

# PREOBLIKOVANJE PODEŽELSKIH DOBAVNIH VERIG: IZKORIŠČANJE UMETNE INTELIGENCE ZA OPTIMIZACIJO AGROŽIVILSKE LOGISTIKE

NEJC PODKORITNIK,<sup>1</sup> ANDREJ LISEC<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija  
nejc.podkoritnik@student.um.si

<sup>2</sup> Visoka šola za upravljanje podeželja Grm Novo mesto, Novo mesto, Slovenija  
andrej.lisec@vsgrm.unm.si

Podeželske dobavne verige in njihovi ključni deležniki, kmetje, imajo v svetu nemalokrat prezrto vlogo, kljub temu da skrbijo za človekov obstoj s proizvodnjo hrane in ostalih esencialnih dobrin. Prav tako zaradi svoje tradicionalne dejavnosti mnogokrat ne dohitevajo tehnoloških napredkov in rešitev, ki bi jih lahko s pridom izkoriščali za izboljšanje delovanja njihovega sistema. Ena izmed hitreje rastočih tehnologij, ki bo z veliko verjetnostjo spreminjala prihodnost kmetijske in agroživilske panoge, predvsem v povezavi s proizvodnimi in logističnimi dejavnostmi, je umetna inteligenca. Naša raziskava na osnovi sekundarnih virov preučuje trenutno stanje na trgu aplikacij umetne inteligence v agroživilski in kmetijski logistiki z namenom širjenja pomena omenjene tehnologije znotraj ene bolj tradicionalnih človeških panog. Ugotovitve raziskave se navezujejo na tipične vrste aplikacij umetne inteligence v agroživilski in kmetijski logistiki ter na glavne cilje, ki jih aplikacije omenjene tehnologije poskušajo pri tem doseči.

DOI  
[https://doi.org/  
10.18690/um.fl.1.2023.9](https://doi.org/10.18690/um.fl.1.2023.9)

ISBN  
978-961-286-800-0

**Ključne besede:**  
umetna inteligenca,  
optimizacija agroživilske  
logistike,  
kmetijska logistika,  
podeželske dobavne  
verige,  
UI gnano kmetijstvo

## 1 Uvod

V dobi, zaznamovani z neprimerljivimi tehničnimi in tehnološkimi napredki, stoji agroživilska industrija na pragu preobrazbe. Naraščajoče svetovno prebivalstvo (Remondino & Zanin, 2022; Taneja et al., 2023; Subeesh & Mehta, 2021), skupaj z večanjem povpraševanja po trajnostno pridelani hrani, povzroča ogromen pritisk na podeželske dobavne verige, da se razvijajo in prilagajajo (Di Vaio et al., 2020). V želji, da bi se spopadli s temi izzivi in odprli vrata novi dobi učinkovitosti in trajnosti, se mnogi deležniki agroživilske industrije obračajo k moči umetne inteligence (v nadaljevanju UI) (Rose & Chilvers, 2018).

Podeželske dobavne verige, pogosto označene s svojo kompleksnostjo, razdrobljenostjo in ranljivostjo, so življenjski vir naših prehrabnih sistemov. Raztezajo se po obsežnih geografskih območjih, zajemajo različne deležnike in so dovzetne za različne vrste motenj, od vremenskih katastrof do nihanj na trgu (Subeesh & Mehta, 2021). Ti izzivi lahko privedejo do neučinkovitosti, izgub hrane in okoljskih vplivov, ki segajo daleč onkraj podeželskih skupnosti, ki jih oskrbujejo (Taneja et al., 2023).

Članek vključuje nekatere teoretične zasnove, povezane z agroživilsko logistiko, digitalizacijo omenjenega sektorja in analizo preoblikovalnega potenciala UI v agroživilski logistiki. Poglobili se bomo v obstoječe študije, tehnologije najnovejše generacije in inovativne aplikacije UI, katere prikazujejo konkretno prednost omenjene tehnologije, ki jo ta prinaša s seboj.

## 2 Teoretičen pregled

### 2.1 Vloga agroživilske logistike in dobavnih verig

Agroživilska logistika je širok pojem, ki zajema v svoji definiciji organiziranje, usklajevanje ter nadzorovanje različnih tipov logističnih tokov od mesta proizvodnje preko vmesnih vozlišč vse do končnega potrošnika. Pri tem gre za pomemben gospodarski sistem, ki posamezne deležnike v dobavnih verigah med seboj povezuje v integrirano in koherentno celoto, s ciljem zadovoljevanja potrošnikovih potreb po oskrbi z živilskimi in neživilskimi izdelki (Wajszczyk, 2016). Podobno kot pri splošni obravnavi logistike se tako agroživilska logistika kot tudi z njo povezane dobavne

verige navezuje na pristop »7 P-jev« (angl. »7R«) (Wang, 2016), vendar se pri slednji veliko večji poudarek daje na poseben aspekt, ki pristopu »7 P-jev« kot pomemben cilj doda trajnostno naravnost agroživilske logistike v povezavi z okoljem in vsem živim okoli nas.

Po podatkih evropskega statističnega organa Eurostat je bilo na območju Evropske unije (v nadaljevanju EU) v letu 2019 znotraj sektorja prehrabnih dobavnih verig zaposlenih 15,9 milijonov ljudi, kar predstavlja 8 % vseh zaposlenih. Pomembno vlogo v omenjenih dobavnih verigah ima pri tem agroživilska logistika, saj so prehrabne dobavne verige specifičen gospodarski sektor, ki ima opravka tako z živimi organizmi kot tudi s proizvodi krajših rokov uporabnosti in nenazadnje z različnimi kulturno-etičnimi pomisleki, ki zahtevajo višji nivo transparentnosti in trajnosti prehrabnih dobavnih verig (Wajszczyk, 2016).

Kljub zgoraj omenjenim dejstvom je logistika, sploh specializirana agroživilska, še vedno v določenih segmentih dokaj nov pojem, ki se razvija, a obenem kaže svoj potencial, ki ga prinaša v različne sisteme. Ukrajinska študija Slavkova & Solovey (2016) kot ključne prednosti, ki jih agroživilska logistika prinaša v kmetijsko proizvodne sisteme, navaja:

- optimizacijo strukture tokov med sektorji in posameznimi podjetji,
- optimizacijo upravljanja z viri v proizvodnji in porabi znotraj vsakega dela infrastrukture,
- usklajevanje vodenja procesov dobave in transporta,
- ustvarjanje sistemov racionalne uporabe skladišč različnih področij premoženja na principih sodelovanja,
- optimiziranje skupnih stroškov gibanja izdelkov in
- optimalno porazdelitev funkcij vodenja pretočnih procesov.

## 2.2 Izziv digitalizacije v dobavnih verigah na podeželju

Zaradi vsesplošne rasti števila populacije, znatno povečane stopnje povpraševanja in posledično pospešenega vpliva globalizacije na dobavne verige so te primorane svoje procese optimizirati in prilagoditi na način, da so ti v skladu z globalnimi trendi (Remondino & Zanin, 2022). V nasprotnem primeru so člani dobavnih verig lahko

nekonkurenčni večjim pridelovalcem in proizvajalcem ter ponudnikom na trgu. Eli-Chukwu (2019) v svoji študiji izpostavlja, da bodo inovativni pristopi predvsem v kmetijskem sektorju ključni za ohranjanje in izboljšanje omenjene dejavnosti. Druge primerjalne študije iz preteklosti pa so po drugi strani pokazale, da imajo kmetijska podjetja, ki so sicer ključni členi dobavnih verig, nasproti podjetjem iz drugih panog z naskokom najvišje logistične stroške, povezane s fizičnim pretokom surovin, materialov in blaga. Tovrsten podatek ne bi bil tako zaskrbljujoč, če ne bi ti stroški predstavljali skoraj 90 % vseh agroživilskih logističnih stroškov kmetijskih podjetij (glej Tabela 1), medtem ko so agroživilski stroški podjetij drugih panog bili občutno bolj enakomerno razporejeni (Wajszczyk, 2016).

**Tabela 1: Delež logističnih stroškov v kmetijskih podjetjih v primerjavi s podjetji drugih panog**

Tip logističnih stroškov	Delež osnovnih komponent logističnih stroškov in skupnih logističnih stroškov (%)		
	Kmetijska podjetja	Podjetja drugih panog (Poljska)	Podjetja drugih panog (svet)
Stroški fizičnega toka surovin, materialov in blaga	86,5	44,2	31,5
Stroški zalog	12,2	34,3	39,7
Stroški informacijskih procesov	1,3	14,2	19,5

Vir: Wajszczyk, 2016

Dupař et al. (2019) v svoji študiji navajajo, da na podeželju velikokrat največ težav predstavlja digitalizacija, ki bi lahko poenostavila mnoge procese in podeželske dobavne verige pospešila ter naredila bolj učinkovite. Prav tako bi bilo sodelovanje z globalnimi verigami lahko poenostavljeno zaradi vpeljave višjega nivoja nadzora in sledljivosti ter zaradi enostavnejše povezanosti v sistem digitalnih globalnih dobavnih verig (Slavkova & Solovey, 2016). Tudi druge študije že ugotavljajo, da lahko digitalne tehnologije pomagajo pri povečanju produktivnosti, zmanjšanju proizvodnih stroškov in emisij, zmanjšanju intenzivnosti virov proizvodnega procesa ter pri izboljšanju korespondence na trgih (Di Vaio et al., 2020). Pri tem je vzpodbudno dejstvo, da so nedavne raziskave že pokazale zavedanje lastnikov kmetijskih podjetij o trendu digitalizacije in potrebi po vpeljavi le-te v njihove sisteme. Dupař et al. (2019) so namreč v študiji, izvedeni na Slovaškem, ugotovili, da 82,09 % vprašanih kmetijskih podjetij kot trend v podjetniški logistiki opredeljuje

digitalizacijo logističnih procesov. In ravno digitalizacija je glavna tema, ki je obravnavana znotraj industrije 4.0 in logistike 4.0. V povezavi s podeželskim razvojem ter spremembami v kmetijski panogi poznamo sicer specifično poimenovana pristopa Kmetijstvo 4.0 (angl. Agriculture 4.0) in AgriTech (Rose & Chilvers, 2018). Omenjena pristopa se osredotočata na posodabljanje procesov, tehnologij in sistemov, obenem pa sta usmerjena k učinkovitejšim načinom kmetovanja ter zagotavljanju trajnostnih in okolju prijaznih rešitev za hrano (Remondino & Zanin, 2022).

Zelo pomemben koncept, katerega se velikokrat uporablja v povezavi z digitalizacijo, je informatizacija oziroma konkretnje informacijska tehnologija (v nadaljevanju IT). Slednjo je Attaran (2003) definiral kot *»zmožnosti, ki jih organizacijam ponujajo računalniki, programske aplikacije in telekomunikacije za dostavo podatkov, informacij ter znanja posameznikom in procesom«*. Informacijska tehnologija omogoča shranjevanje, obdelavo in prenos digitalnih podatkov ter posledično avtomatizacijo procesov, ki so potrebni za digitalizacijo. Na drugi strani pa digitalizacija ustvarja velike količine digitalnih podatkov, ki jih je treba učinkovito upravljati in varovati, kar zahteva informacijsko tehnologijo (OpenAI, 2023). Torej digitalizacija ni zares mogoča brez vpeljave IT podpore in odpira vrata spremembam posameznih poslovnih procesov organizacij, bodisi v urbanih ali bolj ruralnih območjih. Integracije med kmetijstvom in novimi tehnologijami, predvsem iz IT industrije, se lahko enotno poimenuje – pametno kmetijstvo (Cvijanović et al., 2022; Poljoprivredni fakultet Beograd, 2021).

Vsesplošna težnja po digitalizaciji in vpeljavi informacijske tehnologije v različne sisteme je opazna tudi v uradnih dokumentih na ravneh držav in večjih entitet, kot je na primer Evropska unija. Nezamova & Olentsova (2022) ugotavljata, da je bilo vprašanje digitalizacije in načina vzpostavljanja le-te na območju Ruske federacije že obravnavano v različnih vladnih dokumentih, ki se osredotočajo na strateške cilje prej omenjene državne tvorbe. V svojem pokoronskem obnovitvenem načrtu, imenovanem NextGenerationEU, je EU prav tako kot eno glavnih fokusnih točk poudarila digitalizacijo EU-27 območja, pri čemer kot glavne cilje izpostavljajo (Evropska Unija, 2021):

- masovno omogočanje 5G širokopasovnega omrežja za potrebe hitrega povezovanja,

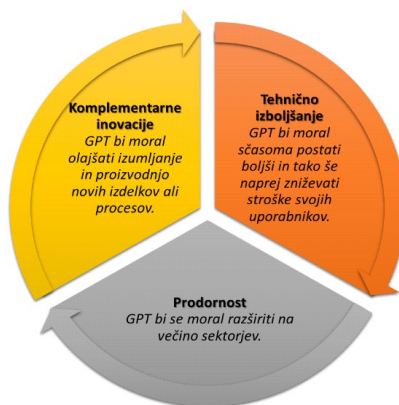
- kreacije digitalne identitete (eID) za potrebe povišane varnosti in nadzore nad osebnimi podatki,
- pametnejša in učinkovitejša mesta,
- bolj varno spletno nakupovanje in
- uporabo UI za potrebe izboljšanja zdravstva, izobraževanja in transporta.

### 2.3 Umetna inteligenca, njene oblike in postopki integracije v sisteme

Del najnovejšega EU načrta za digitalizacijo je med drugim tudi uporaba umetne inteligence, kar potrjujejo različni pravni akti EU. UI je sicer predvsem v času po lansiranju produkta ChatGPT s strani ameriškega podjetja OpenAI postala veliko bolj prepoznavna tudi med splošno populacijo oziroma izven strokovnih krogov. A vendar, specializiran pogovorni robot ne predstavlja širokega spektra, ki ga zajema UI tehnologija.

UI lahko definiramo na več načinov, najbolj pogosta definicija pa govori o tem, da je UI tehnologija, ki s pomočjo računalniške tehnologije posnema zgolj nekatere (kasneje v razvoju pa vse) zapletenejše človeške veščine. UI je torej multidisciplinarna tehnologija, z zmožnostjo integracije kognicije, strojnega učenja, prepoznavanja čustev, interakcije med človekom in računalnikom, shranjevanja podatkov in odločanja (Zhang & Lu, 2021; Lu, 2019). Kljub temu, da je UI še na različnih aplikativnih področjih v začetnih fazah, kjer je še vedno z malo verjetnosti mogoče določati končno obliko, ji lahko pripišemo oznako systemske tehnologije, pri čemer se izraz sistem nanaša na številne tehnologije, ki so povezane ali vključene v UI in posledično na različne načine vplivajo na družbo (Sheikh et al., 2023). Velik pomen tehnologiji daje tudi dejstvo, da je glede na teorijo treh meril za določanje tehnologij za splošno uporabo (angl. general purpose technology – GPT) (Bresnahan & Trajtenberg, 1995; Jovanovic & Rousseau, 2005) UI »lahko« umeščena mednje. Na podlagi tega, da je UI že dandanes prisotna v mnogih različnih sektorjih in izdelkih, kot so na primer predelovalne dejavnosti, medicina, javni sektor, zabava, finančne storitve in kmetijstvo (Sheikh et al., 2023), ji definitivno lahko pripišemo doseganje merila prodornosti. Glede na Moorov zakon o podvojevanju računalniške moči vsaki 2 leti in nekatere uspehe podjetij, ki razvijajo UI aplikacije (na primer OpenAI), lahko potrdimo tudi merilo potenciala tehnologije UI za tehnične izboljšave. Veliko vprašanje nastane pri tretjem merilu teorije GPT (glej Slika 1), ko govorimo o komplementarnih inovacijah, pri čemer pa Sheikh et al. (2023)

izpostavljajo, da »je že mogoče zaznati številne znake pozitivnega vpliva na splošno produktivnost, vendar je umetna inteligenca preprosto premlada tehnologije, da bi lahko dokončno dokazali obstoj komplementarnih inovacij«. Horowitz et al. (2018) so med drugim v prispevku o UI zapisali, da gre za tehnologijo, podobno tehnologijam splošnega namena, kot sta električna in motor z notranjim zgorevanjem, medtem ko Googleov izvršni direktor Sundar Pichai tehnologijo UI primerja celo z ognjem in njegovim pomenom za človeštvo.



Slika 1: Merila določanja tehnologij za splošno uporabo

Vir: Heikkilä et al., 2023

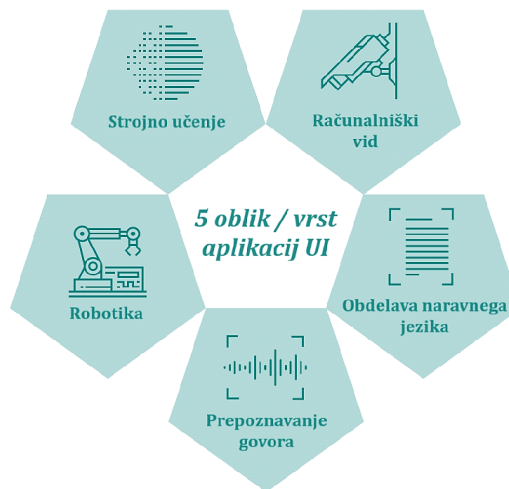
Specializirana skupina strokovnjakov na nivoju Evropske komisije je sicer leta 2023 v svojem aktu, usmerjenim v UI, podala razlago, kjer naj bi ta zajemala »Sisteme, ki prikazujejo inteligentno vedenje z analizo svojega okolja in ukrepanjem – z določeno stopnjo avtonomije – za doseganje določene ciljev« (European Commission, 2023). Za delovanje tovrstnih inteligentnih sistemov torej potrebujemo podatke, ki so lahko sistemu posredovani s strani človeka ali pa jih sistem sam zajema iz okolja preko drugih tehnološko naprednih rešitev. Pridobljene podatke nato UI sistemi lahko na različne načine analizirajo in obdelujejo. Na tej točki pa postane UI neposredno povezana z dandanes že zelo razširjenima pojmom, strojno in globoko učenje (angl. machine and deep learning – ML and DL). Predvsem zaradi nedavnega razvoja omenjenih pojmov so UI sistemi postali veliko bolj sposobni, saj so lahko do neke mere samoučeči sistemi, ki svoje algoritme glede na vhodne podatke prilagajajo in spreminjajo. Tako so UI sistemi prešli fazo logične ali simbolne UI, kjer vhod X prinese vnaprej točno določen izhod Y, in prešli v fazo nevronske zasnove UI, kjer

ta posnema človeške nevrone, ki iz vhodnih podatkov poskušajo izluščiti vzorce, v okviru katerih pravila X vhod je Y izhod, ne obstajajo več (Sheikh et al., 2023).

### 2.3.1 Oblike UI aplikacij

Dandanes poznamo več različnih oblik oziroma vrst aplikacij UI (glej Slika 2), ki jih lahko delimo na aplikacije (Sheikh et al., 2023):

- za napovedno analizo (strojno učenje),
- za obdelavo slik (računalniški vid),
- za jezik (obdelava naravnega jezika),
- za govor (prepoznavanje govora) ter
- za izvajanje fizičnih nalog (robotika).



**Slika 2: Vrste UI aplikacij**

Vir: Sheikh et al., 2023

Kljub temu mnoge rešitve delujejo na podlagi povezovanja dveh ali več zgoraj omenjenih vrst aplikacij UI, pri čemer kot rezultat dobimo bolj dovršeno končno podobo aplikacije UI (Sheikh et al., 2023). Pri tem je v mnogih situacijah potrebna tudi določena količina podpornih aplikacij ali tehnologij, ki nekaterim UI tehnologijam dajejo pomen, jih izboljšujejo ali celo omogočajo njihov obstoj.



Integracija UI aplikacij v kmetijstvu bo oziroma je podprta z določenimi tehnološkimi inovacijami, kot so analiza obsežnih podatkov, povezane naprave oziroma internet stvari (angl. Internet of Things - IoT), industrijski internet stvari (IIoT), uporaba robotike, cenovna dostopnost različnih senzorjev in kamer, dronov in drugih majhnih zračnih plovil ter široko dostopen internet na raznolikih geografskih območjih kmetijskih površin (Eli-Chukwu, 2019). Kot verjetno najpomembnejša podpora sistema pa lahko posebej izpostavimo internet stvari (IoT) in velike podatkovne baze (angl. Big Data/-sets), pri čemer oba sistema skrbita za razpoložljivost podatkov, ki so kasneje lahko uporabljeni, analizirani, transformirani in distribuirani s strani aplikacij UI. Batty (2016) v svoji raziskavi podpira idejo, da je povečana stopnja povezovanja, tudi s pomočjo IoT, omogočila zajemanje enormnih količin podatkov, ki pa so uporabni na različnih področjih življenja. Razpoložljivost podatkov s tem dokazuje, da so lahko ti koristni pri raznoraznih oblikah optimizacije ob sprejemanju premišljenih odločitev, s pomočjo umetne (ali človeške) inteligence (Alam et al., 2014; Allam & Dhunny, 2019).

### **2.3.2 Postopki integracije UI aplikacij v različne sisteme**

Kot vsaka naprednejša tehnologija, ki je v neki točki novost na trgu in predstavlja organizacijam, podjetjem in drugim potencialno konkurenčno prednost, ima tudi UI svoje zakonitosti, ki jih je potrebno upoštevati, kadar se odločamo za implementacijo le-te v določen sistem. Pri tem je UI v nekaterih pogledih drugačna od drugih tehnologij, saj je lahko s strani organizacij, ki želijo izkoristiti njene prednosti, tudi nerazumljena, obenem pa gre za tehnologijo, ki se jo v obdobju pisanja prispevka poskuša tudi pravno regulirati za namene doseganja višje stopnje varnosti. V tem delu pravne regulacije oziroma postavitve pravne podlage za tehnologijo sta trenutno EU in Amerika še najbolj v koraku s časom, kar dokazujejo njuni izdani in predloženi pravni akti (Floridi, 2021).

Sheikh et al. (2023) proces vpeljave UI iz laboratorijev v realen svet / družbo opredeljujejo s petimi ključnimi komponentami oziroma koraki, ki si sledijo v razmeroma konstantnem sosledju. Ti koraki so:

- **Demistifikacija**, ki se nanaša na razumevanje tehnologije UI in konkretno obravnava vprašanje »Kaj sploh predstavlja UI?«.

- **Kontekstualizacija**, ki se navezuje na umeščanje UI v kontekst / situacijo. V tem delu nas zanima odgovor na vprašanje »Kako naj bi rešitev delovala?«.
- **Vključevanje**, ki se navezuje na vprašanja, povezana z umestitvijo družbe v kontekstu z UI. Vprašanje, ki si ga postavljamo tu, se glasi »Kdo bi moral sodelovati oziroma biti vključen?«.
- **Regulacija**, ki deluje na ravni družbe kot celote, pri čemer se osredotoča na vprašanje »Katera pravila so potrebna?«.
- **Pozicioniranje**, ki se navezuje na umestitev in določanje odnosa v mednarodnem kontekstu, torej »Kakšen odnos imamo do drugih subjektov, držav, itd.«.

### 3 Metodologija

Metodologija, sprejeta za oblikovanje prvega dela tega prispevka, se osredotoča izključno na pristop pregleda že obstoječih raziskav, ki služijo kot trden temelj raziskovanja preoblikovalnega potenciala vključevanja UI za optimizacijo agroživilske logistike v podeželskih dobavnih verigah. Ta pristop omogoča natančen pregled literature, znanstvenih člankov, poročil ter ostalih sekundarno pridobljenih podatkov, ki se nanašajo na kmetijsko logistiko, dobavne verige na podeželju in vlogo UI pri izboljšanju agroživilske logistike. Izvedena sta bila sistematično iskanje in analiza ustrezne literature, da so se izluščili ključni teoretični koncepti, načela in spoznanja v zvezi s podeželskimi dobavnimi verigami in potencialnim vplivom optimizacije, ki jo poganja UI. Postopek analize podatkov v temeljnih raziskavah je vključeval natančen pregled pridobljenih teoretičnih konceptov, na podlagi katerih je bila izvedena sinteza informacij iz različnih virov, kategorizacija ključnih načel in vzpostavitev robustnega teoretičnega okvira, ki pojasnjuje zapletenost dinamike dobavne verige na podeželju in teoretične temelje integracije UI. S temeljitim razčlenjevanjem obstoječe literature in sintetiziranjem temeljnih konceptov je cilj prvega dela prispevka zagotoviti celovito in pronicljivo razumevanje medsebojnega vplivanja med kmetijsko logistiko, podeželskimi dobavnimi verigami in preoblikovalnim potencialom aplikacij agroživilske logistike, ki jo poganjajo aplikacije UI. Drugi del prispevka je bil oblikovan na podlagi pregleda znanstvene literature aplikativnih UI sistemov, med katerimi so bili izbrane najbolj relevantne UI rešitve s področja agroživilske in kmetijske logistike. S tem smo predstavili nekatere UI koncepte, ki bodo v bližnji prihodnosti krojili kmetijsko in agroživilsko panogo.

## 4 UI v agroživilski in kmetijski logistiki

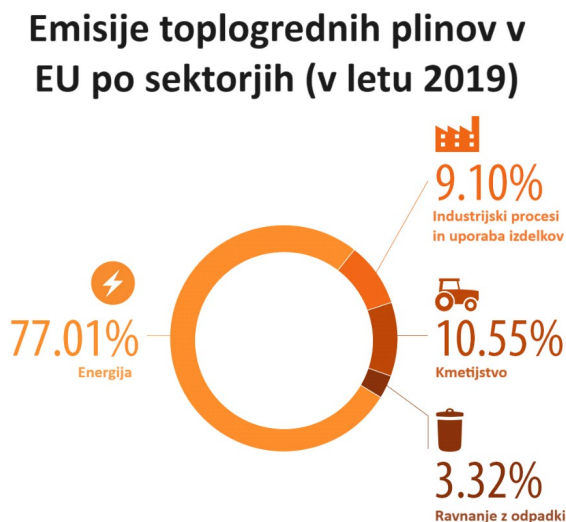
Sodobna agroživilska logistika je in bo čedalje bolj prepletena z različnimi oblikami digitalnih tehnologij, na kar nakazujejo tako spodbude vlad in organizacij (Nezamova & Olentsova, 2022; Evropska Unija, 2021) kot tudi raziskave, omenjene v prejšnjih poglavjih, ter nekateri pristopi znotraj panog, ki jih agroživilska logistika zajema, kot sta na primer AgroTech in Kmetijstvo 4.0 (Rose & Chilvers, 2018). Digitalizacija in digitalna tehnologija pa s seboj v svet agroživilske logistike prinašata predvsem boljšo logistično konkurenčnost zaradi enostavnejšega povezovanja deležnikov, kar spodbuja bolj trajnostne pristope k opravljanju in učinkovitejšo rabo virov (Remondino & Zanin, 2022). Medtem širši kmetijski sektor s pomočjo digitalizacije predvsem zagotavlja kakovost in zanesljivost proizvodnje (Ruiz-Real et al., 2020). Z doseženo zadostno stopnjo splošne digitalizacije v neimenovanem XY kmetijskem sistemu je proces integracije UI aplikacij enostavneje dosežen, rezultati integracije pa postanejo optimalni, saj so lahko prilagojeni konkretnemu XY sistemu, ki s pomočjo različnih senzorično-zaznavnih naprav zajema realne podatke v realnem času, primerne za obdelavo znotraj UI aplikacij (Lu, 2019). UI sistemi so sposobni v tem primeru do določene mere prilagoditi svoje vedenje z analizo učinkov prejšnjih dejanj in delovati avtonomno (European Parliament News, 2023b).

### 4.1 Evropske zelene strategije v kombinaciji z aplikacijami UI

Objava uradne spletne strani European Parliament News (2023b) omenja UI kot prihodnost trajnostnih prehrabnih sistemov, kjer se za vzgajanje hrane v kmetijski panogi uporablja optimalna količina gnojil, pesticidov in namakanja, kar povečuje produktivnost in zmanjšuje vpliv na okolje kmetijske panoge.

S pomočjo UI imajo kmetje, agroživilska logistika in celotna dobavna veriga hrane priložnost za doseganje EU strategije, imenovane »*Od vil do vilic*«, ki se osredotoča na ustvarjanje trajnostnih prehrabnih verig in obenem spodbuja digitalizacijo, inovacije in raziskave na področju pridelave, predelave, hrambe, distribucije ter vseh ostalih področij, vključenih v sistem prehrabnih verig na območju EU (European Commission, 2020a; Monteiro & Barata, 2021). Bolj trajnostni pristopi, ki vključujejo uporabo UI, pa so med drugim tudi nujni, saj je po podatkih poročila o zavrženi hrani v EU iz leta 2016 kar 20 % hrane, proizvedene na območju EU-28, kasneje zavržene (Stenmarck et al., 2016). Kmetijski sektor na tem območju prav

tako proizvajajo okoli 10 % vseh emisij toplogrednih plinov (v nadaljevanju TPG) (glej Slika 3) in je skupaj s proizvodnjo, predelavo, pakiranjem in transportom, ki sestavljajo širši živilski sektor, eden glavnih vzpodbujevalcev podnebnih sprememb (European Parliament News, 2023a). Pozitivno pa je opaženo dejstvo v European Parliament News (2023b), da je že mogoče zaslediti kmetije po EU, ki s pomočjo UI skozi celoten dan aktivno spremljajo gibanje, temperaturo in porabo krme svojih živali.



Slika 3: Emisije TPG v EU po sektorjih (v letu 2019)

Vir: European Parliament News (2023a)

Vse že našteje priložnosti, ki jih prinaša integracija UI, je potrebno jemati resno, a vendar pri tem biti zmerno konservativen. Tako kot lahko prihaja do težav pri premajhni in prepočasni umestitvi UI aplikacij, lahko problem nastane pri drugi skrajnosti, preveliki in prenegljeni uporabi UI v sistemu. Prva skrajnost prinaša s seboj na nivoju EU grožnjo neizpolnjevanja »Evropskega zelenega dogovora« (European Green Deal), izgubo konkurenčne prednosti napram tujim trgov (ali ponudnikom na trgu), gospodarsko (ali podjetniško) stagnacijo in vsesplošno slabše možnosti za ljudi. Pri tem European Parliament News (2020) izpostavlja, da bi do nezadostne uporabe lahko prišlo zaradi nezaupanja ljudi, slabe infrastrukture, pomanjkanja pobud ali pomanjkanja splošnega nivoja digitalizacije ter manka podatkov. Je pa v povezavi s tem vzpodbudno mnenje Di Vaio et al. (2020), da podjetja predvsem

zaradi vse večjega zanimanja za trajnostno poslovanje, ki zajema tri ključne razsežnosti (ekonomsko, okoljsko in družbeno), ustvarjajo rešitve za agroživilske sisteme, ki temeljijo na UI, katere lahko razrešijo več problemov in prihranijo dragocene vire z zmanjšanjem okoljske škode. V drugem scenariju, ki pa je sicer manj verjeten, a vseeno mogoč, in govori o pretirani uporabi UI aplikacij, pa naj bi prihajalo do nepotrebnega vlaganja v aplikacije, ki ne dodajajo vrednosti in so neuporabne ter ne rešujejo konkretno niti enega problema sistema, v katerega bi bile aplikacije integrirane.

#### **4.2 Konkretni primeri uporabe aplikacij UI v kmetijski in agroživilski logistiki**

Kmetijska panoga se na dnevni, tedenski, mesečni ter letni bazi sooča z mnogimi dejavniki, ki so s povečevanjem časovnega obdobja čedalje bolj nepredvidljivi. Nestanovitne vremenske razmere, spreminjajoče cene surovin na tržišču in dolgoročne podnebne spremembe so le nekateri izmed njih. Tehnološki napredek je kmetom dandanes omogočil, da tovrstne dejavnike uspešneje premagujejo in posledično analiziranim vplivom prilagajajo kmetijsko dejavnost. Obenem je tehnologija kmetom omogočila vpogled in analizo nekaterih dejavnikov, ki so sicer zelo predvidljivi, a jih v preteklosti niso mogli uspešno analizirati. Pri tem imamo v mislih raznorazne cenovno dostopne analize tal ter spremljanje nastajanja škodljivcev in bolezni, ki jih ti s seboj prinašajo (Eli-Chukwu, 2019; Di Vaio et al., 2020).

UI je torej vedno bolj vključena v številne proizvodno-pridelovalne obrate, kjer lahko dela skupaj z ljudmi pri izvajanju več operacij različnih kompleksnosti. Vzpodbudne so tudi ugotovitve Litskevich (2022), ki nakazujejo na znatnejšo zmanjšanje cene razvoja in posledično dostopnosti UI aplikacij, kar odpira vrata za uporabo UI tudi srednjim in manjšim subjektom (srednje velikemu kmetu). Potencial umetne inteligence je tako že mogoče opaziti v uspešnih implementacijah v resničnem svetu s strani določenih organizacij z jasno evidentiranimi koristmi (Eager et al., 2020).

Tabela 1 prikazuje nekatere že obstoječe aplikacije UI, ki so primarno bolj vezane na aspekt kmetijstva, a imajo zaradi svojih pozitivnih učinkov posledično vpliv tudi na logistične procese med, pred ali po procesu, ki ga izvajajo aplikacije. SVN in KNN

algoritma sta primera UI aplikacij, ki lahko ob pravilni integraciji bistveno spremenita potek nabave in planiranja sredstev za preprečevanje nastajanja bolezni ali za zdravljenje posameznih rastlinskih vrst. Dron eBee X po drugi strani lahko s svojim rezultatom preleta večjih kmetijskih površin in ustvarjanja različnih tipov map poskrbi za spremenjen proces planiranja poti posamezni skupini kmetijske mehanizacije oziroma podatke posreduje drugim UI aplikacijam (različnim avtonomnim vozilom), ki lahko te podatke koristijo pri svojih procesih. Na dolgi rok cilj aplikacij UI v kmetijski ter logistični panogi ne bi smel biti ustvarjanje samostojnih avtonomnih sistemov, temveč iskanje čim višje stopnje povezovanja med njimi, saj s tem prihaja do povečevanje zmogljivosti posameznih aplikacij v sinhronem sistemu. Učinkovito delovanje kombinacije umetne inteligence, logistike in kmetijstva je tako vzpostavljeno na podlagi skupnih sistemov, pogojenih s poenotenimi standardi in protokoli (Zhang, 2019).

**Tabela 1: Karakteristike UI aplikacij, primernih za kmetijsko pridelovalno panogo**

UI rešitev /sistem /produkt	Vrsta UI aplikacije	Opis UI aplikacije	Prednosti aplikacije	Omejitve in slabosti aplikacije
<b>AgXeed AgBot 5.115T2 (CLAAS Group, n.d.; AgXeed, 2023)</b>	Računalniški vid, strojno učenje in robotika.	Avtomatizirani robot za pripravo prsti, setvenih gredic, sajenja in odstranjevanja pleveli.	Avtonomnost robota, ki je podprt z aplikacijo proizvajalca za upravljanja in nadzorovanje potencialne flote vozil. Časovni prihranek. Optimizacija dela glede na realne podatke – personalizacija.	Visoka začetna investicija in stroški vzdrževanja. Omejitve glede servisnih možnosti. Vprašanje zbiranja podatkov s strani podjetja AgXeed.
<b>AgXeed AgBot 2.055W4 (AgXeed, 2023)</b>	Računalniški vid, strojno učenje in robotika.	Avtomatizirani robot za vzdrževanje travnatih površin, pripravo prsti in setvenih gredic, sajenje, nego in nadzor pridelka ter košnjo lucerne.	Avtonomnost robota, ki je podprt z aplikacijo proizvajalca za upravljanja in nadzorovanje potencialne flote vozil. Časovni prihranek. Optimizacija dela glede na realne podatke – personalizacija.	Visoka začetna investicija in stroški vzdrževanja. Omejitve glede servisnih možnosti. Vprašanje zbiranja podatkov s strani podjetja AgXeed.
<b>AgXeed AgBot 2.055W3</b>	Računalniški vid, strojno	Avtomatizirani robot za košnjo z	Avtonomnost robota, ki je podprt z aplikacijo proizvajalca	Visoka začetna investicija in stroški

UI rešitev /sistem /produkt	Vrsta UI aplikacije	Opis UI aplikacije	Prednosti aplikacije	Omejitve in slabosti aplikacije
<b>AgXeed, 2023)</b>	učenje in robotika.	mlatilnico in nego pridelkov.	za upravljanja in nadzorovanje potencialne flote vozil. Časovni prihranek. Optimizacija dela glede na realne podatke – personalizacija.	vzdrževanja. Omejitve glede servisnih možnosti. Vprašanje zbiranja podatkov s strani podjetja AgXeed.
<b>UI sistem »Demeter« (Pilarski et al., 2002)</b>	Računalniški vid in robotika.	Avtomatizirana žetev (načrtovanje in izvajanje žetve ter zaznavanje nepričakovanih ovir).	Višji izkoristek zmogljivosti žetvenih strojev (hitrejša žetev). Izboljšana natančnost žetve pri daljših časovnih intervalih.	Razmeroma drag, saj porabi veliko goriva.
<b>eBee X drone (Elbasi et al., 2023)</b>	Računalniški vid in robotika.	Ultra lahko plovilo za zajemanje slikovnega materiala večjih površin.	Preprosto izvajanje, certificirano v EU (in drugod), omogoča nadaljnje kreiranje različnih tipov map glede na pridobljen slikovni material.	Potrebne razmeroma veliko prostora za vzlet in pristajanje plovila. Možne poškodbe rastja ob pristanku.
<b>Carbon Robotics LaserWeeder (Future Farming, 2023)</b>	Računalniški vid, strojno učenje in robotika.	Avtonomni robot za lasersko odstranjevanje pleveli.	Odstranjevanje pleveli brez kemikalij. Povečan pridelek in njegova kakovost.	Visoki stroški nakupa in vzdrževanja. Visoka poraba energije. Slabše delovanje pri nekaterih vrstah pleveli.
<b>Podporni vektorski trojni algoritvi (SVN) (Elbasi et al., 2023)</b>	Strojno učenje.	Eden najboljših algoritmov za razvrščanje (klasifikacija) in odkrivanje boleznih pri nekaterih rastlinah.	Stopnje natančnosti med 90 in 97 %. Zgodnje odkrivanje boleznih. Bolj trajnostno delovanje z vidika porabe sredstev za preprečevanje boleznih.	Potrebna zadostna količina podatkov in nadzorovanega učenja na podatkih. Potreba po podpornih sistemih za zajemanje slik.
<b>Algoritem »K-najbližji sosed« (KNN) (Elbasi et al., 2023)</b>	Strojno učenje.	Eden najboljših algoritmov za razvrščanje (klasifikacija) in odkrivanje boleznih pri	Stopnje natančnosti do 92 %. Zgodnje odkrivanje boleznih. Bolj trajnostno delovanje z vidika porabe sredstev za preprečevanje boleznih.	Potrebna zadostna količina podatkov in nadzorovanega učenja na podatkih.

UI rešitev /sistem /produkt	Vrsta UI aplikacije	Opis UI aplikacije	Prednosti aplikacije	Omejitve in slabosti aplikacije
		nekaterih rastlinah.		Potreba po podpornih sistemih za zajemanje slik.
<b>Konvolucijske nevronske mreže (CNN) (Keswani et al., 2018)</b>	Strojno učenje.	Kategorija algoritmov, ki načeloma delujejo v kombinaciji z računalniškim vidom in robotiko.	Optimizacija delovanja avtomatiziranih robotov ali zmanjšanje izgub pri obiranju sadja z avtomatskimi roboti (Elbasi et al., 2023).	Potrebna zadostna količina podatkov. Smiselnost implementacije zgolj v kombinaciji z računalniškim vidom.
<b>Robotiziran avtonomni razpršilec (Gonzalez-de-Soto et al., 2016)</b>	Računalniški vid, strojno učenje in robotika.	Robotiziran škropilni sistem, ki je primarno namenjen uporabi učinkovitega doziranja herbicidov.	Sposoben delati v skupinah ali flotah avtonomnih robotov. 99,5 % natančnost pri odkrivanju pleveli. Prihranek herbicidov in zmanjšanje onesnaževanja tal. Avtonomija dela.	Znižana učinkovitost ob uporabi na pleveli podobnih sadikah.
<b>DJI Agras T30 (DJI Technology Co., n.d.)</b>	Računalniški vid, strojno učenje in robotika.	Brezpilotno letalo za digitalno kmetijstvo (primarno škropljenje).	V eni uri obdela do 40 arov površin. Zaznava okolico in ovire s pomočjo različnih senzorjev in dveh aktivnih kamer. Sposoben zajeti in delovati z do 30 litrov tekočin v enem vzletu. Življenjska doba enega cikla baterije je 2 uri.	Razmeroma drag dron. Lahko prihaja do težav z upravljanjem ob močnejših vetrovnih pogojih. Zaradi velikosti ni primeren za območja z veliko ovirami, kot so drevesa.

Vir: Lasten vir

Iz Tabele 1 lahko razberemo, da gre pri večini aplikacij UI predvsem za optimizacijo posameznih ali več korakov procesa pridelave živil, pri čemer te aplikacije poskušajo ustvariti določeno stopnjo avtonomije, ki ne bi potrebovala človeške pomoči. Ramin Shamshiri et al. (2018) so za tovrstne tipe aplikacij izpostavili, da so po hitrosti in natančnosti v veliki večini že prehiteli človeka in njegove sposobnosti, katere so tudi sicer ena večjih omejitev kmetijstva. Obenem pa ta ista raziskava poudarja, da je integracija tovrstnih aplikacij UI lahko vprašljiva v zelo spreminjajočih se in nestrukturiranih kmetijskih okoljih.



So pa poleg zgoraj omenjenih na trgu tudi že aplikacije UI, ki so neposredno povezane z logističnim aspektom kmetijstva. Študija Eager et al. (2020) nakazuje na dejstvo, da je bila UI že do leta 2020 močno vpeta v logistično in transportno panogo, del katere je tudi kmetijska in agroživilska logistika. Tabela 2 tako prikazuje obstoječe aplikacije UI, ki so neposredno povezane z različnimi logističnimi procesi kmetijstva in agroživilskih dobavnih verig.

**Tabela 2: Karakteristike UI aplikacij v agroživilski logistiki**

UI rešitev /sistem /produkt	Vrsta UI aplikacije	Opis UI aplikacije	Prednosti aplikacije	Omejitve aplikacije
<b>Biometrična veriga blokov (BBC) (Xu et al., 2019)</b>	Računalniški vid, strojno učenje.	Tehnologija veriženja blokov, povezana z biometričnim potrjevanjem odgovornih posameznikov na posameznem koraku.	Enostavno določimo odgovorno osebo pri vsakem koraku in naredimo upravljanje bolj pregledno, nadzorovano in varnejše. Robustnost prehrabne verige za napade zaradi aspekta tehnologije verige blokov.	Občutljivost zasebnosti zaradi vključevanja biometričnih podatkov.
<b>Hevristični UI algoritmi za razreševanje problemov usmerjanja vozil (angl. Vehicle routing problem – VRP) (Bocewicz et al., 2017)</b>	Strojno učenje.	Različne oblike aproksimiranih /približnih algoritmov za razreševanje kompleksnih VRP problemov.	Hitro razreševanje zapletenih VRP situacij. Prilagodljivost glede na situacijo. Praktičnost algoritmov zaradi ravnotežje med ustreznostjo rešitve in časovno komponento.	Ob enormno veliki floti vozil ali parametrov se lahko končna rešitev preveč oddalji od optimalne.
<b>Nevronska mreža GRU (angl. gated recurrent unit) (Basljan et al., 2021)</b>	Strojno učenje.	Metodologija za napovedovanje povpraševanja po pokvarljivih izdelkih.	Izboljšuje načrtovanje proizvodnih urnikov. Zmanjšuje izgube dobička zaradi presežkov ali primanjkljajev. Več kot 80 % zanesljivost napovedi za do 10 dostavnih točk v sistemu.	Zanesljivo zgolj pri kratkoročnih predikcijah. Lahko prihaja do zmanjševanja uspešnosti modela ob zapletenih vhodnih podatkih.
<b>TrackoBit (Agarwal, 2023)</b>	Računalniški vid, strojno učenje.	Telematska programska oprema za upravljanje	Oddaljena diagnostika vozil. Ustvarjanje avtomatiziranih	Dražja rešitev v primerjavi s sistemi brez UI aplikacij.

UI rešitev /sistem /produkt	Vrsta UI aplikacije	Opis UI aplikacije	Prednosti aplikacije	Omejitve aplikacije
		voznega parka ter oddaljeno vzdrževanje vozil.	analitičnih poročil o vozilu in vožnji. Celostna rešitev zajema tudi ADAS in DMS.	Nevarnost kibernetnega napada.
<b>Advance Driver Assistance System (ADAS) (Agarwal, 2023)</b>	Računalniški vid, strojno učenje.	Sistem za opazovanje voznikove vožnje in upoštevanje pravil.	Spremljanje upoštevanja varnostnih pravil voznika in zaznavanje le-teh. Pošiljanje opozoril voznikom, tudi pred trkom.	V določenih situacijah je lahko infrastruktura razlog za slabše delovanje sistema. Draga popravila sistema (Pandey, 2023).
<b>Driver monitoring system (DMS) (Agarwal, 2023)</b>	Računalniški vid, strojno učenje.	Sistem za zaznavanje voznikovega vedenja na podlagi analize obraza.	Možnost oddaljenega nadzora nad dejanji in splošnim stanjem voznikov.	Razmeroma drag sistem. Lahko ima težave pri analizi stanja obrazne mimike voznika, kar lahko povzroča težave pri vožnji voznika.
<b>Mercedes-Benz Vision Van (Mercedes-Benz Group, 2016)</b>	Računalniški vid, strojno učenje, robotika.	Specializiran logističen avtomobil, opremljen z dvema dronom za dostavo blaga.	Samodejna optimizacija poti glede na vsebino celotnega tovora in lokacij. Popolnoma samodejni sistem za nakladanje tovora v vozilo (do 93,5 % časovnega prihranka pri nakladanju).	Nizek domet električnega vozila (od 80 do 250 km).
<b>Mecalux shuttle sistemi (Mecalux, n.d.)</b>	Robotika.	Avtomatizirane rešitve za shranjevanje palet, zabojev in majhnih izdelkov.	Časovni prihranek. Avtomatizacija procesa nalaganja in razlaganja tovora v skladiščne regale / mesta. Optimizacija FIFO in LIFO sistema.	Smiselna integracija sistema v primeru večjega skladišča. Primerno za določene tipe tovornih enot.

Vir: Lasten vir

Ugotovljeno je bilo, da z umeščanjem UI aplikacij v agroživilske sisteme po večini spreminjamo enega (ali več) od treh ključnih vidikov uspešnosti poslovanja omenjenih gospodarskih subjektov. Ti ključni vidiki so:

- **Izboljševanje učinkovitosti**, kot to poskušajo pri podjetju Mercedes-Benz s svojo rešitvijo specializiranega logističnega vozila, ki poleg avtomatiziranega nakladanja omogoča tudi dostavo na zadnjem kilometru s pomočjo enega izmed dveh dronov, katera ima Vision Van integrirana, kot del celotnega sistema (Mercedes-Benz Group, 2016). Izboljšanje učinkovitosti procesov pa s svojimi shuttle sistemi ponujajo tudi pri podjetju Mecalux. V tem primeru gre za aplikacijo UI, ki zajema zgolj aspekt robotike, a vendar prinaša v skladiščne sisteme pospešitev procesov nalaganja in razlaganja ter obenem skrbi za povišano stopnjo ergonomije dela (Mecalux, n.d.).
- **Izboljševanje nadzora in transparentnosti**, kot prikazujejo primeri Advance Driver Assistance System (ADAS), Driver monitoring system (DMS) (Agarwal, 2023) in sistem biometrične verige blokov (BBC). Slednja aplikacija UI poleg izboljšane nadzora tudi zmanjšuje verjetnost za nastanek nepredvidenih situacij, saj so člani, ki so del dobavne verige, na vsakem koraku zelo jasno zapisani v elektronskem sistemu verižnih blokov (Xu et al., 2019).
- **Omogočanje predvidljivosti in zmanjševanje nepričakovanih situacij**, kot to počneta aplikaciji UI hevrističnih algoritmov pri razreševanju VRP problemov (Bocewicz et al., 2017), ter nevronska mreža GRU, s pomočjo katere je mogoče v smiselnem obdobju zanesljivo napovedovati povpraševanje po pokvarljivih izdelkih (Basljan et al., 2021).

Se pa aplikacije UI razvijajo tudi za večje sisteme, kot so na primer skladišča. Pri tem izraz 'večji sistem' opisuje bolj zapletene sisteme, ki posledično prinašajo kot enotno rešitev kombinacijo različnih principov in aspektov tehnologije UI. Za upravljanje skladišča lahko uporabljajo tovrstne aplikacije različne kamere, senzorje temperature in vlage ter senzorje plesni za pridobivanje podatkov o skladišču, pri čemer se poskušajo predvsem zagotavljati informacije skrbnikom ali ostalim tehnologijam znotraj skladišča v realnem času. To pa omogoča med drugim tudi analiziranje zgodovinskih podatkov o skladišču, kar zagotovi delovanje in varnost skladišča (Lu, 2019).

## 5 Zaključek in diskusija

Skozi raziskavo je bilo ugotovljeno, da ima umetna inteligenca (UI) velik potencial za optimizacijo in trajnostno preoblikovanje kmetijske in agroživilske logistike. Aplikacije UI se dandanes že uporabljajo v kmetijsko pridelovalni panogi za različne namene, kot so izdelovanje raznoraznih napovedi, izboljšanje nadzora nad rastlinami in živalmi, avtomatizacija procesov in optimizacija materialnih tokov, medtem ko se UI v agroživilski logistiki uporablja predvsem za optimizacija prevozov, omogočanje sledljivosti blaga, zagotavljanje kakovosti in varnosti ter izboljšanje učinkovitosti in konkurenčnosti. Z naskokom najbolj aplikativni vrsti UI v kmetijski in agroživilski logistiki sta bili strojno učenje in računalniški vid, pri čemer je celotno UI rešitev v več primerih povezovala tudi robotika. Obdelava naravnega jezika in prepoznavanje govora sta zaenkrat vrsti UI, ki ju ni bilo mogoče zaslediti med rešitvami v omenjenih panogah. V okviru raziskave je bila izpostavljena prav tako glavna problematika integracije UI rešitev, digitalizacija. V povezavi s tem je vsaj zaenkrat s strani EU v zadnjem času bilo podanih nekaj finančnih in nefinančnih usmeritev, katere je bilo in tudi bo v bližnji prihodnosti smiselno izkoriščati, saj bo s tem prehod na bolj avtonomne, ergonomske in UI-gnane agroživilske sisteme veliko lažji.

V bodoče bi bilo smiselno poskušati doseči še večje povezovanje med razvijalci aplikacij UI ter gospodarstvom za namene lansiranja uporabnikom bolj prijaznih in enostavnih UI rešitev, ki bi obenem bile specializirane in prilagojene za posamezne aspekte poslovanja znotraj agroživilskih sistemov. Prav tako je bilo ugotovljeno, da je na trgu ponudbe UI še vedno malo cenovno dostopnih aplikacij, katere bi lahko v svoje poslovanje integrirali manjši in finančno manj sposobni deležniki agroživilskih oskrbovalnih verig.

Bodoče raziskave s tega področja bi lahko proučevale realne učinke in kakovost aplikacij za bolj transparenten vpogled v integracijo aplikacij UI znotraj omenjenega agroživilskega sektorja. Prav tako bi lahko bile izvedene primerjalne študije med seboj podobnimi aplikacijami UI, ki bi le-te razvrščale po različnih kriterijih. S tem bi tovrstne raziskave prinašale bolj jasne pokazatelje kakovosti posameznih aplikacij UI.

## Literatura

- Agarwal, T. (2023, September 12). How is AI-driven Fleet Monitoring Software Revolutionizing Global Logistics?. TrackoBit. <https://trackobit.com/blog/ai-enabled-fleet-monitoring-software-for-logistics-companies>
- AgXceed. (2023, June 8). AgXceed: We provide autonomy. AgXceed 2022. <https://www.agxceed.com/>.
- Alam, J. R., Sajid, A., Talib, R., & Niaz, M. (2014). A review on the role of big data in business. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 3(4), 446–453.
- Allam, Z., & Dhunny, Z. A. (2019). On Big Data, Artificial Intelligence and Smart Cities. *Cities*, 89, 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032>
- Attaran, M. (2003). Information Technology and business-process redesign. *Business Process Management Journal*, 9(4), 440–458. <https://doi.org/10.1108/14637150310484508>
- Basljan, I., Munitic, N. F., Peric, N., & Lesic, V. (2021). Prediction of perishable goods deliveries by GRU neural networks for reduction of logistics costs. 2021 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD). <https://doi.org/10.1109/ictmod52902.2021.9739498>
- Batty, M. (2016). Big Data and the City. *Built Environment*, 42(3), 321–337. <https://doi.org/10.2148/benv.42.3.321>
- Bocewicz, G., Janardhanan, M. N., Krenczyk, D., & Banaszak, Z. (2017). Traffic flow routing and scheduling in a food supply network. *Industrial Management & Data Systems*, 117(9), 1972–1994. <https://doi.org/10.1108/imds-10-2016-0457>
- Bresnahan, T. F., & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies ‘engines of growth?’ *Journal of Econometrics*, 65(1), 83–108. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-t](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-t)
- CLAAS Group. (n.d.). CLAAS cooperates with start-up AgXceed and acquires minority shareholding. Press releases | CLAAS Group -. <https://www.claas-group.com/press-corporate-communications/press-releases/claas-cooperates-with-start-up-agxceed-and-acquires-minority-shareholding/2483284>
- Cvijanović, D., Stojanović, K., & Borović, S. (2022). Impact of digital technology and Smart Systems on mobility and agriculture in Serbia. XVI. International Conference on Logistics in Agriculture 2022: Conference Proceedings. <https://doi.org/10.18690/um.fl.1.2022.3>
- Di Vaio, A., Boccia, F., Landriani, L., & Palladino, R. (2020). Artificial Intelligence in the Agri-Food System: Rethinking sustainable business models in the COVID-19 scenario. *Sustainability*, 12(12), 4851. <https://doi.org/10.3390/su12124851>
- DJI Technology Co. (n.d.). DJI Agras T30-a new digital flagship for Agriculture. DJI. <https://www.dji.com/si/t30>
- Dupaľ, A., Richnák, P., Szabo, L., & Porubánová, K. (2019). Modern trends in logistics of Agricultural Enterprises. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, 65(8), 359–365. <https://doi.org/10.17221/367/2018-agricecon>
- Eager, J., Whittle, M., Smit, J., Cacciaguerra, G., & Lale-Demoz, E. (2020, June). Opportunities of Artificial Intelligence. European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652713/IPOL\\_STU\(2020\)652713\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652713/IPOL_STU(2020)652713_EN.pdf)
- Elbasi, E., Mostafa, N., AlArnaout, Z., Zreikat, A. I., Cina, E., Varghese, G., Shdefat, A., Topcu, A. E., Abdelbaki, W., Mathew, S., & Zaki, C. (2023). Artificial Intelligence Technology in the Agricultural Sector: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 11, 171–202. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3232485>
- Eli-Chukwu, N. C. (2019). Applications of artificial intelligence in agriculture: A Review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(4), 4377–4383. <https://doi.org/10.48084/etasr.2756>
- European Commission. (2020a). A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381>

- European Commission. (2020b). The European Green Deal. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640&qid=1694423948343>
- European Commission. (2023). The EU Artificial Intelligence Act. <https://www.artificial-intelligence-act.com/>
- European Parliament News. (2020, September 23). Artificial Intelligence: Threats and opportunities: News: European parliament. Artificial intelligence: threats and opportunities | News | European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/priorities/artificial-intelligence-in-the-eu/20200918STO87404/artificial-intelligence-threats-and-opportunities>
- European Parliament News. (2023a, March 28). Greenhouse gas emissions by country and sector (infographic): News: European parliament. Greenhouse gas emissions by country and sector (infographic) | News | European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/priorities/climate-change/20180301STO98928/greenhouse-gas-emissions-by-country-and-sector-infographic>
- European Parliament News. (2023b, June 20). What is artificial intelligence and how is it used?: News: European parliament. What is artificial intelligence and how is it used? | News | European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20200827STO85804/what-is-artificial-intelligence-and-how-is-it-used>
- European Union. (2021). NextGenerationEU. <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/glossary/nextgenerationeu.html>
- Eurostat. (2020). Employment in food supply across EU regions. Employment in food supply across EU regions - Products Eurostat News - Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20200522-2>
- Flori, L. (2021). The European legislation on AI: A brief analysis of its philosophical approach. *Philosophy & Technology*, 34(2), 215–222. <https://doi.org/10.1007/s13347-021-00460-9>
- Future Farming. (2023, April 6). Smart Weeders. <https://www.futurefarming.com/dossier/smart-weeders/>
- Gonzalez-de-Soto, M., Emmi, L., Perez-Ruiz, M., Aguera, J., & Gonzalez-de-Santos, P. (2016). Autonomous Systems for precise spraying—evaluation of a robotised patch sprayer. *Biosystems Engineering*, 146, 165–182. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.12.018>
- Heikkilä, J., Rissanen, J., & Ali-Vehmas, T. (2023). Cooperation, standardization and general purpose technologies: A Framework and an application. *Telecommunications Policy*, 47(4), 102488. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102488>
- Horowitz, M. C., Allen, G. C., Kania, E. B., & Scharre, P. (2018). Strategic competition in an era of artificial intelligence. Center for a New American Security.
- Jovanovic, B., & Rousseau, P. (2005). General Purpose Technologies. <https://doi.org/10.3386/w11093>
- Keswani, B., Mohapatra, A. G., Mohanty, A., Khanna, A., Rodrigues, J. J., Gupta, D., & de Albuquerque, V. H. (2018). Adapting weather conditions—based IOT enabled smart irrigation technique in precision agriculture mechanisms. *Neural Computing and Applications*, 31(S1), 277–292. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-3737-1>
- Litskevich, V. (2022, October 24). How much does artificial intelligence (AI) cost in 2020?. Azati. <https://azati.ai/how-much-does-it-cost-to-utilize-machine-learning-artificial-intelligence/>
- Lu, Y. (2019). Artificial Intelligence: A survey on evolution, models, applications and future trends. *Journal of Management Analytics*, 6(1), 1–29. <https://doi.org/10.1080/23270012.2019.1570365>
- Mecalux. (n.d.). Shuttle sistemi. Mecalux, skladiščne rešitve. <https://www.mecalux.si/avtomatizirana-skladisca/avtomatsko-skladisce-zabojev/shuttle-sistemi>

- Mercedes-Benz Group. (2016, September 7). Van for a highly efficient logistics concept: The Mercedes-Benz Vision Van. <https://group.mercedes-benz.com/innovation/specials/vision-van/en/>
- Monteiro, J., & Barata, J. (2021). Artificial Intelligence in Extended Agri-Food Supply Chain: A Short Review Based on Bibliometric Analysis. *Procedia Computer Science*, 192, 3020–3029. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.074>
- Nezamova, O. A., & Olentsova, J. A. (2022). The main trends of digitalization in agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 981(3), 032018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/3/032018>
- OpenAI. (2023). ChatGPT (Aug 3 version) [Large language model]. <https://chat.openai.com>
- Pandey, S. (2023, August 1). Pros & Cons Of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). 91Wheels. <https://www.91wheels.com/buyers-guide/pros-cons-of-advanced-driver-assistance-systems-adas>
- Pilarski, T., Happold, M., Pangels, H., Ollis, M., Fitzpatrick, K., & Stentz, A. (2002). The Demeter System for Automated Harvesting. *Autonomous Robots*, 13(1), 9–20. <https://doi.org/10.1023/a:1015622020131>
- Poljoprivredni fakultet Beograd. (2021, March 12). INBIN: Šta je to pametna poljoprivreda?. Poljoprivredni fakultet Univerzitet u Beogradu. <https://poljoprivrednifakultet.rs/inbin-sta-je-to-pametna-poljoprivreda/>
- Remondino, M., & Zanin, A. (2022). Logistics and Agri-Food: Digitization to increase competitive advantage and sustainability. *literature Review and the case of Italy. Sustainability*, 14(2), 787. <https://doi.org/10.3390/su14020787>
- Ramin Shamshiri, R., Weltzien, C., A. Hameed, I., J. Yule, I., E. Grift, T., K. Balasundram, S., Pitonakova, L., Ahmad, D., & Chowdhary, G. (2018). Research and development in Agricultural Robotics: A perspective of digital farming. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(4), 1–11. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181104.4278>
- Remondino, M., & Zanin, A. (2022). Logistics and Agri-Food: Digitization to increase competitive advantage and sustainability. *literature Review and the case of Italy. Sustainability*, 14(2), 787. <https://doi.org/10.3390/su14020787>
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Ruiz-Real, J. L., Uribe-Toril, J., Torres Arriaza, J. A., & de Pablo Valenciano, J. (2020). A look at the past, present and future research trends of Artificial Intelligence in agriculture. *Agronomy*, 10(11), 1839. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111839>
- Sheikh, H., Prins, C., & Schrijvers, E. (2023). *Mission AI the new system technology*. Springer International Publishing.
- Slavkova, O., & Solovey, M. (2016). The role of logistics in agricultural development in Ukraine. *Ekonomika i Organizacija Logistyki*, 1(2), 67–77. <https://doi.org/10.22630/eiol.2016.1.2.17>
- Stenmarck, Å., Jensen, C., Quedsted, T., & Moates, G. (2016, March 31). Estimates of European Food Waste Levels Final Report 210316 - EU fusions. EU Fusions. <http://eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf>
- Subeesh, A., & Mehta, C. R. (2021). Automation and digitization of agriculture using Artificial Intelligence and internet of things. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 5, 278–291. <https://doi.org/10.1016/j.aaia.2021.11.004>
- Taneja, A., Nair, G., Joshi, M., Sharma, S., Sharma, S., Jambrik, A. R., Roselló-Soto, E., Barba, F. J., Castagnini, J. M., Leksawasdi, N., & Phimolsiripol, Y. (2023). Artificial Intelligence: Implications for the Agri-Food Sector. *Agronomy*, 13(5), 1397. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051397>
- Wajszczuk, K. (2016). The role and importance of logistics in agri-food supply chains: An overview of empirical findings. *Logistics and Transport*, 30(2), 47-56.

- Wang, K. (2016). Logistics 4.0 solution-new challenges and opportunities. *Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation*.  
<https://doi.org/10.2991/iwama-16.2016.13>
- Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on Artificial Intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224.  
<https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>
- Zhang, Y. (2019). The application of Artificial Intelligence in Logistics and express delivery. *Journal of Physics: Conference Series*, 1325(1), 012085. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1325/1/012085>