilo treba konstruirati s šestilom in ravnilom.

### 3.3.3 Refleksija

Rezultati so bistveno boljši kot pri prejšnji snovi. V celoti sem pravilno rešil dve nalogi od štirih. Pomanjkljivost se ponovno vidi pri tem, da ne daje nalog, ki bi se navezovala na drugo snov, npr. ne povezuje snovi z enakokrakim trikotnikom, kot opazimo pri 3. nalogi, pri kateri sem moral načrtati enakokraki trikotnik. Zaradi tega nisem primerno ponovil in usvojil povezovanja učne snovi z lastnostmi trikotnikov. Napaka, ki se je pojavila pri 4. nalogi, je samo moja površnost, da sem spregledal

navodilo, da moram prezrcaliti trikotnik čez nosilko stranice  $a$ , kar ni posledica dela z AI tutorjem.

Z razlago orodja sem bil ponovno zelo zadovoljen. Tokrat sem bil tudi z rezultati malo bolj zadovoljen kot pri prejšnji snovi, vendar je to posledica znanja, ki sem ga usvojil pri delu za prvi učni list. Ugotovil sem, da Astra AI razume frazeme, npr. začiniti. Težje naloge poda le takrat, ko zaprosim zanje, kar ni ravno uporabno. Pozitivno je, da je program sam predlagal, da mu fotografiram nalogo in jo naložim. Problem nastane, da te slike ne preveri dobesedno in je ne ovrednoti. Ves čas učenja je program usmerjen v teorijo in ne v konstrukcijo. Ne povezuje različnih učnih snovi in na podlagi tega ne ustvari matematičnega problema (simetrala stranice in konstrukcija trikotnikov). Konstrukcijske naloge razloži zgolj s t. i. konstrukcijskim postopkom, sicer ponudi dodatno razlago posameznih korakov, vendar to utegne biti problem za učno šibkejšo učence.

### **3.4 Učenje včrtane in očrtane krožnice**

#### **3.4.1 Povzetek pogovora z Astro AI**

V tem delu sem se učil, kako konstruirati očrtano in včrtano krožnico trikotnika. Najprej sem spoznal osnovne definicije: očrtana krožnica je tista, ki poteka skozi vsa oglišča trikotnika, njeno središče pa se nahaja v presečišču simetral stranic. Po drugi strani se včrtana krožnica dotika vseh treh stranic trikotnika od znotraj, njeno središče pa leži v presečišču simetral kotov. Pomembno je tudi vedeti, da se središče očrtane krožnice lahko nahaja zunaj trikotnika, medtem ko je središče včrtane krožnice vedno znotraj. Sledile so tri naloge, ki so postopoma stopnjevale težavnost. Pri prvi, lažji nalogi sem moral konstruirati trikotnik s podanimi stranicami in nato očrtano ter včrtano krožnico. Pri srednji nalogi sem moral uporabiti SSK konstrukcijo (kot in dve stranici) in nato konstruirati obe krožnici. Najtežja naloga je zahtevala izhodišče s polmerom očrtane krožnice, kar je bilo nekoliko zahtevnejše, saj sem moral najti pravo razporeditev točk. Pri učenju sem spoznal, kako pomembna je natančnost pri konstrukciji in kako pravilno uporabljati simetrale ter pravokotnice. Zdaj bolje razumem povezave med elementi trikotnika in njegovimi krožnicami, kar mi bo koristilo pri nadaljnjih matematičnih nalogah.

Živjo! Žal ti moram povedati, da sem nekoliko šibkejši pri geometrijskih konstrukcijah, ampak ti bom vseeno poskusil pomagati po najboljših močeh! 😊

Najprej, ali veš kaj sploh sta očrtana in včrtana krožnica? Začniva s tem, da mi poveš, kaj ti že veš o njih.

Za lažjo predstavo:

- Včrtana krožnica je krožnica, ki se dotika vseh stranic trikotnika od znotraj
- Očrtana krožnica je krožnica, ki gre skozi vsa oglišča trikotnika

Preden se lotiva konstrukcije - ali mi lahko poveš, kje misliš, da se nahaja središče:

1. Včrtane krožnice?

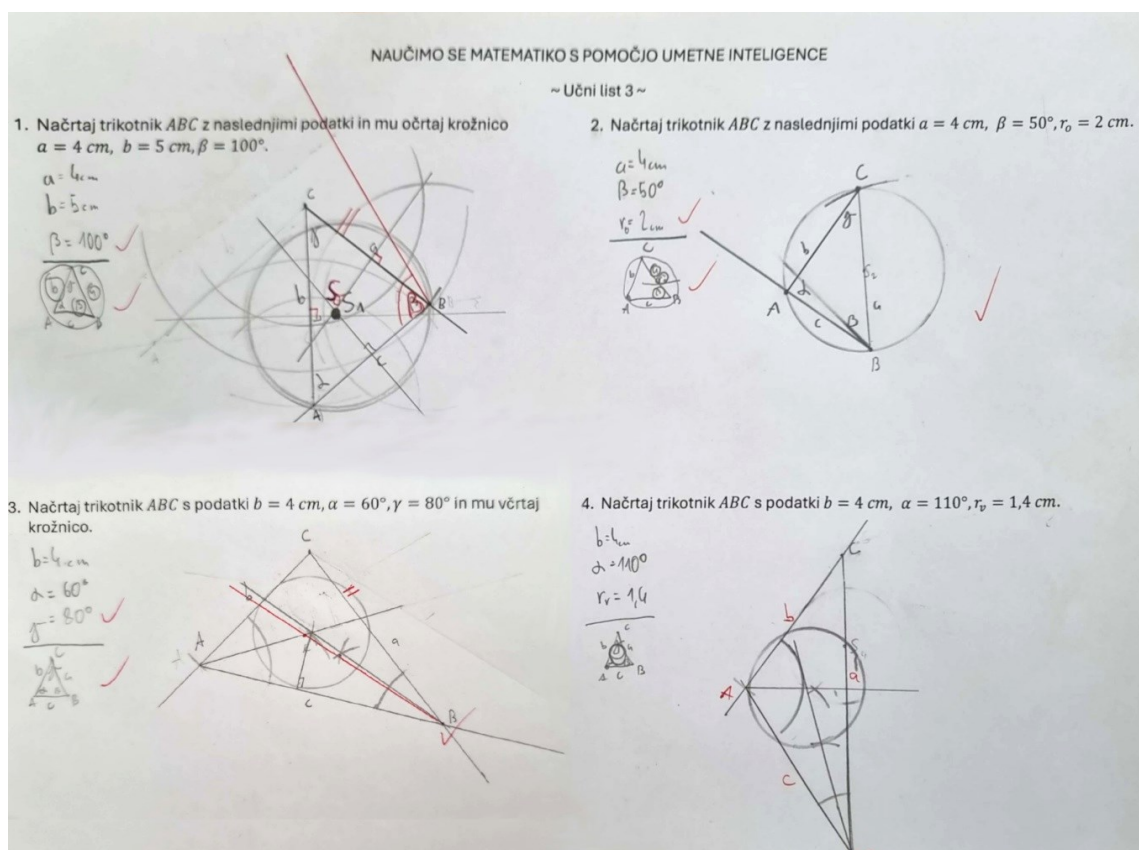
2. Očrtane krožnice?

Nov pogovor magalo razumeti logiko konstrukcije. 🤖



Slika 19: Učenje očrtane in včrtane krožnice z Astro AI

### 3.4.2 Analiza učnega lista 3



Slika 20: Analiza UL 3

Pri tem učnem listu so bile podane štiri naloge. Pri prvi sem moral načrtati trikotnik s podatki (dve od stranic in en kot) ter temu trikotniku očrtati krožnico. Pri drugi

nalogi je bilo treba načrtati trikotnik s podano eno stranico, enim kotom in polmerom očrtane krožnice. Pri tretji nalogi je bilo treba načrtati trikotnik s podanima dvema stranicama in enim kotom. Trikotniku je bilo treba včrtati krožnico. Pri četrti nalogi je bilo zahtevano načrtati trikotnik s podano eno stranico, enim kotom in polmerom včrtane krožnice.

### **3.4.3 Refleksija**

Rezultati so se od prejšnje snovi krepko poslabšali, za kar je v veliki meri krivo orodje. Prelahke naloge in premalo razložena snov so krivi za takšne rezultate. Astra AI me ni pravilno naučila načrtovanja trikotnika, ko je podan polmer včrtane krožnice. Sicer je res pravilno naučila načrtovanje včrtane in očrtane krožnice, vendar to ni vsa snov, ki pride v poštev tukaj. Problem je pomanjkanje vključevanja razlage težjih nalog. Orodje izpušča problemske naloge in se osredotoča na osnovne koncepte.

Pri tej snovi tudi s pogovorom z Astro AI nisem bil zadovoljen, saj je orodje že na začetku priznalo, da ni ustvarjeno za konstrukcijske naloge, vendar sem kljub temu nadaljeval in sem že takrat vedel, da se bom moral soočiti s slabimi rezultati. Moja pričakovanja so se uresničila. Astra AI res ni ustvarjena za takšno snov, saj s konstrukcijskim postopkom in nalogami, ki jih niti ne preveri, ne moreš preseči znanja. Tukaj se vidijo pomanjkljivosti v razlagi orodja pri načrtovanju trikotnikov. Prav tako je bilo podanih premalo zahtevnih nalog, da bi lahko popolnoma usvojil postopke konstrukcij z danimi polmeri očrtane in včrtane krožnice. V večini nalog so bile podane mere vseh stranic ali kotov.

## **3.5 Učenje višinske točke, višine, težišča in težiščnice**

### **3.5.1 Povzetek pogovora z Astro AI**

V tem pogovoru sem se poglobil v konstruiranje trikotnikov s pomočjo višin, višinske točke, težiščnic in težišča. Najprej sem se naučil, da višina trikotnika poteka iz oglišča pravokotno na nasprotno stranico, vse tri višine pa se sekajo v višinski točki. Spoznal sem tudi težiščnice, ki povezujejo vsako oglišče s središčem nasprotne stranice, pri čemer se vse tri sekajo v točki, imenovani težišče. To težišče deli vsako težiščnico v razmerju 2 : 1. Skozi različne konstrukcijske postopke sem ugotovil, kako iz podanih podatkov, kot so višine, višinska točka, težiščnice ali težišče, določiti

oglišča trikotnika in ga pravilno narisati. Pri tem sem se naučil tudi, da so nekatere konstrukcije enolične, druge pa omogočajo več rešitev, odvisno od razporeditve elementov. Prav tako sem ugotovil, kako lahko z uporabo geometrijskih pravil preverim pravilnost konstrukcije. Celoten proces mi je pomagal bolje razumeti odnose med različnimi elementi trikotnika in njihovo vlogo v konstrukciji.

Nauči me me konstruiranja trikotnikov s pomočjo višine in višinske točke ter težiščnice in težišča

Živjo Anže! Z veseljem ti bom pomagal pri razumevanju konstrukcije trikotnikov z uporabo višin in težiščnic. To je pomembno poglavje geometrije, ki nam pomaga bolje razumeti lastnosti trikotnikov. Začniva postopoma! 🌊

Najprej, osveživa nekaj ključnih pojmov:

**1. Višina trikotnika:**

- Je daljica, ki poteka od oglišča pravokotno na nasprotno stranico (ali njeno podaljšek)
- Vsak trikotnik ima tri višine
- Točka, kjer se višina seka z nasprotno stranico, se imenuje nožišče višine
- Vse tri višine se sekajo v eni točki - **višinski točki** (označimo jo s črko  $V$ )

**1. Težiščnica trikotnika:**

- Je daljica, ki povezuje oglišče s razpoloviščem nasprotne stranice

Nov pogovor .kotnik ima tri težiščnice

- Vse tri težiščnice se sekajo v eni točki - **težišču** (označimo ga s črko  $T$ )
- Težišče deli vsako težiščnico v razmerju 2:1 (od oglišča proti razpolovišču)

Bi želel, da začneva s konstrukcijo višine in višinske točke ali te bolj zanima konstrukcija težiščnice in težišča? Tako bova lahko postopoma predelala oba koncepta.

Kaj predlagaš, da najprej pogledava? 🗨️

Slika 21: Učenje višin in težiščnic z Astro AI

### 3.5.2 Analiza učnega lista 4

NAUČIMO SE MATEMATIKO S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE

~ Učni list 4 ~

1. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 4 \text{ cm}$ ,  $c = 5 \text{ cm}$ ,  $\beta = 70^\circ$ . Določi težišče in poišči najdaljšo težiščnico. *Učni list 4 ~*

2. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $c = 6 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 85^\circ$ ,  $t_b = 6,5 \text{ cm}$ .

3. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $a = 4 \text{ cm}$ ,  $\beta = 100^\circ$ ,  $b = 5 \text{ cm}$ . Nariši višine in določi višinsko točko.

4. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $c = 5 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $v_c = 3 \text{ cm}$ .

Slika 22: Analiza UL 4

Pri četrtem, zadnjem učnem listu so bile podane štiri naloge. Pri prvi sem moral načrtati trikotnik s podanima dvema stranicama in enim kotom. Trikotniku je bilo treba določiti težišče in določiti najdaljšo težiščnico. Pri drugi nalogi je bilo treba načrtati trikotnik s podano stranico, enim kotom in težiščnico stranice  $b$ . Pri tretji nalogi sem moral načrtati trikotnik s podanima stranicama in enim kotom. Treba je bilo narisati višine in določiti višinsko točko. Pri zadnji nalogi sem moral načrtati trikotnik s podano stranico, enim kotom ter višino stranice  $c$ .

### 3.5.3 Refleksija

Rezultati so se izboljšali glede na prejšnji učni list vendar se pomanjkljivosti še vedno pojavljajo. Zopet je Astra AI pozabila omeniti, da je označevanje stranic, kotov, oglišč, težiščnic in višin zelo pomembno. Težava je tudi napačna razlaga konstrukcije trikotnika s podano višino, saj ne omeni risanja vzporednice na razdalji višine, ki je ključna. Nasprotno je dobro obrazložila konstrukcijo s težiščnico, kar je presenetljivo.

Pri tej temi s pogovorom nisem bil zadovoljen, saj je v pogovor vpeljevala preveč konstrukcijskih postopkov. Delno pa sem bil zadovoljen z rezultati.

## 4 REZULTATI

V tem poglavju so predstavljeni rezultati raziskave, ki prikazujejo ključne ugotovitve in analizo pridobljenih podatkov. Poudarek je na interpretaciji rezultatov in njihovem vplivu na izbrane hipoteze ter cilje raziskave.

**Hipoteza 1:** Umetna inteligenca lahko nadomesti učiteljevo razlago pri učenju matematike.

Hipotezo 1 sem ovrgel. Menim, da umetna inteligenca ne more nadomestiti učiteljev, lahko pa obogati in nadgradi njihov pouk. To lahko potrdim z rezultatom na učnem listu 1. Tam manjka skica, izpis podatkov, poimenovanje stranic, prav tako trikotnik ni orientiran po dogovorih. Gre za osnovno znanje, ki ima ključen pomen pri nadaljnjem razumevanju. Pomembno je, da imamo trdno osnovo in predznanje, na katerem lahko gradimo z uporabo AI tutorja. Pretirana prijaznost pogovora pogosto izpušča osebni odnos in neverbalno komunikacijo, kot sta strogost in mimika, ki bistveno vplivata na učinkovito učenje in razumevanje. Učitelj z osebnim stikom, z verbalno in neverbalno komunikacijo ogromno pripomore k razumevanju učne snovi.

**Hipoteza 2:** Umetna inteligenca izboljša razumevanje matematičnih konceptov pri učencih in izboljša uspeh pri ocenjevanju.

Hipoteza 2 je delno potrjena. Umetna inteligenca izboljša razumevanje, a je pri tem omejena. To lahko potrdimo z učnim listom 2, ko je že pridobljeno predznanje in ga samo obogatimo. Umetna inteligenca je zelo koristna pri dodatni razlagi pojmov in nadgradnji znanja, saj omogoča poglobljeno razumevanje snovi in podporo pri učenju. Ugotovil sem, da je pri tem delno omejena. Menim, da ni pretirano koristna pri pridobivanju problemskega znanja in povezovanju različne učne snovi. Pri tem je ključno samostojno reševanje nalog in kritično razmišljanje, ki ga orodje ne priuči. Trditev lahko potrdimo z napakami na učnem listu 4, kjer so zahtevnejše naloge, ki jih ni predvidel v svoji razlagi. To so naloge s konstrukcijo trikotnika s podanim polmerom očrtane in včrtane krožnice. Prav tako se pojavljajo težave pri povezovanju različne učne snovi, to je vidno na učnem listu 1, kjer je vključeno znanje simetral. Zato je pomembno, da se AI tutor uporablja kot dopolnilno orodje v

kombinaciji z drugimi učnimi metodami, da se dosežejo najboljši rezultati pri izobraževanju.

**Hipoteza 3:** Orodja umetne inteligence povečujejo motivacijo učencev za učenje matematike.

Hipoteza 3 je popolnoma potrjena. Na moje učenje je uporaba umetne inteligence vplivala zelo pozitivno, saj je orodje prijazno in vedno pohvali moje dosežke. Ta stalna povratna informacija in pozitivna spodbuda sta me motivirali, da se še bolj poglobim v matematične naloge in vztrajam pri učenju tudi takrat, ko se soočam z zahtevnejšimi izzivi. Pohvale in prijaznost umetne inteligence so pripomogle k ustvarjanju prijetnega učnega okolja, kjer sem se počutil podprt in cenjen, kar je močno povečalo mojo motivacijo in željo po nadaljnjem učenju matematike.

**Hipoteza 4:** Z uporabo umetne inteligence lahko enakovredno usvojimo vse učne cilje, ki so navedeni v učnem načrtu in se obravnavajo pri pouku.

Hipoteza je zavrnjena. Težko je usvojiti vse minimalne standarde brez usmeritve učitelja, saj učitelji igrajo ključno vlogo pri razlaganju osnovnih konceptov, prilagajanju pouka individualnim potrebam učencev in zagotavljanju neposredne podpore. Prav tako ne moremo usvojiti najvišjih ciljev, ki so povezani s problemskim znanjem, saj to zahteva visoko stopnjo kritičnega razmišljanja, analize in samostojnega reševanja problemov, ki ga umetna inteligenca sama po sebi ne more povsem zagotoviti. Razlaga Astre AI je usmerjena v pridobivanje rutinskih in kompleksnih proceduralni znanj, ki so definirana Gagnejevi taksonomiji.

## 5 ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga je pokazala, da lahko umetna inteligenca pomembno prispeva k učenju matematike, vendar njena vloga še ni povsem enakovredna učitelju. AI tutorji, kot je Astra AI, ponujajo prilagojene razlage, interaktivne naloge in takojšnje povratne informacije, kar lahko izboljša razumevanje matematičnih konceptov in poveča motivacijo učencev. Moja raziskava potrjuje, da umetna inteligenca ne more nadomestiti učiteljev, ki ostajajo ključni nosilci izobraževalnega procesa, saj ne le posredujejo znanje, temveč tudi spodbujajo kritično razmišljanje, razvijajo socialne veščine in ustvarjajo spodbudno učno okolje. Umetna inteligenca lahko le dopolnjuje in deluje kot podpora za njihovo delo. Zato je ključnega pomena, da se vzpostavi učno okolje, kjer bo tehnologija dopolnjevala delo učitelja.

Prihodnost izobraževanja bo zagotovo prepletena z umetno inteligenco, kar odpira nove možnosti za izboljšanje učnih procesov. Ključnega pomena je, da se zavedamo, da je umetna inteligenca sredstvo za doseganje boljšega izobraževalnega sistema. Z njenim odgovornim in premišljenim uvajanjem lahko dosežemo, da bo izobraževanje dostopnejše, bolj prilagodljivo in učinkovitejše, kar bo pripomoglo k pripravi prihodnjih generacij na izzive sodobnega sveta. Pomembno je, da se zagotovi dostopnost tehnologije vsem učencem, ne glede na njihove socialno-ekonomske razmere. Za doseg končnega cilja bo potrebnega še veliko vloženega truda v njen razvoj in izboljšave.

Rezultate raziskave je potrdil tudi Andrej P. Škraba, ustanovitelj portala Astra AI, ki se aktivno ukvarja z razvojem umetne inteligence za izobraževalne namene.



## 6 VIRI IN LITERATURA

- [1] Woolf, B. (2009). *Building Intelligent Interactive Tutors: Student-Centered Strategies for Revolutionizing e-Learning*.
- [2] Russell, S., & Norvig, P. (2009). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*.
- [3] Shevat, A. (2017). *Designing Bots: Creating Conversational Experiences*.
- [4] *The Journal of Artificial Intelligence Research (JAIR)*. (2025). Pridobljeno iz <https://www.jair.org/index.php/jair>
- [5] Work, W. i. (2025). Pridobljeno iz <https://www.khanacademy.org/college-careers-more/khanmigo-for-students/x5443352261243283:introducing-khanmigo/x5443352261243283:getting-started-with-khanmigo/v/khanmigo-for-students-what-is-khanmigo-and-how-does-it-work>
- [6] Bishop, C. M. . (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*.
- [7] , U. (Februar 2025). *8 najboljših umetne inteligence za matematična orodja*. Pridobljeno iz <https://www.unite.ai/sl/best-ai-for-math-tools/>
- [8] *Khanmigo for Teachers: Your free AI-powered teaching tool*. (2025). Pridobljeno iz <https://www.microsoft.com/en-us/education/blog/2024/08/khanmigo-for-teachers-your-free-ai-powered-teaching-tool/>
- [9] *Portal GOV.SI*. (2025). Pridobljeno iz Program osnovna šola MATEMATIKA Učni načrt: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefndmkaj/[https://www.gov.si/assets/ministrstva/MVI/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN\\_matematika.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MVI/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_matematika.pdf)
- [10] *Skrivnost števil in oblik 7*. (2025). Pridobljeno iz [https://folio.rokus-klett.si/?credit=SSIO7UC\\_prenova2019&pages=i](https://folio.rokus-klett.si/?credit=SSIO7UC_prenova2019&pages=i)
- [11] *In classrooms, teachers put artificial intelligence tutoring bots to test*. (2025). Pridobljeno iz [https://www.business-standard.com/world-news/in-classrooms-teachers-put-artificial-intelligence-tutoring-bots-to-test-123062800013\\_1.html](https://www.business-standard.com/world-news/in-classrooms-teachers-put-artificial-intelligence-tutoring-bots-to-test-123062800013_1.html)
- [12] Milosavljevič, D. (2024). *Spotify*. Pridobljeno iz Andrej Škraba / intervju #15: <https://open.spotify.com/episode/4yakjf9SJJjUMirAEIbDue?si=aed52785f3814f33&nd=1&lsi=1f407185335d43a2>
- [13] Podcast, U. (2024). *Spotify*. Pridobljeno iz #34 Andrej P. Škraba Bitcoin, šolski sistem in prihodnost AI:

[https://open.spotify.com/episode/5W0RUzBBg9xhrr4veDlp3?si=PTy2PX0vTHy1ckgkmKA7\\_g&nd=1&dlsi=cbf7046a97a44241](https://open.spotify.com/episode/5W0RUzBBg9xhrr4veDlp3?si=PTy2PX0vTHy1ckgkmKA7_g&nd=1&dlsi=cbf7046a97a44241)

## 7 PRILOGA

### NAUČIMO SE MATEMATIKO S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE

~ Učni list 1 ~

1. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 4 \text{ cm}, b = 3 \text{ cm}, c = 5 \text{ cm}$ .
2. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 3,4 \text{ cm}, c = 5 \text{ cm}, \beta = 90^\circ$ . Kot nariši z ravnilom in šestilom.
3. Načrtaj enakokraki trikotnik  $ABC$  s podatki  $a = 5,3 \text{ cm}, \beta = 70^\circ$ .
4. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $a = 4 \text{ cm}, b = 3,6 \text{ cm}, \gamma = 100^\circ$ . Poišči točko, ki je od vseh oglišč trikotnika enako oddaljena.

### Priloga 1: Učni list 1

### NAUČIMO SE MATEMATIKO S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE

~ Učni list 2 ~

1. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $c = 5,3 \text{ cm}, \alpha = 60^\circ, \beta = 50^\circ$ .
2. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 4,1 \text{ cm}, b = 5,6 \text{ cm}, \beta = 40^\circ$ .
3. Načrtaj enakokraki trikotnik  $ABC$  s podatki  $c = 7 \text{ cm}, \alpha = 75^\circ$ .
4. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $c = 5 \text{ cm}, \alpha = 60^\circ, \beta = 45^\circ$ . Prezrcali ga čez nosilko stranice  $a$ . Kota  $\alpha$  in  $\beta$  konstruiraj s šestilom in ravnilom.

### Priloga 2: Učni list 2

NAUČIMO SE MATEMATIKO S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE

~ Učni list 3 ~

1. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki in mu očrtaj krožnico  
 $a = 4 \text{ cm}$ ,  $b = 5 \text{ cm}$ ,  $\beta = 100^\circ$ .
2. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 4 \text{ cm}$ ,  $\beta = 50^\circ$ ,  $r_o = 2 \text{ cm}$ .

3. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $b = 4 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\gamma = 80^\circ$  in mu včrtaj krožnico.
4. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $b = 4 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 110^\circ$ ,  $r_v = 1,4 \text{ cm}$ .

*Priloga 3: Učni list 3*

NAUČIMO SE MATEMATIKO S POMOČJO UMETNE INTELIGENCE

~ Učni list 4 ~

1. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $a = 4 \text{ cm}$ ,  $c = 5 \text{ cm}$ ,  $\beta = 70^\circ$ .  
Določi težišče in poišči najdaljšo težiščnico.
2. Načrtaj trikotnik  $ABC$  z naslednjimi podatki  $c = 6 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 85^\circ$ ,  $t_b = 6,5 \text{ cm}$ .

3. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $a = 4 \text{ cm}$ ,  $\beta = 100^\circ$ ,  $b = 5 \text{ cm}$ . Nariši višine in določi višinsko točko.
4. Načrtaj trikotnik  $ABC$  s podatki  $c = 5 \text{ cm}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $v_c = 3 \text{ cm}$ .

*Priloga 4: Učni list 4*

1. Kako je nastala ideja za projekt Astra AI?
2. Kateri trenutek v vaši karieri je bil za vas prelomnica, ko ste se odločili osredotočiti na izobraževalne tehnologije in pomoč uporabnikom?
3. Kako ocenjujete vpliv umetne inteligence na personalizacijo učnih izkušenj?
4. Ali ste se kdaj srečali s skeptičnostjo glede uporabe umetne inteligence v izobraževanju? Kako ste se s tem spopadli?
5. Kakšna je bila vaša prva reakcija, ko ste videli delovanje Astra AI v praksi?
6. Ali bi lahko opisali en primer, kako je Astra AI pomagala reševati kompleksno učni problem?
7. Kako spremljate napredek v tehnologijah strojnega učenja in umetne inteligence ter jih integrirate v svoje projekte?
8. Ali menite, da bi umetna inteligenca lahko kdaj popolnoma nadomestila tradicionalno poučevanje? Zakaj ali zakaj ne?
9. Kako ohranjate ravnovesje med tehnološkimi inovacijami in človeškim pristopom v vašem delu?
10. Katera tehnologija ali orodje, ki ste ga uvedli v izobraževalne procese, je po vašem mnenju najbolj vplivalo na uporabnike?
11. Kakšne spremembe ali nadgradnje načrtujete za Astra AI v prihodnosti?
12. Ali imate kakšno zanimivo anekdoto ali zgodbo, povezano z razvojem Astra AI?
13. Kako se vaša metoda razvoja izobraževalnih orodij in uporabe tehnologije razlikuje od tradicionalnih metod, ki ste jih sami doživeli kot učenec?
14. Ali ste v svoji karieri kdaj imeli trenutek, ko ste dvomili o svoji poti? Kako ste se s tem soočili?
15. Katere so najpogostejše učne težave, s katerimi se srečujejo vaši uporabniki, in kako jim Astra AI pomaga pri premagovanju teh težav?
16. Kakšne so bile največje izzivi pri uvajanju Astra AI na trg in kako ste jih premagali?
17. Kako Astra AI pripomore k večji učinkovitosti učenja pri uporabnikih z različnimi stopnjami znanja?
18. Kako zagotavljate, da so podatki, ki jih uporablja Astra AI, varni in zaupni?
19. Katere trende v tehnologiji in izobraževanju spremljate, ki bi lahko vplivali na prihodnost Astra AI?
20. Ali imate kakšno vizijo ali cilj, ki bi ga radi dosegli z razvojem Astra AI v naslednjih letih?

**Zadeva:** Re: Končna verzija raziskovalne naloge  
**Od:** "Andrej P. Škraba" <andrej@astra.si>  
**Datum:** 6. 03. 2025, 16:15  
**Za:** Lenart Fajfar <lenart.fajfar@iosce.si>

Živjo Lenart!

Hvala za poslano. Žal nimam časa vsega prebrati, sem pa na hitro preletel ugotovitve in zaključek.  
Pričakovano :)

Lep pozdrav,

Andrej

On 6 Mar 2025, at 09:41, Lenart Fajfar <lenart.fajfar@iosce.si> wrote:

Spoštovani,

v priponki vam pošiljam končno verzijo raziskovalne naloge o orodju Astra AI, ki je nastala z vašo pomočjo. Naloga bo predstavljena na regijskem tekmovanju Mladi za Celje, ki bo potekalo 19. 3. 2025. Veselim se vaših povratnih informacij in vašega mnenja.

Lep pozdrav  
Lenart Fajfar

*Priloga 6: Odziv Andreja P. Škrabe na rezultate raziskave*