

■ (R)evolucija slovenskega zdravstva z uporabo metod umetne inteligence: ocena finančnih koristi na primeru sistema HomeDOctor

Rok Smodiš, Filip Ivanišević, Ivana Karasmanakis, Primož Kocuvan¹, Tadej Horvat¹ in Matjaž Gams¹

¹Department of Intelligent Systems, Jožef Stefan Institute, 1000 Ljubljana, Slovenia

rok.smodis@gmail.com, filipivanisevic79@gmail.com, karasmanakisivana@gmail.com, primoz.kocuvan@ijs.si, tadej.horvat@ijs.si, matjaz.gams@ijs.si

Izvleček

Po letih obljub, da bo umetna inteligenca (UI) reformirala zdravstvo, se zdravstveni sistemi po svetu in Sloveniji še vedno soočajo z resnimi težavami. V članku smo testirali sposobnosti pravilnega odgovarjanja sistemov HomeDOctor in GPT-4o na medicinska vprašanja, prav tako pa smo analizirali, kako bi lahko HomeDOctor pomagal zdravstvenemu sistemu ter kakšni bi bili finančni prihranki zaradi tega. Rezultati testiranja so pokazali, da tako HomeDOctor, kot GPT-4o zelo dobro odgovarjata na medicinska vprašanja, pri čemer lahko HomeDOctor pri svojih odgovorih uporabnikom ponuja dodatno gradivo. Finančna ocena prihrankov pa nakazuje, da bi slovenski zdravstveni sistem z uvedbo sistema, kot je HomeDOctor lahko prihranil med 19 in 347 milijoni evrov na leto.

Ključne besede: HomeDOctor, zdravstvo, umetna inteligenca, veliki jezikovni modeli, prihranki v zdravstvu

(R)evolution of Slovenian Healthcare through the Methods of Artificial Intelligence: An Assessment of Financial Benefits in the Case of HomeDOctor

Abstract

After years of promises that artificial intelligence (AI) will reform healthcare, healthcare systems around the world and in Slovenia still face serious problems. In this article, we tested the abilities of HomeDOctor and GPT-4o in answering medical questions. Additionally, we analyzed how HomeDOctor could benefit the healthcare system and what the potential financial impacts might be. The test results showed that both HomeDOctor and GPT-4o answer medical questions very well, with HomeDOctor being able to provide users with additional material in its answers. The financial assessment of the savings suggests that the Slovenian healthcare system could save between 19 and 347 million euros annually by introducing a system like HomeDOctor.

Keywords: HomeDOctor, healthcare, Artificial Intelligence, large language models, healthcare savings

1 UVOD

V tem prispevku analiziramo, kako lahko uporaba umetne inteligence (UI) v primarnem zdravstvu v Sloveniji bistveno izboljša dostopnost storitev, zmanjša čakalne vrste in optimizira stroške. Po letih obljub, da bo UI reformirala zdravstvene sisteme, se ti, tako globalno kot v Sloveniji, še vedno soočajo z resnimi

strukturnimi in kadrovskimi težavami. Velik delež sveta se spopada s staranjem prebivalstva, kar povečuje potrebe po zdravstvenih storitvah [1]. V Sloveniji je bilo leta 2022 več kot 130.000 ljudi brez izbranega osebnega zdravnika, kar predstavlja 21 % povečanje glede na stanje dve leti prej, ter 230.000 žensk brez izbranega ginekologa [2] - [3]. Podobno kot drugod

po svetu se tudi pri nas zdravstveni sistem sooča s pomanjkanjem medicinskega osebja, preobremenjenostjo zdravnikov in staranjem zdravstvene delovne sile [4] - [5].

Dodaten pritisk na sistem predstavljajo nepotrebni obiski urgenc in osebnih zdravnikov zaradi blagih bolezenskih stanj (npr. zamašen nos, blag prehlad, glavobol), pri katerih bi si pacienti lahko pomagali sami. Ocenjuje se, da med 11 % in 26 % vseh obiskov osebnih zdravnikov predstavljajo stanja, ki ne zahtevajo strokovne obravnave [6] - [8], medtem ko med 20 % in 40 % obiskov urgence ni nujnih [9] - [11]. Posledice tega so dolge čakalne vrste in pozna diagnostika, ki je leta 2020 po podatkih Evropske komisije in OECD-ja prispevala k 1418 prezgodnjim smrtim v Sloveniji [12].

Poleg vpliva na zdravje prebivalstva se težave odražajo tudi v visokih javnih in zasebnih izdatkih za zdravstvo. Leta 2022 so izdatki za zdravstvo v povprečju predstavljali 10,2 % BDP v EU, v Sloveniji 9,6 %, v ZDA pa 16,5 % [13] - [14]. Na gospodarstvo dodatno vpliva zmanjšana produktivnost zaradi bolniških odsotnosti. Leta 2024 je bilo v Sloveniji zaradi bolezni izgubljenih 14.743.437 koledarskih dni, kar ustreza približno 16 dnevom na zaposlenega [15].

Med rešitvami za te izzive je vedno pogostejše omenjena uporaba naprednih tehnologij, zlasti umezne inteligence (UI) in velikih jezikovnih modelov (VJM) [16]. Študija Sahnija in sodelavcev [17] ocenjuje, da bi integracija UI v zdravstveni sistem ZDA lahko letno prihranila med 5 % in 10 % zdravstvenega BDP. Prvi koraki so že vidni, saj nekateri zdravniki že uporabljajo VJM kot prevajalnike, pomočnike pri pripravi dokumentacije in kot podporo pri kliničnem odločanju [18] - [19]. Po podatkih Ameriške medicinske zveze je delež zdravnikov, ki uporabljajo UI, v letu 2024 dosegel 66 %, kar je dvakrat več kot leto prej [19]. Tudi pacienti uporabljajo VJM za pridobivanje prilagojenih informacij o boleznih in zdravlilih, za razumevanje strokovnih vsebin v laičnem jeziku, za priporočila glede življenjskega sloga in za pripravo na posege [20].

Kljub temu pa le 17 % uporabnikov VJM, te uporablja za pridobivanje zdravstvenih informacij, pri čemer jih le 6 % popolnoma zaupa v točnost podanih zdravstvenih informacij [21]. Vendar pa vedno več raziskav kaže, da VJM odlično odgovarjajo na zdravstvena vprašanja [22] - [26]. Ayers in sodelavci [22] so pokazali, da VJM na vprašanja na forumih

odgovarjajo natančneje in z več empatije kot zdravniki. Yanagita in kolegi [23] poročajo, da bi ChatGPT 4 prestal japonski nacionalni medicinski izpit. Gams in sodelavci [24] so pokazali, da HomeDOCTOR v več kot 95 % primerov pravilno diagnosticira klinične vinjete in presega splošne VJM v slovenskem okolju. Goh in sodelavci [25] ugotavljajo, da VJM prekašajo zdravnike tudi, kadar imajo ti dostop do interneta ali pa si pri odgovarjanju lahko pomagajo z VJM.

Posebno pozornost pritegne nedavna pobuda podjetja OpenAI, ki je v sodelovanju z 262 zdravniki razvila test za ocenjevanje zmogljivosti VJM v medicinskem kontekstu. Rezultati kažejo, da najnovejši modeli presegajo zdravnike v kvaliteti odgovorov, pri čemer so bistveno boljši od starejših različic [26].

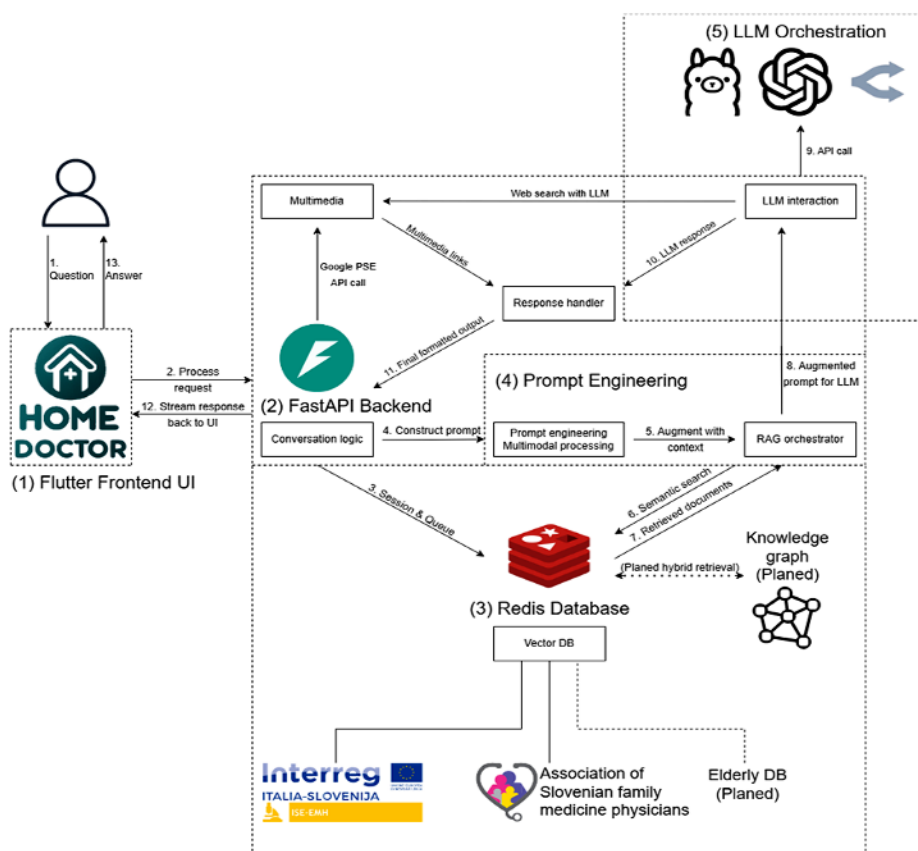
Prvi cilj naše raziskave je bil replicirati rezultate prejšnjih študij o zmogljivosti VJM pri odgovarjanju na medicinska vprašanja, opraviti kvalitativno analizo njihove uporabnosti kot zdravstvenih podpornih sistemov (za paciente) ter podati oceno skladnosti z regulatornimi zahtevami EU. Drugi cilj je bil oceniti finančne prihranke, ki bi jih Slovenija lahko dosegla z uvedbo takšnega sistema v svoj zdravstveni sistem.

2. METODOLOGIJA

2.1 Testirana sistema

V naši raziskavi smo testirali dva sistema: HomeDOCTOR ter GPT-4o (v času testiranja eden izmed najzmogljivejših modelov). Za namene te študije bomo oba sistema obravnavali kot zdravstveni podporni orodji.

HomeDOCTOR je specializirana sistem, ki uporabnikom preko interakcije v naravnem jeziku zagotavlja medicinske usmeritve, skladne s strokovnimi smernicami. Sistem je zasnovan kot spletna aplikacija, ki uporabnikom nudi varen, anonimen in neprekinjen (24/7) dostop do strukturiranih zdravstvenih informacij, navodil za samopomoč ter priporočil za nadaljnje korake. Sistem temelji na osnovnem VJM ter uporablja tehnologijo RAG s katero priključuje relevantno medicinsko znanje, ki ga tvorijo slovenske klinične smernice, priročniki družinske medicine in drugi zanesljivi zdravstveni viri prilagojeni slovenskemu okolju. Ob poizvedbi uporabnika sistem izvede semantično iskanje po korpusu medicinskih dokumentov, ki so v vektorsko obliko pretvorjeni z domensko specifičnimi kodirniki. Na podlagi najdenih fragmentov besedil se zgradi kontekstualno



Slika 1: Vizualizacija delovanja sistema HomeDOCTOR.

obogaten poziv, ki ga obdela izbrani veliki jezikovni model [27]. Shematski prikaz delovanja sistema HomeDOCTOR je razviden na Sliki 1.

2.2 Odgovarjanje na medicinska vprašanja

Za ocenjevanje obeh sistemov smo uporabili javno dostopna uporabniška vmesnika, prek katerih se lahko uporabniki pogovarjajo s sistemoma. Ocenjevanje

sta operativno izvedla dva študenta zadnjega letnika medicine Univerze v Ljubljani.

Pozive (prompte) s katerim smo testirali uspešnost so predstavljala medicinska vprašanja, ki so bila izbrana iz različnih učbenikov in študijskih gradiv, dostopnih študentom Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani, s čimer smo zagotovili ustreznost in relevantnost za slovensko okolje. Nabor je vklju-

V nadaljevanju sledi primer izpitnega vprašanja in odgovora: Glavna patofiziološka motnja pri restriktivni kardiomiopatiji je: a. motena diastolična funkcija prekatov b. moteno krčenje prekatov c. perikardna konstrikcija d. zadebeljene stene obeh prekatov e. funkcionalna trikuspidalna in mitralna insuficienca

Glavna patofiziološka motnja pri restriktivni kardiomiopatiji je motena diastolična funkcija prekatov. To pomeni, da so prekat srca manj sposobni sproščanja in polnjenja s krvjo med diastolo, kar vodi do zmanjšane srčne zmogljivosti in povečanega pritiska v srčnih komorah. Če imate kakšna dodatna vprašanja ali potrebujete več informacij, sem vam na voljo



Slika 2: Primer klinične vinjete in odgovora sistema HomeDOCTOR.

čeval vprašanja s področja interne medicine, delno pa tudi iz splošne medicine in kirurgije, pri čemer so bila vprašanja različnih zahtevnosti. Podobno kot v drugih študijah (npr. [24] - [25]) je tudi našim vprašanjem sledilo več možnih odgovorov, med katerimi je sistem moral izbrati pravi. Testiranje je potekalo tako, da smo vsakemu sistemu vprašanja predstavili v obliki enotnega »one-shot« poziva, brez dodatnega konteksta ali možnosti nadaljnjega dialoga. Točnost smo ocenjevali glede na to ali je sistem izbral pravi odgovor. Oba sistema smo testirali z istimi 150 vprašanji. Primer vprašanja in odgovora, ki ga je podal sistem HomeDOCTOR, je prikazan na Sliki 2.

2.3 Kvalitativno ocenjevanje sistemov

Kvalitativno smo sistema ocenili tako, da smo analizirali način podajanja odgovorov ter gradiva, ki jih sistem lahko vključi v svoj odgovor. Pri tem smo posebno pozornost namenili razumljivosti, struktuiranosti in lokalni relevantnosti podanih informacij, prav tako pa tudi uporabnosti dodatnih gradiv za podporo pacientu.

2.4 Analiza regulatorne skladnosti

Regulatorno skladnost smo ocenili z javno dostopnim vprašalnikom Future of Life Institute – EU AI Act Compliance Checker [28]. Orodje vodi uporabnika skozi nabor trditev, razvrščenih v domene upravljanja tveganj, preglednosti, človeškega nadzora ter varovanja podatkov. Na podlagi odgovorov se sistem uvrsti med prepovedane, visokorizične ali sisteme z omejenim tveganjem.

Vprašalnik smo izpolnili le za sistem HomeDOCTOR, saj imamo le pri njem popoln dostop do izvorne kode, podatkovnih tokov, dokumentacije in RAG-virov, ter le pri njem lahko zagotovimo sledljivost metapodatkov (verzije modela, datum izdaje, evidence testov).

2.5 Ocenjevanje finančnih prihrankov

V Tabeli 1 so zbrani podatki, ki smo jih uporabili za izračun finančnih prihrankov. Pri tem smo uporabili podatke o stroških zdravstvenega sistema, številu obiskov zdravnikov in drugih relevantnih statistikah iz zbirk NIJZ, ZZZS, SURS, OECD in Eurostat. Do-

Tabela 1: Podatki, uporabljeni za izračune

Kategorija	Opis podatka	Število	Vir
Zdravstveni podatki			
	Število izgubljenih koledarskih delovnih dni (2024)	14.743.437	[15]
	Št. nepotrebnih obiskov pri zdravniku	11 - 26 %	[6] – [8]
	Št. nepotrebnih obiskov urgenc	20 - 40 %	[9] – [11]
	Število letnih smrti zaradi ozdravljive smrtnosti (2020)	1413	[12]
	Delež napačnih ali prepoznanih diagnoz	5 %	[29]
	Št. obiskov urgence (2022)	548.908	[30]
	Št. preventivnih pregledov (2023)	685.372	[31]
	Št. kurativnih pregledov (2023)	2.255.056	[31]
	Št. kontrolnih kurativnih pregledov (2023)	1.896.015	[31]
	Št. kurativnih kratkih pregledov (2023)	5.409.586	[31]
	Št. kurativnih posvetov na daljavo (2023)	1.254.886	[31]
	Št. hišnih obiskov (2023)	20.596	[31]
Cene in podatki o gospodarstvu			
	Cena preventivnega pregleda	46,02 €	[32]
	Cena prvega kurativnega pregleda	12,74 €	[32]
	Cena kontrolnega kurativnega pregleda	8,14 €	[32]
	Cena kratkega kurativnega pregleda	5,31 €	[32]
	Cena kurativnega pregleda na daljavo	5,31 €	[32]
	Cena hišnega obiska	56,64 €	[32]
	Cena ostalih storitev	5,31 €	[32]
	Cena obiska urgence	30 €	[33]
	Zdravstveni BDP	5.948.000.000 €	[34]
	Strošek zdravljenja v zadnjih šestih mesecih življenja	46.000 €	[35]
	Cena enega pogovora s HomeDOCTORjem	0,05 €	[36]
	Povprečen proizveden BDP na delovni dan	480 €	[37]

datne podatke, kot so frekvence nepotrebnih obiskov zdravnikov, smo povzeli iz študij, v katerih so te deleže ocenili zdravniki. Pri podatkih o številu nepotrebnih obiskov pri osebnem zdravniku in v urgentnih službah smo za končne izračune uporabili povprečne vrednosti iz literature: 18,5 % za nepotrebne obiske pri osebnih zdravnikih in 30 % za nepotrebne obiske urgence.

Delež prebivalstva, ki bi uporabljalo zdravstveno podporno orodje, smo določili na več načinov. Maksimalni delež in s tem najbolj optimističen scenarij predvideva 91 % uporabnikov, kar ustreza deležu prebivalcev, ki uporabljajo internet [38]. Naslednji scenarij temelji na podatku, da trenutno VJM uporablja 65 % ljudi [21]. Tretji scenarij smo izračunali tako, da smo od deleža vseh uporabnikov VJM odšteli tiste, ki jih že sedaj uporabljajo za zdravstvene namene, s čimer smo dobili vrednost 48 %. Zadnja dva scenarija sta bila določena arbitrarno: nevtralni scenarij predvideva uporabo pri 25 % prebivalstva, zelo pesimistični scenarij pa le pri 5 % prebivalstva.

2.6 Enačbe za ocenjevanje finančnih prihrankov

Za oceno finančnih prihrankov zdravstvenega sistema smo uporabili več pristopov.

(1) Splošna ocena po Sahniju in sodelavcih [17]

Ta metoda posnema oceno Sahnija in kolegov, ki predvideva, da bi uvedba umetne inteligence v zdravstvu lahko letno prihranila med 5 % in 10 % zdravstvenega BDP. Ker zajema celoten zdravstveni sistem, ta ocena ni združljiva z drugimi, bolj specifičnimi ocenami.

$$\text{Prihranek} = \text{zdravstven BDP} * 0,05 \text{ (ali } 0,1)$$

Preostale ocene pa ocenjujejo posamezen del zdravstvenega sistema, zaradi česar jih je potrebno za skupno oceno prihranka med seboj sešteti.

(2) Prihranek zaradi zmanjšanja nepotrebnih obiskov osebnih zdravnikov

V prvem koraku smo izračunali skupni strošek vseh tipov pregledov v splošni in družinski medicini: $\text{Skupni strošek} = \text{št. preventivnih pregledov} * \text{cena preventivnega pregleda}$

+ št. prvih kurativnih pregledov * cena prvega kurativnega pregleda

+ št. kontrolnih kurativnih pregledov * cena kontrolnega kurativnega pregleda

+ št. kurativnih kratkih pregledov * cena kurativnega kratkega pregleda

+ št. kurativnih posvetov na daljavo * cena kurativnega posveta na daljavo

+ št. hišnih obiskov * cena hišnega obiska

+ št. ostalih storitev * cena ostale storitve

Končni prihranek dobimo z upoštevanjem deleža nepotrebnih obiskov in deleža uporabnikov orodja:

$$\text{Prihranek} = \text{Skupni strošek} * \text{delež nepotrebnih obiskov} * \text{delež uporabnikov}$$

(3) Prihranek zaradi zmanjšanja nepotrebnih obiskov urgence

Prihranek smo izračunali kot zmnožek števila vseh obiskov urgence, deleža nepotrebnih obiskov, deleža uporabnikov orodja in cene enega obiska urgence:

$$\text{Prihranek} = \text{št. vseh obiskov urgence} * \text{delež nepotrebnih obiskov} * \text{delež uporabnikov orodja} * \text{cena 1 obiska urgence}$$

(4) Prihranek zaradi zmanjšanja »ozdravljive smrtnosti«

V to kategorijo spadajo bolezni, ki bi jih bilo možno zdraviti z zgodnjo detekcijo. Prihranek izhaja iz precejenih dragih obravnav v zadnjih stadijih bolezni:

$$\text{Prihranek} = \text{št. vseh »ozdravljivih smrti«} * \text{delež uporabnikov orodja} * \text{delež napačnih ali prepoznih diagnoz človeških zdravnikov} * \text{strošek zdravljenja v zadnjih stadijih bolezni}$$

(5) Prihranek zaradi povečane produktivnosti (manj bolniških dni)

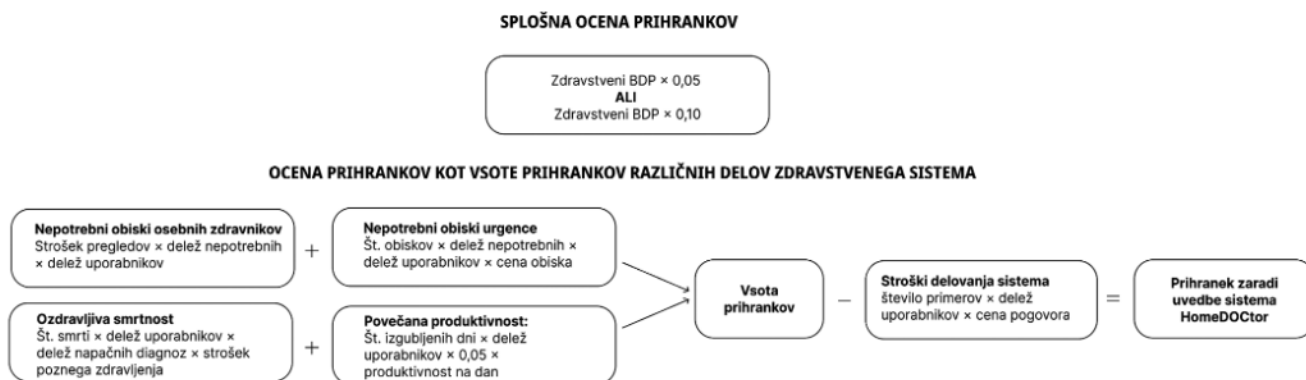
Zmanjšanje bolniških odsotnosti smo ocenili konzervativno – kot 5 % manj bolniških dni zaradi hitrejšje diagnostike in boljše dostopnosti zdravstvenih nasvetov.

$$\text{Prihranek} = \text{št. izgubljenih dni zaradi bolezni} * \text{delež uporabnikov orodja} * \text{ocenjen delež zmanjšanje bolniških odsotnosti} * \text{produktivnost osmih ur dela v BDP-ju}$$

(6) Stroški delovanja sistema

Stroški vključujejo obratovanje, pri čemer smo ocenili ceno na podlagi števila uporabnikov, cene enega pogovora ter števila primerov uporabe (obiški zdravnikov, urgence, bolniški dnevi, ozdravljiva smrtnost).

Pri tej oceni smo ocenjevali le sistem HomeDOCtor, saj imamo pri njem celoten vpogled v njegove stroške. Ti zajemajo njegovo vzpostavitev, vzdrževanje ter obratovanje. Ker je sistem HomeDOCtor že vzpostavljen v okviru raziskovalnega projekta EU, njegovo vzdrževanje pa bi zahtevalo minimalne stroške, glavni del stroškov predstavlja njegovo obrato-



Slika 3: Relacije med postavkami finančne analize

vanje. To smo izračunali kot vsoto zmnožkov ljudi, ki bi podporni zdravstveni sistem uporabljalo, ceno enega pogovora s sistemom ter številom vseh, ki bi ga v določenem primeru potrebovali.

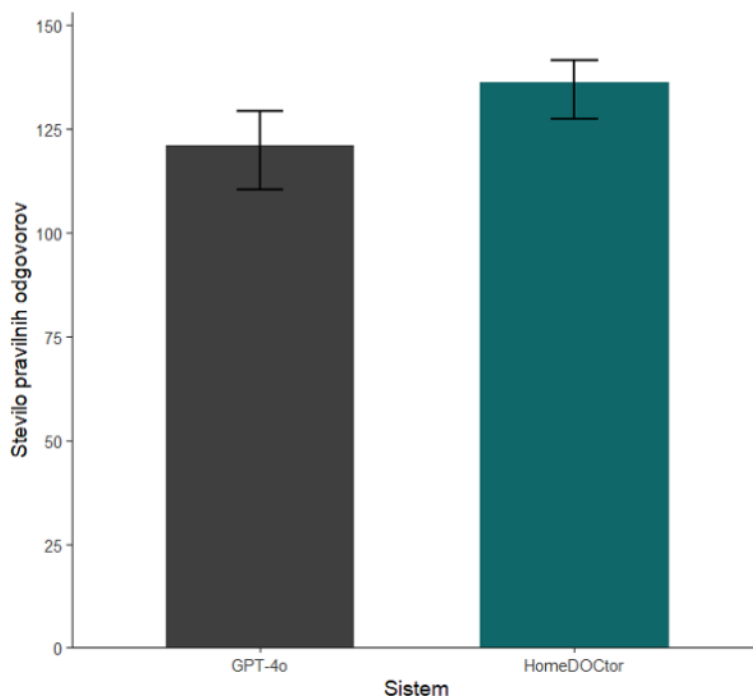
*Strošek = št. vseh obiskov osebnega zdravnika * delež uporabnikov orodja * cena enega pogovora s sistemom*
*+ št. vseh obiskov urgence * delež uporabnikov orodja * cena enega pogovora s sistemom*
*+ št. vseh izgubljenih delovnih dni zaradi bolniške odsotnosti * delež uporabnikov orodja * cena enega pogovora s sistemom*
*+ št. vseh »ozdravljivih smrti * delež uporabnikov orodja * cena enega pogovora s sistemom*

Oba načina finančnih prihrankov sta v grafični obliki predstavljena na Sliki 3.

3. REZULTATI

3.1 Odgovori na medicinska vprašanja

Na Sliki 4 je prikazana primerjava uspešnosti modelov HomeDOctor in GPT-4o pri odgovarjanju na medicinska vprašanja. Navpična (oz. y) os prikazuje skupno število pravih odgovorov (od 0 do 150), medtem ko vodoravna (oz. x) os prikazuje posamezna modela. Iz slike je razvidno, da sta oba sistema na zdravstvena vprašanja odgovarjala kvalitetno.



Slika 4: Rezultati zdravstvenih podpornih orodij pri odgovarjanju na medicinska vprašanja.

Sistem HomeDOCTOR je pravilno odgovoril na 136 vprašanj (95 % interval zaupanja za točnost je znašal 0,85 – 0,94), GPT-4o pa na 121 (95 % interval zaupanja: 0,74 – 0,86). Rezultati χ^2 so pokazali, da je razlika med modeloma statistično značilna ($\chi^2 = 6,11$; $p = 0,014$). Cohenova velikost učinka pa nakazuje majhen do srednje velik učinek ($h = 0,29$) v prid sistema HomeDOCTOR. Razlog, zakaj smo uporabili χ^2 za neodvisne pare in ne za odvisne pa je, ker nismo imeli dostopa do podatkov na ravni posameznih vprašanj.

3.2 Kvalitativna ocena sistemov

Poleg besedilnih odgovorov sistem HomeDOCTOR ponuja tudi dodatne multimedijske informacije prilagojene za slovensko okolje: dostop do izobraževalnih videoposnetkov, strokovnih člankov, slikovnega gradiva ter preverjenih mobilnih aplikacij s področja zdravstva in dobrega počutja. Vgrajena zbirka virov vključuje tudi seznam priporočenih izdelkov iz lekarn ter kontakte relevantnih ustanov in društev. Vsebine so predstavljene v strukturirani obliki, kar uporabniku omogoča hitro orientacijo in enostaven dostop do poglobljenih informacij.

Sistem GPT-4o pa je na vprašanja odgovarjal zgolj v besedilni obliki. V testirani različici ni ponujal integrirane baze video-vsebin, slik, produktivnih priporočil, neposrednih kontaktov ali kurirane zbirke aplikacij. Interakcija je bila omejena na dialog, pri čemer so morebitne zunanje vire morali poiskati uporabniki sami.

3.3 Regulatorna skladnost

Ocena skladnosti sistema HomeDOCTOR je bila izvedena z javno dostopnim orodjem *Future of Life Institute – EU AI Act Compliance Checker*, ki preverja izpolnjevanje zahtev nove evropske Uredbe o umetni inteligenci (EU AI Act) [28]. Rezultati analize so pokazali, da bi se sistem HomeDOCTOR zaradi svoje uporabe v medicinskem kontekstu, uvrstil med visokorizične sisteme. Takšna klasifikacija pomeni, da mora ponudnik zagotoviti:

- strogo upravljanje tveganj
- sledljivost vseh obdelanih podatkov in izhodov
- stalno beleženje dogodkov v sistemu,
- popolno tehnično in regulatorno dokumentacijo
- usposabljanje osebja, ki z njim upravlja

Čeprav so nekateri elementi skladnosti že izpolnjeni (npr. obveščanje uporabnika, da komunicira z umetno inteligenco), bi za popolno skladnost bila potrebna izvedba dodatnih korakov. Ti vključujejo dokončno pripravo tehnične dokumentacije, uvedbo avtomatskega beleženja dnevniških zapisov, izdajo EU-izjave o skladnosti ter pridobitev oznake CE. Podroben seznam regulatornih zahtev in trenutnega stanja njihove izpolnjenosti je predstavljen v Prilogi, Tabela 1.

3.4 Prihranki

Potencialni finančni učinek uvedbe sistema, kot je HomeDOCTOR, je bil ocenjen z več metodami, pri čemer so rezultati predstavljeni v Tabelah 2–8.

Splošna ocena prihrankov

Po oceni Sahnija in sodelavcev [17] bi lahko uporaba umetne inteligence v zdravstvenem sistemu letno prihranila med 5 % in 10 % zdravstvenega BDP. Če upoštevamo slovenski zdravstveni BDP, to pomeni približno 297 milijonov € pri 5 % prihranku in 595 milijonov € pri 10 % prihranku (Tabela 2). Čeprav ta ocena zajema širšo rabo umetne inteligence in ne le sistema HomeDOCTOR, ponuja okvir za razumevanje možnih finančnih učinkov.

Tabela 2: Prihranek kot ocena prihranka celotnega zdravstvenega BDP-ja

Zdravstveni BDP	Prihranjen delež (%)	Ocena prihranka
5.948.000.000 €	5	297.400.000 €
5.948.000.000 €	10	594.800.000 €

Na Tabeli 2 vidimo oceno prihranka UI v zdravstvu, kot splošne ocene celotnega BDP-ja.

Struktura izdatkov za splošno in družinsko medicino

Tabela 3 prikazuje število in skupne stroške opravljenih storitev v splošni in družinski medicini v letu 2023. Največ je bilo opravljenih kurativnih kratkih pregledov, medtem ko so najvišji skupni izdatki nastali pri preventivnih pregledih. Skupni letni izdatki za vse storitve znašajo 113,38 milijona €. Ti podatki so bili uporabljeni kot osnova pri izračunih prihrankov zaradi zmanjšanja nepotrebnih obiskov pri zdravnikih.

Tabela 3: Skupni znesek letnih izdatkov za posamezne preglede splošne in družinske medicine

Pregled	Število	Cena	Znesek
Preventivni pregled	685.372	46,02 €	31.540.819 €
Prvi kurativni pregled	2.255.056	12,74 €	28.729.413 €
Kontrolni kurativni pregled	1.896.015	8,14 €	15.433.562 €
Kratki kurativni pregled	5.409.586	5,31 €	28.724.902 €
Kurativni posvet na daljavo	1.254.886	5,31 €	6.663.445 €
Hišni obisk	20.596	56,64 €	1.166.557 €
Ostalo	211.774	5,31 €	1.124.520 €
Vsota	11.733.285		113.383.219 €

Prihranki pri zmanjšanju nepotrebnih obiskov osebnih zdravnikov

Izračuni temeljijo na podatkih o številu in stroških pregledov v splošni in družinski medicini ter povprečnem deležu nepotrebnih obiskov (18,5 %). Pri 91-odstotni uporabi sistema med prebivalci bi ocenjeni prihranek znašal približno 19,1 milijona € letno (Tabela 4).

Tabela 4: Prihranek zaradi zmanjšanja nepotrebnih obiskov pri zdravnikih splošne in družinske medicine

Cena vseh pregledov splošne in družinske medicine	Delež nepotrebnih obiskov	Delež ljudi, ki bi uporabljali sistem	Prihranek
113.383.219 €	0,185	0,91	19.088.065 €
113.383.219 €	0,185	0,65	13.634.332 €
113.383.219 €	0,185	0,48	10.068.430 €
113.383.219 €	0,185	0,25	5.243.974 €
113.383.219 €	0,185	0,05	1.048.795 €

Prihranki pri zmanjšanju nepotrebnih obiskov urgence

Ob upoštevanju deleža nepotrebnih obiskov urgence (30 %) in cene enega obiska bi bil prihranek v najboljšem scenariju približno 4,5 milijona € letno (Tabela 5).

Tabela 5: Prihranek zaradi zmanjšanja nepotrebnih obiskov urgence

Št. vseh obiskov urgence	Delež nepotrebnih obiskov	Cena 1 obiska urgence	Delež ljudi, ki bi uporabljali sistem	Prihranek
548.908	0,3	30 €	0,91	4.495.557 €
548.908	0,3	30 €	0,65	3.211.112 €
548.908	0,3	30 €	0,48	2.371.283 €
548.908	0,3	30 €	0,25	1.235.043 €
548.908	0,3	30 €	0,05	247.009 €

Prihranki zaradi zgodnje identifikacije bolezni

Zgodnejša diagnostika bolezni, ki sodijo med t. i. »ozdravljivo smrtnost«, bi lahko preprečila draga zdravljenja v poznih stadijih bolezni. Ocenjeni letni prihranki se v najboljšem scenariju gibljejo okoli 3 milijonov € (Tabela 6).

Tabela 6: Prihranki zaradi zgodnje identifikacije bolezni, ki spadajo pod »ozdravljivo smrtnost«

Št. smrti	Delež ljudi, ki bi uporabljali sistem	Delež napačnih ali prepoznih diagnoz zdravnikov	Strošek zdravljenja v zadnjih stadijih bolezni	Prihranek
1413	0,91	0,05	46.000 €	2.957.409 €
1413	0,65	0,05	46.000 €	2.112.435 €
1413	0,48	0,05	46.000 €	1.559.952 €
1413	0,25	0,05	46.000 €	812.475 €
1413	0,05	0,05	46.000 €	162.495 €

Prihranki zaradi zmanjšanja bolniških odsotnosti

Največji potencialni finančni učinek izhaja iz povečane produktivnosti zaradi krajših bolniških odsotnosti. Ob predpostavki 5-odstotnega zmanjšanja izgubljenih delovnih dni bi pri 91 % uporabe sistema prihranili do 322 milijonov € letno (Tabela 7).

Tabela 7: Prihranki pri povečanju produktivnosti zaradi zmanjšanja števila bolniških odsotnosti

Produktivnost osmih ur dela v BDP-ju	Št. izgubljenih dni zaradi bolezni	Delež ljudi, ki bi uporabljali sistem	Delež zmanjšanja izgubljenih delovnih dni	Prihranek
480 €	14743437	0,91	0,05	321.996.664 €
480 €	14743437	0,65	0,05	229.997.617 €
480 €	14743437	0,48	0,05	169.844.394 €
480 €	14743437	0,25	0,05	88.460.622 €
480 €	14743437	0,05	0,05	17.692.124 €

Tabela 8: Skupni prihranki in stroški sistema kot je HomeDOctor

Uporaba sistema (%)	Splošna in družinska medicina	Urgenca	Ozdravljiva smrtnost	Povečana produktivnost	Skupni prihranek	Stroški sistema	Razlika
0,91	19.088.065 €	4.495.557 €	2.957.409 €	321.996.664 €	349.759.965 €	1.229.730 €	347.307.964 €
0,65	13.634.332 €	3.211.112 €	2.112.435 €	229.997.617 €	248.955.496 €	878.379 €	248.077.117 €
0,48	10.068.430 €	2.371.283 €	1.559.952 €	169.844.394 €	183.844.059 €	648.649 €	183.195.410 €
0,25	5.243.974 €	1.235.043 €	812.475 €	88.460.622 €	95.752.114 €	337.838 €	95.414.276 €
0,05	1.048.795 €	247.009 €	162.495 €	17.692.124 €	19.150.423 €	67.568 €	19.082.855 €

Skupni prihranki

Seštevek vseh ocenjenih virov prihrankov (ob odšteju stroškov delovanja sistema) kaže, da bi lahko v najboljšem scenariju dosegli približno 347 milijonov € letnega prihranka. Tudi pri nizki stopnji uporabe (5 % prebivalstva) bi letni prihranek znašal vsaj 19 milijonov € (Tabela 8). Stroški delovanja sistema HomeDOctor so v vseh scenarijih zanemarljivi v primerjavi z doseženimi prihranki.

4. DISKUSIJA

4.1 Ocene Podpornih orodij za klinično odločanje

Rezultati naše študije potrjujejo, da tako sistem HomeDOctor kot tudi VJM ChatGPT-4o dosegata visoke rezultate pri odgovarjanju na medicinska vprašanja, kar je skladno z ugotovitvami iz obstoječe literature [22] - [25]. Uspešno smo replicirali tudi rezultate Gamsa in sodelavcev [24], saj je bil sistem HomeDOctor tudi v naši raziskavi statistično značilno natančnejši od sistema GPT-4o.

Razlika v številu pravilnih odgovorov nakazuje, da ima HomeDOctor višjo zanesljivost pri kliničnem odločanju in postavljanju diagnoz kot GPT-4o. Njegova prednost izhaja iz znanja do katerega lahko dostopa z RAG arhitekturo, ki vključuje lokalne medicinske smernice, ustrezno terminologijo ter tipične vzorce vprašanj, s katerimi se srečujejo zdravstveni delavci v Sloveniji.

Čeprav tudi GPT-4o dosegla visoko kvaliteto ravnen točnosti, rezultati kažejo, da splošna zmogljivost velikih jezikovnih modelov ne zadostuje vedno pri jezikovno občutljivih in regulatorno zahtevnih področjih, kot je zdravstvo. Lokalno prilagajanje modelov tako ni le dodatna prednost, temveč pogosto nujen pogoj za zagotavljanje praktične uporabnosti in zanesljivosti.

Kvalitativna analiza je dodatno potrdila prednost sistema HomeDOctor, saj ta uporabnikom poleg besedilnih odgovorov ponuja tudi bogat nabor dodatnih gradiv, kot so izobraževalni videoposnetki, strokovni članki, slikovno gradivo in preverjene mobilne aplikacije s področja zdravstva. Ti vključujejo tudi sezname priporočenih izdelkov iz lekarn ter kontakte relevantnih ustanov in društev, vse predstavljeno v pregledni, strukturirani obliki. GPT-4o v preizkušeni različici takšnih vsebin ni ponujal, kar pomeni, da mora uporabnik dodatne vire poiskati sam.

Analiza skladnosti z zakonodajo je pokazala, da je za polno usklajitev sistema HomeDOctor z zahtevami EU AI Act potrebna izvedba več korakov, od katerih je del že izpolnjen. To potrjuje, da bi bilo mogoče ob ustreznem načrtovanju in implementaciji doseči popolno regulatorno skladnost, kar je ključnega pomena za medicinske aplikacije.

Na podlagi teh ugotovitev lahko zaključimo, da je HomeDOctor v trenutni obliki primernejši kot zdravstveno podporno orodje v slovenskem zdravstvenem okolju v primerjavi s splošnimi VJM, kot je GPT-4o. Še enkrat želimo izpostaviti, da je bil v času testiranja GPT-4o najprimernejši kot osnovni model na katerem je deloval HomeDOctorju, pri čemer se lahko v HomeDOctorja ob izidu novejših VJM ti preprosto integrirajo.

4. 2 Finančni prihranki

Splošna ocena prihrankov po metodologiji Sahnija in sodelavcev [17], ki temelji na deležu celotnega zdravstvenega BDP, nakazuje možne letne prihranke v višini približno 297 milijonov € (pri 5 % prihranku) oziroma 595 milijonov € (pri 10 % prihranku). Ker ta metoda zajema celovit vpliv umetne inteligence na zdravstveni sistem in ne zgolj implementacijo sistema, kot je HomeDOctor, verjetno precenjuje dejan-

ski učinek, vendar kljub temu nakaže potencialne koristi ob širši digitalizaciji zdravstva.

Drugo, morda bolj realno sliko ponuja seštevek prihrankov iz posameznih segmentov, ki so neposredno povezani z delovanjem HomeDOCTORja. Ocenjeni letni prihranki se glede na delež uporabnikov gibljejo med 19 milijoni € (pri 5 % uporabi) in 347 milijoni € (pri 91 % uporabi). V zmerno optimističnem scenariju, ko bi sistem uporabljalo 25 % prebivalstva, bi skupni prihranek znašal približno 95 milijonov € letno.

Prihranki izhajajo iz več virov:

- Zmanjšanje nepotrebnih obiskov splošne in družinske medicine: pacienti z blagimi zdravstvenimi težavami bi namesto obiska zdravnika uporabili HomeDOCTOR, ki bi jim svetoval ustrezne ukrepe za samopomoč ali opazovanje simptomov.
- Zmanjšanje nepotrebnih obiskov urgence: podobno kot pri osebnih zdravnikih bi HomeDOCTOR lahko preusmeril del pacientov, ki nujne medicinske pomoči ne potrebujejo.
- Zgodnejša diagnostika »ozdravljivih« bolezni: s hitrim dostopom do informacij in napotkov bi bilo možno zmanjšati delež prepozno postavljenih diagnoz, s čimer bi se izognili dragim obravnavam v napredovalih stadijih bolezni.
- Zmanjšanje bolniških odsotnosti: hitrejša diagnostika in boljša dostopnost informacij bi lahko pomenili hitrejše okrevanje in vrnitev na delo. Predpostavljamo, da bi k temu prispevalo možnost takojšnjega ukrepanja ob pojavu začetnih simptomov, kar omogoča zgodnejše zdravljenje in skrajša trajanje bolezni. Prav tako pa bi k temu prispevalo zmanjšanje preventivnih odsotnosti, ki se lahko pojavijo zaradi negotovosti glede resnosti zdravstvenega stanja, saj lahko zanesljiv nasvet okrepi zaupanje zaposlenih in omogoči nadaljevanje dela v primerih, ko to ni tvegano.

4.3 Omejitve

Kljub prej izpostavljenim prednostim ima naša študija tudi nekaj omejitev. Vprašanja, ki smo jih uporabili za evalvacijo odgovorov podobno kot večina študij, ki ocenjuje sposobnosti VJM pri odgovarjanju na medicinska vprašanja [22 - 25], sestavljajo sintetične vinjete in ne pravi pogovori sistema in pacientov. Druga pomanjkljivost je, da nismo upoštevali potencialnih lažnih pozitivnih diagnoz, ki bi lahko v neka-

terih primerih vodile k zvečanju obiskov zdravnikov. Največja pomanjkljivost pa je, da del podatkov uporabljenih za izračune (specifično delež zmanjšanja bolniške odsotnosti) temelji na domnevah, ki jih ne moremo oceniti s popolno gotovostjo. Pri tej oceni smo bili sicer konzervativni, vendar je kljub temu možno, da smo nekatere vrednosti precenjevali.

Po drugi strani pa bi s tem, da bi se zmanjšalo število nepotrebnih obiskov osebnih zdravnikov in urgenc, zmanjšale tudi čakalne vrste, kar bi lahko vodilo k zgodnejši identifikaciji bolezni, razbremenjenosti zdravnikov ter večjemu zadovoljstvu uporabnikov zdravstvenega sistema. To bi lahko vodilo k večjim finančnim prihrankom za zdravstveni sistem. Tega vidika, zaradi preveč neznank nismo ocenili, kljub temu pa želimo s tem izpostaviti, da obstaja še več vidikov finančnih prihrankov, ki bi lahko sledili z implementacijo sistema, kot je HomeDOCTOR.

4.4 Prihodnji koraki

Rezultati nakazujejo, da bi uvedba sistema HomeDOCTOR v slovenski zdravstveni sistem lahko prinesla večplastne koristi, od večje učinkovitosti in dostopnosti zdravstvenih storitev do znatnih finančnih prihrankov in izboljšanega zdravstvenega stanja prebivalstva.

Ker rezultati jasno kažejo, da je velikost prihrankov močno odvisna od deleža uporabnikov, bi morala implementacija vključevati tudi strategijo za promocijo sistema ter prilagoditev uporabniške izkušnje različnim ciljnim skupinam. Poleg tehničnih izboljšav bi morala promocija poudariti varnost, zanesljivost in prednosti uporabe, saj rezultati študije Preicada in kolegov [21] kažejo, da je zaupanje ljudi v uporabo VJM v zdravstvu še vedno razmeroma nizko.

Pri tem je ključno poudariti, da HomeDOCTOR ni mišljen kot nadomestilo za zdravnike, temveč kot dopolnitev zdravstvenega sistema, ki razbremeni najbolj obremenjene segmente in pacientom omogoča hitrejši dostop do ustreznih informacij in napotkov.

Prav tako pa želimo izpostaviti, da, čeprav je bila v raziskavi ocenjena le učinkovitost enega sistema, menimo, da smo s tem korektno nakazali, da je vpleta sistemov umetne inteligence v zdravstvo možna in smiselna, tako zaradi zdravstvenih kot finančnih učinkov.

Slika 5 grafično prikazuje ključne izboljšave, ki bi jih v slovenski primarni zdravstveni sistem lah-



Slika 5: Prednosti uvajanja sistemov, kot je HomeDOCTOR.

ko prinesel HomeDOCTOR: 24/7 dostop do varnega pogovora, zmanjšanje nepotrebnih obiskov osebnih zdravnikov in urgenc, hitrejša vrnitev zaposlenih na delo ter letne prihranke nad 100 milijoni €.

LITERATURA

- [1] World Health Organization, »Ageing and health,« Oct. 1, 2024. [Spletni vir]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. [Dostopno: Jul. 11, 2025].
- [2] Ministry of Health, »The health system in Slovenia, January 2023: Summary,« Government of the Republic of Slovenia, 2023. [Spletni vir]. Available: <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MZ/DOKUMENTI/NOVICE/Zdravstveni-sistem-v-Sloveniji-januar-2023-povzetek.pdf>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [3] Zdravniška zbornica Slovenije, »V petih letih lahko brez ginekologa ostane dodatnih 200.000 žensk,« Sep. 10, 2024. [Spletni vir]. Available: <https://www.zdravniskazbornica.si/informacije-publikacije-in-analize/obvestila/2024/09/10/v-petih-letih-lahko-brez-ginekologa-ostane-dodatnih-200.000-%C5%BEensk>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [4] Association of American Medical Colleges, »The complexities of physician supply and demand: Projections from 2021 to 2036 (Summary Report),« AAMC, 2024. [Spletni vir]. Available: <https://www.aamc.org/media/75231/download>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [5] World Health Organization, Regional Office for Europe, Health and Care Workforce in Europe: Time to Act. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe, 2022. [Spletni vir]. Available: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289058339>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [6] S. Fielding, D. B. Porteous, P. P. Haynes, I. E. R. MacLennan, and P. A. C. Murchie, »Estimating the burden of minor ailment consultations in general practices and emergency departments through retrospective review of routine data in North East Scotland,« *Family Practice*, vol. 32, no. 2, pp. 165–172, Apr. 2015, doi: 10.1093/fampra/cm003.
- [7] C. J. Morris, J. A. Cantrill, and M. C. Weiss, »Minor ailment consultations: A mismatch of perceptions between patients and GPs,« *Primary Health Care Research & Development*, vol. 4, no. 4, pp. 365–370, 2003, doi: 10.1191/1463423603pc159oa.
- [8] L. K. Welle-Nilsen, T. Morken, S. Hunskaar, and A. G. Granås, »Minor ailments in out-of-hours primary care: An observational study,« *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, vol. 29, no. 1, pp. 39–44, Mar. 2011, doi: 10.3109/02813432.2010.545209.
- [9] M. L. V. Carret, A. C. G. Fassa, and M. R. Domingues, »Inappropriate use of emergency services: A systematic review of prevalence and associated factors,« *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 25, no. 1, pp. 7–28, 2009, doi: 10.1590/S0102-311X2009000100002.
- [10] A. Durand, E. Gentile, F. Devictor, A. Palazzolo, F. Vignally, J. L. Gerbeaux, and P. Bosson, »ED patients: How nonurgent are they? Systematic review of the emergency medicine literature,« *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 29, no. 3, pp. 333–345, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.ajem.2010.01.003.
- [11] L. Uscher-Pines, J. M. Pines, A. L. Kellermann, E. M. Gillen, and A. Mehrotra, »Deciding to visit the emergency department for non-urgent conditions: A systematic review of the literature,« *The American Journal of Managed Care*, vol. 19, no. 1, pp. 47–59, 2013.
- [12] European Commission and Organisation for Economic Co-operation and Development, »Slovenia: State of Health in the EU, Country Health Profile 2023,« European Observatory on Health Systems and Policies, 2023. [Spletni vir]. Available: <https://eurohealthobservatory.who.int/publications/m/slovenia-country-health-profile-2023>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [13] Eurostat, »Total health care expenditure (tps00207),« European Commission, Jun. 26, 2025. [Spletni vir]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00207/default/table?lang=en&category=t_hlth.t_hlth_care. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [14] Organisation for Economic Co-operation and Development, »Health expenditure and financing,« OECD Data Explorer, Jul. 6, 2025. [Spletni vir]. Available: [https://data-explorer.oecd.org/vis?fs\[0\]=Topic%2C1%7CHealth%23HEA%23%7CHealth%20expenditure%20and%20financing%23HEA_EX%23%20P%23%20pg=0&fc=Topic&bp=true&snb=5&df\[ds\]=dsDisseminateFinalDMZ&df\[id\]=DSD_SHA%40DF_SHA&df\[ag\]=OECD.ELS.HD&df\[vs\]=1.0](https://data-explorer.oecd.org/vis?fs[0]=Topic%2C1%7CHealth%23HEA%23%7CHealth%20expenditure%20and%20financing%23HEA_EX%23%20P%23%20pg=0&fc=Topic&bp=true&snb=5&df[ds]=dsDisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_SHA%40DF_SHA&df[ag]=OECD.ELS.HD&df[vs]=1.0). [Dostopano: Jul. 11, 2025].
- [15] Nacionalni inštitut za javno zdravje, »Bolniška odsotnost,« *NIJZ Podatkovni portal*, Jun. 19, 2025. [Spletni vir]. Available: https://podatki.nijz.si/pxweb/si/NIJZ%20podatkovni%20portal/NIJZ%20podatkovni%20portal__1%20Zdravstveno%20stanje%20prebivalstva__07%20Bolni%C5%A1ka%20odsotnost/. [Dostopano: Aug. 19, 2025].

- [16] P. Rajpurkar, E. Chen, O. Banerjee, and E. J. Topol, »AI in health and medicine,« *Nature Medicine*, vol. 28, no. 1, pp. 31–38, 2022, doi: 10.1038/s41591-021-01614-0.
- [17] N. R. Sahni, G. Stein, O. McKinsey, R. Zimmel, and D. M. Cutler, *The Potential Impact of Artificial Intelligence on Healthcare Spending*, NBER Working Paper 30857. Cambridge, MA, USA: National Bureau of Economic Research, 2023.
- [18] T. Y. C. Tam, A. Gichoya, N. M. Drezner, J. Luo, A. S. Rajpurkar, and C. J. Kelly, »A framework for human evaluation of large language models in healthcare derived from literature review,« *NPJ Digital Medicine*, vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.1038/s41746-024-01258-7.
- [19] American Medical Association, AMA Augmented Intelligence Research: Physician Sentiments Around the Use of AI in Health Care. American Medical Association, Feb. 2025. [Spletni vir]. Available: <https://www.ama-assn.org/system/files/physician-ai-sentiment-report.pdf>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [20] S. Aydin, M. Karabacak, V. Vlachos, and K. Margetis, »Large language models in patient education: A scoping review of applications in medicine,« *Frontiers in Medicine*, vol. 11, 2024, doi: 10.3389/fmed.2024.1477898.
- [21] M. Preciado, A. Montero, L. Lopes, and L. Hamel, »KFF Health Misinformation Tracking Poll: Artificial Intelligence and Health Information,« Kaiser Family Foundation (KFF), Aug. 15, 2024. [Spletni vir]. Available: <https://www.kff.org/public-opinion/kff-health-misinformation-tracking-poll-artificial-intelligence-and-health-information/>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [22] J. W. Ayers, A. Dredze, M. Leas, et al., »Comparing physician and artificial intelligence chatbot responses to patient questions posted to a public social media forum,« *JAMA Internal Medicine*, vol. 183, no. 6, pp. 589–596, 2023, doi: 10.1001/jamainternmed.2023.1838.
- [23] Y. Yanagita, D. Yokokawa, S. Uchida, J. Tawara, and M. Ikuoka, »Accuracy of ChatGPT on medical questions in the National Medical Licensing Examination in Japan: Evaluation study,« *JMIR Formative Research*, vol. 7, Art. no. e48023, 2023, doi: 10.2196/48023.
- [24] M. Gams, M. Zadobovšek, P. Kocuvan, J. Adamič, and A. Šmajdek, »Evaluating a nationally localized AI chatbot for personalized primary care guidance: Insights from the HomeDOCTOR deployment in Slovenia,« *Healthcare*, vol. 13, no. 15, Art. no. 1843, 2025, doi: 10.3390/healthcare13151843.
- [25] E. Goh, S. X. Chen, A. H. Y. Lim, et al., »Large language model influence on diagnostic reasoning,« *JAMA Network Open*, vol. 7, no. 10, Art. no. e2440969, 2024, doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.40969.
- [26] R. K. Arora, S. Chatterjee, A. B. Singh, et al., »HealthBench: Evaluating large language models towards improved human health,« *arXiv preprint*, arXiv:2505.08775, 2025. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2505.08775>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [27] M. Zadobovšek, P. Kocuvan, and M. Gams, »HomeDOCTOR App: Integrating medical knowledge into GPT for personal health counseling,« in *Proceedings of the Information Society 2024 Conference*, Ljubljana, Slovenia, Oct. 2024, pp. 26–31.
- [28] Future of Life Institute, »EU AI Act Compliance Checker.« [Spletni vir]. Available: <https://artificialintelligenceact.eu/assessment/eu-ai-act-compliance-checker/>. [Dostopano: Aug. 20, 2025].
- [29] H. Singh, A. N. D. Meyer, and E. J. Thomas, »The frequency of diagnostic errors in outpatient care: Estimations from three large observational studies involving US adult populations,« *BMJ Quality & Safety*, vol. 23, no. 9, pp. 727–731, 2014, doi: 10.1136/bmjqs-2013-002627.
- [30] Nacionalni inštitut za javno zdravje, »Zdravstveno varstvo na sekundarni in terciarni ravni: Specialistična ambulantna dejavnost,« 2022. [Spletni vir]. Available: https://nizj.si/wp-content/uploads/2024/03/6.1_Spec_amb_dej_2022_Z.pdf. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [31] Nacionalni inštitut za javno zdravje, »Zdravstveno varstvo na primarni ravni,« 2023. [Spletni vir]. Available: https://nizj.si/wp-content/uploads/2025/03/5.1_Primarna-raven_2023_Z-1.pdf. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [32] Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije, »Pravice do zdravstvenih storitev: Cene zdravstvenih storitev.« [Spletni vir]. Available: <https://zavarovanec.zzs.si/pravice-do-zdravstvenih-storitev/cene-zdravstvenih-storitev/>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [33] Splošna bolnišnica Celje, »Cenik storitev v ambulantni Enoti za splošno nujno medicinsko pomoč,« Jul. 1, 2022. [Spletni vir]. Available: [https://www.sb-celje.si/oddelki-in-ambulance/medicinski-oddelki-skupnega-pomena/urgentni-center-celje/enota-splo%C5%A1ne-nujne-medicinske-pomo%C4%8Di-\(snmp\)/ambulantna-enote-snmp/cenik-storitev-v-ambulantni-enote-za-splo%C5%A1no-nujno-medicinsko-pomo%C4%8D](https://www.sb-celje.si/oddelki-in-ambulance/medicinski-oddelki-skupnega-pomena/urgentni-center-celje/enota-splo%C5%A1ne-nujne-medicinske-pomo%C4%8Di-(snmp)/ambulantna-enote-snmp/cenik-storitev-v-ambulantni-enote-za-splo%C5%A1no-nujno-medicinsko-pomo%C4%8D). [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [34] Statistični urad Republike Slovenije, »Zdravje in zdravstvo.« [Spletni vir]. Available: <https://www.stat.si/StatWeb/Field/Index/10/117>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [35] Y. A. Michel, E. Aas, L. A. Augestad, E. Burger, L. Thoresen, and G. M. W. Bjørnelv, »Healthcare use and costs in the last six months of life by level of care and cause of death,« *BMC Health Services Research*, vol. 24, no. 1, 2024, doi: 10.1186/s12913-024-10877-5.
- [36] HomeDOCTOR, »Dobrodošli v HomeDOCTOR.« [Spletni vir]. Available: <https://home-doctor-info.ijs.si/templates/sl/index.html>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [37] Organisation for Economic Co-operation and Development, »GDP per hour worked,« OECD Data. [Spletni vir]. Available: <https://www.oecd.org/en/data/indicators/gdp-per-hour-worked.html>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].
- [38] Statistični urad Republike Slovenije, »Uporaba interneta v gospodinjstvih in pri posameznikih, 2024.« [Spletni vir]. Available: <https://www.stat.si/StatWeb/news/Index/13153>. [Dostopano: Aug. 19, 2025].

Rok Smodiš je diplomant psihologije in študent magistrskega programa Kognitivna znanost Univerze v Ljubljani. Njegovi raziskovalni interesi obsegajo preplet človeka in tehnologije.

■

Filip Ivanišević je študij končal na Medicinski fakulteti v Ljubljani in je trenutno kot doktor medicine zaposlen v Splošni bolnišnici Trbovlje. Raziskovalno je predvsem usmerjen na implementacijo umetne inteligence v radiologiji in diagnostiki.

■

Ivana Karasmanakis je študij končala na Medicinski fakulteti v Ljubljani in je trenutno kot doktorica medicine zaposlena v Splošni bolnišnici Izola. Raziskovalno je predvsem usmerjena na implementacijo umetne inteligence v ginekologiji in obravnavi žensk različnih starostnih skupin.

■

Primož Kocuvan je po izobrazbi računalničar in elektrotehnik. Dela kot raziskovalec na Institutu Jožef Stefan. Zanimajo ga LLMji in aplikativna uporaba AI na področju mehatronskih sistemov in zdravstva.

■

Tadej Horvat je raziskovalec umetne inteligence na Institutu Jožef Stefan.

■

Matjaž Gams je raziskovalec na Institutu Jožef Stefan in profesor na več slovenskih univerzah. Objavljal je preko 150 objav v revijah z SCI, ima H-indeks 42 in okoli 10 izdelanih programskih sistemov na svetovnem nivoju. Ukvarja se z umetno inteligenco, superinteligenco, LLMji, kognitivno znanostjo.

PRILOGA

Tabela 1: **Seznam izpolnjenih in neizpolnjenih regulatornih zahtev sistema HomeDOCTOR**

Zahteva	Ali je že izpolnjena?	Glavni člen, ki jo določa
Izpolnjene morajo biti vse zahteve iz sekcije 2 za visokorizične sisteme	☐	Člen 2
Na sistemu ali v priloženi dokumentaciji morajo biti navedeni ime oz. podjetje ponudnika ter naslov za stik	☒	Člen 6
Vzpostavljen in vzdrževan mora biti sistem vodenja kakovosti v skladu z 17. členom	☒	Člen 17
Tehnična dokumentacija se mora voditi in hraniti v skladu z 18. členom	☐	Člen 18
Samodejno ustvarjeni dnevniški zapisi AI-sistema morajo biti shranjeni, dokler je sistem pod nadzorom ponudnika.	☐	Člen 19
Izvesti je treba ustrezen postopek ocene skladnosti v skladu s 43. členom.	☐	Člen 43
Pripravljena mora biti EU-izjava o skladnosti skladno s 47. členom.	☐	Člen 47
Oznaka CE mora biti nameščena na sistem oziroma na njegovo embalažo ali dokumentacijo, kakor to zahteva 48. člen.	☐	Člen 48
Izpolniti je treba registracijske obveznosti po 49(1). členu.	☐	Člen 49
Če se ugotovi neskladnost sistema, morajo biti izvedeni popravni ukrepi in posredovane zahtevane informacije v skladu z 20. členom.	☐	Člen 20
Na zahtevo pristojnih organov mora biti zagotovljeno dokazilo o skladnosti z zahtevami iz 2. poglavja.	☐	Člen 2
Sistem mora izpolnjevati zahteve dostopnosti po direktivah (EU) 2016/2102 in 2019/882.	☐	Člen 16
Sistem mora uporabnika obvestiti, da komunicira z umetno inteligenco.	☒	Člen 50
Izhodni rezultati AI-sistema morajo biti označeni v strojno berljivi obliki, prepoznavni kot umetno ustvarjeni ali spremenjeni.	☐	Člen 50
Tehnične rešitve za označevanje morajo biti učinkovite, robustne in zanesljive, kolikor je to tehnično izvedljivo.	☒	Člen 50
Zaposleni in druge osebe, ki v imenu ponudnika upravljajo ali uporabljajo sisteme, morajo imeti ustrezno raven znanja o umetni inteligenci	☒	4. člen