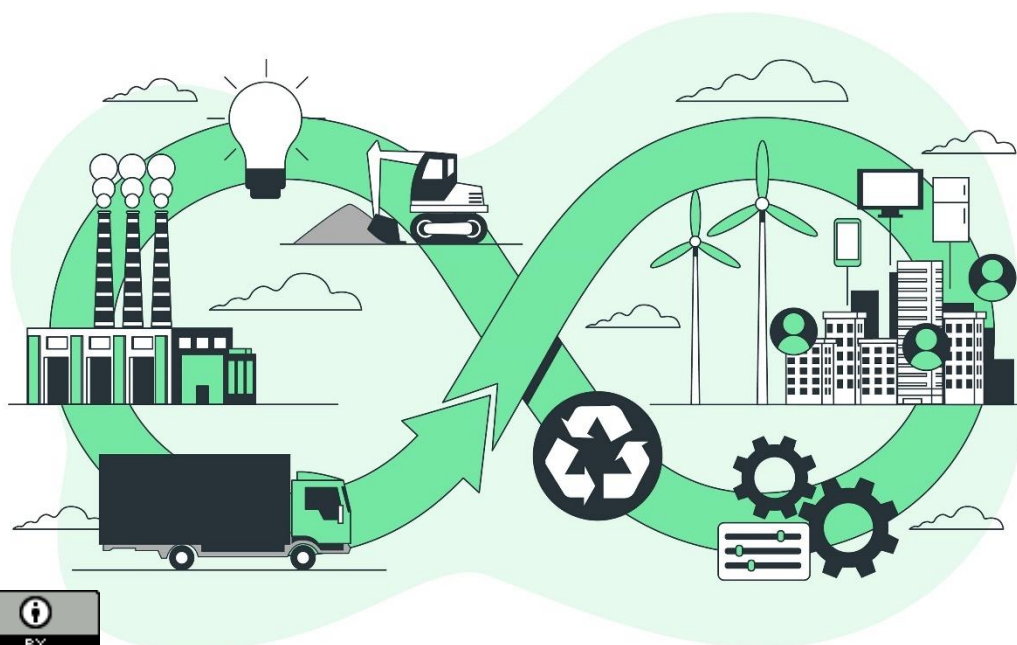




OKVIR DIGITALNE SIMBIOZE

Raziskovalno poročilo o digitalni industrijski simbiozi

Delovni paket št. 2



To delo je zaščiteno z licenco [Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč in mnenj Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.



Avtorji:

Valerij Dermol, International School for Social and Business Studies, Slovenia

Špela Dermol, International School for Social and Business Studies, Slovenia

Thomas Laudal, University of Stavanger, School of Business and Law, Norway

Ali Turkyilmaz, University of Stavanger, School of Business and Law, Norway

Joanna Bać, Senior Project Manager, Danmar Computers, Poland

Valeria Lavano, EXEOLAB, Potenza, Italy

Diasozousa Anna Gryllaki, EXEOLAB, Potenza, Italy

Natālija Cudečka-Puriņa, BA School of Business and Finance, Riga, Latvia

Dzintra Atstāja, BA School of Business and Finance, Riga, Latvia



VSEBINE

UVOD V POROČILO	6
DEL I: TEORETIČNI OKVIR IN KLJUČNI POJMI	8
1 O industrijski simbiozi	8
1.1 Ključne značilnosti industrijske simbioze	8
1.2 Razlike od tradicionalnega ravnanja z odpadki	9
1.3 Strategije, izzivi in vidiki izvajanja industrijske simbioze	10
2 Primeri industrijske simbioze	11
2.1 Dobre prakse in pridobljene izkušnje	11
2.1.1 Primeri iz znanstvene literature	11
2.1.2 Primeri IS v MSP	12
2.1.3 Primeri IS, ugotovljeni v različnih projektih, ki jih financira EU	13
2.1.4 Primeri, ki jih je navedel generator vrednostne verige zasebnega podjetja, podprt z umetno inteligenco	15
2.2 Ključna spoznanja in priporočila	15
3 O digitalni tehnologiji v industrijski simbiozi	16
3.1 Krepitev industrijske simbioze z digitalnimi orodji	17
3.1.1 Orodja za ujemanje	17
3.1.2 Spletne platforme	17
3.1.3 Inteligentni sistemi upravljanja	17
3.1.4 Inženiring ontologije	17
3.1.5 Digitalne platforme Industry 4.0	18
3.1.6 Tehnologija veriženja blokov	18
3.1.7 Digitalna dvojčka	18
3.2 Digitalne inovacije, ki spodbujajo industrijsko simbiozo: Praktične študije primerov	18
3.2.1 Platforma SymbioSyS	19
3.2.2 FLOW2	19
3.2.3 InduSym	19
3.2.4 SHAREBOX	19
3.2.5 e-Simbioza	19
3.2.6 Platforma Symbiosis (ENEA)	20
3.2.7 E-Simbioza	20
3.2.8 Generator vrednostne verige (VCG.AI)	20
3.3 Ovire pri izvajanju	21
3.4 Ključna spoznanja in priporočila	22
4 Reference	24
DEL II: KVANTITATIVNA ANALIZA - RAZISKAVA PODJETIJ V PETIH DRŽAVAH	30
1 Uvod	30
2 Cilji analize	30
3 Metodologija	31
4 Rezultati in razlaga	31
4.1 Poznavanje in seznanjenost z industrijsko simbiozo (IS)	31
4.2 Zaznana pomembnost trajnostnega razvoja	32
4.3 Zanimanje za učenje in sodelovanje	33



4.4	Viri in odpadni materiali.....	33
4.5	Ovire za sodelovanje v pobudah IS	34
4.6	Potrebe po znanju in usmerjanju	34
4.7	Pravno zavedanje in izzivi.....	35
4.8	Digitalna orodja in njihova uporaba.....	36
4.9	Gonilne sile in dejavniki organizacijske pripravljenosti na IS	37
5	Razprava, omejitve in nadaljnje raziskave	38
6	Reference	40
DEL III: KVALITATIVNA ANALIZA - TEMATSKI VPOGLEDI IZ INTERVJUJEV		41
1	Uvod.....	41
2	Raziskovalna vprašanja.....	41
3	Metodologija	42
4	Rezultati tematske analize	42
4.1	Tema 1: Ovire in praktični izzivi	42
4.2	Tema 2: Inovacije in strateško razmišljanje	43
4.3	Tema 3: Vključevanje in lokalno delovanje	45
4.4	Tema 4: Praktične izkušnje in povratne informacije o primerih.....	46
4.5	Tema 5: Platforme in oblikovanje ekosistemov.....	47
4.6	Tema 6: Popolna digitalna integracija in avtomatizacija	48
5	Odgovori na raziskovalna vprašanja	50
5.1	RQ1: Kakšna je trenutna raven ozaveščenosti in razumevanja digitalne industrijske simbioze (DIS) med MSP in institucijami?	50
5.2	RQ2: Katere koristi in priložnosti udeleženci povezujejo z izvajanjem rešitev digitalne industrijske simbioze?	51
5.3	RQ3: Katere ovire ali izzivi ovirajo sprejetje praks digitalne industrijske simbioze v MSP? ..	52
5.4	RQ4: Katere vrste usposabljanja ali podpore potrebujejo udeleženci za učinkovito sodelovanje z rešitvami DIS?	53
5.5	RQ5: Kako udeleženci vidijo vlogo digitalnih platform pri spodbujanju krožnega sodelovanja in izmenjave virov?	54
5.6	RQ6: Katera politična priporočila ali sistemske spremembe udeleženci predlagajo za spodbujanje DIS na lokalni ali regionalni ravni?	55
6	Razprava.....	56
7	Sklepi, omejitve in prihodnje raziskave	58
8	Reference	58
DEL IV: ŠTUDIJE PRIMEROV - PRIMERI INDUSTRIJSKE SIMBIOZE V PRAKSI		59
1	Od ribiških mrež do mode - kako AquafilSLO izvaja krožno gospodarstvo	59
2	Od steklenic do stolov - Donarjeva strategija trajnostnega oblikovanja	60
3	Od invazivnega plevela do zvezkov - ljubljanska krožna inovacija	61
4	Pretvarjanje odpadkov v energijo: Balticovo: krožni pristop k ravnanju s perutninskim gnojem v Latviji.....	62
5	Pretvarjanje tekstilnih odpadkov in recikliranega papirja v okolju prijazne gradbene materiale	64
6	Ustvarjanje vrednosti iz ostankov: Sistem zaprtega kroga za pridobivanje bioplina in kmetovanje podjetja Agrofirma Tērvete	66



7	Spreminjanje odpadkov v rast: Getlinijev EKO krožni model za gojenje v rastlinjaku	68
8	Pretvarjanje odpadne vode v bogastvo: Krožni model toskanskega okrožja za strojenje.....	70
9	Ponovno odkrivanje odpadkov kot vira: Simbiozno vozlišče Manfredonia	71
10	Papir brez odpadkov: Krožne zanke v papirniškem okrožju Lucca.....	73
11	Korenine v naravi: Kako Sylveco goji krožno gospodarstvo v poljski negi kože	74
12	Preoblikovanje odpadkov v vire - Derewendin pristop k krožnemu gospodarstvu	77
13	Zapiranje zanke: Dobis je pionir krožnega gospodarstva na področju papirne embalaže....	79
	KONČNE UGOTOVITVE	82
1	Povzetek ugotovitev	82
1.1	Poznavanje in razumevanje industrijske simbioze (IS) in digitalne IS (DIS)	82
1.2	Prednosti in priložnosti	82
1.3	Ovire in izzivi	82
1.4	Digitalne platforme in orodja	82
1.5	Krepitev zmogljivosti in potrebe po usposabljanju	83
1.6	Politika in podpora ekosistemov	83
2	Sklepi in posledice za prakso	83
2.1	Sklepi.....	83
2.2	Posledice za prakso	83
2.2.1	<i>Za MSP in podjetja</i>	<i>83</i>
2.2.2	<i>Za razvijalce platform</i>	<i>84</i>
2.2.3	<i>Za oblikovalce politik in javne organe.....</i>	<i>84</i>
2.2.4	<i>Za ponudnike usposabljanja in podporne institucije.....</i>	<i>84</i>
3	Blokade in akcijski načrt za izvajanje digitalne industrijske simbioze (DIS)	84
3.1	Točke blokiranja.....	84
3.2	Akcijski načrt	86



UVOD V POROČILO

To poročilo vsebuje celovito, večmetodno raziskavo stanja, potenciala in izzivov **digitalne industrijske simbioze (DIS)** s posebnim poudarkom na izkušnjah in pripravljenosti malih in srednje velikih podjetij (MSP) v Evropi. Na podlagi dopolnjujočih se virov podatkov - pisarniške raziskave, meddržavne ankete, polstrukturiranih intervjujev in praktičnih študij primerov - ponuja bogato, z dokazi podprto podlago za strateško odločanje, politična priporočila in prihodnje raziskave.

Del I: Raziskava na mizi - teoretični okvir in ključni pojmi

Dokumentarna raziskava sintetizira trenutno znanstveno literaturo, rezultate projektov, ki jih financira EU, in dejanske prakse na področju industrijske simbioze (IS) in digitalnega krožnega gospodarstva. Vzpostavlja konceptualne temelje IS ter opisuje njegove razlikovalne značilnosti, koristi in povezovanje z digitalnimi tehnologijami. Opredeljuje tudi nastajajoča digitalna orodja - kot so platforme za usklajevanje, sistemi načrtovanja na podlagi umetne inteligence, veriženje blokov in digitalni dvojčki - ter ocenjuje njihovo vlogo pri omogočanju souporabe virov in simbiotičnih partnerstev. Poleg tega so v tem poglavju opredeljeni pogoji in ovire, ki omogočajo izvajanje IS v velikih podjetjih in MSP, s poudarkom na upravljanju, politični podpori in tehnoloških inovacijah.

II. del: Kvantitativna analiza - raziskava podjetij v petih državah

V drugem delu so predstavljeni rezultati strukturirane ankete, izvedene med 78 organizacijami iz Slovenije, Italije, Latvije, Poljske in Norveške. Raziskuje ozaveščenost podjetij, digitalno pripravljenost, uporabo virov in zanimanje za prakse, povezane z IS. Analiza opredeljuje ravni poznavanja IS/DIS, zaznane koristi, ovire, potrebe po usposabljanju in institucionalne dejavnike, ki vplivajo na sodelovanje. Statistični vpogledi razkrivajo, da je ozaveščenost močno povezana s pripravljenostjo in da digitalne kompetence pomembno vplivajo na pripravljenost za sodelovanje pri pobudah IS. Nacionalne razlike poudarjajo vpliv konteksta, medtem ko izzivi, značilni za MSP (omejene zmogljivosti, pomanjkanje smernic), poudarjajo potrebo po prilagojenih intervencijah.

Tretji del: Kvalitativna analiza - tematski vpogledi iz polstrukturiranih intervjujev

Tretji del temelji na tematski analizi 16 poglobljenih intervjujev s predstavniki MSP, javnih institucij in strokovnih deležnikov v Sloveniji, na Poljskem, v Italiji, Latviji in na Norveškem. Ta kvalitativna perspektiva bogati statistične ugotovitve in ponuja kontekstualiziran vpogled v življenjske izkušnje, strateške namere, tehnološke frustracije in lokalno eksperimentiranje. Pojavlja se šest ključnih tem: (1) ovire in izzivi, (2) inovacije in strateška preobrazba, (3) lokalni ukrepi in vključevanje, (4) uporabniška izkušnja in oblikovanje orodij, (5) platforme in razvoj ekosistema ter (6) digitalna integracija in avtomatizacija. Te ugotovitve ponujajo kritične povratne informacije za izboljšanje orodij digitalnih IS, modelov upravljanja in prizadevanj za krepitev zmogljivosti.



Del IV: Študije primerov - Primeri industrijske simbioze v praksi

V tem poglavju so predstavljeni dejanski primeri industrijske simbioze (IS) v različnih sektorjih in regijah. Vsak primer poudarja, kako podjetja in skupnosti spreminjajo odpadke v vrednost, vključujejo načela krožnega gospodarstva ter izkoriščajo inovacije in sodelovanje za trajnost.

Ti primeri so strukturirani po povzetku, kontekstu, rešitvi, učinkih, ključnih spoznanjih in točkah za razpravo ter prikazujejo praktične koristi IS - od zmanjšanja emisij do prihrankov stroškov in novih poslovnih modelov. Zagotavljajo ponovljiva spoznanja za MSP, oblikovalce politik in inovatorje, ki si prizadevajo za izvajanje krožnih strategij.

ZAKLJUČNI DEL: SKLEPI IN POSLEDICE ZA PRAKSO

V zadnjem delu poročila so povzete ugotovitve iz dokumentacijske raziskave, ankete, intervjujev in študij primerov, da bi izpostavili ključne vzorce, vrzeli in uporabna spoznanja. Potrjuje, da se zavedanje o industrijski simbiozi (IS) in digitalnih IS (DIS) sicer povečuje, vendar ostaja neenakomerno - zlasti med MSP. Kljub nizki stopnji poznavanja se jasno priznavajo potencialne koristi, vključno s prihranki pri stroških, inovacijami in trajnostnim razvojem.

Vendar napredek še vedno ovirajo sistemske ovire, kot so pomanjkanje predpisov, slaba interoperabilnost platform, omejeno digitalno znanje in slaba kakovost podatkov. Vsi viri podatkov poudarjajo nujno potrebo po ciljno usmerjenem usposabljanju, kreptvi zmogljivosti in bolj podpornem političnem okolju.

Poročilo se zaključi s prilagojenimi priporočili za MSP, razvijalce platform, oblikovalce politik in ponudnike usposabljanja. Poziva k vključitvi DIS v strateško načrtovanje, izboljšanju uporabnosti digitalnih orodij, vlaganju v javno digitalno infrastrukturo in razvoju praktičnih gradiv za usposabljanje, da bi premostili vrzeli v digitalnem in krožnem znanju.

V zadnjem razdelku je na voljo seznam tako imenovanih blokadnih točk in akcijski načrti za njihovo odpravo.

DEL I: TEORETIČNI OKVIR IN KLJUČNI POJMI

1 O industrijski simbiozi

Industrijska simbioza (IS) je pristop sodelovanja, pri katerem si industrije izmenjujejo vire, kot so stranski proizvodi, energija in voda, da bi povečale učinkovitost virov in zmanjšale vplive na okolje. V nasprotju s tradicionalnim ravnanjem z odpadki, ki se osredotoča predvsem na odstranjevanje, IS poudarja ponovno uporabo in recikliranje materialov v industrijskih mrežah, kar prispeva h krožnemu gospodarstvu. Ta pristop ne le preusmerja odpadke z odlagališč, temveč tudi ustvarja gospodarsko vrednost iz odpadnih materialov, zmanjšuje emisije toplogrednih plinov in zmanjšuje uporabo primarnih materialov. Koncept IS presega ravnanje z odpadki in vključuje optimizacijo virov, energetske učinkovitosti in industrijsko sodelovanje, zato je temeljna strategija za doseganje trajnostnih ciljev v sodobni industriji. Ker industrija vse bolj prepozna prednosti IS, se povečuje potreba po razumevanju njegovih ključnih značilnosti, uporabe, izzivov in vloge digitalnih tehnologij pri njegovem izvajanju.

1.1 Ključne značilnosti industrijske simbioze

Industrijska simbioza zmanjšuje količino **odpadkov**, saj omogoča zajemanje, predelavo in ponovno uporabo virov, ki bi bili sicer zavrženi. Ta proces zmanjšuje industrijske odpadke in potrebo po pridobivanju novih materialov, kar prispeva k bolj trajnostnemu proizvodnemu sistemu (Biswas & John, 2022; Patricio et al., 2022).

Ena od značilnosti IS je **delitev in učinkovitost virov**, pri čemer industrija izmenjuje fizične vire, kot so stranski proizvodi, voda in energija, da bi optimizirala njihovo uporabo in zmanjšala količino odpadkov (Ulusoy et al., 2024; "Industrial Ecology", 2022). Ta izmenjava spodbuja bolj trajnostno industrijsko omrežje, saj zagotavlja, da se materiali, ki bi bili sicer zavrženi, ponovno uporabijo, kar prispeva k ohranjanju okolja.

Gospodarske in okoljske koristi imajo pri IS ključno vlogo, saj lahko industrije, ki sodelujejo v simbiotskih izmenjavah, znatno zmanjšajo stroške energije, prevoza in logistike. Poleg tega IS pomagajo industrijam učinkoviteje **izpolnjevati okoljske predpise**, hkrati pa zmanjšujejo onesnaževanje in porabo industrijske vode (Ulusoy et al., 2024; Mirata et al., 2024).

Drugi temeljni vidik IS je njegova **povezanost s krožnim gospodarstvom**, zaradi česar je ključni mehanizem pri prehodu iz linearnega v srednjeevropsko gospodarstvo. IS spodbuja trajnostne vzorce proizvodnje in potrošnje, saj zagotavlja, da se sekundarni materiali nenehno ponovno uporabljajo, namesto da bi se odlagali, s čimer se povečuje industrijska trajnost (Nyakudya et al., 2023; Nyakudya et al., 2022).

Poleg tega se IS opira na **mreže sodelovanja**, ki od industrijskih panog zahtevajo, da sodelujejo - pogosto v geografski bližini - pri skupnem upravljanju odpadkov in uporabe virov. To sodelovanje spodbuja vzajemne koristi in povečuje stabilnost delovanja, zlasti v regijah z omejenim dostopom do surovin ("Industrijska simbioza: Nyakudya et al., 2022).

IS vključuje **različne sinergije**, ki industrijam omogočajo optimizacijo uporabe virov in zmanjšanje odpadkov s pomočjo različnih vrst sodelovanja.

- **Sinergije anorganskih stranskih proizvodov** vključujejo izmenjavo materialov, kot so kovinski ostanki, žlindra ali kemični stranski proizvodi, ki jih lahko druga industrija ponovno uporabi, namesto da bi jih zavrгла.
- **Sinergije na področju gospodarskih javnih služb** se osredotočajo na izmenjavo virov, kot so odvečna toplota, para ali voda, med industrijskimi partnerji, kar zmanjšuje porabo energije in izboljšuje splošno učinkovitost.
- **Sinergije oskrbovalne verige ali vzajemnosti** povezujejo podjetja v proizvodni mreži, kar jim omogoča skupno uporabo logističnih, transportnih ali embalažnih virov za racionalizacijo poslovanja in znižanje stroškov. Te sinergije zagotavljajo učinkovito ponovno uporabo industrijskih stranskih proizvodov v različnih aplikacijah, kar spodbuja trajnost in gospodarsko rast ter hkrati zmanjšuje vpliv na okolje ("Industrijska ekologija", 2022).
- **Nadomestne sinergije** vključujejo uporabo preostalih tokov enega podjetja, kot so odpadki ali stranski proizvodi, kot vhodnih materialov za procese drugega podjetja. Na primer, sosednji obrat lahko uporabi odvečno toploto iz enega obrata, s čimer se zmanjša poraba energije in spodbuja učinkovita raba virov (Boquera in Marcos, 2023).
- **Sinergije Geneze:** Ta vrsta se nanaša na ustvarjanje novih dejavnosti ali podjetij, posebej zasnovanih za uporabo preostalih tokov iz obstoječih panog. Na primer, ustanovitev novega podjetja za predelavo odpadnih materialov v dragocene izdelke je primer sinergije geneze (Boquera in Marcos, 2023).

1.2 Razlike od tradicionalnega ravnanja z odpadki

IS se bistveno razlikuje od tradicionalnega ravnanja z odpadki, ki se večinoma osredotoča na odstranjevanje odpadkov in ne na njihovo ponovno uporabo. Poudarek na **ponovni uporabi in recikliranju** je bistvena razlika, saj tradicionalno ravnanje z odpadki daje prednost odlaganju na odlagališčih. IS poudarja ponovno uporabo in recikliranje materialov v industrijskih omrežjih, s čimer se zmanjša pridobivanje primarnih materialov (Patricio et al., 2022; Kumar, 2022).

Druga ključna razlika je **proaktivno upravljanje virov**, pri katerem industrije v omrežju IS aktivno iščejo priložnosti za razvoj sinergij, ki odpadke ponovno uporabijo kot vir, namesto da bi jih preprosto obravnavale kot stranski proizvod, ki ga je treba zavreči (Mirata et al., 2024; Petrova, 2022).

Poleg tega IS prispeva k **ustvarjanju gospodarske in družbene vrednosti**, saj obravnava okoljska vprašanja in ustvarja gospodarsko vrednost z zmanjševanjem stroškov



produkcije, spodbujanjem ustvarjanja zelenih delovnih mest in podpiranjem lokalnih skupnosti s trajnostnimi industrijskimi praksami (Petrova, 2022).

IS je prav tako **povezan z načeli krožnega gospodarstva**, kar zagotavlja, da industrija čim bolj trajnostno uporablja vire in zmanjšuje vplive na okolje, v nasprotju s tradicionalnim ravnanjem z odpadki, ki pogosto nima celostnega trajnostnega pristopa ("Industrijska simbioza: Nyakudya et al., 2023).

1.3 Strategije, izzivi in vidiki izvajanja industrijske simbioze

Za uspešno izvajanje industrijske simbioze morajo podjetja in oblikovalci politik sprejeti strukturirane okvire, uporabiti napredna digitalna orodja in se spopasti z izzivi, značilnimi za posamezno panogo.

Razviti so bili različni okviri in modeli za podporo industrijam pri vzpostavljanju učinkovitih simbiotičnih odnosov. **Okviri poslovne vrednosti** na primer ocenjujejo gospodarske in okoljske koristi pobud IS, pri čemer upoštevajo morebitne kompromise. Ti okviri industrijam pomagajo uravnotežiti prihranke stroškov, ustvarjanje prihodkov in trajnostne cilje ter zagotavljajo, da simbiotične izmenjave pozitivno prispevajo k dolgoročnim poslovnim strategijam (Mirata et al., 2024; Belykh, 2023).

Po drugi strani pa modeli, ki opisujejo nastanek in **razvoj simbiotičnih verig**, pomagajo industrijam pri prehodu s tradicionalnih linearnih proizvodnih modelov na medsebojno povezana omrežja za izmenjavo virov. Ti modeli olajšujejo prepoznavanje industrijskih grozdov, ki imajo lahko koristi od IS, in opisujejo najboljše prakse za spodbujanje sodelovanja med podjetji.

Napredna **digitalna orodja** so ključnega pomena pri omogočanju teh simbiotičnih izmenjav z optimizacijo dodeljevanja virov in zmanjševanjem odpadkov. Algoritmi umetne inteligence in strojnega učenja analizirajo podatke o tokovih odpadkov, koncentracijah materialov in tržnih cenah ter tako ugotavljajo donosne izmenjave materialov, kar na koncu razkrije nove gospodarske in ekološke priložnosti (Makropoulos et al., 2024). Digitalne platforme za iskanje partnerjev pomagajo industrijskim panogam, da se povežejo z ustreznimi partnerji za izmenjavo virov, kar zmanjšuje stroške transakcij in izboljšuje učinkovitost dobavne verige. Poleg tega tehnologija veriženja blokov zagotavlja preglednost in sledljivost pri transakcijah z IS ter zmanjšuje skrb glede varnosti podatkov in skladnosti z zakonodajo.

Industrijska simbioza kljub svojim možnostim predstavlja več izzivov pri izvajanju, ki jih je treba obravnavati. Eden glavnih izzivov je **vklučevanje IS v obstoječe industrijske procese**. Veliko podjetij deluje v okviru togih proizvodnih sistemov, ki jih je treba precej spremeniti, da bi se prilagodili simbiotskim izmenjavam. Ta izziv zahteva naložbe v prilagodljive proizvodne tehnologije in preoblikovanje procesov, ki omogočajo nemoteno izmenjavo virov.

Druga pomembna ovira je **potreba po izboljšanju sodelovanja in zaupanja** med panogami. Številna podjetja oklevajo pri izmenjavi podatkov o virih zaradi



zaskrbljenosti zaradi konkurenčnih pomanjkljivosti. Vzpostavitev varnih okvirov za izmenjavo podatkov in sistemov preverjanja s strani tretjih oseb lahko zmanjša te pomisleke in spodbuja večjo preglednost v omrežjih IS. Poleg tega lahko **neskladnosti predpisov** v različnih regijah otežijo sprejetje praks IS, zato je treba razviti standardizirane politike in spodbude, ki spodbujajo sodelovanje.

Uporaba **industrijske simbioze** v **posameznih panogah** kaže na njeno vsestranskost in potencial za spodbujanje trajnosti v različnih panogah. V kmetijsko-živilskem sektorju na primer med predelavo hrane nastajajo velike količine organskih stranskih proizvodov. Z vključevanjem teh stranskih proizvodov v ekoindustrijske sisteme lahko industrija izboljša predelavo materialov in energije, zmanjša količino odpadkov in hkrati ustvari nove tokove prihodkov za kmetijska podjetja (Hamam et al., 2023). V proizvodnem sektorju industrijska simbioza omogoča ponovno uporabo proizvodnih ostankov, kot so kovinski ostanki ali plastični odpadki, v surovine za druge industrije, s čimer se zmanjša odvisnost od primarnih virov. Tudi energetske sektor ima koristi od IS prek sistemov za rekuperacijo toplote in energije, kjer se odpadna toplota iz enega industrijskega obrata uporabi za napajanje sosednjih proizvodnih obratov, s čimer se izboljša splošna energetska učinkovitost.

Reševanje teh izvedbenih izzivov z uporabo digitalnih orodij in prilagojenih okvirov bo ključno za široko sprejetje industrijske simbioze. Industrija lahko preide na bolj trajnostne in z viri učinkovite proizvodne modele s spodbujanjem tesnejšega sodelovanja, standardizacijo regulativnih pristopov in vlaganjem v inovativne digitalne rešitve.

2 Primeri industrijske simbioze

2.1 Dobre prakse in pridobljene izkušnje

2.1.1 Primeri iz znanstvene literature

V znanstveni literaturi so številni primeri iz resničnega sveta, ki dokazujejo uspešno izvajanje IS v različnih sektorjih.

Eden od najboljše dokumentiranih primerov je **Kalundborg na Danskem**, kjer več industrijskih panog sistematično izmenjuje vire. Model simbioze v Kalundborgu prikazuje, kako je mogoče industrijske odpadke in odvečne materiale pretvoriti v dragocene vire. Na primer, odvečno toploto iz elektrarne uporabi ribogojnica za vzdrževanje optimalne temperature vode, medtem ko proizvajalec stenskih plošč ponovno uporabi mavec iz elektrarne. Poleg tega se očiščena odpadna voda iz farmacevtskega podjetja preusmeri za ponovno uporabo v hladilnih sistemih, s čimer se ustvari industrijski ekosistem z zaprto zanko, ki zmanjšuje količino odpadkov in povečuje učinkovitost virov (Ulusoy et al., 2024).

Podobno učinkovit model je na **Poljskem v ekoindustrijskem parku Śmiałowo**, zlasti v kmetijsko-živilskem sektorju. Park je specializiran za predelavo odpadkov iz proizvodnje mesa v dragocene sekundarne proizvode, kot so biogorivo iz mesno-kostne moke in gnojila. Objekt z uporabo inovativnih tehnik predelave znatno zmanjšuje emisije CO₂,



hkrati pa proizvaja veliko bioenergije. Letno obrat predela približno 300 000 ton mesnih odpadkov, pri čemer proizvede 110 000 ton biogoriva in ustvari približno 460 000 GJ bioenergije. To prispeva k trajnostnemu ravnanju z odpadki in povečuje energetske samozadostnost ter zmanjšuje odvisnost od neobnovljivih virov energije (Kowalski et al., 2023).

Španska keramična industrija, ki proizvede 95 % nacionalne keramike, prav tako sprejema načela IS z vključevanjem odpadnih materialov kot vhodnih materialov, kar je v skladu z modeli krožnega gospodarstva za podaljšanje življenjskega cikla virov (Castellet-Viciano et al., 2022). Ta sektor je v proizvodnjo keramičnih ploščic uspešno vključil reciklirano steklo, keramično blato in gradbene odpadke, s čimer je zmanjšal odvisnost od primarnih surovin in zmanjšal vpliv na okolje (Castellet-Viciano et al., 2022). Poleg tega so inovacije na področju rekuperacije odpadne toplote in sistemov za recirkulacijo vode izboljšale energetske učinkovitost, zmanjšale emisije in skupne proizvodne stroške. Ti dosežki kažejo, kako lahko industrijska simbioza spodbuja trajnost in hkrati ohranja industrijsko konkurenčnost.

Drug pomemben primer je **ruski naftni in plinski sektor**, kjer se IS uporablja za upravljanje s pridruženim naftnim plinom (APG). Namesto da bi APG sežigali - praksa, ki prispeva k degradaciji okolja - industrija predeluje in uporablja APG za ustvarjanje gospodarske vrednosti (Mironova et al., 2023). Podjetja v tem sektorju so razvila tehnologije za ponovno vbrizgavanje plina in pretvorbo plina v tekočino (GTL) za zajemanje in ponovno uporabo APG, s čimer zmanjšujejo emisije in povečujejo energetske učinkovitost. Zajeti plin se bodisi ponovno vbrizga v rezervoarje, da se poveča pridobivanje nafte, bodisi pretvori v dragoceno tekoča goriva in petrokemikalije. Poleg tega so partnerstva med naftnimi podjetji in petrokemično industrijo omogočila pretvorbo plina APG v surovino za kemično proizvodnjo, kar zmanjšuje količino odpadkov in spodbuja medsektorsko sodelovanje. Ta pristop je skladen z načeli krožnega gospodarstva, saj zagotavlja, da se stranski proizvodi nenehno ponovno uporabljajo, kar zmanjšuje odvisnost od primarnih fosilnih goriv in zmanjšuje okoljski odtis industrije.

V Braziliji kmetijska mreža izvaja IS s pretvorbo odpadkov v gnojila, s čimer povečuje produktivnost pridelkov, zmanjšuje količino odpadkov na odlagališčih in podpira lokalno gospodarstvo (Sahu, 2023). Ti primeri poudarjajo raznolikost uporabe IS v različnih panogah in regijah ter dokazujejo njihov potencial za izboljšanje trajnosti in gospodarske učinkovitosti.

2.1.2 Primeri IS v MSP

Industrijska simbioza med malimi in srednje velikimi podjetji (MSP) je vedno bolj zanimivo področje, zlasti v regijah, kjer sta optimizacija virov in zmanjšanje količine odpadkov ključnega pomena. Ta koncept vključuje sodelovanje različnih industrijskih panog pri uporabi stranskih proizvodov, s čimer se zmanjšajo odpadki in poveča trajnost. Več svetovnih primerov prikazuje, kako MSP sodelujejo v industrijski simbiozi, da bi dosegla te cilje. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj pomembnih primerov industrijske simbioze med MSP, ki poudarjajo njihove strategije in rezultate.

V Muzaffarnagarju v Indiji je grozd papirnic in tovarn sladkorja ter drugih proizvodnih MSP vključen v industrijsko simbiozo z izmenjavo stranskih proizvodov. Odpadki iz tovarn sladkorja se na primer uporabljajo kot surovina v papirnicah, kar zmanjšuje količino odpadkov in izboljšuje učinkovitost virov (Chattopadhyay et al., 2016). Močne skupnostne vezi med lastniki industrije olajšajo te izmenjave, kar kaže na pomen družbenih omrežij pri omogočanju industrijske simbioze (Chattopadhyay et al., 2016).

Rusayl Industrial Estate, Oman. Mala in srednja podjetja v industrijskem območju Rusayl preučujejo možnosti za izmenjavo odpadkov. Osredotočajo se na razvoj modela ravnanja z odpadki, ki podpira industrijsko simbiozo, s ciljem ohranjanja virov in zmanjšanja onesnaževanja ob hkratnem povečanju gospodarskih koristi (Al-Harrasi et al., 2017). Izvedljivost teh izmenjav se ocenjuje z ekonomsko analizo, ki zagotavlja, da so simbiotični odnosi finančno upravičeni (Al-Harrasi et al., 2017).

Uporaba stroškovnega računovodstva materialnega toka (MFCA). Metoda MFCA se uporablja za oblikovanje industrijske simbioze med MSP z analizo tokov materiala, energije in stroškov. Ta pristop pomaga MSP učinkovito oceniti njihovo okoljsko učinkovitost in načrtovati simbiotične izmenjave (Astuti et al., 2018). MFCA se uporablja za ocenjevanje in izboljšanje uspešnosti grozdov MSP, kar dokazuje njeno uporabnost pri pospeševanju industrijske simbioze (Astuti et al., 2018). Čeprav se MFCA med MSP še ne uporablja pogosto, je zaradi možnosti prihranka stroškov in izboljšanja trajnosti privlačno orodje. Večja ozaveščenost, tehnološki napredek in podpora politike so ključni dejavniki, ki lahko spodbudijo večjo uporabo v sektorju MSP.

Čeprav ti primeri poudarjajo uspešno industrijsko simbiozo med MSP, ostajajo izzivi, kot so potreba po trdnih regulativnih okvirih in ekonomskih spodbudah za spodbujanje sodelovanja. Poleg tega je vključevanje lokalnih virov in trgov ključnega pomena za trajnost teh simbiotičnih sistemov (Ristola in Mirata, 2007). Razvoj modelov in platform industrijske simbioze, kot je razvidno iz teh primerov, zagotavlja dragocen vpogled v premagovanje teh izzivov in spodbujanje trajnostnih industrijskih praks.

Industrijska simbioza je temeljni element krožnega gospodarstva. Poudarja skupno in strateško uporabo virov za zmanjšanje odpadkov, optimizacijo energetske učinkovitosti in spodbujanje dolgoročne trajnosti. S spodbujanjem medindustrijskega sodelovanja IS spreminja tradicionalne sisteme proizvodnje in ravnanja z odpadki v medsebojno povezana omrežja, ki učinkovito izkoriščajo vire.

2.1.3 Primeri IS, ugotovljeni v različnih projektih, ki jih financira EU

V Evropi in zunaj nje so številne pobude, ki jih financira EU, uspešno dokazale učinkovitost industrijske simbioze in prinesle pomembne okoljske in gospodarske koristi. Ti projekti prikazujejo, kako lahko industrije ponovno uporabijo stranske proizvode, si delijo energetske vire in ustvarjajo zaprte proizvodne kroge.

V naslednjih odstavkih so predstavljene zgledne prakse iz Slovenije, Finske, Italije in Združenega kraljestva, ki omogočajo vpogled v njihove pristope, rezultate in širše učinke. Te študije primerov ponazarjajo, kako lahko usmerjena podpora politike,



inovativna tehnološka integracija in medsektorsko sodelovanje spodbudijo uspešno izvajanje industrijske simbioze.

Donar. Slovenija: Trajnostna proizvodnja pohištva: Donar je zgled industrijske simbioze z uporabo recikliranega polietilentereftalata (PET) in poliestrskega (PES) filca, ki odpadke spreminja v trajnostno pohištvo. Njihov postopek zmanjša porabo primarnih surovin za 15 ton letno, hkrati pa proizvajajo nagrajene izdelke, kot so stoli NicoLess in ChatLoop. Sodelovanje s podjetji za recikliranje zagotavlja stalno dobavo surovin, pri čemer poudarjajo učinkovitost virov in skrb za okolje (European Circular Economy Stakeholder Platform, 2024).

AquafilSLO, Slovenija: Ponovna uporaba toplote za energetska učinkovitost. AquafilSLO demonstrira industrijsko simbiozo s ponovno uporabo odvečne toplotne energije iz proizvodnih procesov sintetičnih vlaken. Ta energija se uporablja za ogrevanje objektov, kot sta Vodno mesto Atlantis in HELLA Saturnus Slovenija, s čimer se emisije CO₂ letno zmanjšajo za približno 3 500 ton. Partnerstva z lokalnimi organizacijami poudarjajo razširljivost in ekonomsko izvedljivost modelov trajnostne souporabe energije (AquafilSLO, 2024).

Mesto Ljubljana, Slovenija: Recikliranje invazivnih rastlin. Ljubljana z inovativnim pristopom invazivno rastlino japonski dresnik predeluje v reciklirane papirnate izdelke. Ta pobuda blaži vplive na okolje in spodbuja sodelovanje z lokalnimi institucijami, kot je Inštitut za celulozo in papir, ter ustvarja trajnostne alternative običajnemu papirju (European Circular Economy Stakeholder Platform, 2024).

Grozd industrijske simbioze Kemi-Tornio, Finska. Pobuda Kemi-Tornio povezuje panoge, kot so gozdarstvo, rudarstvo in energetika, za ponovno uporabo industrijskih stranskih proizvodov v bioenergijo in materiale, kot so predelane kovine. Ta regionalni pristop ustvarja nove trge za sekundarne surovine, hkrati pa zmanjšuje emisije CO₂ in ustvarja letno vrednost 200 milijonov EUR (Interreg Europe Policy Learning Platform, 2024).

LABIO Ltd.: Biološki odpadki v bioplin, Finska. LABIO Ltd., največji finski proizvajalec bioplina, predeluje komunalne in industrijske biološke odpadke v bioplin in kompost. Uporaba odpadne toplote iz postopkov kompostiranja povečuje energetska učinkovitost, partnerstva z javnimi in zasebnimi subjekti pa poudarjajo trajnost in ekonomsko upravičenost projekta (Interreg Europe Policy Learning Platform, 2024).

Finski sistem industrijske simbioze (FISS) omogoča simbiozo s povezovanjem regionalnih akterjev prek delavnic in podatkovne zbirke SYNERGie®. V pobudo je bilo vključenih več kot 700 podjetij, ustvarjenih je bilo 2 500 sinergijskih priložnosti ter spodbujena učinkovita raba virov in novi poslovni podvigi (Interreg Europe Policy Learning Platform, 2024).

Recikliranje odpadkov iz termičnega brizganja za keramiko. Italija. V Emiliji-Romanji odpadne termalne razpršila iz postopkov nanašanja cirkonijevega premaza ponovno uporabijo v keramične frite in glazure. Ta pobuda zmanjšuje stroške surovin in energije

za proizvajalce keramike, s čimer se proizvodni stroški znižajo za do 40 %. Skupna prizadevanja poudarjajo prenosljivost takšnih praks v druge regije (Interreg Europe Policy Learning Platform, 2024).

International Synergies Limited (ISL), Združeno kraljestvo. ISL je s svojim Nacionalnim programom industrijske simbioze (NISP®) pionir na področju industrijske simbioze po vsem svetu. Z uporabo platforme SYNERGie® ISL omogoča usklajevanje virov, zmanjšuje emisije ogljika in podpira strategije neto ničelne vrednosti. S svojimi projekti so samo v Angliji prihranili 42 milijonov ton ekvivalenta CO₂, kar kaže na preobrazbeni potencial industrijske simbioze na svetovni ravni (International Synergies Limited, 2024).

2.1.4 Primeri, ki jih je navedel generator vrednostne verige zasebnega podjetja, podprt z umetno inteligenco

Orodje VCG.AI je bilo ključnega pomena pri spodbujanju pobud za krožno gospodarstvo v različnih regijah in panogah. Njihove študije primerov poudarjajo praktične aplikacije orodja Value Chain Generator® pri preoblikovanju odpadkov v dragocene vire in spodbujanju trajnostnih poslovnih modelov (glejte [vcg.ai](#)).

Preoblikovanje živilskih bioloških odpadkov v krožno poslovanje v Severni Makedoniji.

V Severni Makedoniji v kmetijskem in živilskopredelovalnem sektorju nastajajo znatne količine organske biomase, ki pa je v veliki meri premalo izkoriščena. Podjetje VCG.AI je sodelovalo z Gospodarsko zbornico Severne Makedonije (ECM), da bi opredelilo ključne preostale tokove, kot so grozdne tropine in odpadki iz proizvodnje paradižnika. Z analizo je podjetje VCG.AI predlagalo ekonomsko upravičene postopke pretvorbe teh ostankov v izdelke visoke vrednosti, kot so pektin, polifenoli in likopen, po katerih je povpraševanje v farmacevtski in kozmetični industriji. Ta pobuda spodbuja trajnostne prakse in odpira nove tokove prihodkov za lokalna podjetja.

Razvoj vrednostnih verig za biorafinerije v šestih regijah EU. Vodilne organizacije iz šestih evropskih regij so sodelovale z VCG.AI pri razvoju vrednostnih verig za biorafinerije. Z uporabo generatorja vrednostnih verig® je bil cilj sodelovanja opredeliti in vzpostaviti trajnostne vrednostne verige, ki biomaso pretvarjajo v dragocene proizvode. Ta projekt poudarja pomen regionalnega sodelovanja in vlogo digitalnih orodij pri pospeševanju prehoda na krožno biogospodarstvo.

Vodenje regionalnih podjetij k krožnosti: WFG Heilbronn, Nemčija. V Heilbronnu v Nemčiji je VCG.AI sodeloval z regionalno agencijo za gospodarski razvoj WFG Heilbronn, da bi lokalna podjetja usmeril k praksam krožnega gospodarstva in ogljični nevtralnosti. Z uporabo generatorja vrednostnih verig® so opredelili priložnosti, ki jih imajo podjetja za izvajanje krožnih strategij, s čimer so povečali trajnost in konkurenčnost v regiji.

2.2 Ključna spoznanja in priporočila

Učinkovito izvajanje industrijske simbioze (IS) je odvisno od trdnih okvirov sodelovanja, tehnološke integracije in podpornih politik. Partnerstva med industrijo, vladami in



akadetskimi ustanovami so bistvena za optimizacijo uporabe virov in spodbujanje inovacij. Digitalna orodja, kot je SYNERGie®, in prilagojene delavnice izboljšujejo usklajevanje in spremljanje virov ter omogočajo razširljivost in prilagodljivost v različnih panogah in regijah.

Vladne spodbude in financiranje imajo ključno vlogo pri podpiranju pobud IS. Projekti, kot sta LABIO Ltd. in finski sistem industrijske simbioze (FISS), poudarjajo pomen javno-zasebnih partnerstev pri spodbujanju trajnostnih industrijskih ekosistemov. Ta sodelovanja kažejo, kako je mogoče prilagojene pristope uspešno prilagoditi različnim sektorjem in regijam ter tako povečati njihov učinek.

Izpostavljene najboljše prakse ponazarjajo transformativni potencial IS pri spodbujanju krožnega gospodarstva. Z zmanjševanjem odpadkov, varčevanjem z viri in spodbujanjem sodelovanja te pobude vzpostavljajo merila za trajnost in industrijske inovacije. Spoznanja, pridobljena iz teh študij primerov, zagotavljajo načrt za deležnike za izvajanje učinkovitih strategij IS v njihovem okolju.

Za uspešno izvajanje IS pa je treba premagati finančne, tehnološke, regulativne in družbene ovire. Sprejetje digitalnih tehnologij lahko bistveno izboljša IS, saj olajša izmenjavo virov in sprejemanje odločitev. Nadaljnja podpora politike, industrijsko sodelovanje in tehnološke inovacije bodo ključnega pomena za uresničitev celotnega potenciala IS na svetovni ravni.

Če povzamemo, je za uspešno izvajanje industrijske simbioze bistvenega pomena povezovanje okvirov sodelovanja, tehnoloških orodij in podpornih politik. Z učenjem iz obstoječih najboljših praks in reševanjem trenutnih izzivov lahko zainteresirane strani učinkovito napredujejo v smeri bolj trajnostne in z viri učinkovite industrijske prihodnosti.

3 O digitalni tehnologiji v industrijski simbiozi

Digitalna tehnologija izboljšuje IS z lažjim prepoznavanjem in optimizacijo simbiotičnih priložnosti (Makropoulos et al., 2024), omogoča izmenjavo informacij v realnem času (Akrivou et al., n.d.) ter zagotavlja podporo malim in srednjim podjetjem (MSP) prek platform, kot je e-simbioza (Cecelja et al., 2015). Spodbuja tudi razvoj ekosistemov digitalne industrijske simbioze (DISE), da se izboljša sprejemanje uporabnikov (Kosmol in Leyh, 2021), ter izkorišča informacijsko in komunikacijsko tehnologijo (IKT) za ustvarjanje proizvodnih sistemov, ki učinkoviteje uporabljajo vire (Grant et al., 2010).

Čeprav digitalne tehnologije znatno izboljšujejo industrijsko simbiozo, pa se še vedno pojavljajo izzivi glede razpoložljivosti podatkov in systemske integracije. Za premagovanje teh ovir so potrebne stalne inovacije in sodelovanje med industrijami, razvijalci tehnologij, in oblikovalci politik. Potencial digitalnih orodij za preoblikovanje industrijske simbioze je ogrožen, vendar je za njegovo uresničitev treba obravnavati te izzive ter spodbujati kulturo sodelovanja in odprtosti za nove tehnologije.



Digitalna tehnologija pomembno krepi industrijsko simbiozo, saj olajšuje izmenjavo virov, optimizira ravnanje z odpadki in spodbuja trajnost v različnih panogah. Ta napredek je viden v več ključnih aplikacijah:

3.1 Krepitev industrijske simbioze z digitalnimi orodji

3.1.1 Orodja za ujemanje

Napredne digitalne platforme so zasnovane tako, da **prepoznajo in količinsko ovrednotijo simbiotični potencial med panogami**. Ta orodja z analizo podatkov o količini tokov odpadkov, sestavi materialov in tržnih vrednostih predlagajo donosne izmenjave materialov. Uporabljajo algoritme za ocenjevanje gospodarskih in okoljskih koristi ter odkrivajo potencialne povezave med proizvajalci odpadkov in porabniki virov. Najsodobnejše digitalno orodje, ki so ga predstavili Makropoulos et al. (2024), na primer določa in količinsko opredeljuje simbiotične možnosti med industrijami s tokovi tekočih odpadkov ter poudarja najbolj donosne medindustrijske povezave.

3.1.2 Spletne platforme

Digitalne platforme omogočajo industrijsko simbiozo **s povezovanjem industrij v različnih regijah**. Te platforme uporabljajo inteligentne sisteme, ki priporočajo sinergije in tako izboljšujejo proces odločanja. Obravnavajo tudi izzive, kot sta razpoložljivost podatkov in odpor do uporabe ponovno uporabljenih materialov. Silva in drugi (2022) poudarjajo vlogo takšnih platform pri spodbujanju trajnosti in gospodarske učinkovitosti.

Orodje SymbioSyS, ki sta ga predstavila Álvarez in Ruiz-Puente (2017), uporablja sisteme IKT in splet za spodbujanje trajnosti virov in olajšanje mreženja med podjetji. Podpira odkrivanje sinergij in zagotavlja študije izvedljivosti ter izboljšuje vizualizacijo in kartiranje priložnosti za industrijsko simbiozo.

3.1.3 Inteligentni sistemi upravljanja

Platforme, ki uporabljajo obstoječe modele znanja o industrijski simbiozi in analizirajo potencialna omrežja, so ključne za **odkrivanje novih sinergij in optimizacijo izmenjave materialov**. Chatzidimitriou in drugi (2021) obravnavajo inteligentne platforme za upravljanje, ki podpirajo prepoznavanje in izvajanje simbiotičnih odnosov.

3.1.4 Inženiring ontologije

Projekt e-Symbiosis uporablja ontološki inženiring za modeliranje tokov industrijske simbioze in razvoj storitev za usklajevanje. Ta pristop združuje strokovno znanje s podatki o udeležencih, da bi ustvaril **sistematične rešitve za omrežja industrijske simbioze**, ki koristijo zlasti malim in srednje velikim podjetjem. Cecelja in drugi (2015) podrobno opisujejo, kako ta metoda izboljša odkrivanje in izvajanje simbioznih priložnosti.

3.1.5 Digitalne platforme Industry 4.0

Digitalne platforme industrije 4.0 podpirajo okoljsko trajnost z industrijsko simbiozo, saj **omogočajo soustvarjanje vrednosti in optimizacijo virov, kar je** v skladu s trajnostnimi poslovnimi modeli. Aquilani in drugi (2020) raziskujejo, kako te platforme industrijam omogočajo učinkovito sodelovanje, kar povečuje učinkovitost virov.

3.1.6 Tehnologija veriženja blokov

Blockchain je raziskan kot tehnologija, ki omogoča industrijo 4.0 za širjenje praks industrijske simbioze. V literaturi je obravnavan predhodni dvostopenjski pristop, ki poudarja potencial veriženja blokov za **omogočanje varnih in preglednih transakcij v omrežjih industrijske simbioze**.

3.1.7 Digitalna dvojčka

Digitalni dvojček je virtualna predstavitev fizičnega predmeta, sistema ali procesa, ki se nenehno posodablja s podatki v realnem času, tako da odraža njegovo podobo v resničnem svetu. Ta dinamični model omogoča simulacijo, analizo in nadzor ter **omogoča vpogled v delovanje in morebitne težave, še preden se pojavijo**.

Uporaba digitalnih dvojčkov podpira omrežja industrijske simbioze z zagotavljanjem okvira za analizo uporabniške perspektive pred razvojem sodelovanja v dobavni verigi, ki temelji na digitalnih dvojčkih. Ta pristop spodbuja oblikovanje digitalnih dvojčkov z vidika uporabnika, kar povečuje sodelovanje in učinkovitost v omrežjih industrijske simbioze.

Uporaba betona:

- Proizvodnja: V proizvodnih linijah digitalni dvojčki spremljajo stanje opreme, napovedujejo okvare in optimizirajo delovanje, s čimer zmanjšujejo izpade in stroške vzdrževanja.
- Urbano načrtovanje: Mesta razvijajo digitalne dvojčke mestnih okolij za simulacijo prometnega toka, porabe energije in razvoja infrastrukture, kar pomaga pri učinkovitem načrtovanju in upravljanju virov.
- Trgovina na drobno: Trgovci na drobno, kot je Walmart, uporabljajo digitalne dvojčke za optimizacijo postavitve trgovin in izboljšanje izkušenj strank s simulacijo različnih konfiguracij pred izvedbo fizičnih sprememb.
- Zdravstveno varstvo: Digitalni dvojčki medicinskih naprav ali celo človeških organov lahko pomagajo pri načrtovanju prilagojenega zdravljenja, napovedni diagnostiki in boljših izidih zdravljenja.

3.2 Digitalne inovacije, ki spodbujajo industrijsko simbiozo: Praktične študije primerov

Digitalne tehnologije olajšujejo IS s povezovanjem podjetij, optimizacijo izmenjave odpadkov in izboljšanjem odločanja z analizo podatkov (Álvarez in Ruiz-Puente, 2017; Silva et al., 2022) ter olajšujejo izmenjavo virov, kot so materiali, energija in informacije, med panogami za spodbujanje trajnosti in gospodarske učinkovitosti. Ta orodja

povečujejo preglednost, učinkovitost in sledljivost v industrijskih ekosistemih. V nadaljevanju je predstavljen pregled več pomembnih platform:

3.2.1 *Platforma SymbioSys*

Orodje SymbioSys, ki ga je razvila Univerza v Kantabriji, pomaga pri odkrivanju sinergij industrijske simbioze med podjetji. Omogoča prepoznavanje in vizualizacijo potencialnih sodelovanj, ki temeljijo na izmenjavi odpadkov in souporabi virov. Platforma podpira zbiranje podatkov, kartiranje virov in prepoznavanje sinergij za spodbujanje trajnostnih praks krožnega gospodarstva. Platforma je na voljo na spletni strani <https://symbiosys.unican.es/>.

3.2.2 *FLOW2*

FLOW2 je spletna platforma, ki podjetjem omogoča sodelovanje z izmenjavo preostalih tokov in materialov. Z omogočanjem izmenjave premalo izkoriščenih sredstev lahko podjetja pridobijo materiale po nižjih stroških, ne da bi porabila nove surovine, s čimer spodbujajo industrijsko simbiozo in prispevajo h krožnemu gospodarstvu. Platforma je na voljo na spletni strani <https://www.floow2.com/en.html>.

3.2.3 *InduSym*

InduSym podpira upravljanje območja z omogočanjem krožnih povezav med regionalnimi podjetji na področju energije, vode in materialov. Z zbiranjem podatkov o preostalih tokovih na industrijskih območjih InduSym prepoznava priložnosti za sodelovanje ter svetuje in podpira območno usmerjene projekte za pospeševanje krožnega gospodarstva. Platforma je na voljo na spletni strani <https://www.indusym.nl/>.

3.2.4 *SHAREBOX*

SHAREBOX je spletna platforma, ki omogoča industrijsko simbiozo naslednje generacije. Podjetjem zagotavlja varno okolje za upravljanje skupnih virov, vključno z materiali, energijo in storitvami. Platforma ponuja informacije v realnem času in orodja za odločanje, ki omogočajo prilagodljivo upravljanje in optimizacijo souporabe industrijskih virov. Platforma je na voljo na spletni strani <https://sharebox-project.eu/>. (glej tudi aspire2050.eu)

3.2.5 *e-Simbioza*

Platforma e-Simbioza je spletno orodje, ki uporabnikom omogoča sodelovanje v dejavnostih industrijske simbioze za izboljšanje učinkovitosti virov in trajnosti. Omogoča izmenjavo premalo izkoriščenih virov med podjetji, kar prispeva k uresničevanju krožnega gospodarstva. Platforma je na voljo na spletnem mestu [e-Symbiosis Platform](https://e-Symbiosis-Platform.researchgate.net). (glej tudi researchgate.net). Izkorišča tehnologijo za podporo industrijski simbiozi med MSP z uporabo ontološkega inženiringa za modeliranje simbiotičnih tokov. S tem se sistematizira razvoj storitev usklajevanja, kar MSP omogoča odkrivanje in izvajanje inovativnih simbiotičnih rešitev (Cecelja et al., 2015). Platforma je bila potrjena s

podatki iz resničnega življenja, kar je pokazalo njen potencial za krepitev omrežij industrijske simbioze (Cecelja et al., 2015).

3.2.6 *Platforma Symbiosis (ENEA)*

To je prva platforma za industrijsko simbiozo v Italiji. Povezuje več kot 80 malih in srednje velikih podjetij, ki so omogočila skoraj 690 potencialnih usklajevanj virov. Ta platforma pomaga MSP opredeliti priložnosti za nadomeščanje virov z odpadnimi proizvodi in deliti storitve ravnanja z odpadki (Cutaia et al., 2015). Pobuda poudarja vlogo regulativnih okvirov in sodelovanja zainteresiranih strani pri uspešnem izvajanju industrijske simbioze (Cutaia et al., 2015).

Platforma Symbiosis, ki jo je razvila ENEA, italijanska nacionalna agencija za nove tehnologije, energijo in trajnostni gospodarski razvoj, je namenjena povezovanju ponudbe in povpraševanja po virih ter aktiviranju prenosa med podjetji. Vključuje strokovno strukturo za prepoznavanje potencialnih rešitev industrijske simbioze, celovit informacijski sistem, ki opisuje razpoložljive vire, in omrežje, ki povezuje različne zainteresirane strani. Cilji platforme vključujejo izboljšanje valorizacije odpadkov, olajšanje teritorialnega ravnanja z industrijskimi odpadki in spodbujanje industrijskih simbioznih shem. Platforma je na voljo na spletni strani <http://www.industrialsymbiosis.it/piattaforma>. (glej tudi interregeurope.eu)

3.2.7 *E-Simbioza*

E-Simbioza je pobuda, katere cilj je voditi pot do krožnega gospodarstva z industrijsko simbiozo v Sloveniji. Omogoča vpogled v raven razumevanja in izvajanja industrijske simbioze v regiji ter spodbuja izmenjavo premalo izkoriščenih virov med podjetji za povečanje trajnosti. Platforma je na voljo na spletni strani <http://esimbioza.fis.unm.si/>. (glej tudi researchgate.net)

3.2.8 *Generator vrednostne verige (VCG.AI)*

Anteja ECG je mednarodno svetovalno podjetje s sedežem v Ljubljani, Slovenija, z dodatnimi pisarnami v Nairobiju v Keniji, Stuttgartu v Nemčiji in Bostonu v ZDA. Podjetje, ustanovljeno leta 2005, je specializirano za trajnostni razvoj, pri čemer se osredotoča na oblikovanje in izvajanje inovacijskih strategij in krožnih poslovnih modelov, med drugim na optimizacijo vrednostnih verig in čim večjo učinkovitost virov. Podjetje Anteja je razvilo več digitalnih rešitev za spodbujanje trajnosti in preglednosti v vrednostnih verigah.

Platforma Value Chain Generator (VCG.AI) uporablja umetno inteligenco in strojno učenje za povezovanje podjetij iz različnih sektorjev in držav v krožne in odporne vrednostne verige. Druga rešitev, phy2app, je orodje za digitalno preglednost in sledljivost, ki vzhodnoafriškim kmetijskim podjetjem pomaga vzpostaviti neposredne trgovinske odnose z regionalnimi in globalnimi kupci. Poleg tega je INATrace odprtokodni sistem sledljivosti, ki temelji na tehnologiji veriženja blokov in spodbuja zaupanje in varnost med trgovinskimi partnerji ter povečuje učinkovitost dobavne verige. Digitalna orodja so na voljo na spletni strani <https://anteja-ecg.com/>.

V spodnji tabeli so razvrščene različne pobude za industrijsko simbiozo glede na digitalna orodja in tehnologije, ki jih uporabljajo:

Pobuda	Orodja za ujemanje	Spletne platforme	Inteligentni sistemi upravljanja	Inženiring ontologije	Digitalne platforme Industry 4.0	Tehnologija veriženja blokov	Digitalna dvojčka
Platforma SymbioSys	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
FLOOW2	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
InduSym	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
SHAREBOX	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
e-Simbioza	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Platforma Symbiosis (ENEA)	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
E-Simbioza	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Generator vrednostne verige (VCG.AI)	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗

3.3 Ovire pri izvajanju

Čeprav so imele platforme, opisane v prejšnjem razdelku, pomembno vlogo pri industrijski simbiozi, so nekatere prenehale delovati zaradi izzivov pri upravljanju, finančnih omejitev in omejenega sprejemanja s strani uporabnikov.

Ključni izzivi pri uvajanju digitalnih orodij IS vključujejo vprašanja upravljanja in politike, izzive sodelovanja zaradi pomanjkanja zaupanja, gospodarske in tržne negotovosti, ki vplivajo na donosnost IS, tehnične in logistične ovire, povezane z vključevanjem digitalnih rešitev v obstoječe procese, ter družbene in okoljske pomisleke, vključno s skladnostjo s predpisi in družbeno sprejemljivostjo (Michelini in Mattelin-Pierrard, 2023).

Vprašanja upravljanja in politike predstavljajo velik izziv za digitalno industrijsko simbiozo, saj lahko nedosledni predpisi in pomanjkanje jasne vladne podpore povzročijo negotovost za podjetja, ki želijo sprejeti prakse IS. Številne industrijske panoge se spopadajo z navigacijo po zapletenih okoljskih politikah, ki se lahko razlikujejo po regijah, zaradi česar je težko vzpostaviti standardizirane pristope za izmenjavo virov in ponovno uporabo odpadkov.

Izzivi pri sodelovanju, zlasti pomanjkanje zaupanja med industrijskimi partnerji, še dodatno ovirajo uvedbo IS. Številna podjetja nerada delijo lastniške podatke o tokovih odpadkov in stranskih proizvodih, saj se bojijo morebitnih tveganj za svojo konkurenčno prednost. Vzpostavitev preglednih komunikacijskih kanalov in varnih okvirov za izmenjavo podatkov lahko pomaga ublažiti te pomisleke in spodbuditi tesnejše sodelovanje med industrijami.

Gospodarske in tržne negotovosti igrajo ključno vlogo pri uvajanju IS, saj se industrija lahko obotavlja z naložbami v nova digitalna orodja brez jasnih finančnih spodbud ali dokazane donosnosti. Nihajoči stroški surovin in storitev ravnanja z odpadki lahko vplivajo na uspešnost izmenjav IS, zato je nujno razviti trdne poslovne modele, ki poudarjajo dolgoročne gospodarske koristi.

Pomembne so tudi **tehnične in logistične ovire**, saj vključevanje digitalnih rešitev v obstoječe industrijske procese pogosto zahteva precejšnje posodobitve infrastrukture. Številna podjetja, zlasti MSP, nimajo dovolj tehničnega znanja ali finančnih sredstev, da bi lahko učinkovito izvajala napredna digitalna orodja za usklajevanje in spremljanje. Odpravljanje teh vrzeli s ciljno usmerjenimi podpornimi programi in pobudami za usposabljanje lahko pospeši uvajanje digitalnih IS.

Upoštevati je treba tudi **družbene in okoljske pomisleke**, vključno s skladnostjo s predpisi in družbeno sprejemljivostjo. Nekatere skupnosti lahko nasprotujejo pobudam IS zaradi zaznanih okoljskih tveganj, kot so povečano onesnaževanje ali prakse ponovne uporabe odpadkov, ki bi lahko vplivale na javno zdravje. Krepitev sodelovanja zainteresiranih strani in zagotavljanje preglednih postopkov odločanja lahko pripomoreta k zaupanju javnosti in spodbujata širše sprejemanje pobud za industrijsko simbiozo.

Industrijska simbioza predstavlja obetavno pot za trajnostni industrijski razvoj z vključevanjem načel krožnega gospodarstva. Vendar je za njeno uspešno izvajanje treba premagati finančne, tehnološke, regulativne in družbene ovire. Sprejetje digitalnih tehnologij lahko bistveno izboljša IS, saj olajša izmenjavo virov in sprejemanje odločitev. Nadaljnja podpora politike, industrijsko sodelovanje in tehnološke inovacije bodo ključnega pomena za uresničitev celotnega potenciala IS v svetovnem merilu.

3.4 Ključna spoznanja in priporočila

Vključevanje digitalnih tehnologij v industrijsko simbiozo (IS) je pokazalo velik potencial za povečanje učinkovitosti virov in trajnosti v različnih industrijah. Napredne digitalne platforme, kot so orodja za povezovanje, analizirajo podatke o tokovih odpadkov in sestavi materialov, da bi ugotovile donosne izmenjave med panogami. Na primer, orodja Makropoulos et al. (2024) so razvila osredotočenost na tokove tekočih odpadkov in natančno opredelila donosne povezave med panogami. Spletne platforme dodatno olajšujejo IS s povezovanjem industrij v regijah, uporabo inteligentnih sistemov za priporočanje sinergij in reševanje izzivov, kot sta razpoložljivost podatkov in odpor do uporabe ponovno uporabljenih materialov. Orodje SymbioSyS, kot sta ga predstavila Álvarez in Ruiz-Puente (2017), je primer tega, saj spodbuja trajnost virov in povezovanje med podjetji prek sistemov IKT in spleta.

Inteligentni sistemi upravljanja uporabljajo obstoječe znanje IS za modeliranje in analizo potencialnih omrežij, kar je ključnega pomena za odkrivanje novih sinergij in optimizacijo izmenjave materiala. Chatzidimitriou in drugi (2021) obravnavajo platforme, ki podpirajo prepoznavanje in izvajanje simbiotičnih odnosov. Kot se uporablja v projektu e-Symbiosis, ontološki inženiring modelira tokove IS in razvija storitve ujemanja, pri čemer združuje strokovno znanje s podatki o udeležencih za ustvarjanje sistematičnih rešitev, kar koristi zlasti malim in srednje velikim podjetjem (Cecelja et al., 2015).

Digitalne platforme industrije 4.0 podpirajo okoljsko trajnost z IS, saj omogočajo soustvarjanje vrednosti in optimizacijo virov, kar je v skladu s trajnostnimi poslovnimi

modeli. Aquilani et al. (2020) raziskujejo, kako te platforme omogočajo učinkovito sodelovanje, kar povečuje učinkovitost virov. Tehnologija veriženja blokov se prav tako raziskuje kot tehnologija, ki omogoča industrijo 4.0 za širjenje praks IS, saj ponuja varne in pregledne transakcije v omrežjih IS. Poleg tega digitalni dvojčki - virtualne predstavitve fizičnih sistemov, ki se posodablajo s podatki v realnem času - omogočajo vpogled v delovanje in morebitne težave, še preden se pojavijo. Izkoriščanje digitalnih dvojčkov podpira omrežja IS, saj ponuja okvir za analizo uporabniške perspektive pred razvojem sodelovanja v dobavni verigi, ki temelji na digitalnih dvojčkih, ter tako povečuje učinkovitost in sodelovanje.

Praktična uporaba teh digitalnih inovacij je vidna v različnih sektorjih. V proizvodnji digitalni dvojčki spremljajo stanje opreme, napovedujejo okvare in optimizirajo delovanje ter tako zmanjšujejo izpade in stroške vzdrževanja. Pri urbanističnem načrtovanju se digitalni dvojčki uporabljajo za simulacijo prometnega toka, porabe energije in razvoja infrastrukture, kar pripomore k učinkovitemu upravljanju virov. Trgovci na drobno, kot je Walmart, uporabljajo digitalne dvojčke za optimizacijo postavitve trgovin in izboljšanje izkušenj strank s simulacijo različnih konfiguracij pred izvedbo fizičnih sprememb. V zdravstvu digitalni dvojčki medicinskih pripomočkov ali celo človeških organov pomagajo pri načrtovanju prilagojenega zdravljenja, napovedni diagnostiki in boljših izidih zdravljenja.

Kljub temu napredku pa široko uporabo digitalnih orodij IS ovirajo številni izzivi. Vprašanja upravljanja in politike, vključno z nedoslednimi predpisi in pomanjkanjem jasne vladne podpore, ustvarjajo negotovost za podjetja, ki razmišljajo o praksah IS (Michellini in Mattelin-Pierrard, 2023). Izzivi pri sodelovanju izhajajo iz pomanjkanja zaupanja med industrijskimi partnerji, saj podjetja morda nerada delijo lastniške podatke o tokovih odpadkov in stranskih proizvodih, saj se bojijo morebitnih tveganj za svojo konkurenčno prednost. Ključno vlogo imajo tudi gospodarske in tržne negotovosti, saj lahko industrija okleva pri vlaganju v nova digitalna orodja brez jasnih finančnih spodbud ali dokazane donosnosti. Tehnične in logistične ovire so pomembne, saj vključevanje digitalnih rešitev v obstoječe industrijske procese pogosto zahteva znatne posodobitve infrastrukture. Številna podjetja, zlasti MSP, nimajo tehničnega znanja ali finančnih sredstev za učinkovito izvajanje naprednih digitalnih orodij za usklajevanje in spremljanje. Upoštevati je treba tudi družbene in okoljske pomisleke, vključno s skladnostjo z zakonodajo in družbeno sprejemljivostjo. Nekatere skupnosti lahko nasprotujejo pobudam IS zaradi zaznanih okoljskih tveganj, kot so povečano onesnaževanje ali prakse ponovne uporabe odpadkov, ki bi lahko vplivale na javno zdravje.

Za premagovanje teh izzivov je treba vzpostaviti standardizirane predpise, zagotoviti finančne spodbude in razviti zanesljivo digitalno infrastrukturo. Krepitev sodelovanja zainteresiranih strani in zagotavljanje preglednih postopkov odločanja lahko pripomoreta k izgradnji zaupanja javnosti in spodbujata širše sprejemanje pobud na področju IS. Nadaljnja podpora politike, industrijsko sodelovanje in tehnološke inovacije bodo ključnega pomena za uresničitev celotnega potenciala IS na svetovni ravni.

4 Reference

Celovit pregled industrijske simbioze. (2019).
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>

Pregled industrijske simbioze pri vplivanju na zeleno proizvodnjo. (2022).
<https://doi.org/10.1109/icmimt55556.2022.9845273>

Akrivou, C., Łekawska-Andrinopoulou, L., Manousiadis, C., Tsimiklis, G., Oikonomopoulou, V., Papadaki, S., Krokida, M., & Amditis, A. (n.d.). Industrial symbiosis marketplace concept for waste valorisation pathways (Koncept tržišča industrijske simbioze za poti valorizacije odpadkov). *E3S Web of Conferences*.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234911005>

Albu, A. (2017). *Industrijska simbioza*: (str. 1-29). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-45081-0_1

Al-Harrasi, A., Abu Qasida, A., Al-Qassabi, H., & Shamsuzzoha, A. (2017). *Study of the Possibility to Industrial Symbiosis within Selected Omani SMEs (Študija možnosti industrijske simbioze v izbranih omanskih MSP)*. 2017.
<https://journals.library.ryerson.ca/index.php/ictea/article/view/57>.

Álvarez, R., & Ruiz-Puente, C. (2017). Razvoj orodja SymbioSyS za podporo prehodu v krožno gospodarstvo na podlagi strategij industrijske simbioze. *Waste and Biomass Valorization*, 8(5), 1521-1530. <https://doi.org/10.1007/S12649-016-9748-1>

AquafilSLO. (2024). *Primer dobre prakse v Sloveniji*.

Aquilani, B., Piccarozzi, M., Silvestri, C. in Gatti, C. (2020). Doseganje okoljske trajnosti z orodji industrije 4.0: Simbioza" (str. 513-539). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1419-1.CH003>

Astuti, R. S. D., & Astuti, A. D. (2018). *Preliminary Design of Industrial Symbiosis of Smes Using Material Flow Cost Accounting (MFCA) Method*. 31, 04008.
<https://doi.org/10.1051/E3SCONF/20183104008>

Barile, S., Bassano, C., D'Amore, R., Piciocchi, P., Saviano, M. in Vito, P. (2021). Vpogled v procese digitalne transformacije v industrijski simbiozi iz pristopa viabilnih sistemov (vSa). *Sustainability*, 13(17), 9696. <https://doi.org/10.3390/SU13179696>

Bauchat Grant, G., Seager, T. P., Massard, G. in Nies, L. (2010). Informacijska in komunikacijska tehnologija za industrijsko simbiozo. *Journal of Industrial Ecology*, 14(5), 740-753. <https://doi.org/10.1111/J.1530-9290.2010.00273.X>

Boquera, P. in Marcos, Á. (2023). *Smernice za industrijsko simbiozo*. AIDIMME.
Pridobljeno s spletne strani <https://iproduce-project.eu/industrial-symbiosis-guideline/>.



Castellet-Viciano, L., Hernández-Chover, V., Bellver-Domingo, Á., & Hernández-Sancho, F. (2022). Industrijska simbioza: A Mechanism to Guarantee the Implementation of Circular Economy Practices: A Mechanism to Guarantee Implementation of Circular Economy Practices (Mehanizem za zagotavljanje izvajanja praks krožnega gospodarstva). *Sustainability*, 14(23), 15872. <https://doi.org/10.3390/su142315872>

Cecelja, F., Raafat, T., Trokanas, N., Innes, S., Smith, M., Yang, A., Zorgios, Y., Korkofygas, A., & Kokossis, A. C. (2015). e-Symbiosis: technology-enabled support for industrial symbiosis targeting SMEs and innovation. <https://epubs.surrey.ac.uk/804145/>

Chatterjee, A., Brehm, C. in Layton, A. (2021). Vrednotenje koristi ekološko navdihnenih gnezditvenih arhitektur za industrijsko simbiozo. *Resources Conservation and Recycling*, 167, 105423. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.105423>

Chattopadhyay, S., Kumar, N., Fine, C. H., & Olivetti, E. (2016). *Industrial Symbiosis Among Small and Medium Scale Enterprises (Industrijska simbioza med malimi in srednje velikimi podjetji)*: (str. 173-177). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48768-7_25

Chatzidimitriou, T., Gentimis, T., Michalopoulos, C., Kokossis, A. C., & Dalamagas, T. (2021). *Intelligent Management Platform for Material Exchange Optimization and Industrial Symbiosis (Inteligentna platforma za upravljanje za optimizacijo izmenjave materialov in industrijsko simbiozo)* (Vol. 50, str. 761-766). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88506-5.50119-4>

Cui, H. in Liu, C. (2017). *Uporaba industrijske simbioze v kemični industriji: (pregled literature): uporaba simbiotične kemijske industrije v Sloveniji: pregled literature*. 1864, 020090. <https://doi.org/10.1063/1.4992907>

Cutaia, L., Luciano, A., Barberio, G., Sbaffoni, S., Mancuso, E., Scagliarino, C., & La Monica, M. (2015). Izkušnje prve platforme za industrijsko simbiozo v Italiji. *Environmental Engineering and Management Journal*, 14(7), 1521-1533. <https://doi.org/10.30638/EEMJ.2015.164>

Dolgova, O., & Nikitaeva, A. (2023). Industrijska simbioza kot način reševanja okoljskih problemov v regijah (na primeru ruskega črnomskega območja). *BIO Web of Conferences*, 63, 03007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236303007>

Duan, Y. (2005). Model simbioze: strateška izbira MSP. *Journal of Yunnan University of Finance and Economics*.

Evropska platforma zainteresiranih strani za krožno gospodarstvo. (2024). *CEstakeholderEU - Evropska platforma zainteresiranih strani za krožno gospodarstvo*.

Evans, S., Benedetti, M. in Holgado Granados, M. (2017). *Knjižnica študij primerov industrijske simbioze in povezanih izmenjav*. <https://doi.org/10.17863/CAM.12608>



Ferreira, I., Godina, R. in Carvalho, H. (2020). Valorizacija odpadkov z dodajalno proizvodnjo v okolju industrijske simbioze. *Sustainability*, 13(1), 234. <https://doi.org/10.3390/SU13010234>

Golev, A. (2012). *Uporaba načel industrijske ekologije za večjo učinkovitost virov na območjih težke industrije*. <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:306125>

Haq, H. M. K. U., Välisuo, P. in Niemi, S. (2021). Modeliranje trajnostne industrijske simbioze. *Energies*, 14(4), 1172. <https://doi.org/10.3390/EN14041172>

Hariyani, D., Hariyani, P., Mishra, S. in Sharma, M. K. (2024). Izkoriščanje digitalnih tehnologij za napredek praks krožnega gospodarstva in izboljšanje analize življenjskega cikla: A systematic literature review (sistematičen pregled literature). *Waste Management Bulletin*. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.06.007>

Industrijska ekologija. (2022). 167–190. <https://doi.org/10.1002/9781119721079.ch6>

Industrijska simbioza: (str. 29-48). (2022). Emerald Publishing Limited eBooks. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221002>

International Synergies Limited. (2024). *International Synergies Limited (ISL)*.

Platforma za učenje politik Interreg Europe. (2024). *Platforma za učenje politik Interreg Europe*.

Isenmann, R. (2009). *Povezovanje okoljske informatike in industrijske ekologije - vloga IKT v projektih industrijske simbioze*. 213–216. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/26314>

Isenmann, R. in Chernykh, K. (2009). *Vloga IKT v projektih industrijske simbioze - okoljske aplikacije IKT za ekološko-industrijski razvoj*. 223–234. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/26316>

Islam, K., Rahman, Md. F., & Islam, K. N. (2016). Industrijska simbioza: A Review on Uncovering Approaches, Opportunities, Barriers and Policies: A Review on Uncovering Approaches, Opportunities, Barriers and Policies. *Social Science Research Network*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2767107

Kosmol, L. in Leyh, C. (2021). *A Conceptual Design for Digital Industrial Symbiosis Ecosystems* (str. 362-374). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82405-1_35

Kosmol, L. in Otto, L. (2020). Implementacijske ovire industrijske simbioze: (A Systematic Review): Izhodišča za spodbujanje simbioze: sistematični pregled (A Systematic Review). *Hawaii International Conference on System Sciences*, 1-9. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2020.741>



- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Makara, A., Mondello, G. in Salomone, R. (2023). Industrijska simbioza za trajnostno ravnanje z mesnimi odpadki: (1): Simbioza z mesnimi odpadki: primer eko-industrijskega parka Śmitowo, Poljska. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5162. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065162>
- Kumar, U. (2022). *Industrijska simbioza*: <https://doi.org/10.18502/aqf.0189>: An Exploration of the Potential of Sustainable Waste Management in the UAE.
- Makropoulos, C., Kritikos, N.-A., & Pantazis, C. (2024). Matchmaking for industrial symbiosis: digitalno orodje za identifikacijo, kvantifikacijo in optimizacijo simbiotskega potenciala v industrijskih ekosistemih. *Frontiers in Chemical Engineering*, 6. <https://doi.org/10.3389/fceng.2024.1363888>
- Michelini, L., & Mattelin-Pierrard, C. (2023). *Raziskovanje industrijske simbioze: analiza trenutnih kritičnih vprašanj za opredelitev tehnologij in digitalnih priložnosti*. <https://doi.org/10.26481/mup.2302.14>
- Mirata, M., Lindfors, A. in Kambanou, M. L. (2024). Okvir poslovne vrednosti za industrijsko simbiozo. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.13545>
- Mironova, D. Yu., Baranov, I. V., Kapustin, D. S., Kozhukhov, Y. V., & Svinkin, I. A. (2023). Uporaba koncepta industrijske simbioze v naftnem in plinskem sektorju na primeru predelave pridruženega naftnega plina. *Oil and Gas Business*, 21(3), 220-231. <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2023-3-220-231>
- Modeli oblikovanja industrijske simbioze. (2023). *Upravljenje*, 11(1), 51-63. <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-1-51-63>
- Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. O. (2018). *Okoljski, gospodarski in družbeni vpliv industrijske simbioze*: (str. 157-165). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14973-4_15
- Nikitaeva, A. (2023). Digitalne tehnologije in krožne vrednostne verige za trajnostni razvoj. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 169-179. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30351-7_14
- Nyakudya, P., Madushele, N. in Madyira, D. M. (2022). A Review of Industrial Symbiosis in Influencing Green Manufacturing (Pregled industrijske simbioze pri vplivanju na zeleno proizvodnjo). 80–84. <https://doi.org/10.1109/ICMIMT55556.2022.9845273>
- Nyakudya, P., Madushele, N. in Madyira, D. M. (2023). *Industrijska simbioza: A Panacea to Industrial Waste Management Challenges in Harare: A Panacea to Industrial Waste Management Challenges in Harare*. 238–243. <https://doi.org/10.1109/icmimt59138.2023.10201222>



Patricio, J., Kalmykova, Y., Rosado, L., Cohen, J., Westin, A. in Gil, J. (2022). Metoda za prepoznavanje priložnosti za industrijsko simbiozo. *Resources Conservation and Recycling*, 185, 106437. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106437>

Perillo, G. (2024). Modeli digitalnega in krožnega gospodarstva. *Journal of Civil Engineering and Environmental Sciences*, 10(2), 061-062. <https://doi.org/10.17352/2455-488x.000085>

Petrova, V. (2022). <i>Industrijska simbioza v sektorju surovin kot krovna rešitev v krožnem gospodarstvu, 3(3), 61-65. <https://doi.org/10.58903/c16182120>

Rahman, Md. F., Islam, K., & Islam, K. N. (2016). *Industrijska simbioza: A Review on Uncovering Approaches, Opportunities, Barriers and Policies: A Review on Uncovering Approaches, Opportunities, Barriers and Policies*. 2(1), 011-019. <https://doi.org/10.17352/2455-488X.000009>

Ristola, P. in Mirata, M. (2007). Industrijska simbioza za bolj trajnostne, lokalizirane industrijske sisteme. *Progress in Industrial Ecology, An International Journal*, 4, 184-205. <https://doi.org/10.1504/PIE.2007.015186>

Sahu, R. K. (2023). Industrijska simbioza: (Širitev ponovne uporabe odpadkov v brazilski mreži kmetijskih podjetij). *Sustainability and Climate Change*, 16(1), 36-47. <https://doi.org/10.1089/scc.2022.0099>

Silva, M., Carvalho, T., Gehrke Castagna, A., do Rocio Strauhs, F., & Piekarski, C. M. (2022). Vloga spletnih platform pri omogočanju procesa industrijske simbioze: Analiza orodij, ki so na voljo na trgu. *Cleaner Production Letters*, 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100021>

Koncept industrijske simbioze: izkušnje z uporabo v različnih državah in možnosti za izvajanje v Rusiji na primeru regije Pskov. (2022). *Naučnyj Žurnal NIU ITMO*. <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2022-16-2-129-141>

Ulusoy, K., Doğan-Sağlamtimur, N., Çiner, F., Sternik, A., & Sekula, P. (2024). Prakse industrijske simbioze: A case study of Türkiye and Denmark: A case study of Türkiye and Denmark. *Environmental Research & Technology*. <https://doi.org/10.35208/ert.1271679>

Vladimirova, D., & Miller, K. (2020). *Enablers and barriers for industrial symbiosis : Lessons learnt from twenty-five case studies (Spodbujevalci in ovire za industrijsko simbiozo : izkušnje iz petindvajsetih študij primerov)* (str. 305-314). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429346347-33>

Weenen, H. (1999). *Oblikovanje za trajnostni razvoj : praktični primeri MSP*. Evropska fundacija za izboljšanje življenjskih in delovnih razmer, Urad za uradne publikacije Evropskih skupnosti. <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BA40777083>



Co-funded by
the European Union



FReINDs

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.



DEL II: KVANTITATIVNA ANALIZA- RAZISKAVA PODJETIJ V PETIH DRŽAVAH

1 Uvod

Industrijska simbioza (IS) je splošno priznana kot ključna strategija pri prehodu v krožno gospodarstvo. Vključuje sodelovalno izmenjavo virov, energije, informacij in logistike med organizacijami s ciljem zmanjšati količino odpadkov, izboljšati učinkovitost virov ter ustvariti vzajemne gospodarske in okoljske koristi (Chertow, 2007; Paquin in Howard-Grenville, 2013). Z ustvarjanjem omrežij medsebojno povezanih podjetij, ki ponovno uporabljajo stranske proizvode in premalo izkoriščene vire drugih podjetij, IS omogoča prehod od linearnih proizvodnih modelov k bolj trajnostnim in regenerativnim sistemom.

V zadnjih letih se je povezovanje digitalnih tehnologij, kot so spletne platforme, umetna inteligenca, internet stvari (IoT) in veriženje blokov, pokazalo kot močan dejavnik IS. Te tehnologije podpirajo prepoznavanje potencialnih simbiotičnih partnerjev, sledenje materialnim tokovom v realnem času, večjo preglednost podatkov ter avtomatizacijo pogodbenih postopkov in postopkov skladnosti (Yazan et al., 2021; Makropoulos et al., 2024). Digitalne platforme lahko na primer povežejo podjetja z dopolnjujočimi se profili odpadkov in virov, veriženje blokov pa lahko zagotovi sledljivost in zaupanje v izmenjave, zlasti v zapletenih dobavnih verigah.

V tem poročilu so predstavljeni rezultati kvantitativne raziskave, izvedene med podjetji v petih evropskih državah (Italija, Latvija, Norveška, Poljska in Slovenija), katere namen je bil oceniti njihovo ozaveščenost, pripravljenost in zanimanje za IS in digitalna orodja, ki podpirajo njihovo izvajanje. Analiza je kontekstualizirana skozi prizmo teoretičnih spoznanj digitalne industrijske simbioze: (2025), ki sintetizira nedavne dosežke na področju raziskav IS, digitalne preobrazbe in prehodov na trajnostni razvoj. Temelji na vse večjem številu literature, ki poziva k medsektorskemu sodelovanju, digitalnim inovacijam in podpornim političnim okoljem za sprostitev celotnega potenciala IS v Evropi in širše (Bocken et al., 2022; Patricio et al., 2022; Michelini in Mattelin-Pierrard, 2023).

2 Cilji analize

Glavni cilji analize so bili oceniti ozaveščenost in pripravljenost podjetij na IS, njihovo zanimanje za digitalna orodja ter opredeliti zaznane koristi, izzive in ovire. Poročilo nadalje ocenjuje vpliv digitalnih znanj, praktičnih izkušenj, institucionalnih dejavnikov in intenzivnosti sodelovanja na vedenje podjetij v zvezi z IS.

3 Metodologija

Ta kvalitativna raziskava temelji na anketnem vprašalniku, razvitem v okviru projekta. Podatki so bili zbrani prek spleta z uporabo spletnega anketnega orodja 1KA med 17. decembrom 2024 in 19. marcem 2025. Analiza temelji na strukturiranem vprašalniku, ki je bil razdeljen podjetjem v Italiji, Latviji, na Norveškem, Poljskem in v Sloveniji. Vseboval je vprašanja o značilnostih podjetja, ozaveščenosti in pripravljenosti na IS, uporabi digitalnih orodij, praktičnih izkušnjah, praksah sodelovanja in ovirah pri izvajanju. Podatki so bili obdelani z opisno statistiko, Spearmanovo korelacijo, Kruskal-Wallisovim testom in testom hi-kvadrat.

Vzorec je sestavljen iz 78 veljavnih odgovorov, ki predstavljajo različne industrijske sektorje. Tradicionalne panoge so dobro zastopane, saj je 19 % anketirancev iz proizvodnega sektorja, 21 % iz kmetijsko-živilskega sektorja in 22 % iz tehnološkega sektorja. Pomembno je, da je 38 % anketirancev izbralo možnost "drugo", kar kaže na široko mešanico sektorjev, vključno s poslovnim svetovanjem, javno upravo, finančnimi storitvami, raziskavami in razvojem, biotehnologijo, ravnanjem z odpadki, gradbeništvom in izobraževanjem. To kaže, da industrijska simbioza ne vključuje le osrednjih proizvodnih sektorjev, temveč tudi širok spekter podpornih in na znanju temelječih panog.

Z vidika velikosti organizacije so v vzorcu večinoma manjši subjekti. Največjo skupino predstavljajo mikropodjetja (1-9 zaposlenih), ki predstavljajo 44 % anketirancev, sledijo mala podjetja (10-49 zaposlenih) z 28 %. Srednje organizacije (50-249 zaposlenih) predstavljajo 18 %, medtem ko so velike organizacije (nad 250 zaposlenih) najmanj zastopane, in sicer 10 %. To kaže, da je vzorec v veliki meri usmerjen v mikro in majhne organizacije.

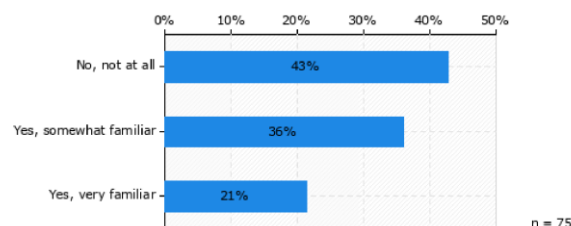
Z vidika lokacije sedeža organizacije so v vzorec vključene organizacije iz petih glavnih držav, pri čemer ima večina sedež v Sloveniji (29 %, če upoštevamo en odgovor "drugo", ki je bil naveden kot Avstrija, vendar se je nanašal na slovensko organizacijo). Sledijo Italija (22 %), Latvija (21 %) in Poljska (21 %), Norveška pa predstavlja 8 % vzorca. Na splošno so organizacije enakomerno porazdeljene po teh državah, z rahlo prevlado subjektov s sedežem v Sloveniji.

4 Rezultati in razlaga

4.1 Poznavanje in seznanjenost z industrijsko simbiozo (IS)

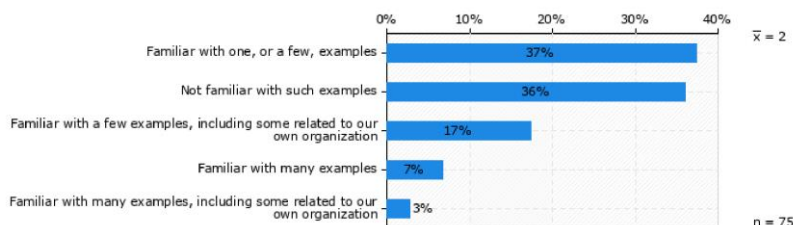
43 % anketirancev je navedlo, da ne poznajo koncepta industrijske simbioze (IS), 36 % jih je bilo nekoliko seznanjenih, le 21 % pa jih je navedlo, da so zelo dobro seznanjeni. V povprečju je bilo poznavanje ocenjeno z 1,8 od 3 točk (SD = 0,8), kar kaže na omejeno poznavanje v celotnem vzorcu.

Slika1 : Znanje o konceptu industrijske simbioze



Na vprašanje o digitalni industrijski simbiozi, kjer se IKT uporablja za prepoznavanje priložnosti za delitev virov, je bilo le 20 % vprašanih seznanjenih s primeri, povezanimi z njihovo lastno organizacijo, 36 % pa jih ni bilo seznanjenih z nobenim primerom. Povprečna ocena je bila 2,0 od 5 ($SD = 1,0$), kar kaže na to, da je digitalna industrijska simbioza za mnoge še vedno razmeroma nov ali neznan koncept.

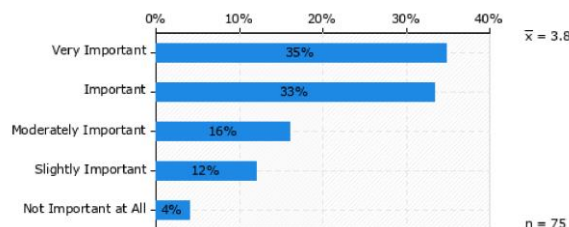
Slika2 : Seznanjenost s primeri digitalne industrijske simbioze



4.2 Zaznana pomembnost trajnostnega razvoja

Večina anketiranih organizacij meni, da sta trajnost in učinkovita raba virov ključnega pomena za konkurenčnost in dobičkonosnost. Skupaj jih je 68 % ocenilo te dejavnike kot "pomembne" ali "zelo pomembne" s povprečno oceno 3,8 od 5 ($SD = 1,2$). To odraža močno splošno podporo trajnostnim poslovnim praksam.

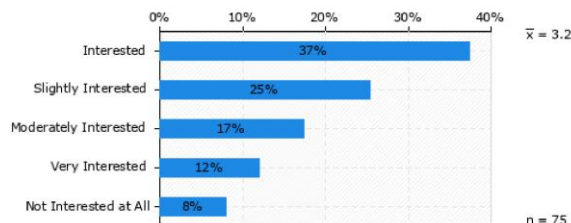
Slika3 : Pomen trajnosti in učinkovite rabe virov



4.3 Zanimanje za učenje in sodelovanje

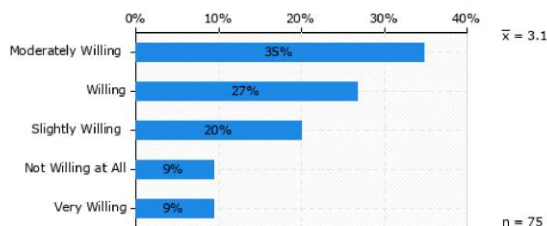
Kljub različnim stopnjam poznavanja je zanimanje za spoznavanje industrijske simbioze precejšnje. Skoraj polovica anketirancev (49 %) je odgovorila, da jih zanima ali zelo zanima, kako bi lahko souporaba virov koristila njihovemu podjetju (povprečno 3,2/5).

Slika4 : Zanimanje za več informacij o souporabi virov



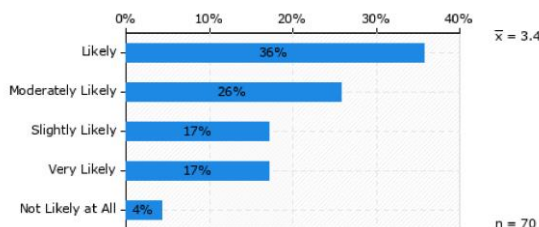
Podobno jih je 62 % izrazilo zmerno do visoko pripravljenost za sodelovanje pri pobudah digitalnih IS, s povprečno oceno 3,1 (SD = 1,1).

Slika5 : Pripravljenost za sodelovanje v pobudah za digitalno industrijsko simbiozo



Na vprašanje o verjetnosti razmisleka o delitvi virov, če bi to zmanjšalo stroške ali ustvarilo vrednost, je 53 % vprašanih odgovorilo pozitivno (verjetno ali zelo verjetno) s povprečno oceno 3,4 od 5 (SD = 1,1).

Slika6 : Verjetnost upoštevanja souporabe ali ponovne uporabe virov

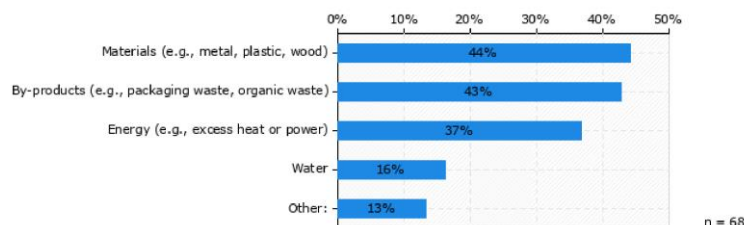


4.4 Viri in odpadni materiali

Najpogostejše vrste odpadkov ali preostalih virov, s katerimi se ukvarjajo organizacije, vključujejo materiale, kot so kovine, plastika ali les (44 %), stranske proizvode, kot so

embalaža ali organski odpadki (43 %), in energijo (37 %). Manj organizacij je poročalo o vodi (16 %) ali drugih virih (13 %) kot pomembnih odpadkih.

Slika7 : Trenutno proizvedeni viri ali materiali



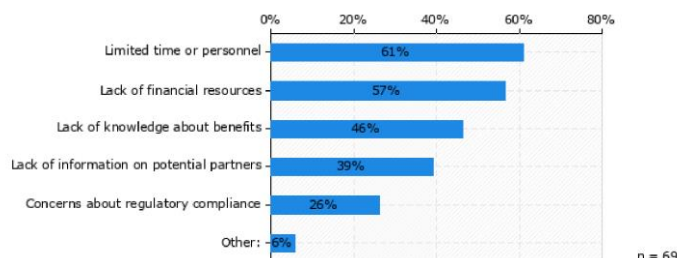
4.5 Ovire za sodelovanje v pobudah IS

Glavne ugotovljene ovire so bile:

- omejen čas ali osebje (61 %)
- pomanjkanje finančnih sredstev (57 %)
- pomanjkanje znanja o ugodnostih (46 %)
- pomanjkanje informacij o potencialnih partnerjih (39 %)
- zaskrbljenost zaradi skladnosti z zakonodajo (26 %).

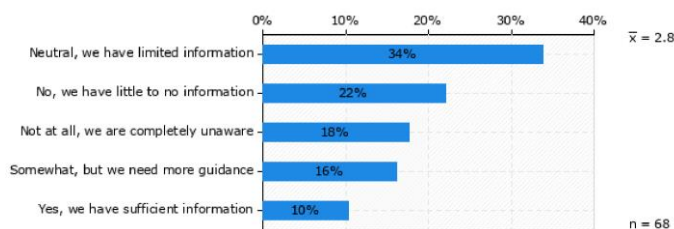
To kaže, da imajo pri preprečevanju sodelovanja pomembno vlogo tako omejeni viri kot pomanjkanje informacij.

Slika8 : Ovire za sodelovanje v pobudah na področju IS in CE



4.6 Potrebe po znanju in usmerjanju

Slika9 : Dovolj informacij za sprejemanje odločitev o trajnostnih praksah



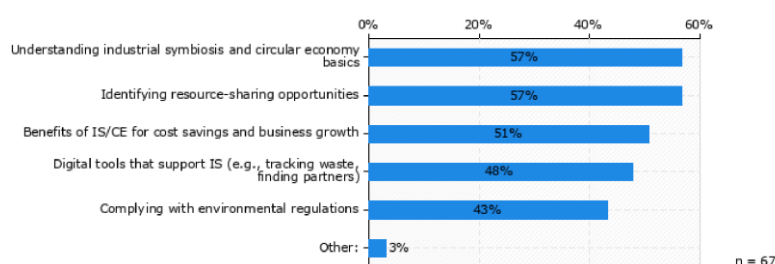
Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.

Le 10 % anketirancev je menilo, da imajo dovolj informacij za sprejemanje odločitev o IS ali praksah krožnega gospodarstva, 74 % pa jih je navedlo, da imajo omejene informacije ali da jih nimajo (povprečno 2,8/5).

Zanimanje za usposabljanje je bilo veliko na naslednjih področjih:

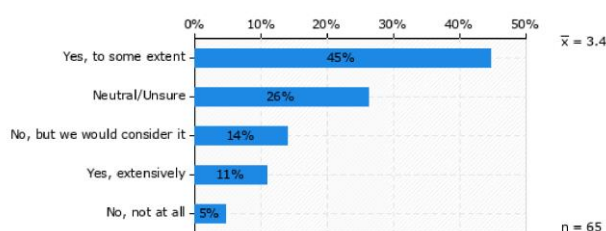
- Osnove IS/CE (57 %)
- prepoznavanje priložnosti za izmenjavo (57 %)
- koristi za zmanjšanje stroškov in rast (51 %)
- skladnost z okoljskimi predpisi (43 %)
- Digitalna orodja za IS (48 %)

Slika10 : Koristi od usposabljanja ali smernic o IS ali CE



Na vprašanje, ali bi jasne in poenostavljene smernice o trajnosti in delitvi virov povečale verjetnost sodelovanja njihove organizacije, je večina anketirancev (56 %) odgovorila pritrdilno. Natančneje, 45 % jih je navedlo, da bi bolj verjetno sodelovali "do neke mere", 11 % pa jih je odgovorilo "da, v veliki meri". Nadaljnjih 26 % jih je bilo nevtralnih ali negotovih, 18 % jih je izrazilo določeno stopnjo zadržanosti, le 5 % pa jih je naravnost izjavilo, da jasne smernice ne bi vplivale na njihovo sodelovanje. Ti rezultati kažejo, da bi dostopne in praktične smernice lahko imele ključno vlogo pri spodbujanju širšega sodelovanja.

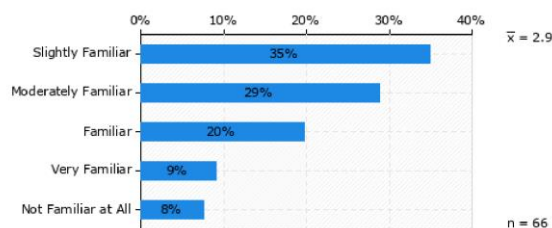
Slika11 : Pripravljenost na sodelovanje v pobudah IS v primeru poenostavljenih smernic o trajnosti in souporabi virov



4.7 Pravno zavedanje in izzivi

Seznanjenost z zakonskimi zahtevami glede trajnosti je bila zmerna (povprečno 2,9/5). Le 29 % jih je ocenilo, da so seznanjeni ali zelo dobro seznanjeni.

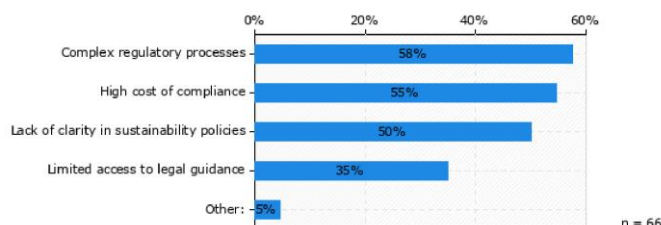
Slika12 : Seznajenost z zakonskimi zahtevami za zmanjšanje količine odpadkov, souporabo virov ali trajnostni razvoj



Med najpogostejšimi izzivi so bili:

- zapleteni regulativni postopki (58 %).
- Visoki stroški usklajevanja (55 %)
- Pomanjkanje jasnosti v trajnostnih politikah (50 %)
- Omejen dostop do pravnih smernic (35 %)

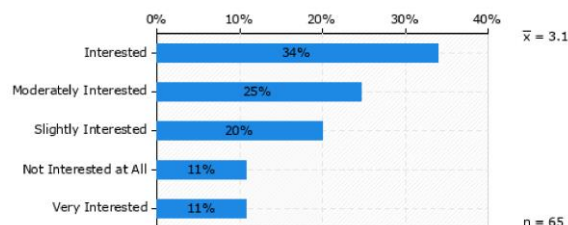
Slika13 : Izzivi pri sprejemanju trajnostnih praks



4.8 Digitalna orodja in njihova uporaba

Zanimanje za digitalna orodja za ravnanje z odpadki in njihovo zmanjševanje je bilo zmerno (povprečno 3,1/5), pri čemer jih je 45 % navedlo, da jih zanimajo ali zelo zanimajo.

Slika14 : Zanimanje za digitalna orodja



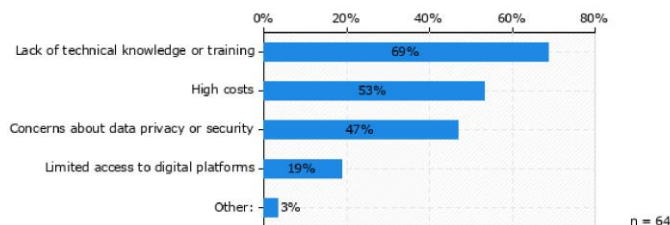
Vendar pa sprejetje ovirajo:

- pomanjkanje tehničnega znanja ali usposabljanja (69 %)
- Visoki stroški (53 %)
- skrb za zasebnost podatkov (47 %).

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.

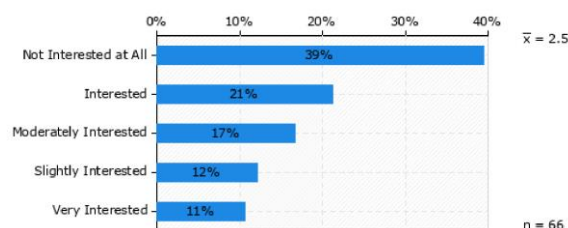
- Omejen dostop do platform (19 %)
- Potrebe po usposabljanju in informacijah

Slika15 : Izzivi pri sprejemanju digitalnih orodij



Anketiranci so izrazili jasen interes za usposabljanje ali svetovanje o industrijski simbiozi in krožnem gospodarstvu. Vendar so bili odgovori na neposredno vprašanje o zanimanju za usposabljanje o digitalnih IS in tržnem potencialu bolj deljeni: 39 % vprašanih sploh ni bilo zainteresiranih, 32 % pa jih je pokazalo zmerno do veliko zanimanje (povprečno 2,5/5).

Slika16 : Zanimanje za več informacij ali usposabljanja o digitalni industrijski simbiozi in njenem tržnem potencialu



4.9 Gonilne sile in dejavniki organizacijske pripravljenosti na IS

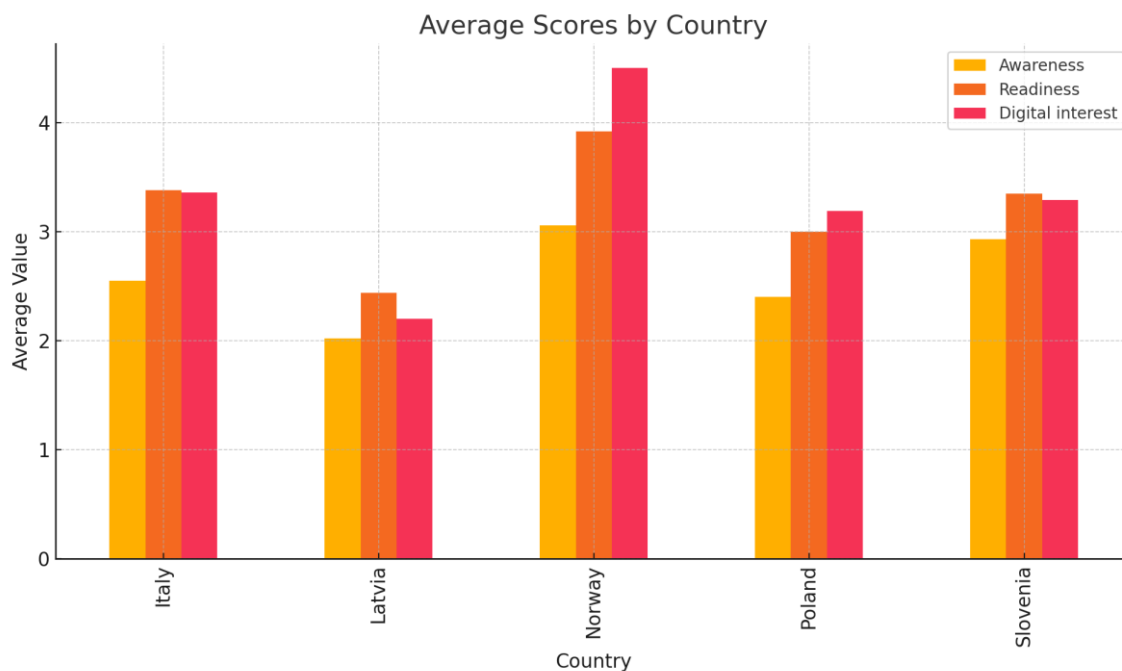
Analiza je pokazala močno pozitivno korelacijo med ozaveščenostjo in pripravljenostjo za sodelovanje v IS ($r = 0,546$, $p < 0,001$), kar kaže na to, da so ozaveščena podjetja bolj pripravljena sodelovati. Kruskal-Wallisov test je pokazal pomembne razlike v ozaveščenosti med državami ($H = 14,72$, $p = 0,0053$). Razlike v pripravljenosti so bile zanemarljivo pomembne ($\chi^2 = 15,31$, $p = 0,053$). Norveška je dosegla najvišje ocene pri ozaveščenosti (3,06), pripravljenosti (3,92) in digitalnem interesu (4,50), medtem ko je Latvija dosegla najnižje ocene.

Zanimanje za digitalna orodja (Q24) ni bilo pomembno povezano z velikostjo podjetja ($p = 0,24$) ali sektorjem ($p = 0,83$), vendar so bile med državami opažene pomembne razlike ($H = 18,45$, $p = 0,001$). Podjetja, ki že uporabljajo prakse IS (Q12) ali sodelujejo z drugimi (Q13), so pokazala večjo pripravljenost (npr. $r = 0,23$ za izmenjavo materialov).

Digitalno znanje (Q16) in uporaba orodij IT (Q17) sta bila prav tako pozitivno povezana s pripravljenostjo (korelacije do $r = 0,34$), kar kaže na to, da so digitalne kompetence bistvene za izvajanje IS. Zanimivo je, da ovire, kot so visoki stroški (Q25a), pomanjkanje

tehničnega znanja (Q25b) in pomisleki glede varnosti podatkov (Q25d), niso bile negativno povezane s pripravljenostjo. Pravzaprav so pokazale pozitivno korelacijo, kar kaže na to, da se bolj izkušena podjetja bolj zavedajo teh izzivov. Prepoznane koristi (Q22) so bile najmočnejše povezane s pripravljenostjo ($r = 0,37$).

Slika17 : Primerjava med partnerskimi državami FReINDs



Slika17 prikazuje povprečne ocene ozaveščenosti, pripravljenosti in zanimanja za digitalna orodja po državah.

5 Razprava, omejitve in nadaljnje raziskave

Ugotovitve te študije potrjujejo več teoretičnih predlogov o industrijski simbiozi (IS). Močna pozitivna povezava med ozaveščenostjo in pripravljenostjo za sodelovanje v IS ($r = 0,546$, $p < 0,001$) se ujema s predhodnimi raziskavami, ki poudarjajo ključno vlogo znanja in poznavanja pri zmanjševanju negotovosti in spodbujanju medorganizacijskega sodelovanja (Ulusoy et al., 2024; Patricio et al., 2022). Zdi se, da so informirana podjetja bistveno bolj odprta za sodelovanje in prakse delitve virov, kar poudarja pomen ukrepov za ozaveščanje in ciljno usmerjenega ozaveščanja.

Pomembna povezava med digitalnimi kompetencami in pripravljenostjo potrjuje trditve, da digitalizacija in zlasti tehnologije Industrije 4.0 delujejo kot ključni dejavniki IS (Makropoulos et al., 2024). Zlasti uporaba digitalnih orodij (npr. platforme za iskanje partnerjev in sledenje virov) in digitalna usposobljenost (npr. ozaveščenost o pravnih in trajnostnih praksah) sta bili pozitivno povezani s pripravljenostjo podjetij na



sodelovanje v IS, kar kaže na to, da je digitalna zrelost nujen pogoj za operacionalizacijo strategij IS.

Razlike med državami glede ozaveščenosti, pripravljenosti in zanimanja za digitalno tehnologijo še dodatno poudarjajo pomen nacionalnega in institucionalnega konteksta. Na primer, norveške organizacije so pri vseh treh kazalnikih dosegle najvišje ocene, medtem ko so latvijske organizacije dosegle najnižje ocene. Te ugotovitve so skladne z raziskavami, ki poudarjajo vpliv institucionalnih podpornih struktur, nacionalnih politik in kulturne pripravljenosti pri oblikovanju uvajanja IS (Michellini in Mattelin-Pierrard, 2023). Zato bodo morda potrebni prilagojeni nacionalni ali regionalni posegi za spodbujanje IS v državah, kjer ozaveščenost in pripravljenost zaostajata.

Zanimivo je, da zaznane ovire, kot so visoki stroški, pomanjkanje tehničnega znanja in pomisleki glede zasebnosti podatkov, ki se pogosto navajajo kot odvratilni dejavniki, niso bile negativno povezane s pripravljenostjo. Nasprotno, te ovire so bile šibke, vendar pozitivno povezane s pripravljenostjo, kar kaže na to, da se organizacije z več izkušnjami na področju IS ali praks digitalne trajnosti bolj zavedajo zapletenosti. To pomeni, da je višja stopnja vključenosti povezana z večjim prepoznavanjem izzivov v resničnem svetu, pri čemer takšno zavedanje ne zmanjšuje nujno pripravljenosti za sodelovanje.

Najmočnejša povezava s pripravljenostjo je bila ugotovljena pri prepoznavanju oprijemljivih koristi praks IS in krožnega gospodarstva ($r = 0,37$). Ta ugotovitev potrjuje idejo, da se bodo organizacije, če vidijo jasen poslovni primer - prihranek stroškov, povečanje učinkovitosti ali konkurenčno prednost -, bolj verjetno zavezale k pobudam IS.

Čeprav ti rezultati zagotavljajo dragocen vpogled, ima študija tudi več omejitev. Prvič, velikost vzorca ($N=78$) je razmeroma skromna, število anketirancev na državo pa morda ne zajame dovolj razlik na nacionalni ravni. Drugič, zanašanje na samoporočanje podatkov prinaša možnost pristranskosti, vključno s pretiranim poročanjem o trajnostnih praksah ali pripravljenosti. Tretjič, presečna narava študije omejuje možnost vzročnih sklepov o razmerjih med ozaveščenostjo, pripravljenostjo in digitalnim udejstvovanjem.

Za odpravo teh omejitev bi lahko v prihodnjih raziskavah uporabili longitudinalne modele, ki bi spremljali spremembe v vključenosti v IS skozi čas in preučevali vzročne povezave. Z razširitvijo geografskega obsega na bolj raznolike države bi se povečala tudi splošljivost ugotovitev. Poleg tega bi z vključitvijo kvalitativnih metod, kot so intervjuji ali študije primerov, lahko odkrili globlji vpogled v organizacijske motive, kontekstualne ovire in najboljše prakse za izvajanje IS v različnih okoljih.

Nazadnje, obstaja jasna potreba po nadaljnjem ocenjevanju digitalnih orodij, ki se uporabljajo za podporo IS. Primerjalne študije različnih platform in rešitev IKT bi lahko pomagale ugotoviti, kaj se najbolje obnese v različnih sektorjih ali organizacijskih kontekstih. Poleg tega bi bilo treba v prihodnjih raziskavah preučiti vlogo političnih



spodbud, regulativnih okvirov in podpornih storitev pri pospeševanju uvajanja IS in vključevanju krožnih poslovnih modelov.

6 Reference

Bocken, N. M. P., Ritala, P., Albareda, L. in Verburg, R. (2022). Inovacije poslovnih modelov za krožno gospodarstvo: Vključevanje v krožno gospodarstvo: naraščajoče priložnosti za IS z digitalizacijo. *Journal of Cleaner Production*, 367, 132901. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132901>

Chertow, M. R. (2007). "Odkrivanje" industrijske simbioze. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11-30. <https://doi.org/10.1162/jiec.2007.1150>

Makropoulos, C., Cecelja, F. in Yang, A. (2024). Digitalna transformacija industrijske simbioze: Orodja in poti za izvajanje. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.13567> (nadomestni uporabnik DOI, če še ni na voljo).

Michellini, G. in Mattelin-Pierrard, M. (2023). Institucionalna podpora za industrijsko simbiozo v Evropi. *Sustainability*, 15(6), 2152. <https://doi.org/10.3390/su15062152>

Paquin, R. L., & Howard-Grenville, J. (2013). Datumi na slepo in dogovorjene poroke: (1): Longitudinalni procesi orkestracije omrežja. *Organization Studies*, 34(11), 1623-1653. <https://doi.org/10.1177/0170840613495330>

Patricio, J., Ferreira, M. S., & Costa, I. (2022). Prednosti in ovire industrijske simbioze: (1): sistematični pregled literature. *Journal of Cleaner Production*, 368, 132725. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132725>

Ulusoy, A., Demirel, E. in Ciftci, M. (2024). Drivers of circular economy and IS adoption among SMEs (Dejavniki krožnega gospodarstva in uvajanja IS med MSP). *Resources, Conservation & Recycling*, 198, 106123. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106123>

Yazan, D. M., Romano, V. A., & Albino, V. (2021). Vloga digitalnih tehnologij pri podpiranju industrijske simbioze: A systematic review. *Resources, Conservation & Recycling*, 164, 105190. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105190>

DEL III: KVALITATIVNA ANALIZA- TEMATSKI VPOGLEDI IZ INTERVJUJEV

1 Uvod

V tem delu poročila je predstavljena poglobljena tematska analiza 16 polstrukturiranih intervjujev, opravljenih z MSP, javnimi institucijami in sektorskimi strokovnjaki, ki se ukvarjajo z digitalno industrijsko simbiozo (DIS) in praksami krožnega gospodarstva. Intervjuji so bili opravljeni med oktobrom 2023 in februarjem 2025 v okviru dejavnosti projekta Erasmus+, ki raziskuje možnosti za razširitev DIS po Evropi.

Intervjuvanci predstavljajo različne deležnike iz Slovenije, Poljske, Italije in Norveške, ki vključujejo tako začetnike kot napredne akterje na tem področju. Zlasti norveški vzorec intervjujev vključuje organizacije iz sektorjev gradbeništva in urbanega razvoja, kar odraža močno nacionalno osredotočenost na ponovno uporabo inovacij in digitalni prehod v grajenem okolju. Medtem odgovori iz srednje- in južnoevropskih držav zajemajo različne perspektive malih in srednje velikih podjetij, svetovalcev za trajnostni razvoj, razvijalcev platform in vodij krožnih pobud.

Poročilo temelji na teh kvalitativnih podatkih, ki jih podpirajo teoretična spoznanja iz dokumentacijske raziskave, opravljene v okviru projekta FReIND (februar 2025); v poročilu so preučene priložnosti, ovire in potrebe po krepitvi zmogljivosti, povezane z izvajanjem DIS v resničnih okoliščinah. Posebna pozornost je namenjena vključevanju digitalnih orodij, kot so platforme, sistemi sledenja in umetna inteligenca, v procese krožnega sodelovanja - s posebnim poudarkom na gradnji, logistiki ponovne uporabe in medorganizacijskem usklajevanju.

Cilj je zagotoviti praktične in za politiko pomembne ugotovitve, ki lahko podprejo širše sprejetje načel industrijske simbioze v skladu z digitalnimi inovacijami, okoljsko trajnostjo in sistemsko preobrazbo. To poročilo s svojim večdržavnim obsegom in medsektorskimi vpogledi prispeva k globljemu razumevanju, kako se DIS pojavlja v praksi - in kaj je potrebno za podporo njenega učinkovitega, vključujočega in razširljivega izvajanja.

2 Raziskovalna vprašanja

RQ1. Kakšna je trenutna raven ozaveščenosti in razumevanja digitalne industrijske simbioze (DIS) med MSP in institucijami?

RQ2. Katere koristi in priložnosti udeleženci povezujejo z izvajanjem rešitev digitalne industrijske simbioze?

RQ3. Katere ovire ali izzivi ovirajo sprejetje praks digitalne industrijske simbioze v MSP?

RQ4. Katere vrste usposabljanja ali podpore potrebujejo udeleženci za učinkovito sodelovanje z rešitvami DIS?

RQ5. Kako udeleženci ocenjujejo vlogo digitalnih platform pri spodbujanju krožnega sodelovanja in izmenjave virov?

RQ6. Katera politična priporočila ali sistemske spremembe predlagajo udeleženci za spodbujanje DIS na lokalni ali regionalni ravni?

3 Metodologija

Analiza je bila izvedena na podlagi kvalitativnih odgovorov desetih predstavnikov MSP in institucij iz vse Evrope - 1 intervju iz Slovenije, 2 intervjuja iz Italije, 4 intervjuji iz Poljske in 3 intervjuji iz Latvije, ki jih je dopolnilo šest strokovnih intervjujev iz norveškega gradbenega sektorja. Uporabljen je bil mešani pristop, ki je kombiniral ročno kodiranje in avtomatizirano modeliranje tem (TF-IDF + NMF)¹ za izpeljavo tem in prevladujočih kod. Citati so bili izločeni in prevedeni v angleščino. Ugotovitve so kontekstualizirane z najnovejšo teoretično literaturo o industrijski simbiozi in digitalnih tehnologijah (Desk Research Report, februar 2025).

4 Rezultati tematske analize

Iz podatkov je bilo izpeljanih šest krovnih tem. Vsaka tema je opisana v nadaljevanju, vključno z glavnimi angleškimi ključnimi besedami (kodami) in izbranimi odlomki intervjujev.

4.1 Tema 1: Ovire in praktični izzivi

Ta tema zajema strukturne, tehnične in organizacijske ovire, ki omejujejo sprejemanje in širjenje digitalne industrijske simbioze (DIS) v različnih sektorjih. Ponavljajoča se skrb intervjuvancev je **odsotnost sarong regulativnih okvirov**, ki bi predpisovali ali spodbujali ponovno uporabo materialov, zlasti v gradbenem sektorju. Brez pravnih obveznosti številna podjetja ne vidijo razloga za naložbe v krožne rešitve ali platforme za izmenjavo podatkov.

Poleg tega so udeleženci pogosto opozarjali na **razdrobljenost obstoječih infrastruktur - tako fizičnih kot digitalnih**. Številni sistemi ponovne uporabe so še vedno lokalizirani, premalo povezani ali delujejo ročno, kar ovira njihovo vključevanje v širše ekosisteme DIS. Pomanjkanje **interoperabilnosti med orodji** (npr. platformami za ponovno

¹ TF-IDF + NMF je metoda, ki se uporablja za samodejno prepoznavanje pomembnih tem v besedilnih podatkih, kot so prepisi intervjujev. TF-IDF najde besede, ki so pogoste v določenem intervjuju, vendar redke v drugih, s čimer poudari edinstvene in pomembne izraze. NMF (Non-negative Matrix Factorization) nato te besede razvrsti v teme ali teme glede na to, kako pogosto se pojavljajo skupaj. Ta metoda skupaj pomaga razkriti vzorce v tem, o čem ljudje govorijo, ter podpira in obogati ročno kodiranje v kvalitativnih raziskavah.



uporabo in programsko opremo za načrtovanje stavb, kot je BIM) povzroča neučinkovitost in podvajanje prizadevanj.

Kakovost in sledljivost podatkov sta prav tako ključnega pomena. Nekateri akterji so poročali, da so razpoložljivi popisi materiala nepopolni, slabo razvrščeni ali hitro zastareli, zaradi česar je načrtovanje ponovne uporabe nezanesljivo. To neposredno vpliva na zaupanje in procese odločanja v podjetjih, ki poskušajo sodelovati v digitalni simbiozi.

Ovire, povezane s stroški, so še posebej zahtevne za MSP, ki pogosto nimajo dovolj finančne prožnosti za naložbe v nepreverjene ali zapletene rešitve. Začetni stroški digitalnih orodij skupaj z negotovostjo glede donosnosti naložbe odvrčajo od eksperimentiranja.

Druga pomembna tema je **logistična zapletenost**, zlasti v gradbeništvu in proizvodnji. Prevoz, skladiščenje in usklajevanje ponovne uporabe materialov zahteva nove delovne postopke in pogosto nova partnerstva, ki jih je težko izvajati brez systemske podpore.

Tema 1 odraža, kako **medsebojno povezane tehnične, gospodarske in institucionalne omejitve** zavirajo digitalno industrijsko simbiozo. Odpravljanje teh ovir zahteva večplasten odziv, ki vključuje reformo politike, tehnološko standardizacijo, krepitev zmogljivosti in skupno digitalno infrastrukturo.

Glavne ključne besede (kode):

- ovire, ponovna uporaba, pomanjkanje predpisov, kartiranje, kakovost podatkov, stroški, integracija, logistika, načrtovanje, zanesljivost

Ilustrativni citati:

- "Mandat za ponovno uporabo še ne obstaja. Brez njega številni akterji ne želijo sodelovati." - Asplan Viak (Norveška)
- "Kakovost podatkov na obstoječih platformah je zelo nedosledna, kar vpliva na načrtovanje." - Resirqel (Norveška)
- "Če bi obstajali standardi in stabilni sistemi, bi ponovno uporabili več materialov." - Anketiranec (MSP)
- "Logistika je velika ovira. Usklajevanje ponovne uporabe na več lokacijah je brez prave digitalne podpore zamudno." - Sirkulær Ressurssentral (Norveška)

4.2 Tema 2: Inovacije in strateško razmišljanje

Ta tema poudarja **napreden, ustvarjalen in transformacijski potencial** digitalne industrijske simbioze (DIS). Številni udeleženci DIS ne vidijo le kot tehnično rešitev, temveč kot **strateški spodbujevalec** dolgoročnih trajnostnih ciljev, krožnih poslovnih modelov in organizacijske preobrazbe. Intervjuvanci so poudarili vrednost **ponovnega premisleka o tokovih virov** in ne le njihove optimizacije - izpostavili so priložnosti za



ustvarjanje povsem novih storitev, izdelkov ali modelov sodelovanja na podlagi tokov odpadkov in skupnih podatkov.

Osrednji del te vizije je uporaba **digitalnih simulacijskih orodij** in **napovedne analitike**, ki podjetjem omogočajo učinkovitejše napovedovanje potreb po virih, modeliranje vplivov na okolje in načrtovanje scenarijev ponovne uporabe. Te tehnologije pomagajo pri prehodu od reaktivnega k **proaktivnemu odločanju** ter podpirajo bolj odporno in prilagodljivo delovanje.

Udeleženci so DIS povezali tudi s **sodelovalnimi inovacijami**, kjer lahko digitalna izmenjava informacij med podjetji, mesti in institucijami sprosti prej skrite sinergije. V tem kontekstu ustvarjalnost ni omejena na oblikovanje izdelkov, temveč se razširi na **razmišljanje na sistemski ravni**, kjer podjetja skupaj razvijajo rešitve za skupne probleme - kot so ravnanje s presežki, optimizacija prostora ali usklajevanje logistike.

Več intervjuvancev je razpravljalo o tem, kako se DIS ujema z njihovimi **dolgoročnimi strategijami preoblikovanja**, zlasti pri prehodu na poslovne modele z ničelno neto vrednostjo, podnebno nevtralne ali nizkoogljične poslovne modele. Poudarek na **ustvarjanju vrednosti iz ostankov** odraža premik od razmišljanja, ki temelji na skladnosti, k inovacijam, ki temeljijo na priložnostih.

Končno ta tema postavlja DIS kot **katalizator za strateško preusmeritev**, ki organizacijam omogoča, da krožno razmišljanje vključijo v temeljne procese načrtovanja in inovacij - zlasti če so digitalna orodja dostopna, interoperabilna in se odzivajo na potrebe uporabnikov.

Glavne ključne besede (kode):

- inovacije, ideje, potencial, simulacija, sodelovanje, ustvarjalnost, ustvarjanje vrednosti, premislek, preoblikovanje, dolgoročno

Ilustrativni citati:

- "Digitalna orodja omogočajo simulacijo in napovedovanje. To prihrani čas in pripomore k boljšim odločitvam." - Slovensko MSP
- "Raziskujemo načine, kako ponovno razmisliti o uporabi ostankov za ustvarjanje novih storitev." - Krožno MSP (anketa)
- "DIS vidimo kot strateško priložnost - ne le za skladnost, temveč tudi za inovacije in konkurenčnost." - FutureBuilt (Norveška)
- "Ne gre le za ponovno uporabo ostankov. Gre za to, da odpadke obravnavamo kot vir za inovacije." - Anketiranec (Poljska)
- "Uporabljamo podatke o načrtovanju in digitalne dvojčke za testiranje scenarijev ponovne uporabe in izboljšanje učinkovitosti, še preden se gradnja sploh začne." - Asplan Viak (Norveška)

4.3 Tema 3: Vključevanje in lokalno delovanje

Ta tema poudarja **aktivno sodelovanje organizacij pri uporabi načel digitalne industrijske simbioze (DIS) v okviru dejanskih pobud**, zlasti na lokalni in regionalni ravni. Za razliko od tem, ki se osredotočajo na strateško vizijo ali prihodnji potencial, ta tema poudarja, kaj udeleženci že počnejo - vključno s **pilotnimi projekti, krožnim naročanjem, partnerstvi in sprejemanjem orodij**.

Številni intervjuvanci poročajo, da so sodelovali **pri poskusih ali skupnih pilotnih projektih, usmerjenih v ponovno uporabo**, ki jih pogosto podpirajo javne institucije, regionalni razvojni programi ali projekti EU. Ta prizadevanja dokazujejo, da so lahko tudi majhni ukrepi, kot so digitalizacija skladiščnega inventarja, kartiranje materialnih tokov ali vključevanje platform za ponovno uporabo v urbanistično načrtovanje, močno učno okolje in sredstvo za krepitev zaupanja.

Udeleženci pogosto povezujejo svoje **sodelovanje v DIS s trajnostnimi in podnebnimi cilji** ter poudarjajo, da je sodelovanje v ponovni uporabi del širših organizacijskih nalog v zvezi z okoljsko odgovornostjo. Več primerov kaže, kako **je lokalno delovanje pogosto vstopna točka** v kompleksnejše digitalne sisteme. Na primer, gradbeno MSP, ki začne s ponovno uporabo ostankov materialov na gradbišču, lahko sčasoma sprejme programsko opremo za popis, se pridruži krožnemu trgu ali sodeluje v mrežah za ponovno uporabo.

Ta tema razkriva tudi, da **imajo lokalne vlade, raziskovalne ustanove in nevladne organizacije katalizatorsko vlogo** pri spodbujanju DIS z omogočanjem pilotnega financiranja, dogodkov za iskanje partnerjev in dostopa do orodij. Takšni posredniki pogosto zagotavljajo ugodne pogoje za eksperimentiranje, zlasti kadar komercialna izvedljivost še ni dokazana.

Poleg tega tema poudarja, da **sodelovanje spodbuja več kot le skladnost** - vedno večji občutek etične odgovornosti in inovativnosti, ki spodbuja ukrepanje. Udeleženci še vedno poudarjajo, da je za razširitev teh lokalnih prizadevanj potrebna stabilna podpora, dolgoročna uskladitev politik in krepitev digitalnih zmogljivosti, prilagojenih realnosti na lokalni ravni.

Glavne ključne besede (kode):

- ponovna uporaba, sodelovanje, pilotni projekti, lokalni, projekti, trajnost, ukrepi, podpora, sprejetje, prizadevanja

Ilustrativni citati:

- "Že sodelujemo v pilotnem projektu, v katerem uporabljamo ponovno uporabljene materiale. To je del naših trajnostnih ciljev." - Gradbeno MSP (anketa)
- "Razvili smo skladišče ponovne uporabe in ga zdaj želimo digitalizirati za boljše usklajevanje." - Sirkulær Ressurssentral (Norveška)
- "DIS za nas ni le ideja. Sodelujemo z mestom, da bi ponovno uporabili les in ga vključili v naš stavbni fond." - Laboratorij za krožne inovacije (Norveška)

- "Začeli smo z majhnimi sredstvi, vendar nam je sodelovanje v lokalnem projektu ponovne uporabe pomagalo razumeti vrednost podatkov in sledenja." - Anketiranec (Italija)
- "Sodelovanje z javnimi akterji je bistvenega pomena. Zagotavljajo infrastrukturo in usklajevanje, ki sta potrebna za razširitev teh prizadevanj." - Združenje NHO (Norveška)

4.4 Tema 4: Praktične izkušnje in povratne informacije o primerih

Ta tema zajema praktično, na uporabnika osredotočeno perspektivo organizacij, ki neposredno uporabljajo orodja in prakse digitalne industrijske simbioze (DIS). Udeleženci razmišljajo o tem, kaj deluje, kaj ne in kaj je potrebno za izboljšanje sprejemanja v resničnem svetu. Namesto razpravljanja o strategijah na visoki ravni ta spoznanja izhajajo iz dejanskih izkušenj z uporabo digitalnih platform, sistemov za sledenje in delovnih postopkov ponovne uporabe materialov.

Ključno vprašanje, ki je bilo izpostavljeno v intervjujih, je **uporabnost**. Številna orodja so tehnično zapletena in zahtevajo napredna digitalna znanja ali predhodne izkušnje s podatkovnimi sistemi. To ustvarja ovire za majhne ali tehnično manj podkovane organizacije, zlasti MSP, ki morda nimajo posebnega osebja za IT ali virov za usposabljanje. Zato **številni anketiranci pozivajo k preprostejšim, bolj intuitivnim platformam** z jasnimi vmesniki in delovnimi tokovi, prilagojenimi nestrokovnjakom.

Usposabljanje in uvajanje sta bistvena elementa za učinkovito izvajanje DIS. Udeleženci izražajo veliko potrebo po **vizualnih navodilih po korakih** in po dostopu do **učenja na podlagi primerov**, kjer resnični primeri kažejo, kako so podobne organizacije sprejele orodja, reševale logistične težave ali vzpostavile delovne tokove za ponovno uporabo. Nekateri anketiranci poudarjajo tudi pomen **usposabljanja za posamezne sektorje**, zlasti za gradbeništvo, kjer se materiali, predpisi in roki zelo razlikujejo.

Stroški ostajajo stalen problem - ne le **finančni stroški uvedbe digitalnih orodij**, temveč tudi **skriti stroški**, povezani s časom, upravljanjem sprememb, usposabljanjem osebja in integracijo sistema. Nekateri intervjuvanci so izrazili razočaranje nad pilotnimi orodji, ki so bila preveč toga, slabo dokumentirana ali niso prinesla merljivih koristi.

Ta tema vključuje tudi povratne informacije o **integraciji delovnega procesa** - potrebo, da se orodja DIS nemoteno vključijo v obstoječe načrtovanje in delovanje. Samostojne aplikacije ali platforme, ki niso povezane s sistemi za nabavo, načrtovanjem logistike ali zalogami materiala, se pogosto dojemajo bolj kot breme kot rešitev.

Na splošno tema poudarja pomen **oblikovanja orodij DIS z vidika uporabnika** in zagotavljanja njihove dejanske vrednosti v vsakodnevni praksi - ne le v teoriji. Glasovi v tej temi nas opozarjajo, da **je uspešna digitalna preobrazba povezana tako z ljudmi in procesi kot s tehnologijo**.

Glavne ključne besede (kode):

- uporabnost, orodja, usposabljanje, stroški, korak za korakom, učenje, resnični primeri, potek dela, uporabniška izkušnja, ovire

Ilustrativni citati:

- "Potrebujemo osnovno gradivo za usposabljanje. Korak za korakom, najbolj vizualno." - MSP (anketa)
- "Uporabnost orodja je treba izboljšati. Zdaj zahteva preveč tehničnega znanja." - Norveški anketiranec
- "Poskusili smo z nadzorno ploščo za ponovno uporabo, vendar se ni povezala z našim sistemom javnih naročil, zato smo jo opustili." - Gradbeno podjetje (anketa)
- "Stroški niso povezani samo z licencami, temveč tudi s časom za usposabljanje naših ljudi in usklajitvijo z našim notranjim delovnim procesom." - Koordinator za ponovno uporabo (Norveška)
- "Najbolj koristno je bilo videti, kaj je naredilo drugo MSP. Praktični primeri so zelo pomembni." - Italijansko MSP, ki je sodelovalo v raziskavi

4.5 Tema 5: Platforme in oblikovanje ekosistemov

Ta tema se osredotoča na **osrednjo vlogo digitalnih platform kot spodbujevalcev industrijske simbioze**, pri čemer poudarja pomen razmišljanja na sistemski ravni, povezovanja in dostopnosti. Udeleženci so dosledno opisovali platforme kot **hrbtenico krožnega sodelovanja**, ki omogoča vidnost, usklajevanje in sledenje materialov za ponovno uporabo med različnimi akterji in lokacijami.

Ključno spoznanje je, da platforme niso cenjene le zaradi **povezovanja ponudbe in povpraševanja** (matchmaking), temveč tudi zaradi podpore **zaupanju in preglednosti** pri transakcijah ponovne uporabe. Intervjuvanci so poudarili, da morajo platforme vključevati funkcije za **dokumentiranje materialov, sledljivost izvora in nadzor kakovosti**, zlasti v sektorjih, kot je gradbeništvo, kjer sta skladnost in varnost najpomembnejša.

Anketiranci se zavzemajo za platforme, ki presegajo osnovne podatkovne zbirke - fiste, ki vključujejo priporočila, podprta z umetno inteligenco, nadzorne plošče za odločanje in orodja za analizo življenjskega cikla. To odraža premik od pasivnih skladišč k interaktivnim, inteligentnim ekosistemom, ki lahko olajšajo sodelovanje in optimizacijo v realnem času.

Interoperabilnost se je izkazala za ključno potrebo. Številni udeleženci so opozorili, da **se** morajo platforme **povezati z drugimi sistemi**, zlasti z informacijskimi sistemi za načrtovanje in gradnjo (npr. BIM), orodji za javna naročila in javnimi podatkovnimi registri. Brez takšnega povezovanja obstaja tveganje, da se tudi dobro zasnovane platforme ne bodo uporabljale v zadostni meri ali se bodo podvajale.

Druga ponavljajoča se ideja je poziv k **javnim ali poljavnim modelom platform, ki jih** podpirajo vlada, industrijski grozdi ali konzorciji. Te platforme veljajo za ključno infrastrukturo za krožno gospodarstvo - podobno kot ceste ali energetska omrežja - in

jih je treba upravljati na načine, ki zagotavljajo **odprt dostop, standardizacijo podatkov in dolgoročno vzdrževanje**.

Udeleženci so poudarili tudi pomen oblikovanja ekosistemov in ne le orodij. To vključuje obravnavo **pravnega, finančnega in operativnega okolja, ki** obkroža platformo, ter zagotavljanje, da so spodbude, predpisi in podporne strukture za uporabnike usklajeni s cilji platforme.

Na splošno ta tema poudarja idejo, da **so platforme več kot le tehnične rešitve - so institucionalna in relacijska infrastruktura**, ki lahko omogoči ali ovira uspeh digitalne industrijske simbioze.

Glavne ključne besede (kode):

- platforma, ekosistem, sledenje, usklajevanje, integracija, sodelovanje, spremljanje, preglednost, sistemi ponovne uporabe, dostop

Ilustrativni citati:

- "Platforme morajo biti javne in povezane s sistemi načrtovanja, kot je BIM." - FutureBuilt (Norveška)
- "Uporabljamo platforme z orodji za sledenje in umetno inteligenco za optimizacijo logistike ponovne uporabe." - Sirken (Norveška)
- "Ekosistem je pomemben. Platforma je le orodje, če je ne podpira celoten sistem." - Združenje NHO (Norveška)
- "Potrebujemo eno vstopno točko, ne pa pet različnih platform za ponovno uporabo, ki se med seboj ne povezujejo." - Anketiranec (Poljska)
- "Dostop do zanesljivih podatkov o ponovni uporabi je ključnega pomena. Brez zaupanja v podatke nihče ne bo uporabljal platforme." - Razvijalec digitalne platforme (anketa)

4.6 Tema 6: Popolna digitalna integracija in avtomatizacija

Ta tema predstavlja **tehnološko najnaprednejšo vizijo** digitalne industrijske simbioze (DIS), ki so jo izrazili udeleženci. Osredotoča se na **uporabo najsodobnejših digitalnih tehnologij** - kot so umetna inteligenca, senzorji, digitalni dvojčki in nadzorne plošče v realnem času - za **avtomatizacijo in optimizacijo materialnih tokov, logistike in procesov ponovne uporabe v** velikem obsegu.

Anketiranci, ki se ukvarjajo s to temo, DIS ne opisujejo kot ročni ali poldigitalni proces, temveč kot **popolnoma integriran sistem, ki temelji na podatkih**. V tem sistemu je mogoče materiale neprekinjeno spremljati od razgradnje do ponovne uporabe, odločitve so podprte z inteligentnimi algoritmi, **človeški prispevek pa je osredotočen na strateški nadzor in ne na operativne podrobnosti**.

Več organizacij že razvija ali preizkuša **platforme s podporo umetne inteligence**, ki lahko uskladijo ponudbo in povpraševanje, predvidijo možnosti ponovne uporabe, predlagajo logistične poti in označijo priložnosti za krožno posredovanje. Ta orodja so



pohvaljena zaradi povečanja **učinkovitosti, odzivnosti in kakovosti odločitev**, zlasti v okoljih z velikim obsegom ali hitrim tempom, kot sta gradbeništvo ali proizvodnja.

Del ekosistema DIS postajajo tudi **senzorji in tehnologije interneta stvari**. Nekateri udeleženci so omenili prizadevanja za opremljanje materialov ali sestavnih delov s **kodami QR ali oznakami RFID**, kar bi omogočilo njihovo identifikacijo, beleženje in samodejno sledenje med razstavljanjem, prevozom in ponovno uporabo. Ko je ta infrastruktura povezana s sistemi v oblaku ali nadzornimi ploščami, omogoča **spremljanje zalog, razpoložljivosti in tokov v realnem času**.

Najbolj vizionarski primeri se nanašajo na uporabo **digitalnih dvojčkov** - virtualnih replik stavb ali materialov, ki se dinamično posodablja. Ti sistemi omogočajo simulacijo scenarijev ponovne uporabe, povezovanje s podatki o načrtovanju in napovedovanje vplivov, s čimer se DIS premakne na področje **napovednega odločanja, ki temelji na scenarijih**.

Skalabilnost je ponavljajoča se tema. Udeleženci ugotavljajo, da brez avtomatizacije in digitalne integracije DIS ostaja delovno intenzivna in jo je težko razširiti. Želja je preiti od razdrobljenih pilotnih projektov k **avtomatiziranim, sistemskim infrastrukturam za ponovno uporabo**, ki so vključene v regionalne ali nacionalne krožne strategije.

Vendar pa se pri tej temi pojavljajo tudi pomisleki **glede upravljanja podatkov, standardizacije in tehničnega dostopa**. Čeprav tehnologija obstaja, mnoge organizacije še vedno nimajo zmogljivosti ali proračuna za izvajanje teh orodij. Zato se popolna digitalna integracija obravnava kot cilj, za katerega si je treba prizadevati - cilj, ki zahteva skupne naložbe, uskladitev politik in odprte standarde.

Glavne ključne besede (kode):

- avtomatizacija, umetna inteligenca, senzorji, digitalni dvojček, nadzorne plošče, realni čas, skalabilnost, izmenjava podatkov, optimizacija, integracija

Ilustrativni citati:

- "Razvijamo nadzorno ploščo za digitalno povezovanje zalog in logistike." - Sirkulær Ressurssentral (Norveška)
- "Orodja umetne inteligence nam pomagajo prepoznati priložnosti za ponovno uporabo, ki bi jih sicer spregledali." - Sirken (Norveška)
- "Upamo, da bomo v prihodnosti z našo platformo povezali senzorje, da bomo lahko spremljali pretok materiala v realnem času." - Razvijalec platforme za ponovno uporabo (anketa)
- "Digitalni dvojčki nam omogočajo testiranje scenarijev ponovne uporabe, še preden je kar koli zgrajeno - to spremeni vse." - Asplan Viak (Norveška)
- "Avtomatizacija je edini način za razširitev ponovne uporabe brez velikega povečanja števila zaposlenih ali časa." - Strokovnjak za krožno gradnjo (Norveška)

5 Odgovori na raziskovalna vprašanja

5.1 RQ1: Kakšna je trenutna raven ozaveščenosti in razumevanja digitalne industrijske simbioze (DIS) med MSP in institucijami?

Analiza razkriva, da se zavedanje in razumevanje digitalne industrijske simbioze (DIS) povečujeta, vendar ostajata neenakomerna in razdrobljena po vrstah organizacij in regijah. Med 16 anketiranimi subjekti se je pokazala jasna razlika med institucijami, ki aktivno preizkušajo orodja DIS, in tistimi, ki tega koncepta še ne poznajo.

Številni udeleženci - zlasti tisti iz velikih svetovalnih podjetij in specializiranih platform za ponovno uporabo - **so pokazali globoko razumevanje koncepta DIS in njegovega praktičnega izvajanja**. Predstavnik podjetja Asplan Viak (Norveška) je na primer opozoril: "Uporabljamo platforme in simulacije za upravljanje ponovne uporabe v gradbeništvu - vendar številna mala in srednja podjetja ne vidijo, kako jim lahko digitalna orodja pomagajo." To kaže na digitalni razkorak ne le pri uporabi orodij, temveč tudi pri konceptualnem razumevanju tega, kaj pomeni DIS.

Na drugi strani pa je več MSP izrazilo, da čeprav se ukvarjajo s ponovno uporabo ali krožnimi praksami, **ne poznajo izraza IS ali njegovih digitalnih komponent (DIS)**. Kot je pojasnil en anketiranec iz Poljske: "Izraza nisem poznal, vendar si že zdaj prizadevamo za ponovno uporabo ostankov z drugimi podjetji - le da tega ne imenujemo tako." To nakazuje, da se ustrezne dejavnosti izvajajo, vendar pogosto zunaj besednjaka DIS ali brez digitalnega usklajevanja.

Drugo MSP iz Slovenije je to **delno razumevanje** odražalo z besedami: "Ideja je zelo koristna, vendar je naše razumevanje še vedno omejeno - zlasti na digitalnem področju." Ta komentar ponazarja širši vzorec: DIS se pogosto dojema kot abstrakten ali tehničen koncept, mnoge manjše organizacije pa niso dovolj izpostavljene ali nimajo dovolj zmogljivosti za raziskovanje njegovih strateških koristi.

Poleg tega **zavedanje oblikujeta zaznana pomembnost in institucionalni pritisk**. Eno od MSP je zapisalo: "Krožnost šele začnemo raziskovati. DIS se sliši zanimivo, vendar potrebujemo več konkretnih smernic." Podobno je predstavnik združenja NHO (Norveška) poudaril, da "če bi vlada to zahtevala, bi bilo več ljudi pozornih. Zdaj je še vedno prostovoljna in mnogi ne vidijo nujnosti."

V intervjujih je bilo ugotovljeno, da **je ideja o digitalni simbiozi očitno odprta in zanimiva**, zlasti med tistimi, ki že delajo na trajnostnih ciljih ali projektih javnih naročil. Vendar pa je prehod od osnovnega zavedanja do ozaveščenega sodelovanja za mnoge še vedno v zgodnji fazi. Ovire vključujejo konceptualno nejasnost, pomanjkanje izpostavljenosti funkcionalnim orodjem ter omejeno razumevanje vloge povezovanja podatkov in platform pri omogočanju izmenjave materialov.

5.2 RQ2: Katere koristi in priložnosti udeleženci povezujejo z izvajanjem rešitev digitalne industrijske simbioze?

Udeleženci so v intervjujih opredelili številne oprijemljive in strateške koristi, povezane z izvajanjem digitalne industrijske simbioze (DIS). Te koristi zajemajo stroškovno učinkovitost, trajnost, optimizacijo poslovanja in inovacije. Čeprav se poudarki razlikujejo glede na vrsto organizacije in stopnjo digitalne zrelosti, je splošni ton optimističen glede dolgoročne vrednosti uvedbe rešitev DIS.

Ena od najpogostejše omenjenih koristi je **zmanjšanje stroškov** - z zmanjšanjem količine odpadkov in učinkovitejšim izkoriščanjem virov. Predstavniki poljskega MSP je pojasnil: "Prihranimo denar s ponovno uporabo ostankov materialov iz prejšnjih projektov. Z boljšimi orodji za načrtovanje bi lahko šli še dlje." Podobno anketiranci poudarjajo, kako lahko orodja za sledenje in napovedovanje materialov zmanjšajo prekomerno naročanje in odpadke v fazah nabave in gradnje.

Več intervjuvancev je poudarilo pomen **preglednosti in predvidljivosti** postopkov DIS. Na primer, zainteresirana stran iz podjetja Sirken (Norveška) je opisala, kako nam "orodja umetne inteligence pomagajo prepoznati priložnosti za ponovno uporabo, ki bi jih sicer spregledali". Zmožnost digitalnega kartiranja materialov in napovedovanja možnosti ponovne uporabe podpira na podatkih temelječe odločanje, kar ne le izboljšuje učinkovitost, temveč tudi gradi zaupanje med deležniki v skupnih vrednostnih verigah.

Optimizacija logistike je še eno ključno področje priložnosti. Eden od udeležencev je dejal: "Digitalno načrtovanje nam omogoča, da logistiko ponovne uporabe uskladimo s proizvodnimi načrti, kar prihrani čas in emisije." To se ujema s širšim stališčem, da lahko orodja DIS omogočajo vitkejšje in bolj trajnostno poslovanje, zlasti v povezavi z geolokacijo in dovajanjem podatkov v realnem času.

S strateškega vidika udeleženci DIS povezujejo z **novimi poslovnimi modeli in inovacijami na področju storitev**. Anketiranec iz krožnega MSP je izjavil: "Raziskujemo načine, kako ponovno razmisliti o uporabi ostankov za ustvarjanje novih storitev." Drugi vidijo potencial v digitalnih tržnicah, mrežah ponovne uporabe in svetovanju na področju krožnega oblikovanja, kjer se vrednost ne ustvarja s prodajo materialov, temveč z organiziranjem in optimizacijo tokov.

Poleg tega je sistem DIS povezan z zmogljivostmi simulacije, ki podpirajo **proaktivno načrtovanje in testiranje scenarijev**. Kot je dejal eden od slovenskih MSP: "Digitalna orodja omogočajo simulacijo in napovedovanje. To prihrani čas in podpira boljše odločitve." Ta orodja so še posebej dragocena pri zapletenih gradbenih projektih, kjer je treba krožne možnosti pretehtati glede na proračunske in časovne omejitve.

Iz intervjujev je razvidna tudi vse večja **usklajenost med cilji DIS in organizacijskega preoblikovanja**. Za nekatere je DIS več kot le orodje - je del njihove identitete. "Na DIS gledamo kot na strateško priložnost - ne le za skladnost, temveč tudi za inovacije in konkurenčnost," je pojasnil predstavnik podjetja FutureBuilt (Norveška).

Če povzamemo, udeleženci DIS povezujejo z edinstvenim združevanjem okoljske, gospodarske in tehnološke vrednosti. Organizacijam omogoča doseganje trajnostnih ciljev, zmanjšanje stroškov, sprostitev ustvarjalnih možnosti ponovne uporabe in krepitev medsektorskega sodelovanja. Čeprav so nekatere koristi že uresničene, mnogi vidijo še večji potencial, saj orodja dozorevajo, ekosistemi pa se razvijajo.

5.3 RQ3: Katere ovire ali izzivi ovirajo sprejetje praks digitalne industrijske simbioze v MSP?

Čeprav digitalna industrijska simbioza (DIS) veliko obeta, je njena uporaba še vedno omejena, zlasti med malimi in srednje velikimi podjetji (MSP). Intervjuji so razkrili vrsto medsebojno povezanih izzivov, ki zajemajo regulativne vrzeli, finančne omejitve, tehnično zapletenost in sistemsko razdrobljenost.

Ena od najpogostejše navajanih ovir je **pomanjkanje predpisov ali pravnih pooblastil za ponovno uporabo in digitalno usklajevanje**. Brez izvršljivih politik ali pravil o krožnih naročilih številna MSP še vedno nerada vlagajo v orodja ali delovne tokove, usmerjene v ponovno uporabo. Kot je zapisal eden od vprašanih iz podjetja Asplan Viak (Norveška): "Mandat za ponovno uporabo še ne obstaja. Brez njega številni akterji niso pripravljeni sodelovati." To mnenje odraža širšo zaskrbljenost, da prostovoljno sprejetje nima zagona, če ni gonilnih sil politike.

Finančne omejitve so še ena velika ovira - tako v smislu začetnih stroškov kot zaznane donosnosti naložbe. Norveško MSP je pojasnilo: "Želimo preizkusiti nove digitalne rešitve, vendar je težko upravičiti stroške, če prihranki niso zagotovljeni." Za mnoga manjša podjetja je tveganje za uvedbo neznanih in zapletenih tehnologij brez jasnih ekonomskih donosov preveliko.

Ponavljajoča se težava je bila tudi **zapletenost in uporabnost sedanjih orodij**. Več udeležencev je povedalo, da razpoložljive platforme niso uporabniku prijazne in zahtevajo tehnično znanje, ki ga MSP pogosto nimajo. Kot je dejal eden od anketirancev: "Uporabnost orodij je treba izboljšati. Zdaj zahteva preveč tehničnega znanja." Odsotnost poenostavljenega uvajanja, intuitivne zasnove in MSP prijazne dokumentacije odvrča od širše uporabe.

Druga pomembna ovira je **pomanjkanje standardiziranih oblik podatkov in sistemov razvrščanja**, kar otežuje izmenjavo, primerjavo ali usklajevanje možnosti ponovne uporabe na različnih platformah. Udeleženec iz organizacije Resirqel (Norveška) je izjavil: "Kakovost podatkov na obstoječih platformah je zelo nedosledna, kar vpliva na načrtovanje." To pomanjkanje zaupanja v digitalne popise - bodisi zaradi zastarelih vnosov, manjkajočih specifikacij materialov ali neusklajenosti formatov - omejuje učinkovitost orodij DIS.

Poleg tega je veliko delovnih postopkov ponovne uporabe še vedno ročnih in ločenih, kar povzroča **visoke stroške usklajevanja**. Koordinator ponovne uporabe iz Norveške je povedal: "Logistika je velika ovira. Usklajevanje ponovne uporabe na več lokacijah je brez ustrezne digitalne podpore zamudno." Zaradi teh operativnih trenj je težko

povečati prizadevanja za ponovno uporabo, zlasti kadar je treba materiale pred ponovno uporabo prevažati, skladiščiti ali spreminjati.

Ne nazadnje je več anketirancev izpostavilo **razdrobljenost sistemov in akterjev** ter opozorilo, da nepovezana orodja in konkurenčne pobude za ponovno uporabo uporabnike pogosto zmedejo, namesto da bi jim pomagale. Kot je dejal poljski anketiranec: "Potrebujemo eno vstopno točko, ne pa pet različnih platform za ponovno uporabo, ki se med seboj ne pogovarjajo."

Čeprav zanimanje za DIS narašča, sistemske ovire še vedno preprečujejo široko uporabo, zlasti v MSP. Za premagovanje teh izzivov bo potrebna kombinacija usklajevanja politik, finančnih spodbud, standardizacije platform in razvoja orodij, osredotočenih na uporabnika, ki bodo temeljili na posebnih potrebah in omejitvah manjših akterjev.

5.4 RQ4: Katere vrste usposabljanja ali podpore potrebujejo udeleženci za učinkovito sodelovanje z rešitvami DIS?

Ena od najbolj jasnih in doslednih ugotovitev iz intervjujev je, da sta učinkovito usposabljanje in podpora bistvena pogoja za vključevanje MSP in institucij v digitalno industrijsko simbiozo (DIS). Udeleženci so na vseh področjih izrazili močno željo po praktičnem, dostopnem in kontekstualnem usposabljanju, prilagojenem njihovim obstoječim zmogljivostim in vsakdanjim delovnim procesom.

Ponavljajoča se zahteva po **osnovnih, vizualnih in postopnih virih za usposabljanje**. Ti bi uporabnikom - zlasti tistim v manjših organizacijah - pomagali razumeti ne le, kako uporabljati digitalna orodja, temveč tudi, zakaj so pomembna. Kot je zapisal eden od anketirancev iz MSP: "Potrebujemo osnovno gradivo za usposabljanje. Korak za korakom, po možnosti vizualna." Ta želja odraža dejstvo, da številni uporabniki, ki sodelujejo z DIS, niso strokovnjaki IT, temveč tehnično osebje ali vodje z omejeno digitalno pismenostjo.

Poleg uporabnosti udeleženci iščejo tudi **usposabljanje, ki se osredotoča na poslovne primere in primere iz resničnega sveta**, ne le na tehnične priročnike. Več anketirancev je dejalo, da bi bili bolj pripravljeni sprejeti digitalne rešitve, če bi lahko videli, kako so to uspešno storili drugi. Eden od udeležencev iz Italije je poudaril: "Najbolj koristno je bilo videti, kaj je naredilo drugo MSP. Praktični primeri pomenijo veliko razliko." To kaže na pomen vzajemnega učenja, prikazov na primerih in pripovedovanja zgodb v oblikah usposabljanja.

Druga pomembna tema je **potreba po smernicah za posamezne sektorje**, zlasti v gradbeništvu in proizvodnji, kjer se vrste materialov, predpisi in delovni postopki razlikujejo. Anketiranec iz Norveške je povedal: "Usposabljanje bi moralo biti prilagojeno naši panogi. Zdaj je preveč splošno in ne odraža, kako stvari delujejo na terenu." To poudarja pomen kontekstualizacije izobraževanja o DIS v realnih operativnih okoljih.

Udeleženci pozivajo tudi k **usposabljanju o širšem sistemu, ne le o vmesnikih orodij**. To vključuje učenje, kako razlagati podatke, povezati načrtovanje ponovne uporabe z informacijskim modeliranjem stavb (BIM), krmariti pravne in regulativne okvire ter se usklajevati z več akterji v simbiozni mreži. Kot je dejal eden od udeležencev raziskave: "Razumeti moramo celoten sistem - ne le orodja, temveč tudi pravila, partnerje in procese."

Na koncu so intervjuvanci poudarili vlogo **javnih institucij, trgovinskih združenj in raziskovalnih organizacij kot spodbujevalcev prenosa znanja**. Stalna podpora - prek telefonskih linij za pomoč, informacijskih centrov, kompletov orodij ali regionalnih delavnic - se zdi ključna za krepitev zmogljivosti, zlasti na področjih, kjer se digitalno ali krožno strokovno znanje še oblikuje.

Če povzamemo, udeleženci ne zahtevajo več orodij, ampak boljše načine za razumevanje in uporabo teh orodij na smiseln in obvladljiv način. Učinkovito usposabljanje za DIS mora biti preprosto, a strateško, dostopno, a ambiciozno in vedno utemeljeno na realnosti uporabnikov in sektorjev, ki so v prvih vrstah krožne preobrazbe.

5.5 RQ5: Kako udeleženci vidijo vlogo digitalnih platform pri spodbujanju krožnega sodelovanja in izmenjave virov?

Udeleženci iz vseh sektorjev in držav so vztrajno poudarjali, da so digitalne platforme osrednjega pomena za omogočanje učinkovite digitalne industrijske simbioze (DIS). Platforme še zdaleč niso obravnavane kot neobvezna orodja, temveč kot temelj za prepoznavnost, usklajevanje in sodelovanje v krožnih sistemih.

Anketiranci so izpostavili več ključnih funkcij digitalnih platform: **sledenje ponovni uporabi, povezovanje materialov in spremljanje učinka**. Te zmogljivosti so bistvene za uresničitev krožnih ambicij. Kot je pojasnil predstavnik podjetja Sirken (Norveška): "Uporabljamo platforme z orodji za sledenje in umetno inteligenco za optimizacijo logistike ponovne uporabe." Z avtomatizacijo prepoznavanja razpoložljivih materialov in njihovega povezovanja s potencialnimi uporabniki takšne platforme zmanjšujejo stroške transakcij ter omogočajo hitrejša in pametnejša sprejemanja odločitev.

Udeleženci so tudi poudarili, da platforme ne smejo delovati izolirano. Močno **se poziva k integraciji z obstoječimi sistemi načrtovanja in upravljanja**, zlasti v gradbeništvu. Na primer, udeleženec iz organizacije FutureBuilt (Norveška) je izjavil: "Platforme morajo biti javne in povezane s sistemi načrtovanja, kot je BIM." Ta integracija se zdi ključna za vključitev razmišljanja o ponovni uporabi v ključne delovne postopke, kot so načrtovanje projekta, javna naročila in izdajanje dovoljenj.

Udeleženci so bili večkrat zaskrbljeni zaradi **razdrobljenosti sedanjih platform za ponovno uporabo**. Mnogi so opozorili, da naraščajoče število orodij - pogosto razvitih za posamezne projekte ali regije - povzroča zmedo in neučinkovitost. Poljsko MSP je povedalo: "Potrebujemo eno vstopno točko, ne pa pet različnih platform za ponovno uporabo, ki se med seboj ne pogovarjajo." To poudarja potrebo po interoperabilnosti

in usklajevanju med sistemi, v idealnem primeru na podlagi skupnih standardov ali javnega upravljanja.

Ključni temi sta bili tudi zaupanje in preglednost. Udeleženci so poudarili, da morajo platforme za delovanje kot ekosistemi ponujati zanesljive podatke, jasno dokumentacijo in odprt dostop. Eden od razvijalcev je dejal: "Dostop do zanesljivih podatkov o ponovni uporabi je ključnega pomena. Brez zaupanja v podatke nihče ne bo uporabljal platforme." Drugi so predlagali, da imajo javne ali poljavne platforme, ki jih podpirajo vlade ali industrijska združenja, večjo verjetnost, da se bodo uveljavile med skupinami uporabnikov.

Drugo pomembno spoznanje je, da **morajo platforme podpirati gradnjo ekosistema, ne le transakcij.** Anketiranec iz združenja NHO (Norveška) je dejal: "Ekosistem je pomemben. Platforma je le orodje, če je ne podpira celoten sistem." To odraža stališče, da morajo biti platforme vključene v pravne okvire, spodbujevalne strukture, mreže uporabnikov in institucionalne podpirne sisteme, da bi dosegle dejanski krožni učinek.

Udeleženci na platforme ne gledajo le kot na pripomočke za ponovno digitalno uporabo, temveč tudi kot na strukturno infrastrukturo za industrijsko sodelovanje. Za uspeh morajo biti platforme integrirane, interoperabilne, zaupanja vredne ter zasnovane ob upoštevanju potreb uporabnikov in dinamike ekosistema.

5.6 RQ6: Katera politična priporočila ali systemske spremembe udeleženci predlagajo za spodbujanje DIS na lokalni ali regionalni ravni?

Udeleženci so podali številna konkretna in izvedljiva politična priporočila za odpravo strukturnih ovir in pospešitev uvajanja digitalne industrijske simbioze (DIS). Njihovi predlogi zajemajo regulativne pristojnosti, gospodarske spodbude, digitalno infrastrukturo in reforme upravljanja ter odražajo globoko zavedanje, da so potrebne systemske spremembe, da bi DIS presegla okvire posameznih pilotnih projektov.

Osrednje priporočilo je **uvredba zakonskih zahtev za ponovno uporabo ali kvot**, zlasti v sektorjih, kot je gradbeništvo, kjer je potencial ponovne uporabe velik, vendar premalo izkoriščen. Več udeležencev je poudarilo, da **so prostovoljni pristopi nezadostni**. Kot je opozoril eden od intervjuvancev iz podjetja Asplan Viak (Norveška): "Mandat za ponovno uporabo še ne obstaja. Brez njega številni akterji niso pripravljeni sodelovati." Določitev minimalnih odstotkov ponovne uporabe v gradbenih predpisih ali na javnih razpisih je veljala za močan vzvod za spodbujanje sprejemanja.

Udeleženci so pozvali tudi k **razvoju nacionalnih ali regionalnih logističnih sistemov**, ki bi lahko podpirali operativno plat DIS. Ti sistemi bi vključevali skupni prevoz, skladiščenje in usklajevanje povratne dobavne verige, zlasti za obsežne ali pokvarljive materiale. Predstavnik podjetja Sirkulær Ressurssentral je predlagal: "Potrebujemo nacionalne sisteme, ki lahko usklajujejo logistiko in zagotavljajo, da materiali ne bodo

šli v nič samo zato, ker jih nihče ne more pobrati." Ti sistemi bi pomagali premostiti vrzel med razpoložljivostjo materialov in možnostjo ponovne uporabe.

Drugo prednostno področje je **standardizacija dokumentacije za ponovno digitalno uporabo**, vključno s **taksonomijami za gradivo**, **zahtevami za metapodatke** in **integracijskimi protokoli za platforme**. Pomanjkanje dosledne klasifikacije je bilo ocenjeno kot glavna ovira za razširjanje DIS. Kot je pojasnil eden od razvijalcev platforme: "Ponovne uporabe ne moremo razširiti, če vsak akter za isto gradivo uporablja drugačno ime ali format." Udeleženci so oblikovalce politik pozvali, naj vzpostavijo odprte podatkovne standarde, ki jih bodo soustvarjali skupaj z industrijo in občinami.

Finančne spodbude so bile še eno ponavljajoče se priporočilo. Anketiranci so pozvali k nepovratnim sredstvom, subvencijam in davčnim olajšavam za podporo krožnim poslovnim modelom in digitalnim naložbam. Te spodbude bi zmanjšale začetno tveganje za MSP in spodbudile širšo udeležbo. Eden od vprašanih MSP je izjavil: "Če bi imeli na voljo finančna sredstva za sprejetje orodij in usposabljanje, bi veliko hitreje napredovali."

Davčna politika je bila presenetljiva, a zelo pomembna tema. Več anketirancev je poudarilo, da sedanji davčni okviri kaznujejo ponovno uporabo - na primer z obdavčitvijo ponovno uporabljenih materialov, kot da bi bili novi, ali z uporabo celotnega DDV za sekundarne komponente. Kot je pojasnil eden od intervjuvancev: "Potrebujemo davčno reformo, da bo ponovna uporaba ekonomsko upravičena - ponovna uporaba ne sme biti dražja od nakupa novega."

Na koncu so udeleženci poudarili vlogo **javnih naročil in vladnega vodstva**. Obvezne krožne in digitalne zahteve pri javnih projektih bi bile močan tržni signal. Predstavniki združenja NHO (Norveška) je opozoril: "Javni naročniki bi morali dajati zgled. Če bodo občine zahtevale ponovno uporabo in DIS, jim bo sledil tudi preostali trg."

Na koncu so udeleženci pozvali k večplastnemu političnemu pristopu v podporo DIS, ki bi združeval regulativno jasnost, gospodarske spodbude, naložbe v digitalno infrastrukturo in reformo strateških javnih naročil. Te sistemske spremembe ne bi le zmanjšale sedanjih ovir, temveč bi tudi ustvarile stabilne tržne pogoje za razcvet krožnih inovacij.

6 Razprava

Ugotovitve te tematske analize zagotavljajo močno empirično podporo in razširitev teoretičnih konceptov, opisanih v poročilu o namizni raziskavi (februar 2025). Poudarjajo, da prehod z linearnih na krožne proizvodne modele ni zgolj tehnološki izziv, temveč v osnovi družbeno-organizacijska preobrazba. Digitalna industrijska simbioza (DIS) se kaže kot ključni spodbujevalec tega prehoda - ponuja orodja, platforme in mehanizme usklajevanja, ki omogočajo, da je krožno sodelovanje merljivo, obvladljivo in razširljivo.

V intervjujih se ponavlja tema, da platforme DIS služijo kot "mejni objekti", kot je opisano v literaturi, ki premoščajo vrzeli med različnimi akterji, kot so občine, MSP, industrijske mreže in ponudniki digitalnih storitev. Te platforme posredujejo zaupanje, preglednost in operativno usklajenost ter deležnikom omogočajo vizualizacijo tokov virov, usklajevanje prizadevanj za ponovno uporabo ter spremljanje okoljskih in gospodarskih učinkov. Vendar pa intervjuji potrjujejo tudi, da takšne platforme ne morejo biti uspešne same po sebi - odvisne so od skupnih taksonomij, pravne jasnosti in institucionalne podpore, s čimer se ponavlja misel Baasa in Boonsa (2004), da je uspešna industrijska simbioza povezana tako z družbenimi normami in strukturami upravljanja kot s fizičnimi izmenjavami.

Še eno spoznanje, ki ga potrjujejo podatki, je postopna narava zrelosti DIS, kot je bilo predlagano v poročilu o namizni raziskavi. Nekateri akterji ostajajo v zgodnjih eksperimentalnih fazah - izvajajo neformalne, ad hoc prakse ponovne uporabe brez digitalnega usklajevanja - medtem ko drugi vstopajo v fazo ekosistema s platformo, kjer njihovo delovanje opredeljujejo sledenje v realnem času, usklajevanje z umetno inteligenco in integracija BIM. Ta stopenjski razvoj nakazuje, da morajo biti načini izvajanja DIS prožni, prilagodljivi in odzivni na sektorske in regionalne okoliščine.

Pomembno je, da intervjuji razkrivajo trajne vrzeli med možnostmi in prakso. Kljub vse večjemu navdušenju številna MSP še vedno nimajo dovolj digitalne pismenosti, finančnih sredstev ali regulativnih spodbud, da bi se v celoti vključila v DIS. To odraža dvoplastno asimetrijo: med tehnološkim potencialom DIS in dejanskimi institucionalnimi zmogljivostmi ter med sektorji ali regijami, ki zgodaj sprejmejo DIS, in tistimi, ki zaostajajo. Te vrzeli niso le tehnične, temveč so strukturno zasidrane v sedanjih sistemih politike, gospodarstva in usposabljanja.

Ena od najbolj presenetljivih ugotovitev je odsotnost doslednih mehanizmov vrednotenja ponovno uporabljenih materialov, kar je bilo poudarjeno tudi v poročilu o namizni raziskavi. Brez jasnih standardov za določanje cen, ocenjevanje in certificiranje ponovno uporabljenih materialov - zlasti v primerjavi z novimi materiali - je gospodarska utemeljitev ponovne uporabe še vedno krhka. To odvrča od naložb in povzroča, da so krožne prakse občutljive na nihanja tržnih pogojev.

Poleg tega empirični podatki širijo idejo o platformah kot infrastrukturi, ki je na kratko obravnavana v teoretični literaturi. Udeleženci predlagajo, da platform DIS ne bi smeli obravnavati in upravljati kot zasebna orodja, temveč kot javno ali poljavno digitalno infrastrukturo, podobno cestam, energetskim omrežjem ali sistemom za spremljanje okolja. Ta rekonceptualizacija bi imela pomembne posledice za zasnovo platform, modele financiranja, pravila dostopa in okvire upravljanja.

In končno, intervjuji so prispevali k raznovrstnemu razumevanju posredovanja in motivacije pri sprejemanju DIS. Medtem ko nekatere organizacije vodi skladnost ali finančna logika, druge motivirajo etični, okoljski ali ugledni vidiki. To potrjuje, da je vključevanje v DIS večplastno motivirano in kulturno zakoreninjeno, zato so potrebne komunikacijske strategije, ki govorijo o več kot le ekonomski vrednosti.



Ta razprava kaže, da ima digitalna industrijska simbioza ogromen transformativni potencial, vendar je njegovo uresničevanje odvisno od integriranih strategij, ki vključujejo tehnične, regulativne, institucionalne in kulturne razsežnosti. Vpogledi, ki so predstavljeni tukaj, ponujajo trdno empirično podlago za oblikovanje takšnih strategij.

7 Sklepi, omejitve in prihodnje raziskave

Digitalna industrijska simbioza prinaša znatne koristi v smislu učinkovitosti, inovativnosti in okoljske uspešnosti. Vendar pa je njena uporaba še vedno neenakomerna. Odpraviti je treba sistemske ovire, kot so regulativna negotovost, omejena interoperabilnost in digitalna pismenost. Da bi v celoti izkoristili potencial DIS, so potrebna usklajena prizadevanja javnih organov, zasebnih podjetij in ponudnikov tehnologije.

Ta študija temelji na nenaključnem vzorcu 16 intervjujev in morda ne bo v celoti zajela vseh regionalnih ali sektorskih razlik. Raznolikost jezikov in ročno kodiranje lahko povzroči tudi pristranskost pri razlagi. Kljub tem omejitvam pa ugotovitve nudijo trdno empirično podlago za prihodnje ukrepe.

Prihodnje raziskave bi se morale osredotočiti na testiranje platform DIS v realnih pilotnih okoljih, ocenjevanje gospodarskih učinkov pooblastil za ponovno uporabo in raziskovanje pristopov k oblikovanju digitalnih orodij, osredotočenih na človeka. Poleg tega so potrebne longitudinalne študije za oceno dolgoročnih sprememb v vzorcih industrijskega sodelovanja, ki jih omogoča DIS.

8 Reference

Baas, L. W., & Boons, F. A. (2004). Uvajanje in širjenje industrijske simbioze: raziskovalna študija. *Ecological Economics*, 49(1), 1-13.

Chertow, M. R. (2007). Odkrivanje industrijske simbioze. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11-30.

Paquin, R. L., & Howard-Grenville, J. (2012). Razvoj olajšane industrijske simbioze. *Journal of Industrial Ecology*, 16(1), 83-93.

Digitalna industrijska simbioza: Pregled literature. (2025). Dokumentarno raziskovalno poročilo. Pripravljeno za projekt Erasmus+ (različica: 16.2.2025).



DEL IV: ŠTUDIJE PRIMEROV- PRIMERI INDUSTRIJSKE SIMBIOZE V PRAKSI

1 Od ribiških mrež do mode - kako AquafilSLO izvaja krožno gospodarstvo

Povzetek:

AquafilSLO, del skupine Aquafil Group, je specializiran za zbiranje in predobdelavo odpadnega najlona, ki ga regenerira v visokokakovostno prejo ECONYL®. Z inovativno tehnologijo in strateškimi globalnimi partnerstvi je podjetje ustvarilo vzorčno rešitev za krožno gospodarstvo, ki odpadke spreminja v dragocene izdelke.

Kontekst in izziv:

Najlonski odpadki, vključno z ribiškimi mrežami in preprogami, znatno prispevajo k svetovnemu onesnaževanju. Cilj podjetja AquafilSLO je bil zmanjšati ta vpliv s spreminjanjem odpadkov v vir in s tem zapreti zanko v industriji sintetičnih vlaken.

Rešitev - pristop podjetja AquafilSLO:

Zbiranje odpadkov:

- V obratu AquafilSLO v Ajdovščini v Sloveniji se zbirajo najlonski odpadki z vsega sveta.

Viri vključujejo:

- zapuščene ribiške mreže nevladnih organizacij in obalnih skupnosti (npr. Healthy Seas),
- odpadne preproge proizvajalcev (npr. Interface),
- Industrijski ostanki iz proizvodnih procesov.

Predobdelava:

- V Sloveniji se odpadki mehansko očistijo in sortirajo, da se pripravijo za kemično regeneracijo.

Regeneracija:

- Odpadki se pošljejo v obrate Aquafil v Italiji, kjer jih predelajo v ECONYL® - 100-odstotno regeneriran najlon, ki se uporablja v modi, športnih oblačilih in notranjih prostorih.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Do 90 % zmanjšanje emisij CO ₂ v primerjavi s primarnim najlonom
Ekonomski	Ustvarjanje vrednosti iz odpadkov, globalna partnerstva blagovnih znamk
Družabni	Sodelovanje z lokalnimi skupnostmi in nevladnimi organizacijami

Ključne učne točke:

- Tehnološke inovacije in sodelovanje so ključnega pomena za krožne sisteme.
- Odpadki postanejo dragocen prispevek, če se jih lotimo strateško.
- Krožni poslovni modeli lahko spodbujajo trajnost in dobičkonosnost.

Vprašanja za razpravo:

1. Kateri so ključni dejavniki uspeha modela AquafilSLO?
2. Kako zunanje sodelovanje povečuje trajnost?
3. Ali bi ta model lahko ponovili v drugih panogah?

Viri:

- AquafilSLO: <https://www.aquafil.com/locations/aquafil-slo-ajdovscina/>
- Zdrava morja: <https://www.healthyseas.org/>
- Projekt SYMBI Interreg: https://projects2014-2020.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/library/file_1583136065.pdf

2 Od steklenic do stolov - Donarjeva strategija trajnostnega oblikovanja

Povzetek:

Slovenski proizvajalec pohištva Donar iz recikliranega PET in poliestrskega filca izdeluje nagrajeno pohištvo. S sodelovanjem z reciklažnimi podjetji Donar v svoj proizvodni model vključuje industrijsko simbiozo in letno preusmeri več kot 15 ton surovin.

Kontekst in izziv:

Pohištvena industrija je v veliki meri odvisna od primarnih virov, kot sta les in plastika. Donar je videl priložnost za preoblikovanje dobavne verige z uporabo lokalno dostopnih recikliranih materialov in osredotočanjem na krožno oblikovanje izdelkov.

Rešitev - Donarjeva krožna praksa:



Uporaba materiala:

- Kot primarne surovine uporablja reciklirane plastenke PET in filc PES.
- Zmanjša potrebo po primarnih materialih za 15 ton na leto.

Inovacije izdelkov:

Med pomembnejšimi izdelki so:

- NicoLess - minimalistični stol brez lepila.
- ChatLoop - konferenčni stol, v celoti izdelan iz materialov, ki jih je mogoče reciklirati.

Industrijska simbioza:

- sodeluje z lokalnimi podjetji za recikliranje, da zagotovi dosledno dobavo materiala.
- Krepi lokalne krožne vrednostne verige.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Manjša uporaba surovin in ponovna uporaba plastičnih odpadkov
Ekonomski	Prihranki stroškov in edinstven tržni položaj
Družabni	Ozaveščanje z oblikovanjem in lokalnim sodelovanjem

Ključne učne točke:

- Industrijska simbioza ustvarja gospodarsko in okoljsko vrednost.
- Oblikovanje za krožnost presega materiale - vključuje življenjski cikel izdelka.
- Trajnost je mogoče povezati z estetiko in inovacijami.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako industrijska simbioza prispeva k stabilnosti proizvodnje?
2. Ali je ta pristop mogoče prilagoditi drugim sektorjem?
3. Kakšno vlogo ima oblikovanje pri spodbujanju krožnega gospodarstva?

Viri:

- Donator: <https://www.donar.si>
- NicoLess: <https://donar.si/nicoless/>
- ChatLoop: <https://donar.si/chatloop/>

3 Od invazivnega plevela do zvezkov - ljubljanska krožna inovacija

Povzetek:

Mesto Ljubljana z inovativnim partnerstvom z lokalnimi institucijami invazivno rastlino japonski dresnik predeluje v papirne izdelke. Ta pobuda obravnava okoljske izzive, hkrati pa proizvaja trajnostne alternative tradicionalnemu papirju.



Kontekst in izziv:

Japonski dresnik je ena najbolj agresivnih invazivnih rastlin v Evropi, ki škoduje infrastrukturi in biotski raznovrstnosti. Ljubljana si je prizadevala za ravnanje s temi odpadki in hkrati spodbujala trajnostno rabo materialov.

Rešitev - krožna obdelava vozličastega drevesa:

Obiranje in predelava:

- Kоруza se pobira med vzdrževalnimi deli v mestu.
- Rastlino posušijo, zdrobijo in pripravijo za proizvodnjo celuloze.

Partnerstva:

- Inštitut za celulozo in papir je razvil metodo za predelavo vlaken kobilice v uporabno papirno maso.
- Rezultat sodelovanja z lokalnimi proizvajalci so končni izdelki.

Izdelki:

- Reciklirani papir se uporablja za zvezke, vabila, promocijsko gradivo itd.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Nadzor invazivnih vrst in ponovna uporaba biomase
Ekonomski	Nove linije izdelkov in podpora lokalnim zelenim podjetjem
Družabni	Javno izobraževanje in občinske inovacije

Ključne učne točke:

- Lokalni izzivi so lahko navdih za krožne inovacije.
- Javne institucije lahko s partnerstvi vodijo trajnostne spremembe.
- Naravne tokove odpadkov je mogoče predelati v izdelke visoke vrednosti.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako je mogoče ta model uporabiti za druge tokove bioloških odpadkov?
2. Kakšna je vloga mest pri spodbujanju krožnega gospodarstva?
3. Ali lahko invazivne vrste postanejo dragocen vir?

Viri:

- Evropska platforma zainteresiranih strani za krožno gospodarstvo (2024)
- Inštitut za celulozo in papir: <https://www.icp-lj.si>
- Mesto Ljubljana: <https://www.ljubljana.si>

4 Pretvarjanje odpadkov v energijo: Balticovo: krožni pristop k ravnanju s perutninskim gnojem v Latviji

Povzetek:

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.

Balticovo, vodilni latvijski proizvajalec jajc in eden največjih v Severni Evropi, je s pretvorbo perutninskega gnoja v obnovljivo energijo uvedel inovativne prakse krožnega gospodarstva. Z naprednimi tehnologijami in strateškimi sodelovanji je podjetje razvilo model notranje industrijske simbioze, ki zmanjšuje vpliv na okolje, povečuje operativno učinkovitost in podpira nacionalno energetske neodvisnost. Ta študija primera obravnava krožno strategijo podjetja Balticovo, izzive, s katerimi se je soočalo, razvite rešitve in dosežene rezultate.

Kontekst in izziv:

Z več kot 3 milijoni kokoši nesnic in proizvodnjo približno 700 milijonov jajc na leto Balticovo vsako leto proizvede več kot 70.000 ton perutninskega gnoja. Ravnanje s temi odpadki je predstavljalo velik izziv:

- Ravnanje z odpadki: Ravnanje z velikimi količinami gnoja in njegovo odstranjevanje na okolju prijazen način.
- Vpliv na okolje: Zmanjševanje emisij toplogrednih plinov in izpiranja hranil, povezanih z neobdelanim gnojem.
- Povpraševanje po energiji: Iskanje čistejših in obnovljivih alternativ fosilnim gorivom za zadovoljitev operativnih potreb po energiji.

Ti izzivi so družbo Balticovo spodbudili k iskanju krožne rešitve, ki bi odpadke pretvorila v vrednost.

Rešitev - pristop podjetja Balticovo:

Proizvodnja bioplina in biometana:

- Podjetje Balticovo je vzpostavilo pionirski postopek za pretvorbo perutninskega gnoja v bioplin in njegovo predelavo v biometan. Sistem vključuje:
- Obrat za proizvodnjo energije iz jajc: V njej se surovi gnoj fermentira in proizvaja bioplin.
- Plinska naprava Bovo (Iecava): V njem se bioplin predela v biometan - obnovljivo alternativo zemeljskemu plinu.

Tehnološke inovacije:

- Gnoj kokoši nesnic vsebuje veliko kalcija, kar običajno ovira proizvodnjo bioplina. Podjetje Balticovo je v sodelovanju s strokovnjaki premagalo to omejitev z oblikovanjem prilagojenega fermentacijskega sistema, ki lahko učinkovito obdeluje perutninski gnoj.

Industrijska simbioza:

- Gnoj, ki je bil prej stranski proizvod, zdaj poganja proizvodnjo obnovljive energije, s čimer se ustvari zaprta zanka med kmetijami podjetja Balticovo in obratom za pridobivanje bioplina.

Rezultati in učinki:

Vidik

Učinek

Okolje

Znatno zmanjšanje emisij CO₂ in metana.

Manjše tveganje za okolje zaradi odtekanja hranil.

Nadomeščanje fosilnih goriv z obnovljivo energijo.

**Energetska
neodvisnost**

Prispeva k ciljem Latvije na področju obnovljivih virov energije.

Družbi Balticovo omogoča, da pri svojem delovanju uporablja zeleno energijo, ki jo proizvede sama.

**Operativna
učinkovitost**

manjši stroški odstranjevanja odpadkov.

Dolgoročno nižji stroški energije.

Balticovo je postal vodilni trajnostni ponudnik v kmetijsko-živilskem sektorju.

Ugled in trg

Povečala se je podoba blagovne znamke pri okoljsko ozaveščenih potrošnikih.

Ključne učne točke:

- Odpadki lahko postanejo vir - model podjetja Balticovo kaže, da so lahko tudi zahtevni tokovi odpadkov dragoceni viri v krožnem gospodarstvu.
- Inovacije premagujejo ovire - Tehnične izzive, kot je sestava gnoja, je mogoče rešiti z usmerjenimi raziskavami in razvojem ter partnerstvi.
- Industrijska simbioza spodbuja učinkovitost - Usklajevanje proizvodnih izhodov (odpadkov) s sistemi obnovljivih virov energije ustvarja gospodarsko in okoljsko sinergijo.
- Trajnost povečuje tržni položaj - Krožne prakse ne zmanjšujejo le okoljskega odtisa, temveč tudi povečujejo vrednost blagovne znamke.

Vprašanja za razpravo:

1. Kakšna so morebitna tveganja in koristi uporabe bioplina iz gnoja pri velikih obratih?
2. Kako je mogoče ta model prilagoditi za manjše kmetije ali druge vrste kmetijskih odpadkov?
3. Kakšno vlogo imajo vlade in subvencije pri zagotavljanju rentabilnosti takšnih sistemov?
4. Kako se lahko industrijska simbioza razširi poleg energije še na vodo, toploto ali pridobivanje hranil?

Viri:

- Balticovo Spletna stran: <https://balticovo.lv>
- Projekt Balticovo za biometan (medijska pokritost)
- Poročilo o biogospodarstvu EU (za kontekst)

5 Pretvarjanje tekstilnih odpadkov in recikliranega papirja v okolju prijazne gradbene materiale

Povzetek:



Latvijski proizvajalec Balticfloc predeluje recikliran papir in tekstilne odpadke v visoko zmogljive toplotne in zvočne izolacijske materiale. Balticfloc zagotavlja okolju prijazne alternative za gradbeni in avtomobilski sektor s ponovno uporabo sekundarnih surovin, ki bi bile sicer zavržene. Ta študija primera obravnava pristop podjetja h krožnemu gospodarstvu, njegove inovacije na področju predelave materialov, izzive, s katerimi se je soočalo, ter posledične gospodarske in okoljske učinke.

Kontekst in izziv:

Svetovna gradbena industrija pomembno prispeva k porabi virov in odpadkov. Tradicionalni izolacijski materiali so pogosto odvisni od energetsko intenzivnih postopkov in primarnih materialov. Cilj podjetja Balticfloc je bil:

- Zmanjšanje odvisnosti od neobnovljivih virov.
- preprečite, da bi tekstilni in papirni odpadki končali na odlagališčih.
- Zagotavljanje stroškovno učinkovitih in trajnostnih izolacijskih rešitev.
- Usklajevanje z naraščajočim povpraševanjem po ekološko certificiranih materialih na trgih EU.

Rešitev - pristop družbe Balticfloc:

Uporaba recikliranega materiala:

- Podjetje Balticfloc pridobiva surovine iz tekstilnih in papirnih odpadkov, ki nastanejo po porabi. Celulozna izolacija se proizvaja iz časopisov, medtem ko se za tekstilne plošče uporabljajo ponovno uporabljena vlakna.

Okolju prijazna proizvodnja:

- Pri proizvodnji se izogibamo kemičnim dodatkom in z nizkoenergijskimi mehanskimi postopki surovine pretvarjamo v varne, visokokakovostne izdelke iz izolacije in vlaken.

Uporaba izdelka:

- Izdelki Balticfloc se uporabljajo v trajnostni gradnji za toplotno in zvočno izolacijo ter v projektih za zvočno izolacijo v avtomobilski industriji in geotekstilu.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Znatno zmanjšanje količine odpadkov na odlagališčih s ponovno uporabo papirja in tekstila. Manjši ogljični odtis v primerjavi z običajnimi izolacijskimi materiali.
Inovacije	Dokazana tehnična izvedljivost pretvorbe sekundarnih surovin v visoko zmogljive gradbene vložke.
Tržni doseg	Dobava ekološko certificiranih izdelkov na gradbenih trgih v Baltskem morju in EU.



Učinkovita raba virov	Proizvodni proces z zaprto zanko, ki uporablja neobdelane, biološko razgradljive surovine.
Blagovna znamka in skladnost	Okrepljene zelene reference in uskladitev s cilji krožnega gospodarstva EU.

Ključne učne točke:

- Odpadki kot vir - Balticfloc dokazuje, da lahko materiali, ki so nastali iz odpadkov, zagotavljajo zmogljivost industrijskega razreda.
- Zeleni materiali izpolnjujejo povpraševanje na trgu - Ekološko ozaveščena gradbena podjetja aktivno iščejo rešitve za izolacijo z majhnim vplivom.
- Enostavna in razširljiva proizvodnja - Nizko tehnološki in nizkoenergijski postopki lahko podpirajo krožne inovacije z visoko vrednostjo.
- Usklajenost s politikami EU - skladnost z zelenimi standardi EU krepi tržne priložnosti in dostop do financiranja.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako lahko oblikovalci politik podprejo podjetja, ki predelujejo tekstilne odpadke v gradbene izdelke?
2. Kakšne so omejitve celulozne in tekstilne izolacije v primerjavi z mineralno volno ali peno?
3. Kako lahko manjša podjetja vstopijo na trg izdelkov za krožno gradnjo?
4. Na kakšen način lahko arhitekta in gradbenike spodbudimo k izbiri rešitev iz recikliranih materialov?

Viri:

- Spletna stran Balticfloc: <https://balticfloc.eu/>
- Informacije o celulozni izolaciji:

6 Ustvarjanje vrednosti iz ostankov: Sistem zaprtega kroga za pridobivanje bioplina in kmetovanje podjetja Agrofirma Tērvete

Povzetek:

Agrofirma Tērvete, eno najbolj raznolikih kmetijskih podjetij v Latviji, uspešno demonstrira industrijsko simbiozo s povezovanjem živinoreje, pridelave poljščin in proizvodnje energije iz bioplina. Z zapiranjem hranilnih in energetskih zank podjetje gnoj in kmetijske ostanke pretvarja v obnovljivo energijo in organska gnojila ter tako spodbuja krožni model, ki koristi okolju in učinkovitosti poslovanja. Ta študija primera obravnava simbiotične sisteme podjetja Agrofirma Tērvete, njihovo izvajanje in širše učinke.

Kontekst in izziv:

Družba Agrofirma Tērvete deluje v več sektorjih, med drugim v mlekarstvu, poljedelstvu in proizvodnji pijač. Obsežna kmetijska dejavnost ustvarja velike količine gnoja in ostankov biomase, kar predstavlja logistične in okoljske izzive:

- Uporaba odpadkov: Iskanje trajnostnih metod za ravnanje z gnojem in rastlinskimi ostanki ter njihovo vrednotenje.
- Potrebe po obnovljivih virih energije: Zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv in izboljšanje energetske samozadostnosti.
- Recikliranje hranil: Izboljšanje rodovitnosti tal brez sintetičnih gnojil.
- Skladnost z okoljskimi predpisi: Usklajevanje dejavnosti z zelenimi predpisi EU in podnebnimi cilji.

Rešitev - pristop podjetja Agrofirma Tērvete:

Proizvodnja bioplina:

- Družba Agrofirma Tērvete zbira gnoj in biomaso s svojih mlečnih obratov in polj, ki ju nato dovaja v obrat za proizvodnjo bioplina. Ta proces anaerobne digestije proizvaja bioplin za proizvodnjo električne energije in toplote.

Vključevanje energije:

- Energija, pridobljena iz bioplina, se uporablja za napajanje dejavnosti kmetije in sistemov daljinskega ogrevanja, kar zmanjšuje odvisnost od fosilnih virov energije.

Uporaba digestata:

- Stranski produkt procesa bioplina - digestat - se kot organsko gnojilo uporabi nazaj na poljih, s čimer se sklene zanka hranil in izboljša zdravje tal.

Sistemska krožnost:

- Ta model industrijske simbioze ne le zmanjšuje emisije in vhodne stroške, temveč tudi povečuje učinkovitost virov in lokalno trajnost.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov z uporabo bioplina. Znatno zmanjšanje uporabe sintetičnih gnojil. Izboljšana struktura tal in biotska raznovrstnost.
Energetska varnost	Samooskrba z električno in toplotno energijo za delovanje kmetij. Prispevek k lokalnemu daljinskemu ogrevanju.
Operativna učinkovitost	Manjši stroški vhodnih surovin in ravnanja z odpadki. Večja produktivnost zaradi uporabe virov v zaprtem krogu.
Skladnost s predpisi	Izpolnjuje okoljske standarde EU in koristi spodbude za obnovljive vire energije.
Vključevanje skupnosti	Podpira lokalne energetske sisteme in služi kot model trajnostnega razvoja podeželja.

Ključne učne točke:

- Krožno kmetijstvo povečuje odpornost - Integrirani sistemi za pridobivanje bioplina lahko stabilizirajo ekonomiko kmetij in zmanjšajo pritisk na okolje.
- Zanki hranil izboljšujejo tla in zmanjšujejo količino kemikalij - organski digestat nadomešča sintetična gnojila in zapira snovne kroge.
- Simbiotski sistemi so razširljivi - model Tērvete je mogoče z ustreznimi naložbami prilagoditi kmetijam različnih velikosti.
- Sinergije med energijo in viri spodbujajo inovacije - Povezovanje sistemov energije, odpadkov in hrane prinaša trajnostne rezultate z velikim učinkom.

Vprašanja za razpravo:

1. Katere so ovire, da bi več kmetij uvedlo krožne sisteme, ki temeljijo na bioplinu?
2. Kako lahko javna politika in financiranje pospešita modele kmetijske industrijske simbioze?
3. Kakšno vlogo imajo lokalne skupnosti pri podpiranju sistemov skupnih virov?
4. Kako lahko kmetijska podjetja bolje obveščajo deležnike o prednostih krožnega poslovanja?

Viri:

- Agrofirma Tērvete Spletna stran: <https://tervete.lv/>
- Profil simbioze (Sinergija):

7 Spreminjanje odpadkov v rast: Getliņijev EKO krožni model za gojenje v rastlinjaku

Povzetek:

Največje odlagališče trdnih komunalnih odpadkov v baltski regiji Getliņi EKO je z uporabo odlagališčnega plina za pogon sodobnih rastlinjakov postalo vzorčni primer notranje industrijske simbioze. Ta inovativni model krožnega gospodarstva zmanjšuje vplive na okolje, povezane z ravnanjem z odpadki, in podpira celoletno pridelavo zelenjave z uporabo obnovljive energije.

Kontekst in izziv:

Getliņi EKO se je kot rastoče odlagališče, ki letno obdela več tisoč ton komunalnih odpadkov, soočil z dvojnimi izzivi, in sicer z zmanjšanjem emisij toplogrednih plinov in ustvarjanjem vrednosti iz stranskih proizvodov iz odpadkov. Ključni izzivi so bili:

- Emisije iz odlagališč: Obvladovanje emisij metana, močnega toplogrednega plina, ki se sprošča med razgradnjo odpadkov.
- Pridobivanje energije: Preoblikovanje odlagališčnega plina v obnovljiv vir energije.
- Trajnost hrane: Upoštevanje latvijskega povpraševanja po lokalno pridelanih celoletnih pridelkih ob čim manjšem vložku energije.

Rešitev - Getlini EKO pristop:

Zbiranje odlagališčnega plina in proizvodnja energije:

- Družba Getlini EKO na svojem odlagališču odpadkov zajema plin, bogat z metanom, in ga uporablja v kogeneracijskih enotah za proizvodnjo toplote in električne energije. Ta energija se nato preusmeri za napajanje naprednih rastlinjakov ob odlagališču.

Energetsko učinkovito kmetovanje v rastlinjaki:

- V rastlinjaki vse leto gojijo paradižnik in kumare, kar omogoča nadzorovano okolje, ki ga poganja energija, pridobljena iz odlagališčnega plina. To je sistem zaprte zanke, v katerem razgradnja odpadkov podpira pridelavo hrane.

Krožno vključevanje:

- Getlinijev model povezuje ravnanje z odpadki, proizvodnjo energije in kmetijstvo v en sam sinergijski sistem - s tem so prikazana praktična načela krožnega gospodarstva v velikem obsegu.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Znatno zmanjšanje emisij metana z zajemanjem in ponovno uporabo. Uporaba obnovljivih virov energije zmanjšuje odvisnost od fosilnih goriv.
Pridobivanje energije	Neprekinjeno pridobivanje energije iz odlagališčnega plina omogoča samozadostno ogrevanje in proizvodnjo električne energije za rastlinjake.
Varnost preskrbe s hrano	Lokalna, trajnostna pridelava zelenjave zmanjšuje odvisnost od uvoza. Celoletno pridelovanje podpira regionalno preskrbo s hrano.
Operativna sinergija	Vključevanje ravnanja z odpadki in kmetijstva povečuje učinkovitost in trajnost.
Dojemanje javnosti	Podjetje Getlini je prepoznano kot vodilno na področju krožnih praks, kar krepi njegovo javno in institucionalno verodostojnost.

Ključne učne točke:

- Energija iz odpadkov je primerna za kmetijstvo - Obnovljiva energija iz odlagališčnega plina lahko poganja intenzivne kmetijske dejavnosti.
- Integrirani sistemi povečujejo vrednost - Združevanje sistemov za ravnanje z odpadki, energijo in hrano ima velik potencial krožnosti.
- Zelene inovacije krepijo blagovno znamko - Izvajanje vidnih trajnostnih praks povečuje podporo javnosti in politike.
- Krožno gospodarstvo zmanjšuje emisije in stroške - Učinkovita raba virov je koristna tako za okolje kot za operativne proračune.



Vprašanja za razpravo:

1. Kako lahko druga odlagališča ponovijo Getlińijev model pretvorbe odpadkov v rastlinjak?
2. Kakšne so omejitve odlagališčnega plina kot obnovljivega vira energije?
3. Kako lokalna pridelava hrane prispeva k nacionalnim trajnostnim ciljem?
4. Ali se lahko podobni modeli vključevanja energije uporabljajo za urbano ali vertikalno kmetijstvo?

Viri:

- Getlińi EKO Spletna stran: <https://getlińi.eko.gov.pl/>
- Informacije o rastlinjaku:

8 Pretvarjanje odpadne vode v bogastvo: Krožni model toskanskega okrožja za strojenje

Povzetek:

V Santa Croce sull'Arno (Toskana) več kot 250 podjetij za strojenje sodeluje v regionalnem sistemu krožnega gospodarstva, ki odpadne vode in odpadke iz strojenja spreminja v dragocene vire. S skupno infrastrukturo za čiščenje, digitalnim spremljanjem in valorizacijo blata okrožje prikazuje visoko učinkovit model industrijske simbioze.

Kontekst in izziv:

Toskansko usnjarsko okrožje se je zaradi intenzivne rabe vode in kemikalij soočalo z velikim pritiskom na okolje. Tradicionalne metode odstranjevanja so bile netrajnostne, predpisi EU pa so zahtevali krožni prehod.

Rešitev - Simbiozni pristop:

Ponovna uporaba vode:

- Konzorcij Aquarno čisti odpadno vodo in 95 % te vode ponovno uporabi v postopkih strojenja.

Valorizacija blata:

- Blato iz obdelave se predela v gnojila in gradbeni material.

Digitalno spremljanje:

- Sistemi SCADA v realnem času spremljajo pretoke, okoljske parametre in kakovost.

Pilotni projekt veriženja blokov:

- Digitalna sledljivost trajnostnega usnja s pomočjo pilotnih projektov veriženja blokov, ki jih upravlja Leather Tech Pole.

Rezultati in učinki:

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.

Vidik	Učinek
Okolje	Velik prihranek vode, zmanjšanje količine odpadkov in zmanjšanje onesnaževanja.
Ekonomski	Skupna infrastruktura znižuje operativne stroške za MSP.
Inovacije	Novi biomateriali in digitalni sistemi, razviti v Polo Tecnologico Conciario.
Ugled	Priznanje kot evropski model za zelene oskrbovalne verige za usnje.

Ključne učne točke:

- Skupna infrastruktura zmanjšuje okoljske obremenitve posameznikov.
- Digitalni sistemi zagotavljajo skladnost in optimizirajo uporabo virov.
- Trajnostno usnje povečuje vrednost na svetovnih trgih.
- Politične spodbude olajšujejo krožne prehode v tradicionalnih industrijah.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako lahko starejše industrije preidejo na krožnost, ne da bi izgubile konkurenčnost?
2. Kakšno vlogo imajo konzorciji in inovacijska središča pri industrijski simbiozi?
3. Kako razširiti sledljivost z veriženjem blokov v razdrobljenih sektorjih, kot je moda?

Viri:

- ENEA - Atlante della Simbiosi Industriale: <https://www.enea.it/it>
- Consorzio Aquarno: <https://www.aquarno.it/>
- Polo Tecnologico Conciario: <https://www.polotecnologico.it/>

9 Ponovno odkrivanje odpadkov kot vira: Simbiozno vozlišče Manfredonia

Povzetek:

V Manfredoniji (Apulija) nastajajoči ekosistem industrijske simbioze spreminja lokalno gospodarstvo s krožno uporabo vode, energije in organskih ostankov. Pobuda vključuje agroindustrijska podjetja, biorafinerijo in lokalna komunalna podjetja, ki si izmenjujejo stranske proizvode in komunalne storitve za optimizacijo uporabe virov, zmanjšanje emisij in spodbujanje inovacij. Ta študija primera raziskuje, kako je medsektorsko sodelovanje pripeljalo do oblikovanja krožnega grozda, ki oživilja tradicionalno krhko industrijsko območje.

Kontekst in izziv:

V Manfredoniji se nahaja mešano industrijsko območje, ki ga je v preteklosti prizadela okoljska in gospodarska ranljivost. Glavni izzivi so:

- Velika poraba virov (voda, plin, elektrika) v agroživilski in kemični industriji.

- drago odlaganje odpadkov in pomanjkanje infrastrukture za recikliranje.
- nepovezanost med zainteresiranimi stranmi, ki omejuje izmenjavo znanja in sodelovanje.
- potreba po uskladitvi z regionalnimi načrti krožnega gospodarstva in zelenim dogovorom EU.

Rešitev - Simbiozni pristop:

Rekuperacija odpadne toplote in vode:

- Nekdanje petrokemično območje družbe ENI je ponovno namenjeno biorafineriji in obratu za predelavo hrane. Odpadna toplota in prečiščena voda iz postopka rafiniranja se ponovno uporabljata v sosednjih obratih za predelavo živil, kot so obrati za predelavo testenin in paradižnika.

Izmenjava organskih stranskih proizvodov:

- Paradižnikove lupine, pšenične pleve in druga biomasa iz proizvodnje hrane se pošljejo v biorafinerijo za proizvodnjo bioetanola in bioplina. Digestat iz tega postopka se spremeni v bio gnojila za lokalne kmetije.

Skupni energetski sistem:

- Namestitev fotovoltaičnih celic in pametnih števec povezuj različna podjetja v skupno lokalno energetsko skupnost (LEC). Napovedna orodja, ki jih poganja umetna inteligenca, pomagajo spremljati konice povpraševanja in avtomatizirati izravnano obremenitve.

Digitalno usklajevanje:

- Simbioza digitalna nadzorna plošča prikazuje vire in predlaga nove sinergije v realnem času. Za sledljivost tokov virov se uporablja veriženje blokov.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	zmanjšanje emisij CO ₂ za 25 %; manjša uporaba odlagališč; zaprti cikli hranil
Ekonomski	18-odstotni prihranek pri stroških za energijo; nastanek novih krožnih podjetij
Družabni	Ustvarjanje 25 novih zelenih delovnih mest; usposabljanje mladih na področju informacijske družbe in zelenih veščin
Skladnost s predpisi	Popolna uskladitev s strategijo krožnega gospodarstva Italije (2022)



Tehnološki

Testiranje usklajevanja virov in umetne inteligence v krožnih tokovih s pomočjo veriženja blokov

Ključne učne točke:

- Lokalno sodelovanje odpira skrito vrednost - Gradnja zaupanja med podjetji je prvi korak k izmenjavi virov.
- Digitalne platforme povečujejo prepoznavnost - orodja za kartiranje omogočajo prepoznavanje potencialnih simbiotičnih povezav v realnem času.
- Politična podpora je ključnega pomena - regionalne spodbude in sredstva EU so olajšali infrastrukturne naložbe.
- Prilagodljivost je ključ do razširljivosti - Model se prilagaja za uporabo na drugih območjih Apulije in Kampanije.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako lahko digitalna orodja pospešijo industrijsko simbiozo v podeželskih ali obrobni regijah?
2. Kateri modeli upravljanja najboljše podpirajo medsektorske industrijske grozde?
3. Kako ponoviti model Manfredonia v regijah z nizko gostoto industrije?

Viri:

- ENEA - Atlante della Simbiosi Industriale
- Projekt BIONET - Cluster Tecnologico Nazionale Chimica Verde
- Regione Puglia - Piano per l'Economia Circolare 2022

10 Papir brez odpadkov: Krožne zanke v papirniškem okrožju Lucca

Povzetek:

Papirno okrožje Lucca, eno največjih v Evropi, izvaja strategijo industrijske simbioze med papirnicami, obrati za recikliranje in energetske podjetji. Z izmenjavo toplote, odpadkov in sekundarnih materialov je okrožje postalo krožno merilo za papirno industrijo.

Kontekst in izziv:

Pri proizvodnji papirja nastajajo velike količine blata in potrebe po energiji. V mestu Lucca so tradicionalni stroški odstranjevanja in energije spodbudili podjetja k razvoju skupnih sistemov za krožnost.

Rešitev - Simbiozni pristop:

Prevzem blata:

- Več kot 90 % papirnega blata se predela v trdno predelano gorivo (CSS) ali kompost.



Skupna raba energije:

- Toplota in energija, proizvedena pri sežiganju odpadkov, se razdeli med papirnice.

Digitalno usklajevanje:

- Lucense je razvil sistem za kartiranje virov in digitalno platformo za spremljanje.

Krožno usposabljanje:

- Mreža Cartesio usposablja zaposlene in podjetnike o strategijah simbioze.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Večje zmanjšanje odlaganja na odlagališčih in manjši ogljični odtis.
Ekonomski	Manjši stroški energije in valorizacija stranskih proizvodov.
Družabni	izpopolnjevanje delovne sile in nova delovna mesta na področju okoljskih storitev.
Ponovljivost	Model se uporablja za druga papirna okrožja v Italiji in Evropi.

Ključne učne točke:

- Sodelovanje v celotnem sektorju povečuje materialno učinkovitost.
- Digitalno spremljanje krepi odpornost industrije.
- Mreže za izmenjavo znanja krepijo inovacije.
- Krožnost privablja nove naložbe in izboljšuje ugled.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako lahko tradicionalna proizvodnja izkoristi industrijsko simbiozo?
2. Katere so ovire za izmenjavo energije med podjetji?
3. Kako vključiti krožne prakse v upravljanje vrednostne verige?

Viri:

- Rete Cartesio
- Lucense:
- Regione Toscana - Economia Circolare: <https://www.regione.toscana.it/>

11 Korenine v naravi: Kako Sylveco goji krožno gospodarstvo v poljski negi kože

Povzetek:

Sylveco, poljska znamka naravne kozmetike, je načela krožnega gospodarstva vključila v svoj poslovni model - od pridobivanja virov do embalaže in izobraževanja



potrošnikov. Ta primer raziskuje, kako je podjetje Sylveco zmanjšalo količino odpadkov, okrepilo vlogo lokalnega gospodarstva in zgradilo zaupanje strank, ter ponuja močan primer, kako je lahko krožno gospodarstvo ključna strategija rasti na konkurenčnem trgu.

Kontekst in izziv:

Podjetje Sylveco je bilo ustanovljeno leta 2006 in je vstopilo na trg, ki se vse bolj ukvarja z okoljskimi vprašanji, preglednostjo sestavin in etično oskrbo. Izziv? Konkurrirati svetovnim kozmetičnim velikanom in pri tem ostati zvest ekološkim vrednotam - brez ogrožanja kakovosti, cenovne dostopnosti ali rasti. V tistem času je veliko "naravnih" blagovnih znamk uporabljalo "zeleno pranje" (greenwashing). Sylveco je v tem videl priložnost: Biti resnično trajnostno naravnani. Ne le pri izdelkih, ampak tudi pri postopkih.

Soočili so se s ključnimi vprašanji:

- Kako trajnostno pridobivati sestavine na Poljskem?
- Kako zmanjšati uporabo plastike in pri tem ohraniti obstojnost na policah in varnost?
- Kako povečati obseg, ne da bi postali ekstraktivni?

Rešitev - Sylvcov pristop:

Sylveco je uporabil pristop krožnega gospodarstva, pri čemer se je osredotočil na lokalnost, dolgo življenjsko dobo in zapiranje zanke:

Pridobivanje virov:

- Sestavine, kot so brezova skorja, ognjič in kamilica, se pridelujejo lokalno, kar zmanjšuje emisije pri prevozu.
- Partnerstva s poljskimi kmeti so ustvarila sledljive dobavne verige z majhnim vplivom.

Proizvodnja:

- Proizvodnja z učinkovito rabo vode in proizvodne linije z majhno količino odpadkov.
- Uporaba biološko razgradljivih materialov ali materialov za večkratno uporabo, kadar koli je to mogoče.

Pakiranje:

- Osredotočite se na materiale, ki jih je mogoče reciklirati, in poenostavljeno označevanje, ki spodbuja pravilno razvrščanje.
- Preusmeritev k steklenim in biorazgradljivim cevkam v premium linijah.



- Sodelovanje s trgovinami, ki ne proizvajajo odpadkov, za ponovno polnjenje in vračanje embalaže.

Vključevanje potrošnikov:

- Pregledno označevanje in izobraževanje o sestavinah.
- Skupnostne delavnice o naravni negi kože in trajnostnem življenju.
- Programi zvestobe, ki nagrajujejo okolju prijazne ukrepe.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Drastično zmanjšanje količine odpadne embalaže na enoto izdelka. Manjši ogljični odtis zaradi lokalne oskrbe in kratkih dobavnih verig.
Tržni uspeh	Razširitev na več podznamk (npr. Biolaven, Vianek, Aloesove) ob ohranjanju temeljnih vrednot. Zvesta baza ekološko ozaveščenih strank. Prisotnost v več kot 1000 maloprodajnih mestih na Poljskem in po Evropi.
Družabni	Ustvarjanje delovnih mest na podeželju s partnerstvi z malimi kmeti. Aktivna vloga pri ozaveščanju o okolju na Poljskem.

Ključne učne točke:

- Krožno gospodarstvo ni samo za ravnanje z odpadki - lahko je gonilo rasti.
- Lokalna oskrba ustvarja okoljsko in družbeno vrednost.
- Preglednost ustvarja globoko zvestobo blagovni znamki.
- Eko-dizajn mora biti uporabniku prijazen do obsega.
- Majhna podjetja lahko vodijo velike spremembe.

Vprašanja za **razpravo**:

1. S kakšnimi kompromisi se je družba Sylveco soočala med trajnostjo in razširljivostjo?
2. Kako lahko inovacije na področju embalaže še dodatno podprejo krožno gospodarstvo v kozmetiki?
3. Katere druge spodbude za stranke bi lahko spodbudile krožno vedenje?
4. Kako bi se lahko Sylvecov model razvil zaradi strožjih predpisov EU ali globalne širitve?

Viri:

- Uradna spletna stran Sylveco [_](#)
- Intervju z direktorjem marketinga družbe Sylveco
- Intervjuji z družbo Sylveco

12 Preoblikovanje odpadkov v vire - Derewendin pristop k krožnemu gospodarstvu

Povzetek:

Poljsko podjetje Derewenda, specializirano za predelavo električnih in elektronskih odpadkov, je v svoj poslovni model vključilo načela krožnega gospodarstva. Z uporabo naprednih tehnologij recikliranja podjetje povečuje predelavo virov, zmanjšuje vpliv na okolje in prispeva k trajnostnemu razvoju. Ta študija primera obravnava strategije, izzive in rešitve podjetja Derewenda ter posledične vplive na okolje in družbo.

Kontekst in izziv:

Družba Derewenda se je sprva osredotočila na strokovne storitve ravnanja z odpadki. Do leta 2003 je podjetje razširilo svojo ponudbo na celovite rešitve za ravnanje z odpadki, zlasti na področju recikliranja in odstranjevanja električne in elektronske opreme. Zaradi hitrega tehnološkega napredka in povečane porabe elektronskih naprav se je Poljska soočila z vse večjim izzivom pri ravnanju z elektronskimi odpadki. Nepravilno odlaganje elektronskih odpadkov je predstavljalo veliko okoljsko tveganje, vključno z onesnaževanjem tal in vode ter izgubo dragocenih materialov.

Derewenda je prepoznala potrebo po učinkovitem sistemu za odgovorno ravnanje z e-odpadki, katerega cilj je:

- izvajanje tehnologij za čim večjo predelavo materialov iz e-odpadkov.
- Usklajevanje dejavnosti z nacionalnimi okoljskimi predpisi in predpisi EU.
- Izobraževanje podjetij in posameznikov o pomenu pravilnega odlaganja e-odpadkov.

Rešitev - Derewendov pristop:

Napredne tehnologije recikliranja:

- Podjetje je investiralo v najsodobnejše obrate za predelavo, opremljene s sodobnimi tehnologijami za učinkovito obdelavo različnih vrst e-odpadkov. Ti obrati omogočajo ločevanje in pridobivanje dragocenih materialov, kot so kovine, plastika in steklo, ki jih je mogoče ponovno vključiti v proizvodni cikel, s čimer se zmanjša potreba po primarnih virih.

Celovite storitve ravnanja z odpadki:

- Derewenda ponuja celoten spekter storitev, vključno z zbiranjem, prevozom, obdelavo in odstranjevanjem e-odpadkov. Ta celostni pristop zagotavlja odgovorno ravnanje z odpadki na vseh stopnjah, kar zmanjšuje vpliv na okolje.

Sodelovanje s producenti in zbiratelji:

- Podjetje sodeluje s proizvajalci opreme in zbiralci odpadkov, da bi omogočilo pravilno ravnanje z e-odpadki. S sodelovanjem zagotavljajo skladnost z zakonskimi obveznostmi, povezanimi z zbiranjem in recikliranjem odpadkov, ter racionalizirajo postopek za vse zainteresirane strani. □

Skladnost s predpisi in poročanje

- Derewenda pomaga strankam pri izpolnjevanju njihovih obveznosti poročanja v skladu z okoljsko zakonodajo. To vključuje pripravo podrobnih poročil o količini opreme, ki je bila dana na trg, zbranih e-odpadkih ter doseženih stopnjah recikliranja in predelave, kar zagotavlja preglednost in odgovornost.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Vpliv na okolje	Učinkoviti postopki recikliranja so omogočili znatno predelavo materialov, kar zmanjšuje povpraševanje po primarnih virih. Ustrezno ravnanje z e-odpadki je zmanjšalo izpuste nevarnih snovi v okolje ter zaščitilo kakovost tal in vode.
Operativni uspeh	Podjetje Derewenda je razširilo svoje storitve, da bi zadovoljilo širok spekter strank, vključno s podjetji in posameznimi potrošniki. S pomočjo strankam pri regulativnem poročanju je podjetje okrepilo svoj ugled zanesljivega partnerja v okoljskem sektorju.

Ključne učne točke:

- Izobraževalne pobude so povečale ozaveščenost javnosti o pomenu pravilnega odlaganja in recikliranja e-odpadkov.
- Rast podjetja je prispevala k zaposlitvenim možnostim v sektorju ravnanja z odpadki in recikliranja.
- Napredne tehnologije predelave so ključnega pomena za čim večjo predelavo materialov in čim manjše količine odpadkov.
- Ponudba celovitih rešitev omogoča pravilno ravnanje z e-odpadki na vseh stopnjah.
- Sodelovanje s proizvajalci in zbiralci poenostavlja postopke in zagotavlja spoštovanje predpisov.
- Pomoč strankam pri zagotavljanju skladnosti krepí trdne odnose in povečuje verodostojnost podjetja.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako lahko Derewenda še izboljša svoje tehnologije recikliranja, da bi povečala stopnjo predelave materiala?
2. Katere strategije lahko izvajamo, da bi spodbudili več podjetij in posameznikov k uporabi Derewendinih storitev ravnanja z e-odpadki?



3. Kako lahko podjetje razširi svoje izobraževalne pobude za spodbujanje večje ozaveščenosti javnosti o problematiki e-odpadkov?
4. Katere dodatne storitve bi lahko Derewenda ponudila, da bi okrepila svoj položaj v krožnem gospodarstvu?

Viri:

- Derewenda Spletna stran <https://derewenda.pl/>

13 Zapiranje zanke: Dobis je pionir krožnega gospodarstva na področju papirne embalaže

Povzetek:

Dobis je poljski proizvajalec, specializiran za papirnate vrečke in embalažo za živila, ki je v svoje delovanje vgradil načela krožnega gospodarstva. S strateškim sodelovanjem in zavezanostjo k trajnostnemu razvoju. Dobis je zmanjšal porabo materialov, vključil reciklirana vlakna in povečal učinkovitost proizvodnje. Ta študija primera obravnava pristop podjetja Dobis h krožnemu gospodarstvu, izzive, s katerimi se je soočalo, izvedene rešitve in posledične učinke.

Kontekst in izziv:

Podjetje Dobis, ki je bilo ustanovljeno z vizijo postati vodilni evropski proizvajalec papirne embalaže za živila, deluje v panogi, ki je vse bolj pod drobnogledom zaradi svojega okoljskega odtisa. Vedno večje povpraševanje po trajnostnih embalažnih rešitvah je predstavljalo tako priložnost kot izziv:

- Učinkovitost materiala: Zmanjšanje teže embalaže brez ogrožanja trdnosti in kakovosti.
- Trajnostna oskrba: Vključevanje recikliranih materialov ob zagotavljanju varnosti in učinkovitosti izdelka.
- Optimizacija proizvodnje: Izboljšanje proizvodnih procesov za zmanjšanje odpadkov in porabe virov.

Za reševanje teh izzivov je bilo treba najti inovativne rešitve, ki so v skladu z načeli krožnega gospodarstva.

Rešitev - Dobisov pristop:

Sodelovalne inovacije:

- Dobis je v sodelovanju z družbo Mondi, vodilnim svetovnim proizvajalcem trajnostne embalaže, optimiziral vrste papirja, da bi zmanjšal gramaturo, hkrati pa ohranil trdnost in kakovost tiska. To je privedlo do razvoja lažjih papirnatih nakupovalnih vrečk, ki vsebujejo reciklirana vlakna.

Vključevanje recikliranih materialov (uporaba Mondijeve serije Eco/Vantage):

- Eco/Vantage Light Fashion: 100% reciklirana vlakna, idealna za modne in darilne vrečke.
- Eco/Vantage Kraft Pro: 20-odstotna vsebnost recikliranega materiala z odobritvijo za varno hrano, primeren za hitro prehrano in živila.
- Eco/Vantage Kraft Classic: 50 % reciklirane vsebine, uravnotežena trdnost in možnost tiskanja za embalažo za živila in modne izdelke.

Optimizacija postopka (uporaba lažjih papirjev in čnil na vodni osnovi):

- Manjša poraba materiala: Manjša teža papirja je zmanjšala porabo surovin.
- Izboljšana kakovost tiskanja: Jasnejši rezultati z manj črnila.
- Minimalna uporaba lepila: Optimizirana kakovost papirja je zmanjšala porabo lepila med sestavljanjem vrečk.

Rezultati in učinki:

Vidik	Učinek
Okolje	Znatno zmanjšanje porabe papirja in črnila je prispevalo k ohranjanju naravnih virov. Vključevanje recikliranih vlaken in optimizacija proizvodnih postopkov sta zmanjšala nastajanje odpadkov. Učinkovita proizvodnja in manjši transport materiala sta zmanjšala emisije toplogrednih plinov.
Tržni uspeh	Vključevanje različnih okolju prijaznih embalažnih rešitev, ki ustrezajo spreminjajočim se zahtevam modnega sektorja, sektorja hitre prehrane in maloprodaje. Postavitev kot vodilni na področju trajnostne embalaže, krepitev odnosov z okoljsko ozaveščenimi strankami.
Operativna učinkovitost	Manjša poraba materiala in črnila je vplivala na nižje proizvodne stroške. Racionalizacija procesov je omogočila večjo, a okolju prijazno učinkovitost proizvodnje.

Ključne učne točke:

- Strateška partnerstva povečujejo učinek - Sodelovanje z vodilnimi v panogi lahko spodbuja inovacije in pospeši sprejemanje trajnostnih praks.
- Vključevanje recikliranih materialov je izvedljivo in koristno - Vključevanje reciklirane vsebine brez ogrožanja kakovosti izdelka je izvedljivo in povečuje okoljsko trajnost.
- Optimizacija procesov prinaša več koristi - Izboljšanje proizvodnih procesov lahko privede do okoljskih koristi, prihranka stroškov in izboljšanja učinkovitosti izdelkov.
- Prakse krožnega gospodarstva povečujejo konkurenčnost - Trajnostne inovacije lahko podjetje razlikujejo na trgu in privabijo ekološko ozaveščenim strankam.

Vprašanja za razpravo:

1. Kako lahko podjetja v embalažni industriji poleg izbire materialov še dodatno zmanjšajo svoj okoljski odtis?



2. Kakšno vlogo imajo preference potrošnikov pri usmerjanju podjetij k trajnostnim rešitvam na področju embalaže?
3. Kako lahko mala in srednje velika podjetja (MSP) izkoristijo partnerstva za učinkovito izvajanje praks krožnega gospodarstva?
4. Kakšni izzivi se lahko pojavijo pri vključevanju recikliranih materialov v obstoječe proizvodne linije in kako jih je mogoče rešiti?

Viri:

- Dobis Spletna stran: <https://dobis.si/>
- Članek o sodelovanju Dobisa in Mondija:

KONČNE UGOTOVITVE

1 Povzetek ugotovitev

1.1 Poznavanje in razumevanje industrijske simbioze (IS) in digitalne IS (DIS)

- **Raziskava v pisarni** kaže, da je IS dobro teoretično zasnovan koncept s praktičnimi koristmi v različnih sektorjih, zlasti če je povezan z digitalnimi orodji, kot so umetna inteligenca, internet stvari in veriženje blokov.
- **Rezultati ankete** kažejo na omejeno ozaveščenost: 43 % anketirancev ni poznalo IS, le 21 % pa jih je bilo zelo dobro seznanjenih. Za DIS je le 20 % anketirancev videlo ustrezne primere.
- **Intervjuvanci** so potrdili neenakomerno razumevanje, pri čemer so še posebej slabo seznanjena MSP. Kljub temu se mnogi nevede vključujejo v simbiotične prakse, ne da bi jih poimenovali kot take.

1.2 Prednosti in priložnosti

- **Kvantitativni podatki** kažejo na velike zaznane koristi: prihranek stroškov, učinkovita raba virov, konkurenčna prednost in boljša skladnost z okoljskimi predpisi.
- **Podatki iz intervjujev** to potrjujejo: udeleženci cenijo DIS za strateško preoblikovanje, inovacije in simulacijo scenarijev prek digitalnih dvojčkov in orodij za načrtovanje ponovne uporabe.
- **Dokumentarna raziskava** zagotavlja dokaze iz projektov EU (npr. Kalundborg, Donar, AquafilSLO), ki kažejo gospodarske, okoljske in sistemske koristi informacijskih sistemov.

1.3 Ovire in izzivi

- **V vseh virih podatkov** se pojavljajo enake ovire:
 - Pomanjkanje predpisov ali spodbud za ponovno uporabo
 - omejitev stroškov in virov (zlasti za MSP).
 - Razdrobljene platforme in slaba interoperabilnost
 - Nizka kakovost podatkov in nizko zaupanje.
 - omejena digitalna in pravna pismenost itd.
- Te so posledica **tehničnih** in **institucionalnih** pomanjkljivosti, ki pogosto ovirajo prehod od pilotnih pobud k sistemskemu izvajanju. Več o ovirah je na voljo v razdelku3 tega poglavja.

1.4 Digitalne platforme in orodja

- **Raziskave na mizi** poudarjajo vlogo orodij za usklajevanje, veriženja blokov in nadzornih plošč v realnem času pri povečevanju obsega IS.
- **Intervjuvanci** so poudarili težave z uporabnostjo, težave z integracijo in potrebo po platformah, prilagojenih posameznim sektorjem.

- To potrjujejo tudi **podatki iz raziskave**: zanimanje za digitalna orodja obstaja (45 %), vendar je njihova uporaba majhna zaradi pomanjkanja znanja in spretnosti (69 %) in stroškov (53 %).

1.5 Krepitev zmogljivosti in potrebe po usposabljanju

- Vsi podatki kažejo na nujne potrebe po usposabljanju:
 - Osnove IS/CE
 - Uporaba in integracija orodij
 - Skladnost z okoljskimi in pravnimi predpisi
 - Učenje na podlagi primerov uporabe
- Raziskava: 57 % vprašanih se zanima za osnove IS/CE in koristi, ki prinašajo prihranke; intervjuvanci zahtevajo vizualne vire po korakih in lokalno podporo.

1.6 Politika in podpora ekosistemov

- Udeleženci želijo **močnejše politične okvire**, spodbude in javne naložbe v platforme.
- Pozivajo k **interoperabilnim platformam v javnem interesu z** usklajenostjo akterjev (vlada, MSP, akademska sfera, posredniki) v celotnem ekosistemu.

2 Sklepi in posledice za prakso

2.1 Sklepi

1. **Digitalna industrijska simbioza (DIS) se pojavlja, vendar je razdrobljena.** Ozaveščenost in vključenost se razlikujeta glede na sektor, državo in velikost organizacije. Številna MSP sodelujejo neformalno, saj jim primanjkuje terminologije, orodij in strateških usmeritev.
2. **DIS ni le tehnična rešitev, temveč strateška priložnost.** Podpira stroškovno učinkovitost, krožne inovacije in organizacijsko preobrazbo - če je vključena v dolgoročno načrtovanje in podprta s pametnimi digitalnimi orodji.
3. **Izvajanje ovirajo sistemske, tehnične in kulturne ovire.** Pomanjkanje interoperabilnosti, omejeno znanje, nezadostne spodbude in zapleteni predpisi preprečujejo širjenje. Digitalni razkorak je ključno vprašanje enakosti za MSP.
4. **Digitalne platforme se morajo iz pilotnih orodij razviti v javno infrastrukturo.** Uspeh je odvisen od skupnih podatkovnih standardov, mehanizmov zaupanja in modelov upravljanja, ki podpirajo preglednost, sledljivost in sodelovanje.
5. **Usposabljanje in vodenje sta bistvenega pomena.** Praktična, dostopna in kontekstu prilagojena podpora (zlasti za MSP) je ključna za prehod od zavedanja k ukrepanju.

2.2 Posledice za prakso

2.2.1 Za MSP in podjetja

- **Vključite DIS v strateško načrtovanje** in ne le v skladnost.

- Začnite z majhnimi koraki: načrtujte notranje tokove virov, sodelujte z lokalnimi pobudami za ponovno uporabo in gradite digitalno poznavanje.
- Sodelovanje z javnimi in akademskimi partnerji za zmanjšanje stroškov učenja.

2.2.2 Za razvijalce platform

- Prednost dajte **uporabnosti, integraciji in interoperabilnosti**.
- Ponudite podporo pri uvajanju, module za usposabljanje in knjižnice primerov, prilagojene delovnim postopkom MSP.
- Združite funkcije umetne inteligence, sledenja in načrtovanja za podporo odločitvam v realnem času.

2.2.3 Za oblikovalce politik in javne organe

- Ustvarite **regulativne spodbude za** ponovno uporabo (npr. obveznost pri javnih naročilih, davčne olajšave za simbiotične izmenjave).
- Vlagajte **v platforme v javnem interesu** in skupno infrastrukturo za DIS.
- Spodbujanje kampanj za **ozaveščanje in krepitev zmogljivosti** prek gospodarskih zbornic, regionalnih razvojnih agencij in institucij poklicnega izobraževanja in usposabljanja.

2.2.4 Za ponudnike usposabljanja in podporne institucije

- Razvoj **modularnih programov usposabljanja** o IS/CE, digitalnih orodjih, pravnih okvirih ter analizi stroškov in koristi.
- Uporabite primere iz resničnega sveta in lokalne zgodbe o uspehu, da povečate pomembnost.
- Ciljna skupina je **tehnično osebje in nosilci odločanja** v MSP in javnih ustanovah.

3 Blokade in akcijski načrt za izvajanje digitalne industrijske simbioze (DIS)

3.1 Točke blokiranja

Kot del končnih ugotovitev raziskave so v tem poglavju opisane ključne ovire, ki ovirajo široko izvajanje industrijske simbioze (IS) in digitalne industrijske simbioze (DIS) v organizacijah, zlasti v malih in srednje velikih podjetjih (MSP). Na podlagi kvalitativnih podatkov iz intervjujev in kvantitativnih odgovorov iz anket, zbranih v petih evropskih državah, je bilo ugotovljenih skupno 24 edinstvenih oviralnih točk. Za vsako od teh ovir je bil oblikovan ustrezen akcijski načrt, skupaj z navedbo odgovornih akterjev za izvedbo predlaganih ukrepov.

Točke za blokiranje lahko razdelimo v šest skupin:

Regulativne in politične ovire

- **Pomanjkanje zakonskih pooblastil za ponovno uporabo ali simbiozo** - Brez izvrševanja pomeni, da le redki ukrepajo prostovoljno. (kvalitativno)



- **Zapleteni in nejasni regulativni postopki** - težko krmarjenje pri zagotavljanju skladnosti. (količinsko)
- **Visoki stroški usklajevanja** - pravni postopki so finančno obremenjujoči. (količinsko)
- **Pomanjkanje davčnih spodbud / neugodna obdavčitev** - ponovno uporabljeni materiali so obdavčeni kot novi, kar odvrta od ponovne uporabe. (kvalitativno)
- **slabo poznavanje zakonskih zahtev** - le 29 % anketirancev je razumelo ustrezne politike. (kvantitativno)

Ekonomске in finančne ovire

- **Visoki začetni stroški digitalnih orodij/platform** - zlasti za MSP. (Oboje)
- **Negotova donosnost naložb** - težko je upravičiti naložbe brez jasnih rezultatov. (kvalitativno)
- **Omejeno javno financiranje ali subvencije** - malo podpornih mehanizmov za izravnano tveganja. (kvalitativno)
- **Materiali za ponovno uporabo so pogosto manj konkurenčni od novih** - zaradi vprašanj vrednotenja in razpoložljivosti. (kvalitativno)

Vrzel v ozaveščenosti in znanju

- **slabo poznavanje konceptov IS/DIS** - 43 % anketirancev ni poznalo konceptov IS. (Oboje)
- **nepoznavanje digitalnih orodij IS ali primerov uporabe** - le 20 % jih je poznalo primere iz svojega okolja. (kvantitativno)
- **Pomanjkanje jasnih in poenostavljenih smernic o tem, kako izvajati IS/DIS.** (kvantitativno)
- **zmeda zaradi konceptualne nejasnosti** - MSP svojih prizadevanj za ponovno uporabo pogosto ne prepoznajo kot IS/DIS. (kvalitativno)

Digitalne in tehnične ovire

- **Pomanjkanje digitalnega znanja ali osebjia za IT** - 69 % anketirancev ni imelo tehničnega znanja. (kvantitativno)
- **slaba uporabnost obstoječih orodij** - pogosto so preveč zapletena ali niso prilagojena MSP. (kvalitativno)
- **Slaba interoperabilnost** - orodja in platforme niso integrirane z načrtovanjem (npr. BIM), javnimi naročili itd.
- **Skrb za zasebnost podatkov in kibernetsko varnost** - opredelilo jo je 47 % vprašanih. (kvantitativno)
- **Razdrobljenost orodij/platform** - preveč nepovezanih rešitev, ki povzročajo zmedo. (kvalitativno)
- **Slaba ali nezanesljiva kakovost podatkov o materialu** - zastareli, nerazvrščeni ali manjkajoči podatki. (Kvalitativni)

Organizacijske in operativne ovire

- **Pomanjkanje časa in osebjia** - najpogostejše navedena ovira v raziskavi (61 %). (Kvantitativno)
- **ročni, razdrobljeni postopki ponovne uporabe** - veliko breme usklajevanja med akterji. (kvalitativno)

- **nezdržljivost z obstoječimi delovnimi tokovi** - orodja, ki ne ustrezajo ciklom naročanja ali načrtovanja, so opuščena. (Kvalitativno)
- **Kratkoročna miselnost v organizacijah** - pomanjkanje strateške zavezanosti dolgoročnim krožnim modelom. (kvalitativno)

Sodelovanje in ekosistemske ovire

- **Pomanjkanje znanja o potencialnih partnerjih** - 39 % anketirancev je to navedlo kot oviro. (Kvantitativno)

3.2 Akcijski načrt

Ne.	Točka blokiranja	Priporočeni ukrepi	Odgovorna oseba
1	Pomanjkanje pravnih pooblastil za ponovno uporabo ali simbiozo	se zavzemajte za reformo politike, ki bi uvedla kvote za ponovno uporabo in obvezno poročanje.	Oblikovalci politik / okoljska ministrstva
2	zapleteni in nejasni regulativni postopki	pripraviti poenostavljene, za posamezne sektorje specifične regulativne priročnike in sheme poteka.	Regulativne agencije / sektorska ministrstva
3	Visoki stroški usklajevanja	uvedba finančnih subvencij ali oprostitev plačila pristojbin za MSP, ki izvajajo IS.	Vladni finančni oddelki / podporni skladi za MSP
4	Pomanjkanje davčnih spodbud / neugodna obdavčitev	Lobiranje za davčne reforme, ki bi zmanjšale DDV na ponovno uporabljene materiale.	Davčni organi / enote za politiko krožnega gospodarstva
5	slaba ozaveščenost o zakonskih zahtevah	Pripravite kampanje za ozaveščanje in usposabljanje o pravni pismenosti, namenjene malim in srednjim podjetjem.	Gospodarske zbornice / organi za pravno izobraževanje
6	Visoki začetni stroški digitalnih orodij/platform	ponudite sheme nepovratnih sredstev ali javno sofinanciranje za uvedbo orodja.	Agencije EU/nacionalne agencije za nepovratna sredstva / ministrstva za inovacije
7	negotova donosnost naložbe (ROI)	Razvijte in delite študije primerov ROI in simulacijska orodja.	Gospodarske zbornice / industrijska združenja
8	Omejeno javno financiranje ali subvencije	Povečanje razpoložljivosti ciljno usmerjenih javnih virov financiranja za projekte IS.	Agencije za regionalni razvoj / Strukturni skladi EU
9	Materiali za ponovno uporabo so pogosto manj konkurenčni od novih.	Vzpostavitev standardov za certificiranje in zagotavljanje kakovosti za ponovno uporabljene materiale.	Organi za standardizacijo / certifikacijski organi
10	slabo poznavanje konceptov IS/DIS	Izvajanje regionalnih in sektorskih kampanj za ozaveščanje.	Organizacije za podporo podjetjem / nevladne organizacije za trajnostni razvoj
11	nepoznavanje digitalnih orodij IS ali primerov uporabe	Razvijte in razširjajte praktične komplete orodij in videoposnetke.	Ponudniki tehnologije / platforme krožnega gospodarstva

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.

12	Pomanjkanje jasnih in poenostavljenih smernic	Ustvarite enostavne priročnike za izvajanje, prilagojene malim in srednje velikim podjetjem.	Podporne organizacije za MSP / krožna vozlišča
13	Zmeda zaradi pojmovne nejasnosti	V vseh gradivih uporabljajte dosledno terminologijo in primere iz resničnega sveta.	Ponudniki izobraževanja / skupine za razširjanje projektov
14	Pomanjkanje digitalnih spretnosti ali osebja za IT	Zagotovite usposabljanje za osnovne digitalne spretnosti in začetne tabore za digitalno pismenost.	Zavodi za poklicno usposabljanje / ponudniki digitalnih spretnosti
15	slaba uporabnost obstoječih orodij	vključevanje MSP v sooblikovanje uporabnikom prijaznih platform IS.	Tehnični razvijalci / oblikovalci UX
16	Slaba interoperabilnost	Določite standarde za integracijo platform in spodbujajte razvoj API.	Organi za standardizacijo IKT / razvijalci platform
17	pomisliki glede zasebnosti podatkov in kibernetске varnosti	Zagotavljanje okvirov, skladnih z GDPR, in orodij za varstvo podatkov.	Uradniki za varstvo podatkov / svetovalci za varnost IT
18	Razdrobljenost orodij/platform	Podpiranje nacionalnih ali vseevropskih pobud za združene platforme za ponovno uporabo.	Evropska komisija / nacionalni digitalni organi
19	Slaba ali nezanesljiva kakovost podatkov o materialih	Uvedite standardne predloge za beleženje in preverjanje materiala.	Razvijalci platform / industrijski konzorciji
20	Pomanjkanje časa in osebja	Spodbujajte časovno učinkovite delovne tokove IS in sooblikujte skupne storitve.	Svetovalci za produktivnost / Mreže MSP
21	Ročni, razdrobljeni postopki ponovne uporabe	Digitalizirajte in avtomatizirajte delovne postopke ponovne uporabe prek mobilnim napravam prijaznih aplikacij.	Razvijalci programske opreme / procesni inženirji
22	nezdružljivost z obstoječimi delovnimi tokovi	Zagotavljanje integracije novih orodij s sistemi ERP/nabavnimi sistemi.	Ponudniki programske opreme za podjetja / razvijalci orodij
23	Kratkoročna miselnost v organizacijah	Ponudite delavnice strateškega predvidevanja in orodja za dolgoročno vizijo.	Strateški svetovalci / trenerji vodenja
24	Pomanjkanje znanja o potencialnih partnerjih	Ustvarite platforme za iskanje partnerjev in lokalna simbiozna središča.	Organizacije grozdov / posredniki za inovacije

Uspeh izvajanja DIS ni odvisen le od tehnoloških rešitev, temveč od celovitega razumevanja strukturnih, operativnih in kognitivnih ovir, s katerimi se soočajo organizacije. V akcijskem načrtu iz te priloge so predstavljena ciljno usmerjena, izvedljiva priporočila, ki so usklajena z dejanskimi potrebami in omejitvami, ugotovljenimi med terenskim delom. Za premagovanje teh ovir in omogočanje vključujočega prehoda v krožno gospodarstvo s pomočjo digitalne industrijske simbioze je bistvenega pomena sodelovanje več deležnikov - od oblikovalcev politik in izobraževalcev do ponudnikov tehnologij in podpornih mrež za MSP.



Co-funded by
the European Union



FReINDs

Številka projekta:

2024-1-NO01-KA220-HED-000246621

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so izključno stališča in mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč in mnenj Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.