

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**ANALIZA MOŽNOSTI UVEDBE PAMETNIH REŠITEV ZA
OPTIMIZACIJO REJE KRAV NA IZBRANI KMETIJI**

Ljubljana, december 2024

NIKA BARTELJ

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Nika Bartelj, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtorica predloženega dela z naslovom Analiza možnosti uvedbe pametnih rešitev za optimizacijo reje krav na izbrani kmetiji, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem izr. prof. dr. Antonom Manfredo

IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravila samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označila;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi;
11. da sem preverila verodostojnost informacij, ki izhajajo iz zapisov na podlagi uporabe orodij umetne inteligence.

V Ljubljani, dne 28. 02. 2025

Podpis študentke: 

KAZALO

1	UVOD	1
2	POMEN KMETIJSTVA V SODOBNI DRUŽBI.....	3
2.1	Družbeni vidik kmetovanja v sodobni družbi.....	3
2.2	Ohranjanje biotske raznovrstnosti.....	4
2.3	Kmetijstvo kot skrbnik krajine	5
2.4	Kmetijstvo kot vir inovacij.....	6
2.5	Vloga kmetijstva pri oblikovanju podeželskih skupnosti in kulturne dediščine	7
2.6	Ekonomska vloga kmetijstva v gospodarstvu	8
2.7	Okoljski vpliv kmetijstva in trajnostni razvoj	11
2.8	Podnebne spremembe in njihov vpliv na kmetijstvo	12
2.8.1	Rastoče potrebe po hrani in globalni izzivi	13
2.8.2	Gospodarski izzivi in rast cen v kmetijstvu	13
2.9	Izzivi slovenskega kmetijstva	13
3	DIGITALIZACIJA IN PRIHODNOST KMETIJSTVA	14
3.1	Opredelitev pametnega kmetijstva.....	14
3.2	Kmetijstvo 4.0 in digitalna revolucija	15
3.2.1	Pametne tehnologije za zbiranje in analizo podatkov	16
3.2.2	Avtomatizacija in podporni sistem za odločanje v kmetijstvu	16
3.3	Ključni dejavniki za optimizacijo prireje mleka.....	17
3.3.1	Vloga genetike v prireji mleka	17
3.3.2	Pomen ustrezne prehrane za krave molznice.....	18
3.3.3	Tehnološke inovacije v prireji mleka	19
3.3.4	Pomen dobrega počutja živali za doseganje boljših rezultatov	19
3.3.5	Vpliv vročinskega stresa na krave	20
3.3.6	Pomen prezračevanja	20
3.4	Sodobne tehnologije za optimizacijo dobrobiti krav in trajnostno kmetovanje	21
3.4.1	Avtomatizacija molže z roboti.....	23
3.4.2	Nosljivi biosenzorji za spremljanje zdravja živali.....	25
3.4.3	Avtonomni roboti v kmetijstvu.....	27

3.4.4	Tehnološke rešitve za prezračevanje, osvetlitev in pršenje.....	29
3.4.5	Robotske mešalne prikolice za mešanje in distribucijo krme	30
3.4.6	Internet stvari in veliki podatki v kmetijstvu	31
3.4.7	Tehnologije za zmanjšanje okoljskega vpliva kmetijstva	32
4	STANJE IN IZZIVI IZBRANE KMETIJE	34
4.1	Trenutno stanje na izbrani kmetiji	34
4.2	Glavni izzivi na izbrani kmetiji	35
4.2.1	Zmanjšanje odvisnosti od delovne sile.....	35
4.2.2	Optimizacija prostorskih zmogljivosti za izboljšanje dobrobiti živali	35
4.2.3	Znižanje stroškov krme in veterinarskih storitev s pomočjo pametnih tehnologij.....	36
4.2.4	Uvedba sistemov za prilagoditev podnebnim spremembam in zaščito živali.	36
4.2.5	Natančnejše spremljanje in uporaba podatkov za izboljšanje odločanja	37
5	METODOLOGIJA IN PREDSTAVITEV REZULTATOV	38
5.1	Predstevitev vzorca in vprašalnika	38
5.2	Struktura intervjujev in tematske kategorije	38
5.3	Analiza ključnih tem intervjujev.....	39
5.3.1	Proces tematske analize.....	39
5.3.2	Identifikacija glavnih tem in podtem	40
5.4	Glavni rezultati tematske analize	42
5.4.1	Tehnološki napredek	42
5.4.2	Vpliv tehnologij na zdravje živali	44
5.4.3	Produktivnost in učinkovitost.....	45
5.4.4	Stroški in financiranje	46
5.4.5	Vpliv tehnologij na okolje.....	47
5.4.6	Izzivi pri uvajanju tehnologij	49
5.4.7	Prihodnost pametne živinoreje	50
6	Predlogi rešitev za optimizacijo prireje mleka na izbrani kmetiji	52
6.1	Identifikacija potreb in ciljev za optimizacijo	52
6.2	Predlogi pametnih rešitev	52
6.3	Finančni vidik in možnosti financiranja.....	53
6.4	Ocena izvedljivosti in možnih izzivov	54

6.5	Priporočila za prihodnost.....	54
7	DISKUSIJA.....	55
7.1	Omejitve raziskave.....	56
7.2	Možnost nadaljnjih raziskav	57
8	SKLEP.....	59
	LITERATURA IN VIRI	60
	PRILOGE.....	67

KAZALO TABEL

Tabela 1	Rezultati tematske analize	42
----------	----------------------------------	----

KAZALO SLIK

Slika 1:	Delež kmetij glede na specializacijo v EU	9
Slika 2:	Struktura vrednosti kmetijske proizvodnje v Sloveniji (v %)	10
Slika 3:	Postopek delovanja naprednega sistema	16
Slika 4:	Izgled informacijskega sistema za pametno mlečno rejo	22
Slika 5:	Avtomatski molzni sistem DeLaval	24
Slika 6:	Čistilec rešetk Lely Discovery	27
Slika 7:	Potiskalec hrane k jaslim	28
Slika 8:	Krtača	28
Slika 9:	Sistem ventilatorjev za prezračevanje	30
Slika 10:	Robotska krmilno-mešalna prikolica	31

SEZNAM KRATIC

angl. – angleško

AMS – (angl. Automatic Milking System); avtomatski molzni sistem

CO₂ – ogljikov dioksid

EU – (angl. European Union); Evropska unija

GVŽ – glavna živinorejska vrednost

IoT – (angl. Internet of Things); internet stvari

NH₃ – amonijak

SKP – skupna kmetijska politika

THI – (angl. Temperature-Humidity Index); indeks temperature in vlage

ZDA – Združene države Amerike

1 UVOD

Kmetijstvo je že tisočletja ključna gospodarska panoga, saj zagotavlja osnovne prehranske vire za človeštvo. Vendar se danes sooča z izzivi, kot so naraščajoče prebivalstvo, ki naj bi do leta 2050 doseglo 9,73 milijarde ljudi, ter povečane potrebe po hrani (Mohamed in drugi, 2021). Svetovna proizvodnja hrane bo morala občutno povečati svojo zmogljivost, da bo zadostila tem potrebam.

Hkrati se s povečevanjem prebivalstva povečuje pritisk na omejene naravne vire, kot so voda, rodovitna tla in energija, kar dodatno otežuje podnebne spremembe. Ekstremni vremenski pojavi, kot so suše, poplave in vročinski valovi, vplivajo na produktivnost kmetijstva in zmanjšujejo pridelavo hrane (Costa in drugi, 2020). Poleg tega upada zanimanje za delo v kmetijstvu, kar prispeva k staranju delovne sile in zmanjšanju števila kmetov, kar je opazno tudi v Sloveniji, kjer se število kmetijskih gospodarstev vztrajno zmanjšuje (Kranjc in Mihelin, 2023).

Kmetijstvo ima tudi pomemben vpliv na okolje, saj prispeva med 25 in 45 % svetovnih emisij toplogrednih plinov ter onesnažuje vodo s pesticidi in gnojili (Dayioglu in Turker, 2021). Ti izzivi zahtevajo nove, trajnostne rešitve, ki povečujejo učinkovitost in hkrati zmanjšujejo negativne vplive na okolje.

Da bi kmetijstvo ostalo konkurenčno in trajnostno, je nujno uvesti nove tehnologije, kot so internet stvari (angl. Internet of Things, v nadaljevanju IoT), umetna inteligenca, robotika in analiza velikih podatkov. Te tehnologije omogočajo natančen nadzor in optimizacijo kmetijskih procesov, kar povečuje produktivnost in zmanjšuje vpliv na okolje. Pametno kmetijstvo, ki združuje napredne tehnologije, je ključno za prihodnost. Kmetijstvo prehaja v fazo 4.0, ki temelji na digitalizaciji, avtomatizaciji in uporabi umetne inteligence (Dayioglu in Turker, 2021), kar omogoča natančno spremljanje pridelkov in živali, optimizacijo procesov ter zmanjšanje potrebe po ročnem delu.

V Sloveniji se kmetijstvo sooča z dodatnimi izzivi, saj je približno 75 % kmetijskih zemljišč na območjih z omejenimi naravnimi pogoji (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2022). Kmetije morajo tako prilagajati svoje metode in procese, da bi povečale učinkovitost in zmanjšale okoljski odtis. V okviru tega magistrskega dela je obravnavana srednje velika kmetija, ki se ukvarja s prirajo mleka. Kljub uporabi nekaterih sodobnih tehnologij se kmetija še vedno sooča z omejitvami, kot so naraščajoči stroški, pomanjkanje delovne sile in okoljske zahteve.

Kmetijstvo ima ključno vlogo v sodobni družbi, saj ne zagotavlja le hrane in surovin, temveč tudi ohranja podeželje in vpliva na okoljske in socialne razmere. Vendar se kmetijstvo danes sooča s številnimi izzivi, ki zahtevajo preobrazbo tradicionalnih praks.

Namen magistrskega dela je raziskati možnosti za uvedbo dodatnih pametnih tehnologij, ki bi lahko zmanjšale potrebe po fizičnem delu in prisotnosti na kmetiji. Poseben poudarek bo na tehnologijah, ki izboljšujejo produktivnost živali, zmanjšujejo stroške in zmanjšujejo negativne vplive na okolje.

Raziskava bo analizirala obstoječe rešitve na trgu in ocenila njihovo stroškovno učinkovitost v okviru omejenih finančnih virov kmetij. Osredotočila se bo na iskanje teh rešitev in preučila njihov potencial za optimizacijo delovanja kmetij ob upoštevanju finančnih omejitev.

Cilji magistrskega dela so:

1. Preučiti, kako lahko pametne tehnologije izboljšajo produktivnost in dobrobit živali.
2. Oceniti, katere pametne tehnologije so najbolj primerne za optimizacijo delovanja kmetije.
3. Analizirati stroškovno učinkovitost uvedbe pametnih tehnologij.
4. Predlagati rešitve za povečanje produktivnosti, zmanjšanje stroškov in izboljšanje dobrobiti živali.

Teoretični del temelji na pregledu domače in tuje literature o pametnem kmetijstvu, ki vključuje tehnologije, kot so senzorji, kamere, robotika ter sistemi za podporo odločanju. Obravnavane so ključne tehnologije, kot so robotska molža, nosljivi biosenzorski sistemi, avtomatizirani sistemi za krmljenje, prezračevanje in pršenje, ki pomembno vplivajo na produktivnost in dobrobit živali. Poleg tega je preučeno, kako lahko te tehnologije prispevajo k zmanjšanju okoljskega odtisa kmetij in kako jih je mogoče prilagoditi slovenskim zakonodajnim in okoljskim omejitvam.

Empirični del raziskave temelji na ogledu izbrane kmetije in pogovorih z njenim lastnikom, kar je omogočilo identificirati trenutne izzive, kot so omejene kapacitete, naraščajoči stroški in okoljske zahteve. Na podlagi teh ugotovitev so bili izvedeni intervjuji s strokovnjaki, da smo pridobili dodatna strokovna mnenja o možnostih uvedbe pametnih tehnologij.

Magistrsko delo je sestavljeno iz sedmih poglavij. V uvodu obravnavam izzive sodobnega kmetijstva, med katere spadajo naraščajoče potrebe po hrani, okoljski vplivi in pomanjkanje naravnih virov. Opredelim raziskovalne cilje in metode, s katerimi raziskujem možnosti za uvedbo pametnih tehnologij za optimizacijo reje krav. V prvem poglavju predstavim pomen kmetijstva v sodobni družbi, pri čemer poudarim njegovo družbeno, okoljsko in ekonomsko vlogo, hkrati pa izpostavim tudi izzive, kot so ohranjanje biotske raznovrstnosti, vpliv na podeželske skupnosti ter ekonomski učinki podnebnih sprememb in trajnostnega razvoja.

Drugo poglavje obravnava digitalizacijo in prihodnost kmetijstva, kjer preučujem koncept pametnega kmetijstva oziroma Kmetijstva 4.0. Osredotočam se na napredne digitalne tehnologije. To so IoT, umetna inteligenca in avtomatizacija, ki omogočajo optimizacijo

mlečne prireje in izboljšanje dobrega počutja živali. Nato v četrtem poglavju predstavim izzive in priložnosti na izbrani kmetiji, vključno z zmanjšanjem odvisnosti od delovne sile, znižanjem stroškov in prilagoditvijo podnebnim spremembam. Metodološki del pojasnjuje analizo podatkov, pridobljenih z intervjuji, in poudarja ključne izzive ter koristi uvajanja pametnih tehnologij ter predstavitev rezultatov tematske analize.

V petem poglavju opišem konkretne predloge pametnih rešitev za optimizacijo reje, oceno stroškov uvedbe novih sistemov in izvedljivost predlaganih rešitev. Šesto poglavje razpravlja o rezultatih v širšem kontekstu trajnostnega razvoja kmetijstva ter izpostavi omejitve raziskave in možne usmeritve za prihodnje raziskave. Zaključek povzame glavne ugotovitve raziskave in potrdi potencial pametnih tehnologij za učinkovito in trajnostno pridelavo mleka.

2 POMEN KMETIJSTVA V SODOBNI DRUŽBI

Kmetijstvo v sodobni družbi se nanaša na celovit sistem pridelave hrane in surovin, ki zagotavlja preživetje in gospodarski razvoj človeštva, hkrati pa vpliva na ohranjanje podeželskih skupnosti, trajnostni razvoj in kulturno dediščino. Kmetijstvo (brez datuma) je v Slovarju slovenskega knjižnega jezika definirano kot gospodarska dejavnost, ki se ukvarja s poljedelstvom, živinorejo ali sadjarstvom. Spada v primarni sektor gospodarstva in je ena izmed ključnih panog, saj je proizvodnja hrane nujna za preživetje človeštva (Khelifi in drugi, 2014).

Danes svetovna populacija presega že 8 milijarde ljudi, kar je trikrat več kot v sredini 20. stoletja, ko je živel približno 2,5 milijard ljudi. Pričakuje pa se, da bo svetovno prebivalstvo do leta 2050 narastlo na 9,7 milijarde (UN, brez datuma). Taka rast pa posledično zahteva veliko več hrane za ljudi, ki jo bo potrebno zagotoviti, da lahko to prebivalstvo preživi.

S podobnim problemom pa smo se srečali že v zgodovini, ko zaradi naraščanja števila prebivalstva ni bilo dovolj kmetijskih zemljišč, da bi lahko proizvedli zadostne količine hrane za vse. Ta problem se je razrešil z začetkom industrijske revolucije, ko so kmetje s pomočjo uporabe kmetijske mehanizacije, kemičnih sredstev in razvojem novih, bolj donosnih sort na enako velikih površinah proizvedli več (Serša in drugi, 2015).

2.1 Družbeni vidik kmetovanja v sodobni družbi

Kmetijstvo je od nekdaj imelo pomembno vlogo v družbi. Ta pogled se je v zadnjih nekaj letih spremenil. Danes kmetijstvo pogosto podcenjuje in prezira njegov širši pomen, saj ne zavzema samo pridelovanja hrane, temveč vključuje tudi soustvarjanje kulturne krajine, ohranjanje vrednot in identitete naroda (Komisija za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2023). Kmet igra glavno vlogo pridelovalca hrane, hkrati pa ima tudi pomembno vlogo pri

ohranjanju kulture in podeželske skupnosti, zato je potrebna celostna obravnava tega področja.

Prehranska varnost pomeni, da imajo ljudje v vsakem trenutku fizični, socialni in ekonomski dostop do zadostne količine varne in hranljive hrane, ki ustreza njihovim prehranskim potrebam in preferencam za aktivno in zdravo življenje. Globalna trgovina s hrano lahko ogrozi prehransko varnost, zato moramo podpirati lokalne ponudnike hrane. Države, ki so odvisne od uvoza hrane, so ranljive, zato lahko pride do motenj v dobavi, kot je primer vojne med Rusijo in Ukrajino. Izvozne države s tem izgubijo prehransko suverenost, ker pridelujejo hrano za tuje trge in sledijo globalnim standardom, ki pogosto izključujejo male kmete. Da bi preprečili prehransko negotovost, je potrebno skrbno upravljati odvisnost od nestanovitnih globalnih trgov in cen hrane (Deutsch in drugi, 2023).

Največja grožnja slovenskega kmetijstva, ki ogroža obstoj in razvoj Slovenije ter slovenskega naroda, predstavlja pomanjkanje mladih. S tem pa so povezani tudi kulturni vzorci, ki slabijo trdno družino, tradicijo, narodni ponos, zvestobo, ljubezen do zemlje in rodbinskih korenin (Komisija za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2023).

Izobrazbena raven na slovenskih kmetijskih gospodarstvih je precej nizka. Po podatkih popisa iz leta 2020 je bilo v Sloveniji kar 51,8 % kmetov, ki je imelo le praktične izkušnje brez formalne kmetijske izobrazbe. Delež se je v zadnjih letih zelo zmanjšal, saj je na popisu leta 2000 bilo kar 85 % takih. Delež gospodarjev z osnovno in popolno kmetijsko izobrazbo v Sloveniji je nad povprečjem držav EU-28, vendar še vedno precej zaostajamo za najbolj razvitimi evropskimi državami (Bedrač, 2022).

2.2 Ohranjanje biotske raznovrstnosti

Kmetijstvo je tesno povezano z ohranjanjem biotske raznovrstnosti. Po eni strani lahko intenzivne kmetijske prakse, kot so monokulture, pretirana uporaba pesticidov in umetnih gnojil, povzročijo resne izgube biotske raznovrstnosti. Po drugi strani pa trajnostno kmetovanje in inovativne prakse, kot so agrozozdarstvo in ekološko kmetovanje, igrajo pomembno vlogo pri ohranjanju in izboljšanju biotske raznovrstnosti (Carvalho in drugi, 2010).

Poleg tega kmetijske prakse, kot na primer ekološko kmetovanje, prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti z zmanjšanjem uporabe kemičnih vhodov, med katerimi so pesticidi in umetna gnojila. To zmanjšuje negativne vplive na žuželke, mikroorganizme in druge prostoživeče vrste, ki imajo pomembno vlogo pri ekosistemskih funkcijah, kot sta opraševanje in razgradnja organske snovi (Nair in drugi, 2017). Ekološko kmetovanje prav tako podpira gojenje več različnih vrst poljščin na istem območju, kar povečuje odpornost sistema na podnebne spremembe in bolezni.

Povečanje biotske raznovrstnosti v kmetijskih ekosistemih je pomembno tudi zaradi zagotavljanja ekosistemskih storitev, kot so opraševanje, rodovitnost tal, zadrževanje vode in odpornost proti škodljivcem. Študije so pokazale, da so kmetijske prakse, ki podpirajo večjo biotsko raznovrstnost, bolj odporne na podnebne spremembe in imajo boljšo dolgoročno produktivnost (Carvalho in drugi., 2010). Kmetijske politike bi se morale zato osredotočiti na spodbujanje praks, ki ohranjajo ali celo povečujejo biotsko raznovrstnost. S pravilno zasnovanimi spodbudami in podporo lahko kmetje sprejmejo trajnostne prakse, ki ne bodo samo ohranile produktivnosti kmetijskih zemljišč, temveč bodo prispevale tudi k ohranjanju naravnih habitatov in vrst (Scherr in McNeely, 2008).

2.3 Kmetijstvo kot skrbnik krajine

Kmetijstvo kot skrbnik krajine ima globalni pomen, saj ohranja naravne habitate, podpira biotsko raznovrstnost in izboljšuje ekosistemske storitve, kot so zadrževanje vode, preprečevanje erozije in ohranjanje rodovitnosti tal. Kmetje so pomembni varuhi krajinskih ekosistemov, zlasti tam, kjer se izvajajo trajnostne oblike kmetovanja, na primer ekološko kmetijstvo, rotacija poljščin, agrogozdarstvo in trajnostna živinoreja. Preko trajnostnih praks se ohranja tako kulturna kot naravna dediščina. Slovenske kulturne krajine, terasasti vinogradi, travniki in pašniki, so pomemben del naravne dediščine, ki jo kmetje ohranjajo z dolgotrajnimi praksami kmetovanja. Slovenija ima zaradi svoje raznolikosti tal in pokrajin visoko stopnjo biotske raznovrstnosti, ki jo je treba varovati tudi skozi kmetijstvo.

V okviru agri-okoljskih ukrepov, ki jih podpira Evropska unija, se slovenske kmete spodbuja k uvajanju praks, kot so ekološko kmetijstvo, ohranitveno obdelovanje tal in trajnostno upravljanje pašnikov. To ne prispeva le k ohranjanju biotske raznovrstnosti, temveč tudi k preprečevanju degradacije tal in zmanjšanju erozije, kar izboljšuje rodovitnost tal in varuje krajinske ekosisteme (Cankar, 2015). Pomembno je tudi, da se ohranjajo kakovostna kmetijska zemljišča, saj ta omogočajo dolgoročno vzdržnost kmetijske pridelave. Slovenija si je zadala cilj povečati delež ekološko obdelanih zemljišč do leta 2027 na 18 % (Šifkovič, 2022).

Skupna kmetijska politika (v nadaljevanju SKP) Evropske unije, oblikovana leta 1962, je ključni mehanizem za podporo kmetijstvu v Evropski uniji (v nadaljevanju EU), financirana iz proračuna EU preko Evropskega kmetijskega jamstvenega sklada in Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja. Glavni cilji SKP vključujejo podporo kmetom, izboljšanje produktivnosti kmetijstva, stabilno oskrbo s hrano po dostopnih cenah, boj proti podnebnim spremembam in trajnostno upravljanje naravnih virov ter ohranjanje podeželskih območij. V obdobju 2023–2027 je SKP usmerjena v cilje evropskega zelenega dogovora, strategije »od vil do vilic« in strategije za biotsko raznovrstnost, kar vključuje dohodkovno podporo, tržne ukrepe in razvoj podeželja (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2022).

Slovenija izvaja SKP z nacionalnimi prilagoditvami. Za obdobje 2023–2027 je strateški načrt predvidel 1,8 milijarde EUR sredstev, namenjenih povečanju konkurenčnosti, odpornosti kmetij in pravičnejši finančni podpori. Pomemben delež sredstev je usmerjen v okoljske in podnebne ukrepe ter podporo kmetijam na gorskih območjih. Podpora obsega enotna plačila na hektar, usmerjanje sredstev v manjše kmetije ter spodbude za ekološko kmetovanje in dobrobit živali. Dodatno so načrtovani ukrepi za izmenjavo znanja, digitalizacijo in trajnostne prakse (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2022).

Poleg SKP Slovenija izvaja nacionalne ukrepe, kot so sofinanciranje zavarovalnih premij za zaščito pred naravnimi pojavi, podpora za izobraževanje, raziskave in nadzor kakovosti ter pomoč ob nepredvidljivih dogodkih, kamor spadajo naravne nesreče in gospodarske krize. V letu 2023 so bila izplačana izredna sredstva za blažitev dohodkovnih izgub zaradi suše in poplav (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2022).

Hkrati pa kmetijstvo ohranja kulturne krajine, ki so ključne za ohranjanje naravne dediščine. To vključuje trajnostno upravljanje pašnikov in gozdov, ki ne zagotavljajo le hrane in krme za živali, temveč tudi ščitijo tla in omogočajo zadrževanje vode v tleh, kar je pomembno tudi glede podnebnih sprememb. Sodelovanje kmetov v programih za varovanje krajine in ohranjanje naravnih habitatov je zato ključnega pomena za ohranjanje krajinske raznolikosti in preprečevanje zaraščanja podeželskih območij (Šifkovič, 2022).

V Sloveniji je še posebej pomembno varovanje travnišč in pašnikov, saj ta območja podpirajo velik delež biotske raznovrstnosti. Zakonodaja, kot je Zakon o kmetijskih zemljiščih, postavlja stroge zahteve glede varstva kmetijskih zemljišč, ki so strateškega pomena za ohranjanje in razvoj podeželja ter pridelave hrane. Poleg tega so kmetje vključevali naravovarstvene ukrepe v svoja vsakodnevna dela, kar je pomemben korak za uskladitev kmetijstva in ohranjanja narave (Šifkovič, 2022).

2.4 Kmetijstvo kot vir inovacij

Kmetijstvo je v zadnjih desetletjih postalo eno izmed vodilnih področij za tehnološke inovacije, ki izboljšujejo produktivnost, zmanjšujejo vpliv na okolje in omogočajo bolj trajnostno uporabo virov. Napredek na področju digitalizacije, uporabe pametnih tehnologij in genske tehnologije je spremenil način, kako kmetje obdelujejo zemljo in skrbijo za živino, kar vodi k bolj učinkovitemu in trajnostnemu kmetovanju. Poleg tega inovacije v živinoreji in poljedelstvu prispevajo k izboljšanju prehranske varnosti ter zmanjševanju ogljičnega odtisa kmetijskih praks.

Pametno kmetijstvo (angl. smart farming) je ena izmed pomembnih inovacij, ki vključuje uporabo tehnologij, kot so droni, GPS in senzorski sistemi, ki omogočajo boljši vpogled v stanje polj. Na podlagi podatkov o tleh, vlagi in hranilih lahko kmetje optimizirajo uporabo gnojil in vode, kar povečuje pridelke in zmanjšuje negativne vplive na okolje (Chung in drugi, 2023). Poleg tega ta pristop zmanjšuje stroške in povečuje konkurenčnost, še posebej

na večjih kmetijah, kjer je avtomatizacija ključnega pomena za obvladovanje velikih površin (Vecchio in drugi, 2022).

V živinoreji je natančno upravljanje z živino ena izmed najhitreje razvijajočih se inovacij. Nosljivi senzorji, avtomatizirani hranilni sistemi in tehnologije za spremljanje zdravstvenega stanja živine omogočajo boljše spremljanje vedenja in zdravja živali v realnem času. Kmetje lahko preko teh tehnologij hitro zaznajo zdravstvene težave in optimizirajo prehrano živali, kar zmanjšuje stroške veterinarskih storitev in povečuje dobrobit živali. Umetna inteligenca in senzorske tehnologije tako postajajo bistvene za izboljšanje dobrobiti živali in zmanjšanje vpliva živinoreje na okolje (Neethirajan, 2020).

2.5 Vloga kmetijstva pri oblikovanju podeželskih skupnosti in kulturne dediščine

Kmetijstvo igra ključno vlogo pri oblikovanju in ohranjanju podeželskih skupnosti, saj ni le glavni vir dohodka na podeželju, ampak tudi središče socialne in kulturne dinamike. Podeželske skupnosti so tesno povezane s kmetijskimi dejavnostmi, saj te ne zagotavljajo le hrane, temveč tudi oblikujejo identiteto, tradicijo in družbeno kohezijo. Na mnogih podeželskih območjih po svetu, vključno s Slovenijo, so kmetje aktivni člani svojih lokalnih skupnosti, kjer prispevajo k razvoju socialnih mrež, kulturnih dejavnosti in ohranjanju kulturne dediščine.

Kmetijstvo, zlasti poljedelstvo in živinoreja, oblikuje način življenja na podeželju. Kmetje pogosto sodelujejo v lokalnih organizacijah, kot so zadruge, gasilska društva in lokalne iniciative, kar povečuje občutek pripadnosti skupnosti. Te organizacije ne prispevajo le k gospodarskemu razvoju, ampak tudi k oblikovanju močnih socialnih mrež, ki so temelj podeželske družbe (Radel, 2018). Poleg tega je kmetijstvo tesno povezano z medgeneracijskim prenosom znanja, saj se kmetijske veščine in prakse prenašajo iz roda v rod. Ta prenos znanja pomaga ohranяти tradicionalne prakse in zagotavlja kontinuiteto v življenju podeželskih skupnosti.

V Sloveniji je oblikovanje podeželskih skupnosti močno povezano z družinskimi kmetijami, ki so zgodovinsko središče tako socialnega kot gospodarskega življenja na podeželju. Družinske kmetije ohranjajo tradicionalne kmetijske prakse, poleg tega pa igrajo tudi pomembno vlogo pri ohranjanju kulturne dediščine in običajev, kot so lokalna praznovanja in običaji, povezani s kmečkim življenjem (Cankar, 2015). Kmetijstvo tako podpira ne le ekonomsko vzdržnost, ampak tudi krepi socialne vezi in ohranja tradicionalne vrednote.

Podeželske skupnosti so tesno prepletene z bogato kulturno dediščino, ki jo oblikuje kmetovanje. Kmetijske prakse, kot so košnja, žetev in spravilo sena, so del tradicionalnih običajev, ki jih pogosto spremljajo lokalna praznovanja in festivali. Takšni dogodki so pomemben del kulturne identitete in omogočajo prenašanje običajev na mlajše generacije. Kmetijstvo je torej ključni steber kulturne dediščine in identitete podeželskih območij (Radel, 2018).

V Sloveniji so lokalna praznovanja, kot so setveni in žetveni običaji, močno povezani s kmetijskimi praksami. Takšni dogodki in kozolec, kot simbol slovenskega podeželja, so postali kulturni simboli, ki povezujejo preteklost s sedanjostjo in krepijo občutek pripadnosti lokalnim skupnostim (Cankar, 2015). Ohranjanje teh praks skozi generacije prispeva k vzdrževanju lokalne kulturne identitete in bogatiti podeželska življenja.

Vendar pa se podeželske skupnosti soočajo z velikimi izzivi, zlasti zaradi odseljevanja mladih v mesta, kar vpliva na staranje prebivalstva na podeželju in zmanjšanje delovne sile za kmetijske dejavnosti. Po podatkih Statističnega urada RS se v Sloveniji vse več mladih seli v urbana središča, kar negativno vpliva na vitalnost podeželskih skupnosti in ohranjanje kmetijskih praks (Šifkovič, 2022).

Urbanizacija povzroča tudi pritisk na zemljišča, saj se kmetijska zemljišča pogosto preusmerijo v gradbene namene, kar povzroča dodatno fragmentacijo kmetij. Kljub tem izzivom pa kmetijstvo ostaja ključno za razvoj in ohranjanje podeželskih skupnosti. Potrebni so ukrepi – spodbude za mlade kmete, zaščita kmetijskih zemljišč in podpora lokalnim iniciativam – da bi se zagotovilo dolgoročno ohranjanje kmetijstva in s tem vitalnosti podeželskih območij (Cankar, 2015).

Kmetijstvo ne vpliva samo na okoljske in socialne vidike, ampak je tudi pomemben ekonomski dejavnik, ki prispeva k gospodarskemu razvoju in stabilnosti podeželskih območij.

2.6 Ekonomska vloga kmetijstva v gospodarstvu

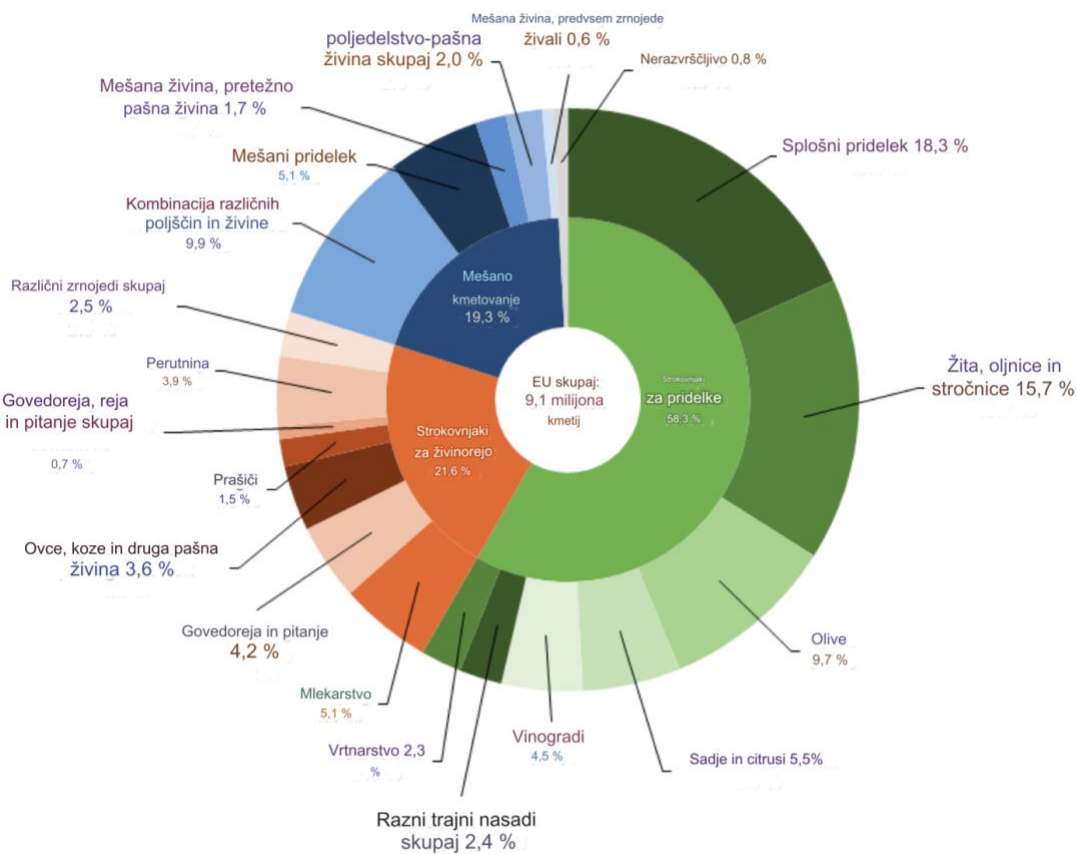
V letu 2020 je bilo v EU prijavljenih 9,1 milijona kmetijskih gospodarstev, od tega jih je večina družinskih kmetij, kjer je domača delovna sila ključna (Eurostat 2022). Večina teh gospodarstev je manjših od 5 hektarjev, kar ustvarja edinstvene izzive za povečanje produktivnosti in uporabo pametnih rešitev. Podobne izzive najdemo tudi v Sloveniji, kjer je povprečna velikost kmetij prav tako majhna, kmetijstvo pa se spopada z omejitvami naravnih pogojev in staranjem delovne sile.

Kmetije v EU se po velikosti in proizvodnji razlikujejo, pri čemer so v letu 2020 delno samooskrbne kmetije predstavljale največji delež. Kljub temu so kmetije z večjo proizvodnjo, ki presegajo 250.000 EUR letno, pomemben prispevek k skupni kmetijski proizvodnji (Eurostat 2022). Podobno je tudi v Sloveniji, kjer večina kmetij spada med majhne in srednje velike kmetije.

Kmetije razvrščamo tudi glede na specializacijo (posamezna dejavnost mora zagotavljati vsaj dve tretjini obsega proizvodnje). Nekatere kmetije so specializirane za pridelavo poljščin (tukaj se upoštevajo tudi trajni nasadi in vrtnarstva), druge pa so specializirane za živinorejo in živalske proizvode. V EU bi lahko v letu 2020 kar 58,3 % kmetij klasificirali kot

specializirane za poljedelstvo, 21,6 % je bilo živinorejskih kmetij, kar lahko vidimo na sliki 1. Preostanek pa so predstavljale mešane kmetije (Eurostat, 2022).

Slika 1: Delež kmetij glede na specializacijo v EU



Vir: Eurostat (2022).

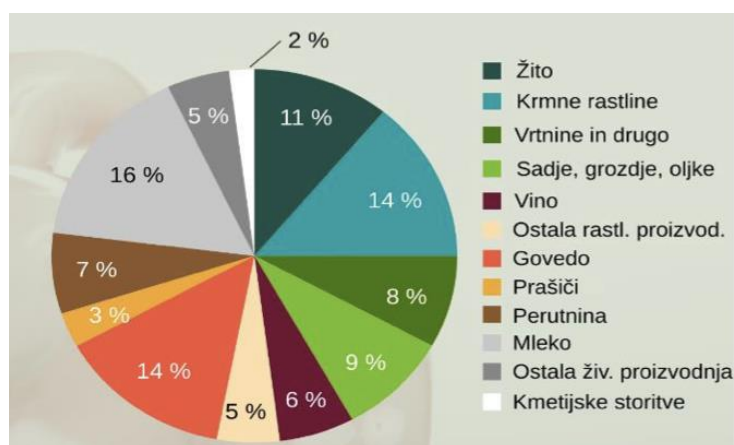
Kmetije pa so v letu 2020 upravljale s skoraj polovico celotne površine EU (46,4 %; kjer so vključena kmetijska in gozdna zemljišča). Število kmetij že dalj časa upada, v obdobju med letoma 2005 in 2020 naj bi se zmanjšalo za kar 37 %, velika večina teh so bile majhne kmetije (pod 5ha) (Eurostat, 2024a).

V letu 2022 je bilo v kmetijstvu zaposlenih 8,7 milijona ljudi, vendar je le 12 % kmetov mlajših od 40 let (Eurostat, 2024a). EU-27 je leta 2023 proizvedla največ mleka na svetu – 143 milijonov ton – sledile so Združene države Amerike (v nadaljevanju ZDA) s 104,1 milijona ton in Indija z 99,5 milijona ton (Statista, 2023). Največ mleka v EU proizvedejo Nemčija, Francija, Poljska, Nizozemska, Italija in Irska, ki skupaj predstavljajo 70 % celotne proizvodnje. Število krav molznic se zmanjšuje, a povprečna proizvodnja mleka na žival raste. V letu 2022 je vsaka krava molznica povprečno proizvedla 7653 kg mleka (Eurostat, 2024b).

V Sloveniji kmetijstvo, gozdarstvo, lovstvo in ribolov prispevajo 2 % k dodani vrednosti in 6,3 % k zaposlenosti. Leta 2022 je domača proizvodnja zadostovala potrebam po mleku, govejem in perutninskem mesu (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2024).

Popis kmetijstev 2020 je pokazal 68.331 kmetijskih gospodarstev, od tega jih 38 % obdeluje manj kot 3 ha, 55 % med 3 in 20 ha ter 6 % več kot 20 ha (Krajnc in Šuštar, 2021). Skupno je bilo obdelovanih 474.633 ha kmetijskih zemljišč, pri čemer je 76 % območij z omejenimi možnostmi (večinoma gorska območja). Povprečno gospodarstvo ima 6 glav velike živine in 7 ha površin. Vrednost celotne kmetijske proizvodnje v letu 2023 je znašala 1.581 milijonov EUR. Največji delež proizvodnje so predstavljali mleko (16 %), krmne rastline in govedo (14 %) ter žito (11 %), kar je razvidno iz slike 2 (Bedrač in drugi, 2023b).

Slika 2: Struktura vrednosti kmetijske proizvodnje v Sloveniji (v %)



Vir: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (2024).

Konec leta 2022 je bilo v Sloveniji registriranih 27.110 kmetij, ki so se ukvarjale z živinorejo, s skupno 448.754 aktivnimi živalmi, kar pomeni povprečno 16,6 glav živine na gospodarstvo. Z rejo krav se je ukvarjalo 19.830 kmetij s 154.673 kravami. S tržno prirejo mleka 4.994 kmetij, pri čemer je 38 % redilo manj kot 9 molznic, 32 % med 10 in 19, 29 % med 20 in 49, 6 % med 50 in 100, le 0,84 % pa več kot 100 molznic (Jeretina in drugi, 2023).

Povprečna doba med telitvama je trajala 418 dni, s poporodnim premorom 136 dni. Krave so v standardni laktaciji proizvedle povprečno 7.381 kg mleka s 4,03 % maščobe in 3,36 % beljakovin, kar je bilo 89 kg več kot v letu 2021. Kontrolirane črno-bele krave so proizvedle povprečno 8.656 kg mleka, kar je 111 kg več kot leto prej (Jeretina in drugi, 2023).

Kmetijstvo je ključno za lokalne ekonomije, zlasti na podeželju, kjer ustvarja delovna mesta in spodbuja prehransko varnost. Trajnostne oblike, kot so ekološko kmetijstvo, zmanjšujejo odvisnost od globalnih trgov in podpirajo samooskrbo. Manjše kmetije prispevajo k lokalni ekonomiji in ohranjajo delovna mesta, podprte pa so s pomočjo evropskih in državnih skladov.

Lokalne tržnice in kratke dobavne verige krepijo povezanost skupnosti, saj omogočajo neposredno prodajo izdelkov, kar koristi tako kmetom kot potrošnikom. To spodbuja trajnostne modele, povečuje dobiček kmetov in krepi lokalno prehransko suverenost, kar zmanjšuje odvisnost od svetovnih cen. Kmetijstvo tako prispeva k stabilnosti in gospodarski odpornosti podeželja (Scherr in McNeely, 2008).

Kmetijske prakse podpirajo tudi kulturno dediščino, kot so pridelava oljk, vinogradništvo in živinoreja, kar krepi identiteto območij in ustvarja turistične priložnosti. Pašni sistemi in intenzivna živinoreja so pomembni za lokalno gospodarstvo, saj povezujejo poljedelstvo in živinorejo ter krepijo lokalne ekonomske povezave (Cankar, 2015).

Podpora trajnostnim praksam s strani nacionalnih in evropskih politik ter programov za kratke dobavne verige omogoča kmetom prispevek k dolgoročni stabilnosti podeželskih skupnosti ob hkratnem varovanju naravnih virov.

2.7 Okoljski vpliv kmetijstva in trajnostni razvoj

Kmetijstvo ima velik vpliv na okolje in spada med največje onesnaževalce, predvsem zaradi izpustov toplogrednih plinov. V letu 2020 je kmetijstvo proizvedlo 5,8 milijarde ton toplogrednih plinov, kar ga uvršča na 4. mesto med panogami (Ritchie in drugi, 2020). Intenzivno in specializirano kmetijstvo povzroča onesnaževanje zraka, tal in vodnih virov ter nastajanje odpadkov.

Kmetijstvo je glavni vir metana (CH_4), ki nastaja pri prebavi živine in skladiščenju gnoja, pri čemer govedoreja prispeva 90 % emisij. Pomemben vir je tudi didušikov oksid (N_2O), ki nastaja pri uporabi živinskih in mineralnih gnojil. Med letoma 1986 in 2019 so se emisije metana zmanjšale za 10 %, didušikovega oksida pa za 9 %, kar je posledica izboljšanih praks v živinoreji in prireji mleka (Jeretina in drugi, 2023). Kmetijstvo prispeva tudi k izpustom amonijaka, ki škoduje zdravju, povzroča bolezni dihal, škoduje ekosistemom in zmanjšuje biotsko pestrost. Leta 2021 je kmetijstvo prispevalo 93 % vseh izpustov amonijaka, pri čemer se največ (44 %) sprosti pri gnojenju z živinskimi gnojili. Od leta 2015 do 2022 so se letni izpusti amonijaka zmanjšali za 11 %. Zmanjševanje emisij je omogočeno z uredbami, kot je Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati, ter z ukrepima Kmetijsko-okoljsko-podnebna plačila in ekološko kmetovanje (Pečnik in Verbič, 2022). Do leta 2030 je cilj zmanjšati emisije amonijaka za 15 % v skladu z evropskimi direktivami.

Kmetijstvo močno vpliva tudi na vodne vire in kakovost tal. Plitva tla (do 50 cm) na rodovitnih območjih povečujejo tveganje za izpiranje nitratov v podtalnico. Slovenija od leta 2004 izvaja nitratno direktivo, da bi preprečila onesnaževanje podzemnih voda, vendar vrednosti na intenzivno gnojenih območjih še vedno presegajo predpisane meje (Mihorko in drugi, 2021). Od leta 2017 v Sloveniji sistematično izvajajo analize tal, ki kažejo na

presežene vrednosti anorganskih onesnaževal, kot sta kadmij (71 %) in molibden (98 %), ter občasno svinec in cink. Kritične vrednosti organskih onesnaževal niso bile presežene, vendar so bile mejne vrednosti presežene pri nekaterih insekticidih (Ulamec in Karo Bešter, 2021).

Iskanje trajnostnih rešitev je ključno za izboljšanje produktivnosti kmetijstva in hkrati zmanjšanje okoljskih vplivov. Evropska agencija za okolje navaja, da je v Sloveniji registriranih 378 območij z visokim tveganjem za onesnaženje (Ulamec in Karo Bešter, 2021). Nadaljevanje izvajanja trajnostnih praks je nujno za ohranjanje kakovosti okolja in zmanjšanje negativnih učinkov kmetijstva.

2.8 Podnebne spremembe in njihov vpliv na kmetijstvo

Podnebje je ključen dejavnik za kmetijsko proizvodnjo, saj temperatura, padavine, vlaga in sončna svetloba neposredno vplivajo na rastline in živali. Podnebne spremembe, ki so postale ena največjih skrbi sodobnega sveta, se nanašajo na dolgotrajne spremembe v povprečnih vremenskih vzorcih in temperaturah, ki so se zaradi človeških dejavnosti znatno pospešile v zadnjih 100 letih. Od 19. stoletja se je povprečna temperatura dvignila za 0,9 °C, pričakuje pa se, da se bo do leta 2050 povečala za 1,5 °C ali več (Arora, 2019).

Povečana temperatura povzroča intenzivnejše suše, poplave in ekstremne vremenske pojave. Po poročilu Weather, Climate and Catastrophe so naravne nesreče v letu 2023 povzročile za 380 milijard dolarjev škode, kar je v 21. stoletju 22 % nad povprečjem.. Temperaturna anomalija je dosegla 1,45 °C, kar pomeni, da je bilo leto 2023 najtoplejše doslej. Največ škode v Evropi so povzročile konvekcijske nevihte, s skupno ekonomsko izgubo več kot 15 milijard dolarjev. V Sloveniji so poplave avgusta 2023 povzročile za 3,25 milijarde dolarjev škode, kar je pomembno vplivalo na lokalno kmetijstvo (Aon, 2024).

Podnebne spremembe vplivajo na degradacijo zemljišč, dezertifikacijo in pomanjkanje hranil. Po globalni oceni degradacije zemljišč je 25 % zemljišč označenih kot degradiranih, kar vpliva na 1,5 milijarde ljudi. Zaradi suše in degradacije je bilo zapuščenih 500 milijonov hektarjev kmetijskih zemljišč. Ekstremne suše in poplave zmanjšujejo produktivnost tal. V Sloveniji je bilo leta 2022 iz proizvodnje začasno izločenih 36 % vseh krav molznic, predvsem zaradi visokih temperatur in suše (Bedrač in drugi, 2023a).

Pojavnost ekstremnih vremenskih dogodkov se je v zadnjem desetletju povečala za 50 %. Te spremembe vplivajo na distribucijo in kakovost hrane, zato so potrebni ukrepi za ublažitev podnebnih sprememb. Razvoj bolj odpornih sort pridelkov in uporaba biofertilizerjev ter biopesticidov lahko pomagajo. Ključnega pomena je povezovanje kmetov in ozaveščanje o trajnostnih tehnologijah, kar prispeva k večji odpornosti rastlin in povečanju pridelkov (Arora, 2019).

2.8.1 Rastoče potrebe po hrani in globalni izzivi

Z rastjo svetovnega prebivalstva in naraščajočimi dohodki bo do leta 2050 potrebno proizvesti 50–70 % več hrane. Povpraševanje po hrani je povezano z dohodki potrošnikov, saj višji prihodki povečujejo povpraševanje po mesu in beljakovinah. Kljub temu pa neenakosti pri dostopu do hrane še vedno obstajajo, kar povzroča lakoto v nekaterih državah, medtem ko se v razvitih državah velika količina hrane zavrže.

Poročilo Global Report on Food Crises 2024 navaja, da je 22,7 % analizanega prebivalstva v letu 2023 trpelo zaradi visokih ravni prehranske negotovosti, največje poslabšanje pa je bilo v Sudanu. Vzroki za prehransko negotovost so konflikti, vremenske skrajnosti in ekonomski šoki, ki so prizadeli milijone ljudi (FSIN in Global Network Against Food Crises, 2024).

Kljub pomanjkanju hrane na nekaterih območjih se še vedno zavrže 1,05 milijarde ton hrane letno, kar predstavlja 19 % hrane, dostopne potrošnikom. Izguba hrane povzroča 8–10 % svetovnih emisij toplogrednih plinov (UNEP, 2024). Za prihodnost bo ključno izboljšanje pridelkov in zmanjšanje odpadkov, kar lahko omogočijo nove tehnološke rešitve robotizacija kmetovanja in aplikacije za deljenje hrane (Pomeroy in drugi, 2023).

2.8.2 Gospodarski izzivi in rast cen v kmetijstvu

Cene hrane so se v zadnjem obdobju znatno povišale. Inflacija hrane v EU je med 1997 in 2024 povprečno znašala 3,63 % na leto, z najvišjo vrednostjo 19,2 % marca 2023 (Eurostat, 2024c). V letu 2023 so se cene hrane še naprej dvigovale, pri čemer je bila cena olivnega olja za 75 % višja kot januarja 2021. Cene krompirja, jajc in masla pa so prav tako strmo naraščale (Eurostat, 2023).

Glavni dejavniki dviga cen hrane so pandemija COVID-19 in vojna v Ukrajini. Pandemija je močno vplivala na oskrbovalno verigo, medtem ko vojna v Ukrajini, ki predstavlja 30 % svetovnega izvoza pšenice, vodi v povišane cene pšenice, moke in škroba. Sankcije proti Rusiji so povzročile višje cene energije in gnojil, kar še dodatno podražuje proizvodnjo (Smith, 2022).

2.9 Izzivi slovenskega kmetijstva

Slovenski kmetje se spopadajo z dodatnimi izzivi. Prvi je delež družinskih kmetij, ki v Sloveniji po podatkih popisa kmetijstva iz leta 2020 predstavlja več kot 95 % vseh kmetijskih gospodarstev. Spopadamo se tudi z nizkim odstotkom mladih kmetov (pod 40 let), s 4,6 % smo pod povprečjem EU (ZSPM, 2023). Mladi se spopadajo z različnimi izzivi, kot so nedostopnost kmetijskih zemljišč, kapitala, sodobnega znanja in velikimi tveganji (vreme, trg. ...) (ZSPM, 2023). Na razpis za mlade prevzemnike se je v letu 2023 prijavilo

samo 84 mladih prevzemnikov, ki so skupaj dobili le 3 milijone evrov pomoči, od predvidenih 12 milijonov (Remec, 2023).

Na nedavnem posvetu Kmetijsko gospodarske zbornice Slovenije je bilo izpostavljeno, da sta ključna izziva za prihodnost prilagajanje podnebnim spremembam in uvedbi novih tehnologij, ki bodo poenostavile administrativne postopke ter izboljšale sodelovanje med deležniki v kmetijstvu (KGZS, 2023). Predvsem na področju uvedbe novih tehnologij se pojavlja veliko izzivov. Izpostavila pa bi pomankanje digitalnih platform za izobraževanje in upravljanje kmetij, dostopa do hitrega interneta, pri tem pa je pomembna izgradnja ustrezne infrastrukture (Stičišče Središče in Zveza slovenske podeželske mladine, 2020).

Izzive predstavljajo tudi vse ostrejšje okoljske zahteve in omejitve s strani EU, na katere so kmetije opozarjale na nedavnih protestih v letu 2023 in 2024. Tam so poudarjali tudi problem novih davkov. V Sloveniji želijo obdavčiti prihodke oziroma subvencije, ki jih dobijo kmetje, ki obdelujejo težje dostopne površine (OMD), takšnih površin pa imamo v Sloveniji več kot 75 % (Mesojedec, 2024).

Kot veliko kmetov po vseh državah pa se slovenski kmetje spopadajo tudi z ekstremnimi vremenskimi pojavi; ekstremne suše, poplave in nevihte s točo. Ti pojavi zmanjšujejo pridelke ali pa ga v skrajnih primerih popolnoma uničijo, tako pa kmet ostane brez pridelka in posledično brez prihodka.

Ob soočanju z okoljskimi in ekonomskimi izzivi kmetijstva je ključnega pomena, da se uvedejo nove, pametne rešitve, ki lahko povečajo produktivnost, zmanjšajo okoljski vpliv in zagotovijo trajnostni razvoj.

3 DIGITALIZACIJA IN PRIHODNOST KMETIJSTVA

3.1 Opredelitev pametnega kmetijstva

Pametno kmetijstvo je pristop kmetovanja, ki uporablja napredne digitalne tehnologije. IoT, umetna inteligenca in avtomatizacija povečujejo učinkovitost pridelave, zmanjšujejo okoljski vpliv ter optimizirajo upravljanje z viri. Da bomo v prihodnosti lahko zagotovili dovolj hrane in pripomogli k čistejšemu okolju, je potrebno današnje procese posodobiti in modernizirati. Številna opravila danes še vedno zahtevajo veliko ročnega dela, zato obstaja velik potencial za uporabo robotov in pospešitev kmetijske avtomatizacije (Grmšek, 2024). Pri reševanju problemov lakote in čistosti okolja lahko iščemo rešitve v pametnem kmetovanju, ki združuje napredne tehnološke rešitve z obstoječimi kmetijskimi praksami za optimizacijo donosov in zmanjšanje odpadkov (Costa in drugi, 2020).

Kmetijstvo, še posebej živinoreja, je ena izmed prvih industrij, kjer so začeli s prizadevanji za digitalizacijo. Kmetje so pionirji pri uvajanju integriranih sistemov senzorjev in programskih algoritmov za avtomatizacijo delovnih procesov (Caruso in drugi, 2021).

Tako se v različnih fazah proizvodnih procesov uporabljajo različne inteligentne tehnološke rešitve, ki omogočajo spremljanje stanja nasadov in živali (Costa in drugi, 2020). Cilj pametnega kmetovanja je izboljšati produktivnost in kakovost pridelkov ter zmanjšati proizvodne stroške z uporabo sodobnih tehnologij, kot so brezpilotna letala, robotska vozila, analiza slik, strojno učenje, obdelava velikih podatkov, računalništvo v oblaku brezžična senzorska omrežja in sistemi za upravljanje z informacijami (Khelifi in drugi, 2021).

Uvedba pametnih tehnologij v kmetijstvo ne le izboljšuje obstoječe prakse, ampak postavlja temelje za prihodnje izzive, in sicer podnebne spremembe, rastoče svetovno prebivalstvo in potrebe po večji prehranski varnosti.

3.2 Kmetijstvo 4.0 in digitalna revolucija

Kmetijstvo se razvija podobno kot industrija. Trenutno je na prehodu iz kmetijstva 3.0 na kmetijstvo 4.0. Kmetijstvo 3.0 se je osredotočalo predvsem na avtomatizacijo procesov s pomočjo tehnologije in grafičnih ter centralnih procesorjev, kar je omogočilo učinkovitejše in manj delovno intenzivno kmetovanje, vendar je še vedno zahtevalo človeški vložek in nadzor. S kmetijstvom 4.0 pa se iščejo rešitve na področju digitalizacije, avtomatizacije in umetne inteligence (Dayioglu in Turker, 2021). Sem spadajo informacijske in komunikacijske tehnologije, IoT, računalništvo v oblaku, analiza velikih količin podatkov, robotika, strojno učenje, globinsko učenje, umetna inteligenca, brezpilotna zračna vozila, brezpilotna kopenska vozila in veriženje blokov (Dayioglu in Turker, 2021).

Navkljub vsem omenjenim tehnologijam pa se v konceptu kmetijstva 4.0 uporablja 5 ključnih tehnologij. To so: (1) senzorji in robotika, (2) IoT, (3) računalništvo v oblaku, (4) podatkovna analitika in (5) sistem za podporo odločanja (Dayioglu in Turker, 2021). Danes se namesto kmetijstva 4.0 uporablja fraza pametno kmetovanje, kjer se vse bolj poudarja trajnost in zmanjšanje vpliva na okolje (Chung in drugi, 2023). Kmetijski proizvodni procesi in dobavne verige so postali bolj avtonomni in inteligentni. Eden ključnih vidikov pametnega kmetijstva je načrtovanje zbiranja podatkov, kar je bistveno za optimizacijo upravljanja kmetij. Z učinkovitim zbiranjem podatkov lahko kmetje sprejemajo premišljene odločitve glede zdravja pridelkov, razporejanja virov in optimizacije pridelka. Izvajanje odločitev je prav tako bistven del pametnega kmetijstva, kjer je ključno vključevanje sodobnih tehnologij. Uporaba strojnega učenja, IoT in umetne inteligence povečuje natančnost in učinkovitost kmetijskih procesov, kar koristi kmetom in okolju (Chung in drugi, 2023). Največja razširitev digitalne tehnologije je vidna v mlečni govedoreji, kjer se uporabljajo popolnoma avtomatizirani molzni roboti in nosljivi senzorji za zbiranje podatkov o zdravju in uspešnosti živali (Vik in drugi, 2019; OECD, 2019).

3.2.1 Pametne tehnologije za zbiranje in analizo podatkov

Podatki, zbiranje podatkov in orodja za podporo odločanju so ključni za prepoznavanje in diagnosticiranje različnih vidikov v kmetijstvu. Natančna živinoreja uporablja senzorje za spremljanje zdravja in dobrega počutja živali, kar omogoča optimizacijo krme in drugih virov. Tehnologije daljinskega zaznavanja, kot so droni, letala in sateliti, zbirajo podatke o pridelkih in stanju tal ter prepoznajo prostorske vzorce znakov rastlin, povezane z lastnostmi tal, škodljivci ali boleznimi. Slike daljinskega zaznavanja oziroma njihove informacije razkrivajo stanje tal in optimizirajo kmetijske dejavnosti pri škropljenju in upravljanju poljščin. Vremenski in podnebni podatki iz senzorjev pa so pomembni za napovedovanje in načrtovanje kmetijskih praks (Chung in drugi, 2023).

Zbrani podatki prav tako pomagajo pri sprejemanju odločitev in oblikovanju politik različnih državnih agencij. Skupno raziskovalno središče Evropske unije od leta 1988 uporablja satelitske podatke za prepoznavanje informacij o kmetijskih površinah in pridelkih. Povečana natančnost satelitskih podatkov omogoča učinkovitejše upravljanje in spremljanje SKP. Večja zmogljivost satelitov izboljšuje daljinsko spremljanje kmetijstva, vključno z meritvami površin polj, prepoznavanjem vrst pridelkov, geo-lokacijo krajinskih značilnosti in oceno okoljskih vplivov. Različne agencije po Evropi (vključno s Slovenijo) preizkušajo potencial teh podatkov za poenostavitev procesov in izboljšanje spremljanja. Spremljanje, ki je prej zajemalo le 5 % proizvajalcev, se zdaj lahko razširi na 100 % (OECD, 2019).

3.2.2 Avtomatizacija in podporni sistem za odločanje v kmetijstvu

Na sliki 3 je prikazan preprost sistem, ki na podlagi podatkov sprejema odločitve. Senzorji v realnem času zajemajo različne vrste podatkov. Zbrani podatki so pogosto obsežni in različnih vrst, zato jih je potrebno očistiti in pripraviti za nadaljnjo analizo. S pomočjo strojnega učenja (algoritmov in modelov) na podlagi zbranih podatkov prepoznajo vzorce. Na podlagi rezultatov analize algoritem generira obvestilo, ki ga kmet prejme na telefon in nato sprejme odločitev.

Slika 3: Postopek delovanja naprednega sistema



Vir: Neethirajan (2020).

Po analizi zbranih podatkov se sprejemajo odločitve z uporabo podatkovno podprtih naprav. Konvencionalno kmetijstvo ni upoštevalo raznolikosti lastnosti tal, podnebja in bolezni, kar

je vodilo do netrajnostne rabe virov in kemikalij. Pametno kmetijstvo pa uporablja tehnologije za upravljanje prostorskih in časovnih variabilnosti, kar izboljšuje učinkovitost in okoljsko trajnost (Chung in drugi, 2023).

Omenjene tehnologije omogočajo prilagajanje količine gnojil, vode, semen in kemikalij potrebam posameznih delov polja, kar zmanjšuje kemične ostanke in izgube virov ter povečuje pridelke in znižuje stroške. Prilagojeno upravljanje izboljšuje odločanje na ravni površine in časa, povečuje neto koristi, ohranja kmetijske vložke ter zmanjšuje stroške in okoljske vplive. Mrežno vzorčenje zagotavlja reprezentativne podatke o variabilnosti za optimizacijo upravljanja (Chung in drugi, 2023).

3.3 Ključni dejavniki za optimizacijo prireje mleka

V širšem smislu se kmetijstvo ukvarja s pridelavo hrane, krme in drugih dobrin. Delimo ga na več panog med katerimi so poljedelstvo, vinogradništvo, sadjarstvo, živinoreja in vrtnarstvo. Pomembno je da se zavedamo, da se vsaka od teh panog razvija drugače, saj so v vsaki panogi različne posebnosti, postopki in izzivi, s katerimi se kmetje srečujejo.

Kmetijska panoga, na kateri je v magistrski nalogi poudarek, je živinoreja, natančneje prireja kravjega mleka. To je specifična veja kmetijstva, ki zahteva posebna znanja, tehnologije in pristope. Končni cilj je proizvesti čim večjo količino kakovostnega mleka, a ob nizkih stroških. Kljub temu da je mlekarstvo specifična veja kmetijstva, je njen uspeh tesno povezan s širšim kontekstom kmetijstva. Učinkovito upravljanje zemljišč za pridelavo krme, uporaba naprednih agronomskih tehnik in vključevanje sodobnih tehnologij so le nekateri izmed dejavnikov, ki prispevajo k uspešni proizvodnji mleka.

Kmetije morajo za živali zagotoviti hrano, zato jo bodisi kupijo od drugih proizvajalcev, večina pa potrebno hrano pridelajo same. To pomeni, da se poleg proizvodnje mleka ukvarjajo tudi s poljedelstvom. To vključuje pridelavo kakovostne krme (travnja in koruze) ter žit (koruza, pšenica, tritikala). Tudi v tem delu panoge je potrebno posebno znanje. Prisotne pa so različne tehnologije, ki prav tako pomagajo pri optimizaciji proizvodnje, kot so različni senzorji za nadzor vlage in hranil v zemlji, traktorji z GPS sistemi za avtonomno delo, droni, ... Ta del bom zanemarila in se osredotočila le na optimizacijo proizvodnje z vidika tehnologije, ki deluje oziroma ima neposredni vpliv na počutje živali in njihovo sposobnost proizvodnje bolj kakovostnega mleka v čim večjih količinah.

3.3.1 Vloga genetike v prireji mleka

Začne se pri izbiri pasme živali. Izbrati moramo pasmo, ki ima ključne značilnosti za čim večji pridelek – proizvaja veliko kakovostnega mleka, ima dobro reprodukcijsko sposobnost, zdravje in dolgoživost. Je nezahtevna glede krme, a jo zaužije dovolj za svoje potrebe. Z njo

je enostavno upravljati, ima miren značaj in lahko telitev. Ima nizek okoljski odtis ter je odporna na zunanje vplive, kot je vročina (Berry, 2015).

Genetika ima ključno vlogo pri zagotavljanju optimalne proizvodnje mleka, saj se lastnosti, kot so količina mleka, vsebnost maščob in beljakovin, ter odpornost na bolezni, prenašajo skozi generacije (Berry, 2015).

V Evropi je najpogostejša molznica Holstein Friesian, prepoznavna po črno-belem kožuhi (Augere-Granier, 2018). Izvira iz severne Evrope in je pasma z največjo mlečnostjo na svetu, saj odrasla krava proizvede povprečno več kot 27.000 litrov mleka na laktacijo (305 dni), ki je bogato z maščobami in beljakovinami. Krava tehta okoli 700 kg, prva telitev pa je načrtovana pri 22 mesecih, ko doseže 80 % odrasle teže (McGuffey in Shirley, 2011). Povprečna dolgoživost je 3–4,5 let, z največjo proizvodnjo v peti laktaciji in dobičkom v šesti (Hu in drugi, 2021). Poleg Holstein so v EU pogoste še pasme Jersey in Simmental (Augere-Granier, 2018).

3.3.2 Pomen ustrezne prehrane za krave molznice

Poleg genetike je pomembno, da je kravam na voljo ustrezna prehrana, saj je količina in kakovost mleka močno odvisna od same prehrane. Najpomembjše hranilo za krave molznice je voda, saj jo na dan popijejo dva do trikrat več, kot pojedjo hrane. Voda pomaga pri razgradnji hrane, prenašanju hranil po telesu, kemičnih reakcijah in pri vzdrževanju telesne temperature. Poraba pa se v vročih mesecih ali pa z naraščujočo mlečnostjo povečuje, saj je 87 % mleka sestavljenega iz vode. V skupinski reji je treba zagotoviti eno napajalno postajo za vsakih 20 do 25 krav (Holstein Foundation, brez datuma). Najraje pa pijejo vodo s temperaturo med 20 in 25 stopinj celzija, ki pa mora biti ustrezne kakovosti in čistosti (Lavrenčič in Orešnik, 2013).

Krma je izraz, ki ga uporabljamo za stvari, s katerimi lahko hranimo krave. Krmni obrok za krave je sestavljen iz doma pridelane voluminozne krme (suho seno, senena silaža, koruzna silaža in slama), ki se mu dodajajo doma pridelana posamična krmila ter kupljene krmne mešanice in mineralno-vitaminski dodatki. Ocena kakovosti in hranilne vrednosti krme je bistvena za učinkovito in pravilno krmljenje živali. Omogoča pripravo obrokov, ki ustrezajo potrebam živali, kar prispeva k ekonomsko učinkoviti prireji mesa in mleka, boljši plodnosti ter ohranjanju dobrega zdravja živali (Lavrenčič in Orešnik, 2013). Glavni cilj učinkovitega programa krmljenja je zadostiti prehranskim potrebam krav, zmanjšati izgubo telesne teže in ohraniti njihovo zdravje (Holstein Foundation, brez datuma).

Če se krma daje posamično, je priporočljivo, da se jo zagotovi vsaj štirikrat dnevno, izmenično s krmo in koncentratu. Pri uporabi popolnega mešanega obroka se krave v laktaciji razdelijo v skupine glede na stopnjo laktacije ali količino mleka, ki ga proizvajajo, kar

zagotavlja boljše zadovoljevanje njihovih prehranskih potreb. Predvsem pa je pomembno, da imajo krave dostop do krme 18 do 20 ur na dan (Holstein Foundation, brez datuma).

3.3.3 Tehnološke inovacije v prireji mleka

Poleg genetike in prehrane je tehnologija eden izmed ključnih dejavnikov, ki vpliva na sodobno mlečno pridelavo. Uporaba inovativnih tehnologij je ključni dejavnik za doseganje želene stopnje konkurenčnosti kmetij. Raziskave znanstvenikov in izkušnje kmetijskih proizvajalcev kažejo, da je hitrost tehnološke modernizacije v živinoreji počasna, kar zavira razvoj mlečne industrije. To je deloma posledica dolgega reprodukcijskega cikla v mlečni govedoreji v primerjavi z drugimi kmetijskimi sektorji (Kozina in Semkiv, 2020).

Raziskave in praksa naprednih podjetij kažejo, da so inovativne tehnologije bistvenega pomena za trajnostni razvoj kmetijske proizvodnje. V sodobnih razmerah je uporaba digitalnih tehnologij in uvedba pametnih sistemov za nadzor proizvodnih procesov ključnega pomena (Kozina in Semkiv, 2020).

Mlečna industrija je bila med prvimi v živinoreji, ki je uvedla inteligentne sisteme za upravljanje proizvodnje. Mednje sodijo sistemi za identifikacijo živali, računalniško podprti sistemi za nadzor molže, krmljenja, mikroklima, odstranjevanja gnoja ter molzni roboti. Povpraševanje po digitalnih tehnologijah za identifikacijo živali ter za krmljenje, oskrbo in razmnoževanje živali nenehno narašča. Modernizacija tehnoloških procesov kvalitativno spreminja vzrejne pogoje živali, izboljšuje delovne pogoje in povečuje produktivnost dela. Uporaba robotskih molznih strojev omogoča prehod na novo raven inovativne proizvodnje (Kozina in Semkiv, 2020).

3.3.4 Pomen dobrega počutja živali za doseganje boljših rezultatov

Poleg tehnoloških inovacij je za sodobne mlečne farme ključno tudi dobro počutje živali, kar vključuje ustrezno nastanitev, prezračevanje, prostor za gibanje in dostop do čiste vode. Stres lahko negativno vpliva na proizvodnjo mleka, zato je pomembno zagotoviti udobno in mirno okolje, kjer so hranjenje, počitek in prežvekovanje optimalno usklajeni (Sreekumar in drugi, 2024).

Krave so bitja ritma in navad Molznice v prostem boksu porabijo tri do pet ur na dan za hranjenje, prežvekujejo sedem do deset ur, pijejo približno 30 minut, dve do tri ure preživijo zunaj hleva, za počitek pa potrebujejo 10 do 12 ur. Če kravam primanjkuje počitka, se lahko poveča raven kortizola v serumu, poslabša zdravje kopit in zmanjša mlečnost. Izboljšano udobje in ena dodatna ura počitka lahko povečata prirejo mleka za 1 do 1,5 kg na kravo (Grant in Miner, 2015).

Krave v hlevu rade ležijo približno 14 ur na dan, kar je pomembno za pretok krvi skozi vime, ki se med ležanjem poveča za do 30 %. Če ležišča niso udobna, krave manj ležijo, kar vodi v manjše zaužitje hrane, ali pa ležijo dlje, kar lahko povzroči otekanje sklepov. Pomembno je, da so ležišča mehka, čista in omogočajo naravno ležanje brez poškodb (Hulsen, 2007).

Zagotavljanje dostopnosti krme je ključno za povečanje pridelave mleka. Ob pogostem potiskanju hrane bližje jaslom se prireja poveča za 1,8 do 3,6 kg na dan. Po hranjenju krave prežvekujejo, kar spodbuja prebavo in vnos suhih snovi, vendar je prežvekovanje občutljivo na stres, ki ga povzroča vročina, prenatrpanost in različnost v čredi, kar lahko vodi v prebavne motnje in nižjo mlečnost (Grant in Miner, 2015).

Gostota naselitve krav v hlevu in starostna raznolikost črede prav tako vplivata na mlečnost. Povečana gostota povečuje agresivne interakcije, skrajšuje čas počitka in povečuje hitrost zauživanja krme, kar povzroča gospodarske izgube zaradi nižje mlečnosti, zdravstvenih težav in ohromelosti. Te težave se izrazito pojavijo pri zasedenosti nad 120 %, združevanje telic s starejšimi kravami pa povzroči približno 10-odstotno zmanjšanje mlečnosti (Grant in Miner, 2015).

3.3.5 Vpliv vročinskega stresa na krave

Velik vpliv na počutje ima tudi fizično okolje. To so temperatura, vlažnost, hitrost vetra, stopnja blatnosti parcele, čas, ki ga preživijo stoje, in prehojena razdalja. Krave se najbolje počutijo v hladnejših mesecih, saj lahko prenesejo temperature do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ brez škode za zdravje. Krave dobro prenašajo nizke temperature, ker med presnovo oddajajo veliko toplote, kar je v hladnem okolju koristno. V toplem okolju pa imajo težave z oddajanjem toplote, kar vodi do pregrevanja. Že temperature nad $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ so problematične, zlasti pri visoki vlažnosti zraka (Penev in drugi, 2014).

Vročinski stres povzroča pomembne spremembe v obnašanju goveda. Ko se temperatura zraka poveča od 26 do $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, se hranjenje zmanjša za 46 %, prežvekovanje za 22 %, čas, ki ga krave preživijo v stoječem položaju, za 34 %, pitje za 30 %, in gibanje za 19 % (Tapki in Sahin, 2006). Za zaščito krav pred vročinskim stresom je pomembno dobro prezračevanje hlevov, uporaba ventilatorjev in po potrebi razpršilcev vode za hlajenje krav. Vendar je treba paziti, da ne pride do prekomernega vlaženja, saj visoka vlaga negativno vpliva na kakovost zraka, povečuje tveganje za bolezni ter povzroča korozijo in plesen (Penev in drugi, 2014). Priporočljivo je redno spremljanje temperature in vlažnosti v hlevu (Golob, 2014).

3.3.6 Pomen prezračevanja

Prezračevanje v hlevih je ključno za vzdrževanje kakovosti zraka in zdravja živali. S prezračevanjem se odstranjuje vlaga, toplota in škodljive snovi, kot so ogljikov dioksid (CO_2) in amoniak (NH_3), ki se sproščajo iz živalskih iztrebkov. Prezračevanje je pomembno tudi za zmanjšanje števila bakterij v zraku, saj lahko v slabih pogojih njihovo število doseže

tudi do 700.000 na kubični meter zraka, kar povečuje tveganje za pljučnice pri živalih. Pri mehanskem prezračevanju je treba paziti, da ne ustvarimo prepiha, ki je za živali škodljiv, še posebej na območju ležišč. Priporočena hitrost zraka je poleti 0,2 – 0,6 m/s in pozimi do 0,2 m/s v ležiščih, medtem ko je v krmilnih prostorih hitrost lahko nekoliko višja. Za ustrezno prezračevanje je potrebno pozimi izmenjati ves zrak v hlevu štirikrat na uro, poleti pa do 60-krat ali več (Grant in Miner, 2015).

Raziskava iz Arizone je pokazala, da vročinski stres začne negativno vplivati na visoko proizvodne krave že pri indeksu temperature in vlage (angl. Temperature-Humidity Index, v nadaljevanju THI) 20 °C, kar je nižje od prej domnevanih 22 °C. Zmanjševanje toplotnega stresa pri THI 20 °C bi lahko povečalo mlečnost za 2,5 do 5 kg na kravo na dan. V raziskavi so ugotovili, da se s povečanjem THI zmanjša čas ležanja, poveča čas stoječega položaja in pitja, kar vodi v večjo hromost in poškodbe krempljev (Cook in drugi, 2007).

Ohromelost negativno vpliva na proizvodnjo mleka, z letnimi izgubami do 36 %, ter zmanjšuje plodnost krav. Tudi odnos človeka do krav je ključen za njihovo udobje. Skrbno ravnanje lahko poveča mlečnost za 3,5 do 13 odstotkov in zmanjšuje poškodbe ter stres krav, kar vpliva na boljšo proizvodnjo mleka in manjšo obrabo v molzišču (Grant in Miner, 2015).

3.4 Sodobne tehnologije za optimizacijo dobrobiti krav in trajnostno kmetovanje

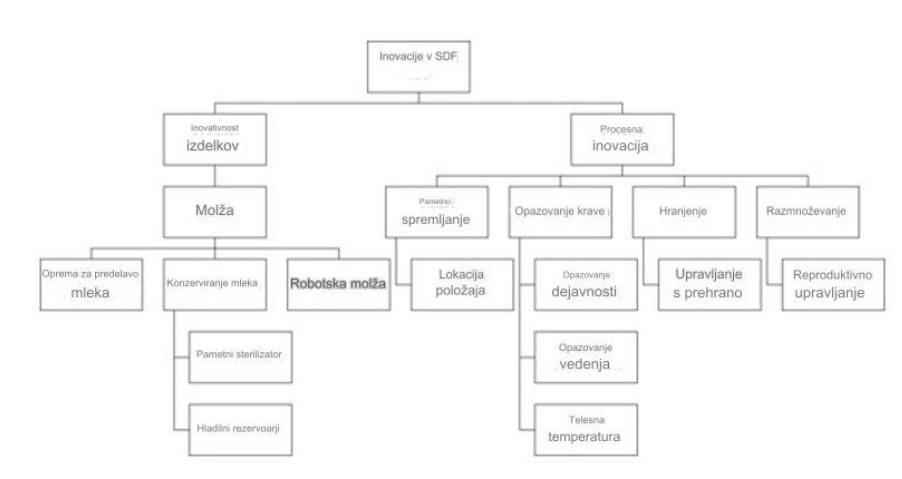
S prostim očesom je težko opaziti vse spremembe iz okolja in v obnašanju črede. V sodobnem poslovnem svetu se kmetje, ki proizvajajo mleko, soočajo z izzivi, kot so upravljanje črede, omejene proizvodne zmogljivosti in visoki stroški delovne sile. Za povečanje produktivnosti in učinkovitosti lahko mlekarji uporabijo napredne metode razmnoževanja, pametno spremljanje črede za preprečevanje bolezni in odkrivanje zdravstvenih težav ter pametno proizvodnjo mleka. IoT kmetom pomaga z nosljivimi senzorskimi napravami, ki obveščajo o stanju vsake krave. Senzorski sistem lahko učinkovito zazna bolezni, preden vplivajo na proizvodnjo mleka. Senzorji, nameščeni na vrat, rep ali nogo krave, v realnem času spremljajo obnašanje, aktivnost, zdravje, porabo krme, proizvodnjo mleka in plodnost. Tako lahko hitro odkrijejo bolezni, kot je mastitis, ki zmanjšujejo mlečno proizvodnjo (Akbar in drugi, 2020).

Na mlečni kmetiji se proces molže obravnava posebej, vendar vključuje tudi dejavnosti, kot so krmljenje, spremljanje krav in konzerviranje mleka. Inovacije, kot je sistem za krmljenje, ki zazna potrebo po hrani in samodejno nahrani kravo, ter samodejno zaznavanje toplote, ki pomaga pri razmnoževanju, izboljšujejo te procese. Ocena zdravja in spremljanje krav za zgodnje odkrivanje bolezni pomagata kmetom pri zagotavljanju zdravstvene oskrbe (Akbar in drugi, 2020).

Pametna mlečna živinoreja uporablja senzorje v realnem času, ki zbirajo podatke s pomočjo nosljivih pametnih ovratnic, analizo podatkov s strojnim učenjem in podatkovne centre v

oblaku za podporo upravljanja kakovosti mlečnih izdelkov. Pametno kmetovanje vključuje poslovno upravljanje z zbiranjem podatkov, kot so trenutek osemenitve, brejost in čas telitve, za načrtovanje prihodnjega dela in pravilno upravljanje kmetije. Tehnologija lahko obvesti kmeta o dnevu rje, osemenitve in poroda ter izračuna starost ob začetnem porodu in razmik med porodi (Akbar in drugi, 2020).

Slika 4: Izgled informacijskega sistema za pametno mlečno rejo



Vir: Akbar in drugi (2020).

V članku avtorjev Akbar in drugih so zasnovali strukturo inovacij v pametni mlečni reji, ki jo lahko vidimo na sliki 4. Deli se na inovacije pri proizvodnji izdelka, v tem primeru mleka (molža) in na procesne inovacije, ki vključujejo spremljanje, opazovanje, prehranjevanje in razmnoževanje.

Seznam tehnologij natančne mlečne živinoreje, ki se uporabljajo za spremljanje in upravljanje stanja živali, se nenehno povečuje. Zaradi hitrega razvoja novih tehnologij in podpornih aplikacij postajajo te tehnologije vse bolj dostopne. Mnogi pridelovalci mleka že uporabljajo naslednje tehnologije natančne mlečne živinoreje: 1) dnevno beleženje pridelka mleka, 2) spremljanje sestavin mleka (npr. maščobe, beljakovine in število somatskih celic), 3) pedometri, 4) avtomatske naprave za beleženje temperature, 5) kazalnike prevodnosti mleka, 6) avtomatske naprave za zaznavanje estrusa in 7) dnevno merjenje telesne teže. Predlagane so bile tudi druge teoretične tehnologije za merjenje gibov čeljusti, ruminalnega pH, krčenja mrežastega želodca, srčnega utripa, pozicioniranja in aktivnosti živali, električnega upora vaginalne sluzi, vedenja pri krmljenju, ležanja, vonja, glukoze, akustike, progesterona, posameznih komponent mleka in hitrosti dihanja (Bewley, brez datuma).

Kljub razpoložljivosti je bila uporaba teh tehnologij v mlečni industriji do zdaj relativno nizka. Sprejemanje kmetijske programske opreme je na splošno nižje od pričakovanega. Večina informacijskih sistemov, ki jih uporabljajo pridelovalci mleka, ima analitične zmogljivosti, ki so premalo izkoriščene, pogosto pa se uporabljajo le za ustvarjanje proizvodnih tabel, seznamov pozornosti in delovnih načrtov. Glavni dejavnik pri

sprejemanju tehnologij je ekonomski donos naložbe. Dodatni dejavniki vključujejo vpliv na vire, raven potrebne upravljanja, tveganje, institucionalne omejitve, cilji in motivacije pridelovalcev ter zanimanje za določeno tehnologijo. Najbolj napredni pridelovalci bodo sprejeli nove tehnologije, ki se zdijo dobičkonosne. Če preizkušena tehnologija ni sprejeta, pride do izgubljenih priložnosti, kar lahko vodi v konkurenčno slabost (Bewley, brez datuma).

Čeprav je natančna mlečna živinoreja še v povojih, se vsako leto na trg uvedejo nove tehnologije. Ko se nove tehnologije razvijajo v drugih industrijah, inženirji in živalski znanstveniki odkrijejo aplikacije za mlečno industrijo. S širšo uporabo v večjih industrijah, kot sta avtomobilska ali računalniška, se stroški osnovnih tehnologij zmanjšajo, kar jih naredi bolj dostopne za mlečne kmetije. Pred naložbo v novo tehnologijo je treba izvesti formalno analizo naložb, da se zagotovi ustreznost tehnologije za potrebe kmetije. V prihodnosti lahko tehnologije natančne mlečne živinoreje spremenijo način upravljanja mlečne črede, kar prinaša vznemirljive možnosti (Bewley, brez datuma).

Različne tehnologije, kot so robotika, senzorji in umetna inteligenca, delujejo v sinergiji, kar omogoča celovito optimizacijo kmetijskih procesov. Medsebojna povezljivost teh rešitev kmetovalcem omogoča natančnejši nadzor nad pridelavo, avtomatizacijo delovnih procesov in učinkovitejšo uporabo virov. Skupaj prispevajo k bolj trajnostnemu in konkurenčnemu kmetijstvu, ki se lažje prilagaja sodobnim izzivom, kot so podnebne spremembe in pomanjkanje delovne sile.

3.4.1 Avtomatizacija molže z roboti

Ročna molža na kmetiji je zelo delovno intenzivna in predstavlja enega glavnih razlogov za dolge delovne ure, saj zahteva približno 25–35 % letne delovne sile, kar znatno prispeva k stroškom kmetijskega gospodarstva (Bhoj in drugi, 2022). Z namenom povečanja učinkovitosti je mlečna industrija uvedla avtomatski molzni sistem (v nadaljevanju AMS), ki zmanjšuje potrebo po ročnem delu, izboljšuje socialno življenje družin na kmetijah in povečuje proizvodnjo mleka (Barkema in drugi, 2018). Ideje o popolni avtomatizaciji molže so se pojavile sredi sedemdesetih let prejšnjega stoletja, komercialni sistemi pa so se začeli uporabljati leta 1992 (de Koning, 2011).

AMS omogočajo večjo pogostost molže ter spremljanje posameznih krav glede na njihovo produktivnost, kar prinaša večjo fleksibilnost v dnevnem delu kmetije (Bhoj in drugi, 2022). Tehnologija AMS, podprta z biosenzorji in sistemi za upravljanje podatkov, omogoča boljši program za upravljanje kmetije in odpravlja potrebo po stalni prisotnosti operaterja. Postopek samodejnega čiščenja seskov in pritrditve molzne skodelice vpliva na kakovost mleka, zdravje vimena in dobro počutje živali. Dodatno upravljanje krav v hlevu, možnost paše ter ponujanje prilagojenih obrokov za vsako žival podpirajo neprekinjeno molžo in hitro

zaznavanje morebitnih zdravstvenih težav, kar izboljšuje splošno zdravje črede (Bhoj in drugi, 2022).

Čeprav AMS zahtevajo višjo začetno naložbo kot tradicionalni molzni sistemi, povečana pridelava mleka in zmanjšane potrebe po delu znižujejo fiksne stroške na kilogram mleka ter običajno izboljšajo prihodke kmetije (de Koning, 2011). V Sloveniji je trenutno aktivnih več kot 205 AMS enot (Novak, 2024). Avtomatizacija v mlečni živinoreji se je začela v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, ko je bil leta 1992 na Nizozemskem uveden prvi avtomatski sistem molže. Ti sistemi postajajo vse bolj pogosti, zlasti v Evropi, Kanadi in na Novi Zelandiji. Definirani so kot robotski sistemi ali inteligentni stroji, ki delujejo in se prilagajajo delovnemu okolju brez neposrednega človeškega nadzora (Brščić in drugi, 2021).

Kmetje se odločajo za AMS predvsem zaradi prihranka pri delu, kar je še posebej pomembno na družinskih kmetijah, kjer primanjkuje delovne sile. Pozitivni učinki vključujejo večjo mlečnost in kakovost mleka, boljše vedenje in zdravje živali ter učinkovitejše upravljanje črede. Študije poročajo o 2 do 12-odstotnem povečanju proizvodnje mleka pri kravah, ki se molzejo v AMS več kot dvakrat na dan, v primerjavi s tistimi, ki se molzejo dvakrat dnevno v tradicionalnih molziščih (Brščić in drugi, 2021).

Slika 5: Avtomatski molzni sistem DeLaval



Vir: lastno delo.

Uvedba senzorjev in tehnologij v novejši AMS je ključna za njihovo učinkovitost in odnos »žival – AMS«. Robotska tehnologija in senzorji, ki spremljajo zdravje vimena, kakovost mleka, reproduktivno stanje, vnos krme in telesno težo, zagotavljajo podrobne informacije o vsaki živali pri vsaki molži. Primer takšnega sistema lahko vidimo na sliki 5. To omogoča

bolj natančno določanje zdravstvenega in proizvodnega stanja vsake živali. Razvoj visokotehnoloških AMS zahteva sisteme za podporo odločanju, ki živinorejcem pomagajo pri sprejemanju odločitev in zgodnjem odkrivanju bolezni ali pri nenormalni proizvodnji mleka (Bršćić in drugi, 2021).

3.4.2 Nosljivi biosenzorji za spremljanje zdravja živali

Za povečanje trajnosti mlečne industrije je nujen postal prehod iz tradicionalnega upravljanja na precizno mlečno živinorejo, ki omogoča stalno spremljanje in upravljanje produktivnosti ter zdravstvenih težav posameznih živali. Neposredno spremljanje posameznih krav z opazovanjem ali video posnetki je zamudno in nepraktično na večjih kmetijah. Zato so bili uvedeni nosljivi brezžični biosenzorji, ki se nameščajo na telo krave in merijo biometrične podatke. Ti sistemi, ki so v uporabi že 40 let, vključujejo baterijo, oddajnik podatkov in enega ali več senzorjev (triosni merilnik pospeška, termometer, pH-elektroda, mikrofoni itd.) (Lee in Seo, 2021).

Glede na potrebe trga živinoreje lahko senzorske tehnologije razvrstimo v različne vrste, kot so senzorji za natančne molzne robote in krmilne sisteme; senzorji strojne opreme, kot so kamere, infrardeči senzorji, temperaturni senzorji, RFID oznake, merilniki pospeška, senzorji gibanja, pedometri, senzorji za prepoznavanje obrazov, mikrofoni itd.; ter glede na funkcionalne procese, kot so nadzor klime, ocena teže, obnašanje živali, čustvena okužba, odmerjanje krme in poraba vode. Senzorji so lahko nosljivi ali ne nosljivi ter invazivni ali ne invazivni (Neethirajan, 2020).

Nosljivi biosenzorji se lahko glede na lokacijo namestitve delijo na osem vrst: ušesne oznake, ovratnice, vratne ovratnice, retikulo-rumen bolusni senzorji, oznake na nogah, oznake na repu, oznake na glavi repa in vaginalne oznake. Ti senzorji zbirajo in prenašajo podatke, kot so pospešek, temperatura, pH in tlak, v določenih intervalih. Surovi podatki se nato obdelajo z algoritmi, programsko opremo ali računalništvom v oblaku in pretvorijo v fiziološke in vedenjske parametre (število korakov, stopnja aktivnosti, čas preživet pri prehranjevanju, prežvekovanju ali ležanju). Ti parametri se nato uporabijo za diagnostične modele, ki zaznavajo fiziološko in zdravstveno stanje živali, kot so estrus, telitev in bolezni (Lee in Seo, 2021).

– Ušesne oznake in povodci

Razvitih je bilo več nosljivih brezžičnih biosenzorjev, ki se lahko namestijo na različne dele telesa živali, na ušesa, vrat, noge in rep. Senzorji, nameščeni na ušesa, večinoma merijo temperaturo in aktivnost. Nameščeni so na sredino ušesa in uporabljajo temperaturne podatke za preverjanje zdravstvenega stanja živali. Nekateri so opremljeni s triosnimi senzorji za merjenje pospeška, ki dodatno spremljajo prežvekovanje, prehranjevanje, počitek

in aktivnost živali ter pomagajo pri diagnosticiranju estrusa in zdravstvenih težav (Lee in Seo, 2021).

Senzorji tipa povodca so pritrjeni na glavo krave in merijo prehranjevalno in prežvekovalno vedenje s pomočjo senzorja pritiska na nosnem traku in triosnega merilnika pospeška (Lee in Seo, 2021).

– Vratne ovratnice

Senzorski sistem vratne ovratnice je naprava s senzorji, pritrjenimi na trak, ki visi na kravjem vratu. Najpogosteje se uporablja na mlečnih kmetijah. Vratne ovratnice pogosto merijo količino zaužite krme s pomočjo tehnologije radio frekvenčne identifikacije in so opremljene s senzorji pospeška in mikrofona za merjenje časa prehranjevanja, prežvekovanja in aktivnosti. Nekatere ovratnice imajo temperaturne senzorje za merjenje telesne temperature (Lee in Seo, 2021).

– Senzorji retikulo-rumen bolus

Bolusni sistem se vstavi v retikulum živali in neprekinjeno spremlja parametre, kot sta temperatura in pH ter aktivnost živali. Opremljen je z notranjo baterijo, temperaturnim senzorjem, pH senzorjem, akcelometrom in oddajnikom za prenos podatkov. Senzorji spremljajo spremembe temperature in aktivnosti v prebavilih, kar pomaga pri zgodnjem odkrivanju nenormalnega vedenja, estralnega cikla in bolezni. Naprava neprekinjeno zbira podatke o pretoku različne krme in tekočine skozi retikulo-rumen, pH-ju in telesni temperaturi. Ob nenadni spremembi od običajnih vrednosti se pošlje sporočilo SMS. Poleg tega naprava s pomočjo triosnih merilnikov pospeška meri količino ležečega in stoječega položaja živali. Ležanje kaže na udobne pogoje, medtem ko več časa stoječega stanje odraža nelagodje (Bhakat in drugi, 2021).

– Oznake za noge

Senzorji na nogah so priljubljena tehnologija na kmetijah. Opremljeni so s triosnimi merilniki pospeška, ki merijo aktivnost živali, čas hoje, ležanja, stanja in število korakov. Zagotavljajo informacije o zdravstvenem stanju in estrusu krav (Alipio in Villena, 2022).

– Senzorji na repu in v nožnici

Senzorji na repu in v nožnici pomagajo pri zaznavanju časa telitve brez fizičnega opazovanja. Senzorji na repu merijo vzorce gibanja repa, ki jih sprožijo porodne kontrakcije. Vaginalni senzorji zaznajo znižanje telesne temperature pred telitvijo ali svetlobo ob odmoru vode, kar sproži alarm o začetku telitve (Alipio in Villena, 2022).

Večina naprav v študijah uporablja brezžične sprejemnike za prenos podatkov, zbranih s senzorji. Vendar je treba pri uporabi takšnih prenosov upoštevati številne dejavnike. Ugotovili so, da je za prenos informacij zelo pomembna lokacija senzorjev. V študijah so

ugotovili, da lahko zaradi tehničnih težav pride do izgube pomembnih podatkov. Ti pa se lahko razlikujejo glede na okolje, v katerem se živali nahajajo (Alipio in Villena, 2022).

3.4.3 Avtonomni roboti v kmetijstvu

Poleg AMS se v prireji mleka uporabljajo tudi manjši roboti, ki skrbijo za lagodje krav. Za čiščenje podlage obstajajo roboti različnih proizvajalcev, ki delujejo na principu robotskega sesalnika, ki ga uporabljamo v gospodinjstvih. Kot primer lahko vzamemo Lely Discovery na sliki 6, ki ima spredaj gumijasto krtačo. Ta se vrti in tako potiska iztrebke v odprtine med rešetkami. Če se na njeni poti pojavi ovira, jo obvozi. Napravi določimo začetek dela, sama pa deluje avtomatsko. Ima svojo polnilno postajo, na katero se po končanem delu vrne.

Slika 6: Čistilec rešetk Lely Discovery



Vir: lastno delo.

Za krave je zelo pomembno, da imajo neprestan dostop do hrane. Svežo hrano dobijo enkrat na dan. Hrano v jasliah rade prebirajo, zato velik del hrane odrinejo in ta ni več v njihovem dosegu. Tukaj pridejo v poštev roboti, ki skrbijo za potiskanje hrane bližje jaslím. Ta robot, ki ga lahko vidimo na sliki 7, prav tako deluje avtomatsko in se nekajkrat dnevno zapelje čez jasli, s pomočjo sprednje spirale pa hrano potiska bližje. Programirljive robote za potiskanje krme v hlevu poganjajo elektromotorji, kar odpravlja izpušne pline in hrup, ki bi lahko povzročali okoljski stres za govedo (Gaworski in Kic, 2024).

Slika 7: Potiskalec hrane k jaslom



Vir: lastno delo.

Krave skrbijo za čiščenje in higieno. S pomočjo jezika, repa, praskanja z nogami in rogovi poskušajo odstraniti blato, iztrebke, žuželke in parazite. Za nedostopne predele pa v naravi uporabijo različno drevje ali druge predmete. V zaprtem prostoru takih predmetov ni, zato za dodatno udobje v hlevu skrbijo krtače, ki se začnejo vrteti, ko se jo krava dotakne in doseže vse predele, katerih sama žival ne more. Mehanska krtača kravam omogoča izpolnjevanje njihovega naravnega vedenja pri negi, kar lahko zmanjša frustracijo ali stres zaradi dolgočasje v sistemih intenzivne reje (DeVries in drugi, 2007). Primer takšne krtače lahko vidimo na sliki 8.

Slika 8: Krtača



Vir: lastno delo.

Raziskava pa je pokazala da sistem, ki združuje podatke o vrtenju krtač z identifikacijo krav prek RFID ali računalniškega vida ter uporabo algoritmov strojnega učenja, učinkovito spremlja individualno uporabo krtač pri skupinsko nastanjenih mlečnih kravah. Podatki pa lahko pomagajo pri razvoju orodij za spremljanje zdravja in dobrega počutja krav s pomočjo računalniškega vida, ki uporablja fiducialne označevalce (Foris in drugi, 2024).

3.4.4 Tehnološke rešitve za prezračevanje, osvetlitev in pršenje

Svetloba ima pomemben vpliv na živali, saj prek hormonov uravnava njihovo rast, plodnost, proizvodnjo in odpornost. Za krave je posebej ugodna dolga dnevna osvetlitev, približno 16 ur, kar pomeni, da je v določenih obdobjih leta potrebno v hlevih zagotoviti dodatno umetno osvetlitev, še posebej v zaprtih hlevih z malo naravne svetlobe, kar je značilno za večino slovenskih hlevov. Pogosta napaka rejcev je, da ob odhodu iz hleva ugasnejo luči, saj se ne zavedajo pomena svetlobe za živali (Golob, 2014).

Raziskave iz ZDA so pokazale, da podaljšanje osvetlitve na 16 do 18 ur dnevno v obdobjih kratkih dni, kot so jesen in zima, lahko poveča mlečnost krav za do 11 %. Dodatna osvetlitev tudi spodbuja večje zaužitje krme. Ekonomsko je podaljšana osvetlitev smiselna že ob 4 % povečanju mlečnosti. Svetloba vpliva na hormone prek epifize, ki izloča melatonin, hormon, ki uravnava dnevne ritme in vpliva na izločanje ravnega hormona, ki povečuje mlečnost. Poleg tega svetloba pozitivno vpliva na plodnost, sintezo vitamina D ter zavira razvoj nekaterih bakterij in parazitov (Penev in drugi, 2014).

Priporočljivo je, da imajo živali vsak dan vsaj šest ur teme, pri čemer osvetlitev v tem obdobju ne sme presegati 10 luksov. Raziskave iz ZDA, Kanade in Izraela kažejo, da krave v obdobju presušitve bolje uspevajo z daljšim obdobjem teme (8 ur svetlobe in 16 ur teme), kar vodi v večjo mlečnost v naslednji laktaciji, s povprečjem 650 kg več mleka na laktacijo (Grant in Miner, 2015). Zagotoviti moramo vsaj 200 luksov svetlobe čez dan, manj kot 50 luksov pa krave zaznajo kot noč (Hulsen, 2007).

Vročinski stres vpliva na zdravje in počutje krav zaradi fiziološko škodljive toplotne obremenitve (Gaughan in drugi, 2012). V razvitih državah se vse bolj obravnava kot moralno in praktično vprašanje, saj vpliva na krave v laktaciji, ki zaradi vročine manj jedo, počivajo in prežvekujejo. Ta stres je glavni vzrok za izgube v mlečni industriji, zlasti pri visoko produktivnih kravah (Thatcher in drugi, 2010).

Hlevi z naravnim prezračevanjem imajo odprte stranice za prost pretok zraka, medtem ko hlevi s tunelskim prezračevanjem uporabljajo ventilatorje. Primerjalne študije kažejo, da so tunelski hlevi učinkovitejši pri vzdrževanju enakomerne temperature (Banhazi in drugi, 2020). Primer takšnega prezračevanja lahko vidimo na sliki 7.

Slika 9: Sistem ventilatorjev za prezračevanje



Vir: lastno delo.

Za hlajenje krav se uporabljajo razpršilni sistemi, ki krave navlažijo z velikimi kapljicami vode, kar omogoča boljše hlajenje kot sistemi za meglenje, ki ustvarjajo manjše kapljice. Samodejni škropilni sistemi, ki se sprožijo glede na indeks toplotnega ugodja (THI), so učinkoviti pri zmanjševanju vročinskega stresa. Nočno hlajenje poveča toplotno toleranco krav in zmanjša izgubo mleka. V študiji so primerjali različne sisteme za hlajenje, kjer so ugotovili, da je uporaba sistema ventilatorjev in razpršilcev najbolj ugodno vplivala na količino proizvedenega mleka, saj se proizvodnja poveča za med 4,7 in 7,7 kg mleka na kravo dnevno. (Banhazi in drugi, 2020).

3.4.5 Robotske mešalne prikolicе za mešanje in distribucijo krme

Na področju krmljenja mlečne živine je poudarek na avtomatizaciji procesa. Avtomatizacija ni pomembna le za zmanjšanje ročnega dela, ampak tudi za zagotavljanje neprekinjenega dostopa do krme, kar izboljšuje dobro počutje živali z zmanjšanjem nelagodja zaradi pomanjkanja hrane. Ključno je, da krma ostane sveža, kar je mogoče doseči z roboti za krmljenje, opremljenimi s funkcijami za nadzor časa, odmerka in pogostosti krmljenja. (Gaworski in Kic, 2024).

Avtomatizacija krmljenja se razlikuje od preprostih dozirnih trakov do naprednih samohodnih mešalnih prikolic. Osnovna avtomatizacija uporablja mešalno-krmilne prikolicе za lažje razdeljevanje krme. Druga stopnja vključuje sisteme za mešanje, razdeljevanje in premikanje krme, kot so trakovi in krmni vozički. Tretja stopnja obsega sisteme, ki sami polnijo mešalnik, kot so nakladalni žerjavi ali dozirne mize (Novak, 2024).

Krmilni roboti omogočajo natančno prilagajanje krmljenja in vzorcev krmljenja, skladno z načeli dobrega počutja živali. Ti roboti, ki so del samodejnih krmilnih sistemov in napredne tehnologije priprave popolnega mešanega obroka, zmanjšujejo delovno obremenitev, optimizirajo prehrano živali ter izboljšujejo njihovo dobro počutje. Poganjajo jih elektromotorji, kar zagotavlja tiho delovanje brez izpušnih plinov, kar dodatno prispeva k

boljšemu okolju za živali (Gaworski in Kic, 2024). Primer takšnega robota lahko vidimo na sliki 10.

Slika 10: Robotska krmilno-mešalna prikolica



Vir: Triolet (brez datuma).

3.4.6 Internet stvari in veliki podatki v kmetijstvu

V živinoreji lahko s pomočjo senzorjev, podatkov in mašinskega učenja rešujejo zapletene probleme, kot so določanje optimalne sestave hranil v krmi za živali, ocenjevanje uspešnosti upravljanja z živalimi, preučevanje strategij za zmanjšanje izločanja hranil v okolje ter napovedovanje rezultatov. Za uporabo modelov je potrebno zbrati obsežne podatkovne nize, vključno z lokalnimi vremenskimi podatki, podatki o kakovosti zraka, glasovnimi signali živali, vizualnimi podatki o gibanju živali in drugimi vedenjskimi podatki. Različni senzorji omogočajo učinkovito zajemanje teh podatkov v realnem času (Neethirajan, 2020).

Zaradi naraščajoče količine podatkov na kmetijah je ključnega pomena avtomatizacija vključevanja različnih virov podatkov v orodja za odločanje, ki kmetom omogočajo integrirane nasvete in bolj učinkovito upravljanje črede. Pomanjkanje te integracije lahko vodi do zamud pri ukrepih, povečanja tveganja napak, pomanjkanja zavedanja o spremembah v okolju, neoptimalne rabe virov, omejenega pregleda možnosti za izboljšave, ter manjše donosnosti, trajnosti in odpornosti (Barrientos-Blanco in drugi, 2019).

Veliki podatki igrajo ključno vlogo pri uporabi naprednih tehnologij v kmetijstvu, saj omogočajo prilagodljivo shranjevanje velikih količin podatkov na oddaljenih strežnikih. Napredni algoritmi umetne inteligence in strojnega učenja lahko te obsežne podatke analizirajo, napovedujejo trende in obveščajo kmete o morebitnih neobičajnih dogodkih. Zato v živinoreji senzorji, veliki podatki ter napredni algoritmi umetne inteligence in matematične analize skupaj zagotavljajo celovite rešitve (Neethirajan, 2020).

V praksi se napredne tehnologije uporabljajo za iskanje optimalnih rešitev za različne izzive v živinoreji. Nekateri primeri vključujejo minimiziranje stroškov, maksimiziranje proizvodnje, povečanje učinkovitosti in oblikovanje optimalnih prehranskih formul. Napredni modeli lahko upoštevajo spremenljivke, kot so genetika, okoljski dejavniki in upravljalne prednostne naloge, da dosežejo kontekstualno ustrezne in optimalne rešitve. Na splošno velja, da več podatkov, ki jih sistem zbira in analizira, povečuje možnosti za doseg natančnih in optimalnih rešitev. Prednost takih rešitev je tudi v zagotavljanju podatkovno podprtih in dokazanih odločitev za kmete (Neethirajan, 2020).

Zbrani in obdelani podatki se nato prikazujejo z interaktivnimi poročili in nadzornimi ploščami, ki so prilagojene uporabnikom, omogočajo pa spremljanje tako na kmetiji kot na daljavo. Z uporabo intuitivnih in preglednih vizualnih elementov poročila prikazujejo zgodovinske podatke, podatke v realnem času in napovedi strojnega učenja. Takšni sistemi lahko nadzorujejo naprave IoT in omogočijo pošiljanje podatkov na zahtevo ter nastavkov alarmov za obveščanje ob določenih dogodkih (Atanasova in Dineva, 2022).

3.4.7 Tehnologije za zmanjšanje okoljskega vpliva kmetijstva

Kmetijski sektor ima velik vpliv na okolje, saj prispeva več kot četrtno svetovnih emisij toplogrednih plinov, od tega jih okoli 80 % prihaja prav iz živinoreje. Poročilo družbe McKinsey & Company iz leta 2020 ocenjuje, da bi lahko z uporabo učinkovitih tehnologij in praks kmetovanja do leta 2050 dosegli približno 20% zmanjšanje emisij v tem sektorju. To pa bi lahko dosegli z izboljšanjem zdravja živali (Goedde in drugi, 2020). Bolj zdrave živali omogočajo manjše število živali za enako raven proizvodnje, kar neposredno zmanjšuje emisije (Dezfouli in drugi, 2021).

Za trajnostno mlečno kmetijo je ključno zmanjšati emisije dušika in optimalno ponovno uporabiti sestavine v gnoju. Več kot 90 % mlečne živine v glavnih državah proizvajalkah mleka v EU je v hlevih, kjer imajo prosto gibanje, kakovostno krmo, vodo in ustrezne bokse za počitek. Prosto gibanje krav v hlevu onemogoča ločevanje iztrebkov in urina, kar vodi do emisij NH_3 , te emisije pa zmanjšujejo biotsko raznovrstnost na naravnih območjih (Duijnissveld, 2021).

Živalski gnoj, kombinacija fekalij in urina, je dragocen vir za kmete, saj ohranja rodovitnost tal in zagotavlja hranila za pridelke. Vendar pa je zaradi težavnosti ločevanja mineralov v gnoju optimalno gnojenje skoraj nemogoče. Minerale, ki zapustijo kmetijo z mlekom, mesom ali emisijami, nadomestijo z uvozom umetnih gnojil, kar ponavlja proces. V podjetju Lely so razvili sistem za boljše ravnanje z gnojem. Lely Sphere je krožni sistem za ravnanje z gnojem, ki po navedbah proizvajalca povprečno zmanjša emisije amonijaka s 13 kg NH_3 na kravo na leto na 4 kg NH_3 na kravo na leto, kar predstavlja 70% zmanjšanje. Sistem zajame amonijak in ga pretvori v krožno dušikovo gnojilo ter loči urin in iztrebke. Kmetje lahko namesto gnoja izbirajo med tremi vrstami gnojil za optimalno rast pridelkov, kar

zmanjša potrebo po uvozu umetnih gnojil in izboljša mineralni cikel na kmetiji (Duijnsveld, 2021).

Kot primer dobre prakse sem obiskala eno najbolj naprednih kmetij v Sloveniji. Specializirana govedorejska kmetija Čretnik, ki se ukvarja s prirejo mleka, leži v naselju Pernovo v občini Žalec. Na kmetiji uporabljajo tako imenovane High Welfare Floor (v nadaljevanju HWF), ki predstavljajo napredno rešitev za prosto rejo govedi, saj se osredotoča na dobro počutje živali in zmanjševanje okoljskega vpliva. V helvu imajo 600 m² veliko ležalno površino za krave, katero lahko vidimo na sliki 11. Ta večplastna talna površina, pretežno narejena iz drobljene gume, nudi kravam molznicam suho, udobno, in naravno okolje, ki jim omogoča prosto izbiro ležalnega prostora ter naravno obnašanje brez omejitev. Zaradi triplastne sestave tal so parklji zaščiteni pred vlago, kar zmanjšuje tveganje za bolezni in povečuje čas počivanja. Poleg udobja, ki ga ponuja HWF, sistem omogoča takojšnje ločevanje urina in blata, kar zmanjša emisije amonijaka za do 80 % v primerjavi s klasično prosto rejo z rešetkami in boksi. To prispeva k čistejšemu okolju ter omogoča učinkovitejše in bolj natančno gnojenje. HWF tako ni zgolj inovativna, ampak tudi ekološko ozaveščena, saj se usklajujejo s sodobnimi trendi prilagajanja na podnebne spremembe in sledi ciljem trajnostnega razvoja v kmetijstvu.

Slika 11: HWF na kmetiji Čretnik



Vir: lastno delo.

4 STANJE IN IZZIVI IZBRANE KMETIJE

4.1 Trenutno stanje na izbrani kmetiji

Kmetija se nahaja na JV Slovenije, natančneje v občini Mirna Peč. S kmetijstvom se ukvarjajo že tri generacije. Na začetku so imeli na kmetiji konje in nekaj živali za domačo oskrbo. Resnejše pa se je kmetijska dejavnost razvila, ko jo je prevzel sedanji lastnik. Na kmetiji gospodarji od leta 1990 in od takrat prevladuje dejavnost proizvodnje mleka. Prva večja investicija je bila gradnja hleva za 70 krav molznic z molziščem. Leta 2008 so kot druga kmetija v Sloveniji zamenjali molzišče z robotom za molžo. Do danes so zamenjali že dva, nazadnje pa leta 2021, ko je na trg prišla najnovejša verzija. Leta 2015 je bil hlev dograjen, sedaj pa je v njem prostora tudi za bolne krave, telice in teličke.

Na kmetiji se ukvarjajo s proizvodnjo mleka. Po podatkih zadnje kontrole mleka, ki je bila izvedena 23. 7.2024 je bila čreda sestavljena iz 73 živali, od tega je bilo 63 krav molzenih, ostalih 10 pa je bilo na tisti dan odstavljenih iz proizvodnje. Po podatkih tekoče kontrole je bilo proizvedeno 1882,8 kg mleka na dan, kar znaša 29,9 kilograma na kravo. Mleko je imelo 3,77 % mlečne maščobe in 3,3 % beljakovin. Ti podatki so zaradi poletne vročine nekoliko slabši. Po povprečnih vrednostih v zadnjem letu so krave proizvedle 30,8 kg mleka s 4,1 % maščob in 3,6 % beljakovin. Po teh podatkih je predvidena letna količina na kravo 10.000 kilogramov mleka.

Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov, Ur. l. RS št. 113/2009, omejuje vnos dušika iz živinskih gnojil na 170 kg N/ha kmetijskih zemljišč. Ta omejitev je ključna za preprečevanje onesnaženja voda z nitrati. Obremenitev glavne živinorejske vrednosti (v nadelajevanju GVŽ)/ha je treba povezati s preglednico o letnih količinah dušika, ki jih prispevajo različne vrste in kategorije živali. Po podatkih zbirne vloge je bilo 1. 2.2023 prijavljenih 25 telet do šest mesecev, ki imajo koeficient 0,15; 8 glav mladega goveda (6–12 mesecev) s koeficientom 0,3; 24 glav mladega goveda (12–24 mesecev) s koef. 0,6 in 84 glav goveda starega več kot dve leti s koef. 1. Na kmetiji obdelujejo 50ha površin, malo več kot 25ha je njiv, malo manj kot 25ha pa je trajnih travnikov. Po izračunu znaša GVŽ na hektar 2,08 (največja dovoljena meja je 2,4 GVŽ/ha), kar proizvede 7346,9 kg dušika na leto.

Na kmetiji se spopadajo s problemi višanja stroškov, pomanjkanja obdelovalnih površin in omejitvijo kapacitet. Robot ima dnevno kapaciteto 3500 litrov. Na kmetiji si želijo, da bi čim bolj zapolnili te kapacitete, vendar se poleg omejitve z GVŽ spopadajo tudi s problemom velikosti hleva, ki je že zapolnjen in v njega ni več mogoče dodati novih živali. Spopadajo se tudi z vse višjimi stroški krmnih dodatkov, žit, veterinarskih storitev... Izzivi pa se pojavljajo tudi v novih okoljskih smernicah EU, kjer želijo močno zmanjšati vpliv živinoreje na okolje. Kljub vzpostavljenim praksam in postopkom se kmetija sooča z vrsto izzivov, ki ovirajo njeno optimalno delovanje in trajnostno rast.

4.2 Glavni izzivi na izbrani kmetiji

Na kmetiji se soočajo s številnimi izzivi, ki vplivajo na učinkovitost in produktivnost. Težave so povezane z omejitvami obstoječe infrastrukture, udobjem živali ter z ekonomskimi in tehnološkimi izzivi. Težave sem identificirala na podlagi nestrukturiranega intervjuja, ki je bil opravljen z lastnikom kmetije.

4.2.1 Zmanjšanje odvisnosti od delovne sile

Zmanjšanje odvisnosti od delovne sile predstavlja za lastnika kmetije pomemben izziv. Trenutno delo na kmetiji opravljata dva zaposlena, katerih delovni dnevi so dolgi in naporni. V obdobjih spravila krme, ko je potrebno hitro in učinkovito opraviti vse naloge, delo pogosto traja od zgodnjega jutra do poznega večera. Poleg tega morata skrbeti za živali, kar zahteva stalno prisotnost vsaj dvakrat dnevno, sedem dni v tednu. Zaradi tega zaposleni pogosto ostanejo brez prostega časa in možnosti za počitek, kar vodi v kronično utrujenost, zmanjšano fizično moč in vzdržljivost.

Pomanjkanje prostih vikendov in težave pri načrtovanju dopustov dodatno otežujejo situacijo, kar negativno vpliva na socialno življenje zaposlenih, saj imajo malo časa, ki bi ga lahko preživeli z družino ali prijatelji. Dolge delovne ure pa povzročajo tudi stres in anksioznost, kar vpliva na motivacijo in povečuje možnost napak, ki lahko privedejo do napačnega ravnanja z živalmi ali zamud pri pomembnih opravilih.

Lastnik vidi rešitev tega izziva v nadaljnji avtomatizaciji delovnih procesov, kot so avtomatizirani sistemi za krmljenje, čiščenje in spremljanje zdravja živali. Takšne tehnologije bi omogočile razbremenitev zaposlenih in izboljšanje delovnih pogojev, kar bi prispevalo k večjemu zadovoljstvu in motivaciji ter hkrati izboljšalo produktivnost in dobrobit živali na kmetiji.

4.2.2 Optimizacija prostorskih zmogljivosti za izboljšanje dobrobiti živali

Na izbrani kmetiji se soočajo s pomanjkanjem prostora za živali, kar predstavlja enega izmed ključnih izzivov. Omejen prostor lahko negativno vpliva na zdravje živali in njihovo splošno dobrobit. Povečana gneča vodi do več poškodb, težav s kopiti in povečanega stresa, kar posledično zmanjša proizvodnjo mleka. Trenutno ima hlev 70 ležišč in 60 mest pri krmilni mizi, kar ni dovolj za optimalne pogoje, saj stiska pri krmilnih mestih omejuje dostop do hrane. Čeprav kmetija uporablja avtomatski molzni stroj, ki ima dnevno kapaciteto do 3500 kilogramov mleka, trenutna proizvodnja znaša le okoli 1900 kg na dan, kar predstavlja le 54 % celotne zmogljivosti.

Ker se v občini Mirna Peč soočajo s pomanjkanjem kmetijskih zemljišč, je zelo težko povečati količino obdelovalnih površin, posledično pa zaradi tega in omejitve z GVŽ ni

mogoče povečati števila glav živali. Omejitve v prostorski kapaciteti hleva in visoka gostota živali tako dodatno prispevajo k težavam, saj onemogočajo širitev brez večjih sprememb in finančnih vložkov.

Rešitve za ta problem vključujejo optimizacijo prehrane, izboljšanje hlevskih pogojev in uporabo tehnologij za spremljanje stanja živali. Optimizacija obstoječega prostora v hlevu je ključna za doseganje boljših rezultatov, saj lahko s pravilnim načrtovanjem, uporabo sodobnih tehnologij in prilagoditvijo obstoječe infrastrukture kmetija doseže boljše pogoje za živali in poveča proizvodnjo mleka brez večjih finančnih naložb v gradnjo novih prostorov.

4.2.3 Znižanje stroškov krme in veterinarskih storitev s pomočjo pametnih tehnologij

Naraščajoči stroški krme, veterinarskih storitev in energentov močno vplivajo na dobičkonosnost kmetije. V zadnjem obdobju so stroški drastično narasli, predvsem zaradi globalnih dejavnikov, kot so vojna v Ukrajini in podnebne spremembe, ki so dvignile cene žit. Ti visoki stroški krme predstavljajo pomemben delež celotnih operativnih stroškov kmetije, kar postavlja velik finančni pritisk na poslovanje. Podražil se je tudi transport, kar dodatno otežuje dostop do krme in drugih potrebščin, zaradi česar je stroške še težje nadzorovati.

Poleg krme se kmetija sooča tudi z naraščajočimi stroški veterinarskih storitev, saj živali pogosto potrebujejo zdravstveno oskrbo, kar je lahko drago in obremenjujoče. Visoki stroški zdravstvenega varstva živali negativno vplivajo na dolgoročno vzdržnost in stabilnost kmetije. Tržna nestabilnost povečuje negotovost glede prihodnjih cen mleka, saj nihanje količin proizvedenega mleka posledično vpliva na odkupne cene. Na cene vplivajo tudi globalne trgovinske razmere in konkurenčnost tako domačih kot tujih proizvajalcev mleka, kar dodatno povečuje nepredvidljivost dohodkov.

Rešitve za obvladovanje teh stroškov vključujejo uporabo pametnih tehnologij za prilagodljivo krmljenje, kar omogoča natančno prilagoditev krme za potrebe posamezne živali. Glede na rastoče cene veterinarskih storitev so uporabne različne tehnološke rešitve za spremljanje zdravja živali v realnem času, ki omogočajo pravočasno ukrepanje in s tem zmanjšujejo resnost in obseg zdravljenja. Takšen pristop omogoča boljše nadzorovanje in prilagajanje stroškov, kar pozitivno vpliva na stabilnost in vzdržnost kmetije.

4.2.4 Uvedba sistemov za prilagoditev podnebnim spremembam in zaščito živali

Podnebne spremembe predstavljajo velik izziv za kmetijo, saj povzročajo daljše suše, višje temperature in bolj pogoste ekstremne vremenske pojave, ki močno vplivajo na proizvodnjo hrane in mleka. Povišane temperature lahko pri živalih povzročijo vročinski stres, ki vodi do zmanjšanja vnosa hrane, posledično pa se zmanjša tudi proizvodnja mleka. To ne samo

zmanjšuje količino proizvedenega mleka, ampak lahko privede tudi do zdravstvenih težav pri živalih, kot je mastitis, ki poslabša njihovo splošno stanje in vodi v dodatne stroške zdravljenja.

Ekstremni vremenski pogoji povečujejo tveganje za nepričakovane izzive, kot so pomanjkanje krme in povečan stres pri živalih, ki negativno vplivajo na produktivnost. Te težave so še posebej izrazite v poletnih mesecih, ko so živali zaradi vročinskega stresa izpostavljene večjim obremenitvam. Pomanjkanje prilagojenih sistemov za nadzor temperature v hlevih otežuje zagotavljanje ustreznih pogojev za živali, kar dolgoročno vpliva na njihovo zdravje in proizvodno sposobnost.

Rešitve za obvladovanje vplivov podnebnih sprememb vključujejo uporabo ventilatorjev ali prezračevalnih sistemov in sistemov za pršenje vode, ki omogočajo hlajenje hlevov in tako zmanjšujejo temperaturo. Poleg tega prilagoditev krme z uporabo prehranskih dodatkov, ki pomagajo zmanjšati učinke vročinskega stresa, omogoča boljše obvladovanje vročinskih obremenitev. S temi pristopi se lahko izboljša stabilnost proizvodnje mleka in zmanjša tveganje za pojav zdravstvenih težav pri živalih.

4.2.5 Natančnejše spremljanje in uporaba podatkov za izboljšanje odločanja

Kmetija se sooča z izzivom učinkovitega zbiranja in uporabe podatkov, ki bi omogočili boljše upravljanje vsakodnevnih dejavnosti in dolgoročnih strategij. Trenutno se podatki o ključnih vidikih, kot so zdravje živali, poraba krme, poraba energije in vode, ne zbirajo sistematično, kar omejuje možnosti za natančno prilagajanje procesov ter izboljšanje učinkovitosti. Takšno pomanjkanje natančnih podatkov otežuje sprejemanje odločitev in zmanjšuje možnosti za dolgoročno optimizacijo in prilagodljivost.

Da bi kmetija lahko izkoristila potencial podatkov, se sooča s potrebo po vzpostavitvi bolj strukturiranega načina zbiranja informacij. To vključuje uporabo pametnih senzorjev in tehnologij za samodejno beleženje podatkov, kot so nosljivi biosenzorji za spremljanje zdravstvenih kazalnikov živali ali senzorji za spremljanje temperature, vlage in kakovosti zraka v hlevih. Sistematično zbiranje teh informacij omogoča boljši vpogled v stanje kmetije in omogoča takojšnje ukrepanje na podlagi konkretnih podatkov.

Poleg uvedbe novih tehnologij za zbiranje podatkov je za uspešno implementacijo ključnega pomena tudi izobraževanje zaposlenih. Razumevanje in pravilna uporaba pridobljenih podatkov zahtevata dodatno usposabljanje, saj zaposleni potrebujejo znanja za učinkovito interpretacijo podatkov ter za sprejemanje odločitev na podlagi teh informacij. S tem lahko kmetija postane bolj proaktivna pri upravljanju zdravja živali, nadzoru nad stroški ter optimizaciji porabe virov.

S takšnim pristopom bi kmetija lahko sistematično zbirala podatke in jih uporabljala za izboljšanje odločanja na vseh ravneh. To bi omogočilo hitrejše prepoznavanje trendov in težav ter boljše prilagajanje procesov potrebam kmetije, kar prispeva k dolgoročni produktivnosti in stabilnosti.

Izbrana kmetija se poleg osmenjenih izzivov sooča tudi s pomanjkanje delovne sile, staranjem kmečkega prebivalstva in potrebi po večji produktivnosti. Za reševanje teh izzivov so ključnega pomena sodobne tehnološke rešitve, ki lahko izboljšajo delovne procese, povečajo učinkovitost in zmanjšajo odvisnost od ročnega dela. Avtomatizirani sistemi za pridelavo in nadzor ponujajo priložnosti za optimizacijo kmetijskih dejavnosti in dolgoročno izboljšanje uspešnosti kmetije.

5 METODOLOGIJA IN PREDSTAVITEV REZULTATOV

5.1 Predstevitev vzorca in vprašalnika

Da bi odgovorila na zastavljeno raziskovalno vprašanje, sem izvedla 6 polstrukturiranih intervjujev. Vprašanja za intervjuje sem pripravila na podlagi ključnih tem, ki izhajajo iz teoretičnega okvira raziskave. Intervjuje sem izvedla v obdobju od 15. avgusta 2024 do 11. septembra 2024 preko spletne platforme Zoom.

Vzorčenje je bilo po principu snežne kepe, saj sem od udeležencev dobila priporočila, koga bi lahko še vključila v intervju. Skupno sem opravila 6 intervjujev, v katerih so sodelovale 3 ženske in 3 moški. Vsi intervjujanci že več let delujejo v kmetijski panogi, vendar na različnih področjih. Vzorec je vključeval dva profesorja, enega s Fakultete za strojništvo (PROF1) in drugega z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (PROF2). Sodelovala sta tudi predstavnika iz podjetij za razvoj hlevske opreme – eden iz slovenskega startupa (HL-OPR1) in tehnik iz mednarodnega podjetja, ki proizvaja hlevsko opremo (HL-OPR2). Poleg njih sem intervjuvala še svetovalca iz Kmetijsko gozdarskega zavoda Novo mesto (KGZ1) ter novinarko Kmečkega glasa, ki pokriva živinorejske teme (NOV1). Intervjuji so bili zvočno posneti s telefonom. Po koncu intervjuja sem na podlagi posnetka naredila transkript. Intervjuji so trajali med 40 in 75 minut.

5.2 Struktura intervjujev in tematske kategorije

Vprašanja za intervju sem sestavila na podlagi teoretične raziskave, ki je bila opravljena v prvem koraku. V intervjuju so me zanimali pogledi strokovnjakov in uporabnikov tehnologij na področju prireje mleka. Intervju se je osredotočal na ključne vidike, kot so tehnološki napredek, vpliv novih tehnologij na zdravje živali in produktivnost, stroški in financiranje, vpliv na okolje ter vpliv na delovne pogoje kmetov. Glavni cilj intervjuja je bil pridobiti vpogled v izkušnje z uvajanjem pametnih tehnologij na kmetijah ter oceniti potencial teh

tehnologij za morebitno uvedbo na izbrani kmetiji. Intervju je vključeval 18 vprašanj, razdeljenih na več tematskih sklopov.

Intervjujanci so v prvem vprašanju (Q1) razpravljali o največjih tehnoloških napredkih v prireji mleka v zadnjih letih, v drugem vprašanju (Q2) pa o področjih, ki po njihovem mnenju ponujajo največji potencial za uvedbo pametnega kmetijstva. Pri tretjem vprašanju (Q3) so opisali, katero opremo in tehnologijo trenutno uporabljajo na naprednih mlečnih kmetijah, pri čemer so posebej izpostavili uporabo biosenzorjev in avtomatskih sistemov. Vprašanja od četrtega do sedmega (Q4–Q7) so raziskovala vpliv teh novih tehnologij na zdravje in dobrobit živali, produktivnost mleka ter spremljanje zdravja živali. Prav tako so intervjujanci delili svoje izkušnje, kako živali reagirajo na uvedbo novih tehnologij, kot so robotske molže in nosljivi senzorji.

V osmem vprašanju (Q8) so intervjujanci preučevali stroške in koristi avtomatizacije različnih procesov v prireji mleka. Deveto vprašanje (Q9) je bilo osredotočeno na razpoložljivost finančnih spodbud in subvencij za kmete, ki želijo vlagati v pametno kmetijstvo, ter o priporočilih za dostopne vire financiranja. Deseto vprašanje (Q10) je raziskovalo, kako lahko pametne tehnologije v hlevih pomagajo zmanjšati okoljski odtis kmetij, medtem ko se je enajsto vprašanje (Q11) osredotočalo na tehnologije, ki so najbolj učinkovite pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov in drugih onesnaževal, povezanih z živinorejo.

Dvanajsto vprašanje (Q12) se je nanašalo na to, kako lahko uvedba pametnih tehnologij izboljša delovne pogoje kmetov in zaposlenih, trinajsto vprašanje (Q13) pa je bilo osredotočeno na potrebe po dodatnem usposabljanju zaposlenih za učinkovito uporabo novih tehnologij. Štirinajsto vprašanje (Q14) je preučevalo enostavnost integracije novih pametnih tehnologij v obstoječo infrastrukturo hlevov ter potrebne prilagoditve. Petnajsto vprašanje (Q15) je raziskovalo, kako zagotoviti zanesljivost in transparentnost podatkov, ki jih zbirajo pametne naprave.

Na koncu so zadnja vprašanja (Q16–Q18) raziskovala prihodnost pametne živinoreje v naslednjih 10 letih. Intervjujanci so delili svoja mnenja o najbolj obetavnih tehnologijah za prihodnost kmetijstva in o vlogi državnih politik pri podpori uvajanja pametnega kmetijstva.

5.3 Analiza ključnih tem intervjujev

5.3.1 Proces tematske analize

Opravljenе intervjuje bom analizirala s pomočjo tematske analize po metodi raziskovalk Braun in Clarke (2006). Tematska analiza je metoda za prepoznavanje, analizo in poročanje vzorcev oziroma tem na podlagi kvalitativnih podatkov. Analiza je temeljila na semantičnih

temah, saj sem se osredotočala na jasno izražene pomeni in ugotovitve, ki so se nanašale na vplive tehnologij na produktivnost, zdravje živali ter okoljske in ekonomske vidike.

Pri tem sem uporabila realistični epistemološki pristop, ker je bila raziskava usmerjena v razumevanje resničnih izkušenj kmetov in strokovnjakov ter njihovega dojetja prednosti in izzivov uvajanja pametnih tehnologij. Cilj analize je bil prepoznati ponavljajoče se vzorce, ki so relevantni za izboljšanje kmetijskih praks, zlasti na področju tehnoloških inovacij in trajnostnih praks.

Postopek temelji na šeststopenjskem pristopu. V prvi fazi sem se spoznala s podatki tako, da sem večkrat prebrala transkripte intervjujev, s tem pa sem dobila vpogled v vsebino. V drugi fazi sem organizirala podatke v manjše enote t. i. kode. S pomočjo programa ATLAS.ti sem sistematično kodirala simiselne kode, ki so bile povezane z mojo temo kot so npr. "tehnološki napredek", "izzivi pri uvajanju tehnologij", "učinki na zdravje živali" itd. V tretji fazi sem začela iskati teme. Kode sem združila v širše kategorije, ki so se ponavljale skozi različne intervjuje. Na primer kode, povezane z ekonomskimi vidiki in stroški, sem združila pod temo "stroški in financiranje", medtem ko so kode, povezane z vplivom tehnologij na delovno okolje, tvorile temo "vpliv na kmete in zaposlene". V četrti fazi sem pregledala in izpopolnila teme. Preverila sem, ali so identificirane teme smiselno zajele vse ključne informacije iz podatkov. Nekatere teme sem združila, preoblikovala ali izločila, če niso bile dovolj utemeljene. Ta faza je bila ključna za zagotovitev, da teme zajamejo bistvene vzorce v podatkih. V peti fazi sem vsako temo poimenovala in definirala. Podrobno sem opisala, kaj vsaka tema pomeni, kako je povezana z raziskovalnimi vprašanji in kateri vidiki podatkov jo podpirajo. Na primer tema "vpliv na zdravje živali" je vključevala kode, povezane z izboljšanjem dobrobiti živali skozi uporabo biosenzorjev in drugih tehnologij. V šesti fazi sem pripravila razpravo o ugotovitvah, pri čemer sem vsako temo podkrepila s konkretnimi primeri in citati iz intervjujev ter s podatki iz predhodne literature (Braun in Clarke, 2006).

Razprava je predstavila ključne ugotovitve o vplivu tehnologij na kmetijstvo, vključno s stroškovnimi, ekološkimi in delovnimi vidiki, kar mi je omogočilo odgovarjanje na raziskovalna vprašanja na podlagi ugotovljenih vzorcev.

5.3.2 Identifikacija glavnih tem in podtem

V procesu zbiranja podatkov so intervjuvani strokovnjaki in uporabniki pametnih tehnologij v kmetijstvu skozi polstrukturiran intervju odgovorili na 18 vsebinskih vprašanj, ki so zajemala različne vidike uvajanja pametnih tehnologij v prireji mleka. Udeleženci so delili svoje izkušnje o tehnoloških napredkih, vplivu novih tehnologij na zdravje živali in produktivnost, stroških in financiranju, vplivu na okolje ter vplivu na delovne pogoje kmetov. Obseg odgovorov se je razlikoval, saj so nekateri odgovarjali jedrnato, medtem ko

so drugi podali obsežnejše pripovedi o izzivih in priložnostih, ki jih prinaša uvedba novih tehnologij na kmetijah.

Na podlagi teh odgovorov sem v procesu tematske analize oblikovala 123 kod, ki sem jih nato združila v 23 podtem, potem pa še v končnih 7 tem. Za boljšo preglednost so v nadaljevanju prikazani rezultati tematske analize v obliki tabele (tabela 1), kjer so prikazane vse teme in pripadajoče podteme.

Sledijo poglavja, ki so organizirana glede na raziskovalna vprašanja. V teh poglavjih so predstavljene tabele s temami, podtemami in frekvencami pojavljanja posameznih kod. Vsaka podtema je na kratko opisana, ob njej pa so navedeni primeri izjav udeležencev v premem govoru, za katere sem ocenila, da najbolje predstavljajo vsebino določene podteme.

Tabela 1: Rezultati tematske analize

TEMA	PODTEMA
1. Tehnološki napredek	Robotizacija molže Avtomatizacija hranjenja Senzorji in pametne ovratnice Upravljanje z okoljem v hlevu
2. Vpliv tehnologij na zdravje živali	Spremljanje zdravstvenih stanj Dobro počutje in udobje živali Preprečevanje bolezni
3. Produktivnost in učinkovitost	Povečanje mlečnosti Optimizacija krmnih obrokov Prihranek časa in zmanjšanje fizičnega dela
4. Stroški in financiranje	Stroški investicije Stroški vzdrževanja Subvencije in finančna podpora
5. Vpliv na okolje	Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov Učinkovitejša raba virov Trajnostne prakse
6. Izzivi pri uvajanju tehnologij	Pomanjkanje znanja in usposabljanja Prilagoditev obstoječe infrastrukture Odpornost kmetov na nove tehnologije
7. Prihodnost pametne živinoreje	Napovedi za naslednjih 10 let Trajnostne prakse in zmanjšanje okoljskega vpliva Povečanje uporabe umetne inteligence Vloga državnih politik

Vir: lastno delo.

5.4 Glavni rezultati tematske analize

5.4.1 Tehnološki napredek

Intervjuji, izvedeni s strokovnjaki z različnih področij kmetijske panoge, razkrivajo, da je tehnološki napredek v zadnjih letih močno preoblikoval prirejo mleka. Ena izmed najpomembnejših inovacij je uvedba robotske molže, ki omogoča večjo produktivnost in fleksibilnost kmetov. Večina intervjuvancev je poudarila, da so roboti postali nepogrešljiv del sodobnih mlečnih kmetij, zlasti na večjih kmetijah z več kot 60 kravami, kjer se investicija v robotizacijo hitro povrne. Poleg robotske molže se avtomatizacija širi na druga področja, kot so krmljenje, čiščenje hlevov in spremljanje zdravstvenega stanja živali, kar prispeva k zmanjšanju delovne obremenitve kmetov.

Uporaba senzorjev za spremljanje aktivnosti, prežvekovanja in drugih vitalnih znakov živali omogoča kmetom, da v realnem času spremljajo stanje živali in tako hitro ukrepajo v primeru težav. Kljub vsem prednostim pa tehnologija zahteva dodatno usposabljanje, saj kmetje potrebujejo znanje za pravilno interpretacijo podatkov, ki jih ti sistemi generirajo. Brez tega lahko tehnologija ostane neizkoriščena ali celo povzroči dodatne težave.

– Molzni roboti

Uvedba robotov predstavlja eno ključnih tehnoloških sprememb v prireji mleka, kar so intervjuvanci pogosto izpostavili. Robotizacija se še posebej uporablja na večjih kmetijah z več kot 60 kravami, kjer se investicija vanje hitro povrne. Takšna tehnologija omogoča večjo učinkovitost in zmanjšuje potrebo po človeškem delu, kar dolgoročno prispeva k optimizaciji procesov na kmetiji. Navsezadnje je intervjuvanec NOV-1 poudaril: *"Uvedba novega sistema reje, se pravi proste reje, se več ali manj vgrajujejo roboti za molžo. To je zelo pogosto, pač, tam v skupinah nad 60 krav, recimo, se ta investicija že vrne."* Prav tako je intervjuvanec PROF-1 izpostavil, da je uvedba robotske molže eden največjih tehnoloških napredkov: *»Največji tehnološki napredek je bila sigurno uvedba robotske molže. Zdaj, koliko je dejansko prinesel, je težko reči, ampak po mojih izkušnjah vidim, da je to prineslo enih 6 odstotkov večjo pridelavo.«*

– Avtomatizacija

Intervjuvanci so izpostavili, da avtomatizacija različnih procesov na kmetijah, kot so molža, krmljenje in čiščenje, pomembno prispeva k povečanju produktivnosti in optimizaciji delovnih procesov. Po njihovem mnenju uvajanje robotskih sistemov za molžo, krmljenje in čiščenje hlevov omogoča lažje upravljanje kmetij, medtem ko senzorji v hlevih omogočajo natančno spremljanje pogojev, kar dodatno izboljšuje udobje za živali in splošno učinkovitost. Kot je poudaril intervjuvanec HL-OPR2: *"Uvajanje robotizacije v vseh procesih na kmetiji. Molzni roboti z izpopolnjeno senzoriko, roboti za distribucijo hrane,*

roboti za odgnojevanje in sistemi za spremljanje klime v hlevih." Poleg tega je intervjuvanec PROF2 izpostavil prednosti avtomatizacije za kmete: "Avtomatizacija prinaša kmetom večjo fleksibilnost, saj jim omogoča spremljanje delovanja sistemov na daljavo in zmanjša potrebo po stalni prisotnosti. Na primer, molzni roboti omogočajo, da se kmetje posvetijo drugim nalogam, saj jim ni treba biti prisotni pri molži. Kljub temu ostanejo povezani z delom prek opozoril na telefonih in lahko hitro ukrepajo, če je potrebno."

– Uporaba senzorjev

Tehnologija senzorjev je igrala osrednjo vlogo v diskusijah o napredku v spremljanju zdravja in vedenja živali. Omenjeno je bilo, da sodobni senzori, kot so pametne ovratnice in biosenzorji, omogočajo kmetom, da v realnem času spremljajo ključne parametre, kot sta prežvekovanje in gibanje. To prispeva k hitrejšemu prepoznavanju zdravstvenih težav in boljšemu odzivanju na spremembe v vedenju živali, kar izboljšuje tako produktivnost kot dobrobit. Intervjuvanec HL-OPR1 je pojasnil: *"Senzorji na ovratnicah omogočajo spremljanje zdravja in aktivnosti krav, kar pomaga pri zgodnjem zaznavanju težav, kot je mastitis, že en dan pred tem, kot bi ga zaznal kmet. Tako lahko hitro ukrepamo in uporabimo alternativne načine zdravljenja, kar je boljše za živali in cenejše za kmete."* Podobno je intervjuvanec HL-OPR2 poudaril: *"Pametne ovratnice in biosenzorji omogočajo spremljanje prežvekovanja, gibanja in reproduktivnega cikla krav. S temi podatki se izboljša natančnost pri zaznavanju odklonov v obnašanju, kar omogoča hitrejšo zdravljenje in preprečevanje bolezni."*

– Izzivi in koristi tehnologij

Kljub očitnim prednostim, kot sta večja produktivnost in boljše zdravje živali, so bili izpostavljeni tudi izzivi, povezani z uvedbo novih tehnologij. Ena ključnih težav je potreba po dodatnem znanju za pravilno interpretacijo podatkov, ki jih generirajo senzori in robotski sistemi. Intervjuvanec PROF2 je opozoril: *"Če ti podatkov ne znaš brati in interpretirati, nisi naredil nič, to je bila bolj investicija v prazno."* Poleg tega je intervjuvanec HL-OPR2 poudaril pomembnost vzdrževanja: *"Transparentnost in zanesljivost podatkov lahko zagotovimo samo z rednim vzdrževanjem, saj slabo vzdrževanje običajno vodi do napak v delovanju."* Kljub tem izzivom so koristi, kot so zmanjšanje fizičnega dela in večja natančnost pri upravljanju kmetije, po mnenju intervjuvancev, večje od morebitnih težav.

Tehnološki napredek, zlasti na področju robotizacije, avtomatizacije in uporabe senzorjev, prinaša številne prednosti, kot so večja produktivnost, izboljšano zdravje živali in lajšanje delovnih obremenitev. Vendar pa je ključ do uspešne uvedbe teh tehnologij v ustreznem usposabljanju, vzdrževanju in razumevanju podatkov.

5.4.2 Vpliv tehnologij na zdravje živali

Intervjuji s strokovnjaki iz kmetijske panoge jasno kažejo, da imajo nove tehnologije velik vpliv na zdravje in dobrobit živali. Biosenzorji in senzorji za prežvekovanje omogočajo natančno spremljanje vitalnih znakov živali, kar pripomore k boljšemu zaznavanju bolezni in pravočasnemu ukrepanju. Kmetje lahko z uporabo teh tehnologij bolj učinkovito nadzorujejo zdravstveno stanje živali, preprečujejo bolezni in optimizirajo pogoje za njihovo dobrobit. Vendar pa uspešna uporaba teh tehnologij zahteva pravilno interpretacijo podatkov in stalno spremljanje, kar prinaša dodatne izzive.

– Spremljanje zdravstvenih stanj

Senzorji za prežvekovanje, telesno temperaturo in gibanje omogočajo natančno spremljanje zdravstvenega stanja živali. Po mnenju intervjuvancev te tehnologije bistveno prispevajo k zgodnjemu odkrivanju bolezni, kar omogoča pravočasno ukrepanje in izboljšuje splošno zdravje črede. Prav tako so senzorji izjemno pomembni pri zmanjševanju uporabe antibiotikov, saj omogočajo preventivno zdravljenje, preden se bolezensko stanje poslabša. Intervjuvanec HL-OPR2 je izpostavil: *"Biosenzorji bistveno izboljšajo zdravje in dobrobit živali, saj olajšajo spremljanje reproduktivnih ciklov in zdravja. Na primer zaznajo težave z vimeni, kot je mastitis, ter presnovne težave skozi spremljanje kondicije in prežvekovanja."* HL-OPR1 je dodal: *"Mi že en dan prej vidimo upad pri prežvekovanju in zmanjšanje aktivnosti, kar je ključno pri zdravljenju zadev, kot je mastitis."*

– Dobro počutje in udobje živali

Dobro počutje in udobje živali sta v ospredju sodobnih kmetijskih praks, saj rejci vse bolj prepoznavajo njun pomen za zdravje in produktivnost živali. Intervjuvanci so poudarili, da imajo živali največjo vrednost takrat, ko so v optimalnem stanju – ko imajo dovolj prostora za gibanje, dostop do sveže hrane in vode ter urejene prostore za počitek. Poudarek na dobrem počutju se odraža tudi v prilagoditvah hlevov, ki zagotavljajo ustrezno prezračevanje in nadzor nad temperaturo, kar zmanjšuje stres in izboljšuje kakovost življenja živali. Intervjuvanec KGZ1 je poudaril: *"Pametne tehnologije so sicer pomembne, vendar brez osnovne skrbi za udobje, kot je prezračevanje in dovolj prostora za počitek, ne moreš doseči dobrega počutja živali. Živali potrebujejo primerne pogoje, da se izognejo boleznim in stresu."* Prav tako je izpostavil pomen ustreznega prostora pri krmilni mizi in ležalnih boksih: *"Na primer za udobje je zelo pomembno, da imajo krave dovolj prostora pri krmilni mizi in da imajo zagotovljene ležalne bokse. Tudi manj agresivne živali morajo imeti dovolj prostora, da ne pride do stresnih situacij."*

– Preprečevanje bolezni

Sodobne tehnologije omogočajo hitro zaznavanje zdravstvenih težav, kot je mastitis, in s tem bistveno zmanjšujejo potrebo po dolgotrajnih zdravljenjih. Senzorji, ki spremljajo

prežvekovanje in gibanje, omogočajo natančen vpogled v zdravstveno stanje živali in tako pripomorejo k učinkovitejši preventivi. Po mnenju intervjuvancev je zgodnje ukrepanje ključno za izboljšanje zdravja črede in zmanjšanje stroškov zdravljenja. HL-OPR2 je pojasnil: *"Tehnologije omogočajo spremljanje reprodukcije, zdravja živali in drugih težav, kot je mastitis, kar omogoča preventivno ukrepanje in izboljšanje zdravja črede."* Intervjuvanec NOV1 pa je dodal: *"Z uporabo teh podatkov lahko predčasno rešiš neke zdravstvene težave, še preden se razvijejo v nekaj hujšega."*

Tehnološki napredek na področju zdravja živali prinaša številne prednosti, kot so zgodnje zaznavanje bolezni, izboljšano dobro počutje in boljše zdravstveno stanje črede. Te tehnologije omogočajo kmetom boljše spremljanje in nadzor nad zdravstvenim stanjem živali, vendar zahtevajo tudi dodatno znanje za pravilno interpretacijo in uporabo podatkov.

5.4.3 Produktivnost in učinkovitost

Tehnološki napredek ima velik vpliv na produktivnost in učinkovitost v prireji mleka. Intervjuvani strokovnjaki so izpostavili, da uvedba robotov za molžo, avtomatizirani sistemi za krmljenje in spremljanje zdravstvenih parametrov prispevajo k povečanju mlečnosti in zmanjšanju fizičnih obremenitev kmetov. Pametni sistemi omogočajo natančno spremljanje prehranskih potreb živali, kar vodi do optimizacije krmnih obrokov in s tem povečanja produktivnosti. Prav tako omogočajo kmetom boljši nadzor nad časom, saj avtomatizacija procesov skrajšuje čas, potreben za vsakodnevna opravila.

– Povečanje mlečnosti

Intervjuvanci so izpostavili, da je povečanje mlečnosti odvisno predvsem od dejavnikov, kot so ustrezna prehrana, krmni obroki, genetika ter učinkovit menedžment. Medtem ko tehnologije, kot so molzni roboti in avtomatski sistemi za krmljenje, lahko pripomorejo k izboljšanju produktivnosti, a sami po sebi niso zadosten pogoj za večjo mlečnost. Ključnega pomena je zagotoviti kakovostno krmo in redno svežo hrano, kar lahko pomembno vpliva na proizvodnjo mleka. Intervjuvanec PROF2 je poudaril: *"Količina mleka je predvsem rezultat tega, kaj mi damo živalim. To je rezultat menedžmenta prek hrane, krme, genetike. Ne moremo ničesar pripisati robotom in senzorjem."* Tudi PROF1 je opozoril na pomen ustreznega krmljenja: *"Produktivnost bo največ povečala avtomatizacija. Če pa gledamo z vidika povečanja prireje, je pa sigurno ustrezno krmljenje z ustreznimi krmnimi obroki."*

– Optimizacija krmnih obrokov

Senzorji za spremljanje prežvekovanja in aktivnosti živali, omogočajo natančno prilagajanje krmnih obrokov trenutnim potrebam živali. Intervjuvanci so izpostavili, da ta prilagoditev izboljšuje mlečnost in zdravje črede, hkrati pa zmanjšuje stroške krme. Tehnologije omogočajo boljši vpogled v to, kako različne vrste krme vplivajo na proizvodnjo mleka, kar

priporočam k bolj učinkovitemu hranjenju. Intervjuvanec HL-OPR1 je pojasnil: *"Z uvedbo senzorjev za spremljanje prežvekovanja in aktivnosti krav lahko prilagodimo krmne obroke tako, da ustrezajo trenutnim potrebam živali. To izboljša mlečnost in zdravje črede."* Podobno je HL-OPR2 izpostavil: *"Senzorji spremljajo prežvekovanje in omogočajo boljši vpogled v to, kako krma vpliva na proizvodnjo mleka, kar omogoča natančno prilagajanje obrokov."*

– Prihranek časa in zmanjšanje fizičnega dela

Uvedba avtomatiziranih sistemov, kot so roboti za molžo, čiščenje hlevov in krmljenje, bistveno zmanjšuje potrebo po fizičnem delu na kmetijah. Po mnenju intervjuvancev avtomatizacija ne samo zmanjšuje fizične obremenitve, temveč tudi prihrani čas, ki ga kmetje lahko namenijo drugim pomembnim opravilom. Ta optimizacija procesov povečuje učinkovitost kmetijskega dela in prispeva k izboljšanju delovnih pogojev. Intervjuvanec HL-OPR2 je poudaril: *"Pametne tehnologije avtomatizirajo skoraj vse procese – molžo, krmljenje, čiščenje hlevov – kar bistveno zmanjša fizične obremenitve kmetov in omogoča več prostega časa."* PROF2 pa je dodal: *"Roboti za čiščenje hlevov in avtomatizirani sistemi za krmljenje so omogočili, da kmetje posvetijo manj časa fizičnemu delu, kar prispeva k boljšemu upravljanju kmetije."*

Tehnologija ima pomemben vpliv na produktivnost in učinkovitost v prireji mleka. Povečanje mlečnosti, optimizacija krmnih obrokov in zmanjšanje fizičnega dela so ključni dejavniki, ki izboljšujejo uspešnost kmetij. Kljub temu pa je pravilno razumevanje in uporaba tehnologij ključnega pomena za doseganje teh rezultatov.

5.4.4 Stroški in financiranje

Tehnologije v prireji mleka prinašajo številne koristi, vendar so povezane tudi z visokimi stroški, kar je ključni dejavnik pri odločanju kmetov za njihovo uvedbo. Intervjuji kažejo, da so začetni stroški robotov za molžo in drugih avtomatiziranih sistemov zelo visoki, kmetje pa pogosto iščejo subvencije in finančne spodbude za lažje kritje teh stroškov. Poleg začetnih investicij so pomembni tudi redni stroški vzdrževanja, ki se lahko razlikujejo glede na vrsto tehnologije. Kljub visokim stroškom izpostavljajo, da se investicije dolgoročno povrnejo z zmanjšanjem stroškov dela, povečano mlečnostjo in boljšim zdravjem živali.

– Stroški investicije

Tehnologije v prireji mleka, zlasti roboti za molžo in avtomatizirani sistemi, predstavljajo pomemben finančni izziv zaradi visokih začetnih stroškov. Intervjuvanci so opozorili, da so te investicije pogosto zelo visoke, vendar se dolgoročno povrnejo z izboljšano učinkovitostjo in večjo produktivnostjo. NOV1 je poudaril: *"Stroški so veliki, to so hude investicije, ... Roboti so 150.000 € ali več. Naložbe v hleve za prirejo mleka z vso opremo pa znašajo tudi*

več milijonov." Prav tako je PROF2 izpostavil, da: *"Robot za molžo stane okoli 150.000 €, a prinaša prihranek na času in večjo mlečnost, zato se investicija povrne v nekaj letih."*

– Stroški vzdrževanja

Redno vzdrževanje opreme, kot so roboti in senzorji, je bilo izpostavljeno kot pomemben dejavnik pri uporabi teh tehnologij. Intervjuvanci so poudarili, da vzdrževanje vključuje ne le servisiranje naprav, ampak tudi stroške za dostop do podatkovnih sistemov. Ti stroški lahko znatno vplivajo na dolgoročno finančno vzdržnost kmetij, zato je pomembno, da se kmetje zavedajo rednih stroškov vzdrževanja že pred uvedbo tehnologij. PROF2 je opozoril na višino teh stroškov: *"Letni stroški vzdrževanja robotov znašajo približno 5.000 € na leto, kar vključuje servisiranje in dostop do podatkovnih sistemov."* Podobno je HL-OPR2 izpostavil: *"Zanesljivost vseh naprednih sistemov je zelo odvisna od vzdrževanja, kar prinaša redne stroške, vendar omogoča dolgotrajno uporabo tehnologije."*

– Subvencije in finančna podpora

Pri uvajanju novih tehnologij kmetje pogosto iščejo subvencije in druge oblike finančne podpore. Intervjuvanci so omenili, da so evropska in nacionalna sredstva ključnega pomena za pokritje visokih začetnih stroškov teh tehnologij. Kljub temu pa je dostop do teh sredstev omejen, kar lahko oteži uvajanje inovacij na manjših kmetijah. Subvencije lahko pokrijejo del stroškov, vendar kmetje še vedno potrebujejo načine za zagotavljanje preostalega financiranja. NOV1 je pojasnil: *"Običajno si kmetje pomagajo z nepovratnimi evropskimi sredstvi, če seveda ustrezajo razpisnim pogojem. Vendar pa so sredstva pogosto omejena, kar otežuje dostop do financiranja."* PROF2 je podal dodatna pojasnila o višini sofinanciranja: *"Zdaj direktno, da bi rekli samo za pametno kmetijstvo ni takih subvencij, ampak v okviru teh različnih razpisov za investicije oziroma, če se vključijo v kakšne projekte, ki jih, pač, druge organizacije prijavljajo, tam dobijo pokrit določen del stroškov, ponavadi nekje med 30 do 50 odstotkov stroškov investicije."*

Tehnološke inovacije v prireji mleka zahtevajo visoke začetne investicije in redne stroške vzdrževanja. Kmetje se soočajo z izzivi pri pridobivanju finančnih sredstev, vendar se te investicije dolgoročno povrnejo z izboljšanjem učinkovitosti, povečano produktivnostjo in boljšim zdravjem živali.

5.4.5 Vpliv tehnologij na okolje

Pametne tehnologije so postale ključne za zmanjševanje okoljskega odtisa kmetij, predvsem na področju prireje mleka. Intervjuji s strokovnjaki iz kmetijske panoge poudarjajo, da tehnologije, kot so roboti za molžo, avtomatizirani sistemi za krmljenje in upravljanje z gnojevko, prispevajo k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov, boljši izrabi virov in trajnostni rabi energij. Poleg tega pa omogočajo boljši nadzor nad porabo vode in energije,

kar prispeva k bolj trajnostnim praksam. Pametne tehnologije, kot so bioelektrarne in sistemi za rekuperacijo energije, imajo velik potencial za zmanjšanje okoljskega odtisa kmetij, vendar pa je njihova implementacija povezana tudi s stroški in usposabljanjem.

– Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov

Po mnenju intervjuvancev imajo tehnologije, kot so avtomatizirani sistemi za krmljenje in upravljanje z gnojvko, ključno vlogo pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov na kmetijah. Izpostavili so, da lahko kmetje z uporabo naprednih sistemov, ki optimizirajo krmne obroke in zmanjšujejo proizvodnjo metana, bistveno pripomorejo k manjšemu okoljskemu odtisu. Poleg tega sistemi za rekuperacijo energije in uporaba bioelektrarn prispevajo k trajnostnejšemu delovanju kmetij. HL-OPR2 je poudaril: *"Sistemi rekuperacije energije, hladilni sistemi za ohlajanje mleka in bioelektrarne pomagajo pri zmanjšanju emisij metana in prispevajo k manjši porabi fosilnih goriv."* Prav tako je opozoril na pomen uravnoteženega krmnega obroka: *"Če imaš uravnotežen krmni obrok in maksimalno prirejo mleka, se emisije metana na liter mleka zmanjšajo, saj so emisije razdeljene na večjo količino pridelanega mleka."*

– Učinkovitejša raba virov

Pametne tehnologije omogočajo učinkovitejšo rabo virov, kot sta voda in energija, kar je bil eden izmed ključnih poudarkov intervjuvancev. Avtomatizirani sistemi zmanjšujejo porabo vode, potrebne za čiščenje hlevov, in omogočajo natančno krmljenje živali, kar zmanjša odpadke. Poleg tega se vedno več kmetov odloča za uporabo obnovljivih virov energije, kot so sončne elektrarne, kar zmanjšuje stroške in vpliv na okolje. HL-OPR2 je izpostavil: *"Sistemi robotske molže zmanjšujejo porabo vode za pranje ter porabo kemikalij, kar vodi do nižje porabe vode in manjšega vpliva na okolje."* NOV1 je dodal, da se: *"Veliko kmetov odloča za sončne elektrarne, da zmanjšajo porabo energije in prispevajo k samooskrbi z energijo."*

– Trajnostne prakse

Intervjuvanci so poudarili, da uvedba trajnostnih praks na kmetijah močno temelji na uporabi sodobnih tehnologij, ki omogočajo boljše upravljanje z odpadki in učinkovitejšo rabo energije. Omenili so, da bioelektrarne in sistemi za reciklažo gnojevke pomembno prispevajo k zmanjšanju emisij in k bolj krožnemu gospodarstvu. Sodobne trajnostne rešitve omogočajo kmetom boljšo prilagoditev na zahteve po zmanjšanju okoljskega odtisa. HL-OPR2 je navedel primer prakse na večjih kmetijah: *"Velike kmetije uporabljajo gnojvko za proizvodnjo električne energije, odpadna toplota pa se uporablja za ogrevanje rastlinjakov, kar močno zmanjšuje ogljični odtis."*

Tehnologije, ki se uvajajo v kmetijstvu, imajo velik potencial za zmanjšanje okoljskega odtisa. S pametnimi rešitvami za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, učinkovitejšo

porabo virov in trajnostno rabo energije kmetije postajajo bolj trajnostne. Kljub temu pa je uvedba teh tehnologij povezana z visokimi stroški in potrebo po dodatnem usposabljanju, da bi se dosegli optimalni rezultati.

5.4.6 Izzivi pri uvajanju tehnologij

Uvajanje novih tehnologij v prirajo mleka prinaša številne izzive, kar je razvidno iz intervjujev s strokovnjaki in uporabniki. Kmetje se pogosto soočajo s pomanjkanjem znanja o uporabi pametnih tehnologij in potrebo po dodatnem usposabljanju, da bi lahko pravilno interpretirali podatke in tehnologijo učinkovito uporabljali. Poleg tega so potrebne prilagoditve obstoječe infrastrukture, kar pomeni dodatne stroške in časovno intenzivne investicije. Intervjuvanci so izpostavili tudi odpor do sprememb, predvsem pri starejših kmetih, ki so manj pripravljeni sprejeti nove tehnološke rešitve.

– Pomanjkanje znanja in usposabljanja

Intervjuvanci so izpostavili, da je pomanjkanje znanja in ustreznega usposabljanja eden največjih izzivov pri uvajanju novih tehnologij na kmetijah. Po njihovih besedah pametne tehnologije zahtevajo specifična znanja za pravilno uporabo in vzdrževanje, kar pomeni, da morajo kmetje investirati v dodatna izobraževanja. Pomanjkanje teh veščin lahko vodi do neučinkovite uporabe naprednih sistemov, kar zmanjšuje njihove potencialne koristi. HL-OPR2 je poudaril: *"Pametne tehnologije zahtevajo usposabljanje in pa 24/7 monitoring s strani proizvajalcev teh tehnologij. Z novimi pristopi v komunikaciji (internet) dobivajo uporabniki tudi hkratne napotke in nasvete ob potencialnih vprašanjih."* PROF1 pa je opozoril: *"Tehnologija zahteva veliko dodatnega znanja, da se naučiš pravilno brati in razbrati vse podatke, ki jih ti sistemi zbirajo."*

– Prilagoditev obstoječe infrastrukture

Po mnenju intervjuvancev obstoječa infrastruktura na kmetijah pogosto ni prilagojena za uvedbo novih tehnologij, kar zahteva dodatne investicije v prilagoditve. Poudarili so, da mnogi hlevi niso ustrezno pripravljeni na integracijo pametnih sistemov, zato je pogosto potrebna prenova ali posodobitev infrastrukture. To predstavlja dodatne stroške in oviro pri uvajanju tehnologij. HL-OPR2 je pojasnil: *"Prej so bile živali manjše, hlevi ožji, stropi nizki. Določene stvari se lahko dajo v stare hleve, določene pa moraš prenoviti, kar zahteva dodatne investicije."* PROF1 je dodal: *"Nekatere tehnologije so slabo integrirane z obstoječo opremo, zato se mnoge kmetije odločajo za popolno prenovo infrastrukture, kar je velik finančni zalogaj."*

– Odpor kmetov na nove tehnologije

Intervjuvanci so opozorili, da je odpor do sprememb, zlasti med starejšimi kmeti, eden izmed pogostih izzivov pri uvajanju novih tehnologij. Starejši kmetje se težje prilagajajo na nove tehnološke rešitve in pogosto izražajo nezaupanje v njihovo učinkovitost. Po drugi strani so mlajši kmetje bolj dovzetni za inovacije, vendar pa je še vedno potreben čas, da se spremembe v celoti sprejmejo na vseh ravneh. PROF2 je dejal: *"Starejši ljudje imajo nek upor do novih rešitev. Mlajši pa veliko hitreje sprejemajo nove tehnološke rešitve in jih bolje obvladajo."* KGZ1 je izpostavil težave pri prilagoditvi: *"Starejše živali in tudi starejši kmetje se težje prilagajajo novim tehnologijam. Potreben je čas, da se privadijo, kar povzroča stres in težave pri uvajanju."*

Uvajanje novih tehnologij prinaša številne izzive, kot so pomanjkanje znanja in usposabljanja, prilagoditve obstoječe infrastrukture ter odpornost do sprememb. Kljub tem izzivom se kmetije, zlasti mlajše generacije, vse bolj odpirajo novim tehnološkim rešitvam, ki jim omogočajo bolj učinkovito in trajnostno kmetovanje.

5.4.7 Prihodnost pametne živinoreje

Intervjuji s strokovnjaki iz kmetijske panoge kažejo, da bo prihodnost pametne živinoreje v naslednjih desetletjih močno odvisna od nadaljnje digitalizacije, uporabe umetne inteligence in avtomatizacije procesov. Kmetije, ki ne bodo sledile tem trendom, bodo imele težave pri ohranjanju konkurenčnosti. Pametne tehnologije bodo igrale ključno vlogo pri optimizaciji produktivnosti, zmanjšanju okoljskega odtisa in izboljšanju dobrega počutja živali. Prav tako bodo pomembno vplivale na trajnostne prakse, zmanjšanje emisij in boljšo izrabo virov, kar bo ustrezalo zahtevam sodobne družbe po bolj trajnostnem kmetijstvu.

– Razvoj digitalizacije in avtomatizacije

Intervjuvanci so izrazili prepričanje, da bo prihodnost kmetijstva močno zaznamovana z digitalizacijo in avtomatizacijo procesov. Ocenili so, da bodo pametni sistemi, ki vključujejo robote in senzorje, postali še bolj povezani in integrirani, kar bo omogočalo natančnejše upravljanje kmetijskih dejavnosti. *"V naslednjih 10 letih pričakujemo, da bo prišlo do popolne digitalizacije kmetijskih procesov, kjer bodo senzorji in roboti povezani v enoten sistem, ki bo kmetom olajšal delo in optimiziral produktivnost,"* je poudaril eden izmed sogovornikov (HL-OPR2). Uvedba avtomatiziranih sistemov, kot so roboti za molžo, čiščenje hlevov in krmljenje, bistveno zmanjšuje potrebo po fizičnem delu na kmetijah. Po mnenju intervjuvancev avtomatizacija ne samo zmanjšuje fizične obremenitve, temveč tudi prihrani čas, ki ga kmetje lahko namenijo drugim pomembnim opravilom. Ta optimizacija procesov povečuje učinkovitost kmetijskega dela in prispeva k izboljšanju delovnih pogojev. Intervjuvanec HL-OPR2 je poudaril: *"Pametne tehnologije avtomatizirajo skoraj vse procese – molžo, krmljenje, čiščenje hlevov – kar bistveno zmanjša fizične obremenitve kmetov in omogoča več prostega časa."* PROF2 pa je dodal: *"Roboti za čiščenje hlevov in*

avtomatizirani sistemi za krmljenje so omogočili, da kmetje posvetijo manj časa fizičnemu delu, kar prispeva k boljšemu upravljanju kmetije."

– Trajnostne prakse in zmanjšanje okoljskega vpliva

Intervjuvanci so izpostavili, da bodo trajnostne prakse postajale vedno bolj pomembne, zlasti pri zmanjševanju okoljskega odtisa kmetijstva. Menijo, da bodo avtomatizirani sistemi za upravljanje gnojevke, zmanjšanje emisij metana in učinkovitejša raba virov postali nepogrešljiv del sodobnih kmetij. *"Verjamem, da bodo v prihodnosti prišli do izraza 'kravji WC-ji', ki bodo omogočili ločeno zbiranje urina in blata, kar bo znatno zmanjšalo emisije amonijaka,"* je pojasnil eden od intervjuvancev (PROF2). Poleg tega je intervjuvanec HL-OPR2 dejal: *"Uporaba bioelektrarn in recikliranje odpadkov bosta igrala ključno vlogo pri zmanjševanju ogljičnega odtisa kmetij."*

– Povečanje uporabe umetne inteligence

Intervjuvanci so predvideli, da bo umetna inteligenca imela vse večjo vlogo v kmetijstvu, zlasti pri zbiranju in analizi podatkov, ki jih senzorji zagotavljajo. Poudarili so, da bo umetna inteligenca kmetom pomagala pri odločanju, saj bo lahko na podlagi podatkov predlagala najboljše rešitve za upravljanje živali in izboljšanje pridelave. *"Umetna inteligenca bo ključna za izboljšanje odločanja na kmetijah, kjer bo analizirala podatke iz senzorjev in predlagala najboljše rešitve za upravljanje črede,"* je pojasnil eden izmed strokovnjakov (HL-OPR2). To bo kmetom omogočilo bolj optimizirano delovanje kmetij in zmanjšanje tveganj.

– Vloga politike pri razvoju pametne živinoreje

Intervjuvanci so poudarili, da bo pri uvajanju novih tehnologij ključna podpora državnih politik. Menijo, da bodo subvencije in finančne spodbude nujne za širjenje pametnih tehnologij na kmetijah, saj bi brez te pomoči uvajanje ostalo omejeno na večje, finančno močnejše kmetije. *"V prihodnosti bodo ključno vlogo igrale subvencije in druge oblike državne pomoči, saj bodo te tehnologije ostale drage, čeprav nujne za bolj trajnostno in učinkovito kmetijstvo,"* je izpostavil eden izmed intervjuvancev (NOV1). Poudarjeno je bilo tudi, da bo pomembna usmeritev državnih politik k trajnostnim praksam, ki bodo prispevale k dolgoročnemu razvoju kmetijstva.

Prihodnost pametne živinoreje bo temeljila na integraciji pametnih tehnologij, umetne inteligence in trajnostnih praks. Kmetije, ki bodo uvedle te tehnologije, bodo bolj učinkovite, okolju prijazne in konkurenčne. Državne politike in subvencije pa bodo ključnega pomena pri spodbujanju kmetov k uvajanju teh rešitev.

Rezultati raziskave jasno kažejo, da pametne tehnologije v kmetijstvu prinašajo številne prednosti, kot so povečana produktivnost, boljše upravljanje z viri in zmanjšanje okoljskega

vpliva. Kljub temu se pri implementaciji teh tehnologij pojavljajo določeni izzivi, ki jih je treba upoštevati. Na podlagi teh ugotovitev je mogoče oblikovati ključne zaključke, ki ponujajo usmeritve za prihodnost kmetijstva in uvajanje tehnoloških inovacij.

6 PREDLOGI REŠITEV ZA OPTIMIZACIJO PRIREJE MLEKA NA IZBRANI KMETIJI

Izbrana kmetija se sooča s številnimi izzivi, povezanimi z optimizacijo prireje mleka, povečano produktivnostjo, dobrobitjo živali in zmanjševanjem okoljskega vpliva. Na podlagi analize trenutnega stanja bom podala predloge pametnih rešitev, ki ustrezajo specifičnim potrebam kmetije. Te rešitve so namenjene izboljšanju delovnih pogojev, povečanju produktivnosti in zmanjšanju okoljskega odtisa. Pri tem bom izpostavila cilje optimizacije, možne pametne rešitve, finančne in ekonomske vidike ter oceno izvedljivosti teh rešitev.

6.1 Identifikacija potreb in ciljev za optimizacijo

Na podlagi trenutnega stanja ima kmetija več ključnih ciljev. Prvi je zmanjšanje delovne obremenitve, saj se sooča s pomanjkanjem delovne sile. Dva zaposlena opravljata večino nalog, ki zahtevajo stalno prisotnost, kar predstavlja velik izziv. Avtomatizacija procesov bi zmanjšala potrebo po fizičnem delu in omogočila večjo fleksibilnost pri upravljanju kmetije. Drugi cilj je izboljšanje zdravja in dobrobiti živali. Pametni senzorji omogočajo spremljanje zdravja živali v realnem času, kar omogoča zgodnje odkrivanje bolezni. S tem se izboljša zdravstveni nadzor, poveča mlečnost, zmanjša uporaba antibiotikov in izboljša splošna dobrobit živali.

Tretji cilj je povečanje produktivnosti in zmanjšanje okoljskega odtisa. Boljša mlečnost prispeva k zmanjšanju onesnaževanja, saj se okoljski odtis na enoto mleka zmanjša. Kmetija si prizadeva doseči optimalne rezultate pri prireji mleka in hkrati zmanjšati vpliv na okolje z uporabo učinkovitih sistemov za krmljenje, prezračevanje in ravnanje z gnojevko. Zadnji cilj je optimizacija porabe energije in izboljšanje mikroklimе v hlevih. Sistemi za prezračevanje, ki se samodejno prilagajajo temperaturi in vlažnosti, ter avtomatske luči lahko zmanjšajo porabo energije, izboljšajo klimo v hlevih in zmanjšajo vročinski stres. To pozitivno vpliva na zdravje in produktivnost živali ter dolgoročno pripomore k trajnostnemu razvoju kmetije.

6.2 Predlogi pametnih rešitev

Glede na zgoraj omenjene cilje predlagam več pametnih rešitev, ki bi lahko učinkovito podprle razvoj izbrane kmetije. Prva rešitev so pametne ovratnice za spremljanje zdravja živali. Te naprave omogočajo sledenje gibanju, prežvekovanju in telesni temperaturi, kar

omogoča zgodnje odkrivanje zdravstvenih težav. Poleg tega so koristne za spremljanje reprodukcijskega cikla in optimizacijo prehrane, saj omogočajo prilagoditve v realnem času. To lahko poveča produktivnost in zmanjša potrebo po antibiotičnem zdravljenju. Na izbrani kmetiji bi uporaba pametnih ovratnic omogočila boljši nadzor nad zdravjem živali, pravočasne intervencije in zmanjšanje stroškov veterinarskih storitev, hkrati pa povečala mlečnost (HL-OPR1, NOV1).

Druga predlagana rešitev so avtomatizirani roboti za čiščenje tal in potiskanje hrane. Ti roboti prispevajo k ohranjanju higiene v hlevih in zagotavljajo stalni dostop do sveže krme. Roboti za čiščenje tal ustvarjajo čistejše in bolj higiensko okolje za živali, kar zmanjšuje tveganje za okužbe. Hkrati roboti za potiskanje hrane omogočajo, da krave vedno dostopajo do sveže hrane, kar povečuje zaužitje krme in posledično proizvodnjo mleka. Ti sistemi zmanjšujejo potrebo po fizičnem delu, ohranjajo red v hlevu in povečujejo zadovoljstvo ter produktivnost živali (PROF1, PROF2).

Naslednja pomembna rešitev so pametni prezračevalni sistemi in senzorji za kakovost zraka. Pomanjkanje ustreznega prezračevanja lahko povzroča zdravstvene težave pri živalih in negativno vpliva na njihovo produktivnost. Pametni sistemi, ki se samodejno prilagajajo temperaturi in vlažnosti, zmanjšujejo vpliv vročinskega stresa, kar je še posebej pomembno v poletnih mesecih. Senzorji za amonijak in CO₂ omogočajo stalni nadzor kakovosti zraka ter zmanjšujejo tveganje za bolezni, povezane s slabimi pogoji v hlevih. Ti sistemi izboljšujejo mikroklimo v hlevih, kar prispeva k zdravju živali in njihovi večji produktivnosti (HL-OPR1, NOV1).

Dodatno energetska učinkovitost in prilagoditev delovnih pogojev omogočajo avtomatske luči. Te se prilagajajo času dneva, kar optimizira osvetlitev in zmanjšuje porabo energije. Pametne luči izboljšujejo delovno okolje za zaposlene in hkrati prispevajo k prihrankom pri stroških električne energije. Skupaj z ostalimi tehnološkimi rešitvami te inovacije kmetiji omogočajo doseganje zastavljenih ciljev ter dolgoročno trajnostno in učinkovito upravljanje.

6.3 Finančni vidik in možnosti financiranja

Uvedba pametnih ovratnic in robotov za čiščenje in potiskanje hrane zahteva začetno investicijo, vendar se ti stroški hitro povrnejo preko zmanjšane ročne dela in povečane produktivnosti. Cene pametnih ovratnic se razlikujejo odvisno od proizvajalca. Po ponudbi slovenskega podjetja MooHero, ki proizvaja pametne ovratnice, bi bil začetni strošek za 70 ovratnic okoli 6.500 EUR. V to ceno je vključena vzpostavitev in letni najem ovratnic. Nato pa se plačuje le še letni najem, ki bi stal okoli 2.500 EUR na leto. Po izračunih proizvajalca naj bi se investicija povrnila že v enem letu, saj se s pomočjo ovratnic skrajša doba med telitvami, poveča se povprečno število telet na kravo, posledično se poveča tudi mlečnost krav.

Cena robotov za čiščenje se spet razlikuje glede na proizvajalca, gibljejo pa se med 15.000 in 20.000 EUR na enoto. Podobno pa je tudi s cenami robotov za potiskanje hrane k jaslim. Na dolgi rok bi se investicija povrnila zaradi zmanjšanja stroškov dela in povečanja proizvodnje na podlagi bolj čistega okolja in ves čas dostopne hrane.

Za prezračevalni sistem in avtomatske luči je potrebna večja investicija, saj so stroški lahko precej višji zaradi prilagoditve infrastrukture. Kljub temu pa je ta investicija dolgoročno smiselna, saj zmanjšuje stroške energije in izboljšuje dobrobit živali. Kmetija lahko za uvedbo teh tehnologij zaprosi za finančno podporo iz evropskih skladov, ki omogočajo sofinanciranje do 50 % stroškov za uvedbo trajnostnih rešitev in novih tehnologij. Ustrezna nacionalna in evropska sredstva bi zmanjšala začetne finančne obremenitve in omogočila lažjo implementacijo pametnih rešitev.

6.4 Ocena izvedljivosti in možnih izzivov

Pri uvedbi pametnih rešitev se izbrana kmetija sooča z izzivom usposabljanja zaposlenih za uporabo novih tehnologij. Učinkovita uporaba pametnih ovratnic, robotov in prezračevalnih sistemov zahteva dodatno izobraževanje, saj lahko nepravilna uporaba ali interpretacija podatkov zmanjša koristi teh sistemov. V ta namen je priporočljivo vzpostaviti tesno sodelovanje s ponudniki tehnologije, ki lahko zagotovijo ustrezno podporo in usposabljanje. Hkrati pa uvedba teh rešitev pogosto zahteva prilagoditev obstoječe infrastrukture. Na primer prezračevalni sistemi lahko zahtevajo spremembe v zasnovi hlevov. Postopno uvajanje teh prilagoditev lahko pomaga zmanjšati motnje pri vsakodnevem delu in zaposlenim omogoči boljšo prilagoditev novim sistemom.

Poleg tega je pomembno obravnavati vprašanje dolgoročnega vzdrževanja in stroškov. Stroški vzdrževanja robotov, senzorjev in drugih tehnoloških rešitev se lahko sčasoma povečajo, zato je ključnega pomena vzpostaviti trajnosten načrt financiranja. Ta načrt bi moral vključevati sredstva za redno vzdrževanje in nadgradnjo opreme, kar bo zagotovilo zanesljivo delovanje sistemov in omogočilo dolgoročne koristi za kmetijo. Na ta način lahko kmetija učinkovito upravlja z morebitnimi izzivi in v celoti izkoristi prednosti pametnih tehnologij.

6.5 Priporočila za prihodnost

Na podlagi analize in predlogov pametnih rešitev priporočam, da kmetija najprej uvede pametne ovratnice za spremljanje zdravja živali ter avtomatizirane robote za čiščenje tal in potiskanje hrane. Te rešitve so relativno dostopne, zagotavljajo hitro povrnitev investicije in takojšnje izboljšanje delovnih pogojev in produktivnosti.

V prihodnosti bi bilo smiselno nadgraditi prezračevalne sisteme s senzorji za CO₂ in amonijak ter avtomatskimi lučmi, kar bi dolgoročno izboljšalo dobrobit živali in zmanjšalo

okoljski odtis. Poleg tega priporočam, da kmetija postopno preide na integracijo vseh pametnih sistemov, kar bi omogočilo centralizirano upravljanje in optimizacijo procesov preko umetne inteligence. Tako bi se lahko povečala učinkovitost in zmanjšala potreba po fizičnem delu.

S primerno finančno podporo, subvencijami in dostopom do izobraževalnih programov bo kmetija boljše pripravljena na prihodnost, kjer bo lahko uspešno uvajala nove tehnologije, izpolnjevala okoljske standarde in ohranjala konkurenčnost na trgu.

7 DISKUSIJA

Nove tehnologije pomembno vplivajo na izboljšanje zdravja živali, povečanje produktivnosti in zmanjšanje fizičnega dela na kmetijah, kar močno prispeva k optimizaciji prireje mleka. Pametne rešitve omogočajo avtomatizacijo procesov, kar zmanjšuje potrebo po človeškem delu, ob tem pa povečuje učinkovitost. To se sklada s konceptom Kmetijstva 4.0, ki poudarja digitalizacijo in avtomatizacijo za trajnost in učinkovitost (Dayioglu in Turker, 2021). V tej analizi so bili izpostavljeni ključni izzivi uvajanja pametnih tehnologij, kot so visoki stroški, pomanjkanje znanja o uporabi pametnih senzorjev in biosenzorjev ter potreba po dodatnem usposabljanju kmetov.

Ena ključnih tehnologij je robotska molža, ki se uporablja predvsem na večjih kmetijah z več kot 60 kravami, kjer se investicija hitro povrne (HL-OPR1, NOV1). Robotski sistemi omogočajo neprekinjeno molžo, kar poveča mlečnost in zmanjša fizično obremenitev delavcev (Bhoj in drugi, 2022). To omogoča kmetom, da se osredotočijo na druge naloge, povezane z upravljanjem kmetije. Poleg robotske molže avtomatizirani sistemi za krmljenje in čiščenje prispevajo k optimizaciji delovnih procesov, saj omogočajo boljše upravljanje s časom in prilagoditev obrokov trenutnim potrebam živali (de Koning, 2011). Avtomatizacija s tem zmanjšuje fizično obremenitev in povečuje fleksibilnost kmetov (PROF1, PROF2). Visoki začetni stroški omejujejo širšo implementacijo teh tehnologij, zlasti na manjših kmetijah, kjer so sredstva omejena. Subvencije in evropska sredstva so pogosto edina možnost, da si manjše kmetije lahko privoščijo takšne investicije, kar jim omogoča dostop do naprednih tehnologij (PROF1, HL-OPR1).

Uporaba pametnih senzorjev in biosenzorjev omogoča natančno spremljanje zdravstvenega stanja živali in pravočasno zaznavanje bolezni, kot je mastitis, kar zmanjša potrebo po uporabi antibiotikov (Alipio in Villena, 2022). Pametne ovratnice in drugi senzorji spremljajo vitalne znake, kot so prežvekovanje, gibanje in telesna temperatura, kar prispeva k zgodnjemu zaznavanju težav in izboljšanju splošne dobrobiti živali (HL-OPR2, NOV1). Pametne rešitve za spremljanje zdravja živali omogočajo zmanjšanje stroškov zdravljenja in izboljšujejo produktivnost, kar predstavlja pomembno prednost za kmete, ki želijo zmanjšati negativne vplive na zdravje živali.

Kljub očitnim prednostim uvajanja pametnih tehnologij se kmetje soočajo z izzivi, saj poleg visokih začetnih stroškov potrebujejo tudi dodatno usposabljanje za pravilno uporabo in interpretacijo podatkov, ki jih ti sistemi zagotavljajo (Lee in Seo, 2021). Znanje, kako upravljati s podatki, je ključno za učinkovito uporabo teh tehnologij, saj lahko napačna interpretacija vodi do neustreznih odločitev, kar zmanjšuje koristi teh rešitev (Bhakat in drugi, 2021). Izobraževanja in usposabljanja so pomemben dejavnik, ki prispeva k dolgoročni vzdržnosti teh tehnologij, še posebej na manjših kmetijah, kjer so dostop do znanja in razpoložljivi viri pogosto omejeni (HL-OPR2, PROF2).

Eden izmed pogosto spregledanih, a pomembnih vidikov pametnih rešitev, je nadzor nad prezračevanjem v hlevih, saj sistemi za prezračevanje pomagajo vzdrževati primerne pogoje za živali, kar je še posebej pomembno v toplejših mesecih, ko se živali soočajo z vročinskim stresom. Pametne tehnologije, kot so senzorji za nadzor temperature in vlažnosti, prispevajo k boljši dobrobiti živali in s tem k boljši produktivnosti (Banhazi in drugi, 2020). Moja analiza potrjuje te ugotovitve, saj so pogoji v hlevih ključnega pomena za zdravje in produktivnost živali. Sistemi za prezračevanje, ki omogočajo boljši nadzor nad klimo, lahko zmanjšajo tveganje za zdravstvene težave in prispevajo k boljšim proizvodnim rezultatom (HL-OPR1, NOV1).

Pametne rešitve prispevajo tudi k trajnostnemu kmetovanju in zmanjšanju okoljskega odtisa, saj omogočajo učinkovito upravljanje z viri in zmanjšujejo emisije metana ter porabo vode in energije. Sistemi za rekuperacijo energije in bioelektrarne omogočajo kmetijam bolj trajnostno delovanje in zmanjšujejo odvisnost od fosilnih goriv (HL-OPR2). S tem postajajo kmetije bolj samostojne in odporne na nihanja v cenah energije, kar je ključno za dolgoročno finančno vzdržnost (HL-OPR2). Trajnostne prakse ne le zmanjšujejo emisije toplogrednih plinov, ampak omogočajo tudi bolj trajnostno rabo virov, kar zmanjšuje stroške in izpolnjuje okoljske standarde (Arora, 2019).

Skupno gledano so ugotovitve v skladu z literaturo, ki poudarja, da pametne tehnologije v prireji mleka povečujejo produktivnost, izboljšujejo zdravje živali in zmanjšujejo okoljski odtis. Kljub očitnim prednostim pa manjše kmetije ostajajo omejene zaradi visokih stroškov, pomanjkanja znanja in omejenih virov. S primerno podporo, subvencijami in dostopom do usposabljanj bi lahko omogočili širšo implementacijo pametnih tehnologij tudi na manjših kmetijah, kar bi prispevalo k njihovi dolgoročni konkurenčnosti in trajnostnemu uspehu.

7.1 Omejitve raziskave

V tej raziskavi sem naletela na nekaj omejitev, ki lahko vplivajo na interpretacijo ugotovitev in širšo uporabnost rezultatov. Te omejitve se nanašajo predvsem na reprezentativnost vzorca, subjektivnost interpretacije odgovorov in omejitve pri zbiranju podatkov zaradi pomanjkanja specifičnih informacij. Prav tako se pojavlja vprašanje, ali so ugotovitve

omejene na specifični kontekst slovenskega kmetijstva in ali jih je mogoče prenesti na širši kmetijski sektor.

Raziskava se osredotoča na analizo ene kmetije in intervjuje z nekaj strokovnjaki iz slovenske kmetijske panoge, kar pomeni, da je vzorec omejen. Čeprav je kmetija, ki je bila vključena v raziskavo, primer srednje velike slovenske kmetije, rezultati niso nujno reprezentativni za celotno populacijo slovenskih kmetij ali za kmetije v širšem evropskem kontekstu. Prav tako je intervjuvancev malo, kar pomeni, da morda niso zajete vse možne perspektive, izkušnje in znanja. Na podlagi tega je treba rezultate obravnavati z zadržkom, saj morda ne odražajo vseh situacij, s katerimi se soočajo druge kmetije. Širša reprezentativnost bi bila bolj zanesljiva, če bi raziskava vključevala več kmetij z različnimi profili glede na velikost, tip proizvodnje in stopnjo avtomatizacije.

Intervjuji so bili izvedeni kot polstrukturirani, kar pomeni, da je bilo mogoče od intervjuvancev pridobiti podrobnejše odgovore na določene teme, vendar so lahko odgovori subjektivni in se lahko razlikujejo glede na izkušnje posameznikov. Ker so intervjuvanci podajali svoja mnenja na podlagi osebnih izkušenj, je njihova interpretacija subjektivna in odvisna od njihovega razumevanja pametnih tehnologij. Nekateri intervjuvanci morda niso imeli najnovejših informacij o razpoložljivih tehnologijah, kar bi lahko vplivalo na zanesljivost njihovih izjav.

Raziskava je naletela na pomanjkanje natančnih podatkov o stroških in ekonomskih posledicah uvedbe pametnih tehnologij. Prav tako bi bilo koristno pridobiti konkretnije podatke o operativnih stroških, stroških vzdrževanja ter natančne podatke o razpoložljivih subvencijah in možnostih financiranja, saj bi to omogočilo bolj poglobljeno ekonomsko analizo. Omejitve pri zbiranju podatkov so bile prisotne tudi pri določanju dejanskega vpliva uvedbe pametnih rešitev na produktivnost, saj je bila raziskava izvedena le kot teoretična analiza brez empirične primerjave rezultatov po uvedbi tehnologij.

Eden ključnih izzivov te raziskave je vprašanje širše uporabnosti ugotovitev. Raziskava je bila izvedena v specifičnem kontekstu slovenskega kmetijstva. Zaradi specifičnega okvira, v katerem deluje slovensko kmetijstvo, se lahko širša aplikacija ugotovitev razlikuje. Kljub temu bi bile ugotovitve lahko uporabne za srednje velike kmetije v drugih evropskih državah, ki se soočajo s podobnimi izzivi in pogoji. Vendar pa bi bila aplikacija ugotovitev manj primerna za kmetije v regijah z drugačno zakonodajo, podnebnimi razmerami ali ekonomskimi možnostmi.

7.2 Možnost nadaljnjih raziskav

Zaradi navedenih omejitev bi bilo za nadaljnje raziskave smiselno razširiti vzorec na več kmetij in vključiti različne velikosti kmetij. To bi omogočilo boljšo reprezentativnost in prispevalo k zanesljivejšim rezultatom. Poleg tega bi bila koristna poglobljena analiza konkretnih stroškov uvedbe pametnih tehnologij, ki bi vključevala natančne tržne cene,

operativne stroške in možnosti financiranja. Prihodnje raziskave bi lahko vključevale tudi spremljanje rezultatov po uvedbi pametnih rešitev v praksi, kar bi omogočilo empirično potrditev teoretičnih ugotovitev in bolje ovrednotilo dolgoročne učinke teh tehnologij.

Za nadaljnje raziskave bi se bilo koristno osredotočiti na podrobno analizo stroškov uvedbe, vzdrževanja in operativnih stroškov pametnih tehnologij. Poleg tega bi bilo smiselno raziskati dolgoročne učinke pametnih tehnologij na zdravje živali. Pametni senzorji in avtomatizacija prinašajo koristi za zdravstveni nadzor, vendar pa ni povsem jasno, kako te tehnologije dolgoročno vplivajo na dobrobit živali. Prihodnje raziskave bi lahko vključevale longitudinalne študije, ki bi omogočile spremljanje vpliva na zdravje, reproduktivne cikle in splošno dobrobit živali skozi daljše časovno obdobje.

Kljub tem omejitvam raziskava ponuja pomembne vpoglede v uvedbo pametnih tehnologij na srednje velikih kmetijah in lahko služi kot osnova za nadaljnje raziskave in razvoj politik, ki podpirajo trajnostno in tehnološko napredno kmetijstvo v Sloveniji.

Raziskava je pokazala, da imajo pametne tehnologije velik potencial za izboljšanje prireje mleka na srednje velikih kmetijah. Avtomatizacija procesov, kot so krmljenje, čiščenje in prezračevanje, ter uporaba pametnih senzorjev omogočajo optimizacijo delovnih procesov, zmanjšanje fizičnega dela in boljše sledenje zdravju živali. Z uvedbo teh tehnologij lahko kmetije povečajo produktivnost in zmanjšajo okoljski odtis, saj optimizacija prehrane in spremljanje emisij omogočata bolj trajnostno delovanje.

Digitalizacija, avtomatizacija in umetna inteligenca bodo v prihodnosti še naprej igrale ključno vlogo pri izboljšanju kmetijstva. Sposobnost združevanja različnih sistemov preko umetne inteligence bo omogočila bolj celovit nadzor nad delovanjem kmetij, napovedovanje vzorcev v proizvodnji in boljše upravljanje virov. Pametne kmetije bodo imele koristi od naprednih tehnologij, ki bodo omogočile spremljanje podatkov v realnem času, kar bo izboljšalo hitrost in natančnost odločanja.

Hkrati se bo povečal poudarek na trajnostnih praksah, saj se bodo kmetije soočale s strožjimi okoljskimi predpisi in večjo odgovornostjo za zmanjšanje vpliva na okolje. Politike, ki bodo podpirale trajnostne tehnologije in omogočale dostop do finančne pomoči za uvajanje teh tehnologij, bodo ključnega pomena za prihodnji razvoj kmetijstva. Vlade in druge institucije bodo morale ustvariti podporno okolje, ki bo kmetijam omogočilo uporabo novih tehnologij brez prekomernih finančnih obremenitev.

Na koncu je mogoče reči, da bo prihodnost kmetijstva močno zaznamovana z digitalizacijo in trajnostjo. Kmetije, ki bodo vlagale v pametne rešitve, bodo v boljšem položaju za spopadanje s prihodnjimi izzivi in bodo lahko dosegale večjo konkurenčnost na trgu. Pri tem bo ključna vloga politike, saj bo podpora finančnim shemam, usposabljanju in dostopu do inovacij omogočila širšo uporabo pametnih tehnologij, ki prispevajo k trajnostnemu razvoju in učinkovitejšemu upravljanju z mlečnimi kmetijami.

8 SKLEP

V magistrski nalogi sem si prizadevala raziskati možnosti uvedbe pametnih rešitev v optimizacijo reje krav na izbrani kmetiji in s tem pridobiti vpogled v priložnosti ter izzive, s katerimi se kmetje soočajo pri uporabi teh tehnologij. Pametne tehnologije so lahko ključnega pomena za obvladovanje izzivov v kmetijstvu, saj omogočajo zmanjšanje operativnih stroškov, povečanje produktivnosti in zmanjšanje okoljskega odtisa. Raziskava je pokazala, da se kmetje, ki uvajajo te rešitve, srečujejo z različnimi ovirami, kot so visoki začetni stroški, potreba po tehničnem znanju in prilagoditev specifičnim naravnim pogojem na posameznih kmetijah.

Pametne rešitve, kot so avtomatizirani molzni sistemi, nosljivi biosenzorji za spremljanje zdravja živali in napredni sistemi za krmljenje, omogočajo boljše spremljanje in optimizacijo procesov, kar kmetom olajša dnevno delo in izboljša kakovost njihovega življenja. Kljub tem prednostim pa mnogi kmetje zaznavajo, da je dostop do potrebnih sredstev za uvajanje teh tehnologij omejen, kar lahko zavira širšo implementacijo. Zato raziskava izpostavlja potrebo po sistemski podpori, kot so subvencije in usposabljanja, ki bi omogočale lažji prehod na pametno kmetijstvo.

Poleg ekonomskih prednosti pametne tehnologije prispevajo k zmanjšanju okoljskega vpliva kmetijstva. Kmetje, ki uporabljajo te tehnologije, lažje upravljajo z naravnimi viri, zmanjšujejo porabo vode, gnojil in drugih virov ter se tako bolje prilagajajo podnebnim spremembam. Z implementacijo pametnih rešitev se povečuje tudi konkurenčnost slovenskih kmetij, ki se soočajo z izzivi omejenih naravnih pogojev in majhnosti kmetijskih površin.

Rezultati raziskave kažejo, da lahko pametne tehnologije pomembno prispevajo k trajnostni prihodnosti kmetijstva, vendar pa je njihova uspešna implementacija odvisna od prilagojene podpore za kmete in dostopa do ustreznih virov. V magistrskem delu se zato poudarja potreba po večjem ozaveščanju o pametnem kmetijstvu in večji podpori države ter EU pri prehodu na trajnostne prakse. Hkrati je raziskava opozorila na nujnost ozaveščanja javnosti o pomembnosti teh sprememb za trajnostni razvoj, kar bi lahko zmanjšalo skepticizem in povečalo sprejetost novih tehnologij v kmetijstvu.

Na koncu lahko ugotovim, da pametne tehnologije predstavljajo pomemben korak naprej za slovensko kmetijstvo, saj omogočajo večjo odpornost na podnebne spremembe, prispevajo k izboljšanju konkurenčnosti in zmanjšujejo okoljski vpliv. Kljub oviram, s katerimi se kmetje soočajo, je jasno, da pametne rešitve ponujajo obetavno prihodnost za optimizacijo kmetijskih praks ter prispevajo k izboljšanju trajnosti in kakovosti življenja kmetov in njihovih družin.

LITERATURA IN VIRI

1. Akbar, M. O., Ali, M. J., Hussain, A., Khan, M. S. S., Missen, M. S., Pasha, M., Pasha, U., Qaiser, G. in Akhtar, N. (2020). IoT for development of smart dairy farming. *Hindawi Journal of Food Quality*, 2020(1).
2. Alipio, M. in Villena, M. L. (2022). Intelligent wearable devices and biosensors for monitoring cattle health conditions: A review and classification. *Smart Health*, 27(24).
3. Aon. (2024). *Climate and Catastrophe Insight*. Pridobljeno 16. julija 2024 s <https://www.aon.com/en/insights/reports/climate-and-catastrophe-report>
4. Arora, N. K. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability* 2(1), 95-96.
5. Atanasova, T. in Dineva, K. (2022). Cloud Data-Driven Intelligent Monitoring System for Interactive Smart Farming. *Sensors* 2022, 22(17), 6566.
6. Augere-Granier, M. L. (2018). *The EU dairy sector: Main features, challenges and prospects*. European Parliamentary Research Service (EPRS). Pridobljeno 24. avgusta 2024 s https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/630345/EPRS_BRI%282018%29630345_EN.pdf
7. Banhazi, T., Bowtell, L., Ghahramani, A., Ji, B., Li, B., Perano, K. in Wang, C. (2020). A review of measuring, assessing and mitigating heat stress in dairy cattle. *Biosystems engineering* 199, 4-26.
8. Barkema, H. W., DeVries, T. J., Pajor, E. A., Rushen, J. in Tse, C. (2018). Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. *Animal*, 12(12), 2649-2656.
9. Barrientos-Blanco, J. A., Cabrera, V. E., Delgado, H. in Fadul-Pacheco, L. (2019). Symposium review: Real-time continuous decision making using big data on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3856-3866.
10. Bedrač, M. (2022). Izobrazbena raven na kmetijskih gospodarstvih. *Kmetijski inštitut Slovenije*. Pridobljeno 12. aprila 2024 s <https://kazalci.arso.gov.si/index.php/sl/content/izobrazbena-raven-na-kmetijskih-gospodarstvih-1?tid=1>
11. Bedrač, M., Bele, S., Bleiweis, A., Brečko, J., Hiti Dvoršak, A., Kožar, M., Moljk, B., Telič, V., Travnika, T. in Zagorc, B. (2023b). *Prva ocena stanja v kmetijstvu 2023*. Kmetijski inštitut Slovenije. Pridobljeno 14. junija 2024 s https://www.kis.si/f/docs/Porocila_o_stanju_v_kmetijstvu/Jesensko_porocilo_2023.pdf
12. Bedrač, M., Bele, S., Brečko, J., Hiti Dvoršak, A., Kožar, M., Ložar, L., Moljk, B., Telič, V., Travnika, T. in Zagorc, B. (2023a). *Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva*. Kmetijski inštitut Slovenije. Pridobljeno 14. junija 2024 s https://www.kis.si/f/docs/Porocila_o_stanju_v_kmetijstvu/ZP_2023_splosno__priloge_1.pdf

13. Berry, D. P. (2015). Breeding the dairy cow of the future: What do we need? *Animal Production Science*, 55(7), 823-837.
14. Bewley, J. (brez datuma). *Precision Dairy Farming*. University of Kentucky-Kentucky Cooperative Extension. Pridobljeno 13. avgusta 2024 s https://afs.ca.uky.edu/files/precision_dairy_farming.pdf
15. Bhakat, C., Dutta, T. K., Ghosh, M. K. in Singh, A. K. (2021). Technologies used at advanced dairy farms for optimizing the performance of dairy animals: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 19(4).
16. Bhoj, S., Gaur, G. K., Singh, M. in Tarafdar, A. (2022). Smart and Automatic Milking Systems: Benefits and Prospects. *Springer, Singapore*.
17. Braun, V. in Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research In Psychology*, 3(2), 77-101.
18. Bršćić, M., Cogato, A., Guo, H., Marinello, F. in Pezzuolo, A. (2021). Challenges and Tendencies of Automatic Milking Systems (AMS): A 20-Years Systematic Review of Literature and Patents. *Animals*, 11(2), 356.
19. Cankar, K. (2015). Demokratizacija kmetijskih politik in trajnostna lokalna samooskrba. *Časopis za kritiko znanosti*, 43(262), 73-88.
20. Caruso, C., Goller, M. in Harteis, C. (2021). Digitalisation in agriculture: knowledge and learning requirements of German dairy farmers. *International journal for research in vocational education and training* 8(2), 208-223.
21. Carvalheiro, L. G., Seymour, C. L., Veldtman, R. in Nicolson, S. W. (2010). Pollination services decline with distance from natural habitat even in biodiversity-rich areas. *Journal of Applied Ecology*, 47(4), 810-820.
22. Chung, Y. S., Heo, S., Karunathilake, E. M. B. M., Le, A. T. in Mansoor, S. (2023). The Path to Smart Farming: Innovations and Opportunities in Precision Agriculture. *Agriculture*, 13, 1593.
23. Cook, N., Mentink, R., Bennett, T. in Burgi, K. (2007). The Effect of Heat Stress and Lameness on Time Budgets of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1674-1682.
24. Costa, N., Navarro, E. in Pereira, A. (2020). A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming. *Sensors* 20, 4231.
25. Dayioglu, M. A. in Turker, U. (2021). Digital Transformation for Sustainable Future - Agriculture 4.0: A review. *Journal of Agricultural Sciences* 27(4), 373-399.
26. de Koning, C. J. A. M. (2011). Milking Machines Robotic Milking. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (str. 952-958) (2. izd.).
27. Deutsch, L., González-Mon, B., Jonell, M., Pereira, L., Queiroz, C., Sinare, H., Svedin, U., Wassénus, E. in Wood, A. (2023). Reframing the local-global food systems debate through a resilience lens. *Nat Food*, 4, 22-29.
28. DeVries, T. J., Veira, D. M., Vankova, M. in von Keyserlingk, M. A. G. (2007). Short Communication: Usage of Mechanical Brushes by Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2241-2245.

29. Dezfouli, B., Jalodia, N. in Taneja, M. (2021). Towards Building a Data-Driven Framework for Climate Neutral Smart Dairy Farming Practices. *2021 IEEE Global Humanitarian Technology Conference* (str. 213-218).
30. Duijnisveld, C. (2021). Closing the mineral cycle in dairy farming. *Project Repository Journal*, 10, 48-53.
31. Eurostat. (2022). *Farms and farmland in the European Union - statistic*. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/73319.pdf>
32. Eurostat. (2023). *EU food prices: olive oil up 75% since January 2021*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20231102-1>
33. Eurostat. (2024a). *Farmers and the agricultural labour force – statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farmers_and_the_agricultural_labour_force_-_statistics
34. Eurostat. (2024b). *Milk and milk product statistics*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics
35. Eurostat. (2024c). *HICP-monthly data (annual rate of change)*. https://doi.org/10.2908/PRC_HICP_MANR
36. Food Security Information Network (FSIN) in Global Network Against Food Crises. (2024). *Global report on food crises 2023*. <https://www.fsinplatform.org/grfc2024>
37. Foris, B., Krahn, J., Sadrzadeh, N., von Keyserlingk, M. A. G. in Weary, D. M. (2024). Automated monitoring of brush use in dairy cattle. *PLoS ONE* 19(6), e0305671.
38. Gaughan, J., Mader, T. in Gebremedhin, K. (2012). Behavioural and Physiological Determination of Temperature Stress in Cattle. *Environmental physiology of livestock* (str. 243-265).
39. Gaworski, M. in Kic, P. (2024). Assessment of Production Technologies on Dairy Farms in Terms of Animal Welfare. *Applied Sciences*, 14(14), 6086.
40. Goedde, L., Katz, J., Menard, A. in Revellat, J. (2020). *Agriculture's connected future: How technology can yield new growth*. McKinsey & Company.
41. Golob, A. (2014). Za boljše udobje krav v vezani reji. *Kmetovalec* 82, 11 (9-11).
42. Grant, R. in Miner, W. H. (2015). Economic Benefits of Improved Cow Comfort. *Agricultural Research Institute*. Pridobljeno 22. septembra 2024 s https://www.dairychallenge.org/pdfs/2015_National/resources/Novus_Economic_Benefits_of_Improved_Cow_Comfort_April_2015.pdf
43. Holstein Foundation. (brez datuma). *World of Dairy Cattle Nutrition*. http://www.holsteinfoundation.org/pdf_doc/workbooks/DairyCattleNutrition.pdf
44. Hu, H., Ma, Y., Ma, Y., Mu, T. in Wang, X. (2021). Analysis of Longevity Traits in Holstein Cattle: A Review. *Sec. Livestock Genomics*, 12-2021.
45. Hulsén, J. (2007). *Kravji znaki*. Založba Kmečki glas.
46. Jeretina, J., Logar, B., Pečnik, Ž., Perpar, T., Podgoršek, P., Sadar, M. in Vodopivec, U. (2023). Rezultati kontrole prireje mleka in mesa Slovenija 2022. *Kmetijski inštitut Slovenije*.

47. Khelifi, A., Moysiadis, V., Sarigiannidis, P. in Vitsas, V. (2014). Smart Farming in Europe. *Computer Science Review*, 39.
48. Kmetijsko gospodarska zbornica Slovenije. (2023). *Razvojni izzivi JSKS za učinkovito slovensko kmetijstvo*. Pridobljeno 17. julija 2024 s <https://www.kgzs.si/novica/razvojni-izzivi-jsks-za-ucinkovito-slovensko-kmetijstvo-2023-11-21>
49. Kmetijstvo. (brez datuma). V *Slovar slovenskega knjižnega jezika*. <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=kmetijstvo>
50. Komisija za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2023). Poročilo: Pomen kmetijstva in podeželja za slovenski narod. *RS Državni svet*.
51. Kozina, A. M. in Semkiv, L. P. (2020). Sustainable development of dairy farming through the use of digital technologies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613.
52. Krajnc, A. in Šuštar, Č. (2021). Prvi podatki iz Popisa kmetijskih gospodarstev, Slovenija 2020. Pridobljeno 14. aprila 2024 s <https://www.stat.si/StatWeb/news/Index/9459>
53. Kranjc, A. in Mihelin, M. (2023). Strukturo kmetijskih gospodarstev od letos spremljamo po spremenjeni metodologiji. Pridobljeno 8. marca 2024 s <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/11460>
54. Lavrenčič, A. in Orešnik, A. (2013). *Krave molznice: prehrana, zdravstveno varstvo in reprodukcija*. Založba Kmečki glas.
55. Lee, M. in Seo, S. (2021). Wearable Wireless Biosensor Technology for Monitoring Cattle: A Review. *Animals*, 11(11), 2779.
56. McGuffey, R. K. in Shirley, J. E. (2011). History of Dairy Farming. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition, str.563-569).
57. Mesojedec, M. (2024). Slovenski in evropski kmetje: Dovolj je. *Družina*.
58. Mihorko, P., Gacin, M., Zajc, M., Sušin, J. in Bergant, J. (2021). *Nitrati v podzemni vodi*. Kmetijski inštitut Slovenije.
59. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2022). *Strateški načrt skupne kmetijske politike 2023-2027*. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
60. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. (2024). *Kmetijstvo in razvoj podeželja*. Pridobljeno 14. aprila 2024 s <https://www.gov.si/podrocja/kmetijstvo-gozdarstvo-in-prehrana/kmetijstvo-in-razvoj-podezelja/>
61. Mohamed, E. S., Belal, A., Abd-Elmabod, S. K., El-Shirbeny, M. A., Gad, A. in Zahran, M. (2021). Smart farming for improving agricultural management. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3), 971–981.
62. Nair, P. K. R., Gordon, A. M., in Mosquera-Losada, M. R. (2017). Agroforestry for sustainable landscape management. *Sustainability Science*, 12(5), 925-930.
63. Neethirajan, S. (2020). The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 29, 100367.
64. Novak, J. (2024). Poenostavljeno krmljenje. *Kmetovalec*, (2). Kmetijska založba.

65. Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD. (2019). Digital opportunities for better agricultural policies. *OECD Publishing*.
66. Pečnik, Ž. in Verbič, J. (2022). Izpusti amonijaka v kmetijstvu. *Kmetijski inštitut Slovenije*.
67. Penev, T., 1, Radev, V., Slavov, T., Kirov, V., Dimov, D., Atanasov, A. in Marinov, I. (2014). Effect of lighting on the growth, development, behaviour, production and reproduction traits in dairy cows. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(11), 798–810.
68. Pomeroy, J., Jose, D., Tyler, A., Bloxham in P. in Culling, J. (2023). The Future of Food. *HSBC Global Research*.
69. Radel, C., Schmook, B., Carte, L. in Mardero, S. (2017). Toward a Political Ecology of Migration: Land, Labor Migration, and Climate Change in Northwestern Nicaragua. *World Development*, 108, 263–273.
70. Remec, B. (2023). Izzivi »pomlajevanja« družinskih kmetij. *Kmečki glas*. Pridobljeno 17. julija 2024 s <https://barbararemec.kmeckiglas.com/izzivi-pomlajevanja-druzinskih-kmetij/>
71. Ritchie, H., Rosado, P. in Roser, M. (2020). Breakdown of carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions by sector. *Our world in data*. Pridobljeno 22. avgusta 2024 s <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
72. Scherr, S. J. in McNeely, J. A. (2008). Biodiversity conservation and agricultural sustainability: Towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 477–494.
73. Serša, K. M., Jeršin, T. K. in Nemec, L. (2015). *Geografija 1. i-učbeniki*.
74. Smith, K. A. (2022). Why Are Food Prices Still Rising? *Forbes*. Pridobljeno 17. avgusta 2024 s <https://www.forbes.com/advisor/personal-finance/why-are-food-prices-still-rising/>
75. Sreekumar, D., Sejian, V. in Rajiv Gandhi Institute of Veterinary Education and Research. (2024). Cow comfort, behavior and welfare with specific reference to dairy cattle: A review. *German Journal of Veterinary Research*, 4–3, 160–175.
76. Statista. (2023). *Major producers of cow milk worldwide in 2023, by country*. Pridobljeno 28. aprila 2024 s <https://www.statista.com/statistics/268191/cow-milk-production-worldwide-top-producers/>
77. Stičišče Središče in Zveza slovenske podeželske mladine. (2020). *Izzivi podeželja-cikel posvetov z občinami v Osrednjeslovenski regiji*. https://sticisce-sredisce.si/wp-content/uploads/2020/02/Izhodisca-za-razpravo_izzivi-podezelja.pdf
78. Šifkovič, V. S. (2022). Kakšno je trajno varovanje in ohranjanje kakovostnih kmetijskih zemljišč? *Mreža za prostor*. Pridobljeno 23. junija 2024 s <https://www.mrezaprostor.si/aktualno/clanki/kaksno-je-trajno-varovanje-in-ohranjanje-kakovostnih-kmetijskih-zemljisc/>
79. Tapki, I. in Sahin, A. (2005). Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 99(–2), 1–11.

80. Thatcher, W. W., Flamenbaum, I., Block, J. in Bilby, T. R. (2010). Medsebojna povezanost vročinskega stresa in reprodukcije pri kravah molznicah v laktaciji. *High Plains Dairy Conference* (str. 45-60).
81. Triolet. (brez datuma). *Triomatic WB battery powered robot* [fotografija robotskega mešalnega robota]. Pridobljeno 20. septembra 2024 s <https://www.triolet.com/products/automatic-feeding-systems/feeding-robot/battery-powered-robot-triomatic>
82. Ulamec, P. in Karo Bešter, P. (2021). Onesnaževala v tleh. *Kmetijski inštitut Slovenije*.
83. United Nations Environment Programme – UNEP. (2024). *Food Waste Index Report 2024*. <https://www.unep.org/resources/publication/food-waste-index-report-2024>
84. United Nations. (brez datuma). *Our growing population*. <https://www.un.org/en/global-issues/population#:~:text=The%20world's%20population%20is%20expected,billion%20in%20the%20mid%2D2080s>
85. Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. (2009). Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15, 12/17 in 44/22 – ZVO-2.
86. Vecchio, Y., Di Pasquale, J., Del Giudice, T., Pauselli, G., Masi, M. in Adinolfi, F. (2022). Precision farming: what do Italian farmers really think? An application of the Q methodology. *Agricultural Systems*, 201.
87. Vik, J., Stræte, E. P., Hansen, B. G. in Nærland, T. (2019). The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* (str. 90–91).
88. Zveza slovenske podeželske mladine – ZSPM. (2023). *Pomen kmetijstva za slovenski narod skozi oči mladih kmetov*. https://ds-rs.si/sites/default/files/posvet/11-mager_ds-rs_pomen_kmetijstva_za_slo_narod_skozi_oci_mladih_kmetov_zspm.pdf

PRILOGE

Priloga 1: Vprašalnik

Cilj intervjuja je torej pridobiti celovite in podrobne informacije, ki bodo pripomogle k razvoju učinkovitega načrta za izboljšanje proizvodnje mleka na izbrani kmetiji s pomočjo napredne hlevske opreme in tehnologij pametnega kmetijstva.

TEHNOLOGIJA:

- 1. Kateri so bili največji tehnološki napredki v prireji mleka v zadnjih letih?**
 - Kako so te novosti vplivale na količino in kakovost mleka?
- 2. Katera področja imajo po vašem mnenju največji potencial za uvedbo pametnega kmetijstva v prireji mleka?**
 - Kje bi lahko pametne tehnologije prinesle največ koristi?
- 3. Kakšna oprema in tehnologija se trenutno uporablja na naprednih mlečnih kmetijah?**
 - Katere tehnologije so najbolj primerne za srednje velike kmetije?
 - Kako se oprema in tehnologija v Sloveniji razlikujeta od tistih v tujini?
- 4. Kako lahko nove tehnologije v hlevih, kot so biosenzorji, izboljšajo zdravje in dobrobit živali?**
 - Katere zdravstvene težave lahko zaznajo in kako hitro zaznajo ter sporočijo težave?
 - Kako te tehnologije delujejo v praksi in kakšne so izkušnje kmetov z njihovo uporabo?
- 5. Katere tehnologije bi po vašem mnenju najbolj povečale produktivnost in kakovost mleka na kmetiji, vključno z avtomatskimi sistemi?**
 - Kakšne so prednosti in slabosti teh tehnologij v primerjavi s tradicionalnimi metodami?
 - Kako te tehnologije vplivajo na zdravje in dobro počutje živali ter produktivnost in stroške dela?
 - Ali obstajajo primeri kmetij, ki so z uvajanjem teh tehnologij dosegle pomembne izboljšave?
 - Kako te tehnologije vplivajo na zdravje in dobro počutje živali?
 - Ali obstajajo primeri kmetij, ki so z uvajanjem teh tehnologij dosegle pomembne izboljšave?
 - Kako avtomatski sistemi vplivajo na produktivnost in stroške dela?
 - Katere težave se lahko pojavijo pri uvajanju teh sistemov?
- 6. Kako se pristopi k spremljanju zdravja živali razlikujejo med Slovenijo in tujino?**
 - Ali se katere tehnologije bolj uporabljajo v tujini kot v Sloveniji?

7. Kako živali običajno reagirajo na uvedbo novih tehnologij, kot so robotske molže in nosljivi senzorji?

- Ali se živali hitro privadijo in kakšne vedenjske spremembe ste opazili?
- Ali so živali bolj mirne in ali se izboljša njihovo zdravje?

STROŠKI, FINANCIRANJE:

8. Kakšni so stroški in koristi avtomatizacije različnih procesov v prireji mleka?

- Koliko znaša povprečna začetna investicija v te tehnologije?
- Kako hitro se te investicije povrnejo?
- Ali obstajajo različne cenovne kategorije glede na kakovost in funkcionalnost opreme?
- Kako se stroški vzdrževanja razlikujejo med različnimi tehnologijami?

9. Ali obstajajo finančne spodbude ali subvencije za kmete, ki želijo investirati v pametno kmetijstvo? Kakšne vire financiranja priporočate?

- Katere vrste subvencij so na voljo in kakšni so pogoji za pridobitev?
- Kako lahko kmetje dostopajo do teh finančnih sredstev?

VPLIV NA OKOLJE:

10. Kako lahko pametne tehnologije v hlevih pomagajo zmanjšati okoljski odtis kmetij?

- Katere tehnologije so najbolj učinkovite pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov?
- Kako te tehnologije vplivajo na porabo vode in energije?

11. Katere tehnologije so najbolj učinkovite pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov in drugih onesnaževal iz živinoreje?

- Ali obstajajo primeri dobre prakse iz drugih kmetij ali držav?
- Kako lahko kmetije merijo in spremljajo svoj vpliv na okolje?

VPLIV NA KMETE, ZAPOSLENE:

12. Kako lahko uvedba pametnih tehnologij vpliva/izboljša delovne pogoje za kmete?

- Katere naloge lahko te tehnologije avtomatizirajo?
- Kako zmanjšajo delovno obremenitev kmetov?
- Ali se zahteva dodatno usposabljanje zaposlenih za uporabo novih tehnologij?
- Kako te tehnologije vplivajo na učinkovitost in delovni čas zaposlenih?

13. Kakšno usposabljanje je potrebno za kmete in zaposlene za učinkovito uporabo novih tehnologij?

- Katere programe usposabljanja bi priporočili?
- Kako dolgo običajno traja, da se zaposleni prilagodijo novim tehnologijam?

TRANSPARENTNOST, ZDRUŽLJIVOST SISTEMOV:

14. Kako enostavna je integracija novih pametnih tehnologij z obstoječo infrastrukturo hlevov?

- Ali je potrebna velika prenova hleva?
- Ali lahko nove tehnologije delujejo z obstoječo opremo?
- Katere prilagoditve so običajno potrebne?
- Kako dolgo trajajo te prilagoditve?

15. Kako zagotoviti zanesljivost in transparentnost podatkov, ki jih zbirajo pametne naprave?

- Katere ukrepe bi priporočili za zagotavljanje kakovosti podatkov?
- Kako pomembna je varnost podatkov v pametnem kmetijstvu?

NA SPLOŠNO:

16. Kako vidite prihodnost pametne živinoreje v naslednjih 10 letih?

- Kateri tehnološki trendi bodo po vašem mnenju najbolj vplivali na razvoj kmetijstva?
- Ali mislite, da bo prišlo do večjega sprejemanja tehnologije med kmeti?

17. Katere tehnologije so po vašem mnenju najbolj obetavne za prihodnost kmetijstva?

- Kako bodo te tehnologije spremenile način kmetovanja?
- Ali menite, da bodo te tehnologije dostopne tudi manjšim kmetijam?

18. Kakšna je vloga državnih politik v podpori uvajanju pametnega kmetijstva?

- Katere politike so najbolj učinkovite pri spodbujanju tehnološkega napredka v kmetijstvu?
- Kako lahko vlade bolje podprejo kmete pri prehodu na pametno kmetijstvo?

Priloga 2: Povzetek intervjuja KGZ1

Pametne tehnologije so v zadnjih letih korenito preoblikovale mlečno industrijo in širše kmetijstvo. Med ključnimi tehnološkimi napredki izstopajo robotski sistemi za molžo, pametni senzorji za spremljanje živali in avtomatizirani sistemi za krmljenje. Robotska molža in krmne mešalne prikolice so postali standardi na naprednih mlečnih kmetijah, pri čemer se vse bolj poudarja tudi ekologija in dobrobit živali. Povečana uporaba pametnih ovratnic in senzorjev, ki spremljajo aktivnost in zdravje krav, omogoča kmetom, da prepoznajo težave, kot so šepanje ali zdravstvene težave, še preden se te težave poslabšajo. Takšni sistemi so ključni za optimizacijo pridelave mleka in zagotavljanje zdravja živali.

Pomembno je razumeti, da pametno kmetijstvo vključuje celovit pristop, ki združuje prehrano, dobrobit živali in uporabo tehnologije. Poudarjeno je, da le kombinacija teh elementov prinese najboljše rezultate. Na primer, krmni obroki morajo biti optimizirani glede na prehranske potrebe krav, saj je kakovost hrane neposredno povezana z mlečnostjo. Zasnova odprtih hlevov z dovolj prostora za ležišča in dobrim prezračevanjem je ključna za zmanjšanje stresa pri živalih. Tako se preprečuje prenatrpanost, kar vodi v manj zdravstvenih težav in večjo produktivnost.

Na področju infrastrukture je viden trend večjih investicij v prostorske rešitve, ki omogočajo več prostora za živali, kar je ključno za dobrobit in produktivnost. Kljub temu se pogosto zgodi, da se ob začetnih investicijah pozabi na nekatera pomembna področja, kot je prezračevanje. V poletnih mesecih, ko se temperature povečajo, je zagotavljanje učinkovitega prezračevanja še posebej pomembno. Ventilatorji, ki so nameščeni v hlevih, ter pršilniki, ki ohlajajo zrak, so ključna oprema, vendar je pri njih pomembno, da so pravilno nastavljeni, da se prepreči nastanek spolzkih tal in drugih težav, ki lahko škodujejo zdravju živali. Uporaba rdeče svetlobe za nočno krmljenje je še ena inovacija, ki omogoča nekoliko hlajenje prostora, kar pomaga živalim pri večjem udobju.

Senzorji, kot so pedometri in prežvekovni bolusi, omogočajo spremljanje aktivnosti in prežvekovanja krav, kar je ključno za oceno njihovega zdravja. Pedometri omogočajo zaznavanje težav s parklji ali drugimi poškodbami, medtem ko senzorji za prežvekovanje zagotavljajo podatke o prehranjevalnih navadah živali. S pomočjo teh podatkov lahko kmetje bolje prilagodijo prehrano in izboljšajo zdravje ter dobrobit svojih živali. Droni, ki se uporabljajo pri paši, so še ena novost, ki omogoča kmetom, da na daljavo spremljajo, kaj se dogaja na paši, kar prispeva k večjemu nadzoru nad čredo.

Za povečanje produktivnosti in kakovosti mleka je ključno povezovanje različnih dejavnikov, vključno z optimizacijo krmnega obroka, zagotavljanjem zadostnega prostora za ležišča in preprečevanjem prenatrpanosti v hlevih. Poudarjeno je, da se mora prehrana živali začeti že pri pridelavi kakovostne voluminozne krme, kot je travna silaža. Kakovost travne silaže je pogosto spregledana, a je ključna za dosego visoke mlečnosti. Kmetje se morajo zavedati, da dobra kakovost hrane neposredno vpliva na zdravje in produktivnost

krav. Prav tako je izpostavljeno, da je pomembno, da imajo živali dovolj prostora, saj to zmanjšuje stres in preprečuje težave, povezane s prenatrpanostjo.

Glede na izkušnje iz tujine in Slovenije je razvidno, da se tehnologija hitro prenaša, vendar je v nekaterih primerih potrebna prilagoditev, da bi se izkoristile vse njene prednosti. V tujini so pogosto bolj napredne prakse, saj se tam več pozornosti posveča preventivnim ukrepom za dobrobit živali. Na področju veterine in zdravja živali je v tujini več testiranja in raziskav, kar omogoča boljše prilagajanje praks k potrebam živali. V Sloveniji so pri uvajanju novih tehnologij v hlevih včasih potrebne prilagoditve obstoječe infrastrukture. To vključuje širitev prostora za vgradnjo novih naprav in zagotavljanje ustreznih pogojev za namestitve naprednih sistemov, kot so ventilacija in robotski sistemi.

Reakcija živali na uvedbo novih tehnologij se lahko spreminja, odvisno od predhodnega okolja, v katerem so živali živele. Na začetku so lahko težave z navajanjem, vendar se žival hitro prilagodi, še posebej, če je človek prisoten in spremlja proces. V primeru prehoda z vezane reje na prosto rejo so lahko začetne težave večje, vendar so živali običajno po nekaj tednih sposobne sprejeti spremembe. Robotska molža, kljub začetnemu stresu, hitro postane rutina za krave, kar omogoča boljše zdravje in produktivnost.

Finančna vprašanja in subvencije so prav tako pomembna tema intervjuja. V Sloveniji so na voljo različni razpisi in subvencije, ki omogočajo kmetijam, da investirajo v pametne tehnologije. Vendar pa je dostopnost sredstev pogosto omejena, saj so razpisi odprti za omejen čas, sredstva pa niso vedno dovolj, da bi lahko pokrila vse potrebne stroške. Poudarjeno je, da je najbolj smiselno kandidirati za subvencije pri gradnji novih hlevov, saj so takrat možnosti za pridobitev sredstev večje. Obstajajo tudi regijski razpisi, ki podpirajo manjše investicije, vendar so ti pogosto manjši in bolj specifični. Finančne spodbude igrajo ključno vlogo pri širši uporabi pametnih tehnologij, saj so začetni stroški visoki in brez takšne podpore težko dosežemo napredek.

Pametne tehnologije in njihove prednosti vključujejo tudi zmanjšanje okoljskega odtisa kmetij. Učinkovita prezračevanje, uporaba robotov za kidanje in optimizacija distribucije gnojevke so le nekateri od načinov, kako se zmanjša izpust toplogrednih plinov. Pomembna je tudi uporaba tehnologij, ki omogočajo natančno spremljanje krmnih obrokov in prežvekovanja, kar pripomore k zmanjšanju emisij metana. Poleg tega je vključitev sistema za ločevanje seča in blata ključna za zmanjšanje emisij in večjo učinkovitost. Z uporabo teh sistemov se zmanjša tudi potreba po prevozu in manipulaciji z gnojem, kar zmanjšuje emisije CO₂ in povečuje trajnost kmetij.

V prihodnosti je pričakovati še večjo specializacijo in digitalizacijo kmetijstva. Napredne tehnologije, kot so satelitski sistemi, pametno gnojenje in natančna analiza zemlje, bodo postale standardi, ki bodo omogočili boljše upravljanje kmetij. Vendar pa bo prihodnost kmetijstva v veliki meri odvisna od politik, ki bodo usmerjene v podporo trajnostnemu razvoju in uvajanju pametnih tehnologij. Kmetijstvo se bo moralo prilagoditi novim

razmeram, vključno z vplivi podnebnih sprememb, ki bodo zahtevali nove pristope in inovacije. Zmanjšanje števila kmetij in povečanje produktivnosti bo verjetno vodilo do koncentracije kmetijstva v večjih, bolj tehnološko naprednih obratih.

Z vidika državnih politik je poudarjeno, da je pomembno, da vlada ponudi zadostno finančno podporo za razvoj pametnih tehnologij. Nepovratna sredstva in subvencije bodo ključna za spodbujanje napredka, saj so začetni stroški visoki. Učinkovita politika mora vključevati tako evropska kot nacionalna sredstva, da bi kmetje lahko vlagali v nove tehnologije brez prevelikega finančnega tveganja. Država mora sprejeti ukrepe, ki bodo omogočili trajnosten razvoj kmetijstva, pri čemer mora uravnotežiti ekološke zahteve in potrebe po proizvodnji hrane. V prihodnosti se pričakuje, da bodo le tisti kmetje, ki bodo vlagali v tehnologijo in sledenje trendom, uspeli obdržati konkurenčnost na trgu.

Priloga 3: Povzetek intervjuja PROF1

Pametne tehnologije so v zadnjih letih korenito preoblikovale mlečno industrijo in širše kmetijstvo. Med ključnimi inovacijami izstopajo robotski sistemi za molžo, pametni senzorji ter avtomatizirani krmilni sistemi. Robotska molža, ki je ena najpomembnejših tehnoloških izboljšav, omogoča povečanje pridelave mleka za približno 6 %, kar neposredno vpliva na produktivnost in kakovost dela na kmetijah. Poleg tega avtomatizacija zmanjšuje potrebo po fizičnem delu in kmetom omogoča večjo časovno fleksibilnost.

Pomemben vidik pametnega kmetijstva je zbiranje in analiza podatkov, pridobljenih iz različnih virov, kot so molzni roboti, senzorji za gibanje, prežvekovanje in zdravstveno stanje krav, pa tudi okoljski dejavniki. Eden največjih izzivov je povezovanje teh podatkov v enoten sistem, ki bi kmetom omogočal celovito upravljanje kmetije. Takšni integrirani sistemi lahko združijo podatke o prehrani, mlečnosti in zdravju živali, kar omogoča hitrejše in bolj informirane odločitve.

Senzorji, kot so bio-senzorji na ovratnicah ali bolusi, prinašajo velike izboljšave pri spremljanju zdravstvenega stanja krav. Omogočajo zgodnje zaznavanje bolezni, kot je mastitis, kar omogoča hitrejše zdravljenje z manj invazivnimi metodami. Poleg tega te tehnologije izboljšujejo reprodukcijo živali, saj omogočajo zaznavanje pojatve in s tem zmanjšujejo zamude pri osemenitvi. Takšne izboljšave ne le povečujejo produktivnost, temveč tudi zmanjšujejo potrebo po uporabi antibiotikov.

Avtomatizacija procesov, kot je krmljenje, omogoča natančno pripravo obrokov in zmanjša porabo energije. Na primer, na kmetiji s 45 molznicami je avtomatizacija prinesla 15-odstotno povečanje mlečnosti, prihranek časa pri delu in znižanje stroškov energije za 1600 € na leto. Čeprav so začetne investicije visoke, med 80.000 in 150.000 €, se običajno povrnejo v nekaj letih zaradi prihrankov in povečane učinkovitosti.

V Sloveniji so pristopi k spremljanju zdravja krav podobni tistim v Avstriji in Nemčiji. Vendar je uspešna uvedba novih tehnologij odvisna od predhodnih izkušenj živali in postopnega uvajanja. Pametni senzorji so dobro sprejeti, saj ne povzročajo stresa pri živalih. Kljub temu je pomembno, da se tehnologije uvajajo z ustreznim usposabljanjem kmetov. Finančne spodbude igrajo ključno vlogo pri širši uporabi pametnih tehnologij. Subvencije, ki krijejo med 30 % in 50 % investicije (pri ekoloških kmetijah celo do 75 %), omogočajo kmetom dostop do sodobnih rešitev. Večina sredstev je na voljo v okviru razpisov za trajnostno kmetijstvo ali evropskih projektov. Bolj ciljno usmerjene subvencije pa bi lahko še dodatno pospešile uvajanje teh inovacij.

Pametne tehnologije pomagajo tudi pri zmanjšanju okoljskega odtisa kmetij. Učinkovito upravljanje krme, povečanje mlečnosti in zmanjšanje emisij toplogrednih plinov so nekateri od načinov, kako prispevajo k trajnosti. Avtomatizirani sistemi na primer zmanjšujejo potrebo po uporabi traktorjev za mešanje krme, kar vodi do manjše porabe goriva in nižjih emisij. Separatorji gnojevke in dodatki za gnojenje prav tako prispevajo k zmanjšanju

metana in dušika.\n\nIntegracija novih tehnologij v obstoječo infrastrukturo hlevov ostaja izziv. Potrebne so prilagoditve obstoječih sistemov, pri čemer je pomembna fleksibilnost naprav in njihova povezljivost. Standardizacija protokolov za prenos podatkov bi lahko izboljšala integracijo in omogočila boljše upravljanje kmetij.

Vprašanje zanesljivosti in varnosti podatkov, ki jih zbirajo pametne naprave, postaja vse pomembnejše. Senzorji morajo biti natančni, algoritmi pa robustni in zanesljivi. Trenutno je regulacija na tem področju pomanjkljiva, kar odpira vprašanja o zaščiti podatkov in njihovem lastništvu.

Prihodnost pametnega kmetijstva leži v razvoju integriranih sistemov, ki bodo združevali podatke iz različnih virov in uporabljali umetno inteligenco za podporo pri odločanju. Takšni sistemi bodo omogočali avtomatizirano prilagajanje prezračevanja, prehrane in drugih parametrov na podlagi potreb živali in okolja. Državne politike in finančne spodbude bodo imele ključno vlogo pri pospeševanju teh sprememb. Skupaj z inovacijami na področju avtomatizacije in trajnosti bo pametno kmetijstvo omogočilo bolj učinkovito, trajnostno in produktivno prihodnost za kmete.

Priloga 4: Povzetek intervjuja HL-OPR1

Razvoj pametnih tehnologij v kmetijstvu, zlasti na področju mlečne industrije, odpira številne možnosti za izboljšanje učinkovitosti, produktivnosti in dobrobiti živali. Intervju podrobno razkriva inovacije, izzive in potencialne na tem področju, pri čemer so v ospredju rešitve, kot so napredni senzorji, roboti za molžo, avtomatizirano krmljenje ter integracija podatkovnih sistemov.

Med pomembnimi tehnološkimi dosežki zadnjih let so roboti za molžo, ki so postali dostopnejši širšemu krogu kmetov, ter senzorji za monitoring živali. Ti senzorji, ki so lahko nameščeni na ovratnicah ali v obliki bolusov, omogočajo stalno spremljanje aktivnosti in zdravstvenega stanja krav. Uporaba takšnih naprav izboljšuje zgodnje zaznavanje bolezni, kot je mastitis, ki ga sodobni senzorji lahko zaznajo celo en dan prej kot tradicionalne metode, kar omogoča hitrejšo in pogosto cenejšo zdravljenje. Ta tehnologija je ključna za zmanjševanje uporabe antibiotikov, saj zgodnja intervencija pogosto zadostuje za uspešno zdravljenje.

Ena od ključnih prednosti pametnih senzorjev je njihova sposobnost zaznavanja tihe pojatve – obdobja, ko krave kažejo znake plodnosti, vendar te znake pogosto ostanejo neopažene. Takšni sistemi omogočajo kmetom boljše upravljanje reprodukcije in zmanjšanje poporodnih premorov, kar neposredno vpliva na povečanje produktivnosti. Po ocenah je učinkovita reprodukcija ključen dejavnik za finančni uspeh kmetij, saj zmanjšanje zamud pri osemenitvi zmanjšuje izgubo mleka in optimizira cikel laktacije.

Pametne tehnologije v kmetijstvu prinašajo tudi spremembe v delovnih praksah in obremenitvah kmetov. Senzorji omogočajo spremljanje živali na daljavo prek aplikacij, kar kmetom prihrani čas in zmanjša potrebo po fizični prisotnosti v hlevu. To ne samo da izboljša delovne pogoje, ampak omogoča tudi bolj osredotočeno upravljanje drugih vidikov kmetije. Hkrati enostavna uporaba teh sistemov zagotavlja, da jih lahko uporabljajo tudi manj tehnično usposobljeni uporabniki, vključno s starejšimi kmeti.

Poleg izboljšanja reprodukcije in zdravstvenega stanja živali imajo pametne tehnologije tudi pomemben vpliv na zmanjšanje okoljskega odtisa kmetij. Z večjo mlečnostjo na liter mleka se zmanjšuje poraba krme in emisije ogljikovega dioksida. To je posebej pomembno za trajnostno kmetijstvo, saj učinkovitejše upravljanje virov neposredno vpliva na manjšo obremenitev okolja. Zmanjšanje okoljskega odtisa je lahko dodatno podprto z integracijo podatkov iz različnih virov, kar omogoča boljše odločitve glede prehrane, prezračevanja in drugih parametrov v hlevu.

Tehnološka naprednost ni enakomerno porazdeljena po svetu. V Sloveniji je spremljanje zdravja in aktivnosti živali pogosto še vedno odvisno od vizualnega opazovanja, medtem ko so v severni Evropi, kot je Nizozemska, bolj razširjeni ultrazvočni pregledi in digitalna orodja. Južnejše regije zaostajajo v sprejemanju teh tehnologij, kar odraža širše razlike v tehnološkem napredku med regijami.

Pri uvajanju pametnih tehnologij se pojavljajo tudi izzivi, povezani z integracijo v obstoječo infrastrukturo. Veliko opreme na kmetijah ni zasnovane za medsebojno povezovanje, kar omejuje izmenjavo podatkov med različnimi sistemi. Kljub temu je prihodnost usmerjena v razvoj sistemov, ki bodo združevali podatke iz različnih virov in jih analizirali z uporabo umetne inteligence. Takšni sistemi bodo omogočali boljše odločitve, kot so prilagoditve prehrane v primeru vročinskega stresa ali optimizacija prezračevanja v hlevih. Združevanje teh podatkov v enoten sistem bo ključno za povečanje učinkovitosti velikih kmetij.

Stroški uvajanja pametnih tehnologij so odvisni od velikosti kmetije in obsega uporabe. Na primer, sistemi senzorjev temeljijo na modelu najema, ki vključuje začetne stroške vzpostavitve in mesečne naročnine. Ta strošek se pogosto povrne že v prvem letu uporabe zaradi povečane produktivnosti in izboljšane reprodukcije. Poleg tega so uporabnikom na voljo garancije za nadomestitev okvarjene opreme in stalne posodobitve programske opreme, kar zagotavlja dolgotrajno vrednost za uporabnike.

Poleg tehničnih in finančnih vidikov je pomemben tudi vpliv politik in subvencij na uvajanje pametnih tehnologij. Trenutno so na voljo razpisi, ki spodbujajo trajnostne prakse, kot so izboljšave pri gnojenju, vendar posebne podpore za razvoj in uvajanje pametnih tehnologij v živinoreji še ni. V prihodnosti bi lahko bolj usmerjene subvencije spodbudile širše sprejemanje teh inovacij.

Intervju tudi osvetljuje vprašanje zasebnosti in varnosti podatkov, ki jih zbirajo pametni sistemi. Podatki, zbrani prek senzorjev, ostajajo last kmetov, podjetja pa zagotavljajo, da so ti podatki varno shranjeni in preneseni. V primeru prenehanja uporabe tehnologije ima kmet pravico zahtevati izbris vseh podatkov, kar zagotavlja transparentnost in nadzor nad informacijami.

Prihodnost pametnega kmetijstva je tesno povezana z nadaljnjim razvojem umetne inteligence, novih senzorjev in tehnologij za integracijo podatkov. Pametni sistemi bodo vse bolj samostojno analizirali podatke in kmetom predlagali optimalne ukrepe, kar bo omogočilo bolj trajnostno, produktivno in okolju prijazno kmetijstvo. Te inovacije bodo spremenile ne le vsakodnevne prakse na kmetijah, temveč tudi celoten pristop k upravljanju virov in živali. Združevanje teh tehnologij s podporo politik in subvencij je ključ do uspešnega prehoda v prihodnost pametne živinoreje.

Priloga 5: Povzetek intervjuja HL-OPR2

Robotizacija je bistven tehnološki napredek v mlečni industriji, ki se je razširil na skoraj vse procese na kmetijah, od molže do čiščenja tal in spremljanja podnebnih razmer v hlevih. Ena najpomembnejših sprememb je uvedba molznih robotov, ki omogočajo pogostejšo molžo in izboljšano učinkovitost, zlasti pri kravah z visokim genetskim potencialom. Ti sistemi ne zagotavljajo le povečanja količine mleka, temveč tudi izboljšujejo njegovo kakovost. Zmanjšana vsebnost somatskih celic in mikroorganizmov v mleku je rezultat dosledne higiene in optimizacije procesa molže. Roboti vsakič izvajajo molžo na enak način, kar zmanjša možnost napak in preprečuje nepotrebno obremenitev krav.

Ena od ključnih prednosti teh tehnologij je njihova sposobnost, da kmetom zagotovijo pomembne podatke o zdravju in vedenju živali. Pametne tehnologije, kot so biosenzorji, omogočajo spremljanje aktivnosti krav, prežvekovanja, gibanja in celo hormonskih ravni. Ti podatki so ključni za zgodnje odkrivanje težav, kot so reproduktivne motnje, prehranske težave in bolezni, na primer mastitis. Sodobni senzorji in sistemi umetne inteligence pomagajo kmetom razumeti, kdaj živali potrebujejo poseg, kar zmanjša tveganje za zaplete in podaljša produktivno življenje krav. Tako se zmanjšajo stroški zdravljenja, poveča pa se tudi dobro počutje živali.

Avtomatizacija ima velik vpliv tudi na način dela na kmetijah. Prednost robotizirane molže je, da iz procesa odstrani človeški faktor, kar zagotavlja večjo doslednost in kakovost molže. Robotski sistemi omogočajo molžo posameznih četrtin vime, kar preprečuje prekomerno izčrpavanje mleka in zmanjša tveganje za poškodbe ali infekcije. Poleg tega se v hlevih vedno bolj uporabljajo roboti za čiščenje blatnih hodnikov in distribucijo krme, kar zagotavlja stalno čistočo in dostop do sveže hrane. Ti sistemi prispevajo k boljšemu zdravju živali in povečajo njihovo produktivnost, medtem ko zmanjšujejo fizične obremenitve kmetov.

Pametne tehnologije prinašajo tudi številne prednosti za okolje. Sistemi za predelavo gnojevke, kot so separatorji, zmanjšujejo emisije toplogrednih plinov in omogočajo boljšo uporabo organskih gnojil. Bioelektrarne, ki gnojevko uporabljajo za proizvodnjo energije, so primer trajnostne prakse, ki zmanjšuje odvisnost od fosilnih goriv. Poleg tega so roboti, ki ne uporabljajo motorjev z notranjim izgorevanjem, bolj energetske učinkoviti. Uporaba sončnih elektrarn na kmetijskih objektih dodatno povečuje energetske samooskrbo, kar pripomore k zmanjšanju stroškov in okoljskega odtisa kmetij.

Uvajanje novih tehnologij pogosto zahteva prilagoditve obstoječih sistemov v hlevih. Ti posegi so običajno minimalni in vključujejo spremembe, kot so prilagoditve ležalnih mest ali gradbeni posegi za namestitev opreme. Integracija sistemov je v veliki meri odvisna od izbire tehnologij, ki so združljive z obstoječo opremo. Na splošno pa prilagoditve ne trajajo več kot nekaj tednov, kar omogoča hitro uvajanje novih rešitev.

Eden od izzivov uvajanja pametnega kmetijstva je prilagajanje živali na nove tehnologije. Prehod na robotsko molžo lahko povzroči kratkotrajen stres, zlasti pri starejših živalih, ki se težje prilagajajo spremembam. Proces prilagajanja lahko traja od nekaj dni do več tednov, odvisno od starosti in izkušenj živali. Mlade živali se običajno hitro prilagodijo novemu okolju in tehnologijam, medtem ko starejše krave včasih potrebujejo dodatno pozornost ali celo izločitev iz črede. Kljub temu pa robotski sistemi, ko so enkrat uvedeni, običajno ne vplivajo negativno na zdravje ali vedenje živali. Nasprotno, omogočajo živalim, da sledijo svojemu naravnemu ritmu, kar zmanjšuje stres in izboljšuje njihovo dobro počutje.

Usposabljanje kmetov za uporabo novih tehnologij je ključnega pomena za uspešno uvajanje pametnega kmetijstva. Pametni sistemi, kot so molzni roboti in senzorji, zahtevajo osnovno znanje o računalniški tehnologiji in analizi podatkov. Kmetje se morajo naučiti interpretirati podatke, ki jih zagotavljajo senzorji, in sprejemati odločitve na njihovi podlagi. Proizvajalci opreme pogosto nudijo podporo in izobraževanja, ki kmetom pomagajo razumeti in uporabljati nove sisteme. Poleg tega je na voljo tudi tehnična podpora prek interneta, kar omogoča hitre rešitve za morebitne težave.

Pomemben vidik uvajanja pametnega kmetijstva je tudi njegova ekonomska vzdržnost. Stroški avtomatizacije so visoki, začetne investicije pa pogosto znašajo več sto tisoč evrov, zlasti če vključujejo gradnjo novih hlevov. Kljub temu se investicije dolgoročno izplačajo, saj sistemi zmanjšujejo stroške dela, izboljšujejo zdravje živali in povečujejo produktivnost. Kmetje lahko za financiranje novih tehnologij izkoristijo subvencije in nepovratna sredstva, ki jih zagotavljajo evropski in državni programi. Vendar pa kmetje opozarjajo, da se cene opreme pogosto zvišajo, ko prodajalci ugotovijo, da bodo sredstva pridobljena iz razpisov, kar povečuje finančno breme.

Prihodnost pametnega kmetijstva bo temeljila na nadaljnji avtomatizaciji in razvoju umetne inteligence. Ti sistemi bodo omogočali natančnejše spremljanje čred, izboljšano optimizacijo delovnih procesov in zmanjšanje vpliva na okolje. Kljub visokim stroškom bodo sčasoma postali bolj dostopni, kar bo omogočilo širšo uporabo tudi na manjših kmetijah. Poleg tega bodo trajnostne rešitve, kot so bioelektrarne in sistemi za predelavo gnojevke, igrale ključno vlogo pri zmanjševanju okoljskega odtisa kmetij.

Pametno kmetijstvo bo spremenilo način dela na kmetijah, vendar bo človeški dejavnik ostal ključen za uspeh teh tehnologij. Kmetje bodo še naprej igrali pomembno vlogo pri interpretaciji podatkov in odločanju, kar zahteva prilagodljivost in stalno učenje. Z ustrezno podporo proizvajalcev tehnologij in državnih programov pa lahko pametno kmetijstvo prispeva k trajnostnemu razvoju kmetijskega sektorja ter izboljša kakovost življenja kmetov in dobrobit živali.

Priloga 6: Povzetek intervjuja NOV1

Prehod iz vezane reje na sistem proste reje je prinesel temeljne spremembe v mlečni industriji, zlasti z uvedbo molznih robotov in drugih avtomatiziranih sistemov. Ti roboti so postali standard na večjih kmetijah, kjer omogočajo bolj fleksibilno in prilagodljivo organizacijo dela. Uporaba molznih robotov pogosto vključuje tudi dodatne tehnologije, kot so senzorji za spremljanje zdravstvenega stanja živali. Ti senzorji zbirajo podatke o parametrih, kot so aktivnost živali, prežvekovanje in telesna temperatura, kar kmetom omogoča zgodnje prepoznavanje težav, kot so bolezni ali nenavadno vedenje. Poleg tega so roboti za čiščenje hlevskih rešetk in krmljenje prav tako razširjeni, kar zmanjšuje potrebo po fizičnem delu in omogoča kmetom, da se osredotočijo na druge naloge.

Pametno kmetijstvo ima ogromen potencial na različnih področjih kmetijstva, vendar je posebej koristno v prireji mleka, ki je izredno delovno intenzivna dejavnost. Z uporabo pametnih naprav in robotov kmetje prihranijo čas in energijo, kar je še posebej pomembno za družinske kmetije z omejenimi človeškimi viri. Tehnologije, kot so traktorji z GPS-nadzorom in sistemi za natančno kmetovanje, so prav tako nepogrešljive v poljedelstvu, sadjarstvu in vinogradništvu, saj omogočajo bolj natančno uporabo fitofarmaceutskih sredstev ter optimizacijo pridelave. V prireji mleka pa se glavni poudarek daje izboljšanju zdravja živali in optimizaciji krmnih obrokov na podlagi podatkov, ki jih zagotavljajo roboti in senzorji.

Nova tehnologija, kot so biosenzorji, ima ključno vlogo pri izboljšanju zdravja in dobrobiti živali. Pravilna interpretacija podatkov, ki jih zagotavljajo senzorji, omogoča pravočasno ukrepanje pri zdravstvenih težavah. Na primer, podatki o aktivnosti, prežvekovanju ali povišani telesni temperaturi lahko signalizirajo zdravstvene težave še preden postanejo kritične, kar omogoča zgodnje zdravljenje in preprečuje zaplete. Poleg tega ti podatki omogočajo optimizacijo krmnih obrokov, kar prispeva k boljši proizvodnji mleka in bolj zdravim živalim. Dobro počutje krav je ključno za njihovo produktivnost, saj se zdrave in zadovoljne krave bolje odzivajo na prehranske spremembe in dajejo kakovostnejše mleko.

Tehnologije, ki največ prispevajo k produktivnosti in kakovosti mleka, vključujejo napredne sisteme krmljenja in udobja živali. Sogovornik poudarja, da prehrana igra ključno vlogo pri povečanju mlečnosti, vendar opozarja, da je dolgoročno pomembno tudi zagotoviti udobje živali. Sistem reje, ki omogoča kravje dobro počutje, prispeva k njihovi zdravju in dolgotrajni produktivnosti. Krave potrebujejo dovolj prostora, čisto okolje in ustrezno temperaturo, kar vse skupaj prispeva k zmanjšanju stresa in boljši proizvodnji mleka.

Razlike v spremljanju zdravja živali med Slovenijo in tujino so manjše, kot bi morda pričakovali. Slovenija ima dobro organiziran sistem rednih letnih veterinarskih pregledov, ki jih financira država. Ti pregledi omogočajo spremljanje zdravstvenega stanja čred in svetovanje kmetom o izboljšavah. Na splošno kmetje v Sloveniji sodelujejo z lokalnimi veterinarji, kar prispeva k boljšemu zdravju živali. Kmetje, ki se resno ukvarjajo s prirejo

mleka, stremijo k temu, da imajo zdrave in produktivne živali, saj le zdrave krave zagotavljajo visokokakovostno mleko in optimalne količine.

Pri uvajanju novih tehnologij na kmetijah so razlike med Slovenijo in tujino predvsem v velikosti kmetij, ne pa v tehnološkem napredku. Sodobni hlevi, zgrajeni v Sloveniji, uporabljajo enako napredno tehnologijo kot hlevi v drugih razvitih državah. Kljub temu uvajanje novih tehnologij ni vedno enostavno. Starejše krave se pogosto težje prilagodijo na spremembe, kot so robotska molža ali novi sistemi reje, kar zahteva daljši proces navajanja. Ta postopek je lahko stresen tako za živali kot za kmete, vendar se mlajše živali običajno hitreje prilagodijo. Robotski sistemi za čiščenje tal in krmljenje pa ne povzročajo večjih težav pri prilagoditvi živali.

Stroški avtomatizacije so visoki, kar je eden glavnih izzivov za kmete. Investicije v molzne robote in drugo opremo so pogosto milijonske, zlasti če vključujejo gradnjo novih hlevov. Čeprav nepovratna sredstva EU pomagajo zmanjšati finančno breme, kmetje pogosto opozarjajo, da se cene opreme in storitev zvišajo, ko prodajalci ugotovijo, da bodo sredstva prišla iz evropskih razpisov. Tudi po pridobitvi subvencij ostajajo kmetje zadolženi, kar pomeni, da morajo odplačevati kredite več desetletij. Kljub visokim stroškom se investicije v pametne tehnologije dolgoročno izplačajo, saj zmanjšujejo fizične napore, izboljšujejo zdravje živali in povečujejo produktivnost.

Pametne tehnologije pomagajo tudi pri zmanjševanju okoljskega odtisa kmetij. Separatorji za gnojevko in bioplinarne so primeri tehnologij, ki zmanjšujejo izpuste toplogrednih plinov in omogočajo učinkovitejšo izrabo naravnih virov. Hlevi z vgrajenimi sončnimi elektrarnami povečujejo energetske samooskrbo, kar zmanjšuje stroške in vpliv na okolje. Prepustna tla in roboti za odstranjevanje urina dodatno zmanjšujejo emisije amonijaka in metana, kar prispeva k bolj trajnostnemu kmetijstvu. Takšni sistemi ne izboljšujejo le okoljskega vpliva, temveč tudi produktivnost in kakovost živalskih izdelkov.

Uvajanje pametnih tehnologij v hleve bistveno izboljšuje delovne pogoje za kmete. Fizične obremenitve se zmanjšujejo, saj roboti prevzamejo naloge, kot so molža, čiščenje in krmljenje. To omogoča kmetom, da se osredotočijo na analizo podatkov in izboljšave proizvodnih procesov. Kljub avtomatizaciji ostaja človeški nadzor ključen za uspešno delovanje kmetije. Kmetje morajo biti sposobni razumeti in interpretirati podatke, ki jih zagotavljajo pametne naprave, kar zahteva dodatno usposabljanje.

Usposabljanje kmetov je ključnega pomena za uspešno uporabo novih tehnologij. Medtem ko se mlajši kmetje lažje prilagodijo na digitalne sisteme, imajo starejši pogosto težave z učenjem novih veščin. Pomanjkanje formalnih izobraževanj in odvisnost od usposabljanj, ki jih zagotavljajo prodajalci opreme, sta pomembna izziva. Kljub temu se kmetje pogosto sami izobražujejo, pridobivajo informacije od drugih kmetov ali preizkušajo tehnologije v praksi.

Integracija novih tehnologij z obstoječimi sistemi v hlevih ni vedno preprosta, zlasti če se uporabljajo različne blagovne znamke naprav, ki niso kompatibilne med seboj. Kmetje

pogosto izberejo opremo istega proizvajalca, kar olajša integracijo in zmanjšuje težave z združljivostjo podatkovnih sistemov. Vendar pa je pri odločitvah o nakupu ključnega pomena, da se kmetje dobro informirajo, obiščejo druge kmetije in preizkusijo različne sisteme, preden se odločijo za določeno tehnologijo.

Zanesljivost in transparentnost podatkov, ki jih zbirajo pametne naprave, sta odvisni od kakovosti opreme in integracije podatkov v oblačne sisteme. Kmetje se morajo zavedati, da podatki, shranjeni v oblakih, morda niso vedno popolnoma varni. Poleg tega ostaja vprašanje, kako te podatke uporabljajo proizvajalci opreme.

Prihodnost pametnega kmetijstva je obetavna, saj bo razvoj tehnologij še naprej zmanjševal fizične obremenitve kmetov, izboljševal zdravje živali in zmanjšal okoljski odtis kmetij. Robotika, senzorika in trajnostne rešitve, kot so bioplinarne in solarne elektrarne, bodo ključnega pomena za doseganje trajnosti. Kljub temu bo človeški dejavnik ostal nepogrešljiv, saj bo uspeh novih tehnologij še naprej odvisen od znanja, izkušenj in prilagodljivosti kmetov. Pametno kmetijstvo bo v prihodnjih desetletjih igrala ključno vlogo pri oblikovanju trajnostne in produktivne živinoreje.

Priloga 7: Povzetek intervjuja PROF2

Pametne tehnologije in avtomatizacija v mlečni industriji so prinesle korenite spremembe v delovanju kmetij, zlasti v zadnjem desetletju. Intervju, ki raziskuje ta razvoj, poudarja, kako napredni sistemi izboljšujejo učinkovitost, zdravje živali in kakovost mleka, vendar hkrati prinašajo številne izzive, povezane z visoko začetno investicijo, zahtevnim usposabljanjem in spreminjanjem kmetijskih praks. Razprava se osredotoča na tehnologije, kot so molzni roboti, avtomatski krmilniki, senzorji za spremljanje živali in robotski čistilniki, ki so postali del vsakdanjika na modernih kmetijah. Ti sistemi omogočajo optimizacijo dela, zmanjšujejo potrebo po ročnem delu in ponujajo možnost boljše organizacije dela, kar je še posebej pomembno v Sloveniji, kjer se soočamo z manjšimi kmetijami in omejenimi človeškimi viri.

Uvedba pametnih tehnologij v mlečno industrijo je korenito spremenila naravo dela. Molzni roboti so ključni primer tehnološkega napredka, saj omogočajo večjo fleksibilnost kmetov, ki se lahko osredotočajo na druge naloge, medtem ko roboti poskrbijo za molžo krav. Ti sistemi vključujejo tudi funkcije za spremljanje mlečnosti in zdravja živali, kar kmetom omogoča, da v realnem času dobijo ključne informacije o svojih čredah. Vendar pa sogovornik poudarja, da sama tehnologija ne prinese nujno boljših rezultatov. Povečanje mlečnosti ali izboljšanje kakovosti mleka je odvisno od številnih dejavnikov, kot so prehrana živali, menedžment in genetika. Na nekaterih kmetijah so uvedba molznih robotov in senzorjev prinesle občutno povečanje mlečnosti, vendar le ob ustreznem prilagajanju drugih vidikov kmetovanja. Na drugih pa so rezultati ostali nespremenjeni ali celo upadli, kar kaže na potrebo po celostnem pristopu k uvajanju novih tehnologij.

Pametno kmetijstvo ima velik potencial za izboljšanje zdravja živali. Sodobni senzorji omogočajo spremljanje različnih parametrov, kot so srčni utrip, telesna temperatura in aktivnost živali, kar kmetom pomaga hitro prepoznati zgodnje znake bolezni ali stresa. Zlasti pri plodnosti in preprečevanju bolezni, kot je mastitis, so te tehnologije neprecenljive. Kljub temu je njihova učinkovitost odvisna od tega, ali kmetje znajo podatke interpretirati in uporabiti. Sogovornik opozarja, da je analiza podatkov časovno zahtevna naloga, ki zahteva specifična znanja. Kmetje, ki uspešno implementirajo te sisteme, pogosto priznavajo, da čas, ki so ga prej namenili fizičnemu delu, zdaj posvečajo analizi podatkov in sprejemanju odločitev. Ta premik k bolj "podatkovno usmerjenemu" pristopu je ključen za uspeh pametnega kmetijstva, vendar od kmetov zahteva visoko stopnjo usposobljenosti in pripravljenost za učenje.

Postopek uvajanja novih tehnologij na kmetijah ni preprost in pogosto vključuje dolgotrajno prilagajanje živali. Pri molznih robotih se na primer starejše krave težje prilagodijo novemu načinu molže, pri čemer lahko proces traja tudi do enega leta. Mlade živali in telice se prilagodijo hitreje, vendar je pri vseh uvajanje tehnologij stresno tako za živali kot za kmete. Nosljivi senzorji, ki se pritrdijo na ušesa, vrat ali noge, so praviloma dobro sprejeti, vendar lahko pride do težav, če se senzorji izgubijo, poškodujejo ali padejo v gnojnico. Takšni izzivi

zahtevajo od kmetov skrbno načrtovanje, vzdrževanje opreme in občasno dodatne investicije.

Stroški avtomatizacije predstavljajo pomemben izziv za kmete, zlasti v Sloveniji, kjer so kmetije običajno manjše. Molzni robot lahko stane približno 150.000 evrov, kar pomeni znatno finančno breme, zlasti če prištejemo še stroške vzdrževanja, elektrike, vode in licenc za podatke. Na dolgi rok se investicija lahko povrne z zmanjšanjem stroškov dela, večjo mlečnostjo in boljšo kakovostjo mleka, vendar le, če kmetje znajo učinkovito uporabiti tehnologije. Sogovornik opozarja, da je uspešna uporaba robotov in senzorjev povezana s spremembo menedžmenta, prehrane in krmnih obrokov, kar zahteva celovit pristop k preoblikovanju kmetijskih praks.

Financiranje naprednih tehnologij je pogosto podprto s subvencijami in razpisi, vendar so kmetje kljub temu pogosto močno zadolženi. Krediti za gradnjo hlevov in nakup robotov so lahko dolgotrajni, kar povzroča tveganje za zastaranje tehnologije še pred odplačilom dolga. Sogovornik meni, da bi morali biti krediti omejeni na največ 15 let, saj hitro tehnološko zastaranje pomeni, da kmetje po tem času potrebujejo nove investicije za posodobitev opreme. Takšne finančne omejitve zahtevajo premišljeno načrtovanje in previdno izbiro tehnologij, ki najbolj ustrezajo specifičnim potrebam posamezne kmetije.

Pametne tehnologije ne prinašajo le ekonomskih koristi, temveč tudi pomembno izboljšujejo delovne pogoje za kmete. Molzni roboti omogočajo večjo fleksibilnost, saj kmetom ni treba vsak dan ob isti uri opravljati molže. Prav tako avtomatski sistemi za napajanje telet ali porivanje krme zmanjšujejo delovno obremenitev, kar je pomembno zlasti v času pomanjkanja delovne sile. Kljub temu avtomatizacija ne odpravlja potrebe po človeškem nadzoru. Kmetje morajo spremljati delovanje sistemov, analizirati podatke in sprejemati ključne odločitve, kar zahteva visoko stopnjo znanja s področij, kot so živinoreja, prehrana, genetika, elektronika in ekonomija.

Izobraževanje igra ključno vlogo pri uvajanju pametnih tehnologij. Na Biotehniški fakulteti v Sloveniji se študenti izobražujejo o sodobnih praksah in tehnologijah, kar jih dobro pripravi na izzive sodobnega kmetijstva. Sogovornik poudarja, da so najboljši rejci pogosto tisti, ki so pridobili diplomu in so motivirani za nenehno izpopolnjevanje. Poleg formalnega izobraževanja so na voljo tudi svetovalne službe in spletni seminarji, ki omogočajo dostop do znanja tako mladim kot starejšim kmetom. Kljub temu sogovornik opozarja, da so mnogi starejši kmetje previdni pri uvajanju novih tehnologij, predvsem zaradi strahu pred neznanim. Takšni kmetje pogosto potrebujejo dodatno podporo in usmerjanje, da lahko premostijo te ovire.

Prihodnost pametnega kmetijstva obeta številne inovacije, ki bodo usmerjene v zmanjševanje okoljskega vpliva in izboljšanje produktivnosti. Ena od ključnih inovacij so kravji stranišči, ki bodo omogočila zmanjšanje emisij amonijaka z ločevanjem urina in blata. Prav tako se razvijajo separacijski sistemi za gnojevko, ki bodo omogočali boljšo izrabo

organskih gnojil in zmanjševanje emisij toplogrednih plinov. Sogovornik poudarja, da bodo genetske izboljšave, daljša življenjska doba krav in zmanjšanje izgub mladih živali igrali ključno vlogo pri doseganju trajnosti. Vendar opozarja, da kratkoročne rešitve, kot so dodatki v prehrani za zmanjšanje emisij, niso dolgoročno učinkovite, saj njihove koristi izginejo, ko se uporaba dodatkov prekine.

Eno izmed ključnih vprašanj prihodnosti je tudi možnost popolnoma zaprtih hlevov, ki bi preprečili izpuste metana in amonijaka v okolje. Takšen pristop je že v uporabi v ZDA in se preizkuša na Nizozemskem, vendar odpira vprašanja o dobrobiti živali, saj bi bila kravam odvzeta možnost gibanja na prostem in dostop do dnevne svetlobe. Sogovornik meni, da takšen pristop morda ne bo sprejemljiv za evropske potrošnike, ki cenijo naravne in humane pogoje reje živali.

Vloga vlade in politike pri podpori pametnega kmetijstva je ključnega pomena, vendar sogovornik opozarja, da trenutna politika pogosto ne razume pomena živinoreje za slovensko kmetijstvo. Slovenija, ki ima velik delež travnikov, primeren za prežvekovalce, potrebuje strategijo, ki bo spodbujala trajnostno uporabo teh površin in ohranitev primerne staleža govedi. Pametne tehnologije lahko pomembno prispevajo k temu cilju, vendar morajo biti uvedene premišljeno, z ustrežno podporo vlade in finančnimi spodbudami za kmete.

Intervju jasno poudarja, da je prihodnost mlečne industrije tesno povezana s pametnimi tehnologijami, vendar je njihov uspeh odvisen od znanja, prilagodljivosti in dolgoročne strategije, ki upošteva tako okoljske kot ekonomske vidike. S pravim pristopom lahko te tehnologije pripomorejo k trajnostnemu razvoju mlečne industrije in krepitvi položaja slovenskih kmetij na trgu.