

Umetna inteligenca (UI) in veliki jezikovni modeli (VJM)



UNIVERZA V LJUBLJANI
University of Ljubljana

Anja Brelih

Ljubljana, 14. 5. 2026

Kaj je umetna inteligenca?

- Umetna inteligenca je zmožnost stroja, da izkazuje človeške lastnosti, kot so mišljenje, učenje, načrtovanje in kreativnost.
- Umetna inteligenca omogoča tehničnim sistemom, da zaznavajo okolje, obdelajo, kar zaznajo, in rešijo problem, pri čemer ravnajo v skladu z določenim ciljem. Računalnik sprejema podatke, ki so predhodno pripravljene, ali pa jih zbere sam s senzorji, denimo kamero, jih obdelava in se odzove.
- Sistemi, ki delujejo na podlagi umetne inteligence, lahko na podlagi analize učinkov svojih predhodnih dejanj do določene mere samostojno prilagajajo svoje vedenje.

Vir: [Evropski parlament](#)

TIPI UMETNE INTELIIGENCE

(PO DEFINICIJI EVROPSKE KOMISIJE)

1. OSNOVNA DELITEV GLEDE NA POJAVNO OBLIKO

PROGRAMSKA OPREMA (SOFTWARE AI)



Virtualni asistenti, spletni iskalniki, prepoznavanje govora/slik.

"UTELEŠENA" UMETNA INTELIIGENCE (EMBODIED AI)



Roboti, avtonomna vozila, naprave interneta stvari (IoT).

2. KLASIFIKACIJA GLEDE NA TVEGANJE (AKT O UI)



UI ZA SPLOŠNE NAMENE (GPAI) IN GENERATIVNA UI

Posebne zahteve za modele z visokim vplivom, preglednost, spoštovanje avtorskih pravic.

Umetna inteligenca v vsakdanjem življenju

- Spletno nakupovanje in oglaševanje.
- Iskanje na spletu.
- Digitalni osebni asistenti.
- Strojni prevodi.
- Pametni domovi, mesta in infrastruktura.
- Avtomobili.
 - (Navigacija v veliki meri temelji na umetni inteligenci.)
- Kibernetska varnost.
- Boj proti dezinformacijam.
- ...

Vir: [Evropski parlament](#)



FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Umetna inteligenca in gradbeništvo

- **Načrtovanje in projektiranje**

- Generativno načrtovanje (Generative Design).
- Napredno modeliranje (BIM + UI).
- Natančnejše ocenjevanje stroškov.

- **Upravljanje gradbišča in logistika**

- Avtonomna vozila in stroji.
- Spremljanje napredka z droni.
- Logistična optimizacija.

- **Varnost in zdravje pri delu**

- Računalniški vid za varnost.
- Prediktivna analiza tveganj.

- **Vzdrževanje in upravljanje objektov**

- Digitalni dvojčki (Digital Twins).
- Prediktivno vzdrževanje.



Vir slike: Copilot

Kaj so veliki jezikovni modeli (VJM)?

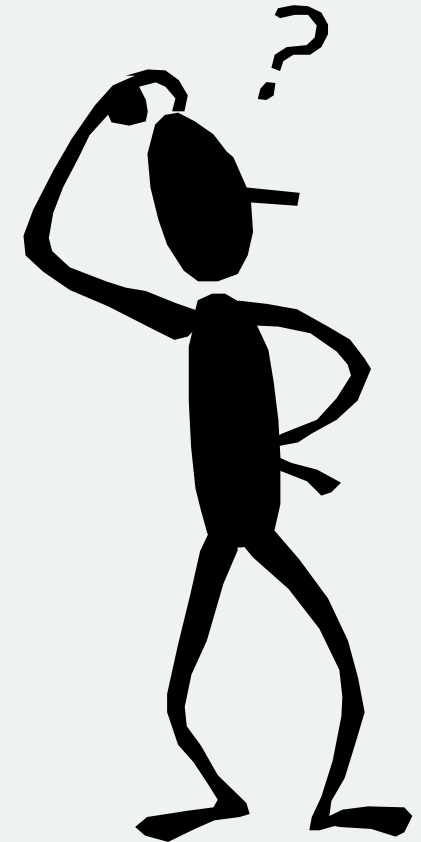
Sistemi umetne inteligence, naučeni na ogromnih zbirkah podatkov za ustvarjanje besedil.

Katere vrste nalog lahko opravljajo VJM-ji?

Odgovarjanje na vprašanja, ustvarjanje besedil iz zapiskov, analiza podatkov, itd.

Kaj je poziv (angl. prompt)?

Vnos (navodilo, vprašanje).



Načela inženiringa pozivov

NALOGA + VLOGA + KONTEKST + STRUKTRA

- **Bodite specifični in jasni.**
 - Jasno izrazite, kaj želite. Izogibajte se nejasnim ali splošnim zahtevam.
- **Navedite kontekst.**
 - Vključite vse potrebne osnovne informacije, ki usmerjajo odgovor.
- **Strukturirajte svoj poziv.**
 - Uporabite vzorce ali predloge za strukturirane izpise (npr. ustvari tabelo).
- **Preizkušajte in izpopolnajte.**
 - *Od »Pojasnite standarde modeliranja« do »Naštejte ključne standarde modeliranja za BIM in njihov namen.«*
- **Usmerjajte slog odgovora.**
 - Določite ton, dolžino ali raven podrobnosti (npr. Napiši strokovni povzetek v 100 besedah).

Preoblikovanje nejasnih pozivov v učinkovite

Kaj je BIM?

BIM je kratica za **Building Information Modeling** oziroma **Informacijsko modeliranje zgradb**. Gre za **digitalni proces načrtovanja, gradnje in upravljanja objektov**, ki temelji na **3D modelu** in podatkih o vseh elementih objekta.

Kaj to pomeni v praksi:

BIM ni le 3D risba, ampak **pametni model**, ki vsebuje informacije o:

- geometriji objekta (oblike, dimenzije),
- materialih,
- tehničnih lastnostih (npr. toplotna prevodnost, trdnost),
- časovni dinamiki gradnje (t. i. **4D BIM**),
- stroških (**5D BIM**),
- energetski učinkovitosti in življenjskem ciklu objekta (**6D in 7D BIM**).

Kdo uporablja BIM:

- **Arhitekti** za načrtovanje prostora in oblik,
- **Gradbeni inženirji** za konstrukcijske in tehnične detajle,
- **Strojni in elektroinženirji** za instalacije,
- **Investitorji in izvajalci** za nadzor nad stroški in časom,
- **Upravljalci stavb** za vzdrževanje objekta po izgradnji.

Glavne prednosti BIM-a:

- Boljša koordinacija med vsemi udeleženci,
- Manj napak in podvajanj v projektih,

Na kratko razloži infomacijsko modeliranje gradenj (angl. Building Information Modeling, BIM). Osredotoči se na vlogo BIM-a pri izboljšanju komunikacije pri izvajanju gradbenih projektov. Vključi kljune prednosti ter dodaj primere aplikacij.

Informacijsko modeliranje gradenj (angl. *Building Information Modeling – BIM*) je digitalni pristop k načrtovanju, gradnji in upravljanju objektov. Temelji na **ustvarjanju in uporabi digitalnega 3D-modela**, ki vsebuje podrobne podatke o vseh elementih stavbe – od geometrije do materialov, stroškov, energijske učinkovitosti in življenjskega cikla objekta.

Vloga BIM-a pri izboljšanju komunikacije

BIM bistveno **izboljša komunikacijo in sodelovanje** med vsemi udeleženci gradbenega projekta (arhitekti, inženirji, izvajalci, investitorji). Namesto izmenjave posameznih 2D-načrtov vsi dostopajo do **enotnega, posodobljenega modela**, kar:

- zmanjšuje **nesporazume in napake** zaradi neuskkljenih načrtov,
- omogoča **sproten vpogled** v spremembe (vsaka sprememba se odrazi v celotnem modelu),
- pospeši **odločanje in koordinacijo** med ekipami,
- omogoča uporabo **oblačnih platform** za delo v realnem času.

Ključne prednosti BIM-a

- **Boljša komunikacija in transparentnost** med vsemi deležniki,
- **Zmanjšanje napak in podvajanja dela**,
- **Natančnejše načrtovanje stroškov in časa**,
- **Vizualizacija projekta** že v fazi načrtovanja (3D/4D/5D modeli),
- **Lažje vzdrževanje in upravljanje objekta** po gradnji.

Primeri aplikacij

- **Autodesk Revit** – za arhitekturno in inženirsko načrtovanje,

Uporabni vzorci

Vzorci person (angl. Persona Pattern)

- *“Si vodja gradbenega projekta ...”*
- *“Si profesor na FGG ...”*

Vzorci predlog (angl. Template Patterns)







- Vnaprej določite zahtevano strukturo odgovora (npr. tabela, povzetek, uporaba “značk”)
- *“<naslov>, <povzetek>, ...”*

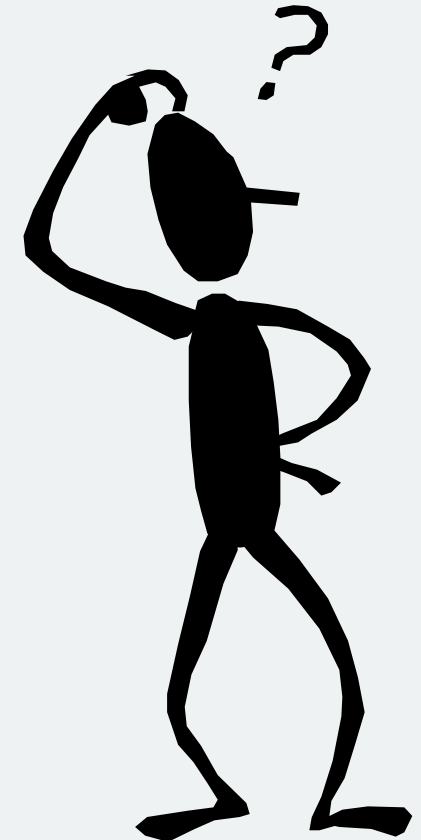
Vzorec kognitivnega preveritelja (angl. Cognitive verifier pattern)

- Ustvarjanje podvprašanj za reševanje kompleksnih težav.
- *“Zastavi mi vprašanja, če potrebuješ dodatne informacije.”*

Etična vprašanja

Da ali ne?

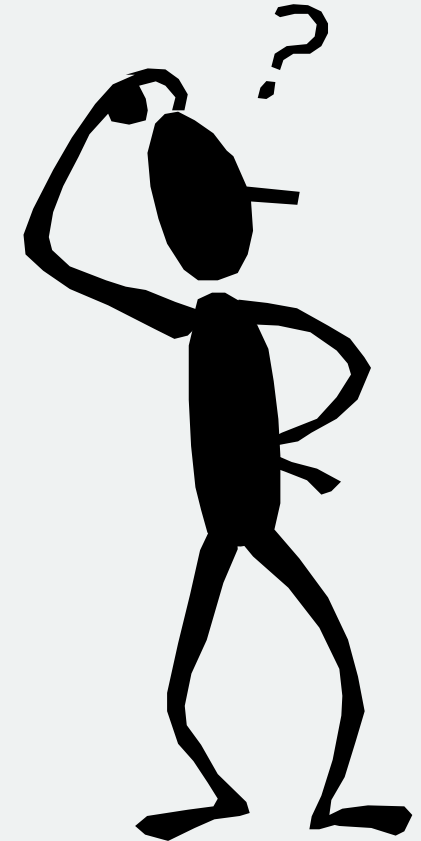
- Preverjajte izpise. 
- Plagiatorstvo. 
- Uporabljanje zaupnih podatkov. 
- Ustrezno navedite avtorje ali vire. 
- Pretirano zanašanje na izpis VJM-ja. 
- Uporablajte VJM-je za izboljšanje besedila. 



Uporaba v gradbeništvu

Ali so VJM-ji lahko uporabni v gradbeništvu?

Priprava dokumentov, generiranje idej, preverjanje projektne dokumentacije, branje in interpretacija IFC, itd.



Umetna inteligenca in gradbeništvo

- 2024
 - (diplomska naloga):
Uporaba umetne inteligence na področju arhitekture in gradbeništva
 - (diplomska naloga):
Avtomatizacija priprave gradbene dokumentacije z velikimi jezikovnimi modeli
- 2025
 - (magistrska naloga):
Priprava knjige obračunskih izmer s pomočjo velikih jezikovnih modelov
 - (magistrska naloga):
Uporaba velikih jezikovnih modelov za optimizacijo priprave ponudb v gradbeništvu



Uporaba umetne inteligence na področju arhitekture in gradbeništva

Diplomska naloga se ukvarja s tremi raziskovalnimi vprašanji, in sicer:

- R1: Kakšen je potencial uporabe umetne inteligence v arhitekturi kot pomoč pri določanju videza enodružinskih hiš?
- R2: Kakšen je potencial uporabe umetne inteligence pri povzemanju pravilnikov gradbeništva in arhitekture?
- R3: Kakšen je potencial uporabe umetne inteligence za branje tehničnih načrtov?

avtor: Jan Valentin Žajdela



FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Uporaba umetne inteligence na področju arhitekture in gradbeništva

- R1: Kakšen je potencial uporabe umetne inteligence v arhitekturi kot pomoč pri določanju videza enodružinskih hiš?

»Ustvari mi realistično sliko enodružinske hiše z dvema etažama, v vasi, z belo fasado, dvokapno streho antracit barve, balkonom v prvem nadstropju, strešnimi okni, v sončnem vremenu, modernega videza, z garažo, travo na parceli in velikimi drsnimi okni v pritličju, ki vodijo ven.«



avtor: Jan Valentin Žajdela

Uporaba umetne inteligence na področju arhitekture in gradbeništva

- R2: Kakšen je potencial uporabe umetne inteligence pri povzemanju pravilnikov gradbeništva in arhitekture?
 - 0 točk: orodje je podalo napačen odgovor, tudi po dodatnih usmeritvah.
 - 1 točka: orodje je prvič odgovorilo napačno, po dodatnih usmeritvah pa deloma pravilno.
 - 2 točki: orodje je prvič odgovorilo napačno, po dodatnih usmeritvah pa pravilno.
 - 3 točke: orodje je podalo pravilni odgovor, brez usmeritev.

avtor: Jan Valentin Žajdela



FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Uporaba umetne inteligence na področju arhitekture in gradbeništva

avtor: Jan Valentin Žajdela

Vprašanja	ChatGPT	Copilot
Kako se po pravilniku razvršča projektna dokumentacija?	3	2
Katerim bistvenim zahtevam mora projektant pri projektiranju zadostiti?	3	2
Katere podatke moram pri vodilnih mapah navesti na zunanje strani platnic?	3	2
Kaj vse mora vsebovati tehnično poročilo?	3	1
Kaj mora vsebovati vodilna mapa, če gre za odstranitev objekta?	3	0
Kaj mora vsebovati tehnično poročilo pri projektu za izvedbo?	3	2
Katere elaborate je potrebno obvezno priložiti v fazi projekta za izvedbo?	0	0
Kaj je potrebno izdelati, če pri gradnji ne pride do odstopanj od projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja?	3	0
Kaj vse mora vsebovati projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja za enostanovanjske stavbe?	3	0
Ali mora investitor pri projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja priložiti tudi digitalno projektno dokumentacijo?	3	2
Ali lahko investitor pridobi gradbeno dovoljenje brez predložitve digitalnega dela projektna dokumentacije?	3	2
Ali je lahko zunanja stran platnic map projekta brez podatka o datumu izdelave projekta?	3	2
Ali tehnično poročilo ustreza zahtevam, če v njem ni podanih opisov računskih metod in predpostavk projektanta?	3	3
Ali je vodilna mapa brez načrtov v skladu s predpisi, če gre za projekt odstranitve objekta?	3	2
Ali je tehnično poročilo glede na dokument pri projektu za izvedbo v skladu s predpisi, če ne vsebuje popisa količin materiala?	3	2
Ali je projekt za izvedbo v skladu s predpisi, če v njem ni priloženega varnostnega načrta?	3	1
Kaj je potrebno izdelati, če je pri gradnji šlo do sprememb, vendar te ne vplivajo na gradbeno dovoljenje?	3	0
Ali je projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja enostanovanjske hiše v skladu s predpisi, če ne vsebuje načrta gradbenih konstrukcij?	3	0
Skupaj	51	23



FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Uporaba umetne inteligence na področju arhitekture in gradbeništva

- R3: Kakšen je potencial uporabe umetne inteligence za branje tehničnih načrtov?
 - 0 točk: orodje je podalo napačen odgovor, tudi po dodatnih usmeritvah.
 - 1 točka: orodje je prvič odgovorilo napačno, po dodatnih usmeritvah pa deloma pravilno.
 - 2 točki: orodje je prvič odgovorilo napačno, po dodatnih usmeritvah pa pravilno.
 - 3 točke: orodje je podalo pravilni odgovor, brez usmeritev.

avtor: Jan Valentin Žajdela



FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Uporaba umetne inteligence na področju arhitekture in gradbeništva

avtor: Jan Valentin Žajdela

	ChatGPT	Copilot
Koliko objektov zajema načrt v dokumentu?	3	0
Koliko tlorisov vsebuje dokument in kateri so to?	3	3
Koliko prerezov vsebuje dokument in kateri so to?	3	0
Koliko različnih sestav hiše vsebuje dokument?	3	0
Iz katerih materialov je prikazan grafični del tlorisov?	3	3
Koliko osi vsebujejo načrti tlorisov in kako so označene?	0	0
Koliko etaž ima hiša predvidenih?	3	2
Kolikšni so tlorisni gabariti hiše?	0	0
Kolikšna je največja višina hiše?	0	0
Iz katerega materiala je hiša pretežno zgrajena?	3	1
Kakšen je predviden način temeljenja?	0	0
Kolikšne so skupne kvadrature vseh prostorov v hiši?	3	0
Koliko otroških sob je v hiši predvidenih?	3	3
Kolikšen je naklon strehe?	3	2
Koliko znaša kota 1. etaže?	0	2
Kolikšne so svetle višine prostorov hiše?	0	0
Koliko oken je na hiši predvidenih?	0	0
Na kateri strani neba ima hiša predvideni glavni vhod?	0	0
Kolikšna je skupna površina strehe v tlorisu?	2	2
Kolikšni sta dolžina in širina kabineta v pritličju?	0	0
Koliko je v hiši predvidenih stopnic?	0	0
Koliko vrat je skupno v hiši predvidenih?	0	0
Ali ima streha hiše predvidene napušče?	0	0
Koliko znašajo dolžine vseh notranjih sten?	0	0
Koliko opeke bi glede na načrte potrebovali za izgradnjo hiše?	0	0
Skupaj od 75	32	18

Uporaba velikih jezikovnih modelov za optimizacijo priprave ponudb v gradbeništvu

- Namen dela je bil optimizirati delovni tok priprave ponudb z uporabo umetne inteligence.

PREDNOSTI	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none">• odločitve v delovnem procesu temeljijo na izkušnjah, intuiciji in strokovnem znanju zaposlenih,• zaposleni lažje prepoznajo specifične okoliščine in se prilagodijo strankam.	<ul style="list-style-type: none">• ročno izvajanje rutinskih nalog povečuje časovno obremenitev zaposlenih in zmanjšuje njihovo osredotočenost na zahtevnejše naloge,• višji stroški dela izhajajo iz potrebe po večjem številu zaposlenih in daljšem času obdelave,• človeški faktor predstavlja tveganje za napake, zlasti pri ponavljajočih se opravilih,• obdelava podatkov in sprejemanje odločitev potekata počasneje zaradi omejene hitrosti zaposlenih,• ročna analiza večjih količin podatkov je omejena in manj učinkovita brez naprednih orodij.
GROŽNJE	PRILOŽNOSTI
<ul style="list-style-type: none">• avtomatizirana priprava ponudb lahko privede do večjih napak, če nadzor nad vsebino ni ustrezno vzpostavljen,• sistem bo potreboval redno vzdrževanje in posodabljanje, saj lahko zaradi raznih dejavnikov preneha delovati,• uporaba komercialnih VJM prav tako predstavlja dodatno varnostno tveganje.	<ul style="list-style-type: none">• uvedba sistemov z VJM lahko pohitri pripravo ponudb, ob tem pa zmanjša potrebo po ročnem delu in posledično tudi stroške,• podjetje lahko postane prvo v panogi, ki bi vpeljalo tak način priprave ponudb,• z uporabo komercialnih VJM, se lahko sistem nenehno izboljšuje.

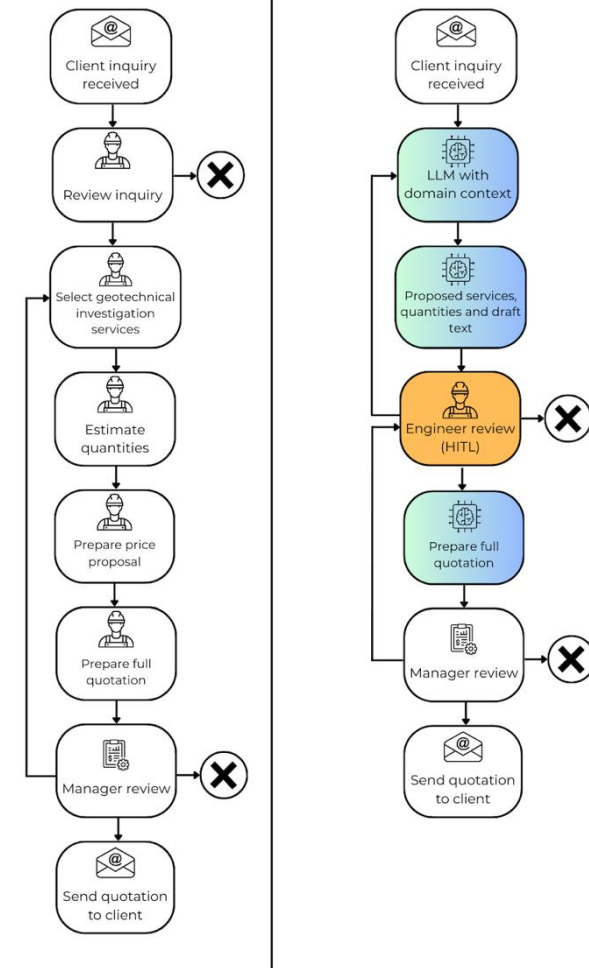
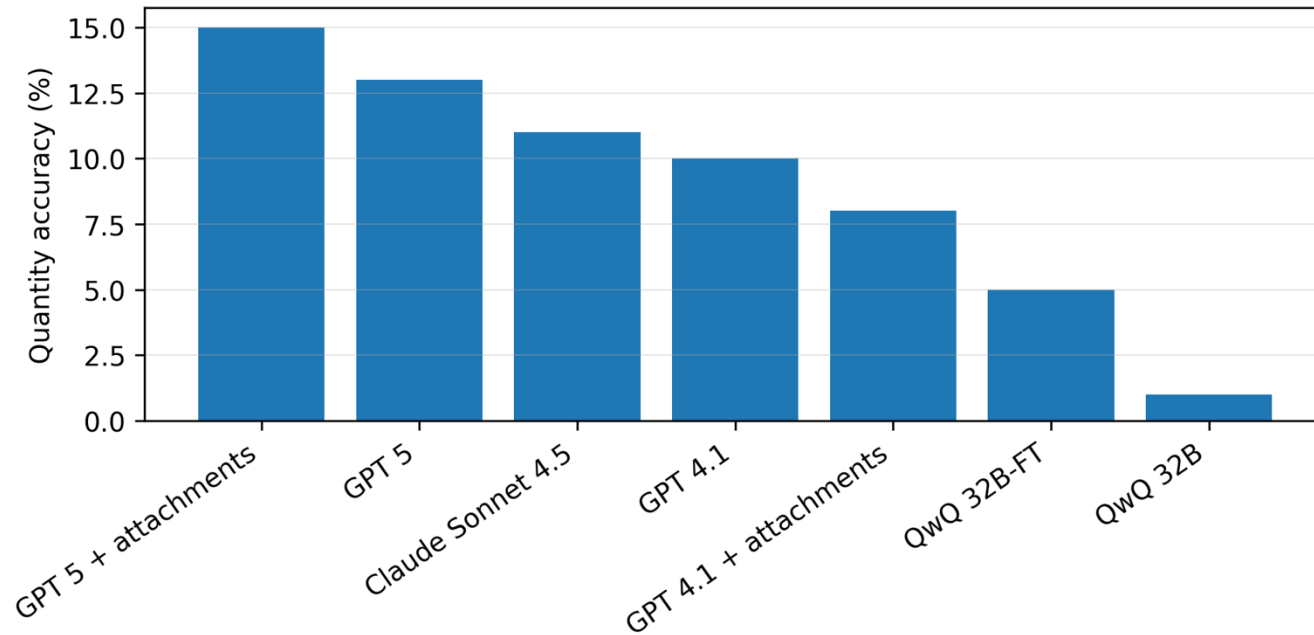
avtor: Žiga Krвина



FGG

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Uporaba velikih jezikovnih modelov za optimizacijo priprave ponudb v gradbeništvu



avtor: Žiga Krvin

Anja Brelih



UNIVERZA V LJUBLJANI
University of Ljubljana

anja.brelih@fgg.uni-lj.si