



Department of Finance
University of Economics in Bratislava
Faculty of National Economy
Dolnozemska cesta 1/a, Bratislava
SLOVAK REPUBLIC

Prehľadová štúdia

INOVÁCIE V SEKTORE ZDRAVOTNÍCTVA

Lucia LEDNÁROVÁ DÍTĚTOVÁ

DF WORKING PAPER NO: 12/2024
ISSUED IN December 2024

Publikácia je výstupom projektu APVV-20-0338
„Hybné sily ekonomického rastu a prežitie firiem v šiestej K-vlne“.

Abstract

This review study focuses on innovations in the healthcare sector that have a significant impact on improving the quality of healthcare, process efficiency, and patient satisfaction. The overview provides the theoretical foundations for eight thematic areas. The first is the potential for further digitalization in the healthcare sector, followed by the implementation of artificial intelligence, next-generation communication networks, process automation, and robotics. Additionally, it addresses innovative medicines, mobile health, and digital medical assistants, which play an increasingly important role in personalized medicine and patient care. The aim of the review is to offer a comprehensive perspective on current innovations and to identify the opportunities and benefits associated with their implementation.

Key words: innovation, healthcare, digitalization

Abstrakt

Táto prehľadová štúdia sa zameriava na inovácie v sektore zdravotníctva, ktoré majú zásadný vplyv na zlepšenie kvality zdravotnej starostlivosti, efektívnosť procesov a spokojnosť pacientov. Prehľad poskytuje teoretické základy ôsmich tematických oblastí. Prvou je potenciál ďalšej digitalizácie v sektore zdravotníctva, ďalej implementácia umelej inteligencie, komunikačné siete novej generácie, procesná automatizácia a robotika. Okrem toho sa venuje inovatívnym liekom, mobilnému zdraviu a digitálnym medicínskym asistentom, ktoré zohrávajú stále väčšiu úlohu v personalizovanej medicíne a starostlivosti o pacientov. Cieľom prehľadu je ponúknuť ucelený pohľad na súčasné inovácie a identifikovať príležitosti a výhody spojené s ich implementáciou.

Kľúčové slová: inovácia, zdravotníctvo, digitalizácia

Úvod

Inovácie v sektore zdravotníctva zohrávajú kľúčovú úlohu pri zlepšovaní kvality starostlivosti, efektivity procesov a prístupnosti zdravotníckych služieb.

Napriek tomu, že sa pojem inovácia v dnešnom svete skloňuje pomerne často, jeho definícia je rôzna. Podľa Barnetta (1953) inovácia môže predstavovať akúkoľvek myšlienku, správanie alebo vec, ktorá je nová a významne sa líši od už existujúcich foriem. OECD (2005) označuje inováciu ako zavedenie nového, resp. podstatne lepšieho produktu (tovaru alebo služby) alebo procesu. Tiež môže ísť o nové marketingové alebo organizačné metódy v obchodných praktikách, organizácii pracoviska alebo vo vzťahoch s externými partnermi. Podľa Hauschildta a iných (2011) inovácie predstavujú kvalitatívne nové produkty alebo procesy, ktoré sa výrazne líšia v porovnaní s predchádzajúcim stavom a to bez ohľadu na to, akým spôsobom je odlišnosť definovaná. Napriek odlišnostiam týchto definícií možno skonštatovať, že všetky zdieľajú základný princíp novosti a zlepšenia v porovnaní s predchádzajúcimi riešeniami.

Za posledné storočie možno inováciám v oblasti zdravotnej starostlivosti pripísať značný pokrok v kvalite života a dĺžke dožitia. Napredovanie v tejto oblasti si vyžaduje neustále zavádzanie nielen nových technológií, prístrojov a liekov, ale aj nových liečebných postupov. (Flessa & Huebner, 2021) Rozhodujúcimi faktormi pre podporu implementácie inovácií v zdravotníctve sú spolu s vedeckým hodnotením, ľudský a finančný kapitál. (Eriksson a kol, 2024) K hlavným inováciám v zdravotnom sektore vo svete patrí zavádzanie elektronických zdravotných záznamov, rozvoj telemedicíny a vzdialeného monitorovania, ako aj dôraz na personalizovanú medicínu. Pandémia COVID-19 urýchlila adopciu digitálnych zdravotných riešení a podporila vznik nových prístupov k poskytovaniu starostlivosti. Vzhľadom na to, že sa inovácie v zdravotníctve neustále vyvíjajú a adresujú výzvy spojené s ochranou osobných údajov a etickými otázkami, disponujú značným potenciálom na revolučné zmeny v oblasti zdravotnej starostlivosti a na ďalšie zlepšovanie výsledkov zdravotnej starostlivosti na globálnej úrovni. (Matcha, 2023)

Cieľom tejto prehľadovej štúdie je priblížiť a poukázať na inovácie v sektore zdravotnej starostlivosti prostredníctvom ôsmich hlavných tematických oblastí. Prehľadová štúdia sa opiera o dostupnú, najmä zahraničnú vedeckú literatúru.

Potenciál ďalšej digitalizácie

Digitálna transformácia je proces zameraný na vylepšenie prostredníctvom zavádzania zásadných zmien v jej fungovaní, využitím kombinácie informačných, výpočtových, komunikačných a prepojených technológií (Vial, 2019).

Digitalizácia rozširuje tradičné poskytovanie zdravotnej starostlivosti prostredníctvom rôznych výpočtových platforiem, prepojených technológií, softvérov, aplikácií a senzorov. Ich využitie siaha od wellness zariadení až po aplikácie schválené ako zdravotnícke pomôcky. Digitálne technológie zásadne menia sektor zdravotnej starostlivosti – od mobilných aplikácií a softvéru na podporu klinických rozhodnutí až po využitie umelej inteligencie a strojového učenia. Tieto nástroje majú veľký potenciál zlepšiť presnosť diagnostiky, optimalizovať liečbu a zvýšiť efektivitu preventívnych programov. (Národná sústava povolání)

Potenciál ďalšej digitalizácie v zdravotníctve je obrovský a už dnes vidíme, ako moderné technológie menia prístup k starostlivosti o pacienta. V najbližších desaťročiach môžeme očakávať významný posun od liečby ochorení k ich predchádzaniu, pričom kľúčovým nástrojom bude umelá inteligencia. Jednou z hlavných oblastí, kde možno pozorovať potenciál digitálnych nástrojov, je diaľková diagnostika. Softvéry, ktoré dokážu diagnostikovať COVID-19 na základe zvukovej analýzy kašľa alebo aplikácie, ktoré hodnotia stabilitu chôdze používateľov. Dermatológia je ďalšou oblasťou, kde umelá inteligencia výrazne napreduje. Pomocou analýzy obrazov kože dokáže umelá inteligencia rýchlo a presne identifikovať kožné lézie a pomôcť pri rozhodovaní o zhubnosti. (Shetty a kol., 2023)

BCG & BCG X (2024) očakávajú rozmach alternatívnych modelov zdravotnej starostlivosti, nositeľných zariadení, ale aj inteligentných medicínskych pomôcok pre domáce použitie. Tie sa podľa autorov budú využívať čoraz častejšie, a to najmä pri manažovaní chronických ochorení a pooperačnej starostlivosti. Ďalej uvádzajú, že telemedicína nebude slúžiť len na konzultácie na diaľku, ale poskytne aj možnosť vzdialenej diagnostiky a využitia umelej inteligencie na analýzu príznakov, vrátane domáceho testovania a monitorovania životných funkcií v reálnom čase.

Ďalšia digitalizácia v sektore zdravotníctva prinesie personalizovanejšiu a dostupnejšiu zdravotnú starostlivosť. Tento posun umožní včasné odhalenie zdravotných problémov, zlepši manažment chronických ochorení a zníži potrebu osobných návštev u lekára.

Možnosti implementácie umelej inteligencie

Umelá inteligencia sa v posledných rokoch stáva neoddeliteľnou súčasťou ľudských životov. Vďaka pokročilým algoritmom a schopnosti spracovávať veľké množstvá údajov je využiteľná v rôznych oblastiach, cez dopravu (napr. autonómne vozidlá), vzdelávanie (napr. personalizácia výučby) až po financie (napr. analýza rizík, detekcia podvodov). Sektor zdravotníctva nie je výnimkou a aj tu umelá inteligencia nachádza svoje uplatnenie.

Diagnostika ochorení

Algoritmy umelej inteligencie významne zlepšili presnosť a efektivitu diagnostických procesov. Umelá inteligencia využíva röntgenové snímky, MRI a CT vyšetrení, čím dokáže presne identifikovať patologické stavy, ako sú nádory, zlomeniny či neurologické abnormality, často s vyššou presnosťou ako tradičné diagnostické postupy. Ďalej analýza genetických údajov pomocou umelej inteligencie umožňuje identifikovať predispozície pacienta k určitým ochoreniam a genetickým poruchám. (Udegbe a kol., 2022) Okrem toho, boli umelé neurónové siete integrované do chirurgických diagnostických postupov, ktoré sa zaoberajú aspektmi, ako sú hodnotenie bolesti brucha, identifikácia apendicitídy, detekcia zadržovaných kameňov v žlčových cestách a posudzovanie glaukómov. (Bekbolatova, 2024) Štúdie naznačujú, že nástroje umelej inteligencie môžu dosiahnuť vysokú citlivosť a špecifickosť, často prekonávajú tradičné diagnostické metódy. Napríklad algoritmus hlbokého učenia preukázal 89 % citlivosť a 90 % špecifickosť pri detekcii akútnych ischemických lézií v porovnaní so skúsenými neurorádiológmi. (Krag et al., 2023).

Personalizácia liečby

Využitie umelej inteligencie pri personalizácii liečby spočíva v analyzovaní veľkých množstiev komplexných dát, ako sú genetické údaje, klinické záznamy, výsledky liečby a ďalšie informácie o pacientoch, aby sa zistili vzorce a charakteristiky špecifické pre jednotlivých pacientov. Tieto poznatky umožňujú vytvárať prispôsobené liečebné plány, ktoré maximalizujú efektivitu terapeutických intervencií. Vďaka schopnosti analyzovať genetické informácie, životné prostredie a anamnézu pacienta, umelá inteligencia dokáže navrhnúť liečebné postupy, ktoré minimalizujú vedľajšie účinky (Udegbe a kol., 2022). Tento prístup mení tradičné metódy rozhodovania o liečbe, ktoré sa často opierali o všeobecné odporúčania a prístup pokusov a omylov a nahrádza ich presnými a individualizovanými riešeniami (Khan, 2023).

Objavovanie liekov

Lingolu a kol. (2024) uvádzajú, že v súčasnosti sa pri vývoji a objavovaní nových liekov čoraz častejšie využíva umelá inteligencia, pričom transformuje tradičné procesy, ktoré sú známe svojou časovou náročnosťou. Proces objavovania liekov tradične trvá približne 12 rokov (v závislosti od lieku), od predklinického výskumu až po konečné schválenie lieku na použitie u ľudí. Napríklad pri objavovaní lieku serotonínu 5-HT1A dosiahla platforma asistovaná umelou inteligenciou fázu klinických skúšok za menej než 12 mesiacov, čo je výrazne kratší čas v porovnaní s konvenčnou metódou, ktorá zvyčajne vyžaduje štyri roky na dokončenie. Ďalšou výhodou využitia umelej inteligencie pri vývoji a objavovaní liekov je skoré odhalenie potenciálnych vedľajších účinkov. Systémy umelej inteligencie môžu predpovedať možné vedľajšie účinky zlúčeniny pred jej testovaním na ľuďoch, čím sa znižuje riziko negatívnych následkov. Okrem toho, optimalizáciou procesu vývoja liekov môže umelá inteligencia výrazne náklady potrebné na uvedenie nových liekov na trh.

Úspešnú implementáciu umelej inteligencie nemožno chápať ako náhradu zdravotníckeho personálu, predstavuje skôr doplnkový nástroj, ktorý asistuje pri rôznych úlohách v sektore zdravotníctva.

Komunikačné siete novej generácie

Komunikačné siete novej generácie prinášajú do zdravotníctva zmeny, ktoré zefektívňujú zdravotnícke systémy a bezpečnosť údajov. S nástupom technológií ako 5G a 6G sa výrazne zlepšila konektivita a dostupnosť informácií v reálnom čase. Integrácia týchto technológií zároveň zvyšuje bezpečnosť dát a prispieva k lepšej koordinácii medzi jednotlivými zložkami zdravotnej starostlivosti.

5G: Piata generácia

Technológia 5G zohráva kľúčovú úlohu v transformácii zdravotnej starostlivosti tým, že umožňuje analýzu údajov v reálnom čase, vzdialené monitorovanie a telemedicínu. Vďaka vysokej rýchlosti prenosu dát a nízkej latencii prináša 5G plynulú komunikáciu a spoluprácu medzi poskytovateľmi zdravotnej starostlivosti, čo zlepšuje diagnostiku, liečbu a celkovú starostlivosť o pacientov. Zároveň adopcia 5G otvára cestu inteligentným nemocniciam využívať pokročilé riešenia umelej inteligencie, čo vedie k prediktívnej analýze, personalizovanej medicíne a väčšej angažovanosti pacientov v ich liečbe. (Elendu a kol., 2024) Technológia 5G a hlboké učenie prinášajú významné inovácie do zdravotníctva, najmä pri

monitorovaní pacientov s cukrovkou. Vďaka rýchlemu prenosu dát a nepretržitému monitorovaniu cez 5G siete môžu senzory a zariadenia priebežne sledovať hladinu glukózy v reálnom čase. To umožňuje okamžité reakcie na výkyvy a presnejšie prispôbenú starostlivosť. Použitím pokročilých algoritmov, ako je DEO-GRU, je možné analyzovať komplexné dátové vzory a predpovedať zmeny hladiny cukru, čo vedie k zlepšeniu starostlivosti o pacientov a efektívnejšej prevencii komplikácií. (Kapse a kol., 2024)

6G: Šiesta generácia

Technológia 6G prekonáva svojho predchodcu, 5G, tým, že prináša extrémne nízku latenciu, zvýšenú spoľahlivosť a pokročilé technologické riešenia, ktoré umožňujú výrazné zlepšenie možností pre vzdialenú zdravotnú starostlivosť a aplikácie v reálnom čase. (Kharche, 2023) Ide o významný pokrok v evolúcii bezdrôtových sietí, ktorý disponuje potenciálom transformovať kľúčové odvetvia, vrátane zdravotníctva. Vďaka mimoriadne rýchlemu prenosu dát a minimalizácii latencie môže 6G priniesť zásadné inovácie v zdravotnej starostlivosti, najmä prostredníctvom reálnej časovej analýzy dát, interaktívnych systémov a umožnenia diaľkových chirurgických zákrokov. (Karak, 2024) Technológia 6G taktiež podporí zavedenie konceptu kybernetických dvojníkov (Cybertwin), ktorí umožnia kontinuálne monitorovanie pacientov, zlepšia rozhodovacie procesy a optimalizujú manažment zdrojov, čo povedie k významnej transformácii v poskytovaní zdravotnej starostlivosti a zvýšeniu prevádzkovej efektivity. (Kaliwo, 2024)

Digitálny medicínsky asistent

Podľa Healthreaders (2024) ide o systémy poháňané umelou inteligenciou, ktoré sú určené na vykonávanie úloh súvisiacich so zdravotnou starostlivosťou. Digitálni medicínski asistenti umožňujú automatizáciu procesov, ako plánovanie stretnutí, pripomienkovanie pacientom, aby užívali lieky, či poskytovanie zdravotných informácií. Hlavným cieľom je prostredníctvom automatizácie odbremeniť zdravotníckych pracovníkov od rutinných úloh. Spôsoby interakcie s asistentami zahŕňajú hlasové príkazy, či chatboty. Podľa Basa (2024) digitálny (virtuálny) medicínsky asistent predstavuje pokročilú softvérovú platformu, ktorá dokáže identifikovať problémy pacientov a poskytovať okamžité, personalizované poradenstvo. Farquharson (2024) ho opisuje ako digitálny nástroj, ktorý podporuje zdravotníckych profesionálov a zlepšuje kvalitu starostlivosti o pacientov prostredníctvom

umelej inteligencie. Digitálni medicínski asistenti prispievajú k efektívnosti zdravotnej starostlivosti prostredníctvom automatizácie rôznych úloh.

Základné funkcie digitálnych medicínskych asistentov:

- plánovanie a správa zdravotných stretnutí,
- zodpovedanie otázok pacientov na základe dôkazov,
- monitorovanie vitálnych funkcií a chronických stavov,
- pomoc pri diagnostikovaní zdravotných problémov,
- poskytovanie podpory v oblasti duševného zdravia
- a pripomienkovanie užívania liekov a sledovanie ich dodržiavania. (Healthreaders, 2024)

Procesná automatizácia a robotika

Robotika v sektore zdravotníctva predstavuje rýchlo sa rozvíjajúcu oblasť, ktorá prináša vyššiu presnosť pri chirurgických zákrokoch a zlepšuje efektívnosť nemocníc a klinických zariadení. Prvé roboty v sektore zdravotníctva sa začali využívať v 80. rokoch 20. storočia a slúžili na asistenciu pri chirurgických zákrokoch prostredníctvom robotických ramien. S rozvojom počítačového videnia a pokročilou analýzou údajov, podporenou umelou inteligenciou, došlo k výraznej transformácii týchto robotov, čo umožnilo ich rozšírenie do ďalších oblastí zdravotnej starostlivosti. Dnes sa robotické systémy využívajú nielen na operačných sálach, ale aj v klinických prostrediach, kde podporujú zdravotnícky personál a prispievajú k zlepšeniu kvality starostlivosti o pacientov. (Intel)

Roboty v zdravotníctve sú rozdelené do niekoľkých typov na základe ich funkcií a aplikácií, čo výrazne zvyšuje starostlivosť o pacienta a prevádzkovú efektívnosť. Medzi primárne typy patria:

Chirurgické roboty

Tieto roboty sú navrhnuté pre presné úlohy na operačných sálach a pomáhajú chirurgom pri vykonávaní zložitých procedúr so zvýšenou zručnosťou. Príkladom je chirurgický systém da Vinci, ktorý umožňuje minimálne invazívne operácie. (Morgan a kol., 2022)

Rehabilitačné roboty

Roboty určené pomáhať pri fyzickej terapii a znovu získať pohyblivosť po zranení alebo chirurgickom zákroku. (Morgan a kol., 2022)

Sociálne podporné roboty

Ich úlohou je robiť pacientom spoločnosť, zabaviť ich a podporovať ich duševné zdravie. Funkcie zahŕňajú monitorovanie zdravia, psychologickú terapiu, či poskytovanie všeobecných a personalizovaných informácií alebo rád. (Aymerich-Franch & Ferrer, 2021). Podľa (Morgan a kol., 2022) môžu byť navrhnuté v rôznych formách, napríklad ako humanoidi alebo v podobe zvierat, a sú určené na poskytovanie podpory v oblastiach, ktoré zvyčajne vykonávajú ľudia, ako je spoločenská interakcia a poskytovanie služieb.

Ďalším pojmom je robotická automatizácia procesov. Podľa Williamsovej (2021) ide o automatizačnú technológiu, ktorá využíva softvér na simuláciu back-office úloh, ktoré bežne vykonávajú ľudia. Príkladom je získavanie údajov, vyplňanie formulárov alebo presun súborov. Spája rozhrania API a interakcie s používateľským rozhraním (UI) na automatizáciu opakujúcich sa činností naprieč podnikateľskými a produktivitu zvyšujúcimi aplikáciami. Pomocou skriptov, ktoré napodobňujú ľudské pracovné postupy, nástroje robotickej automatizácie procesov vykonávajú tieto úlohy a transakcie autonómne. Droidal (2023) uvádza, že typ softvéru v podobe robotickej automatizácie procesov predstavuje ideálne riešenie pre zdravotníctvo a to najmä preto, že napodobňuje činnosť ľudí pri plnení opakujúcich sa úloh, ako zadávanie údajov, spracovanie reklamácií, či plánovanie schôdzok.

K výhodám využívania robotickej automatizácie procesov patrí optimalizácia nákladov na správu zdravotnej starostlivosti prostredníctvom automatizácie časovo náročných a zdrojovo intenzívnych opakujúcich sa manuálnych procesov a zvýšenie presnosti údajov a úloh v klinických prostrediach eliminovaním ľudských chýb, čím sa zabezpečí konzistentnosť výsledkov a úspešné zavádzanie osvedčených postupov v rámci organizácie. (Williamsová, 2021)

Inovatívne lieky a terapie

Inovácie v oblasti liekov a terapií sú nevyhnutné pre riešenie súčasných aj budúcich zdravotných výziev. Vývoj nových liekov je časovo náročný proces, ktorý začína už pri podaní prvých patentov, cez presné načasovanie od prvých klinických štúdií až po schválenie regulačnými orgánmi. (Brown a kol., 2023) Farmaceutický priemysel sa neustále snaží zvyšovať úspešnosť vývoja nových molekulárnych entít, aby dokázal naplniť rastúce medicínske potreby pacientov. Tieto nové lieky a terapie majú potenciál riešiť nenaplnené potreby a výrazne zlepšiť kvalitu zdravotnej starostlivosti. (Shareef a kol., 2023)

Jedným z príkladov inovatívnych liekov v posledných rokoch je podľa Buntza (2021) remdesivir, prvý schválený liek na liečbu ochorenia COVID-19. Pôvodne vyvinutý ako antivírusový liek na ebolu, ukázal sľubné výsledky proti vírusu SARS-CoV-2. Medzi prelomové inovácie v oblasti onkológie zaraďuje cielené lieky, ako je Orgovyx, perorálny liek na liečbu pokročilej rakoviny prostaty a Pemazyre, prvú cielenú liečbu na rakovinu žlčových ciest so špecifickou mutáciou. Ďalším významným pokrokom sú géново špecifické terapie. Evrysdi, prvý perorálny tekutý liek na liečbu spinálnej svalovej atrofie, zriedkavého a často smrteľného ochorenia, ktoré zasahuje do svalovej sily a pohybových funkcií.

Okrem toho sa nové terapeutické prístupy, vrátane prírodných terapií alebo umeleckých terapií, ukazujú ako efektívne alternatívy pre ľudí, ktorí nereagujú na tradičné formy liečby. Tieto inovácie zlepšujú flexibilitu a prístupnosť terapie, čo umožňuje prispôbiť liečbu individuálnym potrebám pacientov. Navyše, vďaka využitiu rôznych kreatívnych aktivít môže terapia zvýšiť angažovanosť pacientov, čo môže viesť k lepším výsledkom liečby. (Groupport)

Mobilné zdravie

Podľa Rodrigueza (2018) mobilné zdravie, známe tiež ako mHealth, predstavuje poskytovanie zdravotných informácií a starostlivosti prostredníctvom mobilných zariadení, ako sú smartfóny a tablety. Hlavným cieľom týchto aplikácií je zjednodušiť plnenie úloh alebo podporiť každodenné činnosti spojené so zdravím. mHealth zahŕňa široké spektrum technológií, ktoré využívajú základné funkcie mobilných telefónov, ako sú hlasové hovory a krátke textové správy, ale aj pokročilejšie funkcie a aplikácie. Tieto nástroje umožňujú efektívnejšiu komunikáciu a zdieľanie zdravotných informácií, čím prispievajú k zlepšeniu zdravotnej starostlivosti a jej dostupnosti. (WHO, 2011)

Podľa (Agnihotri a kol., 2023) medzi hlavné výhody mobilného zdravia patrí napríklad nepretržité monitorovanie. Mobilné zdravie umožňuje sledovanie zdravotných ukazovateľov v reálnom čase, čím podporuje proaktívnu starostlivosť. Okrem toho, pacienti využívajúci mHealth platformy vykazujú zdravšie správanie, vrátane zvýšenej fyzickej aktivity a lepších stravovacích návykov. (Ghose a kol., 2021)

Ďalšie perspektívne inovácie

Okrem vyššie spomenutých inovácií existuje v sektore zdravotníctva ešte niekoľko ďalších prelomových inovácií, ktoré výrazne prispievajú k zlepšeniu starostlivosti o pacientov a efektívnosti zdravotníckych systémov.

Telemedicína

Ezeamii a kol. (2024) definujú telemedicínu ako využívanie telekomunikačných technológií na poskytovanie a podporu zdravotnej starostlivosti na diaľku. Telemedicína sa môže prejavovať v rôznych podobách, ako napríklad telekonzultácia medzi všeobecným lekárom a pacientom pri akútnych príznakoch ochorenia, konzultácia medzi špecialistami pri rozhodovaní o diagnostike zložitého zdravotného problému, zdieľanie fotografií kožných lézií pacienta prostredníctvom mobilnej aplikácie, či diaľkový monitoring pacienta s cukrovkou alebo poruchami srdcového rytmu. (SRI)

Blockchain

Podľa Chen (2019) ide o decentralizovanú, distribuovanú a digitálnu účtovnú knihu, ktorá zaznamenáva transakcie v neustále rastúcom reťazci nemenných blokov, ktoré sú prepojené kryptografickými hashmi. Bez centralizovanej štruktúry je blockchain prirodzene bezpečný, pretože dáta sú uložené v mnohých kópiách na rôznych uzloch siete. Vďaka svojim vlastnostiam je blockchain ideálny na správu údajov o zdravotnej starostlivosti. Využitie možno pozorovať napríklad pri mobilnej aplikácii, ktorá odosiela údaje o zdravotnom stave pacientov do súkromnej blockchainovej siete, čím zabezpečuje bezpečné a odolné uchovávanie zdravotných záznamov. Blockchain tiež umožňuje jednoduchší a bezpečný prístup k zdravotným záznamom pacientov, ktoré sú často rozmiestnené v rôznych zdravotníckych zariadeniach. Systémy založené na blockchaine poskytujú efektívny prístup a vyhľadávanie elektronických zdravotných záznamov pomocou distribuovaných princípov blockchainu. Tento systém využíva vylepšený mechanizmus konsenzu, ktorý zaisťuje, že sieť nie je preťažená a zostáva bezpečná vďaka kontrole prístupu a kryptografii. Týmto spôsobom blockchain prispieva k zlepšeniu kvality a bezpečnosti správy zdravotných údajov.

Inteligentné obvazy

Hossain a kol. (2024) uvádzajú, že ide o obvazy, ktoré sú navrhnuté tak, aby merali rôzne parametre, ako sú teplota, pH, úroveň vlhkosti a prítomnosť špecifických baktérií. Zdravotníci tieto údaje môžu využiť na hodnotenie stavu rany a zistenie potreby ďalšej liečby.

Na rozdiel od tradičných prístupov, ktoré sa spoliehajú na vizuálne hodnotenie a subjektívne posúdenie, inteligentné obvazy ponúkajú presnejšie a objektívnejšie informácie o stave rany.

Záver a odporúčania

V súčasnej dobe sme svedkami neustále sa zvyšujúcej miery digitalizácie a nárastu inovácií naprieč všetkými sektormi hospodárstva. V oblasti zdravotníctva tieto inovácie zohrávajú zásadnú úlohu pri transformácii spôsobu akým je poskytovaná zdravotná starostlivosť. Technologické pokroky nielen zefektívňujú procesy, ale zároveň umožňujú presnejšie a individualizované liečebné postupy, čo má výrazný dopad na kvalitu a dostupnosť zdravotnej starostlivosti pre pacientov. Inovácie v podobe implementácie umelej inteligencie, telemedicíny, mobilného zdravia či robotizácie už dnes vytvárajú cestu pre lepšie výsledky a nižšie náklady. V závere prehľadovej štúdie je možné jednoznačne odporučiť kontinuálnu podporu a rozvoj inovácií v zdravotníctve s cieľom maximalizovať prínosy pre pacientov, zdravotníckych pracovníkov, ako aj pre celú spoločnosť.

Literatúra

1. AGNIHOTRI, Saligrama a kol. *Redesigning Chronic Care Delivery Using Mobile Health Technology*. [elektronický zdroj]. 2022. [cit. 2024-10-17] Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/378270168_Redesigning_Chronic_Care_Delivery_Using_Mobile_Health_Technology
2. AYMERICH-FRANCH, Laura & FERRER, Iliana. Socially assistive robots' deployment in healthcare settings: a global perspective. [elektronický zdroj]. 2021. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://arxiv.org/pdf/2110.07404>
3. BARNETT, Homer Garner. *INNOVATION. The basis of Cultural Change*. [elektronický zdroj]. 1953. [cit. 2024-10-14]. Dostupné na: <https://www.scribd.com/document/441993253/Barnett-Innovation-the-Basis-of-Cultural-Change>
4. BAS, Andrii. *A blueprint to craft ai-powered virtual healthcare assistant*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-16]. Dostupné na: <https://www.uptech.team/blog/how-to-build-ai-powered-virtual-healthcare-assistant#essential-features-every-ai-healthcare-assistant-needs>
5. BCG & BCG X. *The Future of Digital Health 2024*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://web-assets.bcg.com/1e/74/5d14d48346bcb56a79c6e7e7ba0f/bcg-the-future-of-digital-health-2024-jan-2024-1.pdf>
6. BROWN, Dean G. a kol. *Clinical development times for innovative drugs*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9869766/>
7. BUNTZ, Brian. *3 notable types of innovative drugs from 2020*. [elektronický zdroj]. 2021. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://www.drugdiscoverytrends.com/3-notable-types-of-innovative-drugs-from->

- [2020/#:~:text=3%20notable%20types%20of%20innovative%20drugs%20from%202020,were%20structurally%20novel.%20...%203%203.%20Gene-specific%20therapies](#)
8. DROIDAL. *Revolutionizing Healthcare With Robotic Process Automation - Use Cases and Benefits*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-16]. Dostupné na: <https://droidal.com/blog/robotic-process-automation-in-healthcare-usecases-and-benefits/#:~:text=Benefits%20of%20Robotic%20Process%20Automation%20in%20Healthcare%3A%201,Faster%20Processing%207%20Optimizing%20Revenue%20cycle%20management%20%28RCM%29>
 9. ELEN DU, Chukwuka a kol. *5G-enabled smart hospitals: Innovations in patient care and facility management*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-23]. Dostupné na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11098186/>
 10. ERIKSSON, Nomie a kol. *How Innovation Systems Promote and Hinder Innovations in Healthcare - a Swedish Case*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-21]. Dostupné na: https://journals.fe.up.pt/index.php/jim/article/view/2183-0606_012.001_0008/853
 11. EZDRAVOTNÍCTVO.SK. *O ezdraví*. [elektronický zdroj]. 2020. [cit. 2024-10-14]. Dostupné na: <https://www.ezdravotnictvo.sk/sk/o-ezdravie>
 12. EZAMII, Victor C. a kol. *Revolutionizing Healthcare: How Telemedicine Is Improving Patient Outcomes and Expanding Access to Care*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11298029/>
 13. FARQUHARSON, Amanda. *How Virtual Healthcare Assistants Are Changing the Face of Healthcare*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-16]. Dostupné na: <https://www.vivian.com/community/industry-trends/how-virtual-healthcare-assistants-are-changing-the-face-of-healthcare/>
 14. FLESSA, Steffen & HUEBNER Claudia. *Innovations in Health Care – A Conceptual Framework*. [elektronický zdroj]. 2021. [cit. 2024-10-14]. Dostupné na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8508443/#>
 15. GAJDOVÁ, Denisa a kol. *Experts report on innovations health care in the Slovak Republic*. [elektronický zdroj]. 2022. [cit. 2024-10-15]. Dostupné na: https://www.v4smarthealth.eu/wp-content/uploads/2022/11/SK-ER_Final-1.pdf
 16. GHOSE, Anindya a kol. *Empowering Patients Using Smart Mobile Health Platforms: Evidence From A Randomized Field Experiment*. [elektronický zdroj]. 2021. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/349195012_Empowering_Patients_Using_Smart_Mobile_Health_Platforms_Evidence_From_A_Randomized_Field_Experiment
 17. GROUPORT. *The New Horizont: Innovations in Therapy and Mental Health*. [elektronický zdroj]. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://www.grouporttherapy.com/blog/innovative-therapy>
 18. HASSELGREN, Anton a kol. *Blockchain in healthcare and health sciences—A scoping review*. [elektronický zdroj]. 2020. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138650561930526X>
 19. HAUSCHILDT, Jürgen a kol. *Innovationsmanagement*. [elektronický zdroj]. 2016. [cit. 2024-10-14]. Dostupné na: https://books.google.sk/books?id=pdv3DAAAQBAJ&pg=PA75&hl=sk&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false

20. HEALTHREADERS. *Digital Healthcare Assistants: Your Personal Health Companion*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-16]. Dostupné na: <https://healthcarereaders.com/medical-devices/digital-healthcare-assistant>
21. HOSSAIN, Md. Imran a kol. Smart bandage: A device for wound monitoring and targeted treatment. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211715623005313#s0015>
22. CHEN, Hannah S. a kol. *Blockchain in Healthcare: A Patient-Centered Model*. [elektronický zdroj]. 2019. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6764776/>
23. INTEL. Robotics in Helathcare: The Future of Robots in Medicine. [elektronický zdroj]. [cit. 2024-10-16]. Dostupné na: <https://www.intel.com/content/www/us/en/healthcare-it/robotics-in-healthcare.html#:~:text=Intel-powered%20robotics%20drive%20innovation%20with%20AI-assisted%20surgery%2C%20automation%2C,focus%20on%20engaging%20with%20and%20caring%20for%20patients.>
24. KALIWO, Alinafe & NYIRENDA, Clement. *Next-Generation 6G Networks: Deploying Cybertwin Technology for Enhanced Healthcare Solutions*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-23]. Dostupné na: <https://arxiv.org/pdf/2407.10292>
25. KAPSE, Vinod M. a kol. *A 5G-Enabled intelligent healthcare sector with deep learning assistance*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-23]. Dostupné na: <https://malque.pub/ojs/index.php/msj/article/view/2602>
26. KARAK, Aaitijhya a kol. *6G: Enabling the Future of Healthcare Delivery*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10625060>
27. KHAN, Abdullah. *Transforming Healthcare through AI: Unleashing the Power of Personalized Medicine*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/372053403_Transforming_Healthcare_through_AI_Unleashing_the_Power_of_Personalized_Medicine
28. KHARCHE, Jayshree. *6G Intelligent Healthcare Framework: A Review on Role of Technologies, Challenges and Future Directions*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: <https://journals.riverpublishers.com/index.php/JMM/article/view/13075>
29. KRAG, Christian H. a kol. *Diagnostic test accuracy study of a commercially available deep learning algorithm for ischemic lesion detection on brain MRIs in suspected stroke patients from a non-comprehensive stroke center*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0720048X23004400>
30. LINGOLU, Vinayak a kol. *Evaluating the Impact of AI and ML on Modern Drug Discovery*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-18]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/383032109_Evaluating_the_Impact_of_AI_and_ML_on_Modern_Drug_Discovery_Review_Article
31. MATCHA, Ashok. *Innovations in Healthcare: Transforming Patient Care through Technology, Personalized Medicine, and Global Health Crises*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-14]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/376859049_Innovations_in_Healthcare_Transforming_Patient_Care_through_Technology_Personalized_Medicine_and_Global_Health_Crises

- sforming Patient Care through Technology Personalized Medicine and Global Health Crises
32. MORGAN, Ahmed a kol. *Robots in Healthcare: a Scoping Review*. [elektronický zdroj]. 2022. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/364641321_Robots_in_Healthcare_a_Scoping_Review
 33. OECD. *Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. [elektronický zdroj]. 2005. [cit. 2024-10-14]. Dostupné na: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264013100-en.pdf?expires=1728890298&id=id&accname=guest&checksum=3BF45740F2FEBF77BDA31BC1D99F93FE>
 34. PAUL, Metty a kol. *Digitization of healthcare sector: A study on privacy and security concerns*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959523000243#b8>
 35. RODRÍGUEZ, M.T. Sánchez. *Neurorehabilitation and apps: A systematic review of mobile applications. Apps en neurorrehabilitación. Una revisión sistemática de aplicaciones móviles*. [elektronický zdroj]. 2018. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2173580816301262>
 36. SRI. *STRATÉGIA ROZVOJALUDSKÝCH ZDROJOV v sektore zdravotníctvo a sociálne služby do roku 2030*. [cit. 2024-10-18].
 37. SHAREEF, Usman, ALTAF, Aisha, AHMED, Madiha, AKHTAR, Nosheen, ALMUHAYAWI, Mohammed a kol. *A comprehensive review of discovery and development of drugs discovered from 2020–2022*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319016423004085>
 38. SHETTY, Athmaja a kol. *Future Well-Being with Digital Health Technologies*. [elektronický zdroj]. 2023. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/367395048_Future_Well-Being_with_Digital_Health_Technologies
 39. UDEGBE, Francisca Chibugo a kol. *The role of artificial intelligence in healthcare: a systematic review of applications and challenges*. [elektronický zdroj]. 2024. [cit. 2024-10-15]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/379966210_THE_ROLE_OF_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE_IN_HEALTHCARE_A_SYSTEMATIC_REVIEW_OF_APPLICATIONS_AND_CHALLENGES
 40. VIAL, Gregory. *Understanding digital transformation: A review and a research agenda*. [elektronický zdroj]. 2019. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963868717302196>
 41. WHO. *mHealth: New horizons for health through mobile technologies*. [elektronický zdroj]. 2011. [cit. 2024-10-17]. Dostupné na: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44607/9789241564250_eng.pdf?sequence=
 42. WILLIAMS, Paula. *Amazing Ways That RPA Can be Used in Healthcare*. [elektronický zdroj]. 2021. [cit. 2024-10-16]. Dostupné na: <https://www.ibm.com/think/topics/rpa-for-healthcare#What+use+cases+in+healthcare+can+be+improved+with+RPA%2C+and+how%3F>